



ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ

ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ & ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Βιομηχανικής Διοίκησης & Τεχνολογίας του Πανεπιστημίου

Πειραιά

Χημικών Μηχανικών του Ε. Μ. Πολυτεχνείου

ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ: Κ. Φ. ΜΠΑΤΖΙΑΣ, Κ. Δ. ΣΙΔΗΡΑΣ

**Η ΒΙΟΜΑΖΑ ΩΣ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑ

ΣΤΑΜΟΥΛΗ ΑΓΓΕΛΙΚΗ (ΑΜ ΜΠΣ 0111)

**ΠΕΙΡΑΙΑΣ 2007**

## Πρόλογος

Ο σύγχρονος κόσμος και ιδιαίτερα οι αναπτυσσόμενες χώρες ακολουθούν έναν γρήγορο ρυθμό κατανάλωσης καυσίμων για παραγωγή ενέργειας . Ακριβώς λόγω της αυξανόμενης αυτής ζήτησης αναπόφευκτα υπάρχει κίνδυνος αφενός μεν της εξάντλησης του αποθέματος των ορυκτών καυσίμων ,αφετέρου δε της ανεξέλεγκτης ανόδου των τιμών τους . Επομένως το ενδιαφέρον εστιάζεται πλέον στην αξιοποίηση των εναλλακτικών μορφών ενέργειας μια εκ των οποίων είναι η βιομάζα. Η τελευταία πρόκειται για μια σπουδαία πηγή ενέργειας και αναφέρεται ως τα κατάλοιπα της φυτικής ,ζωικής , δασικής και αλιευτικής παραγωγής καθώς και τα υποπροϊόντα από την βιομηχανική επεξεργασία των προηγούμενων. Πέρα από το κόστος που επιτρέπει την υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από τα καύσιμα τα προερχόμενα από βιομάζα, υπάρχουν πολλοί λόγοι που υπαγορεύουν να ανοίξουν οι παγκόσμιες αγορές στην βιομάζα.

Πιο συγκεκριμένα τα ορυκτά ή υγρά ή αέρια καύσιμα που προέρχονται από μια φτηνή πρώτη ύλη, την βιομάζα, λέγονται βιοκαύσιμα. Τα βιοκαύσιμα έχουν υποστηριχτές γιατί μειώνουν την εκπομπή αερίων ρύπων από την εφαρμογή τους σαν καύσιμο σε μηχανές οχημάτων. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό στην Ευρώπη όπου η βιομηχανία αυτοκινήτων είναι δεσμευμένη με σειρά νόμων να μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> σε 140g/km.

Για παράδειγμα το βιοντίζελ χρησιμοποιείται σε μίγματα με ντήζελ στην Γαλλία 5%, στις ΗΠΑ 20% και αυτούσιο 100% βιοντίζελ στην Αυστρία, την Σουηδία και την Γερμανία προκειμένου να επιφέρει μείωση των ανεπιθύμητων ρυπαντών της ατμόσφαιρας από την εκπομπή των καυσαερίων. Παράλληλα η χρήση οξυγονούχων καυσίμων και η ανάμειξη τους με βενζίνη όπως αιθανόλη και EthylTertiaryBoutylEther ή άλλων ETBE μειώνει τις εκπομπές CO<sub>2</sub>. Επιπλέον η εφαρμογή των καυσίμων σε κινητήρες diesel φέρει καλύτερες ροπές του κινητήρα και μείωση των άκαυστων υδρογονανθράκων και της καπνιάς σε σύγκριση με το diesel.

Ακόμα τα βιοκαύσιμα δίνουν λύση στο πρόβλημα τη ασφαλούς μεταφοράς των καυσίμων αφού η κατανάλωση τους μπορεί να γίνει άμεσα στην χώρα παραγωγής τους . Μπορεί να δώσουν την οικονομική-ενεργειακή αυτάρκεια ως έναν βαθμό, σε μια χώρα που έχει αντικαταστήσει τα ορυκτά καύσιμα από τα βιοκαύσιμα. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Kyoto η χρήση των καυσίμων αναμένεται να μειώσει τις εκπομπές

CO<sub>2</sub> των εκπομπών κατά 20% ως το 2020 . Πιο συγκεκριμένα με το σχέδιο αυτό αναμένεται να εξοικονομηθεί από την πρωτογενή ενέργεια το 20%. Ενώ θα μειωθεί τις εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 780 εκατομμύρια τόνους εξασφαλίζοντας έτσι από την αντικατάσταση αυτή συνάλλαγμα ,και ενισχύοντας την αγορά εργασίας με νέες θέσεις 1.509.000 στον νέο αυτόν τομέα. Επιπλέον η χρήση καυσίμων αναζωογονεί την αγροτική παραγωγή που πρόκειται να ενισχυθεί με κοινοτικά κονδύλια και με ένα σύστημα που θα χορηγεί οικονομική ενίσχυση ανεξαρτήτως της καλλιέργειας αλλά με βάση την μέση απόδοση τα έτη 2000-2003.

Αναλυτικά οι έρευνες, που έγιναν σε φυτά που ήδη είναι γνωστή η καλλιέργεια τους στην Ελλάδα όπως ο ηλίανθος, έδειξαν ότι το κόστος της παραγωγής του συγκεκριμένου φυτού και το κόστος της μετατροπής του σε βιοκαύσιμο είναι συναγωνίσιμο με την τιμή αγοράς του πετρελαίου .

Μάλιστα η έρευνα στο Γ.Π.Α. εμφανίζει προτίμηση στην παραγωγή των βιοκαυσίμων από ηλίανθο. Αν και στην παγκόσμια αγορά κυριαρχεί ως πρώτη ύλη η ελαιοκράμβη με ποσοστό 84%. Το φυτό αυτό έχει ακριβότερο κόστος στην χώρα μας από τον ηλίανθο αλλά το πεδίο των ερευνών δεν έχει ακόμα εξαντληθεί . Όμως για να μπορέσουν τα βιοκαύσιμα να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα πρέπει να πληρούνται δυο προϋποθέσεις. Η μια είναι να εκπέμπουν σε όλο τον κύκλο ανάλυσης ζωής των βιοκαυσίμων μικρότερες ποσότητες ρύπων συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα. Η δεύτερη είναι να ανταγωνίζονται σε τιμές με τα ορυκτά καύσιμα.

Η ανάλυση του κύκλου ζωής έδειξε για τα βιοκαύσιμα ότι μπορούν να επιφέρουν μείωση της εκπομπής CO<sub>2</sub> και άλλων επιβλαβών ρύπων που σχετίζονται με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτό συμβαίνει γιατί κατά την διάρκεια της ανάπτυξης τους τα φυτά της βιομάζας δεσμεύουν CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα για να εκτελέσουν την μοναδική από αυτά λειτουργία της φωτοσύνθεσης, που είναι βασική για την θρέψη τους . Έτσι όταν τα παραγόμενα από φυτά βιοκαύσιμα θα καούν για παραγωγή ενεργείας το CO<sub>2</sub> που ελευθερώνεται δεν συμβάλλει στην περαιτέρω αύξηση CO<sub>2</sub> . Έτσι γίνεται η ανακύκλωση του άνθρακα.

Η διακύμανση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την εφαρμογή βιοκαυσίμων καθορίζεται από όλα τα επιμέρους χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής των καυσίμων, όπως την περιοχή παραγωγής τους, την πηγή παραγωγής τους, το όχημα που τροφοδοτείται με βιοκαύσιμα, την ειδική κατανάλωση καυσίμου του οχήματος, την χρήση των υποπροϊόντων της διαδικασίας, τον τρόπο που παρήχθησαν από την

γεωργική γη, και την συμμετοχή της τεχνολογίας, καθώς και από τον βαθμό συμμετοχής ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα γενικά.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια καταγραφής του διαθέσιμου δυναμικού βιομάζας στην χώρα μας με βάση τα δεδομένα της Στατιστικής Υπηρεσίας για τις εκτάσεις και τις παραγόμενες σε αυτές ποσότητες των κυρίων γεωργικών προϊόντων και των υπολειμμάτων τους. Ακόμα κατατίθενται χάρτης με το σύστημα G.I.S. για τις περιοχές που αναπτύσσονται και που υπάρχουν οι υλικοτεχνικές υποδομές για την μετατροπή των υπολειμμάτων σε βιοντίζελ.

Τέλος από τις μεθόδους με τις οποίες γίνεται η παραγωγή των βιοκαυσίμων αναλύουμε τη βιολογική ζύμωση υπολειμμάτων για παραγωγή αλκοόλης και τη θερμική μετατροπή μέσω της πυρόλυσης των φυτικών ελαίων σε μεθυλεστέρες (βιοντίζελ), την καταλυτική μεθυλεστεροποίηση και την υπερκρίσιμη μεθυλεστεροποίηση της μεθανόλης. Τέλος αναλύουμε την ανάμειξη αιθανόλης με τριτοταγή βουτανόλη σε θερμό περιβάλλον με καταλύτη για παρασκευή MTBE (Summary Biofuel Fact Sheet).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Πρόλογος .....	1
Εισαγωγή.....	11
<b>1.Βιομάζα</b> .....	15
1.1. Βιοκαύσιμο από την βιομάζα.....	15
1.2.1. Ενεργειακά φυτά .....	20
1.2.2. Η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής ντιρεκτίβας στην Ελληνική πραγματικότητα.....	22
1.2.3. Η αξιοποίηση της δασικής βιομάζας ως δεύτερης γενιάς βιομάζα.....	29
1.2.4. Επιδότηση των ενεργειακών καλλιεργειών.....	30
1.3. Οικονομική αποτίμηση των ενεργειακών καλλιεργειών και των μονάδων βιομετατροπής.....	34
1.4. Η παροχή ικανοποιητικών οικονομικών κινήτρων για την βιοενέργεια.....	39
1.5. Δράσεις για επιμόρφωση των αγροτών στις ενεργειακές καλλιέργειες .....	43
<b>2. Χαρακτηριστικά των κυριότερων ενεργειακών γεωργικών καλλιεργειών</b>	
2.1. Αγριαγκινάρα CYNARA CARDUNCULUS.....	46
2.2. Γλυκό σόργο.....	48
2.3. Κενάφ .....	53
2.4. Ελαιοκράμβη.....	52
2.5. Το βαμβάκι.....	55
2.6.Ο ηλίανθος.....	64
2.7.1.Σακχαρότευτλα.....	69
2.7.2.Σημασία για την Ελλάδα.....	78
<b>3. Βιοκαύσιμα</b>	

3.1. Η επιχειρηματική δραστηριότητα στο χώρο των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα .....	82
3.2. Βιοκαύσιμα στο εθνικό ενεργειακό σύστημα το 2006.....	83
3.3. Τα επικρατούντα βιοκαύσιμα σήμερα στην αγορά.....	80
3.3.1. Η βιοαιθανόλη.....	92
3.3.2 Αιθυλοτεταρτοταγής βουτυλαιθέρας .....	95
3.3.3. Oxidiesel .....	98
3.3.4. Η διαδικασία της παραγωγής της βιοαιθανόλης .....	99
3.3.5. Βιομηχανική παραγωγή αιθανόλης.....	101
3.4. Βιοντήζελ και βιοέλαια.....	107
3.4.1. Τι είναι βιοντήζελ .....	107
3.4.2. Ιδιότητες των φυτικών ελαίων ως καύσιμα.....	110
3.4.3. Τρόποι χειρισμού των φυτικών ελαίων.....	117
3.4.4. Μίγματα με συμβατικό καύσιμο Diesel.....	119
3.4.5. Καταλυτική μεθεστεροποίηση .....	125
3.4.6. Η μέθοδος υπερκρίσιμης μεθυλεστεροποίησης του μεθυλίου.....	126
3.4.7. Η παραγωγή βιοελαίου με πυρόλυση.....	126
3.5. Ο Νόμος για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.....	128
<b>4. Το ενεργειακό ισοζύγιο κατά την πυρόλυση γεωργικών υπολειμμάτων.....</b>	<b>135</b>
4.1. Συνολικό δυναμικό βιομάζας .....	138
4.2. Εφαρμογές .....	139
4.3. Η παγκόσμια αγορά για την βιομάζα-Κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης.....	142
4.4. Η παγκόσμια παραγωγή biodiesel-Οικονομικά στοιχεία κόστος παραγωγής biodiesel-Κέρδος στον παραγωγό.....	144
4.5. Προσέγγιση των τεχνικό-οικονομικών αποτελεσμάτων καθετοποιημένης μικρής δυναμικότητας μονάδας παραγωγής βιοντήζελ στα πλαίσια ομάδες παραγωγών..	145



## **5. Το Δυναμικό της βιομάζας στην Ελλάδα**

5.1.Ενεργειακό δυναμικό .....	170
5.1.1. Εφαρμογές GIS διαχείρισης πόρων βιομάζας.....	171
5.1.2. Χρήσεις GIS.....	171
5.1.3.Μεθοδολογία.....	173
5.1.4. Μαθηματική Περιγραφή των υπολογισμών.....	173
5.1.5.Λογικό διάγραμμα λογισμικού συστήματος.....	176
5.1.6.Χωρική περιγραφή περιοχών.....	178
5.1.7. Στατιστικά δεδομένα-παράμετροι.....	179
5.1.8. Εφαρμογή επεξεργασίας δεδομένων.....	179
5.1.9.ArcView.....	179
5.1.10.Λογική επεξεργασίας.....	179
5.1.11.Ενδεικτικοί παραγόμενοι χάρτες.....	185
5.2.Συμπεράσματα.....	196
5.3.Προτάσεις για μελλοντική έρευνα.....	199
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>202</b>

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

## Εισαγωγή

Μετά το 1973 η ενεργειακή κρίση έδειξε ότι η βιομάζα είναι μια σπουδαία πηγή ενέργειας με πολλές εφαρμογές. Εννοούμε βιομάζα το κατάλοιπα της φυτικής και ζωικής δασικής και αλιευτικής παραγωγής. Επίσης εννοούμε τα υποπροϊόντα από την βιομηχανική επεξεργασία των προηγούμενων. Όπως και τα αστικά λύματα και τα σκουπίδια και οι ύλες που έρχονται από φυσικά οικοσυστήματα.

Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας όπου η συνεχής και με βιώσιμο τρόπο χρήση της δεν προκαλεί εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα. Στην Ελλάδα μελέτες που εκπονήθηκαν για να αποδείξουν την δυνατότητα διείσδυσης της βιομάζας στην παραγωγή ενέργειας έδειξαν ότι συμφέρει για την παραγωγή ενέργειας η παραγωγή στερεών καυσίμων από μαλακό σιτάρι και σόργο κυτταρινούχο, επίσης οικονομικά ενδιαφέρει λόγω καλής απόδοσης της επένδυσης η παραγωγή της βιοαιθανόλης από σόργο όπως συμφέρει και η παραγωγή ελαίου από ηλίανθο. Εναλλακτική πηγή καυσίμου για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που είναι διαδικασία που απαιτεί ανάλωση μεγάλων ποσών ενέργειας είναι το κυτταρινούχο σόργο και το καλάμι. Τα πρόσφατα χρόνια, το 7.3% των βασικών ενεργειακών αναγκών της Ελλάδος, καλύφθηκαν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ). Π.χ. η βιοενέργεια κάλυψε το 4.3% (4% από καύση κάρβουνου για θέρμανση χώρων σε κατοικημένες περιοχές και μόλις το 0.3% καλύφθηκε από βιοαέριο). Ενώ από άλλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας όπως από τους υδροηλεκτρικούς σταθμούς ενέργειας τους διασυνδεδεμένους στο δίκτυο ενέργειας της χώρας προήλθε το 2.6%. Στην Ευρωπαϊκή Ένωση, η συνεισφορά των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική κατανάλωση ενέργειας μετά βίας προσεγγίζει το 6% με μεγάλες αποκλίσεις του ποσοστού στα διάφορα κράτη μέλη.

Για την χώρα μας οι ποσοτικοί ενεργειακοί στόχοι είναι για το 2010 όπως καθορίζει η Οδηγία 2003/30/ΕΚ τα εξής, για τα βιοκαύσιμα είναι 5,75% συμμετοχή των βιοκαυσίμων στο σύνολο των καυσίμων για τις μεταφορές, το 2010. Η Οδηγία 2001/77/ΕΚ για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ είναι 1,2% ή 110 MWe από συμμετοχή της βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, το 2010. Αλλά σύμφωνα με την νομοθεσία της ΕΕ για την Ευρώπη υπάρχει η δέσμευση για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, που θέτει στόχο το 12% της ενέργειας να προέρχεται από ΑΠΕ για το 2010, προκειμένου η Ε.Ε να συμμορφωθεί με τις ευρωπαϊκές και διεθνείς δεσμεύσεις της για την προστασία του περιβάλλοντος και ειδικότερα για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η περιβαλλοντική επίπτωση των βιοκαυσίμων εξαρτάται από τα ειδικά

χαρακτηριστικά του κύκλου ζωής των διάφορων βιοκαυσίμων, όπως η περιοχή, η πηγή παραγωγής τους, το όχημα, η ειδική κατανάλωση καυσίμου του οχήματος, η χρήση των υποπροϊόντων, η χρήση της γεωργικής γης, το ποσοστό συμμετοχής των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στο σύστημα, η μορφή της τεχνολογίας. Αυτά τα χαρακτηριστικά διαμορφώνουν τη διακύμανση στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις κάθε περίπτωσης. Γενικά πάντως, μπορεί να λεχθεί ότι τα περισσότερα βιοκαύσιμα παρουσιάζουν σημαντικά μικρότερες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου στον κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα (Summary Biofuel Fact Sheet,).

Αναφέρεται ότι στην Ευρώπη για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα ύψους 133 MTOE ετησίως το 2020, θα δημιουργηθούν 1.509.000 νέες θέσεις εργασίας), συμβάλλοντας έτσι στην ανάπτυξη ενός αιεφόρου ενεργειακού συστήματος όπου θα εξασφαλίζονται ταυτόχρονα, ασφάλεια τροφοδοσίας καυσίμων, οικονομική αποδοτικότητα και περιβαλλοντική προστασία (EUBIA, 2004).

Ο ανταγωνισμός της χρησιμοποίησης της φυτικής βιομάζας για τροφή ανταγωνίζεται την χρήση της σαν α΄ ύλη για βιοκαύσιμα. Η φυτική βιομάζα σχηματίζεται από την ηλιακή ενέργεια μέσω των αντιδράσεων που γίνονται στους χλωροπλάστες των φυτικών κυττάρων. Το μοναδικό σύστημα που από ανόργανες ύλες όπως το διοξείδιο του άνθρακα και το νερό δίνει με την φωτοσύνθεση την παραγωγή οργανικής ουσίας των υδατανθράκων είναι το φυτικό κύτταρο. Οι υδατάνθρακες και οι άλλες ουσίες όπως τα λιπίδια και τα πρωτεΐδια που σχηματίζονται με την επίδραση θερμοκρασιών ευνοϊκών υπό την επάρκεια ανόργανων στοιχείων παράγονται με αυτόν τον τρόπο. Στην παραγωγή βιομάζας όλες οι ήπειροι συνεισφέρουν ως δάση το 68% και ως λιβάδια το 16%, ενώ οι καλλιεργούμενες εκτάσεις συνεισφέρουν το 8%. Η παγκόσμια παραγωγή ανέρχεται σε 172 δισεκ. τόνους ξηρής μάζας είτε  $2 \cdot 10^{11}$  τόνοι άνθρακα με ενεργειακό περιεχόμενο  $3 \cdot 10^{21}$  J. Όλα αυτά αντιπροσωπεύουν το 14% της πρωτογενής παραγωγής σε ενέργεια είτε αντιστοιχούν σε 20 εκατομμύρια βαρέλια ημερησίως.

Η τεχνολογία παραγωγής του καυσίμου από την πρώτη ύλη επηρεάζει σημαντικά το τελικό κόστος του βιοκαυσίμου. Είναι γνωστή η διαδικασία παραγωγής αιθανόλης από λιγνο-κυτταρινούχες πρώτες ύλες καθώς και η παραγωγή πετρελαίου ή βενζίνης από απορρίμματα με συνδυασμό αεριοποίησης και σύνθεσης καυσίμου. Σήμερα, οι ΗΠΑ καταναλώνουν περίπου 99.4 EJ /έτος από όλες τις μορφές ενέργειας εκ των οποίων 7.5 EJ/έτος είναι από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Η ενέργεια από την βιομάζα, είναι το 43% της ενέργειας που συνολικά προέρχεται από ΑΠΕ, και υπολείπεται μεταξύ των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας σε σχέση με την υδροηλεκτρική ενέργεια που είναι το 51%

του συνόλου. Σύμφωνα με το Electric Power Research Institute (EPRI) και το Υπουργείο Ενέργειας των Η.Π.Α , η βιομάζα, που παράγεται με οικονομικό και περιβαλλοντικά βιώσιμο τρόπο, μπορεί με ρεαλιστικές εκτιμήσεις να τροφοδοτήσει με 5.3 EJ ηλεκτρικής ενέργειας μέχρι το έτος 2010 και εν συνεχεία σε διπλάσια ποσότητα μέχρι το έτος 2030.

Εκ των χωρών που χρησιμοποιούν την βιομάζα για καύσιμο το ποσοστό της πρωτογενής ενέργειας που αντιπροσωπεύει αυτό είναι για την κάθε χώρα το παρακάτω: για την Κένυα το 75%, για την Ινδία το 50%, στην Κίνα το 33% , Βραζιλία 25% και στην Αίγυπτο και στο Μαρόκο το 20%. Επιπλέον και για τις λοιπές χώρες αντιπροσωπεύει σημαντικό ποσοστό η ενέργεια που βγαίνει από βιομάζα για τη Σουηδία 15%, για τον Καναδά 5%, για τις ΗΠΑ 3%, και για την Αυστραλία 3%. Τα παγκόσμια έξοδα από όλα τα κράτη που ασχολούνται για παραγωγή βιομάζας ανέρχονται σε 2 δισεκατομμύρια \$ το χρόνο ενώ το κόστος για την παραγωγή τροφής παγκοσμίως είναι 60 δισεκατομμύρια \$ τον χρόνο. Στην χώρα μας η κατανάλωση ενέργειας

**Πίνακας 1 .Η ενεργειακή κατανάλωση στην χώρα μας ( ΚΑΠΕ,2002)**

<b>Ενεργειακό ισοζύγιο</b>	<b>Ktoe</b>	<b>%</b>
Στερεά καύσιμα	9038	32,11
Υγρά καύσιμα	15941	56,63
Αέρια καύσιμα	1703	6,05
Ηλιακή	99	0,3
Αιολική	106	0,38
Βιομάζα βιομηχανική χρήση	241	0,86
Βιομάζα οικιακή χρήση	705	2,5
Βιομάζα μεταφορές	0	0
Μικρά υδροηλεκτρικά	14,3	0,05
Μεγάλα υδροηλεκτρικά	303,3	1,08
Σύνολο	28150,6	100

Η εκτίμηση του δυναμικού των υπολειμμάτων των γεωργικών καλλιεργειών για την παραγωγή ενέργειας που παράγονται σε σημαντικές ποσότητες στη χώρα μας, ανέρχονται σε 11 εκατομμύρια τόνους ετησίως από τους οποίους 5 εκατομμύρια τόνοι ξηρής βιομάζας είναι διαθέσιμοι για ενεργειακούς σκοπούς άμεσα. Για ενεργειακή αξιοποίηση το κόστος τους σε αρκετές περιπτώσεις είναι σχετικά χαμηλό. Στο ζήτημα για το εάν συμφέρει οικονομικά η χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας με σκοπό την υποκατάσταση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από βιομάζα απαντάει μια εργασία που εκπονήθηκε υπό την αιγίδα της ΠΑΣΕΓΕΣ. Η συγκεκριμένη εργασία παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον και στηρίχθηκε σε πραγματικές μετρήσεις. (ΠΑΣΕΓΕΣ). Τα καλλιεργούμενα εδάφη της Ελλάδας είναι περί τα 6 εκατομμύρια στρέμματα. Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΚΑΠΕ,2002 υπολογίζονται 0,4 εκατομμύρια τόνοι ξηρής ουσίας που προέρχονται από αυτά. Εκ της οποίας μπορούν να παραχθούν 69 PJ/έτος. Το γλυκό σόργο έχει συγκεντρώσει πολύ ενδιαφέρον πάνω του γιατί η παραγωγή του σε σάκχαρα για ζύμωση σε βιοαιθανόλη είναι σημαντική.

## ΒΙΟΜΑΖΑ

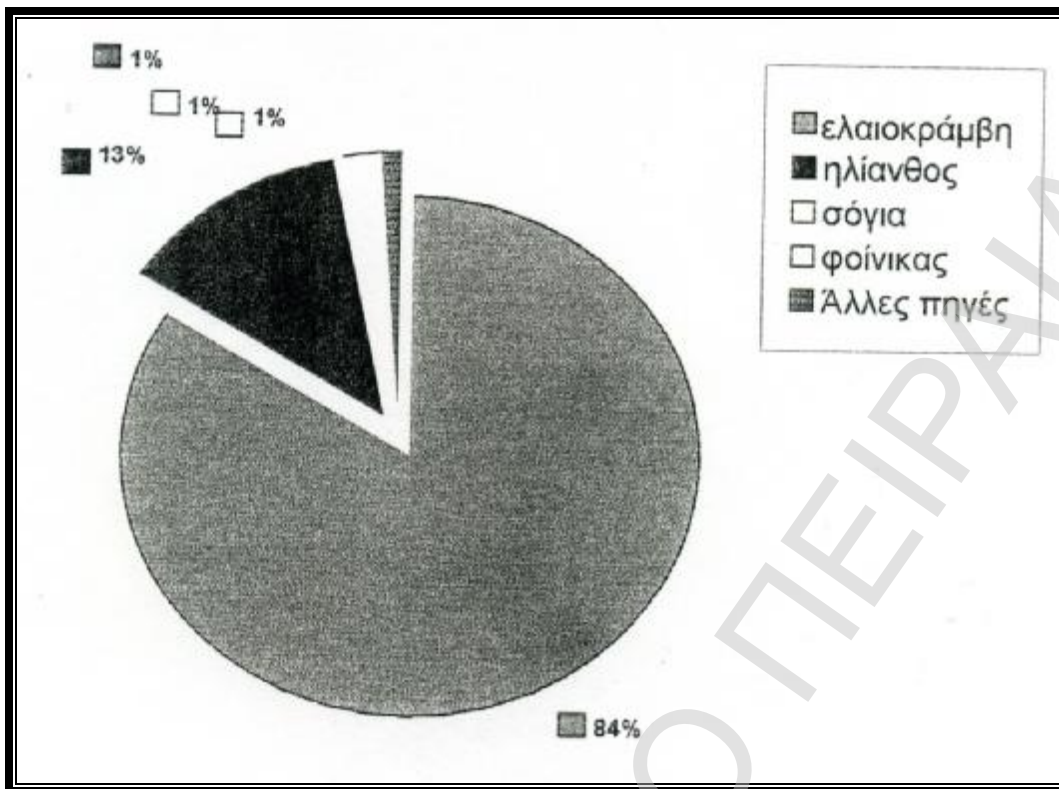


### 1.1. Βιοκαύσιμο από την βιομάζα

Η καύσιμη στερεά υγρή, η αέρια ύλη που παράγεται από βιομάζα καλείτε βιοκαύσιμο. Μια άλλη εφαρμογή των βιοκαυσίμων είναι η καύση τους σε κινητήρες οχημάτων όπου έχουν χαμηλότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα και μπορεί να συνεισφέρουν πιο οικολογικά στις αυξημένες ανάγκες σε ενέργεια. Γενικά τα βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα υγρά η αέρια καύσιμα από φυτά που περιλαμβάνονται σε δύο κατηγορίες είτε στα βιοέλαια είτε στην βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη είναι οινόπνευμα μεγάλης ενεργειακής περιεκτικότητας, και καθαρότερο περιβαλλοντικά από την βενζίνη σαν καύσιμο.

Τα συστατικά των φυτών που βρίσκουν αξιοποίηση στην μετατροπή της βιομάζας σε καύσιμα είναι η λιγνίνη και τα σάκχαρα. Από τα σάκχαρα και τα προϊόντα του πολυμερισμού τους είναι: α) Η σουκρόζη που βρίσκεται στον χυμό των φυτών και είναι δημοφιλής σαν το σάκχαρο στα σακχαροκάλαμα και στα κοκκινογούλια. β) Η γλυκόζη που είναι γνωστό σάκχαρο του καλαμποκιού, του σταφυλιού, και βρίσκεται σε πολλά φρούτα. Το επίπεδο του σακχάρου αυτού στο ανθρώπινο αίμα είναι υπό κανονικές συνθήκες 0,8g/l. Υπάρχουν και πολλές άλλες ισομερείς μορφές μεταξύ των απαντούμενων σακχάρων. Τέτοια είναι η D-γλυκόζη, η D-μαννόζη και η D-φρουκτόζη. Η διαφορά τους μεταξύ D-γλυκόζης, και D-μαννόζης είναι ο προσανατολισμός του πολωμένου φωτός. Έχουν διαφορά μόνο στην κατεύθυνση που στρέφουν το πολωμένο φως σε διάλυμά τους. Η διαφορά τους οφείλεται στο περιστρεφόμενο υδρογόνο και υδροξύλιο που έχουν δεσμούς με το ανθρακοάτομο το γειτονικό της αλδεϋδομάδας. Αυτή η ισομέρεια είναι το αντίστοιχο με το είδωλο και το αντικείμενο στο κάτοπτρο. Είναι και η D-γλυκόζη, η D-μαννόζη και οι δυο αλδόζες ενώ η φρουκτόζη είναι κετόζη.

Οι επιστήμονες που συνεργάζονται με την χρηματοδότηση της Διεύθυνσης Ενέργειας ΗΠΑ στο εργαστήριο της ανανεώσιμης ενέργειας στοχεύουν σε μια διεργασία αυτόματης σακχαροποίησης και στην συνέχεια ζύμωσης της κυτταρίνης σε αιθανόλη. (W.Palz, et al,1980)



**Σχήμα 1.** Πρώτες ύλες παραγωγής βιοκαυσίμου από φυτικά έλαια

Σαν ένα μέτρο της διαδικασίας μετατροπής παρουσιάζεται το πηλίκο της ενέργειας που περιέχεται στα εξαγόμενα προϊόντα προς την ενέργεια που περιέκλειαν τα εισαγόμενα στον κύκλο μετατροπής των

$K.E. = \text{ενέργεια εξαγόμενων προϊόντων} / \text{ενέργεια εισαγόμενων προϊόντων}$

Για παράδειγμα το σύστημα μετατροπής για το φυτό σακχαροκάλαμο έχει κλάσμα καθαρής ενέργειας  $K.E.=4,5$  ενώ το σύστημα για μετατροπή των δασικών προϊόντων σε αιθανόλη έχει κλάσμα καθαρής ενέργειας  $K.E.=1$ .

Η παρουσία των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό σύστημα των κρατών –μελών της ΕΕ δεν αποτελεί ένα ενεργειακό γεγονός τοπικού είτε ηπειρωτικού χαρακτήρα αλλά επεκτείνεται και στο παγκόσμιο ενεργειακό σκηνικό. Πράγματι, μόλις πρόσφατα διατυπώθηκε αντίστοιχος σκεπτικισμός των αμερικανικών πετρελαϊκών εταιριών για τα βιοκαύσιμα, ως εναλλακτική του πετρελαίου.

Διαφωνίες, εκφράσανε υψηλόβαθμα στελέχη της πετρελαϊκής βιομηχανίας και της βιομηχανίας παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας στις ΗΠΑ και προειδοποίησαν πρόσφατα τα δύο νομοθετικά σώματα να μην βασιστούν αποκλειστικά στα βιοκαύσιμα με στόχο την ενεργειακή ασφάλεια της χώρας, απευθύνοντας έκκληση για περισσότερες γεωτρήσεις στο εσωτερικό των ΗΠΑ, για απλοποίηση των κανονισμών και για πρόσβαση σε ενεργειακά

αποθέματα στο εξωτερικό.

Διαφωνίες εκφραστήκανε αλλά και ανησυχία και από την εταιρία συμβούλων Cambridge Energy Research Associates (CERA) κατά τη διάρκεια των εργασιών της σε υψηλό επίπεδο ετήσιας διάσκεψης που διοργάνωσε, από τα υψηλόβαθμα επιχειρηματικά στελέχη της ενόψει της πρότασης του Λευκού Οίκου να μειωθούν οι εισαγωγές αργού πετρελαίου στις ΗΠΑ, με τον παράλληλο πενταπλασιασμό της χρήσης βιοκαυσίμων μέσα στα επόμενα δέκα χρόνια. Συγκεκριμένα διατυπώθηκε η άποψη ότι η εξασφάλιση της επαρκούς ενεργειακής τροφοδοσίας των ΗΠΑ, της μεγαλύτερης καταναλώτριας χώρας στον κόσμο, απαιτεί πληθώρα πηγών πετρελαίου και φυσικού αερίου καθώς και κίνητρα για την κατασκευή μονάδων ενέργειας από γαιάνθρακα και μονάδων πυρηνικής ενέργειας.

Επίσης την διαφωνία του για ενεργειακή ανεξάρτηση των ΗΠΑ από τις εισαγωγές πετρελαίου ως στερούμενη νοήματος και εξέφρασε όπως δήλωσε ο Ρεξ Τίλερσον πρόεδρος του ΔΣ και διευθύνων σύμβουλος της μεγαλύτερης πετρελαϊκής εταιρίας στον πλανήτη Exxon Mobil Corp. "Ο δρόμος για την ενεργειακή ασφάλεια. Έγκειται στο ανοιχτό διεθνές εμπόριο, τις ανταγωνιστικές αγορές, την ποικιλία πηγών τροφοδοσίας και την ενίσχυση των εταιρικών σχέσεων μεταξύ των παραγωγών χωρών και καταναλωτριών χωρών".

Αλλά και άλλα στελέχη των πετρελαϊκών εταιριών είπαν ότι οι ΗΠΑ πρέπει να επιτρέψουν γεωτρήσεις σε περισσότερες υπεράκτιες περιοχές – κάτι το οποίο έχει σταματήσει λόγω των ευρύτατων περιβαλλοντικών ανησυχιών.

Παρά τις διαφορετικές απόψεις των στελεχών, η πετρελαϊκή βιομηχανία έχει δεχθεί τα τελευταία χρόνια δριμύτατη κριτική καθώς οι εταιρίες πετρελαίου πραγματοποιούν κέρδη – ρεκόρ, ενώ οι καταναλωτές πληρώνουν ακριβά για βενζίνη, καύσιμα θέρμανσης και ηλεκτρισμό (Exxonmobil,2004).

Είναι εμφανές ότι πέρα από τον τρόπο εισαγωγής και συμμετοχής των βιοκαυσίμων στην ενεργειακή κάλυψη των αναγκών κάθε χώρας η παρουσία τους αποτελεί αντικείμενο συζητήσεων και διαβουλεύσεων μεταξύ των χωρών. Πράγματι, πρόσφατα η μαζική παραγωγή αιθανόλης εκμέρους της Βραζιλίας που μπορεί από το ζαχαροκάλαμο να την παράγει σε πολύ μεγάλες ποσότητες, ήταν το αντικείμενο επικείμενης διμερούς συνεργασίας μεταξύ ΗΠΑ – Βραζιλίας (ΠΑΣΕΓΕΣ). Το θέμα έχει θέσει στις συνομιλίες που είχε με τον Πρόεδρο Μπούς (8 – 9 Μαρτίου 2007), ο Πρόεδρος της Βραζιλίας Λούις Ινάθιο Λούλαντα Σίλβα.

Η ζήτηση της αιθανόλης στις ΗΠΑ 1,3 δισεκατομμύρια γαλόνια. Τα υπολείμματα της παραγωγής σε αραβόσιτο που απαιτούνται στην ΗΠΑ για την παραγωγή αιθανόλης



είναι 350τονοί/km<sup>2</sup>.Για ένα σχέδιο παραγωγής αιθανόλης για 105λιτρα/ημερα με συντελεστή μετατροπής 6,1 κιλό βιομάζας ανά λίτρο βιοαιθανόλης, χρειάζονται περί τα 25 χιλιόμετρα έκταση για την κάλυψη των αναγκών. Το ενεργειακό πρόγραμμα της Η.Π.Α. υπολογίζει το 6% των καυσίμων να προέρχεται από βιομάζα.

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

Πηγή: Ένωση Ανανεώσιμων Καυσίμων, Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας REUTE

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

Το βιοέλαιο για βιοντήζελ που έχει γίνει και πιο διαδεδομένο στην Ιταλία και Νότια Γαλλία είναι το ηλιέλαιο ενώ στις ΗΠΑ είναι το σογιέλαιο. Το λάδι από *Euphorbia lathyris* μπορεί να μετατραπεί με πυρόλυση σε ολεφίνες παραφίνες, αρωματικούς και μη αρωματικούς υδρογονάνθρακες. Υπάρχει βέβαια και ένα φυτό που το λάδι που εξάγεται από αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε κινητήρα ντίζελ. Το φυτό λέγεται *Moraiifera multijuga* το γένος *Leguminosae*. Το φυτό επίσης *Pittosporum resiniferum*, αλλά και το *Pittosporum undulatum*, όπως και ένα άλλο φυτό που έχει εξαπλωθεί στην Ταϊλάνδη το *Jatropha curcas* της οικογένειας των *Euphorbiaceae* έχουν δοκιμαστεί για την παραγωγή του βιοελαίου εφόσον έχει 30% περιεκτικότητα σε έλαιο. Επίσης υπάρχει ένα φίκος που παράγει έναν υδρογονάνθρακα με C30 είναι *Botryococcus braunii* που παράγει σε καθαρά νερά. Όπως επίσης κατάλληλο είναι το λάδι από τον φοίνικα για το οποίο έχουν γίνει εφαρμογές παραγωγής βιοκαυσίμων στην Μαλαισία. Από το φοινικέλαιο στην Μαλαισία φτιάχνουν καύσιμο βιοντήζελ το οποίο χρησιμοποιείται σε λεωφορεία στην πόλη Kuala Lumpur. Στις Η.Π.Α. σχεδιάζουν παραγωγή 83-170 εκ. m<sup>3</sup> ετησίως Biodiesel από mustard oil (κόστος 0,22\$/l), του οποίου το άλφιτο έχει υψηλή αξία ως φυτοφάρμακο, γεγονός που κρατά χαμηλά την τιμή του λαδιού. Επιπλέον, το συγκεκριμένο λάδι συνδέεται με χαμηλές εκπομπές NOx λόγω της περιεκτικότητάς του σε κορεσμένα ελεύθερα λιπαρά οξέα (20%). Στην Ινδία εκτιμάται (*Satish Lele*) ότι η παραγωγή biodiesel από το φυτό *Jatropha Curcas* θα πλησιάσει την τιμή κόστους του diesel και εκεί έχει εστιάσει τις έρευνες της η Bayer Corp Science. Οικονομικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τέλος τα λάδια ως υποπροϊόντα καλλιεργειών (βαμβάκι, καπνός, τομάτα, αγριοαγγινάρα κ.α.), ενώ τεχνολογίες έχουν αναπτυχθεί για παραγωγή biodiesel με πρώτη ύλη χρησιμοποιημένα, τηγανισμένα λάδια (*J. Modl, 2005*).

### 1.2.1. Τα ενεργειακά φυτά



Στο ζήτημα για το εάν συμφέρει οικονομικά η χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας με σκοπό την υποκατάσταση των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από βιομάζα απαντάει με μια εργασία που εκπονήθηκε υπό την αιγίδα της ΠΑΣΕΓΕΣ ο υπεύθυνος που εκπόνησε την μελέτη και είναι ο Καθηγητής Μανώλης Ξανθάκης και οι συντονιστές του έργου οι Δρ. Νίκος Βασιλάκος και Γιάννης Μπούκης.

Σύμφωνα με την μελέτη αν και η βιοενέργεια δεν αποτελεί πανάκεια για την χώρα μας προβλέπουν την αύξηση της ζήτησης για τις ενεργειακές καλλιέργειες αφού η πολιτική που προγραμματίζεται είναι η κατάργηση της παρέμβασης για το βαμβάκι.

Είναι αλήθεια ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορεί να έχουν και αυτές άσχημες επιπτώσεις στο περιβάλλον. Αλλά οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να μειωθούν από αγρονομικές τεχνικές, όπως είναι η βελτίωση της εναλλαγής των καλλιεργειών (αμειψισπορά). Η αρχή της πολλαπλής συμμόρφωσης που ελέγχεται από αρμόδιες υπηρεσίες δίνει μία βασική εγγύηση ότι οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις από οποιαδήποτε γεωργική δραστηριότητα –συμπεριλαμβανομένων των ενεργειακών καλλιεργειών – θα είναι περιορισμένες. Και στο πλαίσιο της Οδηγίας για τα βιοκαύσιμα, η Επιτροπή εξετάζει την πιθανότητα εισαγωγής ενός συστήματος για την διασφάλιση ότι τα βιοκαύσιμα έχουν παρασκευαστεί από πρώτες ύλες που η παραγωγή τους ακολουθεί τα περιβαλλοντικά πρότυπα. Το ενεργειακό πακέτο θα δώσει στους επιχειρηματίες – αγρότες μας την διασφάλιση που έχουν ανάγκη ώστε να προχωρήσουν στις απαραίτητες επενδύσεις».

- «Η γεωργία και η δασοκομία είναι σε θέση να παίξουν έναν σημαντικό ρόλο στην μάχη εναντίων των κλιματολογικών αλλαγών και στην διασφάλιση των ενεργειακών αποθεμάτων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό, όμως, απαιτεί μία συνεπή, περιεκτική και στοχευμένη Ευρωπαϊκή πολιτική για τις ανανεώσιμες πρώτες ύλες. Οι προτάσεις της Επιτροπής σχετικά με το χάρτη για την ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας είναι ένα βήμα προς την σωστή κατεύθυνση» όπως, δήλωσε ο κ. Φάιτερ, Γενικός Γραμματέας της Copra - Cogeca.
- § Βραχυπρόθεσμα, δέσμευση της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και των κρατών – μελών να διατηρήσουν την μείωση στην φορολογία των βιοκαυσίμων (ή την εξαίρεσή της όπου αυτό είναι απαραίτητο)
- § Τον εκμηδενισμό των άνευ φόρων εισαγωγών των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων
- § Την διατήρηση του προτύπου EN 14214 για το βιοντήζελ
- § Την εξειδικευμένη χρήση της μη – μετουσιωμένης αιθανόλης για σκοπούς ενανθράκωσης
- § Την εξάλειψη των περιορισμών στην απευθείας ενσωμάτωση για την βιοαιθανόλη στα καύσιμα

### 1.2.2. Η εφαρμογή της Ευρωπαϊκής ντιρεκτίβας στην Ελληνική πραγματικότητα

Στην Ευρωπαϊκή ένωση που με την Λευκή Βίβλο δίνεται έμφαση στην αξιοποίηση της βιομάζας προβλέπεται ο τριπλασιασμός περίπου έως το 2010 της κάλυψης των αναγκών σε ενέργεια από ανανεώσιμες πηγές ενώ το σχέδιο που προτάθηκε το 2007 για τα την αξιοποίηση της βιομάζας είναι έως το 2020 να έχει καλυφθεί το 20% της ενέργειας από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τοποθετώντας το θέμα σε μια βάση που η ΕΕ έχει θέσει και η χώρα μας έχει δεσμευτεί θα αντικαταστήσει τα καύσιμα στον τομέα των μεταφορών με τα βιοκαύσιμα. Ο τομέας με τις μεταφορές αποτελεί το 30% των απαιτήσεων σε καύσιμα γενικά της χώρας μας. Μολονότι η τιμή του πετρελαίου είναι κατά πολύ χαμηλότερη του βιοντίζελ, η χρήση του βιοντίζελ στις μεταφορές θα επιφέρει πολλά οφέλη. Περιβαλλοντικά οφέλη κυρίως. Οι μικρότερες εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα, διοξειδίου του θείου, αιωρούμενων σωματιδίων και όλων των παραγόντων που προάγουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου από εκπομπές μειώνονται. Καθώς η βιομάζα είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας που επιπλέον είναι πτωχή σε θείο και σε τέφρα μπορεί να συνεισφέρει στην κατεύθυνση της μείωσης του φαινομένου και της όξινης βροχής. Μειώνει το εκ των ορυκτών πόρων προκαλούμενο περιβαλλοντικό πρόβλημα. Αλλά προϋποθέτει την εξασφάλιση κοινοτικών πόρων για επενδύσεις και εφαρμογές της νέας τεχνολογίας. Για τα βιοκαύσιμα προβλέπεται στην Ελλάδα το 5,75% ως ποσοστό των βιοκαυσίμων που θα συμμετέχουν στα καύσιμα κίνησης ως το 2010. Τα μέτρα που θεσπιστήκανε από την χώρα μας είναι:

- Ø Ο νόμος 3423/2005 «Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων»
- Ø Καθορισμός της συμμετοχής των βιοκαυσίμων και των άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στην ελληνική αγορά σε ποσοστό **5,75%** του συνόλου των καυσίμων που καταναλώνονται στον τομέα μεταφορών μέχρι το **2010**.
- Ø Θέσπιση της Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων, για όσους επιθυμούν να δραστηριοποιηθούν στην παραγωγή, εισαγωγή ή την εμπορία βιοκαυσίμων εντός της Ελληνικής Επικράτειας.
- Ø Δυνατότητα διάθεσης βιοκαυσίμων εφόσον πληρούνται οι προδιαγραφές του Ανωτάτου Χημικού Συμβουλίου (Ευρωπαϊκά πρότυπα)
- Ø Δυνατότητα ανάμιξης βιοκαυσίμων με ορυκτά καύσιμα.

Θέσπιση του «Προγράμματος Κατανομής Ποσοτήτων Βιοκαυσίμων» που απαλλάσσονται από τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης μέχρι και το τέλος του 2010.

Δεδομένου ότι είναι δύσκολο να αξιοποιηθεί το δυναμικό της βιομάζας γιατί η αγροτική οικονομία είναι δύσκολο να προσαρμοστεί σε διαδικασίες εφαρμογής της βιοενέργειας, παρόλα αυτά ο στόχος μπορεί να επιτευχθεί για την παραγωγή υγρών καυσίμων. Η κατανάλωση σε καύσιμα στην Ελλάδα το 2002 ήταν 3.500.000 τόνοι βενζίνης και περίπου 1.900.000 τόνοι πετρελαίου κίνησης. Σήμερα έχει δοθεί σχετική άδεια αλλά και το αφορολόγητο ποσοτήτων κυρίως βιοντήζελ σε βιομηχάνους.

Η χρήση αυτών των βιοκαυσίμων για την παραγωγή ενέργειας από την βιομάζα μπορεί να καλύψει το έλλειμμα που παρατηρείται κύρια σε φτωχές και υποβαθμισμένες περιοχές του πλανήτη. Η αύξηση του γεωργικού εισοδήματος που θα προσαρτηθεί από την διάρθρωση των γεωργικών καλλιεργειών αλλά και η μείωση του συναλλάγματος που θα καταβαλλόταν για εισαγωγή πετρελαίου είναι οικονομικά οφέλη. Η αποφυγή προστίμων από τους περιορισμούς της ΕΕ είναι ένα κίνητρο για τις εθνικές πολιτικές στα βιοκαύσιμα. (Γνώμη της ΟΚΕ ,2005 )

Η μείωση της εξάρτησης εκ των εισαγωγών, μαζούτ και πετρελαίου διαμορφώνουν μια πολιτική που στηρίζεται στην χρήση της βιομάζας. Η ασφάλεια στην τροφοδοσία αυξάνει αφού δεν εξαρτάται από τον περιορισμό εισαγωγής καυσίμου.

Επίσης τα βιοκαύσιμα έχουν υψηλή χημική αντιδραστικότητα.

Έχουν εκφραστεί προβληματισμοί για τις πιθανές περιβαλλοντικές επιπτώσεις λόγω της ολοένα αυξανόμενης παραγωγής βιοκαυσίμων. Αρνητικές επιπτώσεις μπορεί να επιφέρει η ζήτηση σε φυτικό έλαιο, διότι μπορεί να φέρει την αναδάσωση και ερημοποίηση των δασικών εκτάσεων και ερημοποίηση των εδαφών. Η μετατροπή των δασικών προϊόντων σε έλαια μπορεί εάν αυξηθεί πολύ η ζήτηση να προκαλέσει την αύξηση των εκπομπών CO<sub>2</sub>. Για αυτό πρέπει να γίνεται με προγραμματισμό και κατάλληλο σχεδιασμό. Η απαίτηση κατάλληλων εδαφών που θα καλλιεργούνται με ορισμένες καλλιέργειες αποτελεί εμπόδιο για την εφαρμογή μερικών τεχνολογιών.

Τα μέτρα που πρέπει να ληφθούν σε εθνικό επίπεδο επιβάλλουν την στρατηγική που επιτρέπει την δημιουργία εργοστασίων της βιοαιθανόλης ή του βιοντήζελ. Η Ελληνική βιομηχανία ζάχαρης Α.Ε. έχει μπει σε διαδικασία μετατροπής εκ των πέντε εργοστασίων της σε Λάρισα και Ξάνθη για παραγωγή βιοαιθανόλης με θετική επίπτωση την διασφάλιση των εργαζομένων στην περιοχή. Το κόστος συμβαίνει να το αναλαμβάνει το πρώην μονοπώλιο της Ελληνικής Βιομηχανίας στους υπολογισμούς έχει συμπεριληφθεί

και η χαμηλή Ζάχαρης περί τα 195 εκατομμύρια € αλλά δεν αποκλείονται και μη ιδιώτες επενδυτές.

Σύμφωνα με τη νέα ΚΑΠ η Ευρωπαϊκή Ένωση στοχεύει στην αποδέσμευση της γεωργικής παραγωγής από τις οικονομικές ενισχύσεις. Για την ικανοποίηση του στόχου αυτού προβλέπει τη χορήγηση οικονομικής ενίσχυσης στους παραγωγούς οι οποίοι καλλιεργούσαν επιδοτούμενες καλλιέργειες κατά την ιστορική περίοδο 2000-2002, με βάση τη μέση στρεμματική απόδοση των τριών αυτών ετών και ποσοστά αποδέσμευσης από την παραγωγή μέχρι 100%.

Αυτό σημαίνει ότι, ανεξάρτητα με το είδος της καλλιέργειας που ο παραγωγός θα εγκαταστήσει τα επόμενα χρόνια στους αγρούς όπου καλλιεργούσε επιδοτούμενο προϊόν, θα του χορηγείται το ποσοστό αποδεσμευμένης ενίσχυσης της παρελθούσης επιδοτούμενης καλλιέργειας, όπως αυτό οριστεί σε εθνικό επίπεδο.

Παρά το γεγονός ότι το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης δεν έχει ορίσει ακόμη ποσοστά αποδέσμευσης για τις διάφορες καλλιέργειες (δέσμευση για αποσαφήνιση έως τον Ιούλιο του τρέχοντος έτους), επιχειρήθηκε να εκτιμηθεί η καθαρή πρόσδοδος στον παραγωγό που θα αποφασίσει να εγκαταστήσει ενεργειακές καλλιέργειες (επιλέχθηκαν τα παραδείγματα καλλιέργειας ηλίανθου για παραγωγή φυτικού λαδιού και biodiesel, και καλλιέργειας γλυκού σόργου για παραγωγή αιθανόλης από απλά σάκχαρα) σε αντικατάσταση καλλιεργειών βαμβακιού, αραβόσιτου, μαλακού και σκληρού σιταριού, και ποσοστά αποδεσμευμένης ενίσχυσης από 50% ως 100%.

Τα διάφορα πιθανά σενάρια δίνονται στους Πίνακες 3 και 4 που ακολουθούν. Για την περίπτωση του ηλίανθου έχουν ληφθεί υπόψη αποδόσεις από 300 – 380 kg/στρέμμα, σε συνθήκες αγρού, αν και αποδόσεις ως 450 kg/στρέμμα, είναι επιτεύξιμες με σπορά παραγωγικών υβριδίων (ΙΝΑΣΟ,2006). Στους υπολογισμούς έχει συμπεριληφθεί και η χαμηλή πρόσθετη επιδότηση των 4.5 €/στρέμμα στις καλλιέργειες για παραγωγή προϊόντων για ενεργειακή χρήση όπως προβλέπεται από τον Κανονισμό 1782/2003 της Ε.Ε., L 270/1, η οποία όμως δεν επιφέρει σημαντική επίδραση, ό,τι κι αν τελικά αποφασισθεί σχετικά με τη χορήγηση αυτής της μικρής πρόσθετης ενίσχυσης από το Υπ. Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων ή την Ε.Ε..

Η ΚΑΠ ήδη ενθαρρύνει τους αγρότες να καλλιεργούν ενεργειακά φυτά. Η αποδέσμευση των άμεσων ενισχύσεων του 2003 έδειξε τον τρόπο, αφήνοντας τους

αγρότες να βασίσουν τις αποφάσεις τους στα μηνύματα της αγοράς αντί να παράγουν για τις επιδοτήσεις. Επίσης, η αναθεώρηση του 2003 εισήγαγε την ενίσχυση των 45ευρώ/εκτάριο γης που χρησιμοποιείται για καλλιέργεια ενεργειακών φυτών και αύξησε το μέγιστο της γης που μπορεί να επωφεληθεί αυτής της ενισχύσεως από 1,5 εκ. εκτάρια σε 2 εκ. εκτάρια. Ο αγροτικός κλάδος για να ανταποκριθεί στο κάλεσμα για τα βιοκαύσιμα πρέπει να διατηρηθεί το δυναμικό των αγροτών που είναι αποδοτικοί και να εξασφαλιστούν επαγγελματικά οι 50000 αγρότες καλλιεργητές των τεύτλων με τα κατάλληλα για αυτήν την παραγωγή εδάφη στην Θεσσαλία υπολογίζονται 130.000 στρέμματα που αξιοποιούνται ήδη εξασφαλίζουν επάρκεια. Επισημαίνεται ότι η απόδοση σε γούλια είναι 6,4τον/στρέμμα ενώ σε σάκχαρο η απόδοση είναι 900Kg/στρέμμα. Η στρεμματική απόδοση των τεύτλων σε βιοαιθανόλη είναι 510 λίτρα/στρέμμα (Μάκη Γ.,2006.).

Τα κράτη -μέλη, επίσης, έχουν το δικαίωμα να παραχωρήσουν από την εθνική ενίσχυση ακόμη και το 50% των εξόδων εγκατάστασης μόνιμων καλλιεργειών σε περιοχές που δόθηκε η ενίσχυση για ενεργειακές καλλιέργειες. Τέλος, το παρόν καθεστώς για τη γη που χρησιμοποιείται για μη βρώσιμες καλλιέργειες, συνεχίζεται. Με λίγα λόγια, το έδαφος έχει προετοιμαστεί και τώρα η εφαρμογή είναι στα χέρια των αγροτών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 4		
ΗΛΙΑΝΘΟΣ	ΞΗΡΙΚΟΣ ΜΕ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΕΙΣ	ΠΟΤΙΣΤΙΚΟΣ
ΑΠΟΔΟΣΗ (Kg/στρέμμα)	300	380
ΤΙΜΗ ΠΩΛΗΣΗΣ	0,18	0,18
ΚΑΘΑΡΗ ΠΡΟΣΟΔΟΣ €στρέμμα	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΔΕΣΜΕΥΣΗΣ	ΥΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤ. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΗΛΙΑΝΘΟΥ
ΣΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	100% 65% 50%	ΤΙΜΗ ΑΝΑΦΟΡΑΣ
ΒΑΜΒΑΚΙ	197 134,4	154,48
ΚΑΠΙΝΟΣ	281	
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	77,5	141,54
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	79 56,5	59,19
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ	46,11 39,5	19,54



ΠΙΝΑΚΑΣ 5			
ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ			
ΑΠΟΔΟΣΗ (Kg/στρέμμα)		1200	
ΠΡΟΣΟΔΟΣ ΑΠΟ ΠΩΛΗΣΗ ΠΡΟΙΟΝΤΟΣ (€στρέμμα)		152,6	
ΚΑΘΑΡΗ ΠΡΟΣΟΔΟΣ €στρέμμα	ΠΟΣΟΣΤΟ ΑΠΟΔΕΣΜΕΥΣΗΣ		ΥΠΟ ΑΝΤΙΚΑΤ. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ
ΣΕ ΑΝΤΙΚΑΤΑΣΤΑΣΗ	100%	65%	50%
ΒΑΜΒΑΚΙ	333	270	154,48
ΚΑΠΝΟΣ		281	
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	199	175	141,54
ΣΙΤΑΡΙ ΣΚΛΗΡΟ	200	176	59,19
ΣΙΤΑΡΙ ΜΑΛΑΚΟ	166	159	19,54



**Πίνακας 6:** Καλλιεργούμενες εκτάσεις έξι συμβατικών καλλιεργειών σε 18 αγροτικούς νομούς της Ελλάδας καθώς και εκτάσεις που θα μπορούσαν να αποδοθούν στην ενεργειακή γεωργία καλλιέργεια .

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

**Πίνακας 7:** Εκτάσεις θα μπορούν να αποδοθούν στην ενεργειακή γεωργία, στους 18 υπό θεώρηση αγροτικούς Νομούς της Ελλάδας (+3 ελαιοπαραγωγούς νομούς), καθώς και εκτάσεις που θα δεσμευθούν σε κάθε Νομό για τις συγκεκριμένες εφαρμογές

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### **1.2.3. Η αξιοποίηση της δασικής βιομάζας ως δεύτερης γενιάς βιομάζα**

Ο δασικός πλούτος της χώρας μας είναι ένα κεφάλαιο που αν αξιοποιηθεί με επενδυτική πρωτοβουλία και γνώμονα την ορθή διαχείριση μπορεί να διατηρηθεί. Για αυτήν την αειφορική διαχείριση έχει κάνει σχέδια η ΠΑΣΕΓΕΣ και μια μελέτη που έχει καταθέσει το Ινστιτούτο Αγροτικής Συνεταιριστικής Οικονομίας (ΙΝ.Α.Σ.Ο.) Σύμφωνα με τις πληροφορίες που εκμαιεύσαμε από την ΠΑΣΕΓΕΣ σε όσα αφορά το πρόγραμμα της τέταρτης προγραμματικής περιόδου η χρηματοδότηση του δασικού τομέα θα διπλασιαστεί από τη στήριξη της ΕΕ για να γίνουν πιο λειτουργικά τα προγράμματα διαχείρισης των δασών. Έτσι δημιουργούνται τα Εθνικά Δασικά Προγράμματα.

Σύμφωνα με τις ανάγκες του τομέα επιτακτική ανάγκη είναι

- § Να βελτιωθούν τα μέτρα προστασίας των δασών σε εθνικό επίπεδο
- § Να εκπαιδευτούν και να καταρτιστούν οι δασεργάτες και τα μέλη των συνεταιρισμών.
- § Να βελτιώσουν και να προστατεύσουν το περιβάλλον
- § Την ενθάρρυνση της χρήσης ξύλου και δασικών προϊόντων (πιστοποίηση της ξυλείας)
- § Βελτίωση της ανταγωνιστικότητας στα δασικά προϊόντα
- § Προώθηση του προγράμματος χρήσης δασικής βιομάζας για παραγωγή ενέργειας

Η ΕΕ έχει ανακοινώσει σχέδια δράσης για την βιομάζα από τον Δεκέμβριο του 2005 όπου η στρατηγική για τα βιοκαύσιμα τονίζει για την προσφορά της βιομάζας ότι μπορεί να βελτιωθεί η αξιοποίησή της καθώς μένει ανεκμετάλλευτο το 35% του ξύλου που παράγεται στα δάση της ΕΕ. Τα καυσόξυλα που παράγονται και από τα δάση μας και από τα υπολείμματα σε ξύλο μπορούν με διάφορα μέτρα και δράσεις να συμβάλουν στην κατεύθυνση αυτή του ισοζυγίου σε εθνικό επίπεδο και είναι σημαντικό να προωθηθούν οι δασικές ενεργειακές καλλιέργειες και να ενημερωθεί ο κόσμος για τις ευκαιρίες παραγωγής πρώτων υλών. Το πακέτο αυτό θα αποφασιστεί οριστικά στην διάσκεψη κορυφής της ΕΕ. Σημαντική ευκαιρία είναι η αξιοποίηση κονδυλίων για την δεύτερη γενιά βιοκαυσίμων, στα πλαίσια του 7<sup>0</sup> προγράμματος για την έρευνα και για την ανάπτυξη το οποίο διαθέτει 2,5 δισεκατομμύρια € στην περίοδο του 2007-2013.

Είναι ενδιαφέρον και από την άποψη ότι θα προστεθεί και νέο προσωπικό στην αξιοποίηση και αυτής της πρώτης ύλης αλλά θα φέρει και αύξηση του ποσού της βιομάζας που διαθέτουμε. Για την υλοποίηση του σχεδίου παίζει ρόλο η υπάρχουσα αλλά και

η μελλοντική χρηματοδότηση της δασοπονίας (Γ΄ και Δ΄ ΚΠΣ). Οι πόροι που διατίθενται για την χρηματοδότηση αυτού του μέτρου είναι για την βελτίωση της υλοτόμησης, μεταποίησης και εμπορίας των δασοκομικών προϊόντων που αντιστοιχεί σε δημόσια δαπάνη 42,4 εκατομμύρια € για τα έτη 2000-2006 του επιχειρησιακού προγράμματος του Υπουργείου Αγροτικής ανάπτυξης που αποτελεί το 2% του Επιχειρησιακού Προγράμματος του Υπ.Α.Α.Τ. Όμως το μέτρο αυτό υπέστη μια περικοπή της τάξης του 35% του κονδυλίου αυτού με αφορμή την περικοπή αυτή η ΠΑΣΕΓΕΣ κατέθεσε την άποψη της ότι

- § Είτε δεν αρκεί να διατίθεται μόνο 1,3% της συνολικής δημοσίας δαπάνης του αναπτυξιακού προγράμματος για ένα τομέα που καταλαμβάνει σε έκταση το 65% της έκτασης της χώρας.
- § Το μέτρο αφορά κυρίως στην ενίσχυση της προμήθειας για αλυσοπρίονα και άλλα μέσα παραγωγής που είναι απαραίτητα στην δασική εκμετάλλευση αλλά έως το τέλος του Γ΄ΚΠΣ δεν είχε απορροφηθεί άνω του 40% της Δημοσίας Δαπάνης.

#### **1.2.4. Επιδότηση των Ενεργειακών Καλλιεργειών**

Αναφορικά με το μέλλον των καλλιεργειών που είναι ενεργειακά αξιοποιήσιμες υπάρχουν οικονομοτεχνικές μελέτες που εκπονούνται για λογαριασμό των ενδιαφερομένων επιχειρήσεων. Ωστόσο μια μελέτη που εκπόνησε η ΙΝ.Α.Σ.Ο. για λογαριασμό της ΠΑ.Σ.Ε.Γ.Ε.Σ. προσέλυσε το ενδιαφέρον των εμπλεκόμενων στην αγροτική οικονομία και των οικονομικών παραγόντων αλλά το συμπέρασμα είναι απογοητευτικό διότι εάν οι ενεργειακές καλλιέργειες δεν ενισχύονται με συμπληρωματικά μέτρα δεν διατηρείται σταθερό το εισόδημα των αγροτών. Στους 21 πλέον γεωργικούς νομούς της χώρας, το σύνολο των δυνάμει διαθέσιμων για ενεργειακή γεωργία εκτάσεων εκτιμήθηκε σε 6 εκατομμύρια στρέμματα περίπου (συμπεριλαμβανομένου και μέρους των ήδη αγροαναπαυμένων γαιών). Η ποσοτική αυτή εκτίμηση προέκυψε λαμβάνοντας υπ' όψη ρεαλιστικά ποσοστά υποκατάστασης («σταθερές» υποκατάστασης) των έξι, ως άνω, συμβατικών καλλιεργειών με τις επιθυμητές (βλ. παραπάνω) ενεργειακές καλλιέργειες. Από τη συνολικά διαθέσιμη, ανά την επικράτεια, έκταση των 6 εκ. στρεμμάτων για ενεργειακή γεωργία, η μελέτη υπολόγισε ότι τουλάχιστον το 60% (3,7 εκ. στρέμματα) μπορούν να χρησιμοποιηθούν παραγωγικά και αποδοτικά, για να καλυφθούν οι ποσοτικοί ενεργειακοί στόχοι της χώρας μας για το 2010, όσον αφορά τα βιοκαύσιμα και την ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα. Οι στόχοι αυτοί έχουν αναληφθεί στα πλαίσια Κοινοτικών

Οδηγιών, όπως είναι η Οδηγία 2003/30/EK για τα βιοκαύσιμα (είτε το 5,75% συμμετοχή των βιοκαυσίμων στο σύνολο των καυσίμων για τις μεταφορές, έως το 2010) και η Οδηγία 2001/77/EK για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ (είτε το 1,2% ή 110 MWe συμμετοχή της βιομάζας στην ηλεκτροπαραγωγή της χώρας, έως το 2010) (J. Modl 2005).

Σημαντικές πρόσθετες εκτάσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την καλλιέργεια ενεργειακών πρώτων υλών (π.χ. κυτταρινούχου σόργου) που θα τροφοδοτήσουν μονάδες παραγωγής με στερεά, μορφοποιημένα βιοκαύσιμα που προέρχονται από σκληρό σιτάρι και σόργο (μπρικέττες), γεωγραφικά κατανεμημένες σε όλη την επικράτεια.

Η διερεύνηση που έγινε στους 21 γεωργικούς νομούς έδειξε ότι χρειάζεται για την καλλιέργεια ενεργειακών καλλιεργειών η υποκατάσταση κατά 80% των βιομηχανικών φυτών (καπνός, τεύτλα και βαμβάκι), και 20 % των συμβατικών καλλιεργειών (μαλακό και σκληρό σιτάρι, καλαμπόκι) εκ των οποίων το 50% είναι αγραναπαυόμενες εκτάσεις. Δεν έχει ανοίξει η συζήτηση για την διαμόρφωση εθνικού πλαισίου πολιτικής για τον τομέα.

Με βάση τα δεδομένα αυτά η απαιτούμενη επιδότηση που είναι ανάγκη να "κατευθυνθεί" είναι περί τα 180 εκ. € το χρόνο για την ενίσχυση του τομέα. Η πρόσθετη αυτή επιδότηση πέραν των σημερινών επιδοτήσεων 4,5 € στρέμμα είτε 17 εκ. € το έτος είναι αναγκαία για την διασφάλιση της βιωσιμότητας των εγχώριων ενεργειακών καλλιεργειών. Εκείνα που είναι θα εξοικονομήσει η χώρα από την εξασφάλιση των ισοδύναμων πόρων εγχώριας βιομάζας στις μεταφορές και στην ηλεκτροπαραγωγή είναι 50 εκ. € το χρόνο, ενώ το υπόλοιπο απαιτούμενο ποσό πρόσθετης επιδότησης για να καλυφθεί το βασικό εισόδημα των αγροτών φτάνει τα 130 εκ. € το χρόνο. Το συνολικό ποσό που πρέπει να διατεθεί στην οκταετία 2007-2013 (Δ' ΚΠΣ) ανέρχεται σε 960 εκ. € και αντιστοιχεί μόνο στο 14,5% των αναμενόμενων Κοινοτικών επιδοτήσεων και του αντίστοιχου εθνικού σκέλους για την ίδια χρονική περίοδο.

Οι ενεργειακές αυτές καλλιέργειες θα μπορούσαν να δώσουν ικανοποιητική διέξοδο στις έντονες πιέσεις και τα προβλήματα που ήδη δημιουργεί στον αγροτικό κόσμο η επικείμενη, στα πλαίσια της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ), αναδιάρθρωση πλήθους παραδοσιακών καλλιεργειών στη χώρα μας (σιτάρι, καλαμπόκι, καπνά, βαμβάκι, τεύτλα). Οι συγκεκριμένες ενεργειακές καλλιέργειες, οι οποίες θα υποκαταστήσουν αντίστοιχες συμβατικές, θα πρέπει να διασφαλίσουν αφενός μακροπρόθεσμα εισοδήματα για τους αγρότες, συγκρίσιμα τουλάχιστον με τα σημερινά, αφετέρου επάρκεια ενεργειακών πρώτων υλών (δηλαδή παραγόμενης βιομάζας), για τις ανάγκες τροφοδοσίας των μονάδων μετατροπής της βιομάζας σε τελικά ενεργειακά προϊόντα (υγρά και στερεά

βιοκαύσιμα, ηλεκτρική και θερμική ενέργεια, κ.α.).

Στο πλαίσιο του βασικού της σκοπού, η μελέτη εξέτασε:

1. Τις τεχνολογίες ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας και του μεγέθους τους, που είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν άμεσα στις μονάδες μετατροπής των πρώτων υλών σε τελικά ενεργειακά προϊόντα (ηλεκτρική ή και θερμική ενέργεια, υγρά και στερεά βιοκαύσιμα).

2. Τις νέες δυνητικές αγροτικές καλλιέργειες που μπορούν να εξασφαλίσουν ένα ικανοποιητικό εισόδημα, σε μακροπρόθεσμη βάση, για τους γεωργούς και τη μερική στροφή τους από τη «διατροφική» στην «ενεργειακή» γεωργία.

3. Τις διαθέσιμες ποσότητες βιομάζας (τεχνικά διαθέσιμο δυναμικό βιομάζας), και των περιοχών υψηλής συγκέντρωσης και την, καταρχήν, χωροθέτηση των αντίστοιχων μονάδων μετατροπής.

4. Το βέλτιστο μέγεθος των μονάδων μετατροπής, έτσι ώστε οι εξεταζόμενες επενδύσεις να είναι οικονομικά εφικτές, και τα συναφή οικονομικά τους στοιχεία (κεφαλαιουχικό και λειτουργικό κόστος).

5. Τις προϋποθέσεις, όρους και δράσεις που απαιτούνται για την οικονομική λειτουργία της εφοδιαστικής αλυσίδας των μονάδων μετατροπής, όσον αφορά τις διαθέσιμες ποσότητες βιομάζας.

6. Την διερεύνηση εάν είναι εφικτή η σύζευξη των ως άνω γεωργικών δραστηριοτήτων ανάπτυξης και διαχείρισης των πρώτων υλών, με τη βιώσιμη λειτουργία των μονάδων μετατροπής βιομάζας σε ενεργειακά προϊόντα.

7. Τις θεσμικές δράσεις που πρέπει να αναληφθούν ώστε να προκύψουν βιώσιμες επενδύσεις ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας, με συγκεκριμένες πρώτες ύλες που θα προσκομίζονται στη μονάδα από την τοπική παραγωγή σε ανταγωνιστικές τιμές.

Όσον αφορά τις αναγκαίες επενδύσεις σε μονάδες βιομετατροπής, σε συνολικό ύψος περίπου 720 εκ. € την τετραετία 2007-2010 η οικονομική τους στήριξη θα προέλθει είτε υπό την μορφή επιδοτήσεων κεφαλαιουχικού κόστους, από σχετικά κονδύλια για τις ΑΠΕ τόσο στο νέο αναπτυξιακό νόμο όσο και από το Δ' ΚΠΣ.

Η μελέτη (Σχεδίου Δράσης για τη Βιομάζα και τα Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα) είναι μια ανάλυση που διερεύνησε αναλυτικά τις δυνατότητες και τις βραχυπρόθεσμες και μεσοπρόθεσμες (5 – 10 έτη) προοπτικές της ενεργειακής γεωργίας στην Ελλάδα, και καθόρισε τις θεσμικές, νομοθετικές, οργανωτικές και χρηματοδοτικές εκείνες δράσεις που

πρέπει να αναληφθούν τόσο από την Πολιτεία όσο και από τους αγροτοσυνεταιριστικούς φορείς, έτσι ώστε να αναπτυχθούν οι πλέον κατάλληλες, εναλλακτικές (ενεργειακές) καλλιέργειες, στις πλέον πρόσφορες γι' αυτό περιοχές.

Με βάση την αναλυτική επισκόπηση και τεχνικοοικονομική αξιολόγηση α) των ενεργειακών καλλιεργειών και β) των τεχνολογιών και μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της παραγόμενης από τις καλλιέργειες αυτές βιομάζας, η μελέτη κατέληξε στους ακόλουθους συνδυασμούς, οι οποίοι εμφανίζονται ως οι πλέον κατάλληλοι και αποδοτικοί στις ελληνικές συνθήκες: οι μονάδες παραγωγής βιοντίζελ, τυπικής παραγωγικής δυναμικότητας 40.000 τόνων/έτος, με πρώτη ύλη τον ηλίανθο και, δευτερευόντως, την ελαιοκράμβη. Οι μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης, τυπικής παραγωγικής δυναμικότητας 150.000 τόνων/έτος, με πρώτη ύλη το γλυκό σόργο και, δευτερευόντως, τα τεύτλα, τα σιτηρά και το καλαμπόκι. Οι μονάδες ηλεκτροπαραγωγής, τυπικής εγκατεστημένης ισχύος 15 MWe, με πρώτη ύλη το κυτταρινούχο σόργο και, δευτερευόντως, το (ξηρικό) καλάμι, το κενάφ και τα υπολείμματα αγροτικής βιομάζας (κυρίως του κλάδου της ελαιοκαλλιέργειας). Οι μονάδες παραγωγής στερεών, μορφοποιημένων βιοκαυσίμων (μπρικετών), τυπικής παραγωγικής δυναμικότητας 45.000 τόνων/έτος, με πρώτη ύλη το κυτταρινούχο σόργο.

Οι κεντρικές μονάδες αναερόβιας χώνευσης/παραγωγής βιοαερίου και κομπόστ, τυπικής δυναμικότητας κατεργασίας 50.000 τόνων/έτος (150-200 τόνων/ ημέρα), με βασικές πρώτες ύλες τα οργανικά απόβλητα αγροτοκτηνοτροφικών και αγροτοβιομηχανικών δραστηριοτήτων.

Για τους ως άνω βέλτιστους συνδυασμούς ενεργειακών καλλιεργειών και μονάδων βιομετατροπής των παραγόμενων πρώτων υλών, η μελέτη εξέτασε τις δυνάμει διαθέσιμες προς ενεργειακή καλλιέργεια εκτάσεις ανά την Ελληνική επικράτεια, καθώς και τη γεωγραφική – ανά νομό – κατανομή τους, σε συνάφεια με την αντίστοιχη κατανομή των εκτάσεων που καλύπτουν σήμερα οι έξι (6) υπό αναδιάρθρωση (υποκατάσταση) συμβατικές καλλιέργειες, ήτοι:

α) τα μη-διατροφικά, «βιομηχανικά» φυτά (τεύτλα, βαμβάκι και καπνός), και

β) τα διατροφικά φυτά (μαλακό και σκληρό σιτάρι, καλαμπόκι).

Η κάλυψη των ως άνω ενεργειακών στόχων της χώρας μας για το 2010, σε συνδυασμό με τις απαιτούμενες για το σκοπό αυτό εκτάσεις ενεργειακών καλλιεργειών (3,7 εκατ. στρέμματα), οδηγούν στη δυνατότητα υλοποίησης και αποδοτικής λειτουργίας των ακόλουθων μονάδων βιομετατροπής:

i) πέντε (5) μονάδων παραγωγής βιοντίζελ τυπικής δυναμικότητας 40.000



τόνων/έτος η καθεμία.

ii) τριών (3) μονάδων παραγωγής βιοαιθανόλης, τυπικής δυναμικότητας 120.000 – 150.000 τόνων/έτος η καθεμία, εκ των οποίων οι δύο μπορεί να καλυφθούν από τις σχεδιαζόμενες από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε. μονάδες βιοαιθανόλης στη Λάρισα και στην Ξάνθη.

iii) εννέα (9) μονάδων ηλεκτροπαραγωγής, τυπικής εγκατεστημένης ισχύος 15 MWe η καθεμία.

Η μελέτη προχώρησε σε ενδεικτική χωροθέτηση των ως άνω μονάδων ανά την επικράτεια, με βάση της δυνάμει διαθέσιμες, ανά νομό, εκτάσεις για ενεργειακές καλλιέργειες και τις αντίστοιχες στρεμματικές τους αποδόσεις.

### **1.3. Οικονομική αποτίμηση των ενεργειακών καλλιεργειών και των μονάδων βιομετατροπής**

Στη μελέτη εξετάσαν διεξοδικά τόσο το κόστος παραγωγής πρώτων υλών (ενεργειακών καλλιεργειών), όσο και το κεφαλαιουχικό και λειτουργικό κόστος των αντίστοιχων μονάδων βιομετατροπής, για κάθε ένα από τους τέσσερις (4) βασικούς συνδυασμούς που αναδείχθηκαν στα προηγούμενα, δηλαδή:

i) ηλιάνθος (ελαιοκράμβη) → βιοντήζελ

ii) γλυκό σόργο (τεύτλα, σιτάρι, καλαμπόκι) → βιοαιθανόλη

iii) κυτταρινούχο σόργο (καλάμι, αγροτικά υπολείμματα) → ηλεκτροπαραγωγή

iv) κυτταρινούχο σόργο (αγροτικά υπολείμματα) → στερεά μορφοποιημένα καύσιμα (μπρικέττες)

Η σύζευξη των τεχνικοοικονομικών δεδομένων και των παραμέτρων βιωσιμότητας των δύο βασικών πόλων της βιοενέργειας, δηλ. αφενός της ενεργειακής καλλιέργειας (αγρότες), αφετέρου της μονάδας βιομετατροπής (επενδυτές), καθιστά δυνατή τη δημιουργία μίας αποδοτικής εφοδιαστικής/τεχνολογικής «αλυσίδας» και μίας βιώσιμης ενεργειακής αγοράς. Επίσης, καθορίζει μία εύλογη, για όλα τα συμβαλλόμενα μέρη της αλυσίδας αυτής (γεωργούς προμηθευτές-επενδυτές), τιμή πώλησης της παραγόμενης ενεργειακής πρώτης ύλης, τόσο στον αγρό, όσο και στην πόρτα της μονάδας μετατροπής της σε τελικά ενεργειακά προϊόντα.

Η μελέτη προσδιόρισε, στη συνέχεια, την αναγκαία επιδότηση στους αγρότες/παραγωγούς, για την υλοποίηση βιώσιμων επιχειρηματικών σχεδίων, με εύλογο

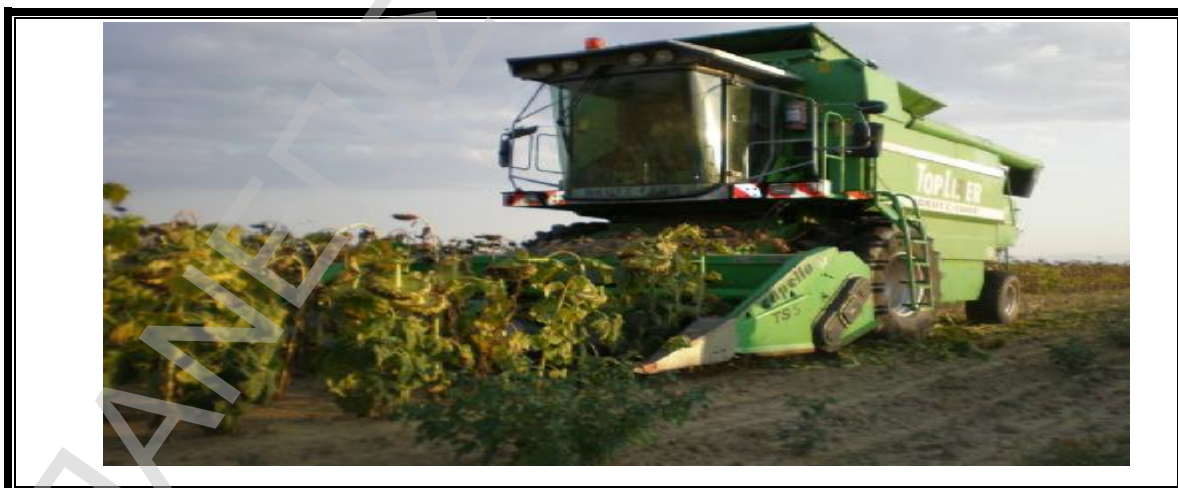
ύψος εισοδήματος τόσο για τους ίδιους, όσο και για τους επενδυτές/ιδιοκτήτες των μονάδων βιομετατροπής.

Ειδικότερα:

§ για τους αγρότες/παραγωγούς, τέθηκε ως απαίτηση να διατηρήσουν τουλάχιστον το ίδιο καθαρό εισόδημα (αναγόμενο σε €στρέμμα) που έχουν σήμερα με την – υπό αναδιάρθρωση – συμβατική καλλιέργεια που καλλιεργούν (π.χ. βαμβάκι, καλαμπόκι, σιτηρά, καπνά ή τεύτλα), όταν θα την αντικαταστήσουν με την ενεργειακή καλλιέργεια που θα τροφοδοτεί τη δεδομένη μονάδα βιομετατροπής (π.χ. γλυκό σόργο, ηλιάνθο, κυτταρινούχο σόργο, κλπ.)

§ για τους επενδυτές/ιδιοκτήτες, ο Βαθμός Εσωτερικής Απόδοσης - IRR των επενδύσεων των (υλοποίηση και λειτουργία των μονάδων βιομετατροπής) τέθηκε ίσος με 15%.

Στην περίπτωση των βιώσιμων επιχειρηματικών σχεδίων προσδιορίσθηκε, ανά περίπτωση, η καθαρή, δυνάμει πρόσοδος για τους αγρότες και εκτιμήθηκαν, κατά περίπτωση: το ύψος της απαιτούμενης στρεμματικής επιδότησης που αναφέρεται στην ενίσχυση προς τους παραγωγούς για την υποκατάσταση της εκάστοτε υποκαθιστάμενης συμβατικής καλλιέργειας, με την αντίστοιχη ενεργειακή και εκτιμήθηκε η διαφορική επιδότηση ανά στρέμμα (ΔΕ) για το σύνολο των εκτάσεων συμβατικών καλλιεργειών που υποκαθίστανται από ενεργειακές καλλιέργειες, για την πλήρη τροφοδοσία με πρώτη ύλη μίας «τυπικής» μονάδας βιομετατροπής.



**Πίνακας 8:** Υφιστάμενες επιδοτήσεις των προς αναδιάρθρωση έξι συμβατικών καλλιεργειών (Εσυμ) και οι απαιτούμενες επιδοτήσεις (Εεν) των εξεταζομένων καλλιεργειών που θα τις υποκαταστήσουν.

Υποκατάσταση των συμβατικών καλλιεργειών	Εσυμ €στρέμμα(1)	Κυτταρινούχο σόργο (2)	Γλυκό σόργο(3)	Ηλίανθος (4)	Κυτταρινούχο Σόργο(5)
Μαλακού σιταριού	15,56	51	20,47	5,82	0 (6)
Σκληρού σιταριού	48,86	83,06	52,53	37,88	29,54
Καπνού	890,00	57,2	26,67	12,02	3,68
Βαμβακιού	146,00	123,8	93,27	78,62	70,28
Καλαμποκιού	51,28	69,57	39,03	24,39	16,05
Τεύτλων	47,00	80,15	49,62	34,97	26,63

(1)στοιχεία ΠΑΣΕΓΕΣ και Υ.Α.Α.Τ.

(2)Κυτταρινούχο σόργο για Η/Π.

(3)γλυκό σόργο για παραγωγή βιοαιθανόλης

(4) ηλίανθος για την παραγωγή βιοντήζελ σε συζευγμένο σποροελαιουργείο με μονάδα παραγωγής βιοντήζελ.

(5) σόργο για παραγωγή στερεών μορφοποιημένων καυσίμων (πελεττών)

(6) στην πραγματικότητα η τιμή που προκύπτει είναι αρνητική (-2,52€στρέμμα

Παραπάνω παρατίθενται οι υπολογισθείσες στρεμματικές επιδοτήσεις (Εεν) που απαιτούνται για τις εξεταζόμενες ενεργειακές καλλιέργειες για κάθε περίπτωση υποκατάστασης των προς αναδιάρθρωση έξι (6) συμβατικών καλλιεργειών. Τονίζεται ότι οι επιδοτήσεις αυτές καθιστούν τα επιχειρηματικά σχέδια που εξετάστηκαν βιώσιμα (IRR=15%) και διατηρούν χωρίς απώλειες το σημερινό εισόδημα του παραγωγού.

Σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις (πλην της περίπτωσης υποκατάστασης του μαλακού σιταριού με κυτταρινούχο σόργο για παραγωγή μπρικεττών) υποκατάστασης συμβατικών με ενεργειακές καλλιέργειες απαιτείται σημαντική (στρεμματική) επιδότηση των τελευταίων. Η επιδότηση αυτή είναι, στη συντριπτική πλειοψηφία των περιπτώσεων, πολύ μεγαλύτερη από τη σημερινή επιδότηση των 4,50 ευρώ /στρέμμα που προβλέπεται για τις ενεργειακές

καλλιέργειες, αλλά σημαντικά μικρότερη από την υφιστάμενη επιδότηση (Εσυμ) των συμβατικών καλλιεργειών. Το κυτταρινούχο σόργο για ηλεκτροπαραγωγή είναι η πλέον ασύμφορος (από πλευράς απαιτούμενης επιδότησης) από τις τέσσερις ενεργειακές καλλιέργειες που εξετάστηκαν αναλυτικά, γεγονός που επιτείνει την ανάγκη ενίσχυσης της τιμής πώλησης της παραγόμενης από (αγροτική και δασική) βιομάζα ηλεκτρικής ενέργειας.

Αναλυτικότερα, για την υποκατάσταση του μαλακού σιταριού, σκληρού σιταριού, καπνού, βαμβακιού, καλαμποκιού και τεύτλων, καταρχήν, με κυτταρινούχο σόργο για Η/Π απαιτείται χορήγηση επιδότησης από 51 έως 80,15 ευρώ/στρέμμα κατά περίπτωση. Αντίθετα, το κυτταρινούχο σόργο για παραγωγή στερεών μορφοποιημένων καυσίμων (μπρικεττών) είναι η πλέον συμφέρουσα από πλευράς επιδότησης από τις ως άνω τέσσερις ενεργειακές καλλιέργειες. Το κυτταρινούχο σόργο για παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων δεν απαιτεί καθόλου επιδότηση κατά την υποκατάσταση μαλακού σιταριού. Στις υπόλοιπες περιπτώσεις υποκατάστασης συμβατικών καλλιεργειών με κυτταρινούχο σόργο απαιτείται μικρότερη επιδότηση από τις συμβατικές καλλιέργειες χωρίς μείωση του σημερινού εισοδήματος του παραγωγού.

Επίσης, για την υποκατάσταση με γλυκό σόργο στις περιπτώσεις υποκατάστασης καπνού, βαμβακιού και καλαμποκιού απαιτείται επιδότηση από 20,47 έως 49,62 ευρώ/στρέμμα αντίστοιχα και κατά περίπτωση. Το γλυκό σόργο απαιτεί, στις περιπτώσεις υποκατάστασης καπνού, βαμβακιού και καλαμποκιού, μικρότερη επιδότηση από τις συμβατικές καλλιέργειες χωρίς μείωση του σημερινού εισοδήματος του παραγωγού, στην περίπτωση δε των τεύτλων απαιτείται σχεδόν παρόμοια επιδότηση.

Ομοίως, για την αντικατάσταση με ηλίανθο του μαλακού σιταριού, σκληρού σιταριού, καπνού, βαμβακιού, καλαμποκιού, για αξιοποίησή του σε συζευγμένο σπορειαυργείο με μονάδα παραγωγής βιοντήζελ απαιτεί μικρότερη επιδότηση από τις συμβατικές απαιτείται επιδότηση από 5,82 έως 34,87 ευρώ/στρέμμα, ενώ για το κυτταρινούχο σόργο για παραγωγή μορφοποιημένων καυσίμων, απαιτείται επιδότηση από 29,54 έως 26,63 ευρώ/στρέμμα και κατά περίπτωση πάντα. Ο ηλίανθος αποτελεί τη δεύτερη πλέον συμφέρουσα από τις ως άνω καλλιέργειες με συγκρίσιμες του κυτταρινούχου σόργου (για μπρικέττες) ενεργειακές επιδοτήσεις. Ο ηλίανθος (με αξιοποίησή του σε συζευγμένο σπορειαυργείο με μονάδα παραγωγής βιοντήζελ) απαιτεί σε κάθε περίπτωση μικρότερη επιδότηση από τις συμβατικές καλλιέργειες χωρίς μείωση του σημερινού εισοδήματος του παραγωγού. Η ανάλυση ευαισθησίας για συγκεκριμένες κρίσιμες λειτουργικές παραμέτρους κάθε επιχειρηματικού σχεδίου, κατέδειξε ότι υπάρχουν

επιπλέον σημαντικά περιθώρια βελτίωσής τους στο άμεσο μέλλον. Οι κυριότεροι παράμετροι, στις οποίες πρέπει να αποδοθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον και προσοχή είναι:

Από την πλευρά των αγροτών/παραγωγών, η απόδοση της εφοδιαστικής αλυσίδας (δηλ. της παραγωγής, της διακίνησης/μεταφοράς και της προεπεξεργασίας/θρυμματισμού των πρώτων υλών). Τονίζεται ότι η σημασία της εφοδιαστικής αλυσίδας θα ήταν ακόμη μεγαλύτερη εάν κυριαρχούσαν συνθήκες ελεύθερης αγοράς, όπου η επιδότηση θα δινόταν σε ευρώ/τόνο αντί της σημερινής πρακτικής (ευρώ/στρέμμα).

Από την πλευρά των επενδυτών/ιδιοκτητών των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας, η βελτίωση της διεργασίας βιομετατροπής (δηλαδή η αύξηση του βαθμού απόδοσης). Η υιοθέτηση αποδοτικότερων τεχνολογιών απαιτεί όμως και βελτίωση της ζήτησης των τελικών ενεργειακών προϊόντων από την πλευρά της Πολιτείας (βλ. παρακάτω).

Από την πλευρά της αγοράς (εμμέσως, δηλ., της Πολιτείας), η βελτίωση των συνθηκών της αγοράς βιοενέργειας (αύξηση της ζήτησης), και άρα της τιμής πώλησης των τελικών ενεργειακών προϊόντων (π.χ. μέσω της σημαντικής αύξησης του ποσοστού αποφορολογούμενων βιοκαυσίμων, της αύξησης της τιμής πώλησης της ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα στο Σύστημα, κλπ.).

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας απαιτεί αρκετό αγροτικό εργατικό δυναμικό. Η δυσκολία της μεταφοράς της κάνει τη βιομάζα να προσφέρεται για την χρησιμοποίηση σε απομακρυσμένες περιοχές. Με τις διάφορες τεχνολογίες μετατροπής όπως η παραγωγή βιοαερίου από κοπριά είναι δυνατόν να εφαρμοστεί στις μικρές μονάδες. Η χρησιμοποίηση της βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα θα έχει σαν αποτέλεσμα κοινωνικές, οικονομικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η χρήση για την περιοχή της μεσογείου των διαφόρων ειδών βιομάζας για ενέργεια όπως είναι τα διάφορα υποπροϊόντα από αγροτικές και αγροτοβιομηχανικές δραστηριότητες π.χ. άχυρα κουκούτσια, φλοιοί.

Η αύξηση της ζήτησης θα φέρει την άνοδο των τιμών των λαχανικών. Το κόστος της είναι μεγάλο. Τα εργοστάσια που ενδεχομένως να παρασκευάζουν στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα από την βιομάζα μοιάζει να καταναλώνουν ηλιακή ενέργεια, νερό, διοξείδιο του θείου ενώ καταναλώνεται ενέργεια τόσο για να μεγαλώσουν τα φυτά που προορίζονται για βιομάζα ως λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκε για να καλλιεργηθεί η βιομάζα. Η μελέτη εξέτασε τα μέρη του συμβολαίου καυσίμου που πρέπει να συντάσσεται με προσοχή καθώς αποτελεί το κύριο δεσμευτικό έγγραφο μεταξύ των εμπλεκόμενων Πωλητών/Αγοραστών σε οποιαδήποτε επενδυτική εφαρμογή αξιοποίησης της βιομάζας.

Όσον αφορά στην ενεργοποίηση παραγωγών αγροτών για την προώθηση βιοενέργεια στη χώρα μας πρέπει οι Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις να εξετάσουν τα αναπτυξιακά ζητήματα που προκύπτουν σε σχέση με την συμμετοχή τους στα υπό διαμόρφωση επιχειρηματικά σχήματα υλοποίησης μονάδων βιομετατροπής αλλά και στην ανάπτυξη ολοκληρωμένων /καθετοποιημένων επιχειρήσεων διαχείρισης των α' ενεργειακών υλών.

Για την βιωσιμότητα των ως άνω επιχειρηματικών σχημάτων απαιτείται πάγια κεφαλαιουχική επιδότηση των σχετικών μονάδων βιομετατροπής της τάξης των 300 εκ. € συνολικά για την ενίσχυση των μονάδων εκείνων που απαιτούνται για την εκπλήρωση των στόχων εκείνων της Ελλάδας για την βιοενέργεια.

#### **1.4. Παροχή ικανοποιητικών οικονομικών κινήτρων για τη βιοενέργεια**

Τα κύρια τεχνικοοικονομικά συμπεράσματα της παρούσας μελέτης, όπως αυτά αναπτύχθηκαν παραπάνω, διαμορφώνουν ευκρινώς ένα συγκροτημένο πλαίσιο στρατηγικών κατευθύνσεων και αναγκαίων δράσεων πρώτης προτεραιότητας για την αποτελεσματική ανάπτυξη της ενεργειακής γεωργίας στη χώρα μας. Το πλαίσιο αυτό εδράζεται σε τρεις () βασικές κατευθύνσεις:

Την παροχή ικανοποιητικών οικονομικών κινήτρων για τη βιοενέργεια

Την συνεργιστική δράση των εμπλεκόμενων φορέων (Πολιτείας-Αυτοδιοίκησης-αγροτών συνεταιρισμών), Για τη βελτίωση των κρίσιμων τεχνικοοικονομικών παραμέτρων της εφοδιαστικής και τεχνολογικής αλυσίδας της βιομετατροπής.

Το σχεδιασμό/υλοποίηση ολοκληρωμένων προγραμμάτων ενημέρωσης, κατάρτισης και τεχνικής υποστήριξης του αγροτικού κόσμου και των φορέων του στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών.

Οι ως άνω κεντρικές κατευθύνσεις δράσης αναλύονται διεξοδικότερα στη συνέχεια.

Παροχή ικανοποιητικών οικονομικών κινήτρων για τη βιοενέργεια

Ο σχεδιασμός, θέσπιση και εφαρμογή ενός ολοκληρωμένου πλέγματος οικονομικών κινήτρων για την προώθηση της βιοενέργειας στην Ελλάδα πρέπει να στοχεύσει στην αποτελεσματική στήριξη και των τριών (3) κύριων φάσεων/διαδικασιών βιομετατροπής, δηλ.:

1. Την παραγωγή της ενεργειακής α' ύλης (ενεργειακή καλλιέργεια) στον αγρό 2.Την κατεργασία της στη μονάδα βιομετατροπής (κεφαλαιουχική επένδυση), και 3.Την

«τοποθέτηση» (διάθεση) του τελικού προϊόντος της βιομετατροπής, π.χ. του βιοκαυσίμου ή της ηλεκτρικής/θερμικής ενέργειας ή των μπρικεττών, στην υφιστάμενη ενεργειακή αγορά των συμβατικών καυσίμων. Το συμπέρασμα που προέκυψε είναι ότι μια επιδότηση επιπρόσθετη του ύψους 180 εκ. Ξέτος μια πρόσθετη επιδότηση για τις ενεργειακές καλλιέργειες. Η πρόσθετη αυτή επιδότηση, η πέραν δηλαδή της ήδη υφιστάμενης «ενεργειακής» επιδότησης των 4,5 ευρώ/στρέμμα για να διασφαλισθεί συνολικά η ικανότητα να καλύψουν τους ενεργειακούς στόχους της χώρας για το 2010, όσον αφορά τα βιοκαύσιμα και την ηλεκτροπαραγωγή από βιομάζα.

2. Ένα σημαντικό τμήμα της ως άνω απαιτούμενης πρόσθετης επιδότησης, και συγκεκριμένα περίπου το 30% ή 50 εκατ. ευρώ/έτος, μπορούν να προέλθουν από περιβαλλοντικά κονδύλια του Δ' ΚΠΣ, με αναγνώριση του γεγονότος ότι η εγχώρια παραγωγή των αναγκαίων – για τα βιοκαύσιμα και την ηλεκτροπαραγωγή – ενεργειακών πρώτων υλών θα αποφέρει στη χώρα μας εξοικονόμηση ισοδύναμων πόρων (δηλ. 50 εκ. ευρώ/έτος), από τη συμβολή των ενεργειακών καλλιεργειών στην επίτευξη των εθνικών στόχων που απορρέουν από το Πρωτόκολλο του Κυότο (μείωση εκπομπών CO<sub>2</sub>).

Το υπόλοιπο τμήμα της απαιτούμενης πρόσθετης επιδότησης, και συγκεκριμένα το 70% ή περίπου 130 εκατ. ευρώ/έτος, θα ήταν δυνατόν να αντληθεί από Ευρωπαϊκά ή εθνικά κονδύλια μετά από σχετικές πρωτοβουλίες της Πολιτείας (π.χ. κονδύλια της Δ' Π.Π. για την αγροτική ανάπτυξη, εθνικό απόθεμα της ενιαίας ενίσχυσης στα πλαίσια της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής – ΚΑΠ, ενδεχόμενη νέα πρόσθετη επιχορήγηση των ενεργειακών καλλιεργειών από την Ε.Ε. κτλ.). Τα κονδύλια που έχουν υπολογιστεί σε 720 εκατ. Ξια την

Τετραετία 2007-2010 για επενδύσεις σε μονάδες βιομετατροπής θα προέλθουν από κονδύλια για επενδύσεις για ΑΠΕ από το νέο Αναπτυξιακό νόμο όσο και στο Δ' ΚΠΣ αναλογία με τα Μέτρα 2.1.3. και 6.5. του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Ανταγωνιστικότητα» /ΕΠΑΝ του Γ'ΚΠΣ τα οποία ήταν ειδικά στοχευμένα για επενδύσεις σε ΑΠΕ.

Θεωρείται ότι, στα επόμενα έτη το ποσοστό επιδότησης είναι για τις δημόσιες επιχορηγήσεις για επιδοτήσεις σε μονάδες βιομετατροπής είναι 40%. Τέλος, όσον αφορά την «τοποθέτηση» (διάθεση) του τελικού προϊόντος της βιομετατροπής, π.χ. του βιοκαυσίμου ή της ηλεκτρικής/θερμικής ενέργειας, στην υφιστάμενη αγορά των συμβατικών καυσίμων, δυο κύριες κατευθύνσεις διακρίνουμε την υποστήριξη αυτή 1. Αύξηση του ποσοστού (ετήσιων ποσοτήτων) των αποφορολογούμενων βιοκαυσίμων που παράγονται από εγχώριες πρώτες ύλες, έτσι ώστε να τονωθεί η ζήτησή τους και να

στηριχθεί η τιμή τους στην εγχώρια αγορά καυσίμων.2. Σημαντική αύξηση της τιμής της kWh που καταβάλλεται από το Διαχειριστή του Συστήματος ή του Δικτύου, για την αγορά της ηλεκτρικής ενέργειας από στερεά βιομάζα. Είναι πραγματικά απαράδεκτο η τιμή αυτή, η οποία καθορίζεται δια νόμου (Ν. 3468/06), και η οποία θα μπορούσε να στηρίξει ουσιαστικά τις επενδύσεις ηλεκτροπαραγωγής από βιομάζα και, συνεπώς, και τις αναγκαίες για τις επενδύσεις αυτές εγχώριες ενεργειακές καλλιέργειες, να βρίσκεται σήμερα στο επίπεδο των 73 ευρώ/MWh (στο διασυνδεδεμένο σύστημα), όταν για τα-πλήρως εισαγόμενα – φωτοβολταϊκά συστήματα η τιμή αυτή έχει καθοριστεί στα 450ευρώ/MWh(!). Η τιμή αγοράς της ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα θα πρέπει, συνεπώς, να αυξηθεί σημαντικά και να καθοριστεί στα επίπεδα των 150 ευρώ/MWh, κατ' ελάχιστον.

Μέτρα για την βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας και της απόδοσης της διεργασίας βιομετατροπής

Σύμφωνα με τα συμπεράσματα του σχετικού κεφαλαίου της μελέτης, οι κυριότερες παράμετροι στις οποίες πρέπει να αποδοθεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον και προσοχή είναι:

1. Από την πλευρά των αγροτών/παραγωγών, η βελτιστοποίηση του κυκλώματος παραγωγή διακίνησης/μεταφοράς - προεπεξεργασία/θρυμματισμού των ενεργειακών Α' υλών, δηλ. του συνόλου της εφοδιαστικής αλυσίδας.
2. Από την πλευρά των επενδυτών/ιδιοκτητών των μονάδων βιομετατροπής, η βελτίωση της τεχνολογικής διεργασίας της βιομετατροπής, δηλ. η αύξηση του σχετικού βαθμού απόδοσης.

Αναφορικά με την πρώτη παράμετρο, δηλαδή τη βελτίωση της εφοδιαστικής αλυσίδας, θα πρέπει καταρχήν να υπογραμμιστεί ότι υπάρχουν μεγάλα περιθώρια μείωσης του κόστους παραγωγής ενεργειακών φυτών στη χώρα μας (γλυκού και κυτταρινούχου σόργου, ηλίανθου, ελαιοκράμβης, κ.α.). Η αυξανόμενη διείσδυση των ενεργειακών καλλιεργειών, στις αγροτικές δραστηριότητες, η σταδιακά αποκτώμενη καλλιεργητική εμπειρία και η επιλογή των πλέον κατάλληλων τύπων καλλιεργειών και πρακτικών για τις συγκεκριμένες τοπικές συνθήκες (εδάφη, αρδεύσεις, κλπ.) αναμένεται να μειώσουν σημαντικότερα τα κόστη παραγωγής ενεργειακών πρώτων υλών, καθώς οι καλλιεργητικές αποδόσεις των ενεργειακών φυτών θα αυξηθούν θεαματικά. Ως παράδειγμα, αναφέρεται ότι οι αποδόσεις καλαμποκιού στις ΗΠΑ αυξήθηκαν κατά 300% μέσα σε διάστημα 40 ετών.

Προς την κατεύθυνση βελτίωσης των ενεργειακών καλλιεργητικών πρακτικών και



αποδόσεων, ουσιαστική πρέπει να είναι η συμβολή της Πολιτείας με τη χρηματοδότηση σχετικών ερευνητικών και επιδεικτικών προγραμμάτων (ΚΑΠΕ, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο, ΕΜΠ, κ.α.) την υλοποίηση ολοκληρωμένων δράσεων ενημέρωσης/κατάρτισης/συμβουλευτικής υποστήριξης του αγροτικού κόσμου και των φορέων του, την ίδρυση και λειτουργία δημόσιου Παρατηρητηρίου Ενεργειακής Γεωργίας (τιμές, τεχνολογίες, πρακτικές), υπό την εποπτεία του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων και υπό τη διαχείριση της ΠΑΣΕΓΕΣ, κλπ.

Αναφορικά με τη λειτουργία της καθαυτό εφοδιαστικής αλυσίδας, δηλαδή τη σύζευξη της παραγωγής βιομάζας με τις μονάδες βιομετατροπής, σημειώνεται ότι, εάν υλοποιηθούν τα εκτεθέντα επενδυτικά σχέδια ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας (με α' ύλες ενεργειακές καλλιέργειες ή και υπολείμματα) πολύ μεγάλες ποσότητες βιομάζας θα διακινούνται από τα σημεία παραγωγής προς τις μονάδες μετατροπής τους σε τελικά ενεργειακά προϊόντα. Επομένως, απαιτείται η συστηματική οργάνωση της διαχείρισης των α' υλών, με σκοπό τη μείωση του κόστους προεπεξεργασίας και μεταφοράς τους στις μονάδες αυτές.

Είναι δυνατόν, οι α' ύλες να παραδίδονται απευθείας στις μονάδες βιομετατροπής, συλλεγμένες από εκείνους τους παραγωγούς που βρίσκονται κοντά. Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορα οργανωτικά σχήμα τα διαχείρισης βιομάζας. Σε περιπτώσεις που απαιτείται διαχείριση τεράστιων ποσοτήτων καυσίμου είναι αναγκαίο οι γεωργοί να ασχοληθούν με σύσταση εταιριών οι οποίες θα μεταφέρουν την α' ύλη στη μονάδα βιομετατροπής, με αυτόν τον τρόπο θα μειωθεί το συνολικό κόστος προεπεξεργασίας με την ίδρυση και λειτουργία Εταιρειών Διαχείρισης και Προμήθειας Καυσίμου (ΕΔΠΚ). Με βάση τα δεδομένα αυτά, ο εξοπλισμός η διαχείριση η προεπεξεργασία της πρωτογενούς βιομάζας είναι δυνατόν να ανήκει στις ΕΔΠΚ, τις οποίες αναμένεται να συστήσουν οι ίδιοι οι παραγωγοί, με σκοπό την ανάληψη της συνολικής διαχείρισης του καυσίμου, από τη στιγμή της παραγωγής του μέχρι την παράδοσή του στην είσοδο πύλη της μονάδας μετατροπής. Οι ΕΔΠΚ είναι δυνατόν να αποτελούν κάποια μορφή συνεταιρισμού με μονωμένων αγροτών ή μία εντελώς ανεξάρτητη εταιρεία, ή, ακόμα, μία μεικτή εταιρεία των αγροτών και των επενδυτών, των ιδιοκτητών δηλαδή των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.

Τέλος, όσον αφορά τη δεύτερη κρίσιμη παράμετρο των επιχειρηματικών σχεδίων βιομετατροπής, δηλαδή τη βελτίωση της τεχνολογικής διαδικασίας (βαθμού απόδοσης), σημειώνεται ότι η υιοθέτηση αποδοτικότερων τεχνολογιών βιομετατροπής, όπως π.χ. νέων και βελτιωμένων τεχνολογιών καύσης και αεριοποίησης βιομάζας, παραγωγής

βιοκαυσίμων 2ης γενιάς, (κυτταρινούχων υπολειμμάτων, ξύλου) κ.α. απαιτεί τη θέσπιση ισχυρών πρόσθετων κινήτρων από την πλευρά της Πολιτείας. Τέτοια κίνητρα μπορεί να είναι: α) η αύξηση του ποσοστού δημόσιας επιχορήγησης επί του κεφαλαιουχικού κόστους επενδύσεων ειδικά σε νέες και βελτιωμένες τεχνολογίες βιομετατροπής (π.χ. από 40% σε 50-60%, στα πρότυπα του αυξημένου ποσοστού επιχορήγησης που θέσπισαν τα Μέτρα 2.1.3 και 6.5 του ΕΠΑΝ/Γ' ΚΠΣ για φωτοβολταϊκές και μη-συμβατικές ηλιοθερμικές τεχνολογίες και εφαρμογές) β) το αυξημένο ποσοστό χρηματοδότησης προγραμματίων έρευνας, επίδειξης και ανάπτυξης νέων τεχνολογιών βιομετατροπής (στα πρότυπα του ΠΑΒΕ/Γ' ΚΠΣ), ειδικότερα δε τεχνολογιών που προσιδιάζουν σε εγχώριους τύπους βιομάζας με αυξημένο ενδιαφέρον ως ενεργειακές πρώτες ύλες (σόργο, ηλίανθος, κλπ), και γ) η θέσπιση προτύπων, προδιαγραφών και κινήτρων (όπως η αποφορολόγηση) που θα ευνοούν την παραγωγή και διάθεση στην αγορά προϊόντων βιομετατροπής αναβαθμισμένης ποιότητας και απόδοσης (π.χ. βιοκαυσίμων 2ης γενιάς, κ.α.).

### **1.5. Δράσεις για επιμόρφωση αγροτών στις ενεργειακές καλλιέργειες**

Πέραν των τεχνολογικών μέτρων και των οικονομικών κινήτρων, απαιτείται ένα μεγάλο φάσμα δράσεων για την ενημέρωση του αγροτικού κόσμου για τις επερχόμενες αλλαγές. Προς τούτο, οι Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις (ΑΣΟ) πρέπει να δραστηριοποιηθούν σε προγράμματα κατάρτισης, ενημέρωσης και τεχνικής υποστήριξης του αγροτικού κόσμου, ο οποίος θα κληθεί να στηρίξει τη σημαντική ανάπτυξη της ενεργειακής γεωργίας μεσοπρόθεσμα (δηλ. στο χρονικό ορίζοντα μέχρι το 2013).

Ενδεικτικά προτεινόμενα μέτρα είναι: να αναληφθούν συγκεκριμένες δράσεις και μέτρα στα, υπό κατάρτιση, Προγράμματα Ανάπτυξης του Δ' Κοινοτικού Πλαισίου Στήριξης (2007 – 2013) για την Ελλάδα, να αξιοποιηθούν οι χρηματοδοτικές δυνατότητες για την ενίσχυση τόσο των ενεργειακών καλλιεργειών, όσο και των μονάδων βιομετατροπής, αλλά και των δράσεων διαχείρισης (εφοδιαστική αλυσίδα) της βιομάζας.

Η δημιουργία μόνιμης διεύθυνσης στο Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων (ΥΑΑΤ) και στην ΠΑΣΕΓΕΣ για την παρακολούθηση των σχετικών εξελίξεων στον τομέα της βιοενέργειας στην Ελλάδα, με την ετήσια έκδοση Δελτίου Παρακολούθησης, το οποίο θα αποτελεί προσάρτημα στις ετήσιες εκθέσεις που ετοιμάζει το Υπουργείο Ανάπτυξης στα πλαίσια των Οδηγιών 2001/77/ΕΚ και 2003/30/ΕΚ για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ και για τα βιοκαύσιμα αντίστοιχα. Η έκδοση αυτή θα παρουσιάζει τις εξελίξεις στον τομέα Άλλη εφαρμογή που θα μας απασχολήσει περισσότερο είναι για βιοκαύσιμα.

Ø Εκτίμηση του ύψους των σχετικών ιδιωτικών επενδύσεων, των δεσμευθέντων (από το Δ' ΚΠΣ) κονδυλίων από το ΥΑΑΤ (και το ΥΠΙΑΝ), κ.α.

Ø Ο ρόλος του κεντρικού φορέα παρακολούθησης και του διασυνδεδετικού κρίκου μεταξύ του ΥΑΑΤ και του ΥΠΙΑΝ είναι δυνατόν να ανατεθεί στο ΙΝΑΣΟ, το οποίο θα συνεργάζεται τόσο με την ΠΑΣΕΓΕΣ αλλά και (μέσω του ΚΑΠΕ, βλ. αμέσως παρακάτω) με τα Υπουργεία Ανάπτυξης (τεχνολογίες, βιομηχανία) και Εθνικής Οικονομίας (επιδοτήσεις, αποφορολόγηση).

Ø Ο σχεδιασμός συγκεκριμένων δράσεων κατάρτισης από το ΥΑΑΤ (επιμόρφωση, πρακτική άσκηση, κατάρτιση ανθρώπινου δυναμικού, διαρκής εκπαίδευση, κλπ.), μέσω του συντονισμού των πλέον κατάλληλων, θεσμοθετημένων φορέων πανελλαδικής εμβέλειας, και συγκεκριμένα:

1. του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (σε συνδυασμό με το Εθνικό Ίδρυμα Αγροτικής Έρευνας – ΕΘΙΑΓΕ), με τη δημιουργία και την επιστημονική επάνδρωση του κατάλληλου τμήματος με γνωστικό αντικείμενο τις ενεργειακές καλλιέργειες, το οποίο θα είναι και ο κύριος φορέας εστιασμένης έρευνας για την επιλογή και προσαρμογή των πλέον κατάλληλων τύπων ενεργειακών φυτών για την Ελλάδα (π.χ. ανάπτυξη νέων υβριδίων ενεργειακών καλλιεργειών, καταπολέμηση ασθενειών των ενεργειακών φυτών, κ.α.).

2. του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ), για την ορθολογική ανάπτυξη ολοκληρωμένων σχεδίων ενεργειακής αξιοποίησης τόσο της νέας βιομάζας όσο και των, ήδη διαθέσιμων, γεωργικών υπολειμμάτων και γεωργοκτηνοτροφικών αποβλήτων για την θέρμανση των οικισμών, για μικτή καύση λιγνίτη-βιομάζας. Για υβριδικά συστήματα βιομάζας με ηλιακή ενέργεια, όπως και βιομάζα με υδρογόνου. Τα δύο παραπάνω όργανα κατάρτισης/εκπαίδευσης, έρευνας και τεχνικής υποστήριξης στον τομέα των ενεργειακών καλλιεργειών ενώ, κατά περίπτωση, η κατάρτιση αυτή μπορεί να αποκτηθεί και σε άλλα εκπαιδευτικά ιδρύματα (π.χ. ΕΜΠ, ΑΠΘ, κλπ.), τεχνολογικούς φορείς (π.χ. ΕΙΤΧΗΔ, ΕΧΕΜΥΘ), κλπ. αλλά και οι γεωργικοί συνεταιρισμοί να λάβουν μέρος στην στήριξη του πληθυσμού στην ανταπόκριση στις νέες καλλιέργειες και ανάληψη των ευθυνών για την αποθήκευση, διανομή και μεταφορά της βιομάζας.

Ο ρόλος του κεντρικού φορέα συντονισμού των ανωτέρω (αλλά και άλλων) φορέων και της διασύνδεσης των προγραμμάτων τους με τις σχετικές δράσεις του Δ'

ΚΠΣ (ΥΑΑΤ και ΥΠΑΝ) είναι δυνατόν να ανατεθεί στο ΙΝΑΣΟ, ή σε κοινοπρακτικό σχήμα του ΚΑΠΕ με το ΙΝΑΣΟ (μέσω ειδικού Μέτρου στα Επιχειρησιακά Προγράμματα των δύο αυτών Υπουργείων).

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### Χαρακτηριστικά των κυριότερων ενεργειακών γεωργικών καλλιεργειών

#### 2.1.Αγριαγκινάρα CYNARA CARDUNCULUS



Από έρευνες που γίνανε ένα από τα φυτά που καλλιεργούνται για παραγωγή ενέργειας είναι η αγριαγκινάρα που είναι ένα πολυετές είδος αγκαθίου που καλλιεργείται σε κάποιες περιοχές της μεσογειακής ζώνης. Όπως όλα τα αγκάθια είναι πολύ καλά προσαρμοσμένα να εκμεταλλεύεται τις βροχοπτώσεις τον χειμώνα και να δίνει το μέγιστο των αποδόσεων ακόμη και χωρίς άρδευση. Η συγκομιδή γίνεται το καλοκαίρι και ο νέος κύκλος αρχίζει με την ανάπτυξη των νέων υπόγειων οφθαλμών με την αρχή των πρώτων βροχών. Το φυτό παίρνει την μορφή ρόδακα και έως την επόμενη βλαστική περίοδο της άνοιξης που είναι η εποχή της έκπτυξης των νέων στελεχών παραμένει έτσι, έως να κάνει τις νέες διακλαδώσεις και στην κορυφή της καθεμιάς θα δημιουργηθούν αρκετές νέες κορυφές ανά βλαστό. Το καλοκαίρι τα υπέργεια μέρη ξεραίνονται ενώ τα υπόγεια μέρη διατηρούνται ζωντανά.

Η απόδοσή του είναι μεγάλη. Σε πειράματα που έγιναν στην Ελλάδα και στην Ισπανία το τελικό ύψος του φυτού έφτασε τα 2,6 μέτρα. Η παραγωγή ξηράς ουσίας ανάλογα με την πυκνότητα φύτευσης είναι από 1,7 έως 3,3 τόνους το στρέμμα. Οι τιμές για το ενεργειακό δυναμικό είναι μεταξύ 0,6 έως 1,2 ΤΠΠ/στρέμμα. Από πειράματα που διεξήχθησαν στο ΚΑΠΕ σε τέσσερα χρόνια μελετήθηκε η απόδοση σε βιομάζα την χειμερινή και την θερινή περίοδο και παρατηρήθηκε ότι από τις τέσσερις κοπές του χειμώνα

που πραγματοποιήθηκαν Νοέμβριο, Δεκέμβριο, Ιανουάριο και Φεβρουάριο αυτή του Φεβρουαρίου είναι η καλύτερη 15 τόνους / στρέμμα νωπό προϊόν είτε 1,2 τόνους /στρέμμα σε ξηρά ουσία. Οι μειωμένες αποδόσεις σε σύγκριση με αυτήν που παρατηρήθηκε το καλοκαίρι οφείλεται στην έλλειψη βροχοπτώσεων και είναι 13,2 τόνους το στρέμμα και 0,9 τόνο /στρέμμα ξηρά ουσία.

Η πυκνότητα της φύτευσης μελετήθηκε ως προς την απόδοση και βρέθηκε ότι η ψηλότερη πυκνότητα που ήταν 5000 φυτά /στρέμμα σε σχέση με αυτή που ήταν 1000 φυτά /στρέμμα είχε απόδοση 4,8 τόνους /στρέμμα και ξηρά ουσία 3,1 τόνους /στρέμμα ενώ τα αντίστοιχα της χαμηλής πυκνότητας είναι 2,5 τόνοι/στρέμμα και 1,7 τόνοι/στρέμμα.

Η αζωτούχος λίπανση έχει μικρή επίδραση στην απόδοση. Η ζιζανιοκτονία γίνεται μόνο την εποχή της εγκατάστασης της φυτείας. Η κατάλληλη εποχή να συγκομιστούν είναι από τέλη Ιουλίου έως αρχές Αυγούστου. Αυτή την χρονική περίοδο η απόδοση σε χλωρά βιομάζα είναι 4,1 τόνους /στρέμμα και για ξηρά ουσία είναι 2,8 τόνους /στρέμμα.

Οι ενεργειακές εκτιμήσεις είναι για διάφορα μέρη του φυτού 3,474 kcal/kg είναι για τα βράκτια φύλλα, ενώ για τους σπόρους είναι 5,912 kcal/kg. Στα φύλλα παρατηρείται μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα ενώ. Με βάση την θερμογόνο δύναμη των διαφόρων φυτικών τμημάτων και τις αντίστοιχες αποδόσεις σε ξηρά ουσία δίνει μεταξύ 0,6-1,2ΤΠΠ/στρέμμα. Οι σπόροι της αντιπροσωπεύουν το 13,2% της συνολικής βιομάζας με περιεκτικότητα σε έλαια 25%.Για την χρησιμότητα του φυτού σαν καύσιμο τα χαρακτηριστικά του βιοελαίου είναι: πυκνότητα 0,916g/ml,σημείο ανάφλεξης 350<sup>0</sup> C, Βαθμός κετανίων 59-66,Ιξώδες στους 20<sup>0</sup>C 4,47-5,1.

## 2.2. Γλυκό σόργο



Επιστημονικό όνομα: *Sorghum bicolor* L. Moench

### **Σύντομη περιγραφή φυτού**

Το γλυκό σόργο είναι ένα 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. Τα τελευταία χρόνια μελετάται ευρύτατα, τόσο στην Ευρώπη, όσο και στις ΗΠΑ, για παραγωγή αλκοόλης από τα στελέχη του.

### **Αποδόσεις βιομάζας σε πειραματικό στάδιο**

Στην Ευρώπη, έχουν εξεταστεί πολλές ποικιλίες (Keller, Dale, Wray, Mn1500, Theis, κ.ά.). 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 δύναται να ανέλθει στους 14,1 τόνους/στρέμμα στην Ελλάδα (Dalianis et al, 1994). Το γλυκό σόργο σε πειραματική καλλιέργεια από το Γ.Π.Α. στην Ορεστιάδα απέδωσε 12 t/στρέμμα σε χλωρή μάζα ενώ σε μερικές άλλες περιπτώσεις (στη Νότια Ελλάδα από το ΚΑΠΕ), έφθασε τα 14t/στρέμμα. Θεωρείται ότι ένας μέσος όρος παραγωγής στην Ελλάδα μπορεί να είναι 10 t/στρέμμα σε χλωρή μάζα. Κατά μέσο όρο στην Ελλάδα, σε εδάφη αραβοσίτου, βάμβακα, ποιοτικού καπνού, αναμένεται απόδοση > 4,5 t αιθανόλης / ha.

Το φυτό αυτό καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα, για σειρά ετών, με τους παρακάτω αντικειμενικούς σκοπούς:

- Μελέτη της παραγωγικότητας του φυτού σε περιθωριακά εδάφη καθώς και επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών στις τελικές αποδόσεις.
- Εγκαταστάθηκαν τρεις πειραματικοί αγροί σε Αττική, Κεφαλονιά και Καρπενήσι, όπου μελετήθηκαν τρεις ποικιλίες φυτών, σε συνδυασμό με δυο επίπεδα άρδευσης ( $I_0=150\text{mm}$ ,  $I_1=300\text{mm}$ ) και δυο λίπανσης ( $N_0=10$  κιλά αζώτου/στρέμμα,  $N_1=20$  κιλά αζώτου/στρέμμα).
- Μελετήθηκε η παραγωγικότητα του φυτού σε γόνιμα εδάφη καθώς και επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών στις τελικές αποδόσεις.
- Σε επόμενα πειράματα, που εγκαταστάθηκαν στην Βοιωτία, Κομοτηνή, Λάρισα και Πύργο, μελετήθηκαν επιπλέον πέντε ακόμη ποικιλίες γλυκού σόργου και τρεις πυκνότητες σποράς  $\Pi_0=7100$  φυτά/στρέμμα,  $\Pi_1=9300$  φυτά/στρέμμα και  $\Pi_0=28600$  φυτά/στρέμμα.



Τα κύρια συμπεράσματα που εξήχθησαν από τις παρατηρήσεις που συλλέχθηκαν από τους πειραματικούς αυτούς αγρούς, ήταν τα παρακάτω:

Το γλυκό σόργο μπορεί να καλλιεργηθεί από τις βορειότερες ως τις νοτιότερες περιοχές της Ελλάδας, σε χαμηλό αλλά και μεγαλύτερο υψόμετρο, έως και 900 μέτρα, όπως είναι το Καρπενήσι, σε εύφορα αλλά και υποβαθμισμένα εδάφη. Διαπιστώθηκε ότι, τα αποτελέσματα παραγωγής σε βιομάζα και σάκχαρα ήταν σαφώς καλύτερα σε εύφορα 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. Όσον αφορά δε την επίδραση της πυκνότητας των



φυτών, υψηλότερες αποδόσεις σε χλωρή και ξηρή βιομάζα επιτεύχθηκαν από την μικρότερη πυκνότητα.

Ü Επιπλέον μελετήθηκε η επίδραση τεσσάρων επιπέδων άρδευσης ( $I_0=1/4 I_2$ ,  $I_1 = 1/2 I_2$ ,  $I_2=$ πλήρως αρδευόμενη φυτεία και  $I_3=$ πλήρως αρδευόμενη φυτεία μέχρι το στάδια της άνθησης) και δύο επίπεδων λίπανσης ( $N_0= 4$  κιλά αζώτου/στρέμμα και  $N_1 = 12$  κιλά αζώτου/στρέμμα) στις αποδόσεις σε βιομάζα. Γενικά η κατανάλωση σε νερό είναι περίπου 181 έως 206 kg νερού για την παραγωγή ενός kg ξηρής ουσίας .

Οι μέγιστες αποδόσεις σε χλωρή και ξηρή ουσία έφτασαν τους 12 και 3,2 τόνους/στρέμμα αντίστοιχα, και αφορούσαν τα υψηλότερα επίπεδα της άρδευσης ( $I_2$  και  $I_3$ ). Και σ' αυτά τα πειράματα, η αζωτούχος λίπανση δεν φάνηκε να επηρεάζει τις αποδόσεις σε βιομάζα.

### **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 όψιμες. Λαμβάνοντας υπόψη ότι τα φυτά μπορούν να παραμείνουν στο έδαφος ως το τέλος Νοεμβρίου, είναι πιθανό, με ανάλογη ρύθμιση της εποχής σποράς, να υπάρξει επιμήκυνση της περιόδου συγκομιδής. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, που βασίζονται στο χλωρό βάρος των στελεχών και στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, μπορεί να εξασφαλιστεί, θεωρητικά, 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. Με τις ντιρεκτίβες το 2005 καλλιεργούνται 230.000 στρέμμα.

### **Πιθανές χρήσεις**

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

Από διασταύρωση του καρποδοτικού σόργου με το σόργο για σάρωθρα δίνει τα υβρίδια κυτταρινούχου σόργου. Το επιστημονικό όνομά του είναι : Sorghum bicolor L.

### Σύντομη περιγραφή φυτού

Το κυτταρινούχο σόργο, είναι επίσης ετήσιο φυτό, με μεγάλες δυνατότητες για ενεργειακή χρήση. που εξετάζονται είναι διασταυρώσεις 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 (Petrini, 1994), 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 (Dalianis et al, 1996). Η περιεκτικότητα σε σακχαρόζη 11kg/kg νωπού βάρους, γλυκόζη 1,711kg/kg νωπού βάρους, κυτταρίνη 4,8kg/kg νωπού βάρους, και ημικυτταρίνη 4,3kg/kg νωπού βάρους.

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 πρώτης ύλης, για την παραγωγή χαρτοπολτού

και για ενεργειακούς σκοπούς. Από 4,5 έως 14,1 τ/στρ. ξηρής ουσίας είναι η απόδοσή του ενώ η βιοαιθανόλη που παράγεται από την ζύμωση του υπολογίζεται σε 675 l/στρ .

Συγκρίνοντας τις ανάγκες των φυτειών παραγωγής ενεργειακών φυτών σε νερό και χημικά καθώς και το ενεργειακό ισοζύγιο της διαδικασίας παραγωγής (εκροές:εισροές) όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 4, φαίνεται πως η καλλιέργεια γλυκού σόργου είναι λιγότερο απαιτητική σε νερό και λιπάσματα, δίνοντας ένα υψηλότερο ενεργειακό ισοζύγιο.

**Πίνακας 9.** Ανάγκες των φυτειών παραγωγής ενεργειακών φυτών σε νερό και χημικά λιπάσματα και ενεργειακό ισοζύγιο

( EUBIA, 2004)

Φυτεία	Νερό mm	Λιπάσματα μονάδες στοιχείου /στρέμμα.	Ενεργειακό Ισοζύγιο Outputs/Inputs
Ζαχαρότευτλα	750	N = 5 P = 1-2 K = 5-6	1.76
Ζαχαροκάλαμο	500	N = 1 P = 1 K = 5	2.50 – 9.0
Γλυκό Σόργο	250	N = 0.9 P = 0.9 K = 1.3	2.50 – 5.0
Αραβόσιτος	500	N = 10 P = 4 K = 5	1.30

## 2.3.Κενάφ

Επιστημονικό όνομα: *Hibiscus cannabinus* L.

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

Πλεονεκτήματα του φυτού αποτελούν:

- Ø η εύκολη εγκατάσταση της φυτείας (με σπόρο).
- Ø η εύκολη συγκομιδή (με μία συμβατική συλλεκτική μηχανή).
- Ø οι υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα.

Μειονεκτήματα του φυτού είναι:

- Ø τα υψηλά επίπεδα άρδευσης που απαιτούνται για να επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις.
- Ø οι ποικιλίες που δίνουν υψηλές αποδόσεις είναι συνήθως οι όψιμες ποικιλίες, ο σπόρος των οποίων δεν προλαβαίνει να ωριμάσει. Έτσι ο παραγωγός θα πρέπει να αγοράζει κάθε χρόνο το σπόρο που θα χρησιμοποιήσει.
- Ø στα πρώτα στάδια της καλλιεργητικής περιόδου το φυτό δυσκολεύεται να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια.

Αποδόσεις βιομάζας σε πειραματικό στάδιο

Στην Ελλάδα το κενάφ μελετάται από το 1994 από το ΚΑΠΕ σε μικρούς πειραματικούς αγρούς (έως 3 στρέμματα) σε περιοχές της βόρειας και της κεντρικής Ελλάδας.

Ειδικότερα μελετήθηκαν τα παρακάτω:

Η προσαρμοστικότητα του φυτού στις ελληνικές κλιματολογικές συνθήκες, καθώς και η επίδραση διαφόρων πυκνοτήτων φυτών στην ανάπτυξη και στις τελικές αποδόσεις.

Επτά ποικιλίες μελετήθηκαν συνολικά, κάτω από τις ίδιες συνθήκες άρδευσης και λίπανσης, οι τρεις εκ των οποίων ήταν πρώιμες και οι υπόλοιπες τέσσερις όψιμες. Οι

υπό μελέτη πυκνότητες των φυτών ήταν 17.000, 24.0000 και 32.000 φυτά/στρέμμα. Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (τέλος Νοεμβρίου) η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε από 2,4 τόνους/στρέμμα έως 6 τόνους/στρέμμα. Οι αντίστοιχες αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα ήταν 0,7 τόνου/στρέμμα και 2,4 τόνου/στρέμμα.

Από τα πειραματικά δεδομένα, διαπιστώθηκε ότι οι υψηλότερες αποδόσεις τόσο σε χλωρή βιομάζα όσο και σε ξηρή ουσία καταγράφηκαν στις όψιμες ποικιλίες, οι οποίες καλλιεργήθηκαν κάτω από τη μεγαλύτερη πυκνότητα φυτών. Η παραγωγή σπόρου ήταν δυνατή μόνο στις τρεις πρώιμες ποικιλίες (άνθιση στο τέλος του Ιουλίου). Στις όψιμες ποικιλίες τα φυτά άνθισαν στο τέλος του Σεπτεμβρίου και οι σπόροι δεν είχαν αρκετό χρόνο για να ωριμάσουν, με αποτέλεσμα η σποροπαραγωγή να είναι αδύνατη.

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

Μερικά φυτά που προτείνεται και που έχουν ερευνηθεί σε προγράμματα τόσο από τις Η.Π.Α. και από την Ισπανία είναι φυτό *Euphorbia lathyris* που έχει περί τα 8% έλαια και 20% σάκχαρα. Από άλλα η πηγή που μπορεί να αξιοποιηθεί είναι το λάδι από τους σπόρους όπως του ηλιόσπορους ώστε είτε μόνο του είτε με το ντίτζελ σε ανάμειξη

## 2.4. Ελαιοκράμβη



Η ελαιοκράμβη προωθείται στις βόρειες περιοχές για την παραγωγή λαδιού, στο οποίο αφού στερεοποιηθεί χρησιμοποιείται για την παρασκευή του ντίτζελ κυρίως σε αγροτικά μηχανήματα.

Προοπτικές φυτών βιομάζας Τα φυτά βιομάζας παίζουν μεγάλο ρόλο στην Ευρωπαϊκή και στην Ελληνική οικονομία. Από τη μια μεριά μπορούν να αξιοποιήσουν τις υποχρεωτικά και τις προαιρετικά αγροαναπαυόμενες εκτάσεις και να συμβάλλουν στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών και ταυτόχρονα να εκλείψουν φαινόμενα όπως αυτά των

χωματερών και από την άλλη πλευρά να παράγουν ενέργεια, χαρτοπολτό, και μοριοσανίδες στα οποία η Ευρωπαϊκή Ένωση και η Ελλάδα είναι ελλειμματικές. Υπάρχουν βέβαια μεγάλες προοπτικές να βελτιωθούν και να αυξηθούν οι στρεμματικές τους αποδόσεις. Για τις ενεργειακές καλλιέργειες οι εκτάσεις που καλλιεργούνται είναι 2.000.000 στρέμματα και αποδίδουν περί τα 3 τον. ξηρής ουσίας ανά στρέμμα που σημαίνει ότι η συμμετοχή της σε παραγωγή βιομάζας είναι 13% ενώ μια αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων σε 4000000 στρ. θα αυξάνει την συμμετοχή στην παραγωγή της βιομάζας σε 36%. Στις μέρες μας καταστρέφονται περί τα 170000000 στρέμματα δάση που σημαίνει ότι μια έκταση ίση με την Ελλάδα εξαφανίζεται μέσα σε 10 μήνες. Έτσι πρέπει να στηριχτούμε στις δυνάμεις μας για να προστατεύσουμε το περιβάλλον.

## 2.5. Το βαμβάκι *Gossypium sp.*



Το ινστιτούτο βάμβακος με τη βοήθεια του οργανισμού βάμβακος είναι δημιουργός όλων των ελληνικών ποικιλιών όπου εκτός από δοκιμές σε πειραματικούς αγρούς αξιολογεί κλώσιμο. Μια ξένη ποικιλία μπορεί να αποδειχθεί διαφορετική από τον τρόπο παραγωγής της.

Σημαντική επίσης είναι η νυχτερινή θερμοκρασία να είναι μεταξύ 26-28ο C και ημερήσια πάνω από 30ο C. Το κλίμα μιας περιοχής καθορίζει εάν κάνει το κλίμα για την ολοκλήρωση του κύκλου του φυτού είναι ορισμένα σημεία της καλλιέργειας που εάν αριστοποιηθούν πετυχαίνει το μέγιστο της ποσότητας και ποιότητας παραγωγής.

### Η ζιζανιοκτονία



Η ζιζανιοκτονία μειώνει τον ανταγωνισμό για θρεπτικά συστατικά και βελτιώνει την ποιότητα του προϊόντος (σελ. 59) περιοδικό Γεωργική Τεχνολογία Μάρτιος 1999. Τα προσπαρτικά ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιούνται περισσότερο στην καταπολέμηση των ζιζανίων. Τα πιο ενοχλητικά ζιζάνια είναι η αγριομελιτζάνα, η αγριοντοματιά, ο βήλιουρας, η αγριάδα, η κύπερη και η περικοκλάδα.

### Τα ποτίσματα της ανάπτυξης

Από το φύτευμα μέχρι την εμφάνιση του πρώτου άνθους και ιδιαίτερα όταν εμφανιστούν οι ανθοφόροι οφθαλμοί τα φυτά έχουν έντονες απαιτήσεις. Έχουν μεγάλη διαπνοή και χάνουν νερό και συνήθως οι συνθήκες είναι ξηρές και θερμές. Ένα – δύο

ποτίσματα προτού να εκπτυχθούν τα πρώτα άνθη είναι χρήσιμα με ποσότητες 30-50 κυβικά.μέτρα/στρ. νερό εξαρτάται βέβαια και από το κλίμα τον καιρό την ποικιλία.

Εάν παρατηρείται ότι δεν αναπτύσσονται με γρήγορο ρυθμό τα φύλλα και αλλάζει το χρώμα πρέπει να επέμβει. Προτού ανθίσουν πρέπει να έχουν δημιουργήσει 7 διακλαδώσεις. Σε αυτό το στάδιο καλός τρόπος ποτίσματος είναι η τεχνητή βροχή.

### **Πότισμα ανθοφορίας**

Αφού ξεκινήσει η άνθηση έως και τα μέσα Αυγούστου που ολοκληρώνεται η ωρίμανση. Είναι και η κρίσιμη εποχή για τα φυτά. Η ανθοφορία, η θρέψη των καρπών και η όψη και ο σχηματισμός του σπόρου και ινών απαιτεί πολύ υγρασία.

Άλλος παράγοντας η ζέστη, οι άνεμοι που ξηραίνουν την ατμόσφαιρα.

Ο χρόνος επέμβασης υπαγορεύεται από τα ίδια τα φυτά που έχουν σκούρο χρώμα στη βάση και θάμπωμα στην κορυφή ενώ στις ώρες του μεσημεριού η περιεκτικότητα σε νερό του φύλλου είναι μικρή ώστε η πίεση εντός των κυττάρων δεν είναι ικανοποιητική και πέφτει η τάση σπαργής που επικρατεί. Επίσης κοκκινίζει ο βλαστός 1-2 γόνατα κάτω της κορυφής. Το νερό που θα πέσει εξαρτάται από δόση και εύρος γιατί η μεγάλη δόση προκαλεί πτώση των ανθικών καταβολών και χλώρωση του φυτού. Ενώ το μεγάλο εύρος άρδευσης προκαλεί καυτηριασμοί των καταβολών ανθέων που μένουν ξερές.

Οι μικρές και συχνές δόσεις 6,8 κβ.μ/στρέμμα την ημέρα γίνονται 3-5 φορές τον Ιούλιο ενώ τον μισό Αύγουστο και τα καλά ανεπτυγμένα φυτά έχουν ύψος 80-90 cm ύψος ανάμεσα σε γόνατα 4,5 cm ενώ ανθίζουν και οι πλάγιες διακλαδώσεις.

### **Πότισμα παραγωγής**

Στο στάδιο αυτό από το άνοιγμα πρώτων καρυδιών έως τέλος Αυγούστου ακόμη και 10 μέρες του Σεπτεμβρίου τα ποτίσματα γίνονται 1-2 φορές με σκοπό να ανοίξουν όλα τα καρύδια να μην πέσουν τα μικρά και να δώσουν μεγάλη παραγωγή. Οι δόσεις είναι 6-10 κβ.μετρ./στρ. πάντως πρέπει να εξετάζονται η κατάσταση του φυλλώματος οι καιρικές συνθήκες και το ποσοστό της όψιμης παραγωγής.

Τυχόν διακοπή των ποτισμάτων η μείωση έχει έντονες επιπτώσεις σε παραγωγή.

### **Πότισμα συντήρησης ωρίμανσης**

Από τέλη Αυγούστου ως μέσα Σεπτεμβρίου η εδαφική υγρασία ωφελεί μόνο στην καλή κατάσταση των φυτών ως να ανοίξουν τα καρύδια.

Εάν παραπάνω έχει υγρασία αργούν τα όσιμα καρύδια να ανοίξουν με αποτέλεσμα να προσβληθεί από εχθρούς και ασθένειες εάν όμως ο καιρός είναι ξηρός και θερμός 30-40 κυβ.μ./στρ. χρειάζονται αυτά γίνονται και με τεχνητή βροχή. Οι 25 μέρες που είναι κρίσιμες για την ανάπτυξη του μήκους των ινών θα δώσουν αποτέλεσμα που εξαρτάται και από το νερό που θα διαθέσουν στα φυτά. Αλλά και από την θρεπτική κατάσταση του φυτού και τη λίπανση και από την θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια. Αν επικρατεί βροχή κατά την άνθιση δεν επιτυγχάνεται η γονιμοποίηση. Ενώ εάν δεν ποτιστεί με αρκετό νερό δεν επιτυγχάνουν το maximum του μήκους οι ίνες.

Από την 25 μέρα και μετά κατά την ωρίμανση παχαίνει η ίνα με αλλεπάλληλα στρώματα κυτταρίνης νύχτα και μέρα. Η επάρκεια νερού, η λίπανση και η καλή θρεπτική κατάσταση χρειάζονται για να έχουν την πάχυνση. Η ανεπάρκεια υγρασίας στο ριζόστρωμα δεν επιτρέπει να φέρει αποτέλεσμα η λίπανση.



Στο βαμβάκι η μέση κατανάλωση σε νερό ανά ημέρα:

Στο στάδιο ως να δημιουργηθούν τα χτένια είναι 2,5m<sup>3</sup>/στρ.

Στο στάδιο από τα χτένια ως την άνθιση είναι 2,5-5m<sup>3</sup>/στρ.

Στο στάδιο από τα λουλούδια ως το άνοιγμα των καρπών είναι 5-10m<sup>3</sup>/στρ.

Από το άνοιγμα ως την συγκομιδή είναι 10m<sup>3</sup>/στρ.

Η διακοπή των αρδεύσεων δεν πρέπει να γίνει προ του τέλους του Αυγούστου ενώ στην Κεντρική και νότια Ελλάδα συνεχίζουν ως τα μέσα του Σεπτεμβρίου. Στις πεδινές Θεσσαλία Φθιώτιδα Βοιωτία το τελευταίο πότισμα στα μέσα Σεπτεμβρίου όταν ωριμάζει ο σπόρος και παχαίνει η ίνα.

Αν σταματήσουν οι αρδεύσεις τα καρύδια σπάνε γρηγορότερα και εάν ψεκαστούν τα φυτά για να ρίξουν τα φύλλα τους ώστε να επέμβει η βαμβακοσυλλεκτική μηχανή τότε οι ίνες μένουν ανώριμες.

### **Η λίπανση**

Η λίπανση του βαμβακιού είναι θέμα που εξαρτάται και από την απαίτηση σε θρεπτικά συστατικά και από την δυναμική των θρεπτικών στο έδαφος.



Έτσι διαφορετικά εδάφη και κλίματα διαφοροποιείται λίγο η τεχνική όσο και η παραγωγή.

Ο προσδιορισμός της σωστής λίπανσης εξαρτάται από τον καιρό τις αρδεύσεις, τις φυσικές ή χημικές και μικροβιολογικές ιδιότητες του εδάφους τη γονιμότητα, περιεκτικότητα σε οργανική ουσία, την απόδοση της ποικιλίας, τα συστατικά που απομακρύνονται με την συγκομιδή, οι απώλειες θρεπτικών στοιχείων η εποχή που σπάρθηκε το φυτό, ο πληθυσμός των φυτών η υγιεινή κατάσταση βαμβακοκαλλιέργειας. Οι αζωτολιπάνσεις είναι 12-16 μονάδες αζώτου / στρέμμα στα βορειότερα όλο και λιγότερες μονάδες χρειάζονται. Για το κάλιο όταν η ανάλυση του εδάφους δείξει έδαφος φτωχό κάτω από 100 ppm προσθέτουμε 10-12Kg K<sub>2</sub>O/ στρέμμα . Για το φώσφορο έχει διαπιστωθεί ότι για την παραγωγή 100 Kg ίνας προσλαμβάνεται 26,6Kg P. Βρίσκουμε με αναλύσεις τι υπολείμματα υπάρχουν και αν είναι κάτω από 15 ppm προσθέτουμε 8-10 κιλά / στρέμμα P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>.

Ένας δείκτης για το στάδιο της ανάπτυξης είναι οι βαθμομέρες ανάπτυξης BHA το άθροισμα των ημερήσιων θερμοκρασιών.

Όταν η BHA είναι πάνω 150 C η ανάπτυξη είναι έντονη και όταν αυξάνει κατά 70 C διπλασιάζεται ο ρυθμός ανάπτυξης έως να φτάσει 240 C όπου πέρα από τη θερμοκρασία αυτή ο κανόνας αλλάζει. Οι BHA είναι εργαλείο να βρούμε πόσο ευνοείται η φυσιολογική ανάπτυξη της βαμβακοκαλλιέργειας.

Ο υπολογισμός της BHA από τον τύπο:

$$BHA = T(\text{ελάχιστη θερμοκρασία ημέρας}) + T(\text{μέγιστη θερμοκρασία μέρας})$$

Κάθε ημέρες οι ημερήσιες θερμοκρασίες αθροίζονται και παίρνουμε το σύνολο των βαθμομέρων.

Στάδιο ανάπτυξης φυτού Βαθμό ημέρες που πρέπει να συντελεστούν

Σπορά φύτευμα 28 – 33

Φύτευμα – εμφάνιση χτενιών 230 – 265

Εμφάνιση χτενιών ως άνθηση 165 – 195

Σπορά άνθηση 430 – 470

Άνθηση άνοιγμα καρυδιών 470

Σπορά ωρίμανση 1150 – 1275

Πολλά χρόνια πριν η τιμή του πετρελαίου = 73 δρχ/κιλό

Θερμογόνος δύναμη = 42 MJ/kg  
Άρα η τιμή ενέργειας = **1.73 Δρ/MJ**

Πυρηνόξυλο: 13 Δρ/kg / 21.4 MJ/kg = 0,61 Δρ/MJ

**Π Κ**

Βαμβάκι:  $(400*320-40000) / (700*0,75*17,0) = 9,85 \text{ Δρ/MJ}$

Σιτάρι:  $(400*45 + -15000) / (600*0,85*16,0) = 2,20 \text{ Δρ/MJ}$

Συμπέρασμα: Δεν συνέφερε ακόμα η αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων αλλά μάλλον η χρήση αποβλήτων υπό τις αυτές συνθήκες

Με τις σύγχρονες συνθήκες της νέας ΚΑΠ

τιμή πετρελαίου = 200 Δρ/κιλό

Θερμογόνος δύναμη = 42 MJ/kg

τιμή ενέργειας = **4.76 Δρ/MJ**

Πυρηνόξυλο: 22 Δρ/kg / 21.4 MJ/kg = 1 Δρ/MJ

**Π Κ**

Βαμβάκι:  $(400*320-40000) / (700*0,75*17,0) = 9,85 \text{ Δρ/MJ}$

Σιτάρι:  $(400*45 + 17000-15000) / (600*0,85*16,0) = 2,45 \text{ Δρ/MJ}$

Συμπέρασμα: Σε μερικές περιπτώσεις συμφέρει η αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων μαζί με τη χρήση αποβλήτων για ενεργειακούς σκοπούς

Προβλέψεις για το μέλλον

τιμή πετρελαίου = 240 Δρ/κιλό

Θερμογόνος δύναμη = 42 MJ/kg

τιμή ενέργειας = **5.71 Δρ/MJ**

Πυρηνόξυλο: 15 Δρ/kg / 21.4 MJ/kg = 0,7 Δρ/MJ

**Π Κ**

Βαμβάκι:  $(400*90+18400) / (700*0,75*17,0) = 4,90 \text{ Δρ/MJ}$

Σιτάρι:  $(300*45 + 12000-15000) / (600*0,85*16,0) = 1,28 \text{ Δρ/MJ}$

Αγριαγκινάρα:  $(1500*20 - 10000) / (1500*0,85*19,0) = 0,82 \text{ Δρ/MJ}$

Συμπέρασμα: Σε πολλές περιπτώσεις συμφέρει η αντικατάσταση γεωργικών εκτάσεων με εναλλακτικές καλλιέργειες



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## Πίνακας 10

Χαρακτηριστικά παραγωγής ενεργειακής κατανάλωσης για συλλογή, φόρτωση, μεταφόρτωση και εκφόρτωση άχυρου του ρυζιού σε 1Km(υγρασία 15%)

## Πίνακας 2. Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

**Πίνακας 11.** Χαρακτηριστικά παραγωγής ενεργειακής κατανάλωσης για συλλογή, φόρτωση, μεταφόρτωση και εκφόρτωση των κότσαλων αραβοσίτου σε 1Km (υγρασία 15%)

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

**Πίνακες 12.** Χαρακτηριστικά παραγωγής ενεργειακής κατανάλωσης για συλλογή, φόρτωση, μεταφόρτωση και εκφόρτωση στελεχών από την καπνοκαλλιέργεια σε 1Km(υγρασία 15%)

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

## 2.6.Ο ηλίανθος



Ηλίανθος–οικολογικές απαιτήσεις, ευνοϊκά χαρακτηριστικά. Με την υπόθεση ότι γενική παγκόσμια στρατηγική αποτελεί η προσπάθεια ενσωμάτωσης των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στο Διεθνές Ενεργειακό Δυναμικό και η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με άλλους πιο φιλικούς προς το Περιβάλλον ενεργειακούς φορείς, η καλλιέργεια του ηλίανθου αποτελεί μια σημαντική πηγή ενέργειας από τον ευρύτερο τομέα της Βιομάζας, με ιδιαίτερο, επιπλέον, καλλιεργητικό ενδιαφέρον για τη χώρα μας, υπό τις κλιματολογικές συνθήκες της οποίας, προσαρμόζεται αρκετά καλά.

Ο ηλίανθος με βοτανική ονομασία *Helianthus annuus* είναι φυτό που προσαρμόζεται καλά υπό διάφορες κλιματολογικές και εδαφολογικές συνθήκες. Με το καλά αναπτυγμένο ριζικό σύστημά του είναι μια από τις περισσότερο ανθεκτικές καλλιέργειες σε συνθήκες ξηρασίας και θεωρείται κατάλληλη για τις νότιες ημιάνυδρες περιοχές. Εντούτοις, οι αποδόσεις σε έλαιο μειώνονται σημαντικά εάν τα φυτά καταπονηθούν από έλλειψη ύδατος κατά τη διάρκεια της κύριας περιόδου αύξησης και της άνθησης. Υπό συνθήκες έλλειψης υγρασίας ο αριθμός και το μέγεθος των φύλλων μειώνονται. Ένας από τους μηχανισμούς που χρησιμοποιούνται από τον ηλίανθο για να αντισταθεί στην καταπόνηση από έλλειψη υγρασίας είναι ο μαρασμός των φύλλων, δεδομένου ότι έχει δειχθεί σε ελεγχόμενα πειράματα ότι στα μαραμένα φύλλα η απώλεια ύδατος μειώθηκε κατά μια μεγαλύτερη έκταση σε σχέση με τη φωτοσύνθεση. Μια ικανοποιητική παραγωγή μπορεί να ληφθεί, χωρίς άρδευση, ακόμη και στις περιοχές με χειμερινές βροχοπτώσεις περίπου 300mm. Ο ηλίανθος προσαρμόζεται καλά στις θερμές νότιες ευρωπαϊκές περιοχές. Η αύξηση είναι ικανοποιητική όταν δεν μειώνονται οι θερμοκρασίες κάτω από τους 10° C, αλλά μπορεί να αντέξει και σε πολύ χαμηλότερες θερμοκρασίες. Τα νεαρά φυτά μπορούν να αντέξουν στον παγετό έως ότου φθάσουν στο στάδιο των τεσσάρων έως έξι φύλλων, και οι ώριμοι σπόροι

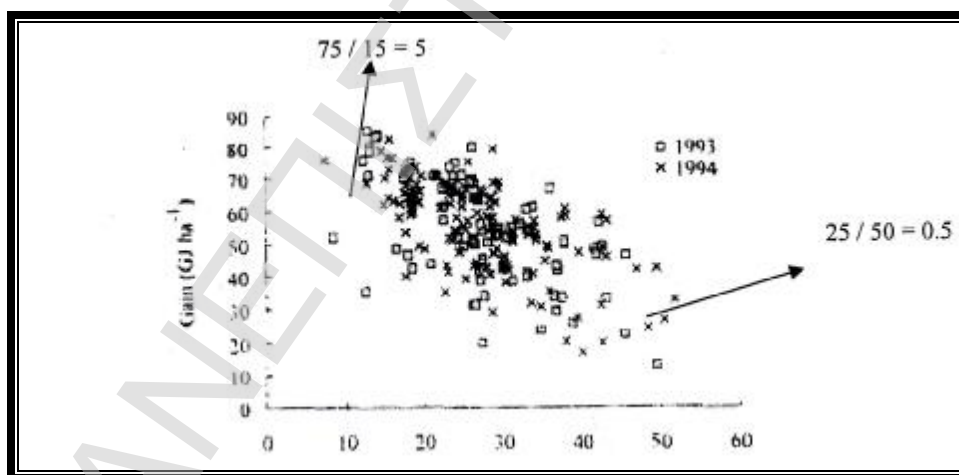
μπορούν να υφίστανται μικρή ζημιά από μικρούς παγετούς. Ο ηλίανθος απαιτεί άφθονο ηλιακό φως και θεωρείται μη ευαίσθητος στο μήκος της ημέρας (Dalianis, 1998).

Ο ηλίανθος αυξάνεται ικανοποιητικά σε ποικίλα εδάφη που κυμαίνονται από αμμώδη ως αργιλώδη εδάφη. Στα μικρής γονιμότητας εδάφη η απόδοσή του είναι καλύτερη σε σύγκριση με άλλες καλλιέργειες όπως το καλαμπόκι, η πατάτα και ο σίτος. Το καλύτερο εύρος εδαφολογικού PH είναι μεταξύ 6.5 και 8. Θεωρείται ελαφρώς ευαίσθητος στην αλατότητα.

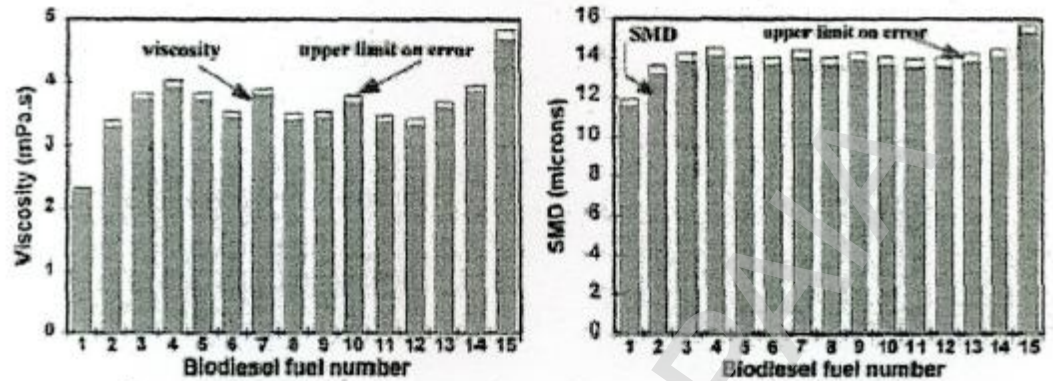
Ένας άλλο ευνοϊκό γνώρισμα του ηλίανθου είναι η ανοχή του στις μειωμένες ενεργειακές εισροές. Σε έναν υπολογισμό που έγινε για την παραγωγή στην Ιταλία (Bona et al, 1999), διαπιστώθηκε ότι το μεγαλύτερο ενεργειακό κέρδος λήφθηκε από τις χαμηλές ενεργειακές εισροές, μεταξύ 10 και 20 GJ/ha, όπως φαίνεται και στο σχήμα 2 που ακολουθεί.

Στην περίπτωση χαμηλών εισροών το ενεργειακό ισοζύγιο (outputs:inputs) φθάνει στην αναλογία  $75:15 = 5:1$ , όπως φαίνεται στο παραπάνω διάγραμμα, ενώ σε υψηλές τιμές εισροών, το ενεργειακό ισοζύγιο που προκύπτει είναι μόλις  $25:50 = 0,5:1$ , δηλαδή αρνητικό.

**Σχήμα 2.** Ενεργειακό κέρδος καλλιέργειας ηλίανθου ως συνάρτηση των εισροών (Bona et al, 1999)







**Σχήμα 3.** Σύγκριση μεθυλεστέρων διαφόρων φυτικών ελαίων όσον αφορά το ιξώδες τους και τα χαρακτηριστικά λεπτοδιαμερισμού καυσίμου με βάση τη μέση διάμετρο Sauter.

Προβλεφθέντα ιξώδη στους 40° C για 15 μεθυλεστέρες σε αύξουσα σειρά μοριακού βάρους: Προβλεφθέντες μέσες διαμέτροι Sauter για 15 μεθυλεστέρες σε αύξουσα σειρά βάρους: μοριακού βάρους

1, λάδι καρύδας 2, βούτυρο 3 φοινικέλαιο 4 beef tallow; 5, lard 6, λάδι βαμβακόσπορου 7, ελαιόλαδο 8, λάδι σόγιας 9, αραβοσιτέλαιο 10, φυστικέλαιο 11, λάδι κάρδαμου 12, ηλιέλαιο 13, canola; 14, sunola; 15, λάδι ελαιοκράμβης.

Είναι ενδιαφέρον ακόμη να αναφερθεί το γεγονός ότι ο μεθυλικός εστέρας του ηλίανθου παρουσιάζει καλύτερα χαρακτηριστικά καυσίμου όπως χαμηλότερο ιξώδες και καλύτερη συμπεριφορά λεπτοδιαμερισμού καυσίμου (fuel atomization) σε σχέση με το μεθυλικό εστέρα της ελαιοκράμβης όπως παρουσιάζεται στα ιστογράμματα που ακολουθούν (Allen and Watts, 2000). Στα πλαίσια πειραματικής μελέτης που έγινε που ο σκοπός της ήταν να εξετασθούν 4 ποικιλίες ηλίανθου όσον αφορά την απόδοσή τους σε σπόρο και ενεργειακό κέρδος, υπολογιζόμενο με βάση τις ενεργειακές εισροές και εκροές, με τις πρώτες να διαφοροποιούνται στο εσωτερικό του πειραματικού τεμαχίου ώστε να γίνει δυνατή η παρατήρηση της επίδρασης αυτών στην απόδοση σε σπόρο και λάδι, κι επομένως και στο ενεργειακό ισοζύγιο. Επιπλέον, ακολούθησε προσδιορισμός βασικών ιδιοτήτων των παραγόμενων λαδιών ύστερα από εργαστηριακές αναλύσεις που διεξήχθησαν στο Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών της Σχολής Χημικών

Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, με σκοπό την παρατήρηση τυχόν επίδρασης των διαφόρων παραγόντων (ποικιλίας και ενεργειακών εισροών) στις ιδιότητες των ελαίων. Αναφέρονται χαρακτηριστικά μερικές από τις ιδιότητες που καθορίστηκαν: Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη, σημείο ανάφλεξης, υπόλειμμα άνθρακα, τέφρα, θείο, αριθμός κετανίου, ιξώδες, σημείο ροής, πυκνότητα.

Οι ποικιλίες του ηλιάνθου που εξετάστηκαν ήταν  $V_1 = \text{Golden Wordls}$  (Ελληνικό υβρίδιο),  $V_2 = \text{Panter}$  (Ιταλικό υβρίδιο),  $V_3 = \text{Peredovic}$  (Ισπανική ποικιλία) και  $V_4 = \text{Turbo}$  (Ελληνικό υβρίδιο). Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν ένας πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο τριών παραγόντων  $4 \times 3 \times 2$  σε υπαίθριο πειραματικό αγρό με τρεις επαναλήψεις. Έτσι ο αριθμός των επιμέρους τεμαχίων (Plots) του πειραματικού αγρού που προέκυψαν ήταν 72 που αποτέλεσαν και τα δείγματα του πειράματος. Ο πειραματικός αγρός είχε συνολική έκταση 0,2808 ha.

**Πίνακας 13.** Αποδόσεις των τεσσάρων ποικιλιών (t/ha)

Ποικιλία	Σπόρος		Λάδι		Φυτομάζα	
	Min	Max	Min	Max	Min	max
V1	4,49	5,27	1,81	2,06	7,28	9,62
V2	3,77	5,29	1,19	1,68	5,43	8,56
V3	3,02	4,21	0,98	1,62	5,3	8,83
V4	4,23	4,96	1,33	1,76	4,48	12,19

Οι τρεις παράγοντες του πειράματος ήταν πρώτον η εφαρμογή άρδευσης, σε τρεις επεμβάσεις:  $I_1 = 25\%$ ,  $I_2 = 50\%$  και  $I_3 = 100\%$  της δυναμικής εξατμισοδιαπνοής (Potential Evapotranspiration, PET), δηλαδή σε συνολικές ποσότητες εφαρμογής άρδευσης  $I_1 = 800 \text{ m}^3/\text{ha}$ ,  $I_2 = 1400 \text{ m}^3/\text{ha}$  και  $I_3 = 2480 \text{ m}^3/\text{ha}$ , δεύτερον οι 4 ποικιλίες και τρίτος παράγοντας η λίπανση αζώτου, στις επεμβάσεις  $N_1 = 150 \text{ kg N/ha}$  (500 kg λιπάσματος (33-0-0)/ha) και  $N_0 = 0 \text{ kg N/ha}$ . Η λίπανση φωσφόρου και καλίου εφαρμόστηκε σε όλα τα plots του πειραματικού τεμαχίου στις ποσότητες των  $100 \text{ kg P}_2\text{O}_2 (0-46-0)\text{ha}^{-1}$  και  $200 \text{ kg K}_2\text{O} (0-0-50)\text{ha}^{-1}$ . Η ποσότητα σπόρων που σπάρθηκαν ήταν  $4\text{kg/ha}$  και ο έλεγχος των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε με  $1.7 \text{ It/ha}$  ζιζανιοκτόνου Linagan 50%. Ο υπολογισμός του ενεργειακού ισοζυγίου έγινε με βάση τις αντίστοιχες ενεργειακές ισοτιμίες από τη βιβλιογραφία, που αφορούν τις πραγματικές ενεργειακές εισροές και εκροές, ενώ ο προσδιορισμός των ιδιοτήτων καυσίμου των ελαίων στο εργαστήριο διεξήχθη σύμφωνα με τα αντίστοιχα πρότυπα δοκιμών. Η πειραματική καλλιέργεια απέδειξε ότι οι αυξημένες ενεργειακές εισροές δεν ευνόησαν την παραγωγή με αποτέλεσμα να ελαχιστοποιούν το ενεργειακό ισοζύγιο. Η αποφυγή της περισσότερο δαπανηρής ενεργειακά αζωτούχου λίπανσης μπορεί να οδηγήσει σε υψηλό ενεργειακό όφελος ενώ αξιοσημείωτη είναι η

παρατήρηση χαμηλότερων τιμών ιξώδους στο παραγόμενο λάδι από εδάφη που δεν είχαν αζωτούχο λίπανση.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**Πίνακας 14.** Χαρακτηριστικά παραγωγής ενεργειακής κατανάλωσης για συλλογή, φόρτωση, μεταφόρτωση και εκφόρτωση των κότσαλων ηλίανθου σε 1Km (υγρασία 15%)

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

ΧΩΡΕΣ	ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

## 2.7.Σακχαρότευτλα

Βοτανική κατάταξη

Το ζαχαρότευτλο από το οποίο εξάγεται η ζάχαρη είναι το *Beta vulgaris* L. (2π=18) της οικογένειας *Chenopodiaceae*. Στο ίδιο όμως είδος ανήκουν τα λαχανοκομικά τεύτλα (κοκκινογούλια ή παντζάρια), τα φυλλώδη τεύτλα (leaf beets) και τα κτηνοτροφικά τεύτλα. Τα κτηνοτροφικά τεύτλα είναι παρόμοια με τα ζαχαρότευτλα, αλλά η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι 8-10% έναντι 14-20% των ζαχαρότευτλων. Ορισμένοι θεωρούν το

ζαχαρότευτλο ως ιδιαίτερο είδος, το B.Saccharifera. Είναι διετές φυτό. Η συγκομιδή του για βιομηχανική χρήση γίνεται τον πρώτο χρόνο, τον δεύτερο χρόνο ανθοφορεί και παράγει σπόρους.

### **Καταγωγή και διάδοση**

Είναι καλλιέργεια της εύκρατης ζώνης του βόρειου ημισφαιρίου και κυρίως της Ευρώπης. Στο νότιο ημισφαίριο καλλιεργείται ελάχιστα, γιατί εκεί ευδοκμεί το ζαχαροκάλαμο. Η παγκόσμια έκταση που καλύπτουν τα ζαχαρότευτλα ανέρχεται σε 80 εκατ. στρέμματα και η μέση τιμή για το στρέμμα το ζάχαρο είναι περίπου 375kg. Για την Ελλάδα οι τιμές στρέμματος σακχάρου γύρω στο 750 θεωρούνται οριακές. Κύριες παραγωγικές χώρες είναι η πρώην Σοβιετική Ένωση, η Γερμανία, η Τσεχία, η Σλοβακία, η Γαλλία, η Πολωνία και οι Η.Π.Α.. Η Ε. Ε. παράγει περίπου το 35-40% της παγκόσμιας παραγωγής και οι χώρες του πρώην ανατολικού συνασπισμού περίπου το ίδιο ποσοστό. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις παρατηρούνται σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης, ενώ οι αποδόσεις στις Μεσογειακές χώρες παρουσιάζουν διακυμάνσεις, λόγω των καιρικών συνθηκών και των προσβολών από ασθένειες.

### **Ποιοτικά χαρακτηριστικά ζαχαρότευτλου**

Κύριος στόχος των μονάδων επεξεργασίας τεύτλων είναι να εξάγουν από την περιεχόμενη σε αυτά ζάχαρη με κατά το δυνατό μικρότερο κόστος. Η αποτελεσματικότητα ως προς την επεξεργασία των τεύτλων εξαρτάται από τον εξοπλισμό που διαθέτει η κάθε μονάδα και τη διαδικασία που εφαρμόζει, καθορίζεται όμως κυρίως από την ποιότητα των ριζών. Η ποιότητα δεν είναι ένας απλός παράγοντας, ώστε να μπορεί να προσδιοριστεί και να αποδοθεί με μία τιμή, αλλά ο συνδυασμός όλων των φυσικών και χημικών χαρακτηριστικών του τεύτλου που επηρεάζουν την παραγωγή της ζάχαρης ή των υποπροϊόντων του τεύτλου σε σχέση με το κόστος παραγωγής. (Γαλιανούλου-Σενδούκα, 2002, Στρουθόπουλος, 1995).

Η ποιότητα των ριζών καθορίζεται από δύο βασικούς παράγοντες: από την περιεκτικότητα τους σε ζάχαρη και από την καθαρότητα του χυμού από τον οποίο εξάγεται η ζάχαρη.

### **Σακχαρικός τίτλος (POL)**

Το ποσοστό της ζάχαρης των ριζών ονομάζεται σακχαρικός τίτλος. Ο σακχαρικός τίτλος στην χώρα μας κυμαίνεται στις διάφορες περιοχές από 13-17% και ο μέσος όρος

όλων των περιοχών ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες κάθε χρονιάς, από 14-15%, με απόδοση ριζών 5,0-7,0 tn/στρ.

Στις χώρες της Β. Ευρώπης ο σακχαρικός τίτλος είναι μεγαλύτερος (17%) η απόδοση όμως ριζών μικρότερη, 4,5-5,0 tn/στρ. Ο μικρότερος σακχαρικός τίτλος οφείλεται στις υψηλότερες θερμοκρασίες του καλοκαιριού και του φθινοπώρου που επικρατούν στην χώρα μας και οι οποίες επηρεάζουν σημαντικά την αποθήκευση της σακχαρόζης στη ρίζα. Ο σακχαρικός τίτλος επηρεάζεται επίσης από την ποικιλία, τις εδαφικές συνθήκες και κυρίως τη διαθεσιμότητα του αζώτου, την εποχή σποράς και τη βλαστική περίοδο, τον πληθυσμό φυτών, την άρδευση, τους εχθρούς και τις ασθένειες και τις συνθήκες αποθήκευσης των ριζών. Με τις συνθήκες διεξαγωγής της τευτλοκαλλιέργειας στον τόπο μας, όταν η συγκομιδή γίνεται στην αρχή της καμπάνιας του εργοστασίου (συνήθως μέσα Αυγούστου), παρατηρείται χαμηλό ανά στρέμμα το σάκχαρο και όταν γίνεται προς το τέλος της καμπάνιας (τέλος Νοεμβρίου) παρατηρείται χαμηλός σακχαρικός τίτλος.

Στοιχειομετρική απόδοση αιθανόλης από σακχαρόζη :

Παραλαμβάνονται 538kg αιθανόλης ανά τόνο σακχαρόζης

Είτε 630lt αιθανόλης ανά τόνο σακχαρόζης (πυκνότητα αιθανόλης 0,789 g/ml )

Η μέγιστη θεωρητική απόδοση αιθανόλης από σακχαρόζη είναι 94,5% της στοιχειομετρικής.

Δηλαδή αιθανόλη 508,4 kg αιθανόλης / τόνο σακχαρόζης είτε 644 lt αιθανόλης / τόνο σακχαρόζης. Η πρακτική της βιομηχανικής τεχνικής είτε απόδοσης από σακχαρόζη 87% της στοιχειομετρικής δηλαδή 468 kg αιθανόλης / τόνο σακχαρόζης είτε 529 lt / τόνο σακχαρόζης.

Ο υπολογισμός απόδοσης αιθανόλης από ζαχαρότευτλα που η περιεκτικότητά τους σε σακχαρόζη είναι 14,3% οπότε η σακχαρόζη είναι 143 kg αιθανόλης τεύτλων /ton.Οπότε αν λάβουμε υπόψη την πρακτική της βιομηχανικής τεχνικής απόδοσης σε αιθανόλη από σακχαρόζη τότε προκύπτει ότι από 1 τόνο τεύτλων παράγονται 67kg η 85 lt αιθανόλης.

### Πίνακας 15. Εκτίμηση της παραγωγής αιθανόλης στο ζαχαουργείο

Απόδοση βιοαιθανόλης	Απόδοση βιοαιθανόλη		Απόδοση σε CO <sub>2</sub>
lit αιθανόλη /στρέμμα σταριού	Kg παραπροϊόντα/lit αιθανόλη	Kg παραπροϊόντα/ kg σταριού	Kg CO <sub>2</sub> / kg αιθανόλη
(A)0,367	(A)0,899	(A)0,330	(A)0,72
(B)0,381	(B)0,855	(B)0,326	(B)0,68

(A)Πηγή LowC,2004.

(B)Πηγή Punter,2004.

Η επιθυμητή υψηλή περιεκτικότητα των ριζών σε σακχαρόζη (POL) δεν είναι ολοκληρωμένο κριτήριο ποιότητας γιατί η ικανότητα παραλαβής της σακχαρόζης σε κρυσταλλική μορφή εξαρτάται από την καθαρότητα του χυμού (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002). Ο βαθμός και ο τρόπος επίδρασης της καθαρότητας του ακατέργαστου χυμού στην παραγωγή αιθανόλης δεν είναι γνωστός.

#### Καθαρότητα χυμού(Q)

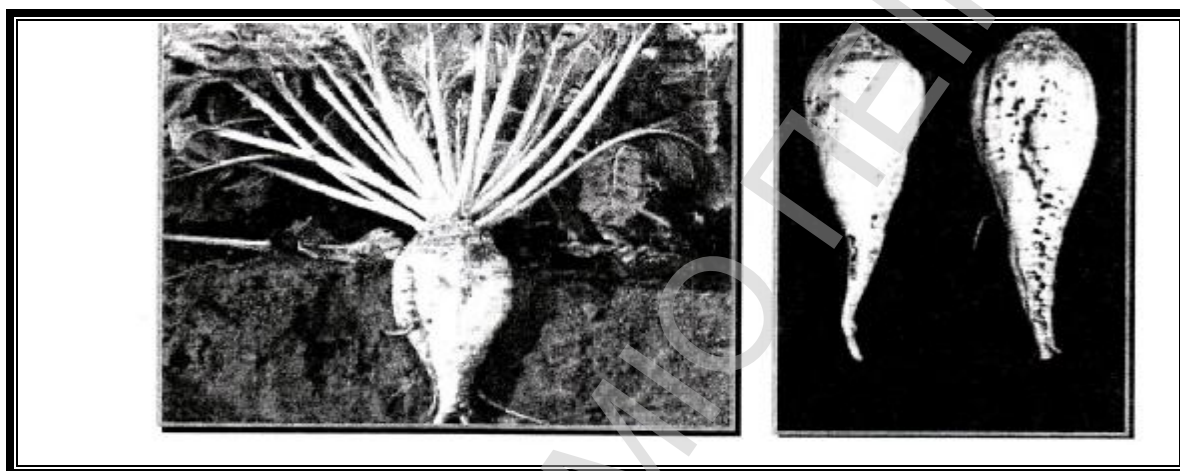
Η καθαρότητα εκφράζεται ως ποσοστό της σακχαρόζης προς τα ολικά διαλυτά συστατικά και προσδιορίζει το ποσοστό των ζαχάρων που θα εξαχθεί κατά την επεξεργασία ως κρυσταλλική ζάχαρη. Το ποσοστό των σακχάρων που δεν κρυσταλλοποιείται παραμένει στις μελάσες. (καθαρότητα χυμού,  $Q = \text{Pol}/\text{Brix} \cdot 100$ ) (Γαλανοπούλου- Σενδούκα,2002)

Το ποσοστό του συνόλου των διαλυτών συστατικών (ζάχαρα και μη ζάχαρα) του τεύτλου στο χυμό συμπίεσης καθώς επίσης στον ακατέργαστο, αραιό και πυκνό χυμό ονομάζεται Brix. Η μεγαλύτερη αναλογία των μη σακχάρων συνεπάγεται μελάσες με μεγαλύτερο ποσοστό σακχάρων. (Γαλανοπούλου-Σενδούκα, 2002)

Επιδίωξη επομένως των βελτιωτών, αλλά και της καλλιεργητικής τεχνικής, είναι η παραγωγή ριζών με κατά το δυνατό μικρότερο ποσοστό διαλυτών συστατικών μη ζαχαρούχων. Υπάρχει βέβαια ένα ελάχιστο όριο ως προς το ποσοστό αυτό, γιατί π.χ. τα αμινοξέα είναι τελείως απαραίτητα για την αύξηση και ανάπτυξη του φυτού.

## Βοτανική περιγραφή

Το ώριμο ζαχαρότευτλο έχει επίμηκες, αποοειδές σχήμα και αποτελείται από τρία μέρη: τη ρίζα, όπου υπάρχουν οι αποθησαυριστικές ουσίες, τον λαιμό, που είναι το φαρδύτερο μέρος του τεύτλου, όπου και γίνεται η κοπή του κατά τη συγκομιδή, και τη στεφάνη, η οποία αποτελείται από την κορυφή (apex) και τα φύλλα που εκφύονται στο λαιμό σε σπειροειδή διάταξη (ροζέττα). Τα μέρη του ζαχαρότευτλου φαίνονται στην ακόλουθη εικόνα.



Σχήμα 4. Οι ρίζες των ζαχαρότευτλων



## **Ρίζα:**

Η ρίζα έχει κωνικό σχήμα και καταλήγει σε λεπτή πασσαλώδη ρίζα. Το βάθος της ρίζας μπορεί να φθάσει τα 150-180 οιπ. Μερικές φορές σχηματίζει διακλαδώσεις, που είναι ανεπιθύμητες για τη βιομηχανία. Περιβάλλεται από εξωτερικό φυλλώδες στρώμα με χρώμα κιτρινόλευκο. Το χρώμα της σάρκας είναι λευκό-ζαχαρί και μόνο σε κατώτερης ποιότητας ποικιλίες είναι κίτρινο ή άλλου χρώματος. Το μήκος, η διάμετρος και το βάθος, όπου αναπτύσσεται η σαρκώδης ρίζα του ζαχαρότευτλου, παραλλάσσει αναλόγως των γενετικών και οικολογικών παραγόντων. Η εγκάρσια τομή της ρίζας έχει γενικώς κανονικό κυκλικό σχήμα (δεν υπάρχουν βαθιές αυλακώσεις στην περιφέρεια), στο κέντρο εμφανίζει αστεροειδές σχήμα και περιφερειακά υπάρχουν οι δακτύλιοι αυξήσεως. Η ρίζα είναι το αποθησαυριστικό όργανο του φυτού και περιέχει περίπου το 90% της ζάχαρης, ενώ το υπόλοιπο 10% περιέχεται στην κορυφή.

## **Κλίμα**

Οι σπουδαιότεροι κλιματολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των ζαχαρότευτλων είναι η θερμοκρασία ημέρας και νύχτας, το μήκος ημέρας, η ένταση φωτός, η ατμοσφαιρική υγρασία, η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και η κίνηση του αέρα.

## **Θερμοκρασία**

η άριστη θερμοκρασία για την καθαρή φωτοσύνθεση και συνεπώς για παραγωγή σακχαρόζης είναι 19-22°C. Υψηλότερες θερμοκρασίες είναι επιζήμιες κυρίως κατά το τέλος της περιόδου, όταν γίνεται η εντατική αποθήκευση σακχαρόζης στη ρίζα. Φαίνεται όμως ότι μεγαλύτερη σημασία από τις απόλυτες τιμές της θερμοκρασίας έχει το θερμομετρικό εύρος. Έχει βρεθεί ότι όσο υψηλότερη γίνεται η θερμοκρασία της ημέρας τόσο υψηλότερη είναι και η άριστη θερμοκρασία της νύχτας για να μεγιστοποιηθεί η συγκέντρωση σακχάρου. Έτσι εξηγούνται οι υψηλές αποδόσεις (ριζών και περιεκτικότητα σε σάκχαρο) στην Καλιφόρνια. Ελλάδα, Ιταλία κ.α., όπου η θερμοκρασία ημέρας υπερβαίνει κάποτε και τους 38°0.

Το ποσοστό σακχάρου στη ρίζα επηρεάζεται κυρίως από τον καιρό στο τέλος της εποχής, ενώ η συνολική ποσότητα του επηρεάζεται από τον καιρό που επικράτησε όλη την περίοδο. Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι επίσης αποτέλεσμα της ορμονικής ισορροπίας του φυτού.

## Υγρασία:

Ως προς της υγρασία το ζαχαρότευτλο είναι απαιτητικό φυτό, παρόλο που ο συντελεστής διαπνοής είναι χαμηλός (240-400), γιατί σχηματίζει πλούσια φυτική μάζα. Έτσι, σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα η καλλιέργεια πρέπει να είναι αρδευόμενη. Οι αρδεύσεις πρέπει να δίνονται πριν διψάσουν τα φυτά. Τις μεγαλύτερες ανάγκες έχει το φυτό κατά το μέσο της περιόδου αναπτύξεως του, ενώ η άρδευση πρέπει να αποφεύγεται κατά το τέλος της περιόδου, γιατί μειώνεται η περιεκτικότητα των ριζών σε σακχαρόζη. Οι κύριες επιδράσεις της στέρησης ύδατος είναι το κλείσιμο των στοματίων και κατά συνέπεια η μείωση της φωτοσύνθεσης, η καθυστέρηση έκπτυξης των φύλλων και η πρόωρη γήρανση των φύλλων.

Φως: ως προς το φως το ζαχαρότευτλο ευνοείται από μέση ένταση. Πολύ υψηλή ή χαμηλή ένταση μπορεί να προκαλέσει μείωση του ποσοστού του σακχάρου. Βασικός στόχος σε μια καλλιέργεια ζαχαρότευτλων για την αύξηση της παραγωγικότητας είναι η μεγιστοποίηση της δέσμμευσης της ηλιακής ακτινοβολίας.

Έδαφος: οι εδαφικές απαιτήσεις του φυτού έχουν ιδιαίτερη σημασία. Ευδοκίμει σε εδάφη βαθιά, με καλή στράγγιση, πηλώδη έως αμμοπηλώδη, πλούσια σε οργανική ουσία, γόνιμα έως μέσης γονιμότητας, με PH 7-8 και απαλλαγμένα από πέτρες και χαλίκια, που παραμορφώνουν τις ρίζες και δυσκολεύουν την εξαγωγή τους.

Με τις συνθήκες διεξαγωγής της τευτλοκαλλιέργειας στον τόπο μας, όταν η συγκομιδή γίνεται στην αρχή της καμπάνιας του εργοστασίου (συνήθως μέσα Αυγούστου), παρατηρείται χαμηλό ανά στρέμμα το σάκχαρο και όταν γίνεται προς το τέλος της καμπάνιας (τέλος Νοεμβρίου) παρατηρείται χαμηλός σακχαρικός τίτλος.

Τα ζαχαρότευτλα, σε όλη την πορεία του βιολογικού τους κύκλου, σχηματίζουν πολύπλοκες ενώσεις, η ποσότητα και η φύση των οποίων στον χυμό ασκεί ειδική επίδραση στην ποσότητα του σακχάρου που μπορεί να εξαχθεί από τα τεύτλα κατά τη βιομηχανική τους επεξεργασία. Π.χ. ορισμένες αζωτούχες ενώσεις, κυρίως αμινοξέα, που αναφέρονται ως "επιβλαβές άζωτο", παρεμποδίζουν την κρυσταλλοποίηση της ζάχαρης σε πολλαπλάσιο βαθμό αναλογικώς με την ποσότητα τους, με αποτέλεσμα η ζάχαρη που δεν κρυσταλλοποιείται να πηγαίνει στις μελάσες.

Σημαντική επίδραση στον βαθμό καθαρότητας ασκούν πολλοί παράγοντες, όπως η αζωτούχος λίπανση, η πυκνότητα του πληθυσμού φυτών κ.α. (Harvey & Dutton 1993).

Η ρίζα των ζαχαρότευτλων περιέχει κατά μέσο όρο: 75% νερό και 25% ξηρά ουσία, η οποία αποτελείται κατά τα 4/5 από διαλυτά συστατικά και κατά το 1/5 από αδιάλυτα.

Τα διαλυτά συστατικά είναι η σακχαρόζη, διάφορες οργανικές ουσίες και ανόργανα άλατα κατά τα εξής περίπου ποσοστά επί του βάρους της ρίζας:σακχαρόζη 16% (μέγιστη τιμή για τα Ελληνικά δεδομένα), αζωτούχες ουσίες 1.8, μη αζωτούχες 1.4, ανόργανα άλατα 0.8. Τη μεγαλύτερη επίδραση στη μη κρυστάλλωση της ζάχαρης έχουν τα διαλυτά αζωτούχα συστατικά και τα μη αζωτούχα οργανικά οξέα, τα οποία αυξάνουν, όταν παρατηρείται υπερβολική ταχύτητα του βαθμού ανάπτυξης των τεύτλων. Ανεπιθύμητα επίσης συστατικά είναι το κάλιο και το νάτριο τα οποία πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, πέραν των αμινοξέων, για τον καθορισμό και επηρεασμό των ζαχάρων που καταφεύγουν στις μελάσες.

Οι εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα των ριζών είναι πολλοί και κατατάσσονται σε γενετικού, περιβαλλοντικούς και καλλιεργητικούς. Μερικοί από αυτούς αναφέρονται παρακάτω

Κλιματικοί παράγοντες. Ξηρός καιρός κατά το φθινόπωρο αυξάνει τον σακχαρικό τίτλο, ενώ αντιθέτως θερμό και ξηρό καλοκαίρι τον περιορίζει, γιατί αυξάνει και το επίπεδο των αμινοξέων. Παρατεταμένος και έντονος φωτισμός αυξάνει τη φωτοσύνθεση και συνεπώς της σύνθεση της ζάχαρης και παράλληλα οι όχι πολύ θερμές ημέρες και οι δροσερές νύχτες περιορίζουν την απώλεια ζάχαρης λόγω αναπνοής. Ένας από τους βασικούς κλιματικούς παράγοντες που μειώνει την ποιότητα είναι η ψύξη των ώριμων ριζών, ή οποία όμως για της Ελλάδα δεν έχει πρακτική σημασία.

### **Ποικιλία.**

Υπάρχουν πολύ σημαντικές διαφορές μεταξύ των εμπορικών ποικιλιών που υπερβαίνουν το 1% ως προς τον σακχαρικό τίτλο και το 1% ως προς την τιμή καθαρότητας. Οι βελτιωμένες ποικιλίες θεωρείται ότι έφθασαν το ανώτερο επίπεδο περιεκτικότητας σε ζάχαρη και επομένως η περαιτέρω βελτίωση πρέπει να στραφεί στη μείωση των ανεπιθύμητων ουσιών.

### **Άζωτο.**

Ασκεί ίσως τη μεγαλύτερη επίδραση στη διαμόρφωση της ποιότητας. Με βάση τα πολυάριθμα πειράματα, υπάρχει ένα άριστο επίπεδο αζωτούχου λιπάνσεως που μεγιστοποιεί το ανά στρέμμα το ζάχαρο, το άριστο όμως αυτό επίπεδο παραλλάσσει αναλόγως των συνθηκών από 5-18kg/στρ. και συχνότερα από 8-21kg/στρ. (σε διεθνές επίπεδο). Σε όλες τις περιπτώσεις η ελάττωση του N είχε ως αποτέλεσμα να παρουσιάζουν τα τεύτλα υψηλότερη και καθαρότερη σακχαρόζη. Γενικότερος στόχος είναι να έχει το

φυτό επαρκές άζωτο για τα αυξητικά και αναπτυξιακά του στάδια, αλλά, όταν συγκομίζεται, να βρίσκεται, κατά το δυνατό, σε κατάσταση αζωτοπενίας.

Ημερομηνία σποράς και βλαστική περίοδος. Μακρύς βιολογικός κύκλος εξαντλεί το διαθέσιμο N και ευνοεί την ποιότητα, ενώ αντιθέτως η σμίκρυνση της βλαστικής περιόδου μειώνει την ποιότητα.

**Πληθυσμός φυτών.** Η πυκνότητα της φυτείας επηρεάζει το μέγεθος των ριζών και τη διαθεσιμότητα του N συνεπώς και την ποιότητα.

**Νερό.** Επηρεάζει ποικιλοτρόπως την ποιότητα των ριζών, π.χ. άρδευση ή βροχή κοντά στην περίοδο συγκομιδής μπορεί να θέσει στη διάθεση των φυτών πολύ N και επομένως να μειώσει την ποιότητα.

Προσβολές από εχθρούς και ασθένειες, ύπαρξη ζιζανίων και ζημιές από παγετούς και χαλάζι. Η σημασία τους έχει αναπτυχθεί. Επισημαίνεται η ανάγκη, στα πλαίσια της νέας γεωργίας της φιλικής προς το περιβάλλον, να εφαρμόζονται μέθοδοι ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των φυτοπαράσιτων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η χρήση των χημικών σκευασμάτων που σήμερα είναι αυξημένη στην τευτλοκαλλιέργεια. Η ποιότητα βέβαια της παραγόμενης ζάχαρης δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τη χρήση αγροχημικών, οι μελάσες όμως, που χρησιμοποιούνται ως κτηνοτροφή καθώς και για άλλους σκοπούς, πρέπει να είναι απαλλαγμένες από υπολείμματα φυτοφαρμάκων (ιδιαίτερα ζιζανιοκτόνων).

Επιμελημένη κοπή των κορυφών και απομάκρυνση των φύλλων. Οι κορυφές πρέπει να απομακρύνονται, γιατί περιέχουν 3-4 εκατοστιαίες μονάδες λιγότερη σακχαρόζη (άρα είναι αντικονομική) και σχεδόν διπλάσια ποσότητα ζάχαρης που παραμένει στις μελάσες και δεν κρυσταλλοποιείται. Τα φύλλα δεν περιέχουν πρακτικώς ζάχαρη και επιπλέον περιέχουν μεγάλο ποσοστό ουσιών που μειώνουν την καθαρότητα της ζάχαρης. Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη παραλλάσσει και μέσα στην ίδια ρίζα. Η μέγιστη τιμή παρουσιάζεται λίγο πιο επάνω από το μέσο της ρίζας και μειώνεται προοδευτικώς προς τα δύο άκρα.

Διατήρηση των τεύτλων μετά τη συγκομιδή

Παράγοντες μεταχείρισης των τεύτλων στο εργοστάσιο. Γενικώς πρέπει να αποφεύγεται ο τραυματισμός των ριζών.

Επιδίωξη είναι η ενίσχυση της παραγωγής τεύτλων με υψηλό σακχαρικό τίτλο και καθαρότητα, ώστε να μειωθεί το κόστος συγκομιδής και μεταφοράς, να μικρύνει η καμπάνια και να αυξηθεί η αποτελεσματικότητα των ζαχαρουργείων.

### **2.7.1.Σημασία για την Ελλάδα**

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι ελεγχόμενη από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης και οι παραγωγοί συνάπτουν συμβόλαιο με την Εταιρεία, η οποία τους εξασφαλίζει μία εγγυημένη τιμή παράδοσης των τεύτλων τους. Τον τελευταίο χρόνο, μετά την ανακοίνωση της απόφασης κλεισίματος του εργοστασίου στη Λάρισα, ένας μεγάλος αριθμός καλλιεργητών έχει μείνει "μετέωρος" ενώ τα ασαφή πλάνα για την πορεία του εργοστασίου καλλιέργησαν κλίμα ανασφάλειας με αποτέλεσμα φέτος, παρά τις όποιες προσπάθειες από πλευράς EBZ, να παρατηρείται μειωμένη ζήτηση τευτλόσπορου.

**Πίνακας 16.** Ποσοτώσεις Ευρωπαϊκές και Εθνικές για παραγωγή ζάχαρης  
(Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης – Κανονισμός (ΕΚ) 318/2006,  
247/2007)

	Τόνοι ζάχαρης	Τόνοι ζάχαρης
Κράτη μέλη περιφέρειας	Περίοδος εμπορίας 2006/2007	Περίοδος εμπορίας 2007/2008
Βέλγιο	813812	862077
Βουλγαρία		4752
Τσεχική Δημοκρατία	454862	367937
Δανία	420746	420746
Γερμανία	3416896	3655455
Ιρλανδία	199260	0
Ελλάδα	317502	158702
Ισπανία	996961	887163
Γαλλία (μητροπολιτική)	3288747	3640441
Γαλλία υπερπόντια διαμ/σματα	480245	480244
Ιταλία	1557443	753845
Λεττονία	66505	0
Λιθουανία	103010	103010
Ουγγαρία	401684	298591
Κάτω Χώρες	864560	876560
Αυστρία	387326	405812
Πολωνία	1671926	1772477
Πορτογαλία (ηπειρωτική)	69718	15000
Αυτόνομη περιφέρεια Αζορών	9953	9953
Ρουμανία		109164
Σλοβενία	52973	0
Σλοβακία	207432	140031
Φινλανδία	146087	90000
Σουηδία	3682623	325700
Ηνωμένο Βασίλειο	1138627	1221474

**Πίνακας 17.** Χαρακτηριστικά παραγωγής ενεργειακής κατανάλωσης για συλλογή, φόρτωση, μεταφόρτωση και εκφόρτωση των υπολειμμάτων τεύτλων σε 1Km (υγρασία 15%)

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



**Πίνακας 18.** Χαρακτηριστικά παραγωγής ενεργειακής κατανάλωσης για συλλογή, φόρτωση, μεταφόρτωση και εκφόρτωση των υπολειμμάτων σιταριού σε 1Km (υγρασία 15%)

--

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ



### 3.1. Επιχειρηματική δραστηριότητα στο χώρο των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα

Από το 2005 έχει τεθεί σε λειτουργία ένα εργοστάσιο παραγωγής βιοντήζελ δυναμικότητας 40000 τόνων /έτος με συγχρηματοδότηση από το ΕΠΑΝ. Είναι εργοστάσιο συνεχούς παραγωγής και πλήρως αυτοματοποιημένο με την τεχνολογία NOVAOL και βρίσκεται στο Κιλκίς. Ένα αντίστοιχο εργοστάσιο βιοντήζελ από την εταιρία ΕΛΙΝ θυγατρική της ΕΛΙΝΟΙΛ έχει αναλάβει να κατασκευάσει στον Βόλο με χρηματοδότηση ενός μέρους για το κομμάτι της βιομηχανικής έρευνας το ΥΠΑΝ. Όσον αφορά σε χρηματοδότηση για την κατασκευή του έχει ζητηθεί από τον αναπτυξιακό νόμο χρηματοδότηση. Πρόκειται για μονάδα στο Βόλο που έχει δυναμικότητα 40000 τόνους.

Ενδιαφέρον έχει εκδηλώσει η HELLENIC BIODIESEL A.E. να κατασκευάσει εργοστάσιο παραγωγής βιοντήζελ. Η εταιρία έχει το σχέδιο έτοιμο να κατασκευάσει εργοστάσιο παραγωγής βιοντήζελ 40000 τόνων στον Βόλο και έχει πραγματοποιήσει σε εργαστήρια πειράματα σε συνεργασία με την ΦΙΛΙΠΠΑΚ BIOENERGY GROUP.

Θεωρητικό ενδιαφέρον έχει εκδηλωθεί από πολλούς ιδιωτικούς φορείς και τελευταία από εκκοκκιστήρια βαμβακιού και από γεωργικούς συνεταιρισμούς. Ενδεικτικά αναφέρονται η ΕΑΣ Λάρισας, τα εκκοκκιστήρια Παλαιολόγος & Επίλεκτος καθώς κι ο συνεταιρισμός παραγωγής βιομηχανικής τομάτας στο Βόλο .

Για την βιοαιθανόλη η δραστηριότητα έχει ξεκινήσει ήδη όσον αφορά στην Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης για την κατασκευή εργοστασίου παραγωγής βιοαιθανόλης δυναμικότητας 80000 – 120000 τόνων ετησίως. Η τελική απόφαση για την περιοχή και την δυναμικότητα αναμένεται να ληφθεί μετά από την ολοκλήρωση της τεχνοοικονομικής μελέτης.

### **3.2. Βιοκαύσιμα στο Εθνικό ενεργειακό σύστημα το 2006**

Στις αρχές του 2006, μια βορειοελλαδίτικη επιχείρηση στο Κιλκίς, με την ονομασία Ελληνικά Βιοπετρέλαια (ΕΛΒΙ), άρχισε να χρησιμοποιεί εισαγόμενο έλαιο σόγιας (φυτό που δεν καλλιεργείται στη χώρα μας). Το καύσιμο που προκύπτει το πουλάει σε διυλιστήρια είτε των ΕΛΠΕ είτε της Μότορ Όιλ, τα οποία με τη σειρά τους το αναμειγνύουν με το κλασικό ντήζελ κίνησης σε ποσοστό 2% όπως ορίζουν οι Κοινοτικές Οδηγίες (ΤΑ ΝΕΑ , 10/06/2006, Γιώργος Πουλερές ). Το τελικό προϊόν διοχετεύεται κανονικά στην αγορά και πωλείται από τα πρατήρια βενζίνης. Τροφοδοτεί πετρελαιοκίνητα οχήματα αστικά και υπεραστικά λεωφορεία και τρακτέρ, φορτηγά και ταξί , χωρίς να χρειάζεται καμιά μετατροπή στον κινητήρα. Ο επικεφαλής της ΕΛΒΙ ο κ. Μ. Μαρουλάκης από τους πρωτοπόρους στον χώρο των βιοκαυσίμων θεωρεί ότι η τιμή χονδρικής είναι κατά δυο λεπτά του λίτρου υψηλότερη από το παραδοσιακό ντήζελ κίνησης αφού η ζήτηση είναι ακόμη μικρή. Το όφελος ωστόσο για την εταιρία δεν είναι αμελητέο. Η παραγωγή βιοντήζελ της ΕΛΒΙ κοστίζει 750 €/τόνο ενώ τα διυλιστήρια αγοράζουν 800 €/τόνο. Δηλαδή έχει ένα μικτό περιθώριο κέρδους 7%, ενώ το μέσο περιθώριο στην αγορά καυσίμων δεν ξεπερνάει το 5%.

..Η περίπτωση της ΕΛΒΙ δεν είναι η μοναδική ,πληθώρα επιχειρήσεων που παράγουν βιοκαύσιμα δεσμεύουν την πελατεία τους όπως τα διυλιστήρια να απορροφούν μια συγκεκριμένη ποσότητα βιοκαυσίμων. Το μέτρο αυτό είναι κίνητρο για να αυξηθεί η παραγωγή βιοκαυσίμων θα είναι δεσμευτικό έως το 2007.

Όπως έχει αναφέρει ο υπεύθυνος της εταιρίας ΕΛΒΙ η απόσβεση των κεφαλαίων συμβαίνει μέσα σε 7-9 έτη κατά μέσο όρο. Τα έσοδα που προκύπτουν μετά από αυτά τα έτη από την απόσβεση είναι καθαρό έσοδο. Ο υπεύθυνος της ΕΛΒΙ έχει πληροφορήσει ότι κατά το προηγούμενο έτος έχουν παραχθεί 10000 τόνοι βιοντήζελ ,ενώ φέτος η παραγωγή θα φτάσει τους 41000 τόνους.

Ο πρόεδρος της ΕΛΙΝΟΙΑ κ. Χάρης Κυνηγός έχει ήδη ξεκινήσει από το 1999 πουλώντας εισαγόμενο βιοντήζελ από την Αυστρία το οποίο πωλούσε σε 40 πρατήρια στον Έβρο. Από το φθινόπωρο θα τεθεί σε λειτουργία το εργοστάσιο της θυγατρικής της

ΕΛΙΝΟΙΑ ,η ΕΛΙΝ –Βιοκαύσιμα που αποτελεί μονάδα στον Βόλο με δυναμικότητα 40000 τόνων . Το εργοστάσιο θα επεξεργάζεται τα σπορέλαια κατευθείαν, και ερευνά τις προοπτικές συνεργασίας με μεγάλα σποροελαιουργεία.Υπό την προϋπόθεση βέβαια ότι οι αγρότες θα είναι πρόθυμοι να εισέλθουν στην καλλιέργεια των λεγόμενων ενεργειακών φυτών, όπως ο ειδικός τύπος βαμβακιού και τεύτλων, ο γλυκός σόργος, η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος.

Επί του παρόντος στην Ελλάδα οι επιχειρήσεις που παράγουν βιοντίζελ είτε οι επιχειρήσεις που διαχειρίζονται την βιομάζα υπογράφουν συμβάσεις με τους αγρότες που παράγουν τα ενεργειακά φυτά . Άλλοι αναγκάζονται να εισάγουν πρώτη ύλη κυρίως από το εξωτερικό. Εφόσον πάντως εκδηλωθεί ενδιαφέρον εκ μέρους των παραγωγών, τότε, σύμφωνα με μελέτη του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου, το αγροτικό εισόδημα που θα προκύψει από την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών μπορεί να ανέλθει ετησίως σε 300 εκ. ευρώ. Το ΕΜΠ εκτιμά επίσης πως το συναλλαγματικό όφελος από την παραγωγή βιοκαυσίμων στη χώρα μας, από φέτος έως το 2010, θα μπορούσε να φθάσει στα 170 εκ. ευρώ. Το κέρδος από τη μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα από αξιοποίηση των εγχώριων πηγών ανέρχεται στα 35 εκ. ευρώ. Ενώ το κέρδος από τις νέες θέσεις εργασίας στα 4,5 εκ. ευρώ. Οι προβλέψεις για τις μελλοντικές επιδοτήσεις στα ενεργειακά φυτά υπολογίζεται στα 22 εκ. ευρώ. Επίσης υπάρχει εκδήλωση του ενδιαφέροντος από ξένες εταιρείες οι οποίες θέλουν να εισέλθουν στον χώρο με τρεις μονάδες βιοκαυσίμων. Η μια εταιρία με ένα εργοστάσιο προϋπολογισμού 25 εκ.€ που παράγει βιοέλαιο και χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη ελαιοκράμβη και ηλίανθο και το όνομά της είναι Kontect Energy (είναι η θυγατρική της Αυστριακής E-Power) με έδρα τις ακριτικές Φέρρες Έβρου. Άλλη ενδιαφερόμενη εταιρεία για την παραγωγή των βιοκαυσίμων στην χώρα μας και συγκεκριμένα είναι Αμερικανικών συμφερόντων Lemna International, βρίσκεται – μέσω θυγατρικής της – σε διαπραγματεύσεις με τη Νομαρχία Έβρου για την αγορά έκτασης 100 στρεμμάτων στο Τριεθνές για ανέγερση μονάδας βιοαιθανόλης. Από τις διαπραγματεύσεις εξαρτάται η τροφοδοσία του εργοστασίου με τα παραγόμενα από τα περίξ 250000 στρέμματα αρδευομένων εκτάσεων φυτικά είδη . Η ίδια εταιρία ενδιαφέρεται επίσης για επένδυση στην Ελασσόνα όπου προέκυψε συνεργασία με τον Συνεταιρισμό Παραγωγών Ενεργειακών Φυτών της περιοχής . Για αυτό το εργοστάσιο εξασφαλίστηκε η τροφοδοσία με τα ενεργειακά φυτά από 15000-20000 στρεμμάτα ελαιοκράμβης και άλλων ενεργειακών φυτών, όπου θα τα καλλιεργήσουνε 250 παραγωγοί που έχουν υπογράψει σχετικές συμβάσεις. '

Άλλες πληροφορίες που έδωσε ο διευθύνων σύμβουλος της Agroinvest κ. Φαβατάς είναι ήδη κατασκευασθείσα η μονάδα τους με προδιαγραφές 250.000 τόνους η

οποία θα παράγει φέτος 20.000 τόνους βιοντήζελ στην Λαμία . Μεγάλο ενδιαφέρον προκύπτει για την καλλιέργεια ελαιοκράμβης σε όσους ήδη δοκίμασαν φέτος. Ειδικά στη Βόρεια Ελλάδα, Ανατολική Μακεδονία και Θράκη, όσοι έβαλαν, όχι μόνο δηλώνουν ότι θα ξαναβάλουν ελαιοκράμβη, αλλά και ότι θα τετραπλασιάσουν τις καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Εξαιρετικά ενδιαφέροντα στοιχεία προκύπτουν από τον απολογισμό της καλλιεργητικής περιόδου από την εταιρεία Agroinvest, που ολοκλήρωσε την παραλαβή και πληρωμή ποσοτήτων ελαιοκράμβης από τους παραγωγούς με τους οποίους η εταιρεία είχε υπογράψει σύμβαση καλλιέργειας. Η παραλαβή της ελαιοκράμβης από τον τόπο παραγωγής της και η μεταφορά της στο εργοστάσιο της εταιρείας στο Αχλάδι Φθιώτιδας έγινε με φροντίδα και έξοδα της εταιρείας, ενώ η τιμή που καταβλήθηκε στον παραγωγό, όπως άλλωστε προβλεπόταν από την σύμβαση ήταν 250 ευρώ/ τόνο.

Σύμφωνα με τα στελέχη της Agroinvest η ελαιοκράμβη είναι μία καλλιέργεια που δεν είναι γνωστή στους Έλληνες παραγωγούς. Η περσινή χρονιά και η πρώτη που παραγωγοί έσπειραν ελαιοκράμβη σε εκτάσεις που εκφεύγουν της πειραματικής καλλιέργειας και για το λόγο αυτό άλλωστε και ο αριθμός των στρεμμάτων που καλλιεργήθηκαν ήταν περιορισμένος. Κίνητρο για τους παραγωγούς για να ασχοληθούν με την καλλιέργεια αποτέλεσε η στρεμματική ενίσχυση που πέτυχε ανήλθε σε 4,5 ευρώ ανά στρέμμα. Ωστόσο, από τα στοιχεία επιβεβαιώνεται έντονο ενδιαφέρον για την καλλιέργεια για την καλλιέργεια ειδικά στους Νομούς Δράμας, Σερρών και Έβρου.

"Η εμπειρία που μας μεταφέρθηκε από τους παραγωγούς που έσπειραν ελαιοκράμβη ήταν από θετική έως ενθουσιώδης", δηλώνουν τα στελέχη της εταιρείας που έχουν αναπτύξει στενές σχέσεις με τους παραγωγούς με τους οποίους συνεργάζονται. Πολλοί παραγωγοί που είχαν σπείρει εκτάσεις 15-20 στρεμμάτων δηλώνουν έτοιμοι να τετραπλασιάσουν την έκταση στην οποία σκοπεύουν να καλλιεργήσουν ελαιοκράμβη

Βασικός λόγος για το έντονο ενδιαφέρον από πλευράς των παραγωγών είναι "η συμβολαιοποίηση της καλλιέργειας που διασφαλίζει την άμεση παράδοση και πώληση της ποσότητας σε προκαθορισμένη τιμή που γνωρίζει ο παραγωγός εκ των προτέρων καθώς και η στρεμματική ενίσχυση που φαίνεται ότι πρόκειται να αυξηθεί φέτος".

Το γεγονός αυτό κάνει αρκετούς παραγωγούς να μουν στο δίλλημα και να στραφούν προς τις ενεργειακές καλλιέργειες.

Η Agroinvest ήδη έχει ξεκινήσει την σύναψη συμβάσεων για την τρέχουσα καλλιεργητική περίοδο με τους ενδιαφερόμενους παραγωγούς, καθώς πλέον βρισκόμαστε πολύ κοντά στην περίοδο σποράς της ελαιοκράμβης.

Άλλωστε σύμφωνα με την ΚΥΑ του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης που ρυθμίζει τα θέματα τα σχετικά με την είσπραξη της στρεμματικής επιδότησης οι συμβάσεις μεταξύ παραγωγών και βιομηχανίας θα πρέπει να υπογραφούν μέχρι την 1<sup>η</sup> Νοεμβρίου.

Επίσης, σύμφωνα με τον κ. Φαβακά, η κατανομή αδειοδότησης του ΥΠΑΝ είχε την ακόλουθη πορεία: 91000 τόνοι το 2006, 114000 τόνοι το 2007 με σταδιακή αύξηση τους 142000 – 148000 τόνους το 2010. Άλλοι που ετοιμάζονται να μπουν στον χώρο είναι το εργοστάσιο ελαιουργίας Π.Ν.Πέτας στην Πάτρα ενώ στην Χαλκιδική η εταιρία BIOENERGIA από τον κ. Παπαντωνίου ετοιμάζεται να μπουν στον χώρο. Η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης έχει προκηρύξει διαγωνισμούς για την ανάθεση μελέτης για την κατασκευή δυο εργοστασίων. Ενός για την παραγωγή βιοαιθανόλης δυναμικότητας 80.000-130.000 τόνων ετησίως και ενός παραγωγής βιοντήζελ 50.000 τόνων από ελαιοκράμβη. Ανάλογα σχέδια κάνουν και άλλες βιομηχανίες όπως η Χαρτοποιία Θράκης, η Σέλμαν αλλά και η ΔΕΗ που είναι σε πρόγραμμα καλλιέργειας 2000 στρεμμάτων με ενεργειακά φυτά στην Δυτική Μακεδονία και σε εκτάσεις γύρω από τα ορυχεία της ΔΕΗ.

Ο κατάλογος των εταιριών που πήραν αδειοδότηση για παραγωγή βιοκαυσίμων το 2006 είναι ο ακόλουθος:

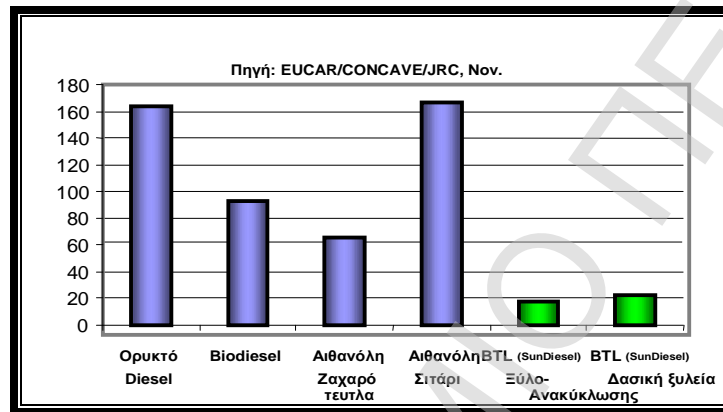
**Πίνακας 19.:** Αδειοδότηση εταιριών παραγωγής βιοκαυσίμων το 2006

ΕΤΑΙΡΙΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ 2006 (σε τόνους)
Κιλκίς (ΕΛΒΙ)	41000
Κιλκίς (Mil Oil Hellas)	300
Βόλος (ΕΛΙΝ)	5000
Πάτρα (Π.Ν. Πέτας)	24000
Θεσσαλονίκη (Vert Oil)	8000
Θεσσαλονίκη (Βιοντήζελ)	1500
Θεσσαλονίκη (Β.Κ. Βιοντήζελ)	400
Λαμία (Agroinvest)	5000
Ξάνθη (Εκκοκιστήρια Β. Ελλάδος)	300
Ξάνθη (Βιοενέργεια)	300
Μύλοι Σόγιας	4000
Λάρισα (Staff Colour)	600
Ηράκλειο (Αφοι Τρούλοι)	100
Βιοενέργεια-Βιοκαύσιμα	500
Σύνολο	91000

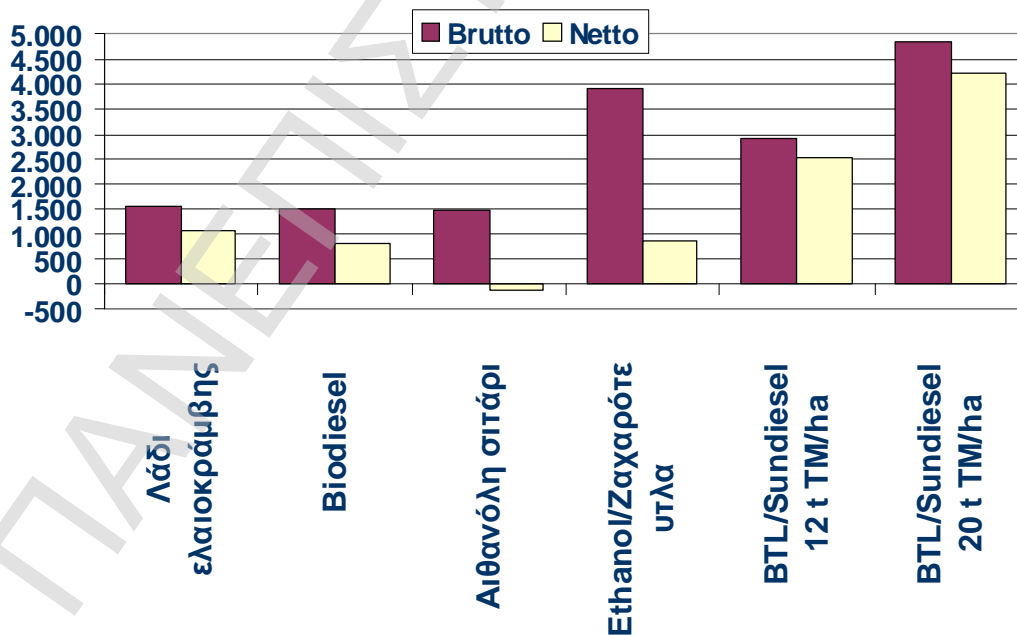
**Πίνακας 20.:** Εταιρείες παραγωγής βιοκαυσίμων που υλοποίησαν τη δέσμευσή τους το 2006

ΕΤΑΙΡΙΑ	ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ 2006 τόνους)
Agroinvest	Αχλάδι Φθιώτιδας	5.000 από Agroinvest
ΕΛΒΙ	Σταυροχώρι Κιλκίς	9.000 συνολική παραγωγή (εκτίμηση): 60000 – 70000
Π.Ν. Πέτας	ΒΙΠΕ Πατρών	
Vert Oil	Πεντάλοφος Θεσσαλονίκης	

**Σχήμα 5.** Σύγκριση ορυκτών καυσίμων και βιοκαυσίμων ως προς τις εκπομπές



**Σχήμα 6.** Παραγωγή βιοκαυσίμου ανά εκτάριο αροτραίας γης σε λίτρα ισοδύναμου diesel



**Πίνακας 21: Αδειοδότηση εταιριών παραγωγής βιοκαυσίμων το 2007**

<b>ΕΤΑΙΡΙΑ</b>	<b>ΤΟΠΟΘΕΣΙΑ</b>	<b>ΠΑΡΑΓΩΓΗ 2007 (σε τόνους)</b>
ΕΛ.ΒΙ. – Ελληνικά Βιοπετρέλαια Α.Β.Ε.Ε.	Σταυροχώρι Κιλκίς	34000
Παύλος Ν. Πέττας Α.Β.Ε.Ε.	ΒΙ.ΠΙΕ. Πατρών	31000
Agroinvest Α.Ε.Β.Ε.	Αχλάδι Φθιώτιδας	11500
Vert Oil Α.Ε.	Άγιος Αθανάσιος Θεσσαλονίκης	9000
ΕΛΙΝΒιοκαύσιμαΑ.Ε.	ΒΙ.ΠΙΕ. Βόλου	8000
Staff Colour – Energy Α.Β.Ε.Ε.	ΒΙ.ΠΙΕ. Λάρισας	5000
ΕΤΒ ΒιοκαύσιμαΑ.Ε.	Εισαγωγή από Cremer Energy GmbH	4000
Βιοντήξελε.Π.Ε.	Άσσηρος Θεσσαλονίκης	3500
Εκκοκκιστήρια-Κλωστήρια Βορείου Ελλάδος Α.Ε.	Βιστωνίδα Ξάνθης	3000
Biodiesel Α.Ε.	Εισαγωγή από Cargill NV και Biofuels Partners srl.	2000
Βιοενέργεια ΠαπαντωνίουΑ.Ε.	ΒΙ.ΠΙΕ. Λάκκωμα Χαλκιδικής	1200
DP Lubrificanti srl.	Εισαγωγή από τη μονάδα της στην Ιταλία	1000
Mil Oil Hellas Α.Ε.	ΒΙ.ΠΙΕ. Κιλκίς	800
Σύνολο		114000



**Πίνακας 22.** Οι ανωτέρω συνολικές ετήσιες ποσότητες ανά δικαιούχο κατανέμονται ανά μήνα, για το έτος 2007, σύμφωνα με το ακόλουθο δεσμευτικό μηνιαίο χρονοδιάγραμμα

A/A	Δικαιούχος εταιρία	ΙΑΝ.	ΦΕΒ.	ΜΑΡ.	ΑΠΡ.	ΜΑΪ.	ΙΟΥΝ.	ΙΟΥΛ.	ΑΥΓ.	ΣΕΠ.	ΟΚΤ.	ΝΟΕ.	ΔΕΚ.
1	Εκκοκιστήρια – Κλωστήρια Βορείου Ελλάδος Α.Ε.	0	0	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300
2	ΕΤΒ Βιοκαύσιμα Α.Ε.	0	0	400	400	400	400	400	400	400	400	400	400
3	Παύλος Ν. Πέττας ΑΒΕΕ	2.700	2.200	2.700	2.500	2.800	2.800	2.800	2.600	2.600	2.500	2.400	2.400
4	Βιοντίζελ ΕΠΕ	0	0	0	300	500	400	400	400	400	400	400	300
5	Biodiesel Α.Ε.	0	0	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
6	Vert Oil Α.Ε.	1.200	600	800	700	800	800	800	700	700	700	600	600
7	Agroinvest ΑΕΒΕ	2.700	600	900	800	900	900	900	800	800	800	700	700
8	Staff Colour Energy ΑΒΕΕ	200	300	550	500	550	550	550	400	450	350	300	300
9	ΕΛ.ΒΙ – Ελληνικά Βιοπετρέλαια ΑΒΕΕ	2.700	2.700	3.000	2.800	3.000	3.000	3.000	2.900	2.900	2.800	2.600	2.600
10	ΕΛΙΝ Βιοκαύσιμα Α.Ε.	0	0	0	0	1.100	1.200	1.200	1.000	1.000	900	800	800
11	Mil Oil Hellas Α.Ε.	0	0	0	0	0	100	150	150	150	100	100	50
12	DP Lubrificanti SRL	0	0	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
13	Βιοενέργεια Παπαντωνίου Α.Ε.	0	0	0	0	0	200	250	200	200	150	100	100
	ΣΥΝΟΛΟ	9500	6400	8950	8600	10650	10950	11050	10150	10200	9700	9000	8850

**Πίνακας 23.**Εγκατεστημένες μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ε.Ε.  
(European Bioethanol Fuel Association 2006)

		Εκ.λίτρα	
Βουλγαρία	Euro Ethyl GmbH (Silistra)	10	Σιτηρά
Τσεχική Δημοκρατία	Agroethanol TTD	20	Ζαχαρότευτλα
Γαλλία	Tereos (Artenay, Morains, Origny Sainte-Benoîte)	128	Ζαχαρότευτλα
	Cristanol (Arcis sur Aube)	150	Ζαχαρότευτλα
	Cristanol / Deulep	40	Ζαχαρότευτλα
	Saint Louis Sucre (Epeville) Ryssen	50	Ζαχαρότευτλα
	Amylum		
Γερμανία	Verbio Vereinigte BioEnergie AG (Zörbig)	100	Σιτηρά
	Verbio Vereinigte BioEnergie AG (Schwedt)	230	Σιτηρά
	KWST (Hannover)	40	Cereals wine alcohol
	CropEnergies AG (Südzucker) (Zeitz)	260	Σιτηρά
	SASOL (Herne)	76	Σιτηρά
Ουγγαρία	Hungrana (Szabadegyhaza)	75	Σιτηρά
	Györ Distillery (Györ)	16	Σιτηρά
Ιταλία	Alcoplus (Ferrara)	42	Σιτηρά
	IMA (Bertolino Group)		Wine alcohol
Λάτβια	Jaunpagastas (Riga)	12	Σιτηρά
Λιθουανία	Biofuture	31	Σιτηρά
Κάτω Χώρες	Royal Nedalco	35	Σιτηρά
Πολωνία	Akwawit (Leszno)	100	Σιτηρά
	Cargill Polska (Wroclaw)	36	Σιτηρά
Ρουμανία	Amochim	18	Σιτηρά
Ισπανία	Ecocarburantes Españoles (Cartagena)	150	Σιτηρά wine alcohol
	Bioetanol Galicia	176	Σιτηρά wine alcohol
	Biocarburantes Castilla & Leon (Salamanca)	195	Σιτηρά
Σουηδία	Agroetanol (Norrköping)	50	Σιτηρά
	SEKAB	100	Wine alcohol
Σύνολο		2,140	Million litres

**Πίνακας 24.** Υπό κατασκευή μονάδες βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. – επιπλέον ποσότητες παραγόμενης Et-OH μέχρι 2008

(European Bioethanol Fuel Association 2006)

Αυστρία	Agrana	240	Σιτηρά
Βέλγιο	BioWanze SA (Wanze)	300	Σιτηρά, ζαχαρότευτλα
	AlcoBioFuels (Gent)	100	Σιτηρά
	Amylum (Aalst)	35	Σιτηρά
Βουλγαρία	Euro Ethyl GmbH (Silistra)	30	Σιτηρά
Τσεχική Δημοκρατία	PLP (Trmice)	100	Σιτηρά
	Agroetanol TTD (Dobrovice)	60	Ζαχαρότευτλα
	Ethanol Energy (Vrdy)	60	Σιτηρά
Γαλλία	Tereos (Lillebonne)	300	Σιτηρά
	Tereos (Origny Sainte – Benoîte)	300	Σιτηρά
	Cristanol I (Bezancourt)	150	Σιτηρά
	AB Bioenergy France (Lacq)	250	Σιτηρά
	SLS/Ryssen (Dunkerque)	100	Raw alcohol
Γερμανία	Nordzucker AG (Klein – Wanzleben)	130	Ζαχαρότευτλα
	Wabio Bioenergie (Bad Köstritz)	8.4	
	CropEnergies (Zeitz)	100	Ζαχαρότευτλα
	Danisco (Anklam)	80	Ζαχαρότευτλα
Ελλάδα	Hellenic Sugar EBZ	150	Ζαχαρότευτλα
Ουγγαρία	Hungrana Kft.	175	Σιτηρά
Κάτω χώρες	Nedalco	200	Σιτηρά
Σλοβακία	Enviral	138	Σιτηρά
Ισπανία	Biocarburantes Castilla & Leon (Salamanca)	5	Straw cellulose
Σουηδία	Agroetanol	39	Σιτηρά
Ηνωμένο Βασίλειο	British Sugar (Downham)	70	Ζαχαρότευτλα
Σύνολο		3.176	

### 3.3. Τα επικρατούντα βιοκαύσιμα στην αγορά σήμερα



#### 3.3.1. Η βιοαιθανόλη

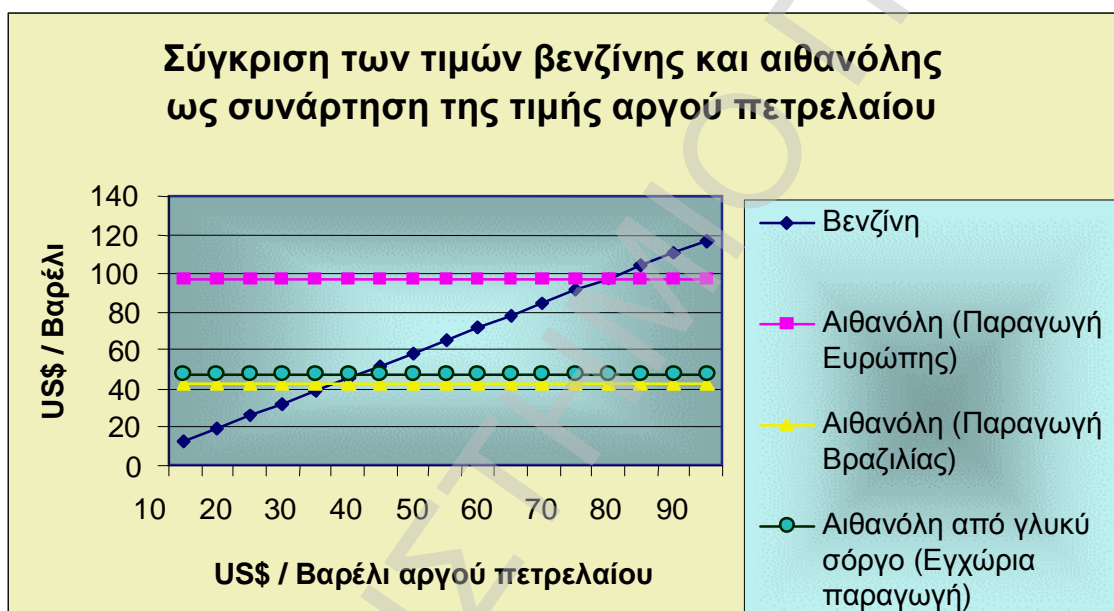
Η τεχνολογία σήμερα στο πεδίο των βιοκαυσίμων θα μπορούσε να διαχωριστεί σε τεχνολογία έτοιμη για μεγάλης κλίμακας εφαρμογές και σε τεχνολογία σε προεμπορικό-επιδεικτικό ή πειραματικό στάδιο. Γενικά βιοκαύσιμα είναι ανανεώσιμα υγρά ή αέρια από φυτά που περιλαμβάνονται σε δύο κατηγορίες είτε στα βιοέλαια και βιοντήζελ είτε στην βιοαιθανόλη. Όπως παράγουμε βιοκαύσιμο εάν αντικατασταθούν ή αναμειχθούν τα φυτικά έλαια με πετρέλαιο

Η **βιοαιθανόλη** από απλά σάκχαρα και αμυλούχες ουσίες είναι ένα υγρό εναλλακτικό καύσιμο με χημικό τύπο  $C_2H_5OH$  και ενεργειακό περιεχόμενο κατά 30% λιγότερο από τη βενζίνη. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μίγματα με βενζίνη ή πετρέλαιο ή αυτούσια σε οχήματα ειδικά για αιθανόλη. Είναι ένα σύνολο χημικών ενώσεων των οποίων τα μόρια έχουν την  $-OH$  ομάδα που συνδέεται με ένα άτομο άνθρακα.

Η βιοαιθανόλη αποτελεί ένα βιοκαύσιμο που παράγεται σε ευρεία κλίμακα από ενεργειακές καλλιέργειες που περιέχουν ένα ελάχιστο ποσοστό σακχάρων ή άλλων ενώσεων που μπορούν να διασπαστούν σε σάκχαρα. Σακχαρούχα και αμυλούχα φυτά που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή της είναι τα ζαχαρότευτλα, το ζαχαροκάλαμο, το γλυκύ σόργο (Στην Ισπανία χρησιμοποιείται και περίσσεια παραγωγής σταφυλιών), και το σιτάρι, ο αραβόσιτος, οι πατάτες. (J. Modl ,2005) Η διαδικασία παραγωγής της συνίσταται στη ζύμωση των σακχάρων ή του αμύλου. Σήμερα

χρησιμοποιούνται μίγματα αιθανόλης 5 ως 10% με βενζίνη. Οι διάφορες κατηγορίες μιγμάτων όπως το καύσιμο E10 η GASHOL που είναι μίξη 10 % αλκοόλη με 90% βενζίνη και το καύσιμο E85 το οποίο ονομάζεται και καύσιμο αιθανόλης που περιέχει 70-85% αιθανόλης και από 15 έως 30% υδρογονάνθρακες. Δεν επιτρέπει ο νόμος την προσθήκη πρόσθετων.

**Σχήμα 7.** Σύγκριση των τιμών βενζίνης και αιθανόλης ως συνάρτηση της τιμής αργού πετρελαίου



Τα καινούρια οχήματα που χρησιμοποιούν τα μίγματα αιθανόλης με μικρή ή καθόλου τροποποίηση είναι πραγματικότητα. Αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η Ford κατασκεύασαν τα Flexible Fuel Vehicles για τις ΗΠΑ, για τη Σουηδία και για την Βραζιλία που μπορούν να χρησιμοποιούν καύσιμα από καθαρή βενζίνη, μέχρι μίγματα 85% αιθανόλης με βενζίνη (E85). Η ένυδρη αλκοόλη (5% νερό) χρησιμοποιείται επίσης αντί του diesel σε λεωφορεία. Στη Βραζιλία η άνυδρη αιθανόλη (99.6 GL) χρησιμοποιείται σε μίγματα με βενζίνη σε οποιαδήποτε αναλογία. Μίγματα 22% χρησιμοποιούνται σήμερα σε 6 εκ. αυτοκίνητα χωρίς τροποποίηση, ενώ η ένυδρη αιθανόλη (95.5GL) χρησιμοποιείται αυτούσια σαν καύσιμο σε 4 εκ. αυτοκίνητα που έχουν όμως κατάλληλα τροποποιηθεί.

Αυτό το βιοκαύσιμο η βιοαιθανόλη χρησιμοποιείται από μόνη της είτε για βελτίωση της απόδοσης σαν καύσιμο γίνεται μίγμα με ETBE αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας. Η

βιοαιθανόλη είναι υποκατάστατο της βενζίνης για οχήματα. Καύσιμα αλκοόλης εννοούμε μίγματα αλκοόλης με ETBE αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας για βελτίωση της απόδοσής της σαν καύσιμο και συμβολίζονται με 'E' που ακολουθεί ένας αριθμός που είναι το ποσοστό της αλκοόλης (κατά όγκο) στο μίγμα.

Η αιθανόλη που χρησιμοποιείται στα καύσιμα δεν δύναται να περιέχει παραπάνω από 5% υδρογονάνθρακες που είναι όχι περισσότερο από το ποσοστό που περιέχεται στην βενζίνη.

Χρησιμοποιείται σε βενζινοκινητήρες αλλά έχει πολλά περισσότερα οκτάνια από την συμβατική βενζίνη έχει περίπου 115. Η τιμή της είναι ακόμη ακριβότερη από αυτήν της συμβατικής . Είναι καύσιμο με μικρότερο ενεργειακό περιεχόμενο από την βενζίνη για αυτό και χρειάζεται να γίνεται συχνός ανεφοδιασμός. Η Αμερικανικές αυτοκινητοβιομηχανίες έχουν λάβει κίνητρα για να κατασκευάσουν αυτοκίνητα με ευελιξία στο χρησιμοποιούμενο καύσιμο και τα μέτρα που έχουν θεσπιστεί από το 1988 είναι γνωστά ως δράση για τα εναλλακτικά καύσιμα.

. Φυσικοχημικές ιδιότητες της αιθανόλης

### Φυσικά χαρακτηριστικά

- σημείο τήξης: - 112°C
- σημείο ζέσεως: 78.4°C
- ειδικό βάρος: 789.34 kg/m<sup>3</sup> στους 20°C (0.79-0.8 kg/l)
- διαλυτότητα στο νερό: διαλυτή σε όλες τις αναλογίες.

Η περιεκτικότητα αιθανόλης στα διαλύματα μετράται σε ml καθαρής αιθανόλης σε 100 ml διαλύματος (αλκοολικούς βαθμούς)

•	Τάση ατμών bar	Θερμοκρασία °C
	0.059	20
	0.180	40
	0.420	60

### Χημικά χαρακτηριστικά

Χημικός τύπος	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH
Μοριακό βάρος	46.07
Άνθρακας	52.1% κ.β.
Υδρογόνο	13.2% κ.β.

Οξυγόνο 34.7% κ.β.

Αναλογία άνθρακα / υδρογόνο 4.0

Αναλογία αέρα / αιθανόλη (στοιχειομετρική αναλογία καύσης)9.0

(Perry's Chemical Engineer)

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο βενζίνης για αύξηση του αριθμού των οκτανίων του καυσίμου. Την διασπούν με μεταβολισμό οι μικροοργανισμοί.

Το ενεργειακό της περιεχόμενο είναι περίπου 68% του ενεργειακού περιεχομένου της βενζίνης κατ' όγκο και 63% κατά βάρος. (Ωστόσο, χαμηλά ποσοστά αιθανόλης σε μίγματα της με βενζίνη παρουσιάζουν παρόμοια κατανάλωση κατά όγκο καυσίμου με αυτή της καθαρής βενζίνης).

Ειδικά στις περιπτώσεις μιγμάτων αιθανόλης – βενζίνης η περιεκτικότητα σε νερό θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό χαμηλότερη. Παρουσία νερού το μίγμα αιθανόλης – βενζίνης τείνει να διαχωριστεί σε φάσεις και η αιθανόλη να περάσει στο νερό. Έχει μεγαλύτερη θερμότητα εξάτμισης, με αποτέλεσμα να προκαλεί πτώση της θερμοκρασίας της μηχανής καθώς εξατμίζεται αλλά και να προκαλεί προβλήματα σε χαμηλές θερμοκρασίες.

Αντιδρά με έναν αριθμό ελαστομερών καθώς και με το ατσάλι, συνεπώς έχει σημασία η συμβατότητα των υλικών με τα οποία έρχεται σε επαφή. Ανοξειδωτός χάλυβας και επινικελωμένες επιφάνειες μπορούν να χρησιμοποιηθούν. (Reynolds 2002)

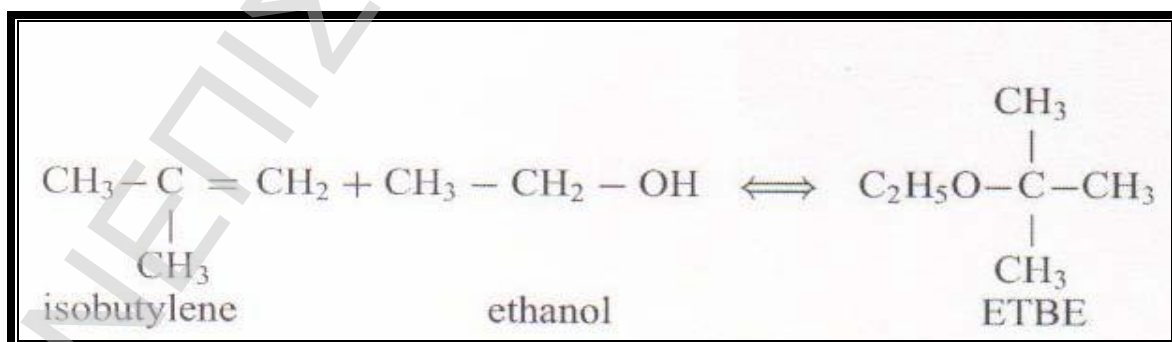
Πολλά βιοκαύσιμα επίσης έχουν την ικανότητα να μειώνουν τις εκπομπές ανεπιθύμητων ρυπαντών κατά την καύση τους μαζί με ορυκτά καύσιμα. Για παράδειγμα, η χρήση οξυγονούχων βιοκαυσίμων, όπως η αιθανόλη και ο Ethyl-Tertiary-Butyl-Ether ETBE, σε μίγματα με βενζίνη, μειώνει τις εκπομπές μονοξειδίου του άνθρακα, και η χρήση αιθανόλης στις μηχανές diesel μειώνει τις εκπομπές σωματιδίων κοντά στο μηδέν.

Η βιομηχανία αυτοκινήτων δεσμεύτηκε να μειώσει τις εκπομπές CO<sub>2</sub> στα 140 g/km έως το 2008 (κατανάλωση καυσίμου: ~ 5.7 l/100km). Επιπλέον μείωση στα 120 g/km έως το 2012 επιφέρει πρόσθετο κόστος ~ 4,000 €/όχημα με επεμβάσεις στους κινητήρες (J. Modl – 2005) Τα βιοκαύσιμα αποτελούν μια πολύτιμη, εναλλακτική λύση για τις βιομηχανίες αυτοκινήτου, ώστε να επιτύχουν τους στόχους των εκπομπών CO<sub>2</sub> και αποτελούν μια όχι ακριβή λύση για τους καταναλωτές. Η ικανοποίηση του στόχου των χαμηλών εκπομπών ρύπων μπορεί να επιτευχθεί με επιλογή κατάλληλων βιοκαυσίμων στα οποία το ποσοστό συμμετοχής των ορυκτών καυσίμων στη διαδικασία παραγωγής τους ελαχιστοποιείται. Στην περίπτωση αυτή οι εκπομπές CO<sub>2</sub> ορυκτής προέλευσης σχεδόν μηδενίζονται.

### 3.3.1. Αιθυλοτεταρτοταγής βουτυλαιθέρας (ETBE)

Ο αιθυλοτεταρτοταγής βουτυλαιθέρας ETBE είναι ο πιο αποτελεσματικός τρόπος για αντιμετώπιση των προβλημάτων που έχει η αιθανόλη. Η αιθανόλη παρουσιάζει τεχνικές δυσχέρειες όπως ο διαχωρισμός παρουσία νερού υπό ψυχρές συνθήκες, η υψηλή τάση ατμών. Για αυτό προτείνεται η μετατροπή της βιοαιθανόλης σε ETBE με την αντίδραση που ακολουθεί. Ο αιθυλοτεταρτοταγής βουτυλαιθέρας παρασκευάζεται με αντίδραση αιθανόλης με ισοβουτυλένιο και δίνει αιθυλοτεταρτοταγή βουτυλαιθέρα:

**Σχήμα 8:** Χημική αντίδραση παρασκευής αιθυλοτεταρτοταγή βουτυλαιθέρα (ETBE)





Ένα παρόμοιο βιοκαύσιμο με τον Bio-ETBE (Bio-Ethyl-Tertiary Butyl Ether) που παράγεται από μίξη βιομεθανόλης (36% κ.ο.) και τριτογενή βουτανόλη με θερμότητα και καταλύτη είναι ο MTBE. Η Ολλανδία και Γαλλία εξάγουν σήμερα μεγάλες ποσότητες MTBE σε άλλες χώρες συμπεριλαμβανομένων των Η.Π.Α. Ο αριθμός οκτανίων του ETBE είναι παρόμοιος με τον αριθμό οκτανίων του MTBE. Ο ETBE χρησιμοποιείται ως συστατικό ανάμειξης με βενζίνες σε αντικατάσταση του MTBE που χρησιμοποιήθηκε ως τώρα. Ο ETBE έχει την μικρότερη τάση ατμών από τις τρεις ενώσεις αιθανόλη, MTBE, ETBE και έχει το υψηλότερο σημείο βρασμού από τις τρεις ενώσεις αιθανόλη, MTBE, ETBE. Τέλος είναι τεχνικά ικανό να βελτιώσει την πτητικότητα του καύσιμου στο οποίο προστίθεται και δεν είναι ευαίσθητος στο νερό.

Το πρόγραμμα παραγωγής του ETBE είναι εξαρτούμενο από την παραγωγή της αιθανόλης όποιας το κόστος είναι ακόμη υψηλό. Το ποσοστό ανάμειξης ETBE σε βενζίνες μπορεί να ανέλθει σε 15% κατά όγκο. Στα μίγματα αυτά μπορεί να προστεθεί κατευθείαν στους κινητήρες. Σε κινητήρες με τροποποίηση γίνεται να αντικαταστήσει πλήρως την βενζίνη. Οι δυνατότητες κατανάλωσης των οχημάτων αυτών είναι 1,2μίλια /gallon έως το 2004 ενώ για τα νεώτερα 0,9μίλια/ gallon.

Οι κριτικές για το καύσιμο MTBE είναι ότι είναι ένα καύσιμο σχετικά φτηνότερο από το ETBE και η ικανότητα του να επηρεάζει τους υδάτινους ορίζοντες είναι μικρότερη από αυτή του ETBE αλλά και αυτού η ικανότητα να επηρεάζει τους υδάτινους ορίζοντες είναι αυξημένη σε σχέση με την αιθανόλη. Υπάρχει ένας δείκτης που είναι εκτιμητής της ικανότητας να απομακρύνεται δηλαδή το πόσο γρήγορα απομακρύνεται από την υδάτινη επιφάνεια με εξάτμιση και κατά πόσο αποσπάται από το νερό. Για τον MTBE η σταθερά αυτή που λέγεται και σταθερά του νόμου του HENRY είναι 0,11 ενώ για την ETBA είναι 0,018 που σημαίνει ότι είναι πιο αποσπώσιμο από το νερό.

Αναφέρεται ωστόσο ένα άλλο πρόβλημα του MTBE που είναι η αντίσταση στην διάσπαση από μικροοργανισμούς που εμφανίζει σε σχέση με τον ETBA. Ωστόσο για την αντιμετώπιση της ρύπανσης του υπεδάφους έχουμε την διεργασία και διαχείριση του από μικροοργανισμούς. Διερευνάται κάτω από ποιες θερμοκρασίες αυξάνουν οι μικροοργανισμοί της βιοδιάσπασης την δραστηριότητα τους σε όλη την βιόσφαιρα που μπορεί να καταλήξουν τα υγρά καύσιμα. Οι έρευνες έδειξαν ότι για την βιοδιάσπαση του MTBE γίνεται να διασπαστεί με αερόβιες είτε αναερόβιες συνθήκες. Ο MTBE μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν υπόστρωμα και σε μια διαδικασία συμμεταβολισμού σε ορισμένα βακτήρια και μύκητες.

Ο MTBE μεταβολίζεται σε τεταρτοβουτυλική μορφή tert – butyl format TBF. Η οποία γρήγορα βιοδιασπάται σε τεταρτοταγή βουτανόλη tert – butyl alcohol TBH, που είναι βιοδιασπώμενο από μόνο του προϊόν. Οι παραπάνω ενώσεις είναι και δείκτες για την βιοδιάσπαση του MTBE. Όσον αφορά σε μίγματα του MTBE με αρωματικούς δακτυλίους π.χ. της βενζίνης είναι ερευνόμενο εάν μπορεί να διασπαστεί και αυτή και το MTBE ταυτοχρόνως σε ειδικούς υδάτινους ταμιευτήρες. Οι ερευνητικές εργασίες έδειξαν ότι τα επτάνια και πεντάνια το βενζόλιο και το ξυλόλιο εμποδίζουν εν μέρη την διάσπαση του MTBE.

Σε ένα ερευνητικό μοντέλο με το οποίο διαχειρίζονται τα MTBE είναι ένα εδάφιο που απαρτίζεται από τρία πεδία το ένα εδάφιο μένει αδιατάραχτο, το επόμενο τμήμα έχει καλώς εγχυρόμενα και αεριζόμενα σημεία και στο τρίτο έχουμε περιοχή με εμβολιασμένα με μικροοργανισμούς υπεδάφη. Αυτό το τελευταίο τμήμα έδειξε ότι μειώθηκε το επίπεδο MTBE σε ένα μήνα. (S.Rozakis,2005).

### **3.3.2 Oxydiesel**

Oxydiesel είναι ένα μίγμα από συμβατικό καύσιμο ντήζελ αναμεμιγμένο με 15% μη πόσιμη αιθανόλη και ειδικά προσθετικά. Το καύσιμο αυτό είναι δυνατόν να εισαχθεί σε κινητήρες ντήζελ χωρίς μετατροπές. Επί του θέματος οι έρευνες στις ΗΠΑ έδειξαν ότι σε μίγμα του με 15% αιθανόλη σε φορτηγά η συμπεριφορά του κινητήρα είναι όμοια με αυτή του ντήζελ. Πολλοί που ασχολούνται με την αγορά αιθανόλης είπαν ότι είναι δυνατόν το oxydiesel στην ικανότητα διείσδυσης στην αγορά αιθανόλης όπως το μίγμα E – 10, θα μπορούσε να αναμιχθεί στο τελικό στάδιο και να διανεμηθεί μέσω του υπάρχοντος εξοπλισμού.

Αλλά οι παραπάνω δοκιμές έδειξαν ότι το μίγμα 15% oxydiesel οδήγησε σε 6% αύξηση στην κατανάλωση καυσίμων, ενώ το μίγμα 10% oxydiesel επέφερε 4% αύξηση στην αντίστοιχη κατανάλωση

### 3.3.3. Η διαδικασία της παραγωγής της βιοαιθανόλης

Η διαδικασία παρασκευής ακολουθεί τις εξής μεθόδους

1. Από σακχαρούχα φυτά που παίρνουμε την γλυκόζη και ζυμώνουμε το προϊόν αυτής της διεργασίας, στην συνέχεια αποστάζεται και αφυδατώνεται και παραλαμβάνεται η βιοαιθανόλη.

2. Από τα αμυλούχα φυτά αραβόσιτος και σίτος υδρολύεται σε αμυλοπηκτίνη μετατρέπεται στην γλυκόζη και ζυμώνεται το προϊόν αυτής της διεργασίας αποστάζεται και αφυδατώνεται και παραλαμβάνεται η βιοαιθανόλη. (Π.χ. καλαμοσάκχαρο, μελάσα, χαρούπια. Η μέθοδος αυτή είναι μια από τις τρεις μεθόδους που παράγουμε αιθανόλη το 93% παγκοσμίως. Η παραγωγή της αιθανόλης από κόκκους αξιοποιεί μόνο το άμυλο το οποίο είναι ένα άφθονο και χαμηλής τιμής συστατικό. Παραπροϊόντα: Τα δύο κυρίως παραπροϊόντα όπως το διοξείδιο του άνθρακα και οι κόκκοι από την απόσταξη που γίνονται κατά την παραγωγή της αιθανόλης. Το διοξείδιο του άνθρακα απομακρύνεται σε μεγάλες ποσότητες κατά τη διάρκεια της ζύμωσης. Πολλές μονάδες αιθανόλης συλλέγουν το διοξείδιο του άνθρακα, απομακρύνουν την υπολειπόμενη αλκοόλη, το συμπιέζουν και το πωλούν για χρήση σε ανθρακούχα ποτά και αναψυκτικά ή για ταχεία ψύξη κρεάτων. Οι υγροί και ξηροί κόκκοι από την απόσταξη περιέχουν πρωτεΐνη και άλλα θρεπτικά υλικά, οπότε καθίστανται υψηλής αξίας συστατικά διατροφής με χρήση στην κτηνοτροφία. Έτσι παράγεται από την εναπομένουσα πρωτεΐνη, ιχνοστοιχεία, βιταμίνες και ίνες πωλούνται ως υψηλής αξίας διατροφή για την κτηνοτροφία. Επιπλέον, ορισμένες μονάδες αιθανόλης παράγουν ένα σιρόπι το οποίο πωλούν συμπληρωματικά ή σε συνδυασμό με τους κόκκους από την απόσταξη. Στις ΗΠΑ εκτιμούμε ότι από αραβόσιτο κάθε χρόνο συγκεντρώνονται 2,45 τόνους κυτταρινούχα βιομάζα εκ της οποίας μετατρέπουν σε 1,02 τρισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλη το έτος.

3. Μεγάλο εύρος καθαρών βιοκαυσίμων μπορούν να προκύψουν από το βιοαέριο σύνθεσης, (με σχηματισμό διαφορετικών πολυμερών αλυσίδων από τα βασικά μόρια CO και H<sub>2</sub>) αντλούμενο από τη βιομάζα, όπως: FT Diesel, Βιοβενζίνη FT, βιομεθάνιο. Η πρώτη ύλη της διαδικασίας είναι βιομάζα. Για τη χρήση τους δεν υπάρχει ανάγκη σημαντικής τροποποίησης του κινητήρα των οχημάτων και η αγορά για τα προϊόντα της διαδικασίας έχει αναπτυχθεί. Ωστόσο, το κόστος παραγωγής είναι ακόμα υψηλό και υπάρχει ανάγκη ανάπτυξης αγοράς των υπο-προϊόντων της διαδικασίας. Αλλιώς παράγεται με θερμοχημική διεργασία που είναι αεριοποίηση της βιομάζας. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η Τεχνολογία Carbo-V Choren που αναπτύχθηκε στη Γερμανία. Η μονάδα αεριοποίησης βιομάζας συνδέεται με μονάδα Fischer-Tropsch για παραγωγή

FT diesel. Υπάρχει δυνατότητα παραγωγής συνθετικού καυσίμου sundiesel από απορρίματα υγρασίας <35% για κίνηση οχημάτων ή για συμπαραγωγή ισχύος και θερμότητας. Το ενδιαφέρον είναι μεγάλο σε αυτή την περίπτωση λόγω υψηλού περιβαλλοντικού οφέλους, ενώ το οικονομικό όφελος είναι εφικτό στο άμεσο μέλλον. (Deutmeyer M.2005) και (Ottel E. 2005)

### 3.3.4. Βιομηχανική παραγωγή αιθανόλης

Προκειμένου τα βιοκαύσιμα να μπορέσουν να αντικαταστήσουν αποδοτικά τα υπάρχοντα ορυκτά καύσιμα, δύο προϋποθέσεις πρέπει να ικανοποιούνται: Να εκπέμπουν σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής τους μικρότερες ποσότητες ρύπων από ό,τι τα ορυκτά καύσιμα, και να ανταγωνίζονται οικονομικά τα ορυκτά καύσιμα. Η παραγωγή αιθανόλης είναι μια μη ρυπογόνος διεργασία η οποία προσθέτει αξία στην πρώτη ύλη τροφοδοσίας μετατρέποντάς την σε πιο πολύτιμα προϊόντα. Τα αρχικά παραπροϊόντα από την διεργασία υγρής άλεσης περιλαμβάνουν γλυκαντικά, αραβοσιτέλαιο και αλευρόμαζα. Εάν πρόκειται για ξηρή άλεση τα παραπροϊόντα από την διεργασία άλεσης περιλαμβάνουν κόκκους από ξηρή απόσταξη και μάζα αραβοσίτου. Το εμπόριο των παραπροϊόντων προσθέτει εκπληκτική οικονομική βιωσιμότητα στην οικιακή βιομηχανία αιθανόλης.

Τα οκτώ βήματα της διεργασίας παραγωγής της αιθανόλης είναι τα εξής:

1. Άλεσμα: Η πρώτη ύλη διέρχεται διαμέσου σφαιρών αλέσματος οι οποίες την κονιοποιούν σε κοκκώδη μάζα.
2. Υγροποίηση: Η μάζα αναμιγνύεται με νερό και α-αμυλάση και διέρχεται σε βραστήρες υψηλής θερμοκρασίας (120 – 150°C) κατόπιν παραμένει σε χαμηλότερη θερμοκρασία (95 °C) όπου το άμυλο υγροποιείται. Η θερμότητα εφαρμόζεται για την επίτευξη της υγροποίησης. Οι υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν τα επίπεδα βακτηρίων στον πολτό.
3. Σακχαροποίηση: Ο πολτός από τους βραστήρες ψύχεται και ένα δεύτερο ένζυμο (γλυκο-αμυλάση) που προστίθεται για τη μετατροπή του υγροποιημένου αμύλου σε ζυμώσιμα σάκχαρα (δεξτρόζη).
4. Ζύμωση: Στον πολτό προστίθεται μαγιά για τη ζύμωση των σακχάρων σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Χρησιμοποιώντας μια συνεχή διεργασία, ο ζυμωμένος πολτός αφήνεται σε ροή ή διαφυγή μέχρις ότου ο πολτός ζυμωθεί πλήρως και απομακρυνθεί μέχρι την τελική δεξαμενή .
5. Στην ασυνεχή διεργασία της ζύμωσης, ο πολτός παραμένει σε ένα ζυμωτήρα για περίπου 48 ώρες πριν την έναρξη την διεργασίας της απόσταξης.

6. Απόσταξη: Ο ζυμωμένος πολτός, ο οποίος λέγεται 'μπύρα' ('beer') περιέχει 10% αλκοόλη καθώς και μη ζυμώσιμα στερεά από τα κελιά αραβοσίτου και μαγιάς. Ο πολτός αντλείται σε συνεχή ροή σε ένα σύστημα απόσταξης πολλαπλών στηλών όπου η αλκοόλη απομακρύνεται από την κορυφή της τελικής στήλης με απόδοση περίπου 96% και το υπόλειμμα του πολτού, το οποίο ονομάζεται απόσταγμα, μεταφέρεται από τη βάση της στήλης στην περιοχή επεξεργασίας των παραπροϊόντων.
7. Αφυδάτωση: Η αλκοόλη από την κορυφή της στήλης διέρχεται μέσω συστήματος αφυδάτωσης όπου απομακρύνεται η εναπομείνασα ποσότητα νερού. Οι περισσότερες μονάδες αιθανόλης χρησιμοποιούν ένα μοριακό κόσκινο για τη σύλληψη και του τελευταίου μορίου νερού το οποίο περιέχεται στην αιθανόλη. Το αλκοολούχο προϊόν του σταδίου αυτού της διεργασίας ονομάζεται άνυδρη (καθαρή, χωρίς νερό) αιθανόλη και είναι περίπου 200 αλκοολικών βαθμών.
8. Διεργασία μη πόσης (denaturing): Το καύσιμο αιθανόλης καθίσταται μη πόσιμο με την προσθήκη μικρής ποσότητας (2% – 5%) βενζίνης ή κάποιου προϊόντος παρόμοιας σύστασης, προκειμένου να καταστεί ακατάλληλο για ανθρώπινη κατανάλωση.

Υπάρχουν πολλά συστήματα αναερόβιας ζύμωσης των κτηνοτροφικών αποβλήτων κατά την οποία παράγεται το βιοαέριο. Το βιοαέριο έχει σύσταση 60% CH<sub>4</sub> και 40% CO<sub>2</sub>. Εξαρτάται η σύσταση από την μορφή των αποβλήτων και το είδος του ζώου. Οι διαφορές μεταξύ των συστημάτων έγκειται στην προετοιμασία των αποβλήτων για να τα αξιολογήσουμε τα συστήματα αυτά σε παραγωγή βιοαερίου και σε συγκέντρωση του μεθανίου στο βιοαέριο. Εξυγενισμένο βιομεθάνιο (χωρίς CO<sub>2</sub>) μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές φυσικού αερίου. Ήδη λεωφορεία δημοτικών γραμμών λειτουργούν με βιοαέριο ή φυσικό αέριο. Το αέριο που παράγεται με αναερόβια ζύμωση (CH<sub>4</sub> + CO<sub>2</sub>) και το CO<sub>2</sub> απομακρύνεται με διάφορες μεθόδους (έκπλυση, πίεση – αποπίεση) και συμπιέζεται στα 220 bars για να μειωθεί ο όγκος του. Στη Σουηδία υπάρχει μικρό δίκτυο πρατηρίων βιοαερίου. Εγκαταστάσεις παραγωγής βιοαερίου μικρού μεγέθους είναι ευρέως διαδεδομένες σε αναπτυσσόμενες χώρες (~10 εκ. μονάδες στην Κίνα), ενώ στην Ευρώπη, βρήκαν υψηλή εφαρμογή στη Δανία, Αυστρία, όπου το παραγόμενο μεθάνιο διοχετεύεται στο δίκτυο φυσικού αερίου.

Η βιοχημική μέθοδος μετατροπής βιομάζας με αναερόβιας ζύμωση δίνει απόδοση σε βιοαέριο σε καλά σχεδιασμένα συστήματα από 300lt/kg έως 800 lt/kg. Του βιοαερίου η περιεκτικότητα σε μεθάνιο είναι μεταξύ 50%-65%. Η σύνθεση του βιοαερίου επηρεάζει

την απόδοση του, για παράδειγμα το βιοαέριο με σύνθεση 50/50 αποδίδει με την καύση 13,4MJ/kg, ενώ με σύνθεση 65/35 δίνει 20,3MJ/kg

Παρατήρηση: Πρέπει να επισημανθεί ότι ενώ είναι δυνατόν να παρασκευασθεί μεθανόλη και υδρογόνο εκτός από πηγές βιομάζας, στο προσεχές μέλλον και από φυσικό αέριο. Επομένως, τα ανωτέρω καύσιμα καθώς και τα ακόλουθα:

- § Συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG)
- § Υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG) και
- § Υγροποιημένο αέριο προπάνιο (LPG) θα είναι συμβατικά καύσιμα παρά καύσιμα βιομάζας

**Σχήμα 9.** Διάγραμμα ροής της ζύμωσης του εκχυλίσματος ζαχαροτεύλων

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**Πίνακας 25.** Οι αποδόσεις των ζαχαροτεύτλων και του σιταριού σε βιοαιθανόλη και τα αντίστοιχα υποπροϊόντα στην ΕΕ.

Υδατάνθρακας			Απόδοση βιοαιθανόλη	Παραπροϊόν	
Καλλιέργεια	Α΄ ύλες	Συγκέντρωση(%)	(l/tn)	Α΄ ύλες	Συγκέντρωση(%)
Ζαχαρότευτλο	Σακχαρότευτλο	16,5	100	Πούλπα	7
Σιτάρι	Άμυλο	60	350	DCGS	40

(παραπροϊόντα DCGS απεσταγμένοι κόκκοι με διαλυτά συστατικά)

Πηγή:Enguidanos et al,2002

**Πίνακας 26.**Αποδόσεις σε βιοαιθανόλη διαφόρων καλλιεργειών ανά στρέμμα στην ΕΕ.

(Πηγή:Enguidanos et al,2002)

Στρεμματική απόδοση			Απόδοση βιοαιθανόλη	Απόδοση βιοαιθανόλη
Καλλιέργεια	(l / στρέμμα)		(l/ton)	(l/ton)
Ζαχαρότευτλο	Μέση τιμή ΕΕ	6,6	100	660
	Υψηλή τιμή	7,8	100	780
Σιτάρι	Μέση τιμή Μεσογ.	0,35	350	1225
	Μέση τιμή ΕΕ	0,7	350	2450
	Υψηλή τιμή	0,9	350	3150



**Πίνακας 27.** Κατά εκτίμηση απόδοση σε βιοαιθανόλη από σιτάρι και ζαχαρότευτλα στις χώρες

European biomass industry association

Κράτη	Κοινό σιτάρι L/ha	Ζαχαρότευτλο L/ha
Αυστρία	1792	6677
Βέλγιο	2847	6970
Γερμανία	2620	6384
Δανία	2561	6399
Ελλάδα	916	4926
Ισπανία	1052	6181
Φιλανδία	1057	3440
Γαλλία	2554	7980
Ιρλανδία	2996	4710
Ιταλία	1637	4346
Ολλανδία	2839	6472
Πορτογαλία	499	5234
Σουηδία	2069	5266
Ην.Βασίλειο	2686	6355
Τσεχία	1568	4982
Εσθονία	659	-
Ουγγαρία	1365	
Λιθουανία	1050	2964
Λάτβια	908	3036
Πολωνία	1215	3555
Σλοβενία	1330	4040
Σλοβακία	1360	3486

**Πίνακας 28.** Χημική σύσταση των κύριων τμημάτων του καρπού σιταριού και καλαμποκιού

Συστατικά (%)	Περισπέρμιο	Ενδοσπέρμιο	Έμβρυο	Σύνολο καρπού σιταριού	Καρπός καλαμποκιού
Υγρασία				12,5	14
Άμυλο	8,6	71,0	14,0	63-68	70
Πρωτεΐνες	14,4	9,6	28,5	9-15	10
Λίπος	4,7	1,4	10,4	1,5-2,0	4,9
Διαλυτά σάκχαρα	4,8	1,1	16,2	2-3	n.a
Τέφρα	6,3	0,7	4,5	1,5-2,0	1,6
Κυτταρίνες	21,4	0,2	7,5	2,0-2,5	
Ημικυτταρίνες	26,2	1,8	6,8	2,5-3,0	
Ινώδεις ουσίες					11,5

Η παγκόσμια παραγωγή αιθανόλης σημείωσε ετήσιο ρυθμό αύξησης της τάσης του 11% τα τελευταία πέντε χρόνια , με κυρίαρχη αγορά της Βραζιλίας και των ΗΠΑ , ενώ η παραγωγή βιοντήζελ έχει αυξηθεί κατά 20% στην Ευρώπη.

Συγκεκριμένα για το έτος 2004 η παγκόσμια παραγωγή ανήλθε στα 42 δισεκατομμύρια λίτρα αλκοόλης που το μεγαλύτερο μέρος της χρησιμοποιήθηκε ως καύσιμο σε αυτοκίνητα. Κύρια παραγωγός χώρα είναι η Βραζιλία με 16,4 δισεκατομμύρια λίτρα αλκοόλης από 2,7 εκατομμύρια δισεκατομμύρια λίτρα αλκοόλης από 2,7 εκατομμύρια εκτάρια γης εκτάρια γης . Στην Κίνα το ύψος της κατανάλωσης αιθανόλης είναι 2 δισεκατομμύρια λίτρα αλκοόλης. Ενώ στην ΕΕ είναι 2 δισεκατομμύρια λίτρα αλκοόλης

Το κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης από σακχαρούχα φυτά φαίνεται χαμηλότερο σε σχέση με το κόστος παραγωγής από αμυλούχα φυτά με εξαίρεση, ίσως τον αραβόσιτο, του οποίου όμως, λόγω της εντατικότητας καλλιέργειας, το ενεργειακό ισοζύγιο παραγωγής αιθανόλης είναι πολύ χαμηλό ή και αρνητικό.(Pimentel D., 2003).

Με σύγκριση των τιμών βενζίνης και αιθανόλης ως συνάρτηση της τιμής αργού πετρελαίου(Σχήμα 7), θα μπορούσε να πει κανείς ότι η Ελλάδα με εγχώρια παραγωγή αιθανόλης από γλυκό σόργο μπορεί να επιτύχει τιμή αιθανόλης τέτοια, ώστε αυτή να γίνει προϊόν εξαγωγής στην υπόλοιπη Ευρώπη.

Σε ότι αφορά στην αγορά της αιθανόλης οι απαιτήσεις για κρατική ενίσχυση , η χαμηλή ζήτηση αιθανόλης σε αρκετά κράτη σε σχέση με την παραγωγή , το υψηλό κόστος επένδυσης των μονάδων παραγωγής καθώς και η απαίτηση για τροποποιήσεις στους κινητήρες των αυτοκινήτων επηρεάζει την αγορά αρνητικά. Ωστόσο οι νέες τεχνολογίες

στην παραγωγή αιθανόλης από σιτηρά που εξασφαλίζουν ποσοστά εξοικονόμησης ενέργειας μέχρι 10% αλλά και η αυστηρή νομοθεσία για τις εκπομπές ρύπων και η έρευνα για την ανεύρεση και χρήση α' υλών ,αποτελούν ευνοϊκές συνθήκες στην αγορά.

### 3.4. Βιοντίζελ και βιοέλαια



#### 3.4.1. Τι είναι το βιοντίζελ και τι τα βιοέλαια

Το βιοντίζελ είναι ανανεώσιμο καύσιμο που βασίζεται σε γεωργικές πρώτες ύλες είναι οξυγονωμένο καύσιμο από μονοαλκυλεστέρες που παράγονται από φυτικά έλαια ή ζωικά

λίπη. Είναι ανανεώσιμο καύσιμο και εύκολο στην χρήση είναι βιοδιασπάσιμο μη τοξικό και δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις. Είναι μεθυλ- ή αιθυλ- εστέρας λιπαρών οξέων από παρθένα ή χρησιμοποιημένα φυτικά λάδια (τόσο βρώσιμα όσο και μη βρώσιμα) και ζωϊκά λίπη. Η διαδικασία παραγωγής του είναι κυρίως μέσω της μετεστεροποίησης των λαδιών, δηλαδή της αντίδρασης των τριγλυκεριδίων των λαδιών με μεθανόλη ή αιθανόλη. Σήμερα με την υπάρχουσα τεχνολογία τα τριγλυκερίδια με προσθήκη μεθανόλης ή αιθανόλης μετατρέπονται σε εστέρες τριγλυκεριδίων. Ένας τόνος λαδιού και 110 kg μεθανόλης παράγουν ένα τόνο biodiesel και 110 kg γλυκερίνης.

Οι πρώτες ύλες που είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν πρέπει να είναι πλούσιες σε έλαια (ελαιοκράμβη ,ηλίανθος κ.τ.λ. ), ενώ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια ή και τα ζωϊκά λίπη. Η μετεστεροποίησης φυτικών ελαίων με κατάλυση είναι παλιά μέθοδος. Η μετεστεροποίηση βασίζεται σε κατάλυση γιατί πραγματοποιείται σε χαμηλές θερμοκρασίες 66<sup>0</sup> C και σε χαμηλή πίεση 20 PSI. Είναι αντίδραση που έχει υψηλό συντελεστή μετατροπής 98%. Οι κυριότεροι παράγοντες που επηρεάζουν την μετεστεροποίηση είναι η μοριακή αναλογία των γλυκεριδίων προς την αλκοόλη,ο καταλύτης , η θερμοκρασία αντίδρασης και η πίεση, ο χρόνος αντίδρασης και . Δεν έχει παράπλευρες αντιδράσεις και αντιδράει ταχέως. Το λίπος ή έλαιο αντιδράει με αλκοόλη υπό την παρουσία καταλύτη για την παρασκευή γλυκερίνης και μεθυλεστέρων, ή βιοντίζελ.

**Καθαρό φυτικό έλαιο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν βιοκαύσιμο σε μηχανές IC με μικρή προσαρμογή του κινητήρα – προσάρτηση πρόσθετων εξαρτημάτων. Μερικές μικρές εταιρίες στην Ευρώπη έχουν αναπτύξει σε εμπορική κλίμακα πρόσθετα εξαρτήματα τροποποίησης κινητήρων (Hausmann Company, Gruber GmbH, W. UHLIG – U.T.G. Austria κ.α.). Τα πλεονεκτήματα χρήσης καθαρού φυτικού λαδιού συνίστανται στο ότι μπορούν να παραχθούν και να χρησιμοποιηθούν από μικρές αγροτικές εκμεταλλεύσεις, είναι οικονομικότερα σε σχέση με το biodiesel, και αποφεύγεται η κατανάλωση ή απώλεια ενέργειας κατά την παραγωγή biodiesel.

Η άλλη μέθοδος για παραγωγή βιοντήζελ είναι με πυρόλυση. Η πυρόλυση είναι αυστηρά η μετατροπή μιας ουσίας σε άλλη με την βοήθεια ενός καταλύτη. Περιλαμβάνει την θέρμανση ελλείψει του αέρα ή του οξυγόνου. Κατά την διάσπαση θα διασπαστούν οι χημικοί δεσμοί θα παραχθούν μικρότερου MB μόρια . Τα υλικά που θα πυρολυθούν μπορεί να είναι φυτικά έλαια , ζωικά λίπη ,φυσικά λιπαρά οξέα και μεθυλικοί εστέρες των λιπαρών οξέων. Οι καταλύτες για να παραχθούν ολεφίνες και παραφίνες παρόμοιες με αυτές του πετρελαίου έχουν χρησιμοποιηθεί σε πολλές μελέτες κατά ένα μεγάλο μέρος μεταλλικά άλατα.

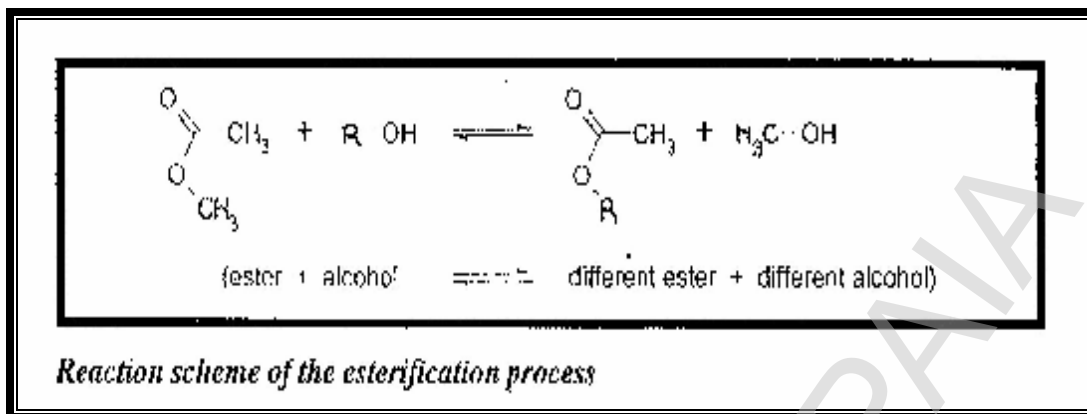
Η παραγωγή του πυρολυτικού λαδιού (Flash pyrolysis oil) και η αναβάθμιση του πυρολυτικού λαδιού έχει δοκιμασθεί σε εργαστήρια και πιλοτικές εγκαταστάσεις. Η πρώτη πιλοτική μονάδα στην Ευρώπη έγινε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών το 1995. Το biooil πυρολυτικό λάδι παράγεται από θέρμανση βιομάζας για πολύ μικρό χρονικό διάστημα απουσία αέρα ή οξυγόνου. Το παραγόμενο λάδι μοιάζει εμφανισιακά με το ακατέργαστο λάδι αλλά έχει διαφορετική χημική σύνθεση. Έχουν πραγματοποιηθεί δοκιμές του πυρολυτικού λαδιού σε μηχανές diesel και αεριοστροβίλους, αλλά δεν είναι ακόμα διαθέσιμο ως καύσιμο στις μεταφορές.

**Πίνακας 29.**Απόδοση πυρόλυσης σε διάφορα προϊόντα ανάλογα τις συνθήκες

Απόδοση πυρόλυσης σε διάφορα προϊόντα ανάλογα τις συνθήκες				
	Ολεϊκό οξύ καρδάμου		Σογιέλαιο	
	N <sub>2</sub> (με ψεκασμό)	Αέρας	N <sub>2</sub> (με ψεκασμό)	Αέρας
Αλκάνια	37,5	40,9	31,1	29,9
Αλκένια	22,2	22,0	28,3	24,9
Αλκαδιένια	8,1	13	9,4	10,4
Καρβοξυλικά οξέα	11,5	16,1	12,2	9,6
Αδιάλυτα ακόρεστα	9,7	10,1	5,5	5,1
Αρωματικά	2,3	2,2	2,3	1,9
Μη αναγνωρίσιμα	8,7	12,7	10,9	12,6

Ένα από τα έλαια που πυρολύθηκε και είναι ο πρώτος τύπος ελαίου που χρησιμοποιήθηκε είναι το έλαιο ελαιοκράμβης. Η σύσταση του είναι 60% μονοακόρεστο ολεϊκό λιπαρό οξύ, και 6% κορεσμένα λιπαρά οξέα. Οι νέες ποικιλίες έχουν ακόμη καλύτερη απόδοση που πλησιάζει σε ολεϊκό οξύ περί τα 87%. Η υψηλή παραγωγή του και η σύσταση του σε μεθυλικούς εστέρες το κάνει εξαιρετικό έλαιο για την μετεστεροποίηση. Η απόδοσή του φτάνει τα 2,9 τόνους /εκτάριο στην Βόρεια Γερμανία. Έχει παρατηρηθεί πως η μετατροπή του μεθυλαιθέρα της ελαιοκράμβης αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας της πυρόλυσης. Τα κύρια προϊόντα είναι γραμμικές 1-ολεφίνες, n-παραφίνες και ακόρεστοι n-μεθυλικοί αιθέρες και ακόρεστοι μεθυλικοί εστέρες . Οι υψηλές θερμοκρασίες έδωσαν υψηλές παραγωγές ελαφριών υδρογονανθράκων. Το βιοντήζελ που παράγεται με αυτό τον τρόπο είναι μεγαλύτερης σταθερότητας και εξασφαλίζει καλύτερη λειτουργία στην χειμερινή περίοδο.

Το βιοντήζελ που παράγεται με αυτό τον τρόπο είναι μεγαλύτερης σταθερότητας και εξασφαλίζει καλύτερη λειτουργία στην χειμερινή περίοδο. Όσο για τις αέριες εκπομπές αυτές είναι πολύ χαμηλότερες από το ντήζελ σε καυσαέριο.



### Σχήμα 10. Αντίδραση μετεστεροποίησης

Άλλο βιοντήζελ που έχει γίνει και πιο διαδεδομένο στην Ιταλία και Νότια Γαλλία είναι από το ηλιέλαιο ενώ στις ΗΠΑ είναι από το σογιέλαιο. Η τιμή ενός λίτρου βιοντήζελ είναι 0,5ευρώ /λίτρο. Η οικονομικότερη λύση από άποψη πρώτης ύλης είναι τα λάδια τηγανίσματος που προέρχονται από τα νοικοκυριά και από τα εστιατόρια. Για παράδειγμα η τακτική μιας αλυσίδας εστιατορίων που η συγκέντρωση από τα καταστήματα της Αυστραλίας είναι 1100 τόνοι λαδιού ανακυκλωμένου είναι στη συνέχεια να μετεστεροποιεί δίνοντας προσόδους από την βιομηχανία βιοκαυσίμων.

Η τακτική αυτή εξασφαλίζει ένα σταθερό και ελεγχόμενο κύκλωμα τροφοδοσίας με σιγουριά.

Άλλες πηγές που χρησιμοποιούνται είναι ανακυκλωμένες βρώσιμες ελιές και αλλά και ελαιούχοι σπόροι που όμως ανταγωνίζονται την νωπή κατανάλωση για τροφή. (Ethanol from biomass.1995).

### 3.4.2.Ιδιότητες των φυτικών ελαίων ως καύσιμα

**Καθαρό φυτικό έλαιο** μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές IC με μικρή προσαρμογή του κινητήρα – προσάρτηση πρόσθετων εξαρτημάτων. Μερικές μικρές εταιρίες στην Ευρώπη έχουν αναπτύξει σε εμπορική κλίμακα πρόσθετα εξαρτήματα τροποποίησης κινητήρων (Hausmann Company, Gruber GmbH, W. UHLIG – U.T.G. Austria κ.α.). Τα πλεονεκτήματα χρήσης καθαρού φυτικού λαδιού συνίστανται στο ότι μπορούν να παραχθούν και να χρησιμοποιηθούν από μικρές αγροτικές εκμεταλλεύσεις, είναι οικονομικότερα σε σχέση με το biodiesel, και αποφεύγεται η κατανάλωση ή απώλεια ενέργειας κατά την παραγωγή biodiesel.

Η συμπεριφορά των ενώσεων ως καύσιμα απαιτεί αδύνατους μοριακούς δεσμούς και στην περίπτωση των υδρογονανθράκων, όπου η συνοχή μεταξύ των

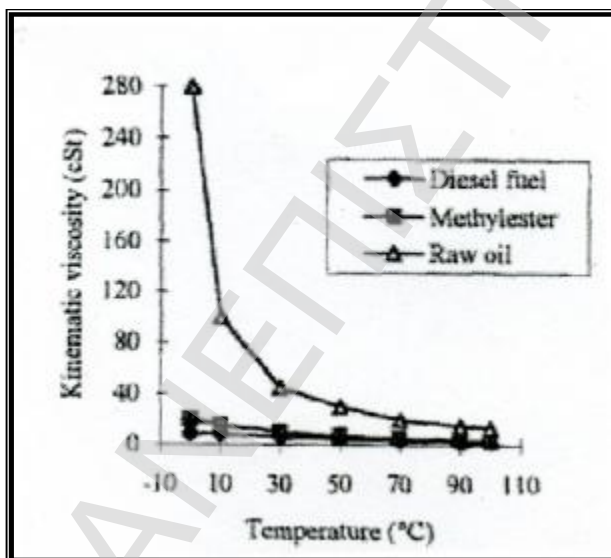
μορίων είναι πολύ μικρή, παρουσιάζουν χαμηλή πυκνότητα και μικρό ιξώδες. Στην περίπτωση των φυτικών ελαίων, δεδομένου ότι κάθε μόριο έχει τρεις αλυσίδες υδρογονανθράκων συνδεδεμένες σε μια κοινή ομάδα, η πυκνότητα και το ιξώδες είναι υψηλότερες, εξαιτίας του γεγονότος ότι οι διαμοριακοί δεσμοί είναι πολύ σημαντικοί. Δυο σοβαρά προβλήματα με χρήση φυτικών ελαίων σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα diesel. Επιπλέον, η παρουσία χημικά συνδεδεμένου οξυγόνου στα φυτικά έλαια μειώνει τις θερμογόνες τιμές τους κατά περίπου 15%-20%.

### Ιξώδες

Το κινηματικό ιξώδες αυξάνεται με την περιεκτικότητα σε κορεσμένα λιπαρά οξέα FA και το μήκος των αλυσίδων τους, σύμφωνα με την ακόλουθη εξίσωση (Auld et al, 1982):

$$KV = 2120.05 + 10,07 CH + 77,8 UN - 5,22 CH UN, \quad (4.1)$$

όπου KV είναι το κινηματικό ιξώδες που μετρείται σε centistokes, CH είναι (μήκος αλυσίδα) αριθμός ατόμων άνθρακα  $\times$  (%FA)/100, και UN είναι (ακόρεστοι δεσμοί) αριθμός ακόρεστων δεσμών, unsaturated  $\times$  (%FA)/100. Για ένα δεδομένο έλαιο, το ιξώδες μειώνεται σημαντικά με την αύξηση της θερμοκρασίας (Σχήμα 9) (Thair et al, 1982). Το υψηλό ιξώδες έχει επιπτώσεις στο διαμερισμό (atomization) των καυσίμων: ο κώνος ψεκασμού γίνεται σφιχτότερος και η ποσότητα του καυσίμου εκτοξεύεται γρηγορότερα.



**Σχήμα 11.** Κινηματικό ιξώδες καυσίμου Diesel, ακατέργαστου ελαίου ηλίανθου (ελεύθερου κόμμεων) και του μεθυλεστέρα του (Thair et al., 1982)

## Σημείο πήξης (° C)

Κεριά και κορεσμένα λιπαρά οξέα (μυριστικό, παλμιτικό, στεατικό, αραχιδικό) φθάνουν στο σημείο στερεοποίησής του. Τότε, σε κρίσιμες συνθήκες, συνιστάται η χρήση ειδικών προσθετικών ουσιών.

Σημείο στερεοποίησης (° C)

Εξαρτάται από την περιεκτικότητα σε ακόρεστα λιπαρά οξέα, τα οποία κρατούν χαμηλά την τιμή αυτής της παραμέτρου. Μερικά φυτικά έλαια είναι ήδη στερεά στους 10-15° C, ενώ άλλα είναι ακόμα υγρά στους 0° C. Σε όλες τις περιπτώσεις, το σημείο στερεοποίησης σημειώνεται μετά από το σημείο πήξης, όταν η μηχανή σταματά οριστικά.

Αριθμός κετανίου

Αυτός είναι ένας δείκτης που συσχετίζεται με την πίεση στην οποία το μίγμα καυσίμου-αέρα αυτοαναφλέγεται. Για το φυτικό έλαιο είναι περίπου 40, και για τους εστέρες φθάνει στην τιμή 49, η οποία συσχετίζεται με το βαθμό ακορεστότητας και το μήκος της αλυσίδας άνθρακα: οι μεγάλες αλυσίδες με δύο ή περισσότερους διπλούς δεσμούς έχουν μια υψηλότερη ενέργεια χημικών δεσμών κι έτσι χρειάζονται υψηλότερες θερμοκρασίες για να ατμοποιηθούν. Η ακόλουθη σχέση έχει προταθεί (Klopfenstein, 1985):

$$Y = 24.48 + 8.431x - 0.1299x^2 \quad (4.2)$$

όπου το Y είναι ο αριθμό κετανίου και x είναι το μήκος της αλυσίδας.

Θερμογόνος δύναμη

Η θερμογόνος δύναμη των λιπαρών οξέων και των μεθυλεστέρων τους αυξάνεται με την αύξηση του μήκους της αλυσίδας και μειώνεται με την αύξηση του αριθμού των διπλών δεσμών. Η θερμογόνος δύναμη έχει επιπτώσεις στην καμπύλη απόδοσης της μηχανής: η κατανάλωση αυξάνεται και η ισχύς μειώνεται.

Καμπύλη απόσταξης

Αναφέρεται στην πτητικότητα του καυσίμου και παρέχει πληροφορίες σχετικά με το μηχανισμό μίξης αέρα-καυσίμου που θα χρησιμοποιηθεί και την κανονικότητα της διανομής στο θάλαμο καύσης. Για τα φυτικά έλαια, ξεκινάει από 310-360° C και φθάνει στους 880-890° C. Εντούτοις, το σπάσιμο των μορίων αρχίζει ακριβώς κάτω από 600° C, παράγοντας μία άκαυτη στρώση στα τοιχώματα του θαλάμου καύσης και πολυκυκλικούς αρωματικούς υδρογονάνθρακες στην εξάτμιση.

Σταθερότητα έναντι της οξειδωσης



Η οξείδωση αυξάνει το ιξώδες με τον σχηματισμό κόμμεων και κεριών στο δοχείο καυσίμου. Συσχετίζεται πρώτιστα με το βαθμό ακορεστότητας. Η οξείδωση του λαδιού μπορεί να εμφανιστεί από διάφορους μηχανισμούς: βακτήρια, υδρόλυση και ενζυματικούς μηχανισμούς και αυτοοξείδωση. Η αυτοοξείδωση διαιρείται σε δύο φάσεις. Στην αρχική φάση, η οξείδωση πραγματοποιείται αργά και περιλαμβάνει όλες τις ενώσεις (αν και οι πολυακόρεστες ενώσεις οξειδώνονται γρηγορότερα από άλλες). Κατόπιν, όταν επιτευχθεί η κρίσιμη ποσότητα προϊόντων οξείδωσης, η ταχύτητα οξείδωσης αυξάνεται γρήγορα (Romano, 1982). Οι απαιτήσεις σε οξυγόνο αυτών των αντιδράσεων εξαρτώνται από τη σύνθεση του λαδιού, την παρουσία αντιοξειδωτικών ενώσεων, την περιεκτικότητα σε μέταλλα (Fe, Cu), και τη θερμοκρασία. Δοκιμές μηχανών με λάδια που έχουν μείνει για καιρό αποθηκευμένα δεν είναι διαθέσιμες, κι έτσι δεν είναι γνωστά τα αποτελέσματα στις εκπομπές καυσαερίων.

### Σημείο ανάφλεξης

Αναφέρεται στη θερμοκρασία στην οποία το καύσιμο ατμοποιείται στη φάση έγχυσης και παρέχει πληροφορίες σχετικά με τον κίνδυνο πυρκαγιάς κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Για τα φυτικά έλαια, είναι  $-300^{\circ}\text{C}$ . Η διαφορά οφείλεται στις μεγαλύτερες αλυσίδες ατόμων άνθρακα και το μεγαλύτερο βαθμό ακορεστότητας των φυτικών ελαίων. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα μπορούν ελαφρώς να χαμηλώσουν το σημείο ανάφλεξης λόγω της υψηλότερης πτητικότητάς τους. Για τους εστέρες, το σημείο ανάφλεξης εξαρτάται από το υπόλειμμα αλκοόλης.

Δείκτης Conradson

Συσχετίζεται με το ποσό ανθρακικών αποθέσεων στο θάλαμο καύσης.

### **Τέφρα**

Οι τέφρες προέρχονται από τα στερεά σωματίδια των καυσίμων ή από τις υδροδιαλυτές μεταλλικές ενώσεις

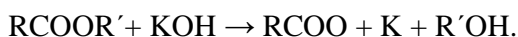
### **Συνολική οξύτητα**

Είναι ισοδύναμη με τα χιλιοστόγραμμα του υδροξειδίου καλίου που απαιτούνται για τη σαπωνοποίηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων στο δείγμα. Τα ελεύθερα λιπαρά οξέα είναι περισσότερο επιρρεπή στην οξείδωση και προκαλούν διάβρωση του μετάλλου. Στην πραγματικότητα, στις υψηλές θερμοκρασίες διαμορφώνουν άλατα με

τα μέταλλα, αφαιρώντας τα από την κοιλότητα και προκαλώντας έτσι ζημιά στις μηχανές.

### **Αριθμός σαπωνοποίησης**

Η αντίδραση της σαπωνοποίησης είναι μια βασική υδρόλυση ενός λίπους, δίνοντας μία αλκοόλη και ένα άλας του λιπαρού οξέος:



Είναι μονόδρομη αντίδραση και η χημική ισορροπία είναι προς τα δεξιά.

Ο αριθμός σαπωνοποίησης είναι ισοδύναμος με τα χιλιοστόγραμμα του καλίου που απαιτούνται για να εξουδετερώσουν ολόκληρη την ποσότητα του ελεύθερων και συνδεδεμένων λιπαρών οξέων σε κάθε γραμμάριο λίπους. Δίνει τις πληροφορίες για το περιεχόμενο σε λιπαρά οξέα και βοηθά στον καθορισμό της προέλευσης του λαδιού. Στην πραγματικότητα, υπάρχει μια σχέση μεταξύ του αριθμού σαπωνοποίησης και του μοριακού βάρους του ελαίου.

### **Αριθμός ιωδίου**

Αυτός δείχνει τον αριθμό των διπλών δεσμών (βαθμός ακορεστότητας). Η ύπαρξη ακόρεστων δεσμών είναι θετική από την άποψη της ικανότητας για διήθηση και του σημείου πήξης, αλλά αρνητική από την άποψη της σταθερότητας έναντι της οξειδωσης (οι διπλοί δεσμοί ευνοούν την οξειδωση). Επιπλέον, ο υψηλός αριθμός ιωδίου δίνει έναν υψηλό δείκτη Conradson, αυξάνοντας το σχηματισμό στερεού αποθέματος. Ο αριθμός ιωδίου δίνεται από τα γραμμάρια ιωδίου που μπορούν να συνδεθούν με 100 g λίπους. Το ραφινάρισμα ή η εστεροποίηση δεν έχουν επιπτώσεις στον αριθμό ιωδίου. Από την άποψη του μήκους της αλυσίδας ατόμων άνθρακα και του βαθμού κορεσμού, τα λάδια διακρίνονται σε (Riva και Sissot, 1999).

Δωδεκανικά έλαια (babassum, κόπρα): Αυτοί περιέχουν κυρίως δωδεκανικά (C12) και μυριστικά (C14) οξέα. Ο αριθμός ιωδίου τους κυμαίνεται από 5 έως 30, έτσι είναι βασικά κορεσμένα, και ο αριθμός σαπωνοποίησης είναι 250 mg KOH/g.

Παλμιτικά έλαια (φοίνικας): Είναι ημισταθερά στη θερμοκρασία δωματίου και περιέχουν παλμιτικό οξύ περισσότερο από 25% (C16). Ο αριθμός ιωδίου τους κυμαίνεται από 45 έως 58, και ο αριθμός σαπωνοποίησης είναι 200mg KOH/g. Τα σημεία τήξης κυμαίνονται από 20 έως 40° C.

Στεατικά έλαια (κακάο): Αυτά είναι στερεά (κορεσμένα C18). Οι αριθμοί ιωδίου κυμαίνονται από 50 έως 60, και οι αριθμοί σαπωνοποίησης από 180 έως 190 Mg KOH/g.

Ελαιϊκά έλαια (ελιά, φυστίκι, ελαιοκράμβη): Είναι σε υγρή κατάσταση (ακόρεστα C18). Ο αριθμός ιωδίου τους είναι 80-100. Μικρές ποσότητες λινελαϊκών και λινολενικών οξέων επίσης περιέχονται.

Λινελαϊκά έλαια (ηλίανθος, σόγια, αραβόσιτος, βαμβάκι): Ο αριθμός ιωδίου τους είναι πάνω από 110, έτσι είναι υγρά. Ο αριθμός σαπωνοποίησης είναι 180-190, ενώ τα σημεία στερεοποίησης είναι πολύ χαμηλά ( $-10^{\circ}\text{C}$  για το λάδι αραβόσιτου,  $-29^{\circ}\text{C}$  για τη σόγια).

Πολύ-ακόρεστα έλαια (λινάρι, καπνός: αριθμός άνθρακα $<18$ ).

### Περιεκτικότητα σε φώσφορο

Τα φυτικά έλαια περιέχουν τα φωσφολιπίδια που μπορούν να απορροφήσουν την υγρασία από τον αέρα και να σχηματίσουν αδιάλυτα κόμματα στα δοχεία καυσίμου, τις πολλαπλές, τα φίλτρα, και στο θάλαμο καύσης επίσης (αυξάνουν το δείκτη conradson). Η ποσότητα φωσφατιδίων ποικίλλει ανάλογα με τον τύπο ελαίου και, για οποιοδήποτε δεδομένο τύπο, με το βαθμό καθαρισμού του. Τα ραφιναρισμένα έλαια και οι εστέρες έχουν περιεκτικότητα σε φώσφορο μικρότερη από 10 ppm.

Οι μέθοδοι δοκιμής ASTM έχουν αναπτύξει πρότυπα, ASTM D975 για την ταξινόμηση των καυσίμων υδρογονανθράκων diesel. Η τυποποιημένη δοκιμή ASTM για τη μέτρηση κάθε αντίστοιχης ιδιότητας καυσίμων και τα όρια ASTM για το καύσιμο diesel No 2 δίνονται στον Πίνακα 27, ενώ, προς σύγκριση, οι ιδιότητες καυσίμων ορισμένων φυτικών ελαίων απαριθμούνται στον Πίνακα 28 που ακολουθεί.

**Πίνακας 30.** Δοκιμές ASTM και όρια για το καύσιμο Diesel No. 2

Δοκιμή	Αριθμός προτύπου ASTM	Όρια ASTM
Εύρος απόσταξης( <sup>0</sup> C)	D86	282-338
Σημείο ανάφλεξης( <sup>0</sup> C)	D93	52min
Ιξώδες(mm <sup>2</sup> /s)	D445	1,9-4,1
Νερό και ίζημα (% κατά όγκο)	D1796	0,05%max
Υπόλειμμα άνθρακα (% κατά βάρος)	D524	0,35%max
Τέφρα κατά βάρος(%)	D482	0,01%max
Θείο κατά βάρος	D129	0,5%max
Αριθμός κετανίου	D613	40min
Δοκιμή	Αριθμός προτύπου ASTM	Όρια ASTM
Εύρος απόσταξης( <sup>0</sup> C)	D86	282-338
Σημείο ανάφλεξης( <sup>0</sup> C)	D93	52min
Ιξώδες(mm <sup>2</sup> /s)	D445	1,9-4,1
Νερό και ίζημα (% κατά όγκο)	D1796	0,05%max
Υπόλειμμα άνθρακα (% κατά βάρος)	D524	0,35%max
Τέφρα κατά βάρος(%)	D482	0,01%max
Θείο κατά βάρος	D129	0,5%max
Αριθμός κετανίου	D613	40min

**Πίνακα 31.** Οι ιδιότητες καυσίμων ορισμένων φυτικών ελαίων και εστέρων

	Ιξώδες mm <sup>2</sup> /s	Αρ. κετανίου	HHV MJ/kg
Diesel	1,9-4,1	40,0	45,6
Ακατέργαστο έλαιο	32,6	38,0	39,6
Εξευγενισμένο	32,0	40,0	40,2
Μίγμα 20/80 με Diesel	5,53	-	44,65
Μικρογαλάκτωμα	4,03	34,7	41,26
Πυρολυμένο λάδι	10,2	43,0	40,6
Μεθυλικός εστέρας	5,65	61,8	40,54
Αιθυλικός εστέρας	6,11	59,7	40,51

### 3.4.3. Τρόποι χειρισμού των φυτικών ελαίων

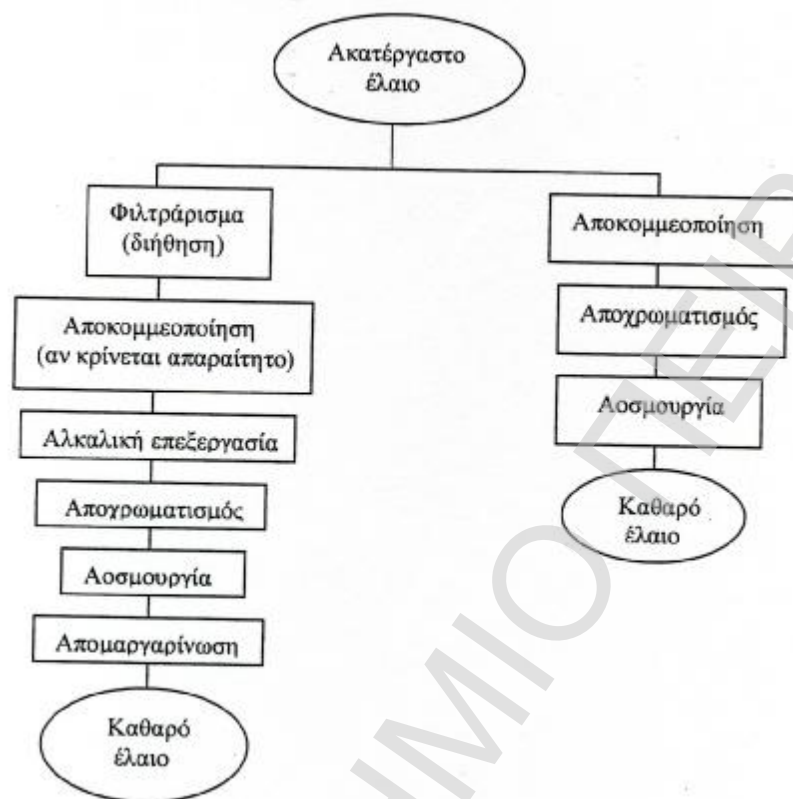
Απαλλαγή από προσμίξεις και καθαρισμός, ραφινάρισμα ελαίου

Διάφορες μέθοδοι χρησιμοποιούνται προκειμένου να τροποποιηθούν οι ιδιότητες καυσίμου των φυτικών ελαίων και να αποκτηθεί η επιθυμητή συμπεριφορά αυτών κατά την καύση.

Οι ρυπαρότητες των ελαίων, όπως οι πρωτεΐνες, τα κόμματα, φωσφατίδια, κετόνες και αλδεΐδες, μπορούν να είναι παρούσες σε διάλυση ή σε αιώρηση. Επιπλέον, όλα τα ακατέργαστα έλαια περιέχουν ελεύθερα λιπαρά οξέα, Free Gatty Acids, FFAs, τα οποία είναι είτε φυσικά παρόντα είτε παραχθέντα μετά από τη δράση των λιπολυτικών ενζύμων. Σε κάθε περίπτωση, διαμορφώνουν ένα υπόστρωμα για περαιτέρω αντιδράσεις οξείδωσης.

Υπάρχουν βασικά δύο μέθοδοι καθαρισμού για τα έλαια. Συμβατικός και φυσικός καθαρισμός (Σχήμα 10) (Riva and Sissot, 1999). Στη συμβατική διαδικασία, τα ελεύθερα λιπαρά οξέα αφαιρούνται με μια αλκαλική επεξεργασία, ενώ στο φυσικό καθαρισμό, αφαιρούνται με λύση κατά τη διάρκεια της αοσμουργίας (εξουδετέρωσης των οσμών). Ο φυσικός καθαρισμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για τα έλαια των οποίων η συνολική οξύτητα υπερβαίνει το 5% και τα οποία είναι ελεύθερα λιπαρών οξέων με χαμηλό μοριακό βάρος. Αυτή η μέθοδος προσφέρει το πλεονέκτημα της ταχύτητας αλλά περιλαμβάνει μεγαλύτερη πολυπλοκότητα και υψηλότερες δαπάνες εγκαταστάσεων. Επιπλέον, είναι δύσκολο να επιτευχθεί μια τελική οξύτητα μικρότερη από 1%.

**Σχήμα 12.** Φάσεις εξευγενισμού και ραφινάρισματος των φυτικών λαδιών  
(Riva & Sissot, 1999)



#### 3.4.4. Μίγματα με συμβατικό καύσιμο Diesel

Επίσης παράγουμε βιοντήζελ εάν αντικατασταθούν η αναμειχθούν τα φυτικά έλαια με πετρέλαιο. Τα μίγματα ελαίων φυτικής προέλευσης με συμβατικά καύσιμα diesel μπορούν να απαλύνουν την κακή απόδοση των φυτικών ελαίων στις μηχανές καύσης, μεταβάλλοντας τις ιδιότητες του παραγόμενου καυσίμου. Στον Πίνακα 28 παρακάτω παραθέτονται δύο βασικές ιδιότητες, θερμογόνου δύναμης και κινηματικού ιξώδους σε διάφορα μίγματα ελαίου ηλίανθου και καυσίμου diesel (Vinyard et al., 1982)

**Πίνακας 32.** Μεταβολή της Ανώτερη Θερμογόνου Δύναμης, Gross Heating Value (GHV) και του Κινηματικού ιξώδους σε μίγματα λαδιού ηλίανθου, sunflower oil (SFO) και καυσίμου diesel, Diesel Fuel (DF).

Καύσιμο	GHV MJ /kg	Κινηματικό ιξώδες (cSt)			
		40 <sup>0</sup> C	60 <sup>0</sup> C	80 <sup>0</sup> C	80 <sup>0</sup> C
Diesel	45,28	2,91	2,12	1,22	
SFO(α)	41,45	18,6	11,21	4,9	
SFO(β)	39,42	31,31	17,53	7,49	
SFO/DF					
20/80	44,65	5,53	3,66	1,99	
30/70	43,72	7,26	15,21	3,25	
50/50	42,47	9,43	6,17	3,19	
60/40	41,42	11,57	7,21	3,94	
70/30	40,75	16,16	9,32	4,43	
80/20	40,1	17,84	13,09	4,89	
90/10	39,46	23,05	14,02	5,89	

(α) Ανεπεξέργαστο λάδι

(β) Επεξεργασμένο λάδι

Μίγματα ελαίου σόγιας με καύσιμο diesel No. 2 σε αναλογίες 1:2 και 1:1 δοκιμάστηκαν ως προς την απόδοση των μηχανών και το ιξώδες του λιπαντικού της λαδολεκάνης σε έναν 6-κύλινδρο κινητήρα John Deere, μετατόπισης 6.6 L, άμεσης-έγχυσης, για συνολικά 600 h (Adams et al., 1983). Η πύκνωση και ο πιθανός σχηματισμός γέλης, gel, του λαδιού λίπανσης παρουσιάστηκαν στο μίγμα 1:1, αλλά δεν εμφανίστηκαν τέτοια φαινόμενα με το μίγμα 1:2. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το μίγμα 1:2 μπορεί να είναι κατάλληλο ως καύσιμο για τα γεωργικά μηχανήματα.

Δύο σοβαρά προβλήματα που συνδέονται με τη χρήση των φυτικών ελαίων ως καύσιμα ήταν η απώλεια των αρχικών ιδιοτήτων του ελαίου λίπανσης και η ελλιπής καύση (Peterson et al, 1983). Τα πολυακόρεστα λιπαρά οξέα ήταν πολύ ευαίσθητα στον πολυμερισμό και το σχηματισμό κόμματος ως αποτέλεσμα της οξειδωσης κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ή από το σύνθετο οξειδωτικό και θερμικό πολυμερισμό στην υψηλότερη θερμοκρασία και πίεση της καύσης. Το κόμμα δεν κήκε εντελώς, με αποτέλεσμα το σχηματισμό αποθέσεων άνθρακα και την πύκνωση του λαδιού λίπανσης. Το έλαιο χειμερινής ελαιοκράμβης μελετήθηκε ως καύσιμο diesel λόγω των υψηλών αποδόσεων της καλλιέργειας και της υψηλής περιεκτικότητας του σπόρου σε λάδι (45%) και της υψηλής περιεκτικότητας (46,7%) σε erucic οξύ του ελαίου (Peterson et al, 1983). Ο ρυθμός σχηματισμού γόμας του ελαίου χειμερινής ελαιοκράμβης ήταν πέντε φορές πιο αργός από αυτόν του υψηλού λινελαϊκού (75-85%) ελαίου. Τα ιξώδη των 50/50 και 70/30 μιγμάτων

του ελαίου χειμερινής ελαιοκράμβης και diesel και του αυτούσιου λαδιού χειμερινής ελαιοκράμβης ήταν πολύ υψηλότερα (6-18 φορές) από το diesel No. 2. Ένα μίγμα 70/30 ελαίου χειμερινής ελαιοκράμβης και diesel No. 1 χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς ως καύσιμο για μια μικρή μηχανή diesel μονοκύλινδρο για 850 h. Κατά τη διάρκεια της δοκιμής δεν σημειώθηκε δυσμενής φθορά και καμία επίδραση στο λάδι λίπανσης ή στην παραγωγή ισχύος. Σε μια άλλη περίπτωση 25 μέρη λαδιού ηλίανθου και 75 μέρη diesel αναμείχθηκαν για παραγωγή καυσίμου diesel (Ziejewski et al, 1986). Το ιξώδες ήταν 4,88 cSt στους 40° C, ενώ η καθορισμένη τιμή ASTM είναι 4,0 cSt στους 40° C για το πετρέλαιο. Θεωρήθηκε, ωστόσο, μη κατάλληλο για μακροπρόθεσμη χρήση σε μια μηχανή άμεσης-έγχυσης. Το ιξώδες ενός μίγματος 25/75 ελαίου safflower και diesel ήταν 4,92 cSt στους 40° C. Ένα μίγμα 50/50 ελαίου σόγιας και διαλύτη Stoddard ((48% παραφίνες και 52% ναφθένια) από την Union Oil Co. είχαν ιξώδες 5.12 cSt στους 38° C (Goering, 1984). Και τα δύο μίγματα ελαίων safflower και σόγιας πέρασαν τις 200 h του EMA τεστ (Engine Manufacturers' Association, Ένωση Κατασκευαστών Μηχανών). Η εταιρία Caterpillar της Βραζιλίας, το 1980, χρησιμοποίησε μηχανές με προθαλάμους καύσης με ένα μίγμα φυτικού ελαίου 10% για να διατηρήσει τη συνολική ισχύ χωρίς οποιεσδήποτε αλλαγές ή ρυθμίσεις στη μηχανή. Σε εκείνη τη χρονική στιγμή, δεν ήταν πρακτικό να αντικατασταθεί το καύσιμο diesel. Σε μερικά πειράματα χρησιμοποιήθηκαν σε βραχυπρόθεσμες δοκιμές αναλογίες μέχρι 50/50 φυτικών λαδιών και Diesel (Ma and Hanna, 1999). Τα ιξώδη των μεθυλεστέρων φυτικών ελαίων είναι ελαφρώς υψηλότερα από τα αντίστοιχα ιξώδη του συμβατικού καυσίμου ντήζελ D2 – το οποίο είναι 2.7mm<sup>2</sup>/s στους 311K. Αντίστοιχα, τα ιξώδη των φυτικών ελαίων κυμαίνονται από 2.8 ως 3.5mm<sup>2</sup>/s στην ίδια θερμοκρασία (311K).Purpan D, 2002 .

Η επίδραση των εξεργασιών των φυτικών προέλευσης λαδιών στις ιδιότητες τους αλλού έχει θετικά και αλλού αρνητικά αποτελέσματα. Μας ενδιαφέρει το ιξώδες , ο αριθμός κετανίου και η ανώτερη θερμογόνο δύναμη . Η παρατήρηση των στοιχείων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι από τις διάφορες επεξεργασίες των φυτικών ελαίων , η μετεστεροποίηση , η δημιουργία μιγμάτων και μικρογαλακτωμάτων με συμβατό καύσιμο diesel και η πυρόλυση οδηγούν σε παραγωγή καυσίμου με ιδιότητες ανάλογες του πετρελαίου , οι διαδικασίες απαλλαγής από προσμίξεις δεν ενδιαφέρουν αφού αυξάνουν το κόστος παραγωγής και οδηγούν σε παραγωγή καυσίμου που η τιμή του ιξώδους του παραμένει υψηλή .

Τα μίγματα των φυτικών ελαίων με συμβατικά καύσιμα diesel απαλούν την κακή απόδοση των φυτικών στις μηχανές καύσης , μεταβάλλοντας τις ιδιότητες του παραγόμενου καυσίμου.



### Πίνακας 33. Στοιχεία σύνθεσης των λαδιών πυρόλυσης

(Alencar et al., 1983, Schwab et al., 1988)

	Ποσοστό κατά βάρος							
	Υψηλού ελαϊκού οξέος		Κάρδαμο		Σόγια			
	Άζωτο	Αέρας	Άζωτο	Αέρας	Άζωτο	Αέρας		
Αλκάνια		37,5		40,9		31,1		29,9
Αλκένια		22,2		22,0		28,3		24,9
Αλκαδιένια		8,1		13,0		9,4		10,9
Αρωματικές ουσίες		2,3		2,2		2,3		1,9
Άλυτα ακόρεστα		9,7		10,1		5,5		5,1
Καρβοξυλικά οξέα		11,5		16,1		12,2		9,6
Άγνωστης ταυτότητας		8,7		12,7		10,9		12,6

### Πίνακας 34. Ανάλυση αερίων από την καύση ελαίου ηλίανθου και C-diesel σε μίγματα

(Riva and Sissot, 1999).

Ιδιότητα	G0	G10	G20	G30	G40	G50
CO σε ppm	13.63	13.09	12.1	11.62	11.26	10.8
NO <sub>x</sub> σε ppm	37.25	38.88	51.93	52.8	51.7	53.00
CO <sub>2</sub> m <sup>3</sup> /kcal	1.61*10 <sup>4</sup>	1.62*10 <sup>4</sup>	1.62*10 <sup>4</sup>	1.63*10 <sup>4</sup>	1.63*10 <sup>4</sup>	1.64*10 <sup>4</sup>
Απώλεια θερμότητας από ατελή καύση (%)	5.21*10 <sup>2</sup>	5.16*10 <sup>2</sup>	1.96*10 <sup>2</sup>	9.8*10 <sup>3</sup>	1.05*10 <sup>2</sup>	2.67*10 <sup>2</sup>
Απώλεια θερμότητας ως αισθητή στα αέρια	18.9	18.91	16.02	15.43	15.1	14.48
Θερμική απόδοση	83.23	84.56	84.44	84.01	84.75	85.86

Προς ανακεφαλαίωση των διάφορων επεξεργασιών που χρησιμοποιούνται για τη βελτίωση των ιδιοτήτων των φυτικών ελαίων, η επίδραση τους σε τρεις βασικές ιδιότητες σχετικές με τη συμπεριφορά τους ως καύσιμα, αυτή του ιξώδους, αριθμούς κετανίου και ανώτερη θερμογόνο δύναμη αναφέρεται στον πίνακα 32. Οι τρεις συγκεκριμένες ιδιότητες επιλέχθηκαν γιατί ήταν διαθέσιμες στη βιβλιογραφία και για τις πέντε μεθόδους επεξεργασίας. Γενικώς οι φυσικές και χημικές ιδιότητες και η λειτουργία των αιθυλεστέρων είναι συγκρίσιμες με τις αντίστοιχες των μεθυλεστέρων. Οι μεθύλ- και οι αιθύλ- εστέρες έχουν το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο. Το ιξώδες του αιθυλεστέρα είναι ελαφρώς μεγαλύτερο του μεθυλεστέρα. Οι δοκιμές που έγιναν έδειξαν πως οι μεθυλεστέρες παρέχουν ελαφρώς υψηλότερη στροφή υψηλότερη ισχύ και ροπή από τους αιθυλεστέρες. Άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά των αιθυλεστέρων

είναι το μικρότερο σημείο θάλωσης ,μικρότερες θερμοκρασίες καύσης ,και μικρότερο σημείο ροής.

**Πίνακας 35.** Ιδιότητες καυσίμου του θερμικά διασπώμενου σογιέλαιου

	Σογιέλαιο A/B	Θερμικά διασπώμενο σογιέλαιο A/B	Πετρέλαιο Diesel A/B
Αριθμός κετανίου	38,0/37,9	43,0/43,0	51,0/40,0
Ανώτερη θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	39,3/39,6	40,6/40,3	45,6/40,3
Σημείο ροής °C	-12,2/-12,2	4,4/7,2	-6,7/-6,7
Ιξώδες cSt (37,8°C)	32,6/32,6	7,74/10,2	2,82/1,9- 4,1

A.

Niehaus et al.1986.

B. Schwab et al ,1988

Η παρατήρηση των στοιχείων του Πίνακα 32 οδηγεί στο συμπέρασμα ότι από τις διάφορες επεξεργασίες των φυτικών ελαίων η μετεστεροποίηση, η δημιουργία μιγμάτων και μικρο-γαλακτωμάτων με συμβατικό καύσιμο diesel, και η πυρόλυση οδηγούν σε παραγωγή καυσίμου με ανάλογες ιδιότητες με αυτό του πετρελαίου, ενώ η απαλλαγή από προσμίξεις δεν συμβάλλει σε σημαντική βελτίωση του παραγόμενου καυσίμου, αφού η τιμή του ιξώδους παραμένει υψηλή.

**Πίνακας 36:** Προσδιορισμός των φυσικών και χημικών ιδιοτήτων με χρήση των αντιστοιχών προτύπων μεθόδων στα διάφορα φυτικά έλαια

ΙΔΙΟΤΗΤΑ	ΣΥΜΒΟΛΟ	ΠΡΟΤΥΠΗ ΜΕΘΟΔΟΣ	ΜΟΝΑΔΑ ΜΕΤΡΗΣΗΣ
Πυκνότητα (Density)	D	ASTM D4052-91	g/ml
Αριθμός Ιωδίου (IODINE VALUE)	IV	AOCSCD1251 993	cg I/g ελαίου
Αριθμός σαπωνοποίησης SAPONIFICATION VALUE	SV	AOCS CD3 1993	mg KOH/g ελαίου
Ανώτατη θερμογόνος δύναμη (hight heating value)	HHV	ASTMASTD20 15-85	MJ/kg
Σημείο θόλωσης (CLOUD POINT)	CP	ASTM D2500-91	K
Σημείο ροής ( Pour point)	PP	ASTM D97-93	K
Flash point	FP	ASTM D93-94	K
Αριθμός οκτανίων(Cetane number)	CN	ASTMD63	K
Κινηματικό ιξώδες(Kinematic viscosity)	KV	ASTM D445	-
Περιεκτικότητα θείου (Sulfur content)	SC	ASTM D5453-93	mm2/s 311K στους
Υπολειπόμενος άνθρακας (Carbon residue)	CR	ASTM D524	% κ.β.
Περιεκτικότητα στάχτη (Ash content)	AC	ASTM D482-91	% κ.β

**Πίνακας 37.** Διάφορες φυσικές ιδιότητες των φυτικών ελαίων

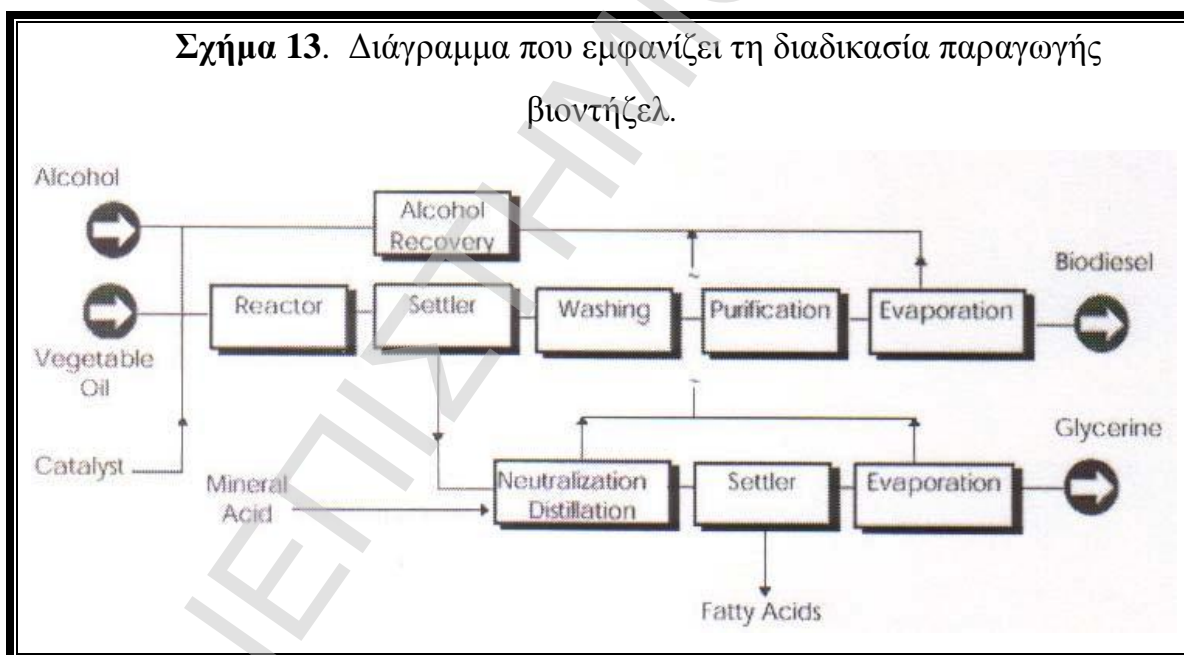
**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΒΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

Η τιμή ενός λίτρου βιοντίζελ είναι 0,5ευρώ /λίτρο. Η οικονομικότερη λύση από άποψη πρώτης ύλης είναι και τα λάδια τηγανίσματος που προέρχονται από τα νοικοκυριά και από τα εστιατόρια. Για παράδειγμα για την τακτική μιας αλυσίδας εστιατορίων που συγκέντρωσε από τα καταστήματα της στην Αυστραλία 1100 τόνους λάδι ανακυκλωμένο που στη συνέχεια μετεστεροποιείται.

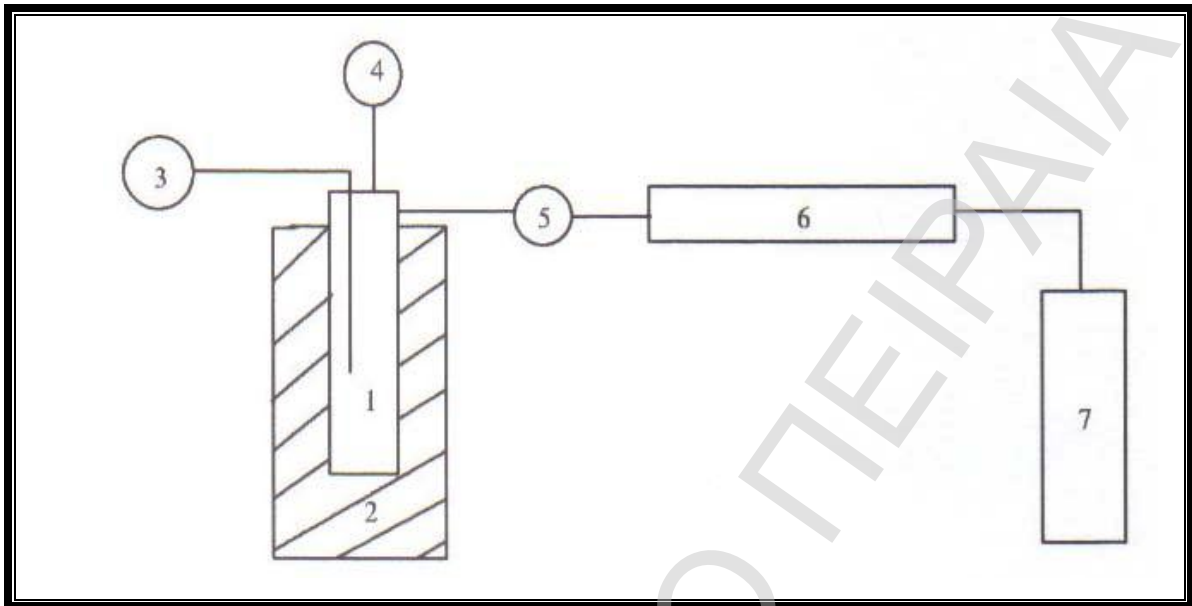
Η τακτική αυτή εξασφαλίζει ένα σταθερό και ελεγχόμενο κύκλωμα τροφοδοσίας με σιγουριά. Άλλες πηγές που χρησιμοποιούνται είναι ανακυκλωμένες βρώσιμες ελιές και αλλά και ελαιούχοι σπόροι που όμως ανταγωνίζονται την νωπή κατανάλωση για τροφή. (Hondelez J. et al). Στην αγορά καυσίμων ανταλλάσσονται συνταγές για την παρασκευή μιγμάτων με παραλλαγές που αλλάζουν ακόμη και σε καθημερινή βάση για να προσαρμοστεί στο κλίμα βελτιώνοντας τις προσόδους.

Η κύρια παραγωγή που παίρνουμε με την μετεστεροποίηση είναι 85-95% της πρώτης ύλης ενώ ότι εναπομένει στην φάση αυτή της γλυκερίνης προσπαθούμε σαν πρόσδο να το ανακτήσουμε από την σοδειά που είναι ο δεύτερος παράγοντας που επηρεάζει την πρόσδο, για παράδειγμα μια μείωση της εσοδείας 10% μειώνει την πρόσδο κατά 25%.



### 3.4.5. Καταλυτική μετεστεροποίηση

Σχήμα14 . Διάγραμμα ροής μεθυλεστεροποίησης μεθανόλης



(1) αυτόκλειστος αντιδραστήρας, (2) ηλεκτρικός κλίβανος, (3) έλεγχος θερμοκρασίας, (4) έλεγχος πίεσης, (5) βαλβίδα εξόδου του προϊόντος, (6) συμπυκνωτής, (7) δοχείο συλλογής προϊόντος

Καταλυτική μετεστεροποίηση είναι μια διαδικασία που εισάγεται το έλαιο σε αντιδραστήρα βιοντήζελ και στην συνέχεια εισάγεται μίγμα καταλύτη με αλκοόλης όπου αναδεύεται έντονα για δύο ώρες. Σε υψηλή θερμοκρασία  $340^{\circ}\text{K}$  και σε μέση πίεση.

Η διεργασία αυτή περιλαμβάνει την έντονη ανάδευση με αλκοόλη σε μικρό αντιδραστήρα .

Η επιτυχής μετεστεροποίηση δίνει δυο φάσεις αυτήν του εστέρα και αυτή της γλυκερίνης. Μετά την ολοκλήρωση της καθίζησης γίνεται παραλαβή της φάσης του μεθυλεστέρα που του προσθέτουμε ύδωρ σε αναλογία 5,5% του όγκου του μεθυλεστέρα στο έλαιο. Το αναδεύουμε και αφού επανακαθιζήσει η γλυκερίνη παραλαμβάνουμε τον εστέρα που το κατεργαζόμαστε. Η βαρύτερη φάση αυτή της γλυκερίνης καθιζάνει μετά από δύο ώρες και παραλαμβάνεται από την βάση του αντιδραστήρα. Ενώ από την κορυφή παραλαμβάνεται μεθυλεστέρας η βιοντήζελ. Η κατεργασία γίνεται για να παραλάβουμε όσο το δυνατόν στρώμα καθαρού εστέρα. Στη συνέχεια εισάγουμε ύδωρ σε αναλογία 28% του

όγκου του ελαίου και 1% ταννικό οξύ ανά λίτρο προστιθέμενου ύδατος τα αναδεύουμε προσεκτικά ενώ επιτρέπεται η προσεκτική είσοδος του αέρα. Αποχετεύουμε την υδάτινη αυτή φάση και τέλος πλένουμε με καθαρό ύδωρ 28% κατά όγκου ελαίου για την τελική πλύση. Οι καθαροί μεθυλεστέρες υφίστανται φιλτράρισμα, ενώ η γλυκερίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παρασκευή σαπουνιού. Το βιοντήζελ που παραλαμβάνεται είναι κατάλληλο για να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε κινητήρες βιοντήζελ. Η παραλαβή της γλυκερόλης είναι μια ενδιαφέρουσα παράγωγη με πολλές εφαρμογές που μειώνει το κόστος του βιοντήζελ.

Το βιοντήζελ αυτό που παραλαμβάνουμε είναι πιο καθαρό από το D2 και κάνει να τροφοδοτήσει απευθείας μηχανές.

#### **3.4.6. Η μέθοδος υπερκρίσιμης μεθυλεστεροποίησης μεθανόλης.**

Για την μετεστεροποίηση αυτή γίνεται εισαγωγή όλων των συστατικών σε ανοξείδωτο αντιδραστήρα υπό υψηλή πίεση. Μια τυπική διάταξη μετεστεροποίησης μεθανόλης παρουσιάζεται στο Σχήμα 12. Όλα τα συστατικά του μίγματος εφαρμόζονται σε κυλινδρικό κλειστό αντιδραστήρα ο οποίος είναι κατασκευασμένος από ανοξείδωτο χάλυβα 316 που αντέχει σε τιμές πίεσης και θερμοκρασίας υψηλές κατά τη λειτουργία της διεργασίας 100Μρα και υψηλές θερμοκρασίες 850 °K. Κατά την τυπική λειτουργία της διεργασίας, ο αντιδραστήρας φορτίζεται με δοθείσα ποσότητα φυτικού ελαίου και υγρής μεθανόλης μεταβλητής αναλογίας. Μετά από κάθε ροή, το αέριο, διαφεύγει και το περιεχόμενο του αντιδραστήρα ρέει προς το δοχείο συλλογής. Όλα τα υπόλοιπα συστατικά απομακρύνονται από τον αντιδραστήρα με πλύση. Η πλύση αυτή πραγματοποιείται με χρήση μεθανόλης.

Ωστόσο, υπάρχουν πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την απόδοση της αντίδρασης μετεστεροποίησης, όπως η μοριακή αναλογία αλκοόλης στο φυτικό έλαιο και η θερμοκρασία αντίδρασης.

#### **3.4.7. Η παραγωγή βιοελαίου με πυρόλυση**

Είναι η διαδικασία της θερμικής υποβάθμισης των φυτικών ελαίων σε αλκάνια σε αλκένια σε αλκαδιένια σε καρβοξυλικά οξέα αρωματικών ενώσεων αλλά σε μικρές ποσότητες αέριων προϊόντων. Η διαδικασία αυτή με θέρμανση και απουσία αέρα μπορεί να υποδιαιρεθεί σε συμβατική πυρόλυση, σε ταχεία πυρόλυση και σε αστραπιαία πυρόλυση.

Η πυρόλυση έχει εύκολο τρόπο λειτουργίας και είναι ενδιαφέρον να προσδιοριστεί με

ποιόν τρόπο το ποσό της θερμότητας επηρεάζει το ποσοστό πυρόλυσης Στο παρακάτω σχήμα εμφανίζεται η πειραματική διάταξη της διαδικασίας πυρόλυσης.

Στην διάταξη χρησιμοποιείτε ένα θερμοβαρόμετρο που να μετρά το ποσό της θερμότητας κατά την διάρκεια του πειράματος

Οι αποδόσεις της πυρόλυσης δίνονται στον Πίνακα 26.

Η πυρόλυση οδηγεί σε παραγωγή προϊόντων αλκάνια, αλκένια, αλκαδιένια, καρβοξυλικά οξέα ,αρωματικές ενώσεις και μικρό ποσοστό αερίων προϊόντων. Σύμφωνα με τις συνθήκες λειτουργίας η πυρόλυση διαιρείται σε συμβατική πυρόλυση ,ταχεία πυρόλυση και αστραπιαία πυρόλυση. Τα κύρια συστατικά της πυρόλυσης είναι αλκάνια και αλκένια, τα οποία υπολογίζονται στο 60% της συνολικής μάζας τροφοδοσίας.

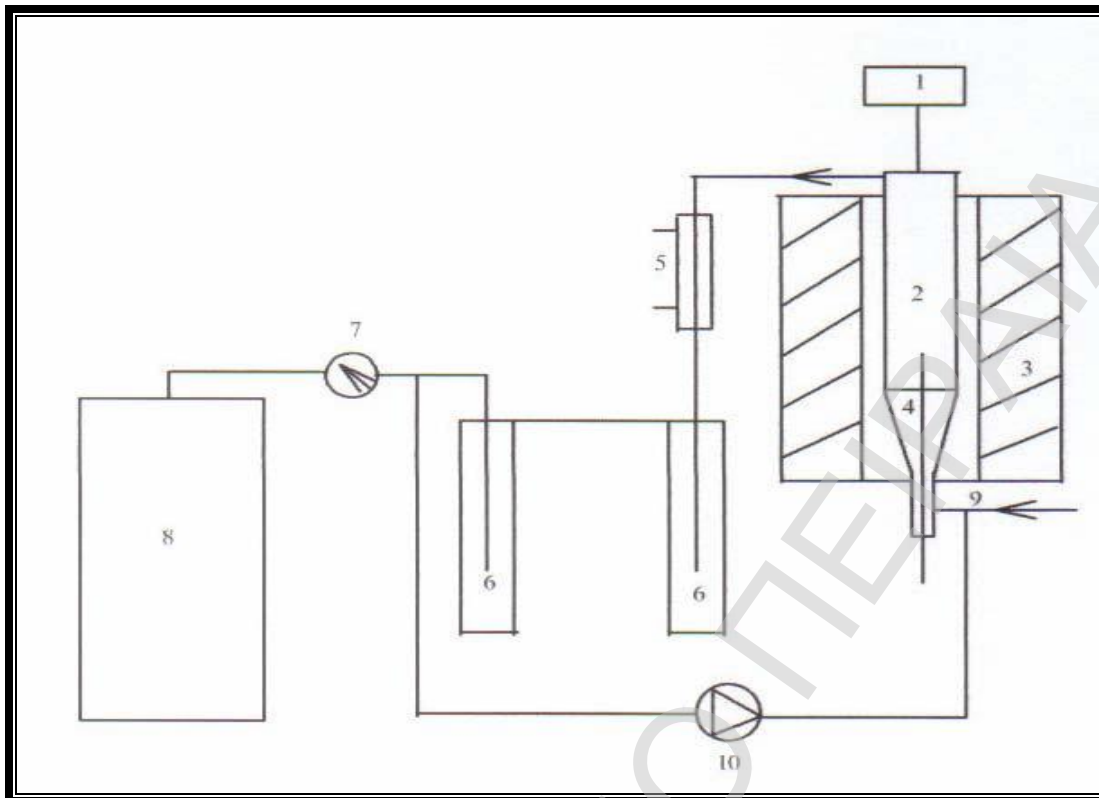
Καρβοξυλικά οξέα δίνει 9,6%-16,1%.

Επίσης, πιστεύεται ότι, όπως στις διεργασίες τα κατάλοιπα σχηματίζουν σταθερές ενώσεις που τα καθιστούν λιγότερο ενεργά και η ενέργεια ενεργοποίησης αυξάνεται όσο το επίπεδο της αποσύνθεσης των καταλοίπων φυτικών ελαίων αυξάνεται.

Η χημική σύσταση σε βαρείς υδρογονάνθρακες είναι όμοια με αυτή των προϊόντων διύλισης του πετρελαίου. Στην περιοχή των θερμοκρασιών που παρουσιάζεται εκλεκτικότητα των προϊόντων διάσπασης είναι μεταξύ 825 και 1125 K.

Μια άλλη μέθοδο που έχει ερευνηθεί είναι η μετατροπή του ηλιέλαιου σε μεθάνιο και οξείδια του άνθρακα. Η απόδοση σε υδρογόνο κυμαίνεται από 72-87% στην στοιχειομετρική αναλογία. ένα φαινόμενο τις ροές που εμφανίζονται στις χαμηλότερες θερμοκρασίες. Και όταν η αναλογία S/C είναι ακριβώς 3.Η μέθοδος γίνεται με αντιδραστήρα σταθερής κλίνης με καταλύτη Ni σε ρεύμα αναμόρφωσης νάφθας. Η απόδοση εξαρτάται από την αναλογία ρεύματος προς άνθρακα και στην θερμοκρασία καταλύτη που κατευθύνει την ισορροπία ανάμεσα σε αέρια συστατικά.





(1)τροφοδοσία φυτικού ελαίου, (2) θάλαμος πυρόλυσης, (3) ηλεκτρικός κλίβανος, (4) υλικό συσκευασίας, (5) συμπυκνωτής, (6) βαλβίδα ψύξης, (7) μετρητής αερίου ποσότητας, (8) δεξαμενή συμπίεσης αερίων, (9) ρεύμα καθαρισμού αέρα, (10) περισταλτική αντλία

**Σχήμα 15.** Απλοποιημένο πειραματικό διάγραμμα ροής πυρόλυσης φυτικών ελαίων

### 3.5. Ο νόμος που περιγράφει την μετατροπή της βιομάζας σε ενέργεια

Από όπου και αν προέρχεται η βιομάζα για την ενεργειακή μετατροπή της έχουμε θερμοχημικές και ξηρές μεθόδους είτε βιοχημικές υγρές μεθόδους.

Οι ξηρές διεργασίες είναι η απευθείας καύση η αεριοποίηση η υδρογονοδιάσπαση και η πυρόλυση εφαρμόζονται για είδη που η σχέση C/N είναι μεγαλύτερη από 30 αλλά και η υγρασία πρέπει να είναι μικρότερη από 50 %. Οι υγρές μέθοδοι περιλαμβάνουν αερόβια ζύμωση, αναερόβια ζύμωση και αλκοολική ζύμωση.

Το θεωρητικό δυναμικό καθώς και το διαθέσιμο δυναμικό αποτυπώθηκαν σε θεματικούς χάρτες σε επίπεδο νομού, ώστε να αναλυθεί η κατανομή των υπολειμμάτων στο χώρο και να αναγνωρισθούν περιοχές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον. Θα εξετάσουμε αναλυτικά την κατάσταση της βιομάζας στην Θεσσαλία για μια σειρά ετών από 1998-2002

Το ενεργειακό δυναμικό των υπολειμμάτων για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπολογίστηκε με βάση την ανώτερη θερμογόνο δύναμη του κάθε υπολείμματος (πίνακας 1),

το βαθμό απόδοσης της τεχνολογίας μετατροπής  $n_c$  και το βαθμό απόδοσης της μετατροπής της θερμικής σε ηλεκτρική ενέργεια  $n_e$  σύμφωνα με τη σχέση (I), όπου  $A_i$  είναι η ποσότητα του διαθέσιμου υπολείμματος (i) και  $HHV_i$  η αντίστοιχη ανώτερη θερμογόνος δύναμη. Για τις ανάγκες της παρούσας μελέτης χρησιμοποιήθηκαν οι βαθμοί απόδοσης για αεριοποίηση, ώστε  $n_c=0,7$  και  $n_e=0,3$ .

$$Q_e = \sum A_i \times HHV_i \times n_c \times n_e \quad (I)$$

- § όπου  $A_i$  είναι η ποσότητα του διαθέσιμου υπολείμματος (i)
- §  $HHV_i$  είναι η αντίστοιχη ανώτερη θερμογόνος δύναμη από το διαθέσιμο υπόλειμμα(i).
- § ο βαθμός απόδοσης της τεχνολογίας μετατροπής χρησιμοποιήθηκε ο βαθμός για αεριοποίηση, ώστε  $n_c=0,7$  και
- § ο βαθμός απόδοσης της μετατροπής της θερμικής ενέργειας ηλεκτρική είναι  $n_e=0,3$ . χρησιμοποιήθηκε ο βαθμός για αεριοποίηση [Α. Νικολάου κ.α, 2002],

Στον πίνακα 39 δίνονται για την περίοδο 1967-2003 τα ετήσια στοιχεία της έκτασης και απόδοσης των ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα με βάση στοιχεία της Ε.Β.Ζ. και του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων.

**Πίνακας 38.** Υγρασία, μέση σύνθεση και σχέση C/N των κυριότερων γεωργικών παραπροϊόντων

Πίνακας 2. Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

**Πίνακας 39.** Δείκτης κύριου προϊόντος προς υπόλειμμα, περιεκτικότητα σε υγρασία (%), βαθμός διαθεσιμότητας (%) και ανώτερη θερμογόνος δύναμη (MJ/kg) των κυριοτέρων γεωργικών υπολειμμάτων **Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

**Πίνακας 40.**Περιεκτικότητα των υπολειμμάτων σε άνθρακα

**Πίνακας 2.** Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

**Πίνακας 41.** Στοιχεία ετήσια έκταση και παραγωγή τεύτλων και σταριού τα έτη 1979-2003

Έτος	Τεύτλα			Στάρι		
	Έκταση (στρέμματα)	Στρεμματική Απόδοση (τόνοι/στρ.)	Σακχαρικός τίτλος (%)*	Έκταση (στρέμματα)	Στρεμματική Απόδοση (τόνοι/στρ.)	Παραγωγή (τόνοι)
1979	443.714	6.25	13.76	7.326.150	274	2.010.701
1980	281.903	5.17	15.03	7.281.370	312	2.274.250
1981	423.272	6.05	15.37	7.517.747	280	2.106.270
1982	407.570	6.25	14.47	7.415.610	402	2.983.400
1983	384.314	6.30	15.19	6.997.000	211	1.476.600
1984	278.038	5.97	16.03	6.063.410	283	1.716.850
1985	432.369	6.04	15.43	4.574.108	214	979.854
1986	435.934	5.88	14.43	4.260.000	255	1.086.000
1987	280.316	5.89	14.35	3.940.000	254	1.000.000
1988	340.373	5.73	14.37	3.840.000	289	1.108.000
1989	485.961	7.07	14.38	3.727.000	293	1.091.000
1990	443.394	6.18	13.75	3.220.000	211	680.000
1991	390.384	6.59	13.80	2.931.930	333	977.623
1992	500.121	6.12	14.53	3.267.119	269	879.277
1993	462.192	5.88	14.34	3.142.156	261	819.550
1994	401.854	5.82	13.84	2.762.210	304	840.820
1995	422.979	6.06	14.17	2.663.440	286	753.060
1996	403.325	5.83	14.35	2.535.940	249	630.370
1997	527.152	5.90	14.71	2.301.800	252	580.100
1998	362.695	5.33	13.41	2.208.570	269	593.293
1999	391.538	5.51	13.53	1.946.166	304	591.293
2000	499.909	6.29	15.45	1.682.273	266	446.929
2001	422.274	6.69	14.18	1.611.150	274	442.060
2002	415.000	6.10		1.484.240	288	427.280
2003	390.000	5.64		1.239.780	207	256.380
2004	342.570	6.14				270.000

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>

### 4.Ενεργειακό ισοζύγιο για μετατροπή της βιομάζας με πυρόλυση

Η πυρόλυση είναι μια παλαιά τεχνική που χρησιμοποιείται για την ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας. Η φυτική ύλη αποσυντίθεται λόγω θέρμανσης και παράγει απουσία αέρα πτωχό αέριο, και πυρολιγνιτικά υγρά, επίσης παράγεται η λιθανθρακόπισσα και ο ξυλάνθρακας. Τα πυρολιγνιτικά υγρά μπορούν να δώσουν μια ποικιλία από χημικά προϊόντα, αξιοποιώντας έτσι περισσότερο την μέθοδο. Η πυρόλυση γίνεται σε κλειστά δοχεία και σε θερμοκρασία που κυμαίνεται μεταξύ 500-6000 °C. Η αντίδραση που λαμβάνει χώρα είναι εσωθερμική και δεν χρειάζεται παρά ένα μικρό ποσό εξωτερικής ενέργειας. Ένας τόνος ξηρού ξύλου με πυρόλυση αποδίδουν 300 κιλά ξυλάνθρακα, 140m<sup>2</sup> καύσιμου αερίου και 14 κιλά μεθυλικής αλκοόλης, 53 λίτρα οξικό οξύ και 8 λίτρα εστέρες. Επίσης 3 λίτρα ακετόνης, 76 κιλά λάδι από ξύλα, 12 κιλά λάδι ereosote και 30 κιλά πίσσα. Με την πυρόλυση η ενεργειακή μετατροπή της βιομάζας φτάνει το 90%, ενώ για τις ενεργειακές ανάγκες της πυρόλυσης απαιτείται 10% του παραγόμενου αερίου. Η μέθοδος αυτή είναι ενδιαφέρουσα όταν μπορούμε να αξιοποιήσουμε και τα τρία είδη προϊόντων που είναι το βιοαέριο, το βιοέλαιο και ο βιοάνθρακας. Η στοιχειακή σύσταση του βιοελαίου είναι η εξής:

Άνθρακας 51%

Υδρογόνο 8%

Οξυγόνο 40%

Άζωτο 0,9%

Θείο 0,01%

Τέφρα 0,09%

Μερικές από τις φυσικοχημικές ιδιότητες του βιοελαίου είναι :

- ✓ Ιξώδης στους 50°C είναι 16,65
- ✓ Ιξώδης στους 90°C είναι 2,25
- ✓ Επιφανειακή τάση είναι 38 dyn/cm
- ✓ Πυκνότητα στους 29°C είναι 1,235 g/cm<sup>3</sup>
- ✓ Η θερμογόνος δύναμη είναι μεταξύ 20 MJ/kg –30 MJ/kg

Τα πυρολιγνιτικά υγρά είναι εύκολα εξατμιζόμενα με θέρμανση οπότε και παραλαμβάνουμε πίσσα που με απόσταξη και διάφορες θερμοκρασίες δίνει προϊόντα όπως η κρεζόλη ,βαρύ λάδι και ρετσίνι. Τα αέρια προϊόντα οδηγούνται σε διάλυμα υδροξείδιο του ασβεστίου ,το οποίο δεσμεύει το οξικό οξύ . Το οξικό ασβέστιο καθαρό και χωρίς ίχνη νερού μετατρέπεται στην θερμοκρασία των 500<sup>0</sup>C σε ακετόνη και ανθρακικό ασβέστιο .Στο τελευταίο στάδιο αυτό της κλασματικής απόσταξης , ανακτώνται τα ελαφρά προϊόντα όπως είναι η αλκοόλη ,η ακετόνη ,το οξικό μεθύλιο. Ανάλογα με το επιθυμητό προϊόν ,τις συνθήκες και τις τεχνικές παραγωγής ,η πυρόλυση διακρίνεται σε ανθρακοποίηση και υγροποίηση. Α)Ανθρακοποίηση :ο όρος αυτός χρησιμοποιείται όταν το παραγόμενο προϊόν είναι ο ξυλάνθρακας .Η όλη διαδικασία της ανθρακοποίησης συνιστάται σε εμπλουτισμό του προϊόντος σε άνθρακα με την απομάκρυνση των άλλων συστατικών της .Η απομάκρυνση των υγρών και των στερεών μεγαλώνει την αύξηση της θερμαντικής αξίας και δίνει μια καθαρότερη καύση . Η παραγωγή σε ξυλάνθρακα γίνεται στην θερμοκρασία των 500<sup>0</sup>C-600<sup>0</sup>C η διάρκεια ποικίλει εξαρτάται από το είδος του ξύλου και τον τύπο της εγκατάστασης και την περιεκτικότητα του σε υγρασία .

Η απόδοση του ξύλου σε ξυλάνθρακα εξαρτάται από το χρόνο ανθρακοποίησης χρόνο το είδος του ξύλου και τον τύπο της εγκατάστασης . Η απόδοση σε ξύλο στα ανθρακοκαμίνια κυμαίνεται 15-30%.Ενώ στις σύγχρονες εγκαταστάσεις που μπορούμε να συμπυκνώσουμε διάφορα πτητικά φτάνει 70%. Ο ξυλάνθρακας μπορεί να αξιοποιηθεί απευθείας στην παραγωγή ενέργειας απευθείας ή να μετατραπεί σε υγρά είτε να αεριοποιηθεί . Η θερμαντική του αξία κυμαίνεται για περιεκτικότητα σε άνθρακα 60%-80% μεταξύ 5500-8000 kcal/kg.

Β)Υγροποίηση :Τα τελευταία χρόνια καταβάλλονται μεγάλες προσπάθειες για την μετατροπή του ξύλου με πυρόλυση , σε υγρά καύσιμα υψηλής θερμαντικής αξίας . Για το σκοπό αυτό έχουν προταθεί διάφορες μέθοδοι , οι οποίες θα μπορούσαν να ενταχθούν σε δύο βασικές κατηγορίες : α)Υγροποίηση με ταχεία πυρόλυση

β) Υγροποίηση με καταλυτική υδρογονόλυση σε υψηλές θερμοκρασίες και πιέσεις .

Με υγροποίηση της πρώτης κατηγορίας παράγεται ξυλάνθρακας , πυρολυτικό λάδι και ξυλαέριο. Το ξυλαέριο, με θερμαντική αξία 3000-3500kcal/m<sup>3</sup> καίγεται για την κάλυψη των αναγκών της πυρόλυσης . Η θερμαντική αξία του ξυλάνθρακα είναι 7800-8200kcal/kg, ενώ του βιοέλαιου 6800-7800kcal/kg. Η απόδοση σε ξυλάνθρακα είναι 25% και για το λάδι 30%.Με μια πυρόλυσης με δεύτερης κατηγορίας ξύλο όπου το ξύλο αναμειγνύεται με ανθρακικό νάτριο και διοξείδιο και ξυλαέριο. Το μείγμα θερμαίνεται στην θερμοκρασία



350-370°C υπό πίεση 100-120 bar και παράγεται μόνο λάδι . Η απόδοση του ξύλου σε λάδι κυμαίνεται μεταξύ 45-48% και έχει θερμαντική αξία 8300-8900kcal/kg.

**Πίνακας 42.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων λεμονιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	130200 στρ
Κλαδοδέματα λεμονιάς	81676 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	44105 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 73508 τον
Ποσότητα νερού	29403 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων λεμονιάς	17585MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	7756*10 <sup>5</sup> MJ
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	706*10 <sup>5</sup> MJ

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο:

Α:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων λεμονιάς

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων λεμονιάς σε βιοαέριο 1.905\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων λεμονιάς σε βιοάνθρακα 2302\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων λεμονιάς σε βιοέλαιο 1667\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο 5874\*10<sup>5</sup> MJ

Β:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης 762\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $56 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $706 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $953 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Συνολική ωφέλιμη ενέργεια  $4921 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### **4.1. Συνολικό δυναμικό βιομάζας**

Το θεωρητικό δυναμικό των γεωργικών υπολειμμάτων που εξετάστηκαν για την Ελλάδα, εκτιμήθηκε σε 7.552.000 τόνους επί ξηρής βάσης/έτος εκ των οποίων 64,4% παράγεται από ετήσιες καλλιέργειες και 35,6% από πολυετείς (αμπέλια, ελιές και άλλες δενδρώδεις καλλιέργειες).

Οι κυριότεροι τύποι υπολειμμάτων από ετήσιες καλλιέργειες είναι το άχυρο των σιτηρών, τα βαμβακοστελέχη και τα υπολείμματα από την καλλιέργεια του αραβοσίτου. Ιδιαίτερα τα βαμβακοστελέχη αποτελούν σημαντική πηγή βιομάζας και οι συνολικά παραγόμενες ποσότητες εκτιμήθηκαν σε 1.463.000 τόνους επί ξηρής βάσης (αποτελούν το 30% των παραγόμενων ποσοτήτων από ετήσιες καλλιέργειες και το 19% από όλες τις καλλιέργειες σε επίπεδο χώρας). Όσον αφορά στη συλλογή των βαμβακοστελεχών σύμφωνα με αρκετούς ερευνητές αποτελεί ελκυστική λύση καθώς η ενσωμάτωσή τους στο έδαφος σύμφωνα με τη συνήθη πρακτική θεωρείται ενεργοβόρα και καταστροφική για το έδαφος. Η συλλογή των βαμβακοστελεχών για παραγωγή ενέργειας είχε εξετασθεί στην Ελλάδα (Τ. Γέμος και Τσιρίκογλου 1996 – 1998) και το ενεργειακό ισοζύγιο ανά εκτάριο καλλιεργούμενης έκτασης λαμβάνοντας υπ' όψιν τη συλλογή και τη δεματοποίηση εκτιμήθηκε σε  $35.571 \text{ MJ/ha}$  ή  $355710 \text{ MJ/m}^2$ . Με βάση τα δεδομένα για την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας στην Ελλάδα την περίοδο 1996 – 1998 εκτιμήθηκε ότι θα μπορούσε να καλυφθεί το 12% της κατανάλωσης σε εθνικό επίπεδο από βιομάζα.

Τα υπολείμματα της καλλιέργειας αραβοσίτου αποτελούν επίσης σημαντική πηγή βιομάζας και εκτιμήθηκαν σε 859.000 τόνους επί ξηρής βάσης ετησίως.

Τα κλαδοδέματα εκτιμήθηκαν σε 2,7 εκατομμύρια τόνους επί ξηρής βάσης ετησίως από τα οποία πάνω από το 50% (1,5 εκ. τόνοι επί ξηρής βάσης) είναι ελαιόκλαδα. Οι κληματίδες αποτελούν επίσης σημαντική πηγή βιομάζας και ανέρχονται σε 455.000 τόνους επί ξηρής βάσης ετησίως. Η εκτίμηση του δυναμικού των υπολειμμάτων καλλιεργειών για παραγωγή ενέργειας έγινε με την βοήθεια της “grBiobase II”. Τα ελαιόκλαδα αποτελούν από τα σημαντικότερα υπολείμματα όσον αφορά στα στοιχεία που περιγράφουν τα υπολείμματα αυτά οι διαθέσιμες ποσότητες είναι 881.000 τόνοι επί ξηρής βάσης ετησίως.

Από τα στοιχεία που περιγράφουν τα υπολείμματα αυτά τα κουκούτσια αποτελούν από τον ελαιοκαρπό το ποσοστό 23%. Για άλλους καρπούς σαρκώδεις όπως τα ροδάκινα εκ των υπολειμμάτων τα κουκούτσια αποτελούν το 4,5%. Υπολογίζονται ότι 593742 τόνοι επί ξηρής βάσης ετησίως από τα παραπάνω υπολείμματα αντιστοιχούν σε 10 PJ/year.

## 4.2. Εφαρμογές

Σύμφωνα με τα στοιχεία του ΚΑΠΕ ορισμένα εκκοκιστήρια βαμβακιού, αξιοποιούν τα ίδια τους τα υπολείμματα για να εξυπηρετήσουν τις ανάγκες σε ενέργειες για ξήρανση και θέρμανση. Η συνολική ενέργεια για αυτούς τους σκοπούς είναι 0,4 PJ/year. Για την ελαιοπυρήνη τα υποπροϊόντα που χρησιμοποιούνται για να παράγουν ενέργεια για θέρμανση, κεντρική θέρμανση, φτάνει τα 8,3 PJ/year. Τα λοιπά κουκούτσια όπως είναι του φουντουκιού που αξιοποιούνται είναι περί τα 0,01 PJ/year. Τα άχυρα ρυζιού που βρίσκουν εφαρμογή σαν καύσης σε διεργασίες θέρμανσης των ορυζάμυλων είναι 0,09 PJ/year για τους ορυζόμυλους ενώ για τις εφαρμογές σε παραγωγή ενέργειας σε εργοστάσια είναι εγκαταστημένα περί τα 0,44MW e.



### Πίνακας 43.

Πίνακας 43. Η παραγωγή βιοαιθανόλης παγκοσμίως

<b>ΧΩΡΕΣ</b>	<b>ΕΚΑΤΟΜ. ΛΙΤΡΑ ΑΙΘΑΝΟΛΗ</b>
ΜΕΞΙΚΟ	49
ΓΟΥΑΤΕΜΑΛΑ	79
ΕΚΟΥΑΔΟΡ	45
ΚΟΥΒΑ	45
ΝΙΚΑΡΑΓΟΥΑ	30
ΒΡΑΖΙΛΙΑ	17000
ΑΡΓΕΝΤΙΝΗ	170
Ε.Ε.	2984
ΚΕΝΥΑ	19
ΝΟΤΙΟΣ ΑΦΡΙΚΗ	386
ΣΟΥΑΖΙΛΑΝΔΗ	19
ΖΙΜΠΑΜΠΟΥΕ	26
ΣΑΟΥΔΙΚΗ ΑΡΑΒΙΑ	197
ΠΑΚΙΣΤΑΝ	91
ΙΝΔΙΑ	1900
ΚΙΝΑ	3850
ΙΣΠΑΝΙΑ	289
ΓΑΛΛΙΑ	90,5
ΠΟΛΩΝΙΑ	65,6
ΙΑΠΩΝΙΑ	114
ΗΠΑ	18387
ΦΙΛΙΠΠΙΝΕΣ	83
ΤΑΥΛΑΝΔΗ	352
ΟΥΚΡΑΝΙΑ	289
ΡΩΣΙΑ	647
ΓΕΡΜΑΝΙΑ	2,2

### 4.3. Η αγορά για την βιομάζα- κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης

Ποιες είναι οι απαιτήσεις για οικονομική ανταγωνιστικότητα των βιοκαυσίμων έναντι των ορυκτών καυσίμων. Στη διαμόρφωση της τιμής αγοράς των βιοκαυσίμων σημαντική επίδραση έχει το είδος της πρώτης ύλης και το κόστος παραγωγής της, καθώς και η τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του καυσίμου.

Η επίδραση της πρώτης ύλης στη διαμόρφωση της τιμής αγοράς του βιοκαυσίμου αναδεικνύεται χαρακτηριστικά στην περίπτωση παραγωγής βιοαιθανόλης από σάκχαρα και αμυλούχες ουσίες, με μεγάλο εύρος στο κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης (Πίνακας 42). Στην εκτίμηση που καταλήγει η Ευρωπαϊκή ένωση βιομάζας (AEBIOM), επιχειρώντας να στηρίξει την πρόσφατη αμφισβήτηση των βιοκαυσίμων από τον ΟΟΣΑ. Εκτιμά σύμφωνα με τα στατιστικά στοιχεία που εξέδωσε η AEBIOM ότι η βιομάζα παρέχει ήδη τα 2/3 των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ) της ΕΕ και παραμένει η ενεργειακή πηγή με τη μεγαλύτερη προοπτική, ειδικότερα η βιομάζα που βασίζεται στη γεωργία.

**Πίνακας 44.** Παραγωγή βιοαιθανόλης, αποδοτικότητα παραγωγής, και κόστος σε  $\$/m^3$

ΦΥΤΕΙΑ	ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΣΕ L/tn	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΕ $m^3/ha$	ΚΟΣΤΟΣ ΣΕ $\$/m^3$
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ	92	2,5-3,0	300-400
ΖΑΧΑΡΟΚΑΛΑΜΟ	62	3,5-5,0	~ 160 (Brazil)
ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ	372	2,5	250-420
ΣΙΤΑΡΙ	346	0,5-2,0	380-480
ΠΑΤΑΤΕΣ	96	1,2-2,7	800-900
ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ		3,0-5,0	200-300
ΚΑΣΣΑΒΑ		1,5-6,0	700
ΣΥΝΘΕΤΙΚΗ ΕΘΗ			>540

(LAMNET Report, 2004)

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

#### **4.4. Η παγκόσμια αγορά Biodiesel-Οικονομικά στοιχεία –κόστος παραγωγής Biodiesel-Κέρδος στον παραγωγό**

Το Biodiesel καλύπτει ένα ευρύ φάσμα πρώτων υλών για την παραγωγή βιοκαυσίμων φιλικών προς το περιβάλλον. Είναι ένα πολλά υποσχόμενο καύσιμο για να προστεθεί στα ήδη υπάρχοντα και όχι να αντικαταστήσει το πετρέλαιο κίνησης και αυτό γιατί οι ποσότητες του πετρελαίου κίνησης που χρησιμοποιούνται σε όλες τις εφαρμογές όπως οδικές μεταφορές, αεροπλάνα, πλοία και τρένα υπερκαλύπτει τις τρέχουσες και μελλοντικές παραγωγικές δυνατότητες των φυτικών ελαίων και της βιομηχανίας ζωικών λιπών. Συνεπώς το πετρέλαιο κίνησης θα συνεχίσει να αποτελεί το κύριο καύσιμο των μηχανών (Cambell, 2000).

Το κόστος παραγωγής του καυσίμου Biodiesel ποικίλει, εξαρτώμενο από την πρώτη ύλη, τη γεωγραφική περιοχή, την μεταβλητότητα στην παραγωγή της καλλιέργειας από έτος σε έτος και από άλλους παράγοντες. Ωστόσο, το κόστος μπορεί να μειωθεί εάν χρησιμοποιηθούν σχετικά φτηνές πρώτες ύλες προς επεξεργασία, όπως τα χρησιμοποιημένα έλαια και λειωμένα ζωικά λίπη χρησιμοποιηθούν αντί για το σογιέλαιο, το αραβοσιτέλαιο, ή άλλα φυτικά έλαια.ο μέσος όρος κόστους του Biodiesel παρόλο αυτά, δεν ξεπερνά το κόστος του πετρελαίου κίνησης (E.M.A. 2003).Το μεγαλύτερο μέρος του κόστους παραγωγής Biodiesel προέρχεται από το κόστος της πρώτης ύλης. Σύμφωνα με τους Zhang et al., 2003, η διαδικασία της αλκαλικής κατάλυσης με πρώτη ύλη καθαρά φυτικά λάδια, απαιτεί το μικτότερο συνολικά κεφάλαιο επένδυσης, εξαιτίας των σχετικά μικρού μεγέθους των εγκαταστάσεων των εξοπλιστικών μονάδων. Για μια παραγωγική μονάδα 8000 τόνων Biodiesel ανά έτος η οποία είναι παρόμοια ως προς το μέγεθος με τις περισσότερες παραγωγικές μονάδες που χρησιμοποιούνται στην Ευρώπη, το συνολικό κεφάλαιο επένδυσης της διαδικασίας αλκαλικής κατάλυσης καθαρών λαδιών είναι περίπου το μισό από ότι των άλλων διαδικασιών.

Το κόστος των πρώτων υλών αποτελεί ένα μεγάλο μερίδιο του συνολικού παραγωγικού κόστους. Συνεπώς, η μείωση του κόστους των πρώτων υλών αποτελεί το πρώτο βήμα για τη μείωση του παραγωγικού κόστους. Το κόστος των καθαρών λαδιών είναι 2-3 φορές μεγαλύτερο από το κόστος των υπολειμμάτων λαδιών μαγειρέματος. Η διαδικασία αλκαλικής κατάλυσης καθαρών λαδιών, έχει το μικρότερο κόστος εγκατάστασης μονάδας παραγωγής Biodiesel, αλλά έχει υψηλό παραγωγικό κόστος αντισταθμίζοντας όποιο οικονομικό πλεονέκτημα σχετικά με τις επενδύσεις ή την αντιστάθμιση της τιμής του Biodiesel (Zhang et al., 2003).

Όταν χρησιμοποιούνται για πρώτη ύλη υπολείμματα λαδιών μαγειρέματος χαμηλού κόστους, η διαδικασία αλκαλική κατάλυση με πρώτη ύλη υπολείμματα λαδιών μαγειρέματος απαιτεί μια μονάδα προ-επεξεργασίας για να μειωθεί το περιεχόμενο των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Το κόστος παραγωγής Biodiesel, συσχετίζεται με αυτή τη μονάδα, περιλαμβάνοντας το κόστος για μεγαλύτερη ποσότητα διαλύτη, περισσότερο από το να ισορροπήσει το πλεονέκτημα χρησιμοποίησης υπολειμμάτων λαδιών. Αυτό οδηγεί στη μείωση της οικονομικής πραγματοποίησης της διαδικασίας αλκαλικής κατάλυσης με πρώτη ύλη υπολείμματα λαδιών μαγειρέματος (Zhang et al., 2003).

Η διαδικασία όξινης κατάλυσης με πρώτη ύλη λάδια μαγειρέματος δεν επηρεάζεται από την παρουσία ελεύθερων λιπαρών οξέων και δεν απαιτείται μονάδα προ-επεξεργασίας. Οι όξινης κατάλυσης διαδικασίες με πρώτη ύλη λάδια μαγειρέματος και IV, για την παραγωγή Biodiesel με πρώτη ύλη υπολείμματα λαδιών μαγειρέματος έχουν μικρότερο παραγωγικό κόστος από τις διαδικασίες αλκαλικής κατάλυσης, οπότε οι η διαδικασία όξινης κατάλυσης έχει μικρότερο λειτουργικό κόστος (Zhang et al., 2003).

Η γλυκερίνη είναι ένα χρήσιμο υποπροϊόν με υπολογίσιμη τιμή, η οποία μπορεί να μειώσει το συνολικό παραγωγικό κόστος περίπου 10% σε μια μονάδα παραγωγής 8000 τόνων Biodiesel ανά έτος. Βασιζόμενοι στην φοροαπαλλαγή και στον ισοσκελισμό της τιμής του Biodiesel οι όξινης κατάλυσης διαδικασίες όξινης κατάλυσης διαδικασίες με πρώτη ύλη λάδια μαγειρέματος και η διαδικασία όξινης κατάλυσης με εξαγωγή εξανίου είναι συγκριτικά από οικονομικής πλευράς μια εναλλακτική λύση ως προς τις διαδικασίες αλκαλικής κατάλυσης για την παραγωγή Biodiesel. Οι αναλύσεις των διαφόρων διαδικασιών για παραγωγή Biodiesel έδειξαν ότι η χωρητικότητα των εγκαταστάσεων, η τιμή των υπολειμμάτων των λαδιών μαγειρέματος και η τιμή του Biodiesel είναι οι μεγαλύτεροι παράγοντες που επηρεάζουν από οικονομική σκοπιά την πραγματοποίηση της παραγωγής Biodiesel (Zhang et al., 2003).

#### **4.5. Προσέγγιση των τεχνικό-οικονομικών αποτελεσμάτων καθετοποιημένης μικρής δυναμικότητας μονάδας παραγωγής βιοντίζελ στα πλαίσια ομάδες παραγωγών**

Η παραγωγή βιοκαυσίμων αποτελεί ένα νέο πεδίο δραστηριοποίησης των Ελλήνων γεωργών, τη συμμετοχή των οποίων θα πρέπει να μην περιορίζονται μόνο στην καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών αλλά, μέσω κατάλληλων σχημάτων συνεργασίας να επεκταθεί και στη μετατροπή της βιομάζας σε βιοκαύσιμα.



Με το παράδειγμα που ακολουθεί, επιχειρείται μια προσέγγιση των τεχνικό-οικονομικών αποτελεσμάτων από τη λειτουργία μίας καθετοποιημένης βιομάζας παραγωγής βιοντίζελ ετήσιας δυναμικότητας 2.500 τόνοι, η οποία στηρίζεται στην αρδευόμενη καλλιέργεια ελαιοκράμβης επί εκτάσεως 18.800 στρεμμάτων. Οι κύριες παραδοχές που χρησιμοποιούνται για το παράδειγμα είναι: 1) απόδοση της καλλιέργειας 350 Kg σπόρου / στρέμμα. 2) περιεκτικότητα σπόρου σε λάδι: 42% 3) κόστος καλλιέργειας 91 € στρέμμα. Αναλυτικότερα το κόστος καλλιέργειας περιλαμβάνει την αξία των εισροών: Σπόρος, λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα 21 € στρέμμα, αξία εργασίας μηχανημάτων 7,4 € στρέμμα, άρδευσης 9,4 € στρέμμα και συγκομιδής 7,5€ στρέμμα , σύνολο 45,3 € στρέμμα και την αξία της οικογενειακής εργασίας: 5,7 € στρέμμα, ενοίκιο γεωργικής γης 40 € στρέμμα. Το κόστος παραγωγής είναι 91 € στρέμμα, η απόδοση είναι 0,35 τόνοι / στρέμμα άρα το κόστος παραγωγής είναι 260 € τόνο. 4) προϊόντα που θα παράγονται (τόνοι) Σπόρος 6.580, κραμβάλευρο: 3.816, ακάθαρτο λάδι: 2764, γλυκερίνη: 263,2, RME: 2500 (2.838,8 κ.μ.), Στερεή βιομάζα (στελέχη φυτών) 658. 5) κόστος ίδρυσης μονάδας, κατ' εκτίμηση 2.500.000 € Στο κόστος αυτό περιλαμβάνονται: μονάδα παραγωγής βιοντίζελ ετήσιας δυναμικότητας 2.500 τόνων, ημιραφινερία, ισοδύναμες ετήσιες δυναμικότητας, μονάδα επεξεργασίας ελαιούχων σπόρων ετήσιας δυναμικότητας 6.580 τόνων, εξοπλισμός αποθήκευσης σπόρου, ελαίου και βιοντίζελ, μονάδα αξιοποίησης της στερεάς βιομάζας, κτηριακές εγκαταστάσεις, ηλεκτρολογικές εγκαταστάσεις, η ύδρευση, περιβάλλον χώρος, και οικόπεδο. Η μονάδα προβλέπεται να λειτουργεί σε δύο βάρδιες επί 330 ημέρες/χρόνο. Με βάση τις προαναφερόμενες παραδοχές υπολογίζονται τα αναμενόμενα αποτελέσματα, τα οποία έχουνε όπως στον πίνακα για τα έσοδα και στον πίνακα για τις δαπάνες.

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 45: ΕΤΗΣΙΑ ΕΣΟΔΑ ΚΑΘΕΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ (Α)</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΕΥΡΩ</b>
ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ 2.500 τόνοι= 2.838.800 λίτρα X 0,78 €/λίτρο	2.214.264
ΓΛΥΚΕΡΙΝΗ: 263.200X0,075 €/κίλο	19.740
ΚΡΑΜΒΑΛΕΥΡΟ: 3.816.400X0,15 €/κίλο	572.460
ΒΙΟΜΑΖΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ: 658.000 κιλά	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ ΕΣΟΔΩΝ</b>	<b>2.806.464</b>

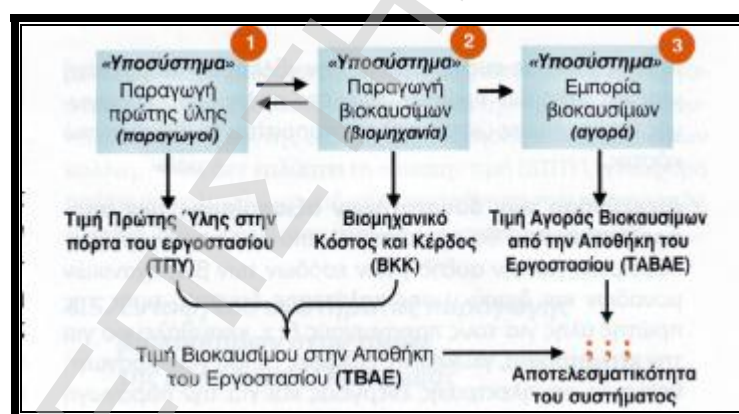
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 46. ΕΤΗΣΙΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ (Β)</b>	
<b>ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ</b>	<b>ΕΥΡΩ</b>
ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΣΠΟΡΟΥ: 6.580 Τ.χ 260 €τ	1.710.800
ΣΠΟΡΕΛΑΙΟΥΡΓΕΙΟ: 6.580 τ. Χ 34,6 €τα ΣΠΟΡΟΥ	227.668
ΗΜΙΡΑΦΙΝΕΡΙΑ: ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΘΑΡΤΟΥ ΕΛΑΙΟΥ 2.764 τ.Χ 45,4 €τ	125.486
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ: 2.838.800 λ.Χ0,1266 €λ	359.392
ΛΟΙΠΑ ΕΞΟΔΑ	113.371
ΚΟΣΤΟΣ ΧΡΗΣΕΩΣ ΠΑΓΙΩΝ ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΩΝ	
ΑΠΟΣΒΕΣΗ	-
ΑΣΦΑΛΙΣΗ	-
ΤΟΚΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΩΝ	-
ΤΟΚΟΣ ΚΥΚΛΟΦΟΡΙΑΚΟΥ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ</b>	<b>2.536.717</b>

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ 47. ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΜΕ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΚΑΘΕΤΟΠΟΙΗΜΕΝΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ</b>		
<b>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	<b>€ ΤΟΝΟ ΣΠΟΡΟΥ</b>	<b>€ ΣΠΟΡΟΥ</b>
ΚΕΡΔΟΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΚΑΘΕΤΟΠΟΙΗΣΗ	(+) 40,99	14,35
ΠΛΕΟΝ ΑΞΙΑ ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΕΝΟΙΚΙΟΥ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΓΗΣ	(+) 130,60	45,70
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ	(=) 171,59	60,06
ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ 4,5 € ΣΤΡΕΜΜΑ	(+) 12,90	4,50
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ	184,49	64,56

ΠΙΝΑΚΑΣ 48. ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΜΟΝΟ ΑΠΟ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ		
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	€ ΤΟΝΟ ΣΠΟΡΟΥ	€ ΣΤΡΕΜΜΑ
ΕΣΟΔΑ	(+) 250,00	87,5
ΧΡΗΜΑΤΙΚΕΣ ΔΑΠΑΝΕΣ (45,3 € ΣΤΡΕΜΜΑ)	(-) 129,40	45,3
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ	(=) 120,60	42,2
ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ 4,5 € ΣΤΡΕΜΜΑ	(+) 12,90	4,5
ΓΕΩΡΓΙΚΟ ΕΙΣΟΔΗΜΑ ΜΕΤΑ ΤΗΝ ΕΠΙΔΟΤΗΣΗ	133,50	46,7

Το αποτέλεσμα κέρδος θα είναι:  $A-B= 2.806.464- 2.536.717= 269.747$  € και προσδιορίζει το γεωργικό εισόδημα κατά τόνο σπόρου ή κατά στρέμμα. (Φ.Βακάκης ,2007)

Στην περίπτωση που η δραστηριότητα παραγωγών προσδιορίζεται μόνο στην καλλιέργεια της ελαιοκράμβης και στην πώληση του σπόρου, με τιμή 250 €/τ.



**Πίνακας 49.** Ισοζύγιο εισροών εκροών (farm budget) τυπικού αγροκτήματος 100 στρεμμάτων για σημαντικές συμβατικές και ενεργειακές ξηρικές καλλιέργειες σε μικρής γονιμότητας επικλινή εδάφη της Θεσσαλικής πεδιάδας. Έχουν ληφθεί υπόψη εισροές για μειωμένες αποδόσεις.

	Σίτος €	Κράμβη €	Αγρ/νάρα €
Απόδοση (kg/στρ)	200	150	1000
Γιμή προϊόντος €/kg	0,1467	0,2	0,06
Απόδοση (€/στρ)	29,34	30	60
Σύνολο Επιδοτήσεων	35	39,5	39,5
Σύνολο εισροών 1	64,34	69,5	99,5
Σύνολο εξόδων 1	38,1	42,1	22,2
Ακαθάρ κέρδος 1	<b>26,2</b>	<b>27,4</b>	<b>77,3</b>



Βελεστίνο Καρδίτσας

**Πίνακας 50.** Τυπικές δαπάνες αγρού για σημαντικές συμβατικές και ενεργειακές καλλιέργειες σε γόνιμα επίπεδα εδάφη της Δυτικής Θεσσαλικής πεδιάδας. Μέσες μέγιστες εισροές έχουν ληφθεί υπόψη για μέγιστες αποδόσεις

	Σίτος Ε	Βαμβ. Α	Αρα/τος Α	Κραμβη Ε	Ηλιανθ Α	Μίσχ/θος Α	Αγ/νάρα Ε	Αγ/νάρα Α	Σόργο Α
<b>Υλικά</b>									
Σπόρος	4,8	18,0	17	4,0	1,7	15,0	0,8	0,8	2,3
Λίπασμα	15,0	22,5	39	10,0	10,0	2,0	0,0	0,0	15,0
Φυτοφάρμακα	4,0	10,0	10,0	6,0	5,0	0,0	0,0	0,0	7,0
<b>Καλ/κές φροντίδες</b>									
Όργωμα	0,0	4,5	4,5	0,0	4,5	0,5	0,5	0,5	4,5
Κυλίνδ-καλ/της	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	0,3	0,3	0,3	3,0
Δισκοσβάρνα	2,0	3,0	3,0	2,0	2,0	0,3	0,3	0,3	3,0
Σπορά	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	10,0	0,3	0,3	3,0
Λίπανση	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,8
Εφαρμ. αγροχημικών	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0,0	0,0	0,0	1,5
Κόστος άρδευσης	0,0	30,0	42,0	0,0	27,0	30,0	0,0	15,0	30,0
<b>Συγκομιδή- Μεταφορά</b>	8,0	20,0	12,0	8,0	10,0	50,0	32,0	50,0	50,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>42,1</b>	<b>116,3</b>	<b>135,8</b>	<b>38,3</b>	<b>68,5</b>	<b>108,1</b>	<b>34,2</b>	<b>67,2</b>	<b>120,1</b>



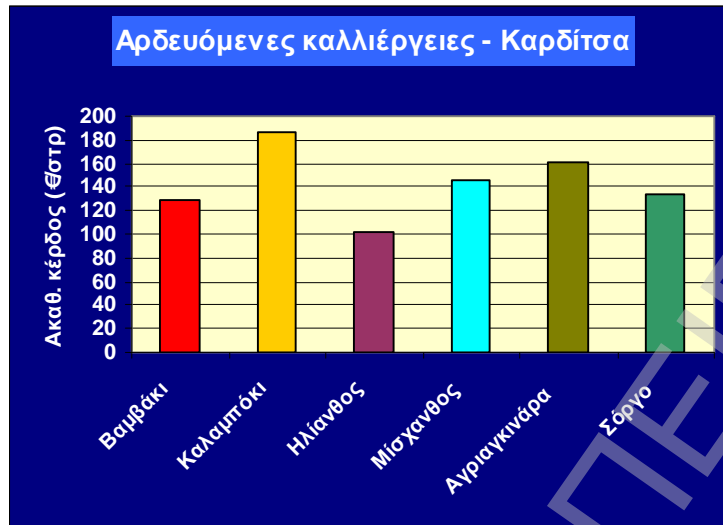
**Βελεστίνο Καρδίτσας**

**Πίνακας 51.** Τυπικές δαπάνες αγρού για σημαντικές συμβατικές και ενεργειακές ξηρικές καλλιέργειες σε μικρής γονιμότητας επικλινή εδάφη της Θεσσαλικής πεδιάδας. Έχουν ληφθεί υπόψη εισροές για μειωμένες αποδόσεις.

	Σίτος €	Βαμβάκι Α	Καλ/πόκι Α	Κράμβη €	Ηλιανθος Α	Μίσχ/θος Α	Αγρ/νάρα €	Σόργο Α
Υλικά								
Σπόρος	4,8			4,0			0,8	
Λίπασμα	12			8			0,0	
Φυτοφάρμακα	4,0			7,0			0,0	
Καλ/κές φροντίδες								
Όργωμα	0,0			0,0			0,5	
Κυλινδρ/καλλερ/της	3,5			3,5			0,3	
Δισκοσβάρνα	2,0			2,0			0,3	
Σπορά	3,0			3,0			0,3	
Λίπανση	0,8			0,8			0,0	
Εφαρμ. αγροχημικών	1,5			1,5			0,0	
Κόστος άρδευσης	0,0			0,0			0,0	
Συγκομιδή	8,0			8,0			20,0	
ΣΥΝΟΛΟ	39,6			37,8			22,2	



### Παλαμάς Καρδίτσας



**Πίνακας 52.** Ισοζύγιο εισροών εκροών (farm budget) για σημαντικές συμβατικές και ενεργειακές καλλιέργειες σε γόνιμα επίπεδα εδάφη της Δυτικής Θεσσαλικής πεδιάδας. Μέσες μέγιστες εισροές έχουν ληφθεί υπόψη για μέγιστες αποδόσεις.

	Σίτος Ε	Βαμβάκι Α	Καλ/όκι Α	Κράμβη Ε	Ηλιανθος Α	Μίσχανθος Α	Αγρ/νρα Ε	Αγρ/νρα Α	Σόργο Α
Απόδοση (kg/στρ)	500	350	1350	350	400	3000	1900	2500	3000
Τιμή προϊόντος €/kg	0,1467	0,3	0,1761	0,2	0,2	0,055	0,06	0,06	0,055
Απόδοση (€/στρ)	73,35	105	237,735	70	80	165	114	150	165
Σύνολο Επιδοτήσεων	35	140	85	39,5	89,5	89,5	39,5	89,5	89,5
Σύνολο εισροών 1	108,35	245	322,74	109,5	169,5	254,5	153,5	239,5	254,5
Σύνολο εξόδων 1	42,1	116,3	135,8	38,3	68,5	108,1	34,2	67,2	120,1
Ακαθάρ κέρδος 1	<b>66,3</b>	<b>128,7</b>	<b>186,9</b>	<b>71,2</b>	<b>101,0</b>	<b>146,4</b>	<b>119,3</b>	<b>172,3</b>	<b>134,4</b>



**Πίνακας 53.** Ισοζύγιο εισροών εκροών (farm budget) τυπικού αγροκτήματος για σημαντικές συμβατικές και ενεργειακές καλλιέργειες σε γόνιμα επίπεδα εδάφη της Ανατολικής Θεσσαλικής πεδιάδας. Μέσες μέγιστες εισροές έχουν ληφθεί υπόψη για μέγιστες αποδόσεις.

	Σίτος Ξ	Βαμβάκι Α	Καλ/πόκι Α	Κράμβη Ξ	Ηλίανθος Α	Μίσγ/θο ς Α	Αγρ/άρ α Ξ	Αγρ/ρ α Α	Σόργο Α
Απόδοση (kg/στρ)	350	400	1200	250	300	2500	1300	2000	2500
Τιμή προϊόντος €/kg	0,1467	0,3	0,1761	0,2	0,22	0,055	0,06	0,06	0,055
Απόδοση (€στρ)	51,345	120	211,32	50	66	137,5	78	120	137,5
Σύνολο Επιδοτήσεων	35	140	85	39,5	89,5	89,5	39,5	89,5	89,5
Σύνολο εισροών 1	<b>86,35</b>	<b>260</b>	<b>296,32</b>	<b>89,5</b>	<b>155,5</b>	<b>227</b>	<b>117,5</b>	<b>209,5</b>	<b>227</b>
Σύνολο εξόδων 1	49,1	123,8	143,8	48,1	70,5	107,1	27,2	58,2	126,1
Ακαθάρ κέρδος 1	<b>37,2</b>	<b>136,2</b>	<b>152,5</b>	<b>41,4</b>	<b>85,0</b>	<b>119,9</b>	<b>90,3</b>	<b>141,3</b>	<b>100,9</b>

**Πίνακας 54** Το παραγωγικό κόστος παραγωγής ελαιοκράμβης στην χώρα μας

<b>ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	
<b>ΕΛΑΙΟΚΡΑΜΒΗΣ</b>	
- Για ξερικά χωράφια:	40 κιλά/ στρέμμα X 0,32 ευρώ/ κιλό λίπασμα= 12,8 ευρώ/ στρέμμα λίπασμα
- Για ποτιστικά χωράφια:	20 κιλά/ στρέμμα X 0,32 ευρώ/ κιλό λίπασμα= 6,4 ευρώ/ στρέμμα λίπασμα
-Ζιζανιοκτονία – εντομοκτονία:	συνολικό κόστος 7 ευρώ/ στρέμμα
- Συγκομιδή με θεριζοαλωνιστική μηχανή:	7 ευρώ/ στρέμμα
<b>ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ</b>	
- ΞΕΡΙΚΑ ΧΩΡΑΦΙΑ:	μέγιστο 33,9 ευρώ/ στρέμμα
-ΠΟΤΙΣΤΙΚΑ ΧΩΡΑΦΙΑ:	μέγιστο 25,3 ευρώ/ στρέμμα
(με σημερινές τιμές)	

(Π. Μπλούχος, Εφημερίδα Agrenda)

Το μεγαλύτερο μέρος παραγωγής Biodiesel στην Ευρώπη προέρχεται από την ελαιοκράμβη. Οι εκτάσεις που καλλιεργούνται από ελαιοκράμβη έχουν υψηλή παραγωγή, ενώ οι εγκαταλελειμμένες (set- aside) εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για ενεργειακούς σκοπούς έχουν απόδοση  $2,75 \text{ t ha}^{-1}$ , και με μέσο όρο περιεκτικότητα ελαίου 36%. Κατά μέσο όρο 1ha με καλλιέργεια ελαιοκράμβη αποδίδει περίπου 990 Kg ελαίου που ισοδυναμεί σε 1090 λίτρα Biodiesel. Το παραγωγικό κόστος έχει υπολογισθεί από το Institute for Prospective Technological Studies (IPTS) σε 0,557 € l.(πίνακας 53).Το μεγαλύτερο μέρος του κόστους αποτελεί το κόστος της ελαιοκράμβης 0,214 € Kg, το οποίο, αποτελεί το 85,6% του κόστους παραγωγής Biodiesel (2,23 Kg ελαιοκράμβη ανά λίτρο Biodiesel) (Fernandez and Curt, 2004).

**Πίνακας 55.** Το παραγωγικό κόστος παραγωγής Biodiesel από ελαιοκράμβη

ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	0,147 €
ΚΟΣΤΟΣ ΚΕΦΑΛΑΙΟΥ	0,012 €
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	0,005 €
ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ	-0,084 €
ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ	0,477 €
ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ	0,557 € I

(IPTS)

Σύμφωνα με άλλη μελέτη για την παραγωγή βιοκαυσίμων στη Γαλλία, (Rozakis & Sourie, 2004), η οποία στηρίχθηκε σε ανάπτυξη του μικρό- οικονομικού μοντέλου OSCAR, το κόστος παραγωγής Biodiesel από ελαιοκράμβη αναλύεται ως εξής:

**Πίνακας 56** Το παραγωγικό κόστος παραγωγής Biodiesel από ελαιοκράμβη στην Γαλλία.

ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ (ΛΑΔΙ)	0,37 € I
ΚΟΣΤΟΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑΣ	0,22 € I
ΠΩΛΗΣΕΙΣ ΠΑΡΑΠΡΟΪΟΝΤΩΝ (ΠΙΤΤΑΣ ΚΑΙ ΓΛΥΚΕΡΙΝΗΣ)	-0,19 € I
ΚΟΣΤΟΣ BIODIESEL	0,40 € I

Επίσης έχει αναφερθεί κόστος παραγωγής Biodiesel από ελαιοκράμβη στη Δυτική Ευρώπη 0,577 € l το 2002 ενώ στη Γαλλία έχει αναφερθεί κόστος 0,4€ l όπως επίσης και στην Ισπανία το κόστος παραγωγής Biodiesel από ηλίανθο είναι 0,67 € l. Στην Αμερική το Biodiesel παράγεται κυρίως από σογιέλαιο. Για 100% Biodiesel αναφέρεται κόστος 0,27 μέχρι 0,49 \$/ L, το οποίο είναι λίγο ακριβότερο από το πετρέλαιο κίνησης, ενώ το μίγμα B20 κοστίζει 3 με 5 \$ cents περισσότερο το λίτρο από το πετρέλαιο κίνησης.

Το μοντέλο OSCAR βελτιστοποιεί το συνολικό πλεόνασμα από την αλυσίδα παραγωγής Biodiesel στηριζόμενο στις ποσότητες που παρήχθησαν το έτος 2002 (416 tn Rape Methyl Ester, (RME)). Οι ενεργειακές καλλιέργειες επιμερίζονται σε set-aside γη βελτιστοποιώντας την πρόσοδο του παραγωγού, και καθορίζεται το κόστος ευκαιρίας της βιομάζας και του παραγόμενου βιοκαυσίμου (166,9 € t σπόρου ελαιοκράμβης σε συνολικά 246,250 ha έκταση). Το κόστος ευκαιρίας εξαρτάται από τους περιορισμούς της διαθεσιμότητας της βιομάζας που θέτει το μοντέλο και είναι μικρότερο στην περίπτωση ενεργειακών καλλιεργειών από ότι στην περίπτωση καλλιεργειών για παραγωγή τροφής. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι τα ενεργειακά φυτά καλλιεργούνται σε εγκατελελειμμένη γη με μικρό ενοίκιο. Το επίσημο ποσοστό της γης σε αγρανάπαυση είναι 10% της έκτασης των καλλιεργειών με δημητριακά, ελαιούχα και πρωτεϊνούχα φυτά. Στο μοντέλο λήφθηκε ποσοστό 5% λόγω της διακύμανσης των ποσοστών σε σχέση με την κοινότητα κάθε χρόνο.

Μια ελάχιστη αύξηση στο εισόδημα του παραγωγού θεωρείται το ποσό των 76 € ha το οποίο αποτελεί το οικονομικό κίνητρο για τους παραγωγούς να καλλιεργήσουν ενεργειακά φυτά. Χωρίς οικονομικό κίνητρο, η λιγότερο αποδοτική από άποψη κόστους, πρόσοδος στον παραγωγό θα ήταν υπερβολικά μικρή ώστε να αντισταθμίσει την πρόσθετη ανθρώπινη εργασία που αφιερώνεται στην καλλιέργεια των φυτών για ενεργειακούς σκοπούς σε σχέση με τη γη σε αγρανάπαυση.

Το πλεόνασμα στον παραγωγό αντιστοιχεί στο συνολικό ποσό που απολαμβάνουν οι παραγωγοί, οι οποίοι παράγουν σε κόστος μικρότερο από το κόστος ευκαιρίας των λιγότερο αποδοτικών από άποψη κόστους καλλιεργειών και ισοδυναμεί με 60,22 € m<sup>3</sup> με παραγωγή 1,75 m<sup>3</sup> RME/ ha, δηλαδή 105,38 € ha. Το συνολικό όφελος που επιφέρεται από την καλλιέργεια των ενεργειακών καλλιεργειών σε € m<sup>3</sup> προκύπτει αν στο παραπάνω ποσό, κέρδος στον παραγωγό, προστεθεί το οικονομικό κίνητρο των 42,54 € m<sup>3</sup> που αντιστοιχεί σε 76 € ha, με συνολικό όφελος 102,76 € m<sup>3</sup>.

Η ελάχιστη επιδότηση του Biodiesel σε μορφή φοροαπαλλαγής για κόστος παραγωγής 0,40 € L είναι 0,26 € L, ενώ η πραγματική φοροαπαλλαγή που εφαρμόζεται στην Γαλλία είναι 0,35 € L. Τα αποτελέσματα της μελέτης προτείνουν ότι για τις περισσότερο αποδοτικές μονάδες, τόσο σε βιομηχανικό επίπεδο (μεγάλες μονάδες μετατροπής βιομάζας), όσο και σε αγροτικό επίπεδο (οι περισσότερες παραγωγικές καλλιέργειες), η φοροαπαλλαγή θα μπορούσε να μειωθεί κατά 10-20% τόσο για τον αιθυλ-όσο και για τον μεθυλ-εστέρα, χωρίς ρίσκο για την βιωσιμότητα οποιασδήποτε υπάρχουσας αλυσίδας

Ανάλογα με τις κλιματολογικές, εδαφικές και λοιπές συνθήκες, που επικρατούν από περιοχή σε περιοχή και από χρονιά σε χρονιά, οι αποδόσεις σε σπόρο κυμαίνονται από 2.000 κιλά/ εκτάριο στις σχετικά ξηρές περιοχές, μέχρι και 4.000 κιλά/ εκτάριο στις προσφορότερες για την καλλιέργεια περιοχές. Σε εξαιρετικά ακραίες περιπτώσεις η απόδοση μπορεί να φθάσει και τα 5.000 κιλά ανά εκτάριο. Σε επίπεδο χώρας η μέση απόδοση ανέρχεται σε 3.500 κιλά περίπου ανά εκτάριο, με ελαιοπεριεκτικότητα που διαμορφώνεται για τις νέες βελτιωμένες ποικιλίες και τα υβρίδια γύρω στο 44-46%.

Οι πιο πάνω καλλιεργητικές φροντίδες βρίσκουν αντίκρουσμα στην πολύ ικανοποιητική τις περισσότερες φορές απόδοση του φυτού σε αυτές τις συνθήκες, αλλά και στην υψηλή ελαιοπεριεκτικότητα του σπόρου που κυμαίνεται όπως προαναφέρθηκε από 44 έως 46% στις νέες βελτιωμένες ποικιλίες.

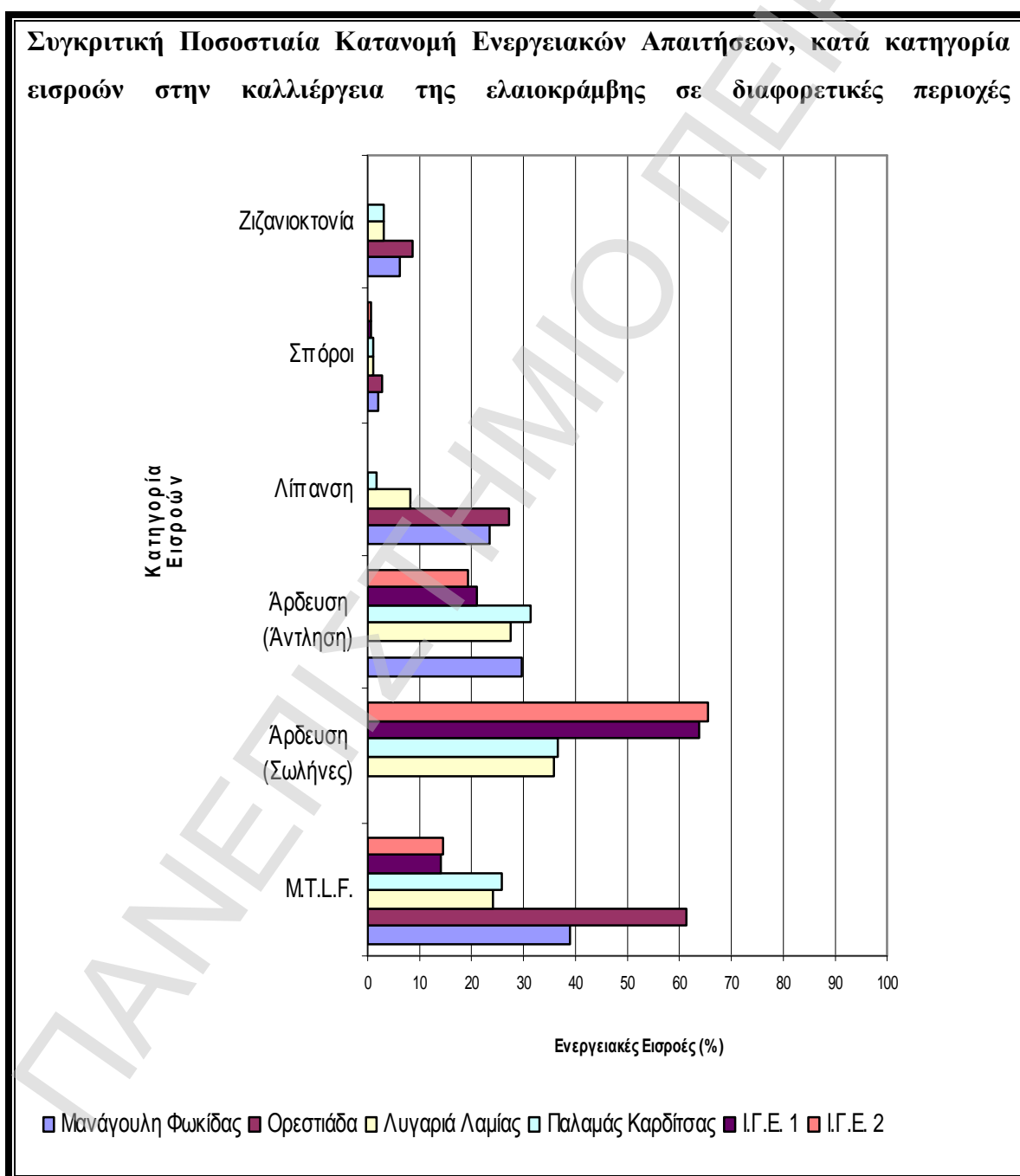
Για τους Ούγγρους αγρότες το κόστος καλλιέργειας ανά εκτάριο κυμαίνεται από 90.000 έως 150.000 forint (1 ευρώ= 275 forint), δηλαδή από 327 έως 545 ευρώ ανά εκτάριο (1 εκτάριο= 10 στρέμματα). Η τιμή του ενός τόνου σπόρων ελαιοκράμβης αυτή την περίοδο στην Ουγγαρία ανέρχεται στα 60000 forint δηλαδή περίπου 220 ευρώ, κάτι που σημαίνει ότι η συγκεκριμένη καλλιέργεια επιστρέφει αβασάνιστα το κόστος καλλιέργειας, και αποφέρει ικανοποιητικό εισόδημα στους αγρότες, με δεδομένο βεβαίως το γεγονός ότι στην Ουγγαρία κυριαρχεί το πολύ μεγάλο μέγεθος των γεωργικών εκμεταλεύσεων.

Η Ουγγρική κυβέρνηση επιδοτεί τους αγρότες που καλλιεργούν ελαιοκράμβη με 40000 forint ή 145,50 ευρώ ανά εκτάριο.

Σχεδόν όλες οι ποσότητες του παραγόμενου προϊόντος εξάγονται στην Αυστρία αλλά και στη Γερμανία, όπου η ζήτηση είναι αρκετά μεγάλη, και όπου λαμβάνει χώρα η περαιτέρω επεξεργασία των σπόρων με στόχο την παραλαβή των τελικών προϊόντων.

Αναλύοντας το κόστος παραγωγής για τους Ούγγρους είναι προφανές ότι το κόστος σποράς (εάν ο παραγωγός δεν διαθέτει σπαρτική μηχανή) ανέρχεται σε 3 ευρώ/

στρέμμα. Επίσης, το κόστος του σπόρου ανά στρέμμα της ελαιοκράμβης είναι 4,9 ευρώ. Για τη σπορά της ελαιοκράμβης σε ξερικά χωράφια χρειάζονται το πολύ 40 κιλά λίπασμα, ενώ εάν σπαρθεί σε ποτιστικό χωράφι προερχόμενο από βαμβάκι, καλαμπόκι κτλ, χρειάζονται μόλις 20 κιλά λιπάσματος. Επισημαίνεται ότι οι τιμές του λιπάσματος της ελαιοκράμβης είναι οι ίδιες με αυτές του σιταριού.(X. Βλάχος Περιοδικό Γεωργία και κτηνοτροφία)



Οι συγκριτικά υψηλότερες ανάγκες σε νερό της ελαιοκράμβης σε σχέση με τον ηλίανθο είναι ένας περιοριστικός παράγοντας καλλιέργειας της στις Μεσογειακές χώρες. Οι καλλιέργειες ηλίανθου αποδίδουν περίπου 1000 Kg σπόρων ανά εκτάριο σε περιοχές με μικρό ύψος βροχοπτώσεων και η περιεκτικότητα σε έλαιο είναι περίπου 44%. Συνολικά, ένα εκτάριο με καλλιέργεια ηλίανθου αποδίδει περίπου κατά μέσο όρο 440 Kg ελαίου, από τα οποία παράγονται περίπου 513 λίτρα Biodiesel. Το κόστος καλλιέργειας ηλίανθου στην Ισπανία είναι 229,98 € ha. Ο μέσος όρος απόδοσης της καλλιέργειας είναι 1000 Kg / ha και η τιμή πώλησης των σπόρων (2003) ήταν 210 € t. Το ισοζύγιο μεταξύ των εσόδων (210 € ha) και του κόστους καλλιέργειας (229,98 € ha) είναι -19,98 € ha. Ωστόσο οι γεωργοί ενδιαφέρονται να καλλιεργήσουν τον ηλίανθο εξαιτίας της επιδότησης η οποία φτάνει το ποσό των 126 € ανά εκτάριο (Fernandez and Curt, 2004).

Το κόστος παραγωγής του Biodiesel στην Ισπανία από ηλίανθο έχει εκτιμηθεί ως εξής:

**Τιμή αγοράς σπόρου:** 0,24 € Kg<sup>-1</sup> σπόρου (3,03 Kg σπόρων ανά Kg ελαίου, με 75% αποδοτικότητα εξαγωγής).

**Κόστος εξαγωγής ελαίου και εξευγενισμού:** 0,06 € Kg<sup>-1</sup> ελαίου.

**Απόδοση σε Biodiesel:** 1 Kg ελαίου για να παραχθεί 1 L Biodiesel.

**Παραγωγικό κόστος:** 0,11 € L Biodiesel.

**Έσοδα:** 0,04 € από τη γλυκερίνη (0,21 € Kg<sup>-1</sup> πίττας, 1,12 Kg πίττα ανά Kg ελαίου).

Συνολικά, το τελικό κόστος παραγωγής Biodiesel από ηλίανθο είναι 0,67 € ανά λίτρο. Συγκριτικά με το κόστος παραγωγής Biodiesel από ελαιοκράμβη, το κόστος παραγωγής Biodiesel από ηλίανθο είναι μεγαλύτερο στην Ισπανία.

Το μεγαλύτερο μέρος του κόστους παραγωγής Biodiesel είναι το κόστος των πρώτων υλών. Συνεπώς η ανάγκη εξεύρεσης άλλων πρώτων υλών φθηνότερων από τα παραδοσιακά φυτικά έλαια είναι ξεκάθαρη. Αυτό είναι πολύ σημαντικό ιδιαίτερα στις μεσογειακές χώρες εξαιτίας των περιορισμένων βροχοπτώσεων που περιορίζουν την απόδοση των ελαιόσπερμων καλλιεργειών. Η *Cynara cardunculus* είναι μια ενεργειακή καλλιέργεια προσαρμοσμένη στις κλιματολογικές συνθήκες της Μεσογείου, σχετιζόμενη

βοτανικά με τον ηλίανθο και παράγει σπόρους που περιέχουν έλαιο (Fernandez and Curt, 2004).

Η Cynara είναι ένα πολυετές αυτοφυή φυτό της Μεσογείου. Υπάρχουν δύο σενάρια για τα προϊόντα της καλλιέργειας. Σύμφωνα με το πρώτο σενάριο, τα προϊόντα χρησιμοποιούνται στο σύνολο για ενεργειακούς σκοπούς. Έχει υπολογισθεί μια τιμή 2,16 €  $GJ^{-1}$  αρχικής ενέργειας ως τιμή αγοράς για βιομάζα. Η οικονομική αξία των προϊόντων της καλλιέργειας (17 t  $ha^{-1}$  και ανά έτος, 12% υγρασία και 13,96  $GJ t^{-1}$  ως χαμηλότερη θερμογόνος δύναμη) είναι 512,61 €  $ha^{-1}$  και ανά έτος (30,15 €  $t^{-1}$ ). Το κέρδος για τον γεωργό είναι 36,56 €  $ha^{-1}$  και ανά έτος (Fernandez and curt, 2004).

Σύμφωνα με το σενάριο έχουν επιδιωχθεί επιλεκτικές εφαρμογές για τα προϊόντα των καλλιεργειών. Η βιομάζα λιγνοσελλουλόζης (15,64 t  $ha^{-1}$  και ανά έτος) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας (13,55  $GJ t^{-1}$  βιομάζας με 12% υγρασία), και οι σπόροι (1,36 t  $ha^{-1}$  και ανά έτος) για παραγωγή ελαίου και επακόλουθος για παραγωγή Biodiesel. Από την άλλη πλευρά, το κόστος της καλλιέργειας μπορεί να αυξηθεί κατά 60 €  $ha^{-1}$  για να μαζευτούν οι σπόροι από την βιομάζα στο έδαφος. Οι σπόροι αποτελούν μια επιπρόσθετη αξία και μπορούν να πωληθούν για παραγωγή ελαίου με τιμή 100 €  $t^{-1}$ . Το συνολικό κέρδος για τον παραγωγό είναι 57,70 €  $ha^{-1}$  και ανά έτος. Αυτή η τιμή είναι πολύ υψηλότερη από αυτή που υπολογίστηκε για τον ηλίανθο (-19,98 €  $ha^{-1}$ ) (Fernandez and curt, 2004).

Έχει υπολογισθεί ότι 5,3 Kg σπόρων απαιτούνται για να παραχθεί 1 Kg ελαίου. Το κόστος για την εξαγωγή και τον εξευγενισμό του ελαίου έχει υπολογισθεί σε 0,11 €  $Kg^{-1}$  ελαίου (0,02 €  $Kg^{-1}$  σπόρων). Το παραπροϊόν της διαδικασίας εξαγωγής των σπόρων είναι η πίττα (4,3 Kg πίττα ανά Kg ελαίου) με περιεχόμενο πρωτεΐνης 24% το οποίο είναι χρήσιμο ως ζωοτροφή και μπορεί να πωληθεί περίπου 90 €  $t^{-1}$ . Με την υπόθεση ότι η τιμή των σπόρων είναι 100 € ο τόνος, το παραγωγικό κόστος του ελαίου είναι 0,25 €  $Kg^{-1}$ , το οποίο είναι λιγότερο από το 50% του κόστους παραγωγής Biodiesel από ηλίανθο (0,61 €  $Kg^{-1}$ ). Επιπρόσθετα, η Cynara ως ενεργειακή καλλιέργεια μπορεί να επιδοτηθεί όπως ο ηλίανθος εξαιτίας του CAP. Το συνολικό κόστος για την παραγωγή Biodiesel από ελαιοκράμβη, ηλίανθο και Cynara είναι 0,56, 0,67 και 0,32 €  $Kg^{-1}$ , αντίστοιχα (Fernandez and Curt, 2004).

Στην χώρα μας η καλλιέργεια της αγριαγγιναρας έδειξε



## ΞΗΡΙΚΑ – ΑΓΟΝΑ ΕΔΑΦΗ

Ισοζύγιο εισροών εκροών τυπικού αγροκτήματος (1 στρέμμα) με αγριαγκινάρα στην περιοχή Βελεστίνου (Έδαφος Calcixerollic Xerochrept

<b>Εισροές:</b>		
Απόδοση: 1,3 t με 60 €/t		78,00
Επιδότηση: 35 €/στρ + 4,5 €/στρ		39,50
Σύνολο		117,5
<b>Εκροές:</b>		
Υλικά		
Λιπάσματα	14,60	
Σπόρος	5,13	
Φυτοφάρμακα	4,00	
Εργασίες		
Λίπανση		0,80
Σπορά	3,00	
Όργωμα (x2 +δισκοσβάρνα)	8,00	
Ζιζανιοκτονία	1,50	
Λοιπά	0,80	
Συγκομιδή	9,00	
Σύνολο εξόδων		46,83
<b>Ακαθάριστο κέρδος</b>		<b>39,51</b>

- μεγαλύτερο ακαθάριστο κέρδος παρά το μεγάλο κόστος συγκομιδής και μεταφοράς.
- εύκολη η αντικατάσταση ξηρικού σταριού. πολλαπλό όφελος από την μείωση της νιτρορύπανσης, διάβρωσης και περαιτέρω ερημοποίησης των ανωτέρω γαιών.
- δεν διαφαίνεται η δυνατότητα αντικατάστασης του σιταριού από ελαιοκράμβη λόγω των υπερβολικά χαμηλών αποδόσεων της δεύτερης στα εδάφη αυτά.
- Πολύ φθηνό καύσιμο : Κοστίζει περίπου όσο το πυρηνόξυλο (11 λεπτά με 8% υγρασία αντί 5 λεπτά με 20-60% υγρασία)
- Σταθερή θερμική αξία (με σπόρο 19 MJ/kg)
- Ξηρό καύσιμο (8-9% υγρασία)
- Αποφυγή δυσσομίας
- Απεριόριστη διάθεση (Για 1000 στρ. θερμοκήπιο απαιτούνται περί τους 200000 t πυρήνα με συνολική Ελληνική παραγωγή 250000 t)
- Ομαλή και ομοιόμορφη τροφοδοσία καυστήρα

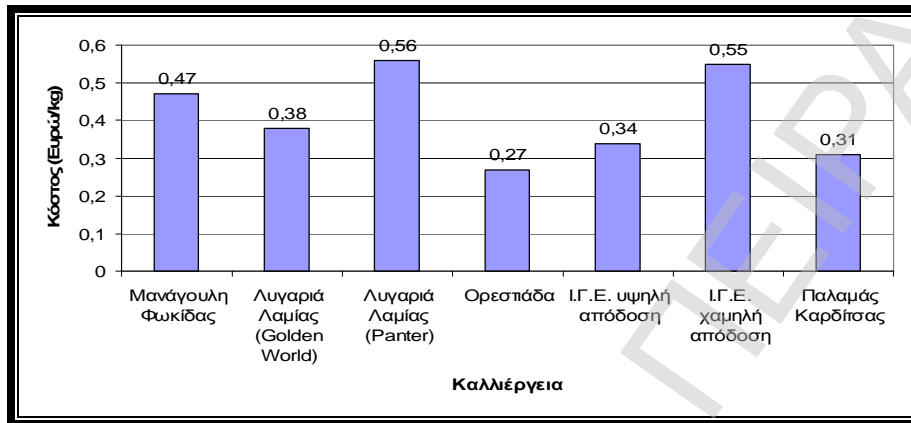
- Ομαλή και ομοιόμορφη λειτουργία καυστήρα
- Μηδενικός κίνδυνος ανάφλεξης
- ∅ πολλαπλάσιο κέρδος γεωργικής εκμετάλλευσης
- ∅ πολύ οικονομικότερο βιοκαύσιμο από το πετρέλαιο θέρμανσης και το φυσικό αέριο  
(Στην Καρδίτσα 1 στρ. θερμοκήπιο à 30 στρ αγριαγκινάρα à κόστος καυσίμου 2.400 Ε σε ι.π. αντί 18.000 Ε σε πετρέλαιο !!! )
- ∅ νέες θέσεις εργασίας
- ∅ μείωση της εξάρτησης από τα διεθνή μονοπώλια ενέργειας και την εξοικονόμηση πολύτιμου συναλλάγματος
- ∅ περιβάλλον:
  - Û φαινόμενο θερμοκηπίου
  - Û μείωση της νιτρορύπανσης
  - Û μείωση αγροχημικών
  - Û εξοικονόμηση νερού
  - Û μηδενισμός διάβρωσης και ερημοποίησης

Ανάλογη είναι η εκτίμηση του κόστους παραγωγής λαδιού ηλίανθου στη χώρα μας όπως εκτιμήθηκε στα πλαίσια μελέτης καλλιέργειας ηλίανθου στον Παλαμά της Καρδίτσας με τη διαφορά ότι στην περίπτωση αυτή έχει συνεκτιμηθεί κόστος αρδευόμενης γης, το οποίο συνιστά το 47,37% του συνολικού κόστους παραγωγής. Αν αποκλεισθεί το σημαντικό, από άποψη μεγέθους, αυτό κόστος, το κόστος παραγωγής ηλιέλαιου στην περίπτωση γης σε αγρανάπαυση, μπορεί να οριστεί στα 0,375 € L για την περίπτωση της περισσότερο παραγωγικής ποικιλίας από τις τέσσερις που δοκιμάστηκαν.

Η παραγωγικότητα της καλλιέργειας και ο βαθμός μετατροπής της πρώτης ύλης σε βιοκαύσιμο (L/t) διαμορφώνουν σημαντικές διαφορές. Το κόστος τέλος των εργατικών φαίνεται επίσης να επιδρά καταλυτικά (περίπτωση παραγωγής βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία). Για την οικονομική ανάλυση χρησιμοποιήθηκε το οικονομικό μοντέλο που αναπτύχθηκε στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών με την ονομασία Bioenergy Economic Evaluation (EU Project: Bioenergy Chains, Contract no ENKG-CT 2001-00524, by Soldatos, V. Lychnaras, D. Assimakis), το οποίο υπολογίζει το κόστος για κάθε καλλιεργητική εργασία με βάση τις ανάγκες σε μηχανήματα, ανθρώπινη εργασία και υλικά που αναλύονται.

Η οικονομική ανάλυση έγινε για καλλιέργεια ηλίανθου έκτασης 2,5 ha σε αρδευόμενη γη με κόστος αγοράς 3200.00 €/ha. Το κόστος για την εργασία των

μηχανημάτων υπολογίζεται ως κόστος κεφαλαίου και συντήρησης σε ωριαία βάση , σύμφωνα με το κόστος αγοράς του , τον αναμενόμενο χρόνο ζωής τους , τις ετήσιες ώρες λειτουργίας τους και ποσοστά που ορίζονται για τόκο του κεφαλαίου 9%, πληθωρισμό 4% και υποτίμηση 10%. Στο παραπάνω κόστος προστίθεται και η κατανάλωση καυσίμου ,για τα μηχανήματα που καταναλώνουν.



Για τον υπολογισμό των αναγκών σε ώρες εργασίας και σε λίτρα καυσίμου για κάθε καλλιεργητική επέμβαση χρησιμοποιήθηκαν οι συντελεστές που αναφέρονται από τους (Natsis et al.2001) και (Kalivrousis et al.2002) και δίνονται στον Πίνακα 57.

**Πίνακας 57 . Ανάγκες σε ώρες εργασίας και κατανάλωση καυσίμου για κάθε καλλιεργητική επέμβαση**

Καλλιεργητική επέμβαση	Παραγωγικότητα Εργασίας h/ha	Κατανάλωση Καυσίμου l/ha	Ανθρώπινη Εργασία h/ha
Όργωμα	1,54	25,65	2,7
Δισκοσβάρνισμα	0,333	25,83	0,8
Λίπανση	0,67	21,83	0,5
Ζιζανιοκτονία	0,11	1,98	0,7
Σπορά	0,17	23,23	1,5
Σκάλισμα	1,075	3,93	5,9
Μεταφορά	0,2	16,1	0,8
Μετακίνηση προς και από τον αγρό	2,32	2,68	2,4

1)Η παραγωγικότητα εργασίας δίνεται σαν συντελεστής από την βιβλιογραφία Natsis et al.2001 και Kalivrousis et al.(2002)

Το κόστος εργασίας υπολογίστηκε με ωρομίσθια σε τιμές 3,2 , 7,0 και 8,0 €/h ανάλογα το είδος της απαιτούμενης εργασίας. Ο ανειδίκευτος εργάτης αμείβεται για τις εργασίες της άρδευσης και του σκαλίσματος με ωρομίσθια σε τιμές 3,2€/h, ο χειριστής μηχανημάτων για τις εργασίες του οργώματος, εφαρμογής λιπάσματος , δισκοσβάρνισματος , μεταφοράς και μετακίνησης με ωρομίσθια σε τιμές 7€/h. Ο ειδικευμένος εργάτης για τις εργασίες της σποράς και της ζιζανιοκτονίας με ωρομίσθια σε τιμές 8€/h.

Οι τιμές για την κατανάλωση καυσίμων που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0,6 €/l diesel και η τιμή του αγροτικού ρεύματος 0,04 €/kWh για την κατανάλωση του κινητήρα της αντλίας. Τα αναλώσιμα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν ήταν σπόροι με τιμή αγοράς 10 €/Kg , λιπάσματα με τιμή 0,21€/Kg (33-0-0), 0,17 €/Kg (0-45-0), και 0,23 €/Kg (0-0-50), και ζιζανιοκτόνο με τιμή αγοράς 0,34 €/l.

Στα λειτουργικά έξοδα υπολογίστηκε το κόστος νερού ως πάγιο ανά μονάδα έκτασης , όπως χρεώνεται από τοπικούς οργανισμούς σε πολλές περιοχές της χώρας ,στην τιμή των 94 €/ha και στην τιμή αυτή προστέθηκαν και άλλα 150 €/ha για διάφορα λειτουργικά έξοδα και υπηρεσίες . Η εργασία της μηχανικής συλλογής με θεριζοαλωνιστική μηχανή θεωρήθηκε ενοικιαζόμενη όπως άλλωστε συνηθίζεται από παραγωγούς των 2,5 ha , με τιμή ενοικίασης τα 75 €/ha.

Ο υπολογισμός του κόστους με τα δεδομένα της πειραματικής καλλιέργειας περιορίστηκε στις δυο ενεργειακές εισροές ελάχιστης και μέγιστης μιας και οι υπόλοιπες

τιμές δεν θα ήταν παρά ενδιάμεσες τιμές. Οι τιμές που προέκυψαν ανά καλλιεργητική εργασία και κατηγορία ανάγκης δίνονται στον Πίνακα 58 .

**Πίνακας 58.** Ανάλυση κόστους καλλιέργειας ηλίανθου με τις μέγιστες και ελάχιστες εισροές που εφαρμόστηκαν κατά την πειραματική μελέτη

Κόστος ανά κατηγορία ανάγκης (€/ha)					Σύνολο για κάθε επέμβαση %				
					Min εισροών	Max εισροών	min	max	
	Επέμβαση	Μηχανήματα	Ανθρώπινη εργασία	Υλικά	Ενοικίαση				
A/A	Όργωμα	33,17	20,79	-		53,96	53,96	4,26	3,41
1	Δισκοσβάρνισμα	6,85	5,6	-		12,45	12,45	0,98	0,79
2	Σπορά	3,38	12,00	40,00		55,38	55,38	4,37	3,50
3	Σκάλισμα	8,00	18,88	-		26,88	26,88	2,12	1,70
4	Ζιζανιοκτονία	0,59	4,9	0,58		6,07	6,07	0,48	0,38
5	Λίπανση N <sub>0</sub>	7,51	7,00	63,00		77,51		6,12	
6	Λίπανση N <sub>1</sub>	11,25	10,5	168,00			189,75		11,99
7	Άρδευση I <sub>1</sub>	71,58	6,4	-		77,98		6,16	
8	Άρδευση I <sub>3</sub>	268,2	14,00				282,2		17,82
9	Σύλλογή				75,00	75,00		5,92	4,74
10	Μεταφορά	2,64	5,6	-		8,24	8,24	0,65	0,52
11	Μετακίνηση προς και από τον αγρό	12,37	16,8	-		29,17	29,17	2,3	1,84
12	Σύνολο I <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	146,09	97,97	103,58	75,00	422,64		33,37	
13	Σύνολο I <sub>3</sub> N <sub>1</sub>	346,45	109,07	208,58	75,00		739,10		46,69
14	Κόστος γης				600,00	600,00		47,37	37,9
15	Λειτουργικές δαπάνες					244,00	244,00	19,26	15,41
<b>Γενικό σύνολο κόστους /ha</b>						<b>1266,64</b>	<b>1583,1</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

Με βάση το κόστος ανά εκτάριο καλλιεργούμενης έκτασης που προέκυψε παραπάνω και τις στρεμματικές αποδόσεις των διαφόρων ποικιλιών σε σπόρο, λάδι και φυτομάζα υπολογίζεται το κόστος για κάθε παραγόμενο προϊόν ανά μονάδα βάρους ή όγκου με βάση τις μέσες στρεμματικές αποδόσεις της κάθε ποικιλίας και παρουσιάζονται στον Πίνακα 59.

**Πίνακας 59.** Κόστος ανά τόνο παραγομένου προϊόντος

	Κόστος	Σπόρος	Λάδι	Φυτομάζα		
	€t					
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
V1	260	324	655	819	150	187
V2	280	349	880	10999	181	226
V3	351	438	937	1217	179	224
V4	276	344	820	1025	152	190

Οι τιμές αυτές κόστους του παραγομένου λαδιού αναμένεται ανά μονάδα όγκου

Μια τιμή για την πυκνότητα του φυτικού λαδιού στους 15<sup>0</sup> C, 0,92 k g/m<sup>3</sup>

**Πίνακας 60.** Αρχικό κόστος του παραγομένου λαδιού €m<sup>3</sup>

	Κόστος	Σπόρος		Λάδι		
	Φυτομάζα					
	€t					
	Min	Max	Min	Max	Min	Max
V1	260	324	655	819	150	187
V2	280	349	880	10999	181	226
V3	351	438	937	1217	179	224
V4	276	344	820	1025	152	190

Η απόδοση της ποικιλίας καλλιεργούμενου ηλιανθου επηρεάζει το τελικό κόστος του παραγομένου προϊόντος. Έτσι παίρνοντας την πιο παραγωγική ποικιλία V1 το αρχικό κόστος του παραγομένου φυτικού λαδιού μπορεί να ξεκινήσει από την τιμή των 0,712 €/l.

Ο υπολογισμός του κόστους εξαγωγής του λαδιού από τους σπόρους έχει βασιστεί στην περίπτωση εξαγωγής με μηχανική πρέσα 4,0 kW, δυναμικότητας 100kg σπόρων/ώρα και κόστους αγοράς 11000,00€ και κοινής χρήσης από ομάδα 10 παραγωγών των 2ha. Η διάρκεια ζωής της πρέσας έχει θεωρηθεί 15 έτη με 800 h ετησίως για την εξαγωγή του λαδιού από τους 80 τόνους σπόρου που παράγουν οι 10 παραγωγοί. Το ποσοστό εξαγωγής λαδιού από τον συγκεκριμένο τύπο πρέσα είναι 37%, με ετήσια παραγωγή λαδιού 30 t.

**Πίνακα 61.** Η ανάλυση του κόστους εξαγωγής λαδιού ανά λίτρο λαδιού

Ανάλυση κόστους		Ετήσιο κόστος	Ετήσιο κόστος με πληθωρισμό 3%
Κόστος αγοράς πρέσας	11000,00	733,33	755,33
Κόστος Εγκατάστασης (10%κόστους αγοράς )	1100,00	73,33	75,53
Ετήσιο κόστους συντήρησης (4%κόστους αγοράς )	440,00	440,00	453,2
	Συνολικό ετήσιο κόστος		1284,06
Συνολική ετήσια παραγωγή τ/έτος	30		
Τελικό κόστος €/λαδιού		42,8	
Τελικό κόστος €/m <sup>3</sup> λαδιού		39,37	0,039€/1λαδιού

Αν στο παραπάνω κόστος συμπεριληφθεί και κάποιο μικρό κόστος μεταφοράς η τιμή κόστους του παραγόμενου φυτικού λαδιού είναι της τάξης των 0,8 €/l, τιμή καθόλου ανταγωνιστική με αυτή του καυσίμου diesel στην παρούσα τιμή του.

Αξιοσημείωτη είναι η εικόνα της αγοράς την παρούσα στιγμή. Τα σποροελαιουργεία αγοράζουν τον σπόρο 191€/t από τον παραγωγό. Ο τρόπος εξαγωγής του λαδιού είναι με μηχανική πρέσα και ακολουθείται χημική εξαγωγή εξασφαλίζοντας εξαγωγή σε ποσοστό 40%. Η πίττα του ελαιούχου σπόρου πωλείται στην τιμή των 117 €/t, και το παραγόμενο ακατέργαστο λάδι διατίθεται στην τιμή των 528 €/t. Προφανώς στην τιμή διάθεσης του σπόρου από τον παραγωγό δεν έχει συμπεριληφθεί το κόστος γης αφήνοντας ένα περιθώριο για την διαμόρφωση της τόσο χαμηλής τιμής.

**Πίνακας 62.** Μέσες τιμές εκροών κατά ποικιλία και πηγή εκροής

	Εκροές GJ/ha			
	V1	V2	V3	V4
Σπόρος	128,38	119,18	95,00	120,89
Φυτομάζα	120,87	100,27	101,08	119,18
Λάδι	76,22	56,68	51,26	60,84
Πίττα	57,72	60,66	45,37	59,78
Συνολικές	254,81	217,41	197,71	239,8

Αν κάνεις προσπάθεια να υπολογίσει το κέρδος του σποροελαιουργείου από την διαδικασία θα δει ότι από 1kg σπόρου που αγοράζει 0.191€/l, εισπράττει 0,4\*0,528= 0,211€ για το λάδι και 0,6\*0,117=0,070€ για την πίττα. Συνολικά εισπράττει 0,281 € για κάθε kg σπόρου και με 0,281-0,191=0,09 €/kg σπόρου καλύπτει τα έξοδα λειτουργίας του

σποροελαιουργείου και λαμβάνει και όποιο κέρδος .( Γερονικολού Λ. κ.α.,2004). Παρόλο το υψηλό κόστος παραγωγής φυτικού λαδιού ,σε σχέση πάντα με την τιμή πώλησης του πετρελαίου στην παρούσα στιγμή, αν εξασφαλιστεί κάποια αγορά για τα υποπροϊόντα της παραγόμενης κατά την καλλιέργεια φυτομάζας για την τεχνολογία της βιομάζας όπως η καύση, η απαέρωση και πυρόλυση ,και της πίττας από την εξαγωγή του λαδιού (ενδεικτική τιμή διάθεσης από τα σποροελαιουργεία 117€/t) για ζωοτροφή ή για παραγωγή ενέργειας , το τελικό κόστος θα επιμεριστεί στα τρία διαφορετικά προϊόντα ανάλογα με την τιμή πώλησής τους.

Η εικόνα της αγοράς στην παρούσα στιγμή (2003) έχει ως εξής: τα σποροελαιουργεία αγοράζουν τον σπόρο 191 € L από τον παραγωγό. Ο τρόπος εξαγωγής του λαδιού είναι με μηχανική πρέσα και ακολουθείται χημική εξαγωγή εξασφαλίζοντας εξαγωγή σε ποσοστό 40%. Η πίττα του ελαιούχου σπόρου πωλείται στην τιμή των 117 € t, και το παραγόμενο ακατέργαστο λάδι διατίθεται στην τιμή των 528 € t,. Αν κανείς υπολογίσει το κέρδος του σποροελαιουργείου από την διαδικασία, θα δει ότι από 1 Kg σπόρου που αγοράζει 0,191 € Kg, εισπράττει  $0,4 \times 0,528 = 0,211$  €Kg για το λάδι και  $0,6 \times 0,117 = 0,070$  €Kg για την πίττα. Συνολικά εισπράττει 0,281 €για κάθε Kg σπόρου και με  $0,281 - 0,191 = 0,090$  €Kg σπόρου καλύπτει τα έξοδα λειτουργίας του σποροελαιουργείου και λαμβάνει και όποιο κέρδος.



### 5.1. Ενεργειακό δυναμικό

Το ενεργειακό δυναμικό των θεωρητικά διαθέσιμων υπολειμμάτων ετήσιων και πολυετών καλλιεργειών εκτιμήθηκε σε 4.016 GWh ετησίως. Στην Ελλάδα οι συνολικές ποσότητες των υπολειμμάτων υπολογίζονται 8.349.833 τόνους ξηράς ουσίας το έτος 1998. Εκ των οποίων το ποσοστό διαθεσιμότητας είναι 52%. Η μεγαλύτερη ποσότητα καταγράφηκε 413.996 τόνοι ξηράς ουσίας στον νομό Λαρίσης ,ακολουθεί η Φθιώτιδα με 292.909 τόνους ξηράς ουσίας . Θα πρέπει να σημειωθεί ωστόσο ότι το παραπάνω ενεργειακό δυναμικό αποτελεί το ανώτατο όριο δεδομένου ότι ένα μέρος των υπολειμμάτων αυτών ενδέχεται να παρουσιάζει δυσκολίες στη συλλογή και τη μεταφορά, είτε είναι προτιμότερο να παραμείνει στον αγρό για περιβαλλοντικούς λόγους (ανακύκλωση θρεπτικών στοιχείων, προστασία από τη διάβρωση κλπ.).

Η “gpBiobase II” (Γ. Παλαιολόγος, 2006) είναι μια εφαρμογή λογισμικού διαχείρισης πόρων βιομάζας που στηρίζεται σε χωρικά στατιστικά στοιχεία GIS ( γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών). Τα μεγέθη βιομάζας και δυνητικής ενέργειας για πολλά είδη γεωργικών παραπροϊόντων προερχόμενων από τα κύρια γεωργικά προϊόντα στηρίχτηκαν σε στοιχεία που συγκεντρώθηκαν από την Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος για την χρονική περίοδο 1970-2000 και αφορούν τόσο για το σύνολο της Ελλάδος όσο και για κάθε νομό ξεχωριστά.

Οι επιστήμονες εκτίμησαν το δυναμικό των υπολειμμάτων των γεωργικών καλλιεργειών στον Ελλαδικό χώρο . Αυτά τα αποτελέσματα που προέκυψαν ,από τις στρεμματικές αποδόσεις και από την ποιότητα των υπολειμμάτων διάφορων γεωργικών καλλιεργειών στον Ελλαδικό χώρο ,καθώς και από την οικονομικότητα της χρήσης τους για παραγωγή ενέργειας με σκοπό την υποκατάσταση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από βιομάζα παρουσιάζονται σε χάρτες της Ελλάδας.

Η “gpBiobase II” είναι μια εφαρμογή λογισμικού διαχείρισης πόρων βιομάζας που στηρίζεται σε χωρικά στατιστικά στοιχεία GIS ( γεωγραφικά συστήματα πληροφοριών). Η βιομάζα και η περιεχόμενη ενέργεια των γεωργικών παραπροϊόντων ( π.χ άχυρο, φύλλα, πολτός κτλ) όλων των σημαντικότερων φυτών ( ρύζι, καλαμπόκι, σάρι κτλ) υπολογίστηκαν προκειμένου να προσδιοριστεί η δυνητική παραγωγή ενέργειας σε εθνικό επίπεδο αλλά και σε επίπεδο νομών και δήμων. Οι υπολογισμοί στηρίχτηκαν σε γεωγραφικά και χρονικά εξαρτώμενα δεδομένα. Τυπικά δεδομένα εισόδου περιλαμβάνουν

καλλιεργούμενη έκταση ταξινομημένη ανά γεωγραφική περιοχή, παραγωγή φυτών, συντελεστές παραγωγής των παραπροϊόντων, συντελεστές διαθεσιμότητας των παραπροϊόντων, συντελεστές ενέργειας και όλα αυτά για την χρονική περίοδο από 1970-2000. Δεδομένα εξόδου περιλαμβάνουν την παραγωγικότητα των κυρίως φυτών στις διάφορες περιοχές της χώρας καθώς επίσης και των παραπροϊόντων αυτών και της διαθέσιμης ενέργειας. (Γ. Παλαιολόγος, 2006)

Με ένα εργαλείο διαχείρισης πόρων βιομάζας, όπως η “grBiobase II” εφαρμογή, χρησιμοποιώντας μια σχεσιακή βάση δεδομένων (RDBMS) για την περιγραφή και αποθήκευση των στοιχείων βιομάζας σε συνδυασμό με μια εφαρμογή (με χρήση Visual Basic 6) για την πρόσβαση και επεξεργασία από τον χρήστη των δεδομένων της βιομάζας, μπορούμε να δημιουργήσουμε σύνδεση της σχεσιακής βάσης δεδομένων με λογισμικό πακέτο GIS που δίδει την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργεί άμεσα και με φιλικό τρόπο οποιοδήποτε χάρτη επιθυμεί.

### **5.1.1. Εφαρμογές GIS διαχείρισης πόρων βιομάζας**

Ένα Γεωγραφικό Σύστημα Πληροφοριών (GIS), είναι ικανό να αποθηκεύει, ανασύρει και προβάλλει χωρικά δεδομένα. Επιπρόσθετα, ένα GIS έχει την δυνατότητα να θέτει ερωτήματα και να αναλύει τα χωρικά δεδομένα, αποτελεσματικά δημιουργώντας παράλληλα επίπεδα πληροφοριών. Το GIS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να διαχωρίσει τα χωρικά δεδομένα σε επίπεδα και να δημιουργήσει επιπρόσθετα επίπεδα στηριζόμενα σε πληροφορίες από άλλα επίπεδα, με συνδυασμό αυτών των πληροφοριών.

Ένα GIS είναι ουσιαστικά ένα εργαλείο υποστήριξης αποφάσεων, που ενσωματώνει χωρικά δεδομένα σε ένα περιβάλλον εύχρηστο για επίλυση προβλημάτων. Συνεπώς είναι ένα εργαλείο management για διαχείριση συστημάτων που περιγράφονται από πλήθος χωρικών δεδομένων. Και επομένως και λήψεως αποφάσεων για την οικονομικότητα της χρήσης των παραπροϊόντων για παραγωγή ενέργειας με σκοπό την υποκατάσταση μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από βιομάζα ανά νομό και ανα δήμο της Ελλάδας. (Παλαιολόγος Γ., 2006)

### **5.1.2. Χρήσεις GIS**

Τα GIS συστήματα έχουν επιτυχώς χρησιμοποιηθεί για τον εντοπισμό περιοχών στις οποίες μπορούν να κατασκευασθούν εργοστάσια ενέργειας καθώς και εντοπισμό περιοχών που είναι κατάλληλες για καλλιέργειες βιομάζας στην Ισπανία, εκμεταλλευόμενη έτσι την παραγωγή μεγάλης κλίμακας και χρήση της βιομάζας. Για την περίπτωση της Ισπανίας,

1GW ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα θα μπορεί να παραχθεί, είτε περίπου το 2% της συνολικής παραγόμενης ενέργειας της Ισπανίας.

Σε μια άλλη περίπτωση, αυτή της Ιρλανδίας, ένα GIS σύστημα χρησιμοποιήθηκε επιτυχώς για τον εντοπισμό της περιοχής της Ιρλανδίας με τις πιο κατάλληλες συνθήκες θερμοκρασίας και ακτινοβολίας για την παραγωγή του συγκεκριμένου φυτού ως βιομάζα για την παραγωγή ενέργειας.

Επίσης, στην Σουηδία, ένα σύστημα στηριζόμενο σε GIS σε συνδυασμό με μια εφαρμογή λογισμικού «Biosims» αναπτύχθηκε για τον υπολογισμό βιομάζας από ξυλεία. Μία άλλη περίπτωση χρήσης GIS, ως σύστημα λήψης αποφάσεων, χρησιμοποιήθηκε στην Ιταλία για να μελετηθεί η βιομάζα η προερχόμενη από δάση σε μια ορεινή περιοχή της Ιταλίας.

Στις ΗΠΑ, αναπτύχθηκε το λεγόμενο BRAVO (Biomass Resource Assessment Version One) , ένα σύστημα στηριζόμενο σε Η/Υ προκειμένου να υποστηρίξει τις αρμόδιες υπηρεσίες της Κοιλάδας του Τενεσσί , προκειμένου να υπολογισθεί το κόστος προμήθειας ξυλείας ως καύσιμο, σε κάθε ένα από τα 12 εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από κάρβουνο της περιοχής. Σε αντίθεση με τα συμβατικά καύσιμα, ο παράγοντας κόστους μεταφοράς από την πηγή παραγωγής είναι σημαντικός για τον καθορισμό του συνολικού κόστους προμήθειας. Έτσι, το σύστημα BRAVO αναπτύχθηκε σε GIS ώστε να μπορούν να αναλυθούν λεπτομερώς τα δίκτυα μεταφοράς της περιοχής και να προσδιορισθούν με ακρίβεια τα κόστη μεταφοράς. Η χρήση GIS-based μοντέλων για εκτίμηση των δυνητικά διαθέσιμων ποσοτήτων βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες, λαμβάνει υπόψη γεωγραφικά δεδομένα και μεταβολές που επηρεάζουν σημαντικά το κόστος παραγωγής και διάθεσης της βιομάζας .

Επιπρόσθετα, η εφαρμογή ενός συστήματος διαχείρισης των αγροκτημάτων για ενεργειακές καλλιέργειες φαντάζει δυνατή με την χρήση ενός συστήματος GIS. Μεθοδολογία στηριζόμενη σε GIS χρησιμοποιήθηκε επίσης για την ανάλυση δυνητικής παραγωγής βιομάζας στην βορειοανατολική Βραζιλία από το πανεπιστήμιο Princeton των ΗΠΑ .

Ένα GIS σύστημα χρησιμοποιήθηκε επίσης και στην Ιαπωνία, για τον προσδιορισμό της βιομάζας από φύλλα σε μια περιοχή γεμάτη από αποβαλλόμενα φύλλα δένδρων οξείας.

Για την Ελλάδα, ένα σύστημα λήψης αποφάσεων (Decision Support System) στηριζόμενο σε GIS χρησιμοποιήθηκε για την εκτίμηση της δυνάμενης παραγωγής ενέργειας από γεωργικά παραπροϊόντα και συγκεκριμένα για την περιοχή της Κρήτης. Το

DSS χρησιμοποιήθηκε για να προσδιορισθεί από οικονομικής πλευράς, η γεωγραφική κατανομή της δυνητικής πιο συμφέρουσας βιομάζας. Επίσης, ήταν δυνατό να προσδιορισθούν δυνητικές θέσεις σταθμών παραγωγής καθώς και οι απαιτούμενες ποσότητες βιομάζας για την τροφοδοσία του. Ως μέτρο σύγκρισης χρησιμοποιήθηκε το κόστος παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας προκειμένου να εντοπισθούν τα καλύτερα σημεία της Κρήτης με θετικές οικονομικές προοπτικές για την συλλογή-καλλιέργεια βιομάζας.

Η βιομάζα από γεωργικά προϊόντα ήταν ευρέως διάσπαρτη στα διάφορα προϊόντα. Γι'αυτό η χρήση GIS λογισμικού για την παρουσίαση των χωρικών δεδομένων και την επεξεργασία τους, ήταν απαραίτητη. Επίσης, γενικότερα επειδή σε περιβάλλοντα GIS μπορεί κανείς να συγκεντρώσει και να αναλύσει άλλα ενδιαφέροντα γεωγραφικά στοιχεία όπως οδικό, σιδηροδρομικό δίκτυο, δίκτυο διανομής ρεύματος κτλ, η χρήση ενός GIS για την λήψη αποφάσεων και τον σχεδιασμό της εκμετάλλευσης βιομάζας αποτελεσματικά, οικονομικά και φιλικά προς το περιβάλλον, είναι χρήσιμη.

### **5.1.3.Μεθοδολογία**

Οι κύριοι στόχοι αυτής της εργασίας ήταν να εντοπιστούν με ένα εργαλείο για υπολογισμό της βιομάζας που παράγεται στις διάφορες περιοχές της Ελλάδος από διάφορα γεωργικά παραπροϊόντα, τα σημεία με θετικές οικονομικές προοπτικές για την συλλογή-καλλιέργεια βιομάζας.

Με το δεδομένο ότι η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, το εργαλείο μπορεί να υπολογίσει την δυνητική ενέργεια που παράγεται από την βιομάζα. Το grBiobase II έχει σχεδιασθεί ουσιαστικά για να δώσει στις αρμόδιες αρχές την δυνατότητα να προσδιορίσουν με ακρίβεια τον τύπο, τον αριθμό, την τοποθεσία και την χωρητικότητα εργοστασίων παραγωγής ενέργειας χρησιμοποιώντας καύσιμη ύλη την βιομάζα. Και για τον σχεδιασμό των μονάδων εκμετάλλευσης βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων πιο αποτελεσματικά, οικονομικά και φιλικά προς το περιβάλλον.

### **5.1.4. Μαθηματική Περιγραφή των υπολογισμών**

Η παραγόμενη ποσότητα ( $B_{yrpb}$ ) ενός παραπροϊόντος  $b$  που έχει παραχθεί από ένα φυτό  $p$  σε μια περιοχή  $r$  και σε μια συγκεκριμένη χρονιά  $y$  υπολογίζεται από τον τύπο:

$$B_{yrpb} = P_{yrp} * B_{Fyrpb}$$

όπου  $P_{yrp}$  είναι η παραγωγή του φυτού  $p$  στην περιοχή  $r$  την χρονιά  $y$  και  $B_{Fyrpb}$  είναι ο συντελεστής του παραπροϊόντος  $b$  από το φυτό  $p$  στην περιοχή  $r$  και το έτος  $y$ .

Η διαθέσιμη ενέργεια ( $E_{yrgb}$ ) του παραπροϊόντος  $b$  του φυτού  $p$  στην περιοχή  $r$  για το έτος  $y$  υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$E_{yrgb} = B_{yrgb} * E_{Fyrgb} * A_{Fyrgb}$$

όπου  $E_{Fyrgb}$  είναι ο συντελεστής ενέργειας για το παραπροϊόν  $b$  του φυτού  $p$  στην περιοχή  $r$  και για το έτος  $y$ .  $A_{Fyrgb}$  είναι ο συντελεστής διαθεσιμότητας για την ενέργεια του παραπροϊόντος  $b$  του φυτού  $p$  στην περιοχή  $r$  και για το έτος  $y$ . Η πυκνότητα ( $D_{yrgb}$ ) του παραπροϊόντος  $b$  που προκύπτει από το φυτό  $p$  στην περιοχή  $r$  για το έτος  $y$ , υπολογίζεται από τον τύπο:

$$D_{yrgb} = \frac{B_{yrgb}}{A_r}$$

όπου  $A_r$  είναι η έκταση της περιοχής  $r$ .

Η συνολική βιομάζα ( $B_{yrp}$ ) παραγόμενη από το φυτό  $p$  στην περιοχή  $r$  και το έτος  $y$ , δίδεται από τον τύπο:

$$B_{yrp} = \sum_b B_{yrgb}$$

Η συνολική διαθέσιμη ενέργεια ( $E_{yrp}$ ) από το φυτό  $p$  στην περιοχή  $r$  για το έτος  $y$  δίδεται από τον τύπο:

$$E_{yrp} = \sum_b E_{yrgb}$$

Η βιομάζα ( $B_{yr}$ ) που παράγεται στην περιοχή  $r$  το έτος  $y$  δίδεται από την εξίσωση:

$$E_{yr} = \sum_p E_{yrp}$$

Η βιομάζα ( $B_y$ ) που παράγεται στην Ελλάδα το έτος  $y$  δίδεται από τον τύπο:

$$B_y = \sum_r B_{yr}$$

Η διαθέσιμη ενέργεια ( $E_y$ ) που παράγεται από την βιομάζα για το έτος  $y$ , δίδεται από την σχέση:

$$E_y = \sum_r E_{yr}$$

Η ηλεκτρική ενέργεια που παράγεται από την βιοενέργεια για το έτος  $y$ , έχει υπολογισθεί ότι προκύπτει από την σχέση:

$$E_{ey} = 0.30 * E_y$$

όπου 0.3 (30%) είναι η τυπική αποδοτικότητα ενός εργοστασίου παραγωγής ενέργειας από βιομάζα.

Τα στατιστικά δεδομένα για την Ελλάδα για τα έτη 1970 μέχρι και το 2000, αποθηκεύονται σε μια σχεσιακή βάση δεδομένων (RDBMS). Επιπρόσθετα, μια εφαρμογή σε περιβάλλον Windows (με χρήση της Visual Basic 6), παρέχει ένα φιλικό τρόπο επεξεργασίας των στατιστικών δεδομένων, προκειμένου να παραχθούν διάφορα άλλα δεδομένα βάση των ανωτέρω σχέσεων.

Ένα επιπρόσθετο χαρακτηριστικό της εφαρμογής, είναι ότι συμπληρώνει τα στατιστικά δεδομένα που απουσιάζουν (λόγω προφανώς μη δυνατότητας καταγραφής τους από την στατιστική υπηρεσία) εφαρμόζοντας μια σειρά υπολογισμών που ενσωματώνουν και δυνατότητες interpolation. Με τον τρόπο αυτό, ακόμα και στατιστικά δεδομένα για έτη ή περιοχές ή φυτά που δεν ήταν δυνατό να παρασχεθούν από την Στατιστική Υπηρεσία, υπολογίζονται προσεγγιστικά.

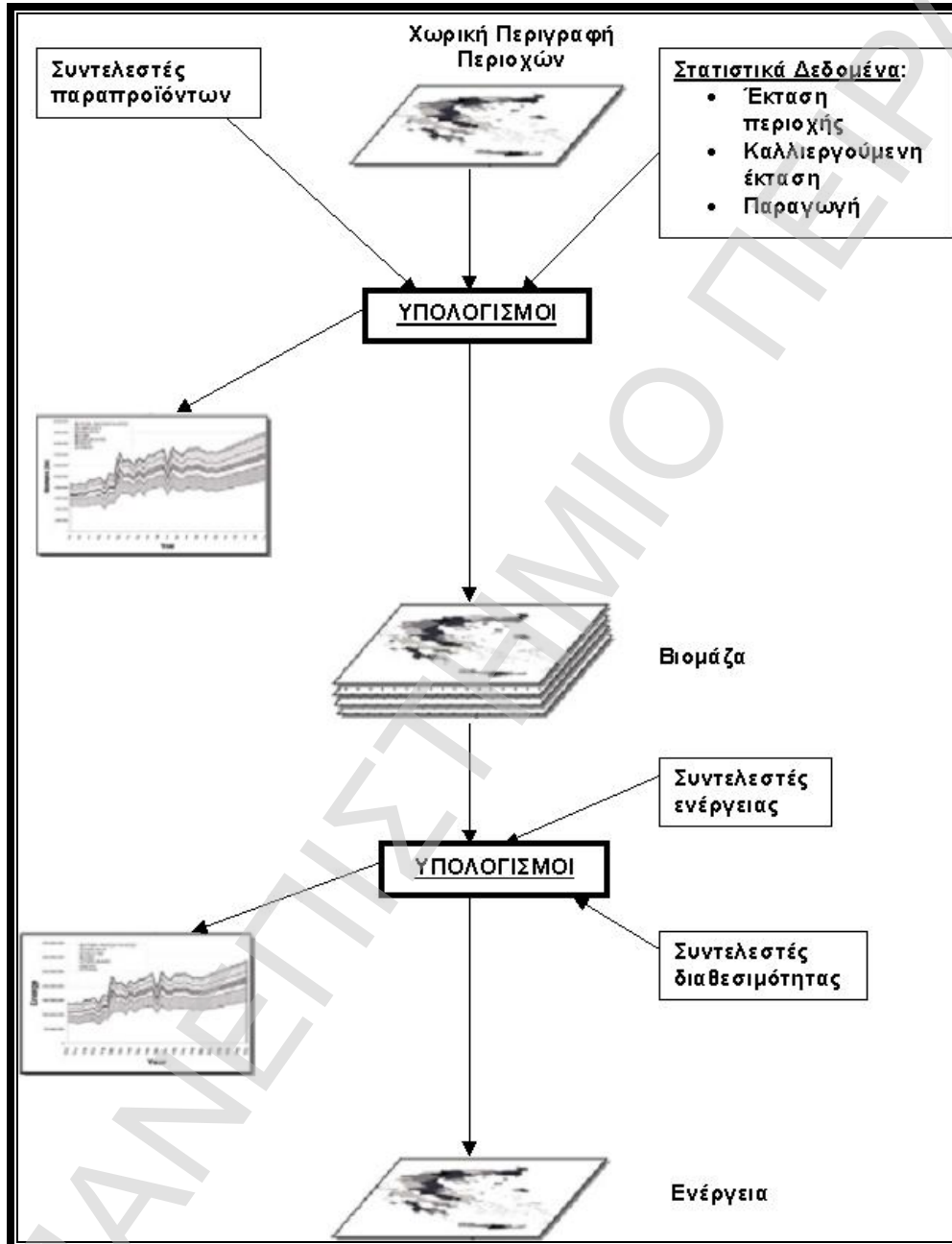
Η σχεσιακή βάση δεδομένων που χρησιμοποιήθηκε είναι η Microsoft Access, η οποία έχει επιπλέον την δυνατότητα εκτέλεσης ερωτημάτων στην διεθνώς χρησιμοποιούμενη γλώσσα SQL (Structured Query Language). Επιπρόσθετα, είναι δυνατή στο μέλλον η αναβάθμισή της σε SQL Server, μια και η μετατροπή της βάσης δεδομένων από την μία μορφή στην άλλη είναι αυτοματοποιημένη στον SQL Server.

Το σύστημα GIS που χρησιμοποιήθηκε για αυτή την εργασία είναι το ArcView 9.1 (Evaluation Edition) το οποίο υποστηρίζει επίσης και την γλώσσα SQL, δίδοντας έτσι την δυνατότητα στον χρήστη να εκτελέσει απευθείας ερωτήματα προς την βάση δεδομένων. Θα πρέπει εδώ να αναφέρουμε ότι η δυνατότητα επικοινωνίας με σχεσιακές βάσεις δεδομένων

(RDBMS) στο ArcView, είναι ενσωματωμένη λειτουργία μέσω των OLE DB provider interface.

### 5.1.5 Λογικό διάγραμμα λογισμικού συστήματος

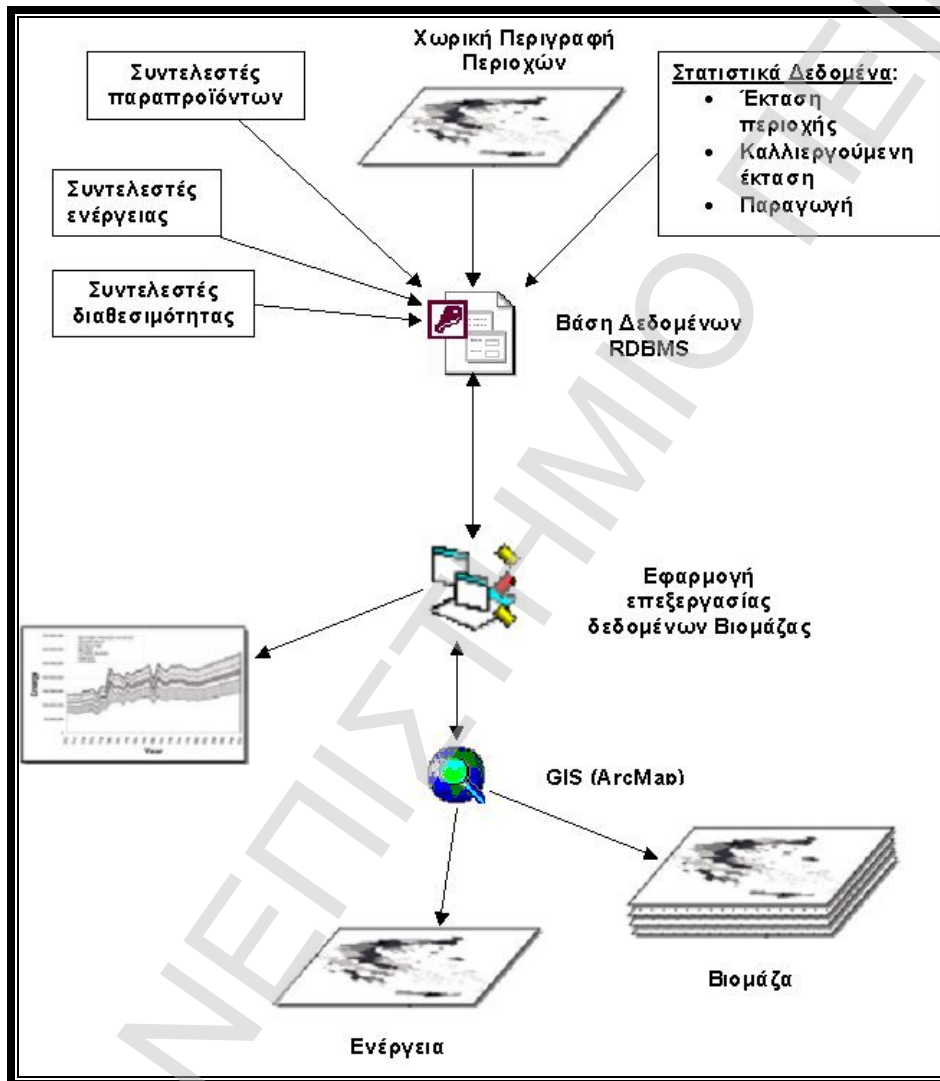
Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η γενικότερη λογική του συστήματος επεξεργασίας των δεδομένων.



Σχήμα 16. Σχηματική παράσταση του συστήματος επεξεργασίας των δεδομένων.

Με χρήση της Microsoft Access ενσωματώνονται σε ένα αρχείο Access, όλες οι παράμετροι (συντελεστές παραπροϊόντων, ενέργειας, διαθεσιμότητας) και τα δεδομένα εισόδου (στατιστικά στοιχεία).

Μια εφαρμογή σε Visual Basic 6 , αναλαμβάνει να εκτελέσει όλους τους υπολογισμούς και να εξαγάγει είτε δεδομένα σε Excel για την δημιουργία από τον χρήστη γραφημάτων, είτε δημιουργεί δεδομένα που χρησιμοποιούνται από το GIS σύστημα ArcView και συγκεκριμένα την εφαρμογή ArcMap προκειμένου να δημιουργήσει ο χρήστης κάθε μορφής χάρτη που επιθυμεί.



**Σχήμα 17.** Σχηματική παράσταση του συστήματος για την δημιουργία από τον χρήστη γραφημάτων και κάθε μορφής χάρτη



### **5.1.6. Χωρική περιγραφή περιοχών**

Στην σχεσιακή βάση δεδομένων της Microsoft Access, είναι δυνατόν ο χρήστης να ορίσει οποιαδήποτε περιοχή σε υποπεριοχές και ακολούθως οι υποπεριοχές να αποτελούνται από άλλες υποπεριοχές. Με αυτόν τον δυναμικό τρόπο, είναι εφικτή η περιγραφή μιας περιοχής όσο πιο αναλυτικά και σε όσο μεγαλύτερο βάθος επιθυμεί. Στην συγκεκριμένη εργασία, η Ελλάδα, έχει αναλυθεί σε διαμερίσματα και τα διαμερίσματα σε νομούς και οι νομοί σε δήμους.

### **5.1.7. Στατιστικά δεδομένα-παράμετροι**

Επίσης στην βάση δεδομένων, εισάγονται όλα τα στατιστικά δεδομένα παραγωγής των φυτών. Επιπρόσθετα, στην Β.Δ περιέχονται και όλοι οι συντελεστές που απαιτούνται για την επεξεργασία. Π.χ συντελεστές παραπροϊόντων, ενέργειας, διαθεσιμότητας. Μια δυνατότητα επίσης είναι ότι οι συντελεστές αυτοί καταχωρούνται σε δύο διαφορετικές μορφές. Είτε σταθεροί, οι οποίοι έχουν υπολογισθεί από σχετική βιβλιογραφία, είτε μεταβλητοί όπου η τιμή τους αλλάζει ανάλογα με το έτος, την περιοχή και το γεωργικό προϊόν που αναφέρονται. Έτσι ο δίνεται η δυνατότητα για πληρέστερη περιγραφή των συνθηκών του Ελλαδικού χώρου αναφορικά με την δυνατότητα παραγωγής και εκμετάλλευσης της βιομάζας.

### **5.1.8 Εφαρμογή επεξεργασίας δεδομένων**

Όλα τα δεδομένα εισόδου που είναι αποθηκευμένα στην Β.Δ της Access, η εφαρμογή επεξεργασίας δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να εξαγάγει τα αποτελέσματα που επιθυμεί με φιλικό τρόπο, χωρίς να απαιτείται εκείνος να χρησιμοποιεί άμεσα γλώσσα SQL, ή να γνωρίζει την εσωτερική δομή και τον τρόπο λειτουργίας της Access. Στόχος της εφαρμογής είναι να παρέχει δυνατότητα επεξεργασίας με ταχύτατο και εύκολο τρόπο.

### **5.1.9.ArcView 9.1**

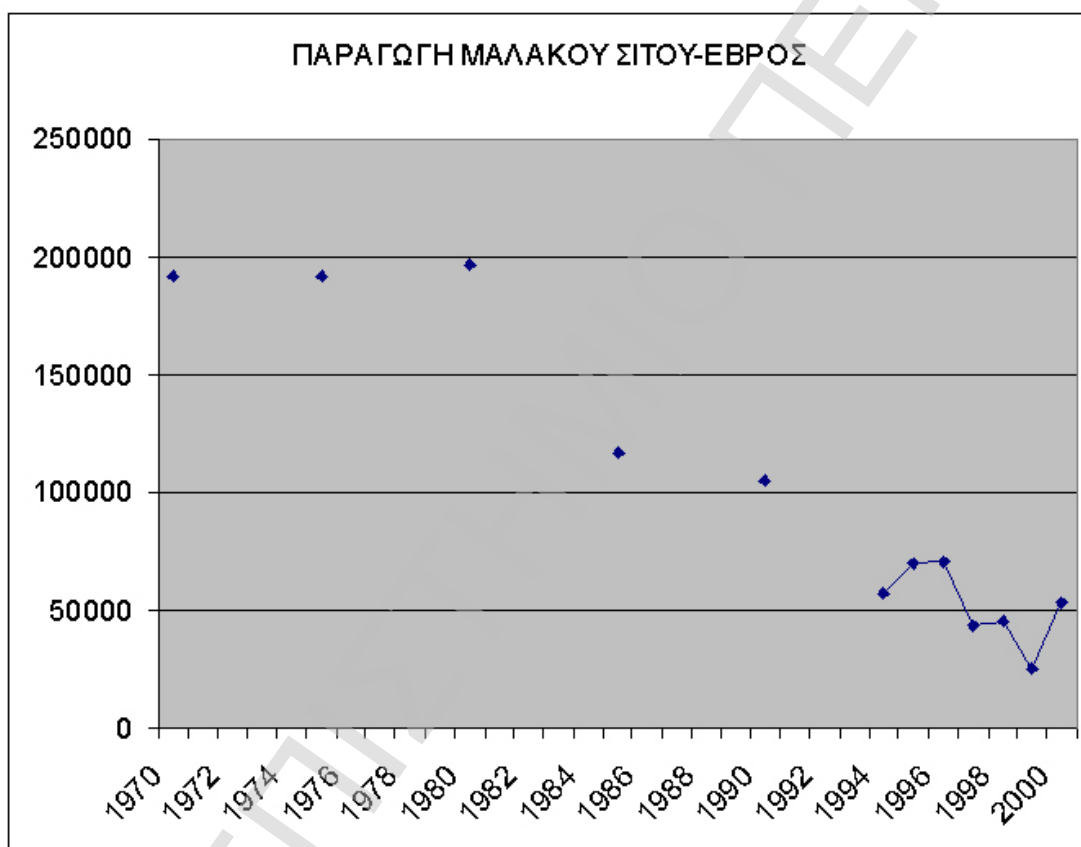
Η χρήση ενός πολύ διαδεδομένου συστήματος GIS, όπως το ArcView 9.1, ολοκληρώνει το σύστημα που έχει σχεδιασθεί, δίδοντας την δυνατότητα τα δεδομένα εξόδου από την εφαρμογή να μπορούν άμεσα και φιλικά προς τον χρήστη, να προβληθούν σε χάρτες που εκείνος επιθυμεί να δημιουργήσει.

Ο συνδυασμός αυτών των επιπέδων χάρτη, με άλλα επίπεδα χάρτη που περιλαμβάνουν χωρικές πληροφορίες σχετιζόμενες με το οδικό δίκτυο, με τις συγκοινωνίες γενικότερα, με το δίκτυο διανομής ρεύματος κ.α, δίνει την δυνατότητα

αναλυτικής και με ακρίβεια μελέτης δυνητικής παραγωγής ενέργειας από βιομάζα σε συνδυασμό με το κόστος υλοποίησης σχετικών επενδυτικών πλάνων.

### 5.1.10 Λογική επεξεργασία

Το 1<sup>ο</sup> στάδιο επεξεργασίας των στατιστικών δεδομένων είναι ο υπολογισμός της παραγωγής γεωργικών προϊόντων για τις περιοχές και τα έτη που δεν έχουν εισαχθεί στην Β.Δ αρχικά. Π.χ εάν η Στατιστική Υπηρεσία δεν μας παρέχει τα στοιχεία αυτά για κάποια έτη ή κάποιες περιοχές.



**Σχήμα 18.** Παραγωγή μαλακού σιταριού στο νομό Έβρου σε tn .

Στο ανωτέρω σχήμα, φαίνεται η παραγωγή μαλακού σιταριού για τον νομό Έβρου, από το 1970 έως το 2000, όπως αυτά δόθηκαν από την Στατιστική Υπηρεσία. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν ελλείψεις στις καταγραφές, οι οποίες θα πρέπει να συμπληρωθούν κατ'εκτίμηση.

Η εφαρμογή επεξεργασίας υπολογίζει τις ενδιάμεσες κενές τιμές χρησιμοποιώντας την παρακάτω λογική:

- Αρχικά υπολογίζει κενές τιμές που μπορούν να προσδιορισθούν με ακρίβεια, λαμβάνοντας υπόψη άλλα υπάρχοντα δεδομένα. Π.χ εάν είναι γνωστή η παραγωγή μαλακού σιταριού στην Θράκη για το έτος 1972 , καθώς και η παραγωγή μαλακού σιταριού για το ίδιο έτος αλλά για τους νομούς Ξάνθης και Ροδόπης, τότε προφανώς μπορεί να υπολογισθεί και η παραγωγή του νομού Έβρου με ακρίβεια.
- Για τις κενές τιμές που υπολείπονται, εφαρμόζει μέθοδο interpolation, όπου οι ενδιάμεσες τιμές τοποθετούνται είτε στην μέση τιμή των άκρων, είτε επάνω σε μια ευθεία που συνδέει τις δύο ακραίες τιμές.

Έτσι , για τον νομό Έβρου, το γράφημα μεταβάλλεται ως εξής:



**Σχήμα 19.** Παραγωγή μαλακού σιταριού στο νομό Έβρου tn.

Ωστόσο, η προσέγγιση των κενών τιμών μόνο με αυτή την μέθοδο δεν είναι επαρκής για τον παρακάτω λόγο:

- Για τα έτη που δεν έχουν καταχωρηθεί τιμές παραγωγής για τους νομούς, υπάρχουν καταχωρημένες τιμές για την συνολική παραγωγή της Ελλάδας.

Συνεπώς εφαρμόζοντας την ανωτέρω μέθοδο προσέγγισης, οι εκτιμώμενες τιμές θα πρέπει συνολικά να συμφωνούν και με την παραγωγή του προϊόντος (στην προκειμένη περίπτωση του μαλακού σιταριού) σε όλη την Ελλάδα.

Εν συνεχεία, η εφαρμογή, προσαρμόζει τις εκτιμώμενες τιμές, ώστε αυτές να συμφωνούν με την παραγωγή της Ελλάδος. Σημειώνεται ότι ο αλγόριθμος που εφαρμόζεται είναι δυναμικός και προσαρμόζεται σε κάθε είδους δεδομένα ή ελλείψεις αυτών. Το ανωτέρω παράδειγμα αναφέρεται μόνο για να γίνει κατανοητή η λογική του αλγορίθμου. Συνεπώς, ανεξαρτήτως των δεδομένων που είναι διαθέσιμα από την Στατιστική Υπηρεσία, ο αλγόριθμος είναι δυνατόν να υπολογίσει τις τυχόν ελλείψεις με ακρίβεια ή με προσεγγιστική μέθοδο και με τέτοιο τρόπο ώστε τα δεδομένα παραγωγής συνολικά να είναι έγκυρα.

Κατά συνέπεια και η προσέγγιση των ελλείψεων είναι όσο το δυνατόν κοντινότερα στις πραγματικές μη γνωστές τιμές.

Για το παράδειγμα του νομού Έβρου, η τελική επεξεργασία φαίνεται στο παρακάτω γράφημα δεδομένων.



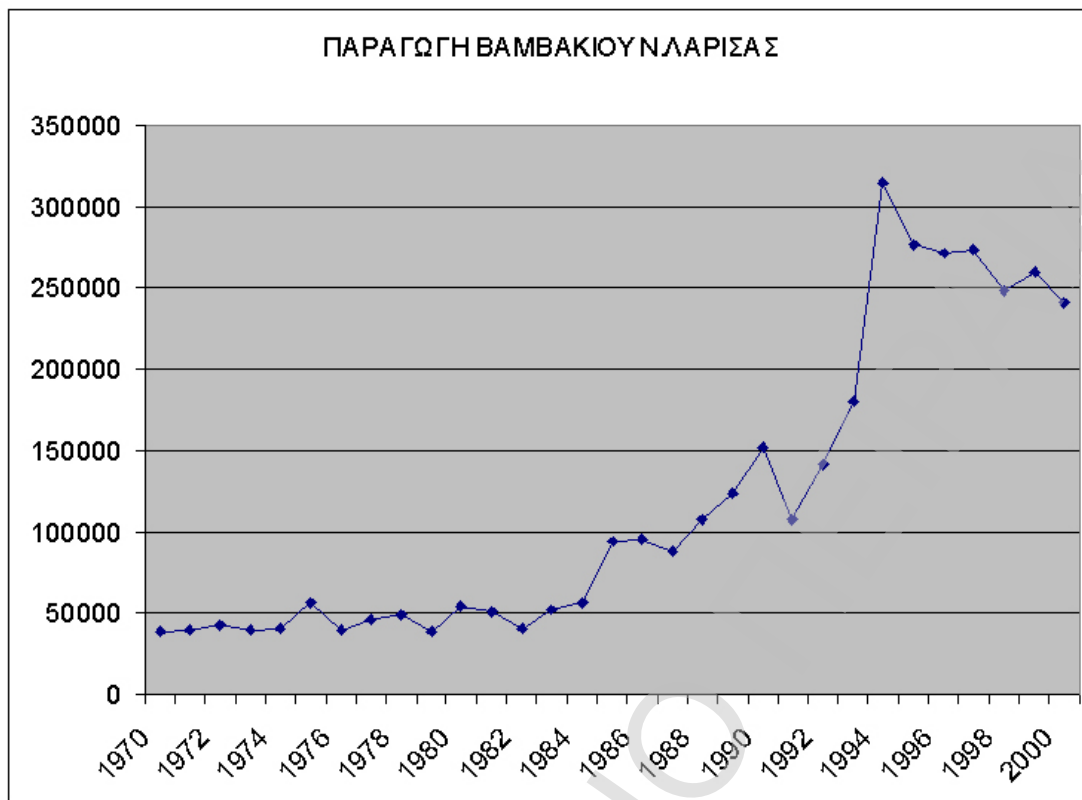
Σχήμα 20. Παραγωγή μαλακού σιταριού στο νομό Έβρου tn.

Το ανωτέρω γράφημα, όπως φαίνεται δεν έχει γραμμικές μεταβολές της παραγωγής στα κενά έτη, αλλά αντιθέτως η γραμμή είναι τεθλασμένη. Οι ελλιπείς τιμές υπολογίσθηκαν λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των στατιστικών δεδομένων ώστε οι τιμές παραγωγής να συμφωνούν με τις τιμές παραγωγής για ολόκληρη την Ελλάδα (που δόθηκαν από την Στατιστική Υπηρεσία).

Ακολούθως, φαίνονται γραφήματα για τους νομούς Καρδίτσας, Λάρισας, για το γεωργικό προϊόν βαμβάκι.



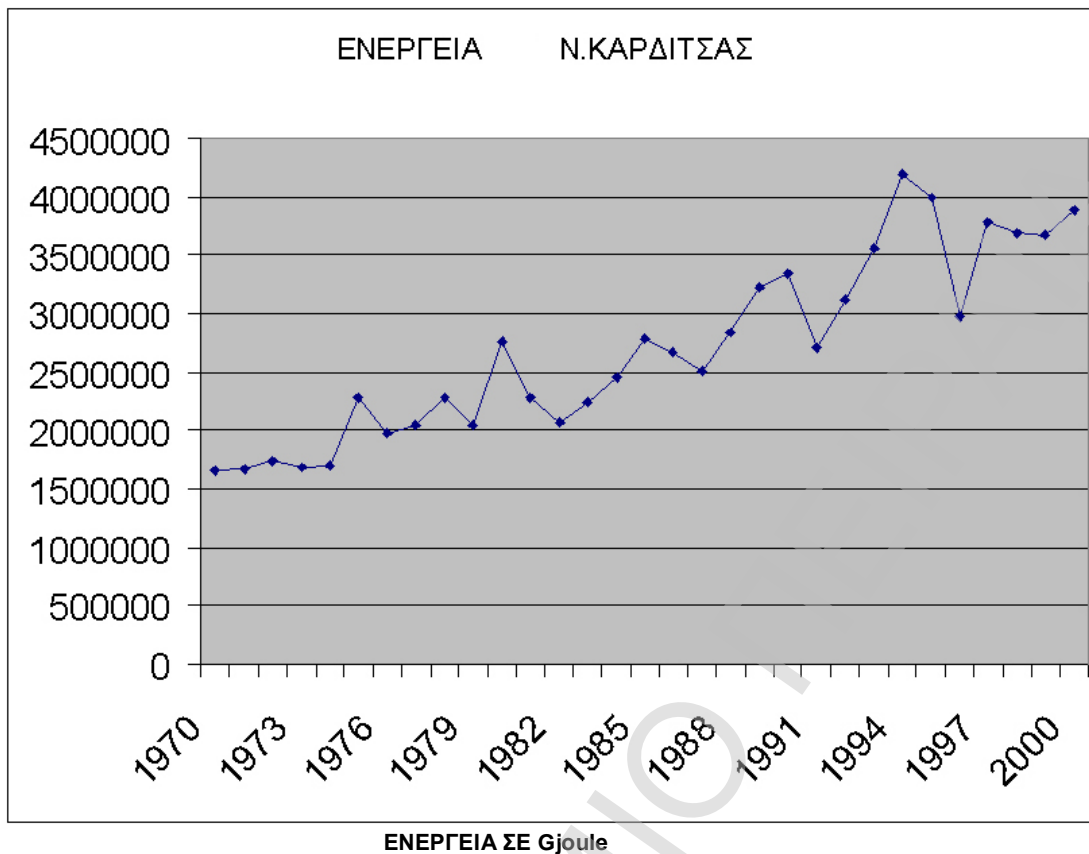
Σχήμα 21. Παραγωγή βαμβακιού στο νομό Καρδίτσας τη.



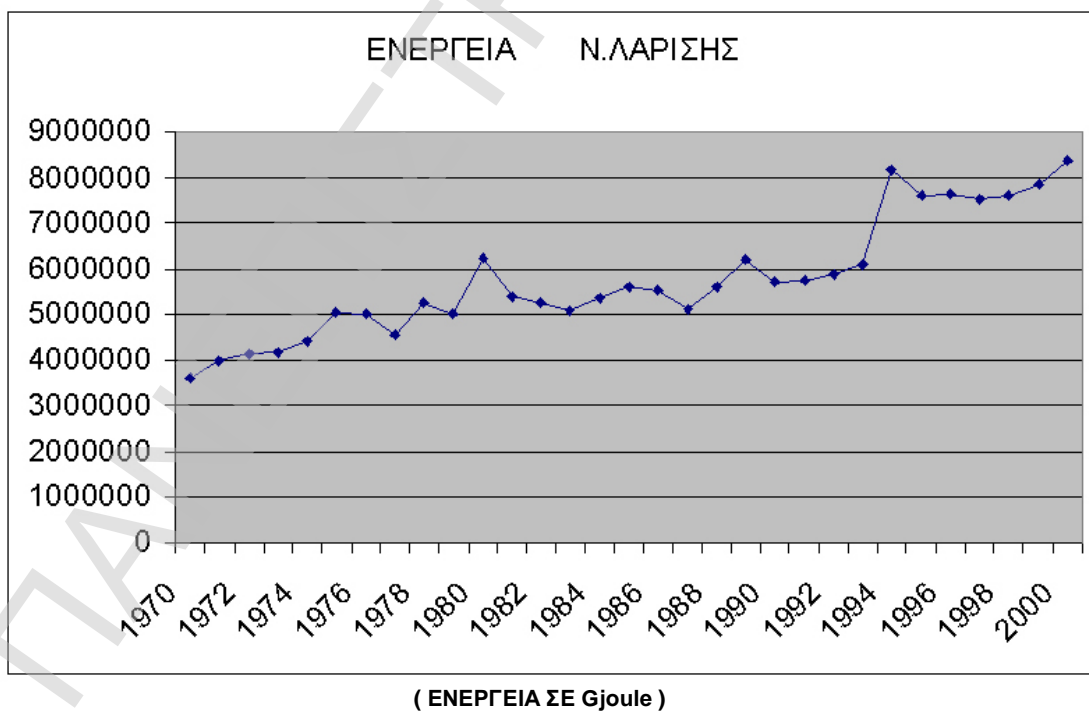
**Σχήμα 22.** Παραγωγή βαμβακιού στο νομό Λάρισας τη.

Έχοντας υπολογίσει και τις ελλείψεις, η Β.Δ περιέχει το σύνολο των μετρήσεων για κάθε περιοχή, για κάθε γεωργικό προϊόν και για κάθε έτος. Δίνεται έτσι η δυνατότητα είτε να εξαχθούν τα δεδομένα της παραγωγής για μια συγκεκριμένη περιοχή (όπως π.χ για τον Έβρο) και για συγκεκριμένο γεωργικό προϊόν, είτε να διαμορφωθούν τα δεδομένα ώστε αυτά να μπορούν να ληφθούν από το ArcMap και να προβληθούν σε ένα χάρτη.

Ακολούθως φαίνονται ορισμένα γραφήματα της ενέργειας που δυνητικά θα μπορούσε να παραχθεί από την εκμετάλλευση της προκύπτουσας βιομάζας από το σύνολο των παραπροϊόντων όλων των γεωργικών προϊόντων για τους νομούς Καρδίτσας και Λάρισας.



Σχήμα 23. Παραγωγή ενέργειας στο νομό Καρδίτσας.



Σχήμα 24. Παραγωγή ενέργειας στο νομό Λαρίσας.

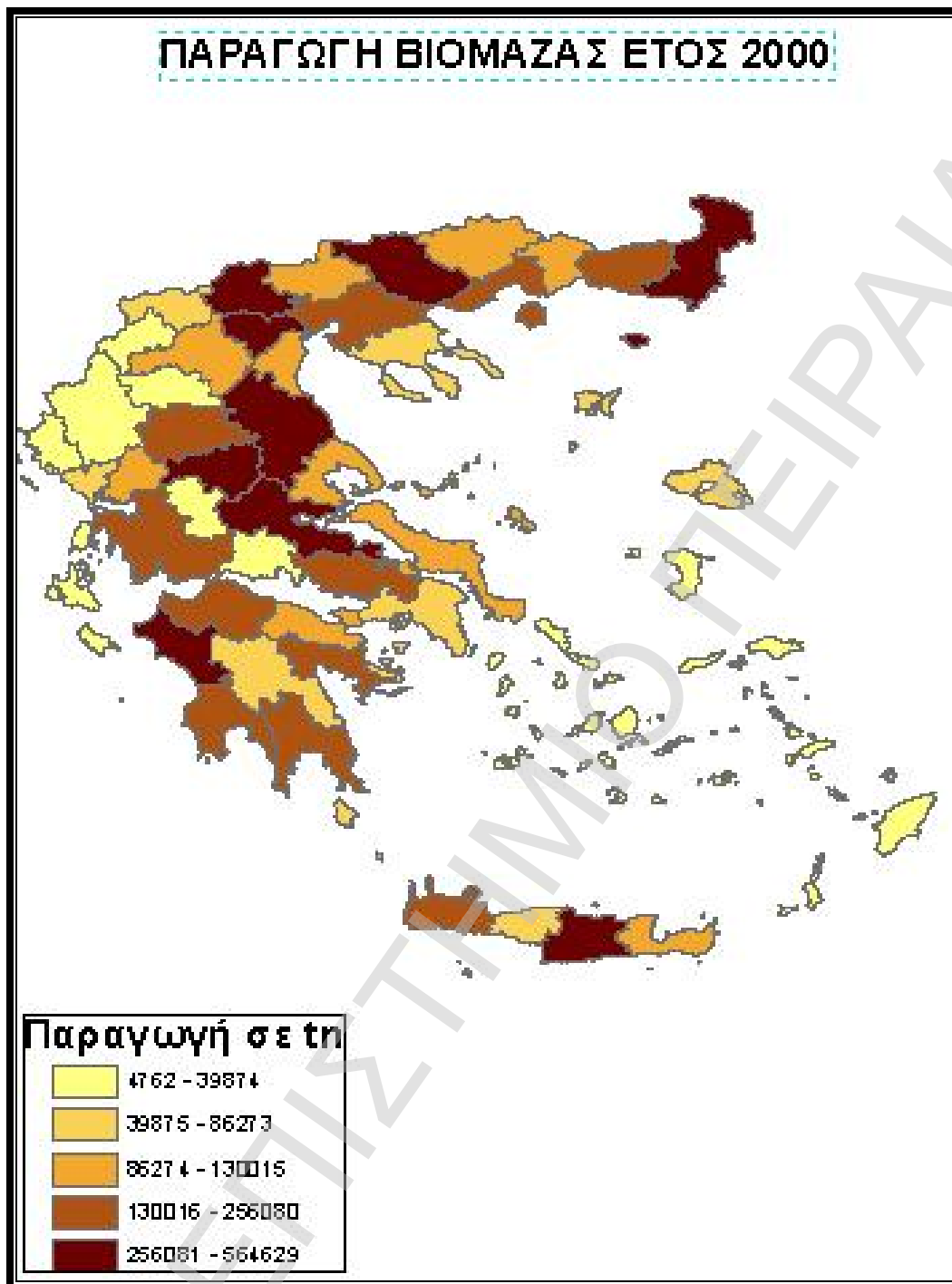
### 5.1.11. Ενδεικτικοί παραγόμενοι χάρτες

Η προβολή σε χάρτη, παρουσιάζει σε μια χρονική στιγμή (ένα έτος) , διάφορα στατιστικά δεδομένα εξόδου όπως:

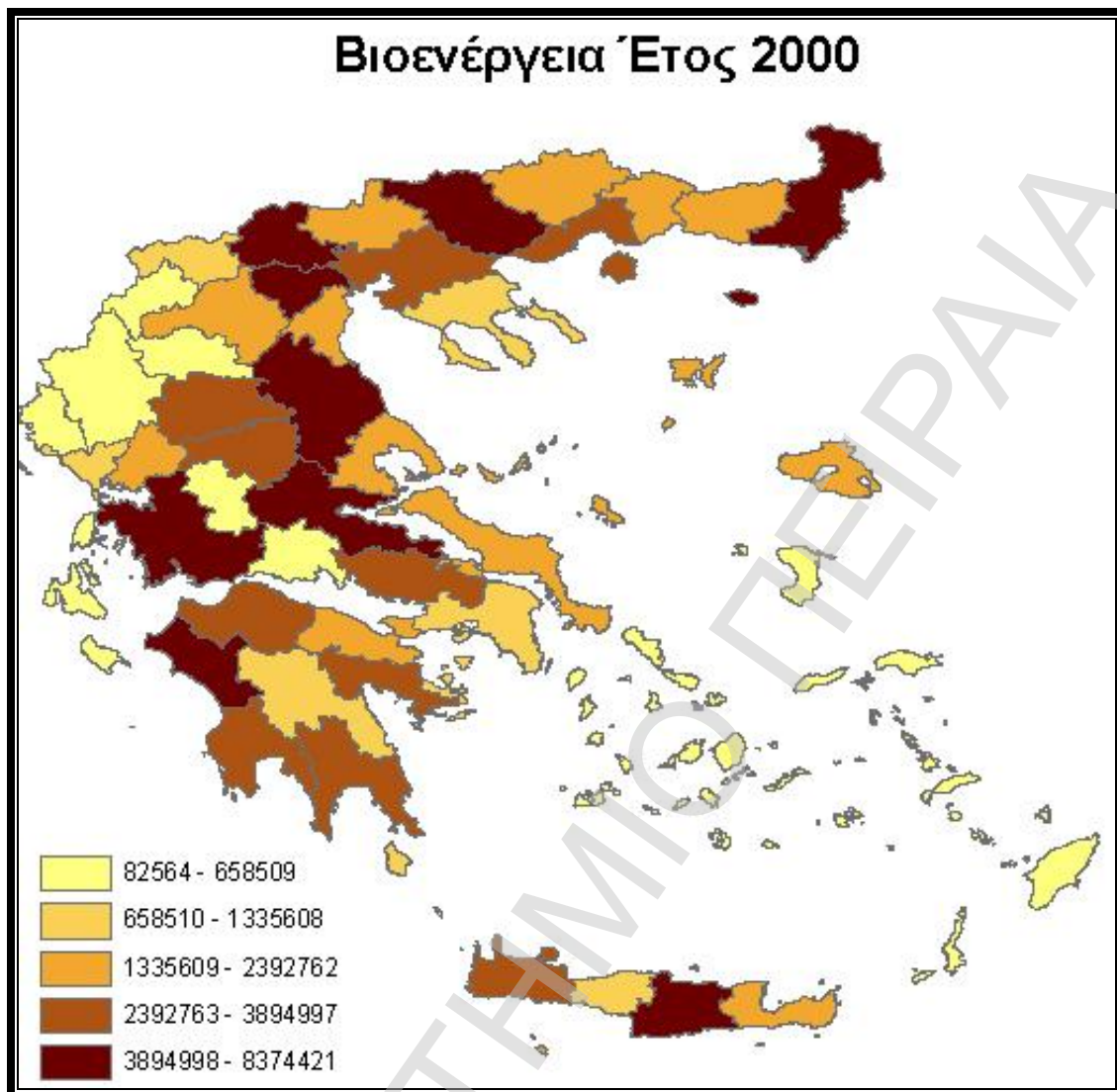
- ü Παραγωγή ενός γεωργικού προϊόντος ή συνδυασμό πολλών.
- ü Πυκνότητα παραγωγής γεωργικού προϊόντος ή συνδυασμό πολλών.
- ü Παραγωγή βιομάζας από συγκεκριμένο παραπροϊόν ή συνδυασμό πολλών.
- ü Πυκνότητα παραγωγής βιομάζας από ένα ή πολλά παραπροϊόντα.
- ü Δυνητική ενέργεια βιομάζας από ένα ή πολλά παραπροϊόντα.
- ü Δυνητική πυκνότητα ενέργειας βιομάζας από ένα ή πολλά παραπροϊόντα.

Επίσης, μέσω ενός φιλικού περιβάλλοντος εργασίας, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει τι ακριβώς θα προβάλλει στο ArcMap, από ένα μεγάλο πλήθος συνδυασμών της επιλογής του.





Σχήμα 25 Γεωγραφική κατανομή του θεωρητικά διαθέσιμου δυναμικού των σημαντικότερων υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών στην χώρα

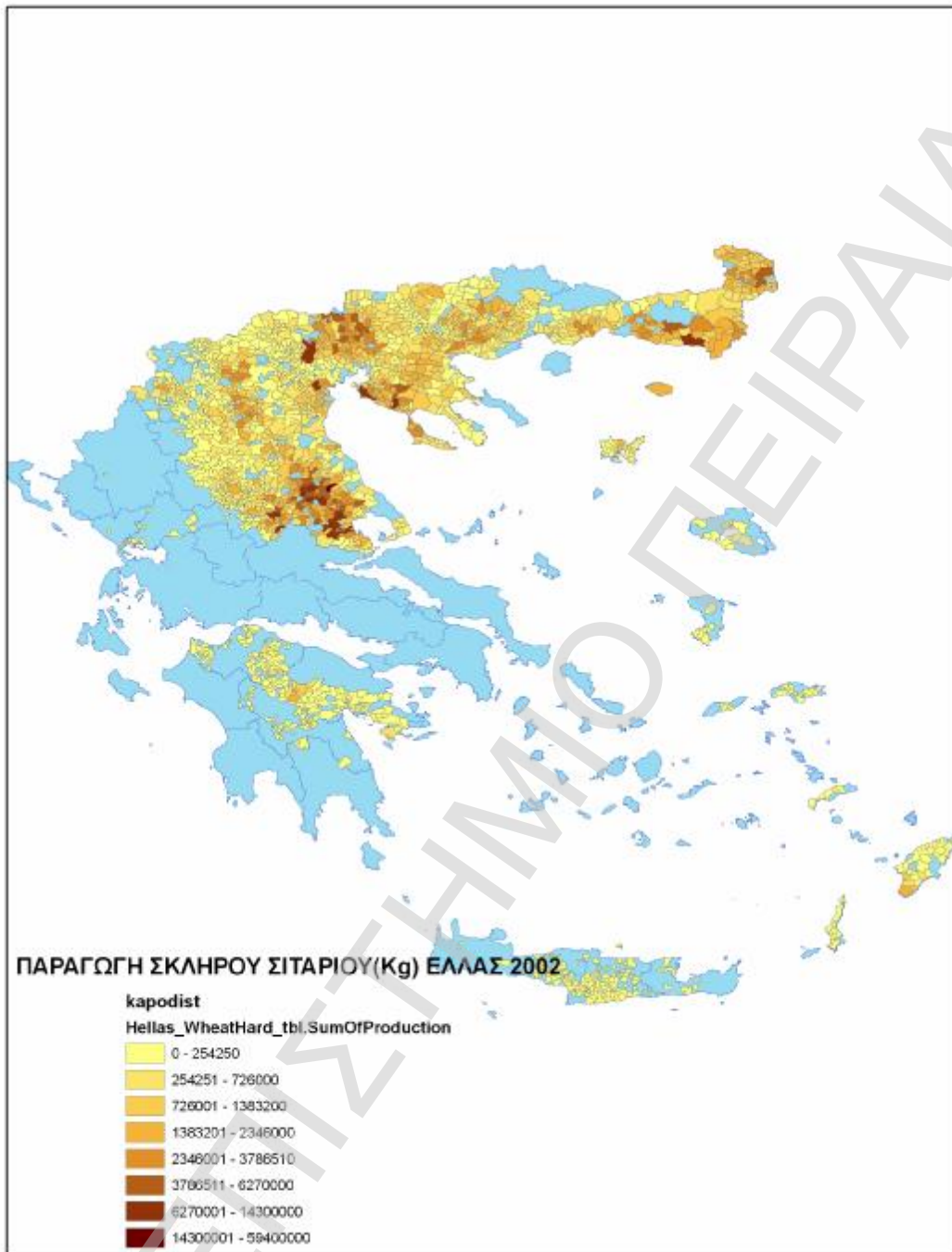


ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΣΕ Gjoule

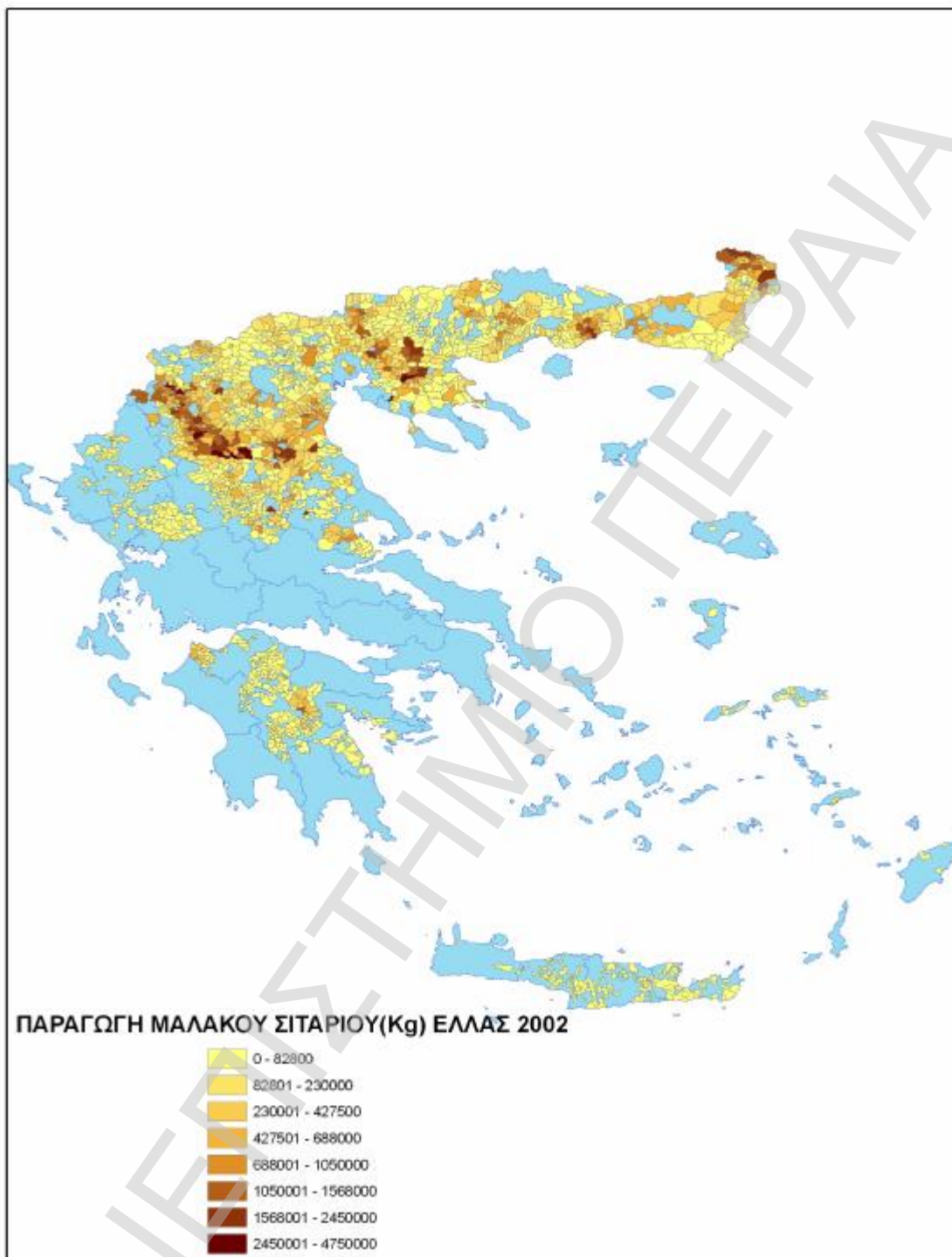
**Σχήμα 26** Γεωγραφική κατανομή του ενεργειακού περιεχομένου των σημαντικότερων υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών στην χώρα

Το θεωρητικό δυναμικό καθώς και το διαθέσιμο δυναμικό αποτυπώθηκαν σε θεματικούς χάρτες σε επίπεδο δήμου και κοινότητας, με την παραπάνω μέθοδο που αναλύθηκε. Οι χάρτες που μας δίνουν πληροφορίες για τις διαθέσιμες ποσότητες από τέσσερα σημαντικά φυτά ακολουθούν. Είναι φανερά στο σχήμα 27 για τα υπολείμματα του σκληρού σταριού στην Ελλάδα ότι πολύ σημαντική είναι η παραγωγή στην Θεσσαλία στην Μακεδονία και στην Θράκη, στο σχήμα 28 υπάρχει η γεωγραφική κατανομή των υπολειμμάτων του μαλακού σταριού στην Ελλάδα, στο σχήμα 29 δίνεται η κατανομή των υπολειμμάτων βαμβακιού στην Ελλάδα. Ακολουθούν στο σχήμα 30 η απεικόνιση των υπολειμμάτων του καλαμποκιού στην Ελλάδα.

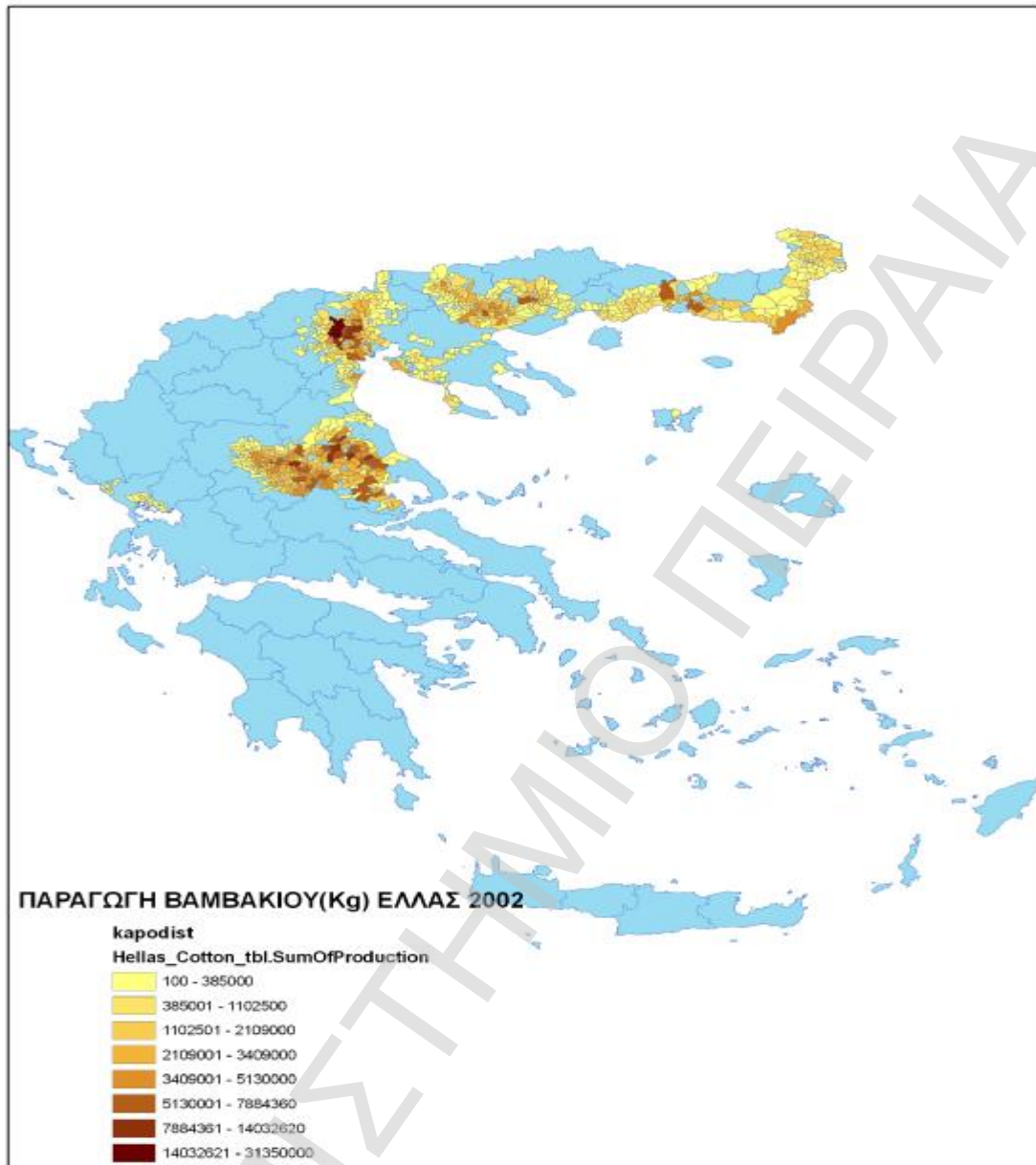
Στο σχήμα 31 η απεικόνιση των υπολειμμάτων του βαμβακιού στην Θεσσαλία. Στο σχήμα 32 δίνεται η κατανομή των υπολειμμάτων καλαμποκιού στην Θεσσαλία. Παρουσιάζουμε το σχήμα 33 για τα υπολείμματα του σκληρού σταριού στην Θεσσαλία που παρουσιάζει ενδιαφέρον, στο σχήμα 34 υπάρχει η γεωγραφική κατανομή των υπολειμμάτων του μαλακού σταριού στην Θεσσαλία.



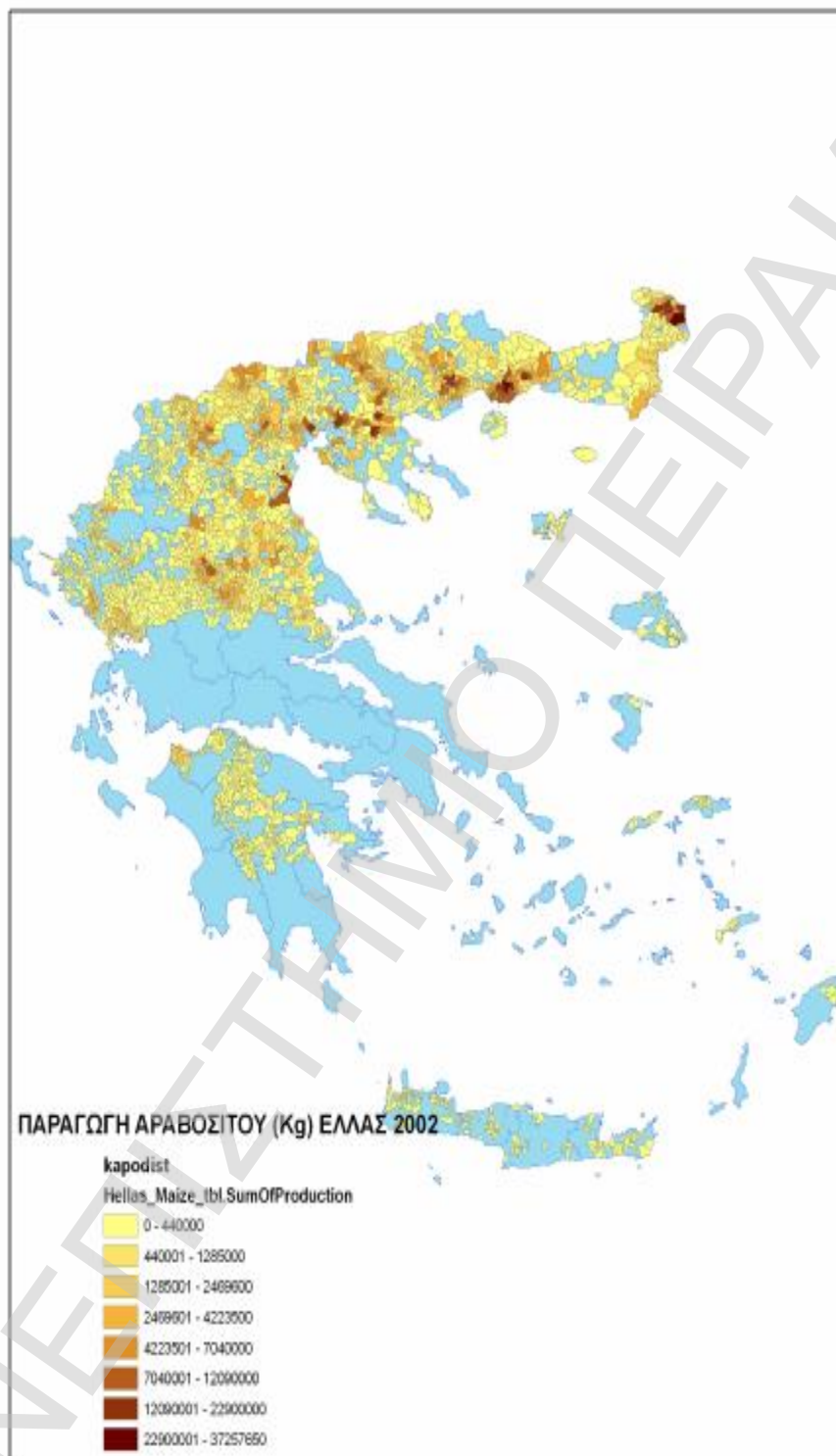
**Σχήμα 27.** Γεωγραφική κατανομή του θεωρητικά διαθέσιμου δυναμικού των σημαντικότερων υπολειμμάτων σιταριού στην Ελλάδα



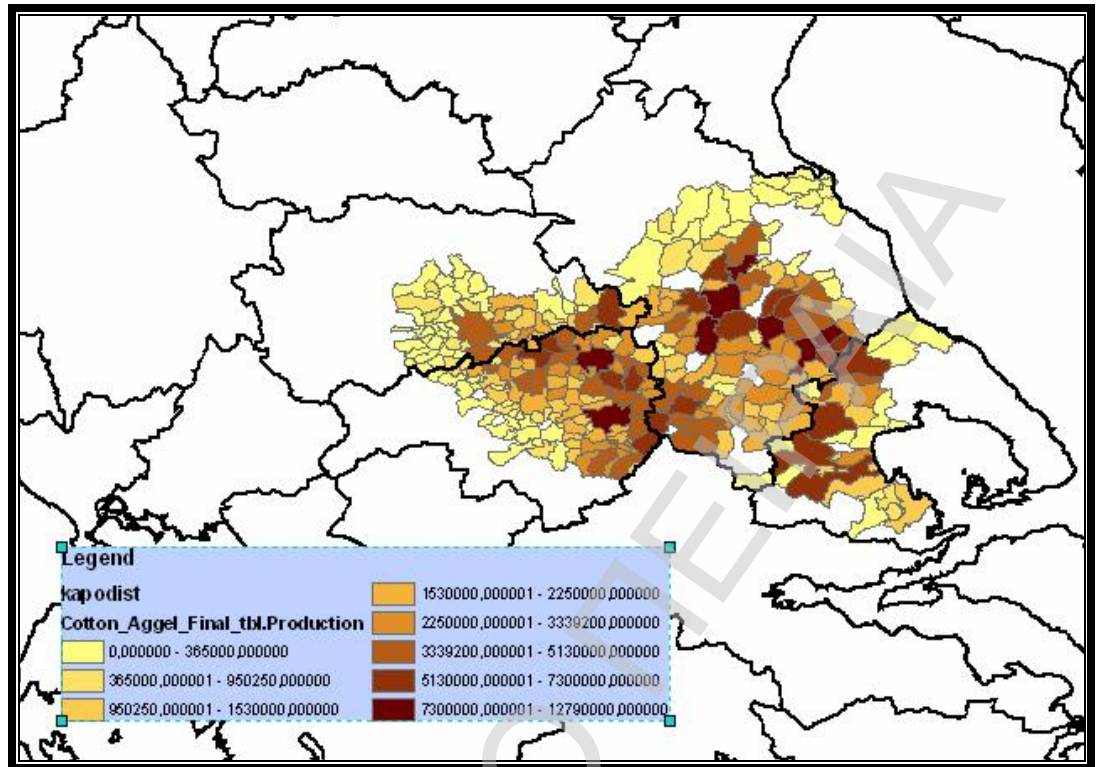
**Σχήμα 28.** Γεωγραφική κατανομή του θεωρητικά διαθέσιμου δυναμικού των σημαντικότερων υπολειμμάτων μαλακού σιταριού στην Ελλάδα



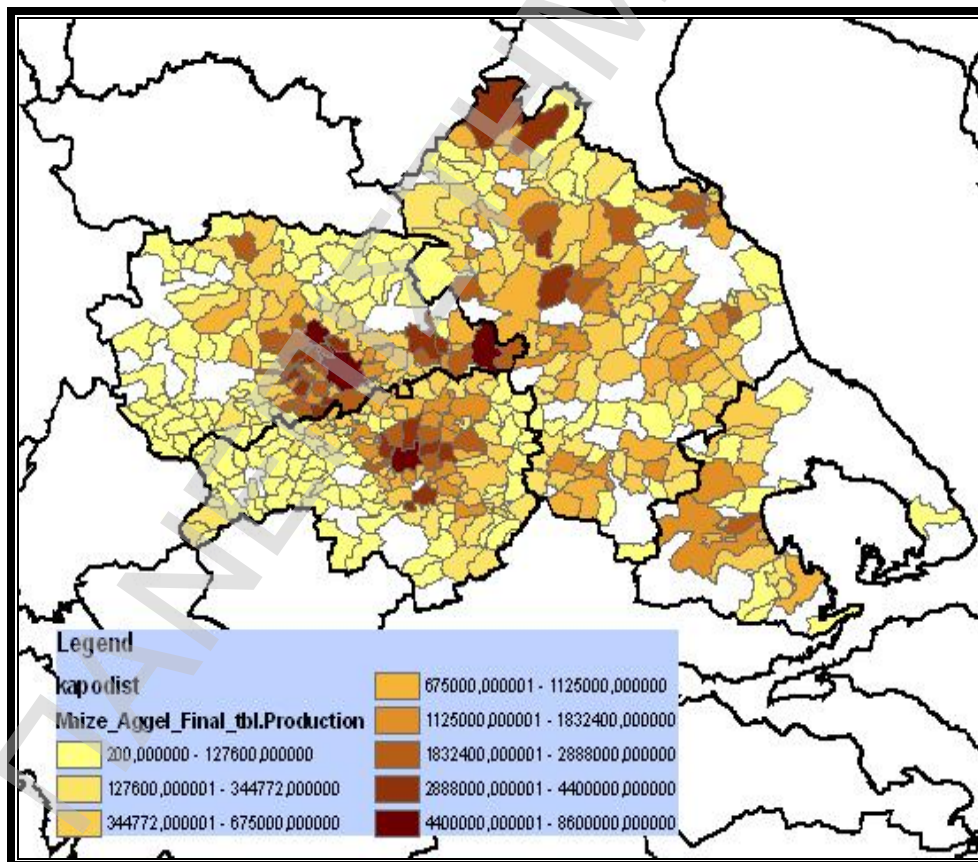
**Σχήμα 29.** Γεωγραφική κατανομή του θεωρητικά διαθέσιμου δυναμικού των σημαντικότερων υπολειμμάτων βαμβακιού στην Ελλάδα



**Σχήμα 30.** Γεωγραφική κατανομή του θεωρητικά διαθέσιμου δυναμικού των σημαντικότερων υπολειμμάτων βαμβακιού στην Ελλάδα .



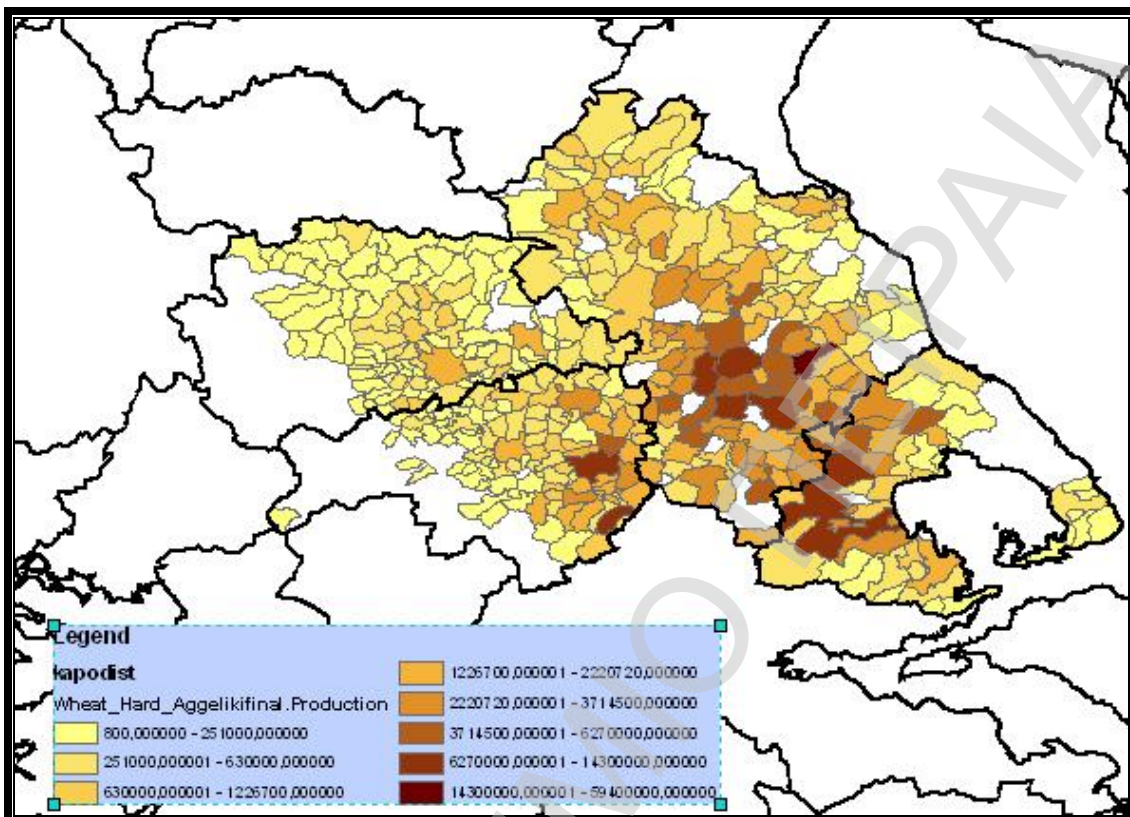
Σχήμα 31. Το βαμβάκι στην Θεσσαλία



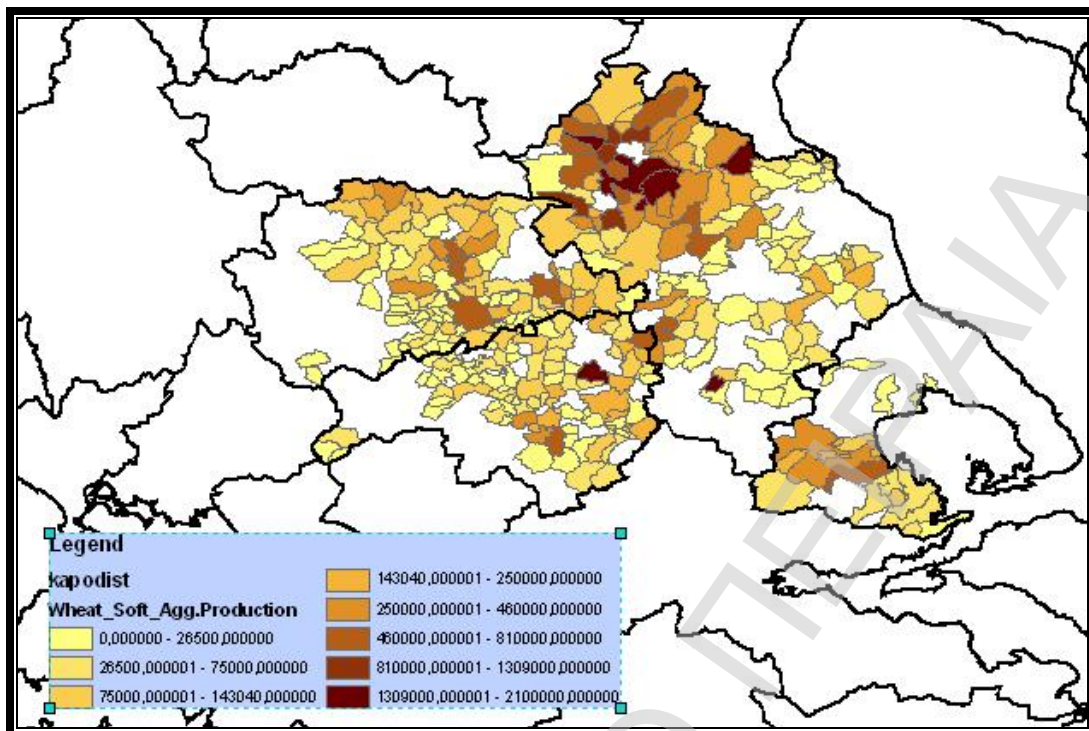
Σχήμα 32. Το καλαμπόκι στην Θεσσαλία.



Σχήμα 33. Κατανομή υπολειμμάτων από το σκληρό σιτάρι στην Θεσσαλία



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



Σχήμα 34.Μαλακό σιτάρι η απόδοση στην Θεσσαλία

Πηγή (ΕΣΥΕ,2002)

## 5.2.Συμπεράσματα

Η τιμή της αγοράς των βιοκαυσίμων εξαρτάται από την τιμή της πρώτης ύλης για την παραγωγή τους. Για τον ηλίανθο το κόστος της διαδικασίας εξαγωγής των ηλιελαίων και ο εξευγενισμός τους είναι ένας περιοριστικός παράγοντας. Πάντως το βιομηχανικό κόστος μετατροπής του ηλιελαίου είναι παρόμοιο και για τα άλλα λάδια σε biodiesel, που είναι 0,11€/l. Το κόστος παραγωγής του biodiesel στην Ισπανία από ηλίανθο έχει εκτιμηθεί ότι είναι 0,67 € ανά λίτρο. Συγκριτικά με το κόστος παραγωγής biodiesel από ελαιοκράμβη, το κόστος παραγωγής biodiesel από ηλίανθο είναι μεγαλύτερο στην Ισπανία. Έχει αναφερθεί ότι το κόστος παραγωγής biodiesel από ελαιοκράμβη στη Δυτική Ευρώπη είναι 0,577 €/l ενώ στη Γαλλία έχει αναφερθεί ότι το κόστος είναι 0,4€/l. Στην Αμερική που το Biodiesel παράγεται κυρίως από σογιέλαιο, αναφέρεται ότι το κόστος είναι από 0,27 μέχρι 0,49 \$/L.

Για το παράδειγμα της αιθανόλης η παραγωγικότητα της ποικιλίας και ο βαθμός μετατροπής της πρώτης ύλης σε καύσιμα διαφοροποιούν τις τιμές. Το

μεγαλύτερο μέρος του κόστους παραγωγής Biodiesel είναι το κόστος των πρώτων υλών. Συνεπώς η ανάγκη εξεύρεσης άλλων πρώτων υλών φθηνότερων από τα παραδοσιακά φυτικά έλαια είναι ξεκάθαρη. Αυτό είναι πολύ σημαντικό ιδιαίτερα στις μεσογειακές χώρες που εξαιτίας των περιορισμένων βροχοπτώσεων είναι περιορισμένη η απόδοση των ελαιόσπερμων καλλιέργειών. Για αυτών τον λόγο οι εν λόγω καλλιέργειες πρέπει να είναι βελτιωμένες με γόνους που ελέγχουν την παραγωγή λαδιού. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η παραγωγή λαδιού από σπόρους φυτών με ευνοϊκές ιδιότητες ιξώδους ,πυκνότητας και παραμέτρους διαμερισμού του παραγόμενου λαδιού. Το λάδι του ηλίανθου είναι κατάλληλο λόγω της περιεκτικότητας του σε λιπαρά οξέα μικρού μοριακού βάρους .

Τα πειράματα που έγιναν έδειξαν ότι τα φυτικά λάδια από ελαιοκράμβη και ηλίανθο μπορούν να τροφοδοτήσουν τους κινητήρες Diesel αυτούσια και επομένως μπορούν να αντικαταστήσουν το Diesel με βιοέλαια είτε με Biodiesel.

Η διασφάλιση ποιότητας είναι ένα σημαντικό ζήτημα . Στην ανάγκη να διασφαλιστεί η ποιότητα του καυσίμου τηρούνται τα Ευρωπαϊκά πρότυπα EN 970 για τα μίγματα Diesel και EN 228 για τα μίγματα βενζίνης . Στην Γαλλία το biodiesel το αναμειγνύουν σε ποσοστό 5% με diesel, στις ΗΠΑ σε ποσοστό 20% και στην Αυστρία χρησιμοποιείται αυτούσιο biodiesel. Για τις Σουηδία και Γερμανία και εκεί χρησιμοποιείται αυτούσιο biodiesel.

Ο τομέας των μεταφορών μπορεί να τροφοδοτηθεί μέχρι ένα ποσοστό από φυτικά λάδια αλλά για να μοιάζουν οι ιδιότητες των λαδιών αυτών με το diesel πρέπει να γίνουν μετατροπές που είναι:α) φτηνές μετατροπές του κινητήρα ,β) προσθήκες εξαρτημάτων. Επίσης συνιστώνται μέθοδοι που βελτιώνουν τις ιδιότητες των ελαίων ως καύσιμο . Τέτοιες είναι η ανάμειξη των φυτικών λαδιών με diesel μέχρι να πετύχουν τις επιθυμητές ιδιότητες. Η αποτίμηση της δυνατότητας παραγωγής ελαίου από ηλίανθο στην Ελλάδα σε εμπορική κλίμακα, από άποψη καθαρού ενεργειακού κέρδους αλλά και οικονομικού, ύστερα από πειραματική μελέτη στην Κεντρική Ελλάδα (Παλαμάς Καρδίτσας) έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα. Από άποψη αποδόσεων και καθαρού ενεργειακού οφέλους με την πιο παραγωγική από τις τέσσερις ποικιλίες να ξεπερνά τους 4,5t/ha σε παραγωγή σπόρων με ενεργειακό αντίστοιχο ενεργειακό ισοζύγιο για την περίπτωση των

ελαχίστων ενεργειακών εισροών 7,36:1. Αλλά έχει συνεκτιμηθεί ότι το ποσοστό 47% είναι το κόστος της αρδευόμενης γης.

Επιπλέον το υψηλότερο κόστος παραγωγής των biodiesel μπορεί να αντισταθμιστεί από άλλες παραμέτρους. Τέτοιες είναι η εξοικονόμηση συναλλάγματος από την αποφυγή εισαγωγής πετρελαίου, καυσίμων και του, αν προστεθεί και το κοινωνικό όφελος από τη δημιουργία θέσεων εργασίας κατά την αξιοποίηση της εγχώριας παραγωγής τότε το κόστος παραγωγής biodiesel με σκοπό τη χρήση του ως καύσιμο τείνει να αντισταθμιστεί. Σημαντικό είναι το περιβαλλοντικό όφελος αν υποθέσουμε ότι από την χρήση 100% βιοντήζελ μπορεί να μειωθούν οι καθαρές εκπομπές CO<sub>2</sub> κατά 40-50%, αντίστοιχα η χρήση μίγματος 5% μειώνει το CO<sub>2</sub> κατά 2 – 2.5%.

Φαίνεται επομένως ότι υπάρχει προοπτική εξάπλωσης των εναλλακτικών καυσίμων όπου η εγχώρια παραγωγή από τους Έλληνες αγρότες ευνοείται από το κλίμα. Με την προϋπόθεση ότι υπάρχει η πολιτική βούληση για την προώθηση ενός τέτοιου εγχειρήματος με επιδότηση των ενεργειακών καλλιεργειών και με δημιουργία αγοραστικών οδών για τα υποπροϊόντα της διαδικασίας παραγωγής από την βιομηχανία. Επίσης με την φοροαπαλλαγή των καυσίμων που προέρχονται από την ανάμειξη των παραδοσιακών καυσίμων με biodiesel ελαφρύνεται το προϊόν. Η φορολόγησή του γίνεται ανάλογα με την προοριζόμενη χρήση.

Στην παρούσα εργασία έγινε προσπάθεια να αποτιμηθεί το δυναμικό της φυτικής βιομάζας. Η γνώση της γεωγραφικής κατανομής της βιομάζας σε επίπεδο νομού, είτε σε επίπεδο δήμο μας επιτρέπει να χωροθετήσουμε την θέση που μπορεί να κατασκευαστούν οι βιομηχανικές μονάδες. Η εγχώρια παραγωγή βιομάζας συγκεντρώνεται στους νομούς Λαρίσης, Τρικάλων, Φθιώτιδας, Κιλκίς, Καρδίτσας, Πέλλας, Ημαθίας, Πιερίας, Κατερίνης, και Έβρου, Ξάνθης, Ροδόπης, Καβάλας, Σερρών, Θεσσαλονίκης, Μαγνησίας. Κυρίως οι δυναμικές ποικιλίες που δίνουν μεγάλες στρεμματικές αποδόσεις σε ενεργειακή βιομάζα είναι η λύση με προοπτική στην Ελληνική παραγωγή βιοκαυσίμων.

### 5.3.Προτάσεις για μελλοντική έρευνα

Στο τέλος της παρούσας εργασίας θα ήταν ενδιαφέρον να παρατεθούν ως θέματα ανοικτά προς μελλοντική έρευνα η παραγωγή καυσίμων από βιομάζα και η εφαρμογή του βιοαερίου και του βιοϋδρογόνου .

Ένα θέμα που εμφανίζει μεγάλο ενδιαφέρον είναι η παραγωγή καυσίμων από το βιοαέριο. Το βιοαέριο έχει πλήθος εφαρμογών στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στις μεταφορές και στις οικιακές χρήσεις . Ένα άλλο πλεονέκτημα του βιοαερίου είναι ότι ένας μεγάλος αριθμός καθαρών καυσίμων που μπορούν να προκύψουν κατά την βιοσύνθεση του.

Ένα άλλο αέριο καύσιμο από βιομάζα είναι το βιοϋδρογόνο του οποίου η ενεργειακή αξία είναι τριπλάσια από αυτή του πετρελαίου. Μια μέθοδο που ερευνάται για την παραγωγή του είναι η καταλυτική μετατροπή από μίγμα  $\text{CO}_2$  και από  $\text{H}_2$ . Μια άλλη μέθοδος που εξετάζεται είναι από το βιοαέριο σύνθεσης που μέσω μιας διαχωριστικής μεμβράνης μπορούμε να διαχωρίσουμε το αέριο βιοϋδρογόνο. Ακόμη εξετάζουν την παραγωγή βιοϋδρογόνου από την βιομεθανόλη, είτε ακόμη από ξυλάνθρακα. (Geronikolou L.) Ωστόσο η έρευνα παραγωγής βιοϋδρογόνου έχει μέλλον ακόμα μπροστά της .

Επίσης ενδιαφέρον έχει εκδηλωθεί από τους ειδικούς για την βιομάζα δεύτερης γενιάς. Με πρώτη ύλη την βιοκελουλόζη υπάρχουν διάφορες τεχνολογίες που δοκιμάζουν όπως η αεριοποίηση της βιομάζας δεύτερης γενιάς , η πυρόλυση της, η υδρόλυσή είτε η ζύμωση της όπου μπορούν να παράγουν μια σειρά από υγρά και αέρια καύσιμα. Το πρόβλημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί είναι ότι η παρουσία της λιγνίνης δεν επιτρέπει να αξιοποιηθούν οι λιγνοκυτταρινούχες ύλες που περιέχονται σε υπολείμματα. Ερευνώνται όμως βιολογικές, χημικές και άλλες μέθοδοι για την απομάκρυνση της λιγνίνης. Για την ζύμωση της κυτταρίνης και της ημικυτταρίνης η έρευνα συνεχίζεται .

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ξενόγλωσση

Adams ,C.,Peters J.F. ,Rand M.C.,Schroer ,B.J., Ziemke , M,C.,1983. «Investigation of soybean oil as a diesel fuel extender : endurance tests». JAOCS 60,1574-1579.

Alancar , J.W., Alves , P.B. , Craveiro, A.A., 1983. «Pyrolysis of tropical vegetable oil».J . Agric. Food Chem ,31,1268-1270.

Alexopoulou E., A.Nikolaou, C.Panoutsou. «National report on biomass in Greece» 1999 AFB IV –bioguide III ,CRES .

Allen C.A.W.,Watts K. C. 2000, «Comparative analysis of the atomization characteristics of fifteen biodiesel fuel types». Trans of the ASAE ,vol 43 ,207-211

Applied science publishers, London.

Auld D.L., Bettis B.L.,Peterson C.L.,1982. « Production and fuel characteristics of vegetable oil from oilseed crops in the Pasific Northwest». Proceeding of the International Conference on plant and vegetable oils as fuels. 92-97 .St. Jojeph MI:ASAE.

Austrian Biofuels Institute: New trends in developing biodiesel world-wide [www.biodiesel.at](http://www.biodiesel.at)

Bona S, Mosca G. ,Vamerali T,1982. «Oil crop for biodiesel production in Italy» J.Renewable Energy vol. 16 pp. 1053-1056

Deutmeyer M.– CHOREN Industries GmbH. Proceedings of Central European Biomass Conference 2005, 26-29 Jan. 2005, Graz, Austria

Ethanol from Biomass »,January 1995, Biomass – Fueling a Stronger Economy, NREL

EUBIA, European Biomass Industry Association 2004 [www.eubia.org](http://www.eubia.org)

European Bioethanol Fuel Association 2006 [www.ebio.org](http://www.ebio.org).

Exxonmobil, A report on Energy Trends, Greenhouse Gas Emissions and Alternative Energy, 2004

Fernandez J. and Curt D. « Low- cost biodiesel from cynara oil».Proceedings 2<sup>nd</sup> World biomass Conference 2004,pp.1-4.

Geronikolou L., Danalatos N. G., Kalavriotou P., Archondoulis S., Papadakis G., 2004. An experimental study of sunflower oil production in Greece to be used as an alternative fuel. Proceedings 2<sup>nd</sup> World Biomass Conference- Rome, 10-14 May 2004

Heleco '95 2<sup>h</sup> Διεθνής έκθεση και συνέδριο για την τεχνολογία περιβάλλοντος, Πρακτικά Τ.Ε.Ε. Αθήνα 1995.

Hontelez J. and Taschner K., 2001, «The promotion of Biofuels is Detrimental to Biodiversity», European Environmental Bureau – Federation of Environmental Citizens Organisations, Brussels

Kallivroussis I., Natsis A., Papadakis G. 2002. «The energy balance of sunflower production for biodiesel in Greece» J. Biosystems Engineering vol. 83 pp. 34

Klopfenstein W. E. 1995.Effect of molecules weights fatty acid esters on cetane numbers as diesel fuels. J. Am. Chem. Soc 62; 1029-10331.

La Grega D.M., Buckingham L.P. and Evans C.J., 2001, «Hazardous Waste Management», 2nd edition, Mc Graw – Hill International Edition, Biological Series, 1202 pp.

LAMNET Report, 2004

Mardikis.M, A. Nikolaou, N. Djouras and C. Panoutsou' «Agricultural biomass in Greece. Current and Future Trends», Sustainability, Markets and Policies , Proceedings of OECD workshop on biomass and agriculture,10-13 June 2003,Vienna,Austria ,pp.363-367

Modl J. – VOGELBUSCH, Proceedings of Central European Biomass Conference 2005, 26-29 Jan. 2005, Graz, Austria



National observatory of Athens national energy balances

Natsis A., Kerkides P., Pitsilis. ,2001. «Farm machinery selection to minimize of cost of agricultural operation ». Rural and environmental engineering no 41

Oettel E., 2005. New trends in gasification of biomass and residues in Germany. Conference Report pp47

Palz W , P.Chartier, «Energy from biomass 1<sup>st</sup> E.C. conference. 1980,D.O.Hall, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6<sup>th</sup> Edition, McGraw-Hill

Peterson ,C.L., Auld ,D. L,Koros, R.A.,1983 'Winter rape oil fuel for fuel engines» Recovery and utilization , JAOCS60 1579.

Puppan D., 2002, «Environmental Evaluation of Biofuels»,Periodica Polytechnica Ser. Soc. Man. Sci., 10(1), pp. 95 – 116

Quaok P , Harrie Knoef, Hubert Stassen «Energy from biomass , A review of combustion and gasification technologies », 1999.The world bank Wasington.

Reynolds, R.E., «Fuel specifications and fuel property issuesand their potential impact on the use of ethanol as a transportation fuel”, Oak Ridge National Laboratory, Downstream alternatives Inc.,South Bend: 2002

Riva G. and Sissot F, 1991, «Vegetable oils and their esters ». GIGR Handbook Of the agriculture engineering Vol. Energy And biomass engineering ed. CIGR PP164.

Pimentel D., 2003. Ethanol Fuels: Energy balance, Economics and Environmental Impacts are negative. Natural Resources Research, Vol. 12, June 2003

Romano S. «Vegetable oils –a new alternative». Proceedings of the International Conference on plant and vegetable oils as fuels. 106-116 .St. Jojeph MI :ASAE.

Rozakis S. and J. -C. Sourie Micro-economic modelling of biofuel system in France to determine tax exemption policy under uncertainty *Energy Policy, Volume 33, Issue 2, January 2005, Pages 171-182*

Satish Lele. Biodiesel in India [www.svlele.com](http://www.svlele.com)

Summary Biofuel Fact Sheet, VIEWLS Reference Results.

Thair ,A. R. M. Lapp, and L. C. Buchanan, 1983. «Sunflower oil and a fuel for compression ignition engines» .Proceedings of the International Conference on plant and vegetable oils as fuels. 82-91 .St. Jojeph MI :ASAE.

Tsirikoglu T.,T. Gemtos. «Harvesting of cotton residue for energy production,Biomass and bioenergy».1996-98.

Vinyard S., E.S. Renoll, J.S. Goodling , L, and Hawkins, R.C. Bunt., 1982. «Properties and performance testing with blends of biomass alcohols, vegetable oil and diesel fuel ». Proceeding of the international conference on plant and vegetable oil as fuels .287-293.

Voivontas D., D. Asimakopoulos, G. Koukios 2001, «Assesment of biomass potential for power production ».A GIS method *Biomass and Bioenergy* 20:101-112.

Wikipedia [en.wikipedia.org](http://en.wikipedia.org)

Wright F.B , «Distillation of alcohol from farm products», 1994.,Lindsay Publication.

[www.elsbett.de/eteche.htm](http://www.elsbett.de/eteche.htm)

Ziejewski .M. Goettler, H., Pratt, G.L., 1986. Paper no 860301, International congress and exposition , Detroit ,MI 24-28 February.

Znang Y., Dube M., McLean D., and Kates M. 2003.Biodiesel production from waste cooking oil: 1.Procces desing and technological assessment in bioresource Technology 89,pp 1-16.

Znang Y., Dube M., McLean D., and Kates M. 2003.Biodiesel production from waste cooking oil: 2.Economic assessment and sensitivety analysis , in bioresource Technology 90,pp. 229-240.

## **Ελληνόγλωσση**

Αποστολάκης Μ.,Σ. Κυρίτσης,Χ. Σούτερ «Ενεργειακό δυναμικό Βιομάζας Γεωργικών

δασικών υποπροϊόντων (Ελλαδικός χώρος)» Εργασία για το Ινστιτούτο Τεχνολογικών Εφαρμογών. Έκδοση ΕΛΚΕΠΑ 1996-98

Βλάχος Χ. Περιοδικό : Γεωργία και κτηνοτροφία, Τεύχος 2. Φεβρουαρίου Μαρτίου 2007, Τίτλος : Καλλιέργεια της ελαιοκράμβης στην Ουγγαρία .

Βακάκης Φ. Γεωπόνος Περιοδικό : Γεωργία και κτηνοτροφία, Τεύχος 8. Οκτωβρίου 2007. Τίτλος: Ενεργειακές καλλιέργειες και γεωργικά εισοδήματα.

Γαλανοπούλου – Σεντούκα Σ. 2002, «Βιομηχανικά φυτά –Βαμβάκι και υπόλοιπα κλωστικά-Ελαιοδοτικά-Ζαχαρότευτλα-Καπνός». Εκδόσεις Σταμούλη.

Γεμτός Τ., «Παραγωγή υπολειμμάτων καλλιεργειών στην Ελλάδα και η δυνατότητα χρήσης τους» 1996

Γερονικολού Λ., Κυρίτσης Σ., Έκθεση αποτελεσμάτων επιδεικτικής καλλιέργειας Ηλίανθου στον κάτω Μόρνο, 2004.

Γεωπονική Σχολή Αθήνας [www.bee.aua.gr](http://www.bee.aua.gr)

Γιανοπολίτης Κ. Γεωπόνος Μπενάκειο Φυτοπαθολογικό Μουσείο, Οδηγός γεωργικών φαρμάκων , Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα 1997

Γνώμη της ΟΚΕ «Εισαγωγή των βιοκαυσίμων και των άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στην Ελληνική αγορά» (Νόμου σχέδιο ) Αθήνα 2/11/2005.

Δεκάζος Η. Γενική δένδροκομία, σημειώσεις από τις παραδόσεις του καθηγητή κ., Αθήνα 1986

Εθνικό Συνέδριο «Η εφαρμογή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, Εθνικές προτεραιότητες και Ευρωπαϊκή στρατηγική», Πρακτικά συνεδρίου , Επιμέλεια έκδοσης, Αθήνα , 1998.

Ένωση ανανεώσιμων καυσίμων , Διεθνής υπηρεσία ενέργειας REUTERS

Επίσημη Εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης – Κανονισμός (ΕΚ) 318/2006, 247/2007 ΕΣΥΕ Αρχεία για την γεωργική παραγωγή τα έτη 1998-2002

Ευθυμιάδη Π. , Σημειώσεις του μεταπτυχιακού μαθήματος Γεωργίας του Γ.Π.Α. Αθήνα 1999

ΙΝΑΣΟ. Ινστιτούτο αγροτικής και συνεταιριστικής οικονομίας. « Σχέδιο δράσης για τη βιομάζα και τα βιοκαύσιμα στην Ελλάδα». Αθήνα 2007.

ΚΑΠΕ [www.cres.gr](http://www.cres.gr).

Καραμάνος Α. , «Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων Αραβόσιτος –Σόργο-Ρύζι –Κεχρί». Εκδόσεις Παπαζήσης, Αθήνα 1999.

Καραουλάνης Γ. Τεχνολογίες επεξεργασίας οπωροκηπευτικών. ΓΠΑ, 1998

Συντήρηση με ψύξη φρούτων και λαχανικών. Εκδόσεις Ινστιτούτο Εξαγωγικών Σπουδών

Κέκος Δ., Β. Μακρής, Π. Χριστακόπουλος « Καινοτομίες στην παραγωγή βιοαιθανόλης ως βιοκαύσιμου». Συνέδριο «Νέες Τεχνολογίες και καινοτομίες στη γεωργική παραγωγή και την αγροτική ανάπτυξη» Μάιος 2005 (Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.)

Μάκη Γ. « Δυνατότητα αξιοποίησης των παραπροϊόντων ζάχαρης για την παραγωγή αιθανόλης». Μεταπτυχιακή ερευνητική εργασία .Γ.Π.Α.

Μανωλοπούλου Ε. Λαμπρινού .Συντήρηση με ψύξη φρούτων και λαχανικών ,Ινστιτούτο Εξαγωγικών Σπουδών.

«Μελέτη υποστήριξης του LEBEN Θράκης », Φάση Δ', τόμος Δ', Έκθεση εργασιών του προγράμματος , Σεπτέμβριος 1992 Κ.Α.Π.Ε.

Μπλούχος Π. Γεωπόνος. Εφημερίδα AGRENDA . Τίτλος «Η ελαιοκράμβη πρωταθλήτης εισοδήματος μεταξύ των ενεργειακών φυτών».

Νικολάου Α. Ι. Παπαμιχαήλ, Β. Λυχαράς και Κ. Πανούτσου, «Δυναμικό γεωργικών υπολειμμάτων για παραγωγή βιομάζας στην Ελλάδα». Εκδόσεις Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, Τμήμα Βιομάζας, 12th European Conference and Technology Exhibition on Biomass for energy, industry and Climate Protection AMSTERDAM 17-21 June 2002

Παλαιολόγος Γ. Ανάπτυξη λογισμικού για επεξεργασία και εκμετάλλευση στοιχείων βιομάζας σε συνδυασμό με εφαρμογές GIS. Διπλωματική Εργασία Διαπιστημιακό πρόγραμμα μεταπτυχιακών σπουδών τεχνο-οικονομικά συστήματα.

Παντελιού Σ., Β.Μπελεσιώτης ,Γ. Κούκιος , Κ. Μπάρλας «Καταγραφή της βιομάζας στην Ελλάδα». Επιστημονική επετηρίδα εφαρμοσμένης έρευνας 1992, Ιούνιος Τεύχος 1 Τόμος 1 Συνέδριο Ήπιων μορφών ενέργειας Ξάνθη.

Πάσαμ Χ.Κ., «Μετασυλλεκτική φυσιολογία και τεχνολογία των κηπευτικών καλλιεργειών, Αθήνα 1994

Πάσαμ Χ.Κ., «Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί των λαχανικών» .1994 ,Αθήνα

ΠΑΣΕΓΕΣ 16/2/2007 [www.paseges.gr](http://www.paseges.gr).

Ποντίκης . Π. Γενική δενδροκομία. Αθήνα

Πολύζου Ε. . Εφημερίδα AGRENDA .Τίτλος: « Ετοιμα προς εκμετάλλευση 400 εκατ. στην Ε.Ε. των 27».

Πουλερές Γ .Εφημερίδα ΤΑ ΝΕΑ 10/6/2006, Στήλη: ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΙΣ / ΕΝΕΡΓΕΙΑ,  
Τίτλος: ΟΙ ΠΡΩΤΟΠΟΡΟΙ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ,

Πρακτικά Συζήτησης Στρογγυλής Τράπεζας & Ημερίδας Ανθρώπινο Δίκτυο  
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε.1997

Πρακτικά Συζήτησης Στρογγυλής Τράπεζας & Ημερίδας Ανθρώπινο Δίκτυο  
Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε.1998

Πρακτικά διημερίδας Δυνατότητες συμβολής της βιομάζας στη γεωργική και  
βιομηχανική ανάπτυξη της χώρας Ανθρώπινο Δίκτυο Ανανεώσιμες Πηγές  
Ενέργειας Θεσσαλονίκη 1996

Ρόδης Π. Σημειώσεις εργαστηρίου συντήρησης νωπών φυτικών προϊόντων. Αθήνα

Στυλιανίδης Γ. Α. Σιμώνης, «Θρέψη λίπανση φυλλοβόλων οπωροφόρων δένδρων».

Τσαντίλα Ε. .Σημειώσεις για την συγκομιδή και την συντήρηση των καρπών από το  
εργαστήριο γενικής δενδροκομίας της, ΑΘΗΝΑ 1989

Τζουτζούκου Καμιναρίδη Χ. Ενζυμικές μεταβολές των βερίκοκων σε σχέση με την  
ωριμότητα ποιότητα και αποθηκευτική ζωή των φρέσκων φρούτων, διδακτορική  
διατριβή της επιστημονικής συνεργάτιδας Α.Γ.Σ.Α ΑΘΗΝΑ 1988

Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, Δ/ση Αγροτικής Πολιτικής &  
Τεκμηρίωσης,

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

**Πίνακας 61.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων πορτοκαλιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	305372 στρ
Κλαδοδέματα λεμονιάς	226208 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	122152 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 203587 τον
Ποσότητα νερού	81435 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων πορτοκαλιάς	17585MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	14320*10 <sup>5</sup> MJ
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	1954*10 <sup>5</sup> MJ

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

μέση θερμαντική αξία βιοαερίου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο:

A:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων πορτοκαλιάς

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων πορτοκαλιάς σε βιοαέριο 3518\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων πορτοκαλιάς σε βιοάνθρακα 4251\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων πορτοκαλιάς σε βιοέλαιο 3078\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο 10847\*10<sup>5</sup>MJ

B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $352 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $155 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $1954 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $2461 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $8386 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 62.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων μανταρινιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	30343 στρ
Κλαδοδέματα λεμονιάς	30343 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	16385 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 27309 τον
Ποσότητα νερού	29403 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων μανταρινιάς	17585MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$2881 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$262 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

μέση θερμαντική αξία βιοαερίου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων μανταρινιάς

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων μανταρινιάς σε βιοαέριο  $708 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων μανταρινιάς σε βιοάνθρακα  $855 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων μανταρινιάς σε βιοέλαιο  $619 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $2182 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $71 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $22 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $262 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $355 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $1827 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### Πίνακας 63. Πυρόλυση κλαδοδεμάτων αγλαδιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	61266 στρ
Κλαδοδέματα λεμονιάς	103653 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	55973 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 93288 τον
Ποσότητα νερού	373315 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων αγλαδιάς	18000MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$10075 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$895 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο, 20% βιοάνθρακας, 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων αγλαδιάς

#### Α: ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ



Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων αχλαδιά σε βιοαέριο  $2418 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων αχλαδιά σε βιοάνθρακα  $2921 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων αχλαδιά σε βιοέλαιο  $2115 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο ενέργειας  $7454 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $11151 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $75 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $895 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $1212 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Συνολική ωφέλιμη ενέργεια  $6242 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### **Πίνακας 64.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων μηλιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	186004 στρ
Κλαδοδέματα μηλιάς	88790τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	47947τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	10% η 79911τον
Ποσότητα νερού	31964τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων μηλιάς	17800MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$8534 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$767 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων μηλιάς

#### A:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων μηλιάς σε βιοαέριο  $2071 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων μηλιάς σε βιοάνθρακα  $2503 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων μηλιάς σε βιοέλαιο  $1812 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $6386 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $207 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $63 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $767 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $1037 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $5349 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### Πίνακας 65. Πυρόλυση κλαδοδεμάτων κερασιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	39467στρ
Κλαδοδέματα μηλιάς	20175τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	10895τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 18158τον
Ποσότητα νερού	7263τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων μηλιάς	19000MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$2070 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$174 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων κερασιάς

Α: ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων κερασιάς σε βιοαέριο  $471 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων κερασιάς σε βιοάνθρακα  $569 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων κερασιάς σε βιοέλαιο  $412 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $1452 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για τις ανάγκες της πυρόλυσης  $47 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $14 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $174 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $235 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $1217 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 66.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων ροδακινιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	296650 στρ
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	166470 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	89894 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 149823 τον
Ποσότητα νερού	59929 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων μηλιάς	19436MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	17472*10 <sup>5</sup> MJ
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	1438*10 <sup>5</sup> MJ

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο:

**A:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων ροδακινιάς σε βιοαέριο 3883\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων ροδακινιάς σε βιοάνθρακα 4692\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων ροδακινιάς σε βιοέλαιο 3398\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο11973\*10<sup>5</sup>MJ

**B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης 388\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km119\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $1438 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Σύνολο  $1945 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $10028 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

**Πίνακας 67.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων βερικοκιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	57652 στρ
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	35898 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	32 308 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 19385 τον
Ποσότητα νερού	12928 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων βερικοκιάς	19277MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$3737 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$310 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο, 20% βιοάνθρακας, 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων ροδακινιά

**Α: ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων βερικοκιάς σε βιοαέριο  $837 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων βερικοκιάς σε βιοάνθρακα  $1012 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων βερικοκιάς σε βιοέλαιο  $733 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Σύνολο ενέργειας  $2582 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

## Β:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $84 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $26 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $310 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $420 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Συνολική ωφέλιμη ενέργεια  $2162 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 68.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων αμυγδαλιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	316856 στρ
Κλαδοδέματα αμυγδαλιάς	196914 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	106334 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 177223 τον
Ποσότητα νερού	70889 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων αμυγδαλιάς	18423MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$19590 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$1701 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των κλαδοδεμάτων αμυγδαλιάς

## Α:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων αμυγδαλιάς σε βιοαέριο  $4594 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων αμυγδαλιάς σε βιοάνθρακα  $5550 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων αμυγδαλιάς σε βιοέλαιο  $4019 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο ενέργειας  $14163 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Β:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $460 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $105 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $1701 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $2266 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Συνολική ωφέλιμη ενέργεια  $11897 \cdot 10^5 \text{MJ}$

### Πίνακας 69.Πυρόλυση κλαδοδεμάτων ελιάς

Καλλιεργούμενη έκταση	6310743 στρ
Κλαδοδέματα ελιάς	1782496 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	1042760 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 1604246 τον
Ποσότητα νερού	56148τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων ελιάς	18125MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$189000 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$13476 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοέλαιο 21 MJ/k

Ενεργειακό Ισοζύγιο:

**Α:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων ελιάς σε βιοαέριο  $45047 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων ελιάς σε βιοάνθρακα  $54432 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων ελιάς σε βιοέλαιο  $39416 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο ενέργειας  $138895 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $4505 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $451 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $13476 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $18432 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Συνολική ωφέλιμη ενέργεια  $120463 \cdot 10^5 \text{MJ}$

### **Πίνακας 70.** Πυρόλυση κλαδοδεμάτων σταφιδαμπέλου

Καλλιεργούμενη έκταση	1912227στρ
Κλαδοδέματα σταφιδάμπελου	950870τον
Υγρασία υποπροϊόντα	15%
Ποσότητα ξηρής ύλης	727416 τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 855783 τον
Ποσότητα νερού	128367 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων ελιάς	18938 MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$137758 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$3081 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21 MJ/k



#### Α:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων κληματίδων σε βιοαέριο  $31424 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση κλαδοδεμάτων κληματίδων σε βιοάνθρακα  $37971 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### Πίνακας 71. Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, φούντες καπνού

Καλλιεργούμενη έκταση	892405 στρ
Στελεχών, φύλλων, φούντες	127838 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	70%
Ποσότητα ξηρής ύλης	34516 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, φούντες για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 115054 τον
Ποσότητα νερού	80538 τον
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων, φούντες	16078MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$5549 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$1933 \cdot 10^5 \text{ MJ/kg}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο, 20% βιοάνθρακας, 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων, φούντες καπνού

#### Α:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση στελεχών και άχυρου φύλλων καπνού σε βιοαέριο  $1491 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση στελεχών και άχυρο. Φύλλων καπνού σε βιοάνθρακα  $1801 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση στελεχών και άχυρου φύλλων καπνού σε βιοέλαιο  $1304 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Σύνολο  $4596 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

## Β:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $149 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπολειμμάτων σε απόσταση 1km  $81 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $1933 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $2163 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $2433 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Πυρόλυση υποπροϊόντων ελαιοδοτικών φυτών

### Πίνακας 72. Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, ηλίανθου

Καλλιεργούμενη έκταση	32619 στρ
Στελεχών, φύλλων, φούντες	9879 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	40%
Ποσότητα ξηρής ύλης	5927 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 9879 τον
Ποσότητα νερού	3952 τον
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων, φούντες	14236 MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$844 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$95 \cdot 10^5 \text{ MJ/kg}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων, ηλίανθου.

## Α:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $256 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $309 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση ηλίανθου σε βιοέλαιο  $224 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $789 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $26 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπολειμμάτων σε απόσταση 1km  $6 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $95 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $662 \cdot 10^5 \text{MJ}$

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

### Πίνακας 73. Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, αγκινάρα

Καλλιεργούμενη έκταση	37006 στρ
Στελεχών, φύλλων	81021 τον
Υγρασία υποπροϊόντων	75%
Ποσότητα ξηρής ύλης	20255 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 81021 τον
Ποσότητα νερού	60766 τον
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων, φούντες	18314 MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$3709 \cdot 10^5$ MJ
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$1458 \cdot 10^5$ MJ

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων αγκινάρα

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $874 \cdot 10^5$  MJ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $1057 \cdot 10^5$  MJ

Ενεργειακή απόδοση αγκινάρας σε βιοέλαιο  $765 \cdot 10^5$  MJ

Σύνολο  $2696 \cdot 10^5$  MJ

**Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $87 \cdot 10^5$  MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπολ. σε απόσταση 1km  $25 \cdot 10^5$  MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $1458 \cdot 10^5$  MJ

Σύνολο  $1570 \cdot 10^5$  MJ

Ωφέλιμη ενέργεια  $1126 \cdot 10^5 \text{MJ}$

#### Πίνακας 74. Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, αραβόσιτος

Καλλιεργούμενη έκταση	162440 στρ
Στελεχών, φύλλων	φύλλα $1237848 \text{ τον}$
Υγρασία υποπροϊόντα	30%
Ποσότητα ξηρής ύλης	$779844 \text{ τον}$
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	90% η $1114 \text{ τον}$
Ποσότητα νερού	$334219 \text{ τον}$
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων, φούντες	$18431 \text{MJ/kg}$
Ενέργεια ξηρής ύλης	$143733 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$8021 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου  $8 \text{MJ/kg}$

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα  $29 \text{MJ/kg}$

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου  $21 \text{MJ/kg}$

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων αραβόσιτου

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $33689 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $40708 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοέλαιο  $29478 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $103875 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**B: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $33689 \cdot 10^5 \text{MJ}$

απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα σε απόσταση  $1 \text{km}$   $844 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $8021 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $12234 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $91641 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 75.** Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, βαμβάκι

Καλλιεργούμενη έκταση	1424229 στρ
Στελεχών, φύλλων	714084 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	15%
Ποσότητα ξηρής ύλης	546275 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 642676 τον
Ποσότητα νερού	96401 τον.
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	18170 MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$99258 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$2314 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων βαμβάκι

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $\cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $309 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση βαμβακιού σε βιοέλαιο  $224 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $789 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $26 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα σε απόσταση 1km  $6 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $95 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $662 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

**Πίνακας 76.** Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, ζαχαρότευτλα

Καλλιεργούμενη έκταση	289090 στρ
Στελεχών, φύλλων	665749 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	80%
Ποσότητα ξηρής ύλης	119835 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 599174 τον
Ποσότητα νερού	479339 τον.
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	14558 MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$17446 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$11504 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων ζαχαρότευτλου

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $5177 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $6255 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Ενεργειακή απόδοση ζαχαρότευτλου σε βιοέλαιο  $4530 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Σύνολο  $15962 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

**Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $518 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα σε απόσταση 1km  $278 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $11504 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Σύνολο  $3662 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $3662 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 76.** Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, σκληρό σιτάρι

Καλλιεργούμενη έκταση	2419318στρ
Στελεχών, φύλλων	682795 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	15%
Ποσότητα ξηρής ύλης	174113 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	30% η 204838 τον
Ποσότητα νερού	30725τον.
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	17891MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	31151MJ/kg
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$737 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων σιτηρών

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $7522 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $9089 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση σιτάρι σε βιοέλαιο  $6581 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $23192 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**B: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $752 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα. σε απόσταση 1km  $165 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $737 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $1654 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $21538 \cdot 10^5 \text{MJ}$



### Πίνακας 77. Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, κριθάρι

Καλλιεργούμενη έκταση	3445074 στρ
Στελεχών, φύλλων	731147 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	15%
Ποσότητα ξηρής ύλης	186442 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	30% η 219344 τον
Ποσότητα νερού	32902 Τον.
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	17502 MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	32631MJ/kg
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	790*10 <sup>5</sup> MJ

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α:Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων κριθαριού

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο 8054\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα 9732\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοέλαιο 7047\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο 24833\*10<sup>5</sup>MJ

**B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης 805\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα σε απόσταση 1km 177\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού 790\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο 1772\*10<sup>5</sup>MJ

Ωφέλιμη ενέργεια 22811\*10<sup>5</sup>MJ

### Πίνακας 78. Πυρόλυση στελεχών βρώμης

Καλλιεργούμενη έκταση	519005 στρ
Στελεχών, φύλλων	65128 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	15%
Ποσότητα ξηρής ύλης	16607 τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	90% η 19538 τον
Ποσότητα νερού	. 2931τον.
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	17,1MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	2840MJ/kg
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	70*10 <sup>5</sup> MJ

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων βρώμη

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο 717\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα 867\*10<sup>5</sup>MJ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοέλαιο 628\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο 2212\*10<sup>5</sup>MJ

#### Β: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για τις ανάγκες της πυρόλυσης 72\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα. σε απόσταση 1km 14\*10<sup>5</sup>MJ

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού 70\*10<sup>5</sup>MJ

Σύνολο 156\*10<sup>5</sup>MJ

Ωφέλιμη ενέργεια  $2056 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 79.** Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, ρύζι

Καλλιεργούμενη έκταση	177008στρ
Στελεχών, φύλλων	80103 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	25%
Ποσότητα ξηρής ύλης	18023τον
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	30% η 24031τον
Ποσότητα νερού	$144 \cdot 10^5 \text{MJ}$
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	17891MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	16752MJ/kg
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$144 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΠΥΡΟΛΥΣΗ ΡΥΖΙΟΥ

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $778 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $941 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοέλαιο  $681 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $2400 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Β:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $78 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα σε απόσταση 1km  $20 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $2158 \cdot 10^5 \text{MJ}$  Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $144 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $242 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $2158 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**Πίνακας 80.** Πυρόλυση στελεχών, φύλλων, μαλακό σιτάρι

Καλλιεργούμενη έκταση	7699771 στρ
Στελεχών, φύλλων	2289699 τον
Υγρασία υποπροϊόντα	15%
Ποσότητα ξηρής ύλης	
Διαθέσιμη ποσότητα στελεχών, φύλλων, για ενεργειακούς σκοπούς	30% η 686910 τον
Ποσότητα νερού	. 103037 τον.
Θερμαντική αξία στελεχών, φύλλων	17891MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	17891MJ/kg
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$2473 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο 20% βιοάνθρακας 20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοελαίου 21MJ/kg

Ενεργειακό Ισοζύγιο: Α: Παραγόμενη ενέργεια από την πυρόλυση των στελεχών, φύλλων σιτηρών

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοαέριο  $25223 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση φύλλων και στελεχών σε βιοάνθρακα  $30478 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση σιτάρι σε βιοέλαιο  $22070 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $77771 \cdot 10^5 \text{MJ}$

**B: ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ**

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $2522 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των υπόλειμμα.  
σε απόσταση 1km  $553 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $2473 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $5548 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ωφέλιμη ενέργεια  $72223 \cdot 10^5 \text{MJ}$

### Πίνακας 81. Πυρόλυση κλαδοδεμάτων ελαιοπυρηνόξυλου

Αριθμός δένδρων	56523490
Κλαδοδέματα ελιάς	402754τον
Υγρασία υποπροϊόντα	60%
Ποσότητα ξηρής ύλης	80551τον
Διαθέσιμη ποσότητα κλαδοδεμάτων για ενεργειακούς σκοπούς	50% η 201377 τον
Ποσότητα νερού	120826 τον
Θερμαντική αξία κλαδοδεμάτων ελιάς	15664MJ/kg
Ενέργεια ξηρής ύλης	$12618 \cdot 10^5 \text{ MJ}$
Ενέργεια απαιτούμενης για την εξάτμιση του νερού	$2900 \cdot 10^5 \text{ MJ}$

Προϊόντα πυρόλυσης 60% βιοαέριο,20% βιοάνθρακας,20% βιοέλαιο

Μέση θερμαντική αξία βιοαέριου 8MJ/kg

Μέση θερμαντική αξία βιοάνθρακα 29MJ/k

Μέση θερμαντική αξία βιοέλαιο 21 MJ/k

Ενεργειακό Ισοζύγιο:

A:ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Ενεργειακή απόδοση πυρήνα σε βιοαέριο  $3480 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση πυρήνα σε βιοάνθρακα  $4205 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Ενεργειακή απόδοση πυρήνα σε βιοέλαιο  $3045 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο ενέργειας  $10730 \cdot 10^5 \text{MJ}$

B:ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Απαιτούμενη ενέργεια για της ανάγκες της πυρόλυσης  $3480 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για συλλογή, φόρτωση και εκφόρτωση μεταφορά των κλαδοδεμάτων σε απόσταση 1km  $4205 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Απαιτούμενη ενέργεια για την εξάτμιση του νερού  $3045 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Σύνολο  $3373 \cdot 10^5 \text{MJ}$

Συνολική ωφέλιμη ενέργεια  $7357 \cdot 10^5 \text{MJ}$

(Μελέτη υποστήριξης του LEBEN Θράκης )

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

## Φτιάξε μόνοι σου... βιοντίζελ

Το «απτικό» καύσιμο είναι η νέα μόδα στην Ευρώπη, καθώς χρησιμοποιούνται εύκολα και προσφέρουν την εναλλακτική λύση στο αλιόνα και πιο ακριβό πετρίαιο. Η δυσκολία βρίσκεται στο να πετύχει κανείς τις απαιτούμενες προδιαγραφές (γι' αυτό οι ειδικοί συμβουλεύουν να μην το επιχειρήσετε μόνοι σας). Αν το ταυμάσατε, να ξέρετε πως **πράσιμη βιοντίζελ έως και 5% στο κλασικό ντίζελ τη δέχονται όλοι οι κινητήρες**

### Οδηγίες

1. Φιλτράρετε το λάδι των φυτικών αποβλήτων, ώστε να απομακρυνθούν υπολείμματα τροφών και άρνηστες ουσίες
2. Φερμαίνετε το λάδι ώστε να φύγει η υγρασία
3. Προετοιμάστε τους απαραίτητους αναλογισμούς ώστε να δώτε τη ποσότητα κατάλληλη (αλιόβιο) κρυστάλλοι
4. Ετοιμάζετε μεθοξείδιο του νατρίου, αναμιγνύοντας 50% μεθανόλη με την αλιόβιο
5. Φερμαίνετε το λάδι, προσθέτете το μεθοξείδιο του νατρίου από ένα μπόρ αναλαμβάνει το ανακάτεμα
6. Αφήνετε το μίγμα να «κάνει» και αφαιρέτε τη γλυκερίνη
7. Αν ακόμα υπάρχουν ίχνη γλυκερίνης, το καύσιμο πρέπει να ξεπλυθεί με νερό και να αφυδατωθεί ξανά



Δοχείο / ουσκευή παρασκευής



### ΠΡΟΣΟΧΗ

Η μείξη των χημικών πρέπει να γίνεται με όλες τις προφυλάξεις. Απαιτούνται ειδικά μέσα και ειδικά γάντια καθώς τα υλικά είναι επικατάλληλα και καυστικά, ενώ η όλη διαδικασία θα πρέπει να γίνεται μόνο σε πολύ καλά αεριζόμενο χώρο.

### Μοτέρ

(ποσοθεύεται ψιλά, ώστε ο μόνος που να είναι πιστωμένος)

### Πλαίσιο υποστήριξης



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ



**Πίνακας 38.**  
**Υγρασία, μέση σύνθεση και σχέση C/N των κυριότερων γεωργικών παραπροϊόντων**

Παραπροϊόντα γεωργικών καλλιεργειών	Υγρασία %	Σύνθεση ξηρής ουσίας					Σχέση C/N
		Πρωτίδια %	Λιπίδια %	Ίνες %	Τέφρα %	Λιγνίνη %	
Άχυρο σιταριού	10-20	2-4	2-3	40-45	7-10	40-45	110-130
Άχυρο ρυζιού	20-30	4-5	1-2	35-40	10-15	40-45	61-65
Άχυρο κριθαριού	10-20	3-4	1-2	40-45	5-10	40-50	60-65
Άχυρο βρώμης	10-20	4-5	1-2	40-50	5-10	40-45	60-65
Στελέχη αραβοσίτου	55-65	4-5	1/2-1	35-40	5-7	40-50	60-74
Κότσαλα αραβοσίτου	45-55	3-4	1/2-1	40-50	2-3	40-45	70-80
Στελέχη ηλιάνθου	35-45	2-3	1-2	50-60	20-25	10-25	85-90
Στελέχη καπνού	80-90	6-7	1/2-1	70-75	2-3	15-25	40-45
Στελέχη βαμβακιού	10-20	-	-	-	-	-	-
Στελέχη τεύτλου	70-80	10-15	2-3	15-20	20-25	40-45	14-15
Στελέχη αγκινάρας	80-90	12-15	3-4	10-15	18-20	45-50	15-20
Κλαδοδέματα ελιάς	30-40	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα αχλαδιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα μηλιάς	35-45	-	-	-	-	-	45-60
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα λεμονιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα πορτοκαλιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα αμυγδαλιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα κερασιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα μανταρινιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κληματίδες	40-50	4-5	1-2	40-45	7-8	45-50	67-68

**Πίνακας 39.** Περιεκτικότητα των υπολειμμάτων σε C,δείκτης κύριου προϊόντος /υποπροϊόν, βαθμός διαθεσιμότητας

	Περιεκτικότης σε C άνθρακα της ξ.ο.	Δείκτης Πηλίκου Προϊόν Υποπροϊόν	Υγρασία %	Βαθμός διαθεσιμότητας	(MJ/kg Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη)	Παραγωγή χιλ. τόνοι επί ξηρού	Έκταση καλλιεργούμενη εκ. ha
Άχυρο μαλακού σιταριού	45,23	1	15	15	17.9	596,103	245,180
Άχυρο σκληρού σιταριού	45,23	1	15	15	17.9	1.228,19	612,050
Άχυρο ρυζιού	42,78	1	25	60	16.7	157,2	27,98
Άχυρο κριθαριού	43,54	1.24	15	15	17.5	238,27	144,880
Άχυρο βρώμης	-	1.27	15	15	17.4	55,38	43,852
Κότσαλα αραβοσίτου	46,07	3.75	50	60	18.4	538,43	213,182
Στελέχη αραβοσίτου	46,08	1.42	60	60	18.5	276,15	213,182
Στελέχη ηλίανθου		0.5	40	60	14.2	47,67	26,82
Φύλλα ζαχαρότευτλου	36,7	2.51	75	50	14.6	245,16	42,58
Στελέχη βαμβακιού	0,5		45	60	18.2	2261,02	412,727
Στελέχη καπνού	0,91		85	60	16.1	23,06	67,07
Κλαδοδέματα ελιάς	0,98	42.53	35	50	18.1	1468,85	749,520
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	2,51		40	80	19.4	151,72	45,99
Κλαδοδέματα αχλαδιάς	1,26		40	80	18	38,409	4,21
Κλαδοδέματα μηλιάς	1,2		40	80	17.8	173,85	14,87
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	2,84		40	80	19.3	9,83	5,05
Κλαδοδέματα λεμονιάς	2,22		40	80	17.6	49,01	11,92
Κλαδοδέματα πορτοκαλιάς	2,9		40	80	17.6	190,50	40,054
Κλαδοδέματα κερασιάς	1,2		40	80	19.1	24,26	8,614
Κλαδοδέματα μανταρινιάς	1,55		40	80	17.6	28,58	6,14
Κλαδοδέματα αμυγδαλιάς	0,28		40	80	18.4	104,9	23,661

## Πίνακας 18

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 3 περιοχές) για τη συγκομιδή, φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση άχυρου από καλλιέργεια σιταριού (υγρασία 15%, απόσταση 1000 m)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα	Μέσο βάρος μπάλας άχυρου Kg	Διαθέσιμη Ισχύς KW	Απόδοση Περιοχής tn/ha	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς KW	Κατανάλωση Ενέργειας			
						Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	Ολική KWh/tn	KWh/tn Ξηρής ύλης
Συλλογή, συμπίεση και φόρτωση	θεριζοαλωνιστικές μηχ. Μηχ. σύνθλιψης		40	2,0-2,4	20-22	9,2-10,0	7,1-8,5		
Μεταφορά	ελκυστήρες και ρυμούλκες	15-18	38	15-20	12-15	0,75-0,8	0,38-0,50	17,7-20,1	20,8-23,6
Εκφόρτωση και αποθήκευση	ταινιομεταφορείς		1,5	8,6-10,0	1,2	0,10-0,11	0,14-0,16		
Συλλογή και συμπίεση	θεριζοαλωνιστικές μηχ. Μηχ. σύνθλιψης		37	2,4-3,0	15-18	6,00-6,25	5,3-6,6		
		15-18						17,0-19,0	20,0-22,3
Φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση	ελκυστήρες και μεταφ. οχήματα		37	4,4-5,8	15-18	3,1-3,4	2,0-3,3		
Συγκομιδή και συμπίεση	Θεριζοαλωνιστικές μηχ. και Μηχ. σύνθλιψης		57	3-5	35-40	8,0-11,7	5,0-8,4		
		500-600						20,3-27,7	23,9-32,6
Φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση	Μεταφορικά οχήματα και εκφορτωτικές		45	4-6	20-25	4,2-5,0	2,35-3,50		

## Πίνακας 10

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 2 περιοχές) για τη συγκομιδή, συμπίεση, φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση άχρου από ρύζι (υγρασία 25%, απόσταση 1 km)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα	Διαθέσιμη Ισχύς KW	Απόδοση Περιοχής tn/ha	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς KW	Κατανάλωση		Ενέργειας Ολική	
					Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	KWh/tn	KWh/tn Ξηρής ύλης
Συγκομιδή, Συμπίεση και φόρτωση	Συλλεκτικές μηχ. Μηχ. σύνθλιψης και δεματοποίησης	50	2,0-2,5	27-30	12-13,5	7,2-9,0		
Μεταφορά	Ελκυστήρες και φορτηγά	45	15-20	20-25	12-13	0,42-0,56	21,0-24,6	24,7-28,9
Εκφόρτωση και αποθήκευση	ταινίες μεταφοράς	1,5	8,6-10,0	1,2	0,12-0,15	0,10-0,11		
Συγκομιδή και συμπίεση	Θεριζοαλωνιστικές μηχανές Μηχανές σύνθλιψης και δεματοποίησης	60	3,4	40-45	11,2-13,3	6,5-8,6	26,6-31,8	31,3-37,4
Φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση	ταινίες μεταφοράς	50	3,5-4,5	25-30	6,7-7,1	2,2-2,8		

## Πίνακας 11

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 4 περιοχές) για τη συγκομιδή, φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση των στελεχών και κοτσάλων από την καλλιέργεια αραβοσίτου (υγρασία 30%, απόσταση 1 km)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις διαδικασίες συγκομιδής, φόρτωσης, μεταφοράς των υπολειμμάτων	Διαθέσιμη Ισχύς	Απόδοση Περιοχής	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς	Κατανάλωση		Ενέργειας	
		KW	tn/ha	KW	Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	KWh/tn	Ολική KWh/tn Ξηρής ύλης
Κοπή και συλλογή των υπολειμμάτων	Χορτοκοπτικές μηχανές	154	10-12	105-115	9,6-10,5	2,6-3,1	17,7-19,6	25,3-28,0
Μεταφορά και εκφόρτωση	Μηχανήματα σύνθλιψης του χόρτου και δεματοποίησης αυτού τρακτέρ και ανυψωτήρες φορτηγά	102	10-12	40-50	4,0-4,2	1,5-1,8		
Κοπή των υπολειμμάτων	Χορτοκοπτικές μηχανές	52	7-8	35-40	5,0	1,6-1,8	23,2-24,8	33,1-35,4
Συλλογή και συμπίεση	Μηχανήματα σύνθλιψης και δεματοποίησης των υπολειμμάτων	95	8-9	55-56	6,8-7,2	5,5-6,2		
Φόρτωση μεταφορά και εκφόρτωση	ελκυστήρες και φορτηγά αυτοκίνητα	37	7-10	18-22	2,6-2,2	1,7-2,4		
Κοπή των υπολειμμάτων	Χορτοκοπτικές μηχανές	57	7-8	35-40	5,0	1,6-1,8	23,0-26,0	32,9-37,1
Συλλογή και συμπίεση	Μηχαν. Σύνθλιψης και δεματοποίησης	27	5-6	35-40	6,0-6,7	4,2-5,0		
Φόρτωση μεταφορά και εκφόρτωση	τρακτέρ & ρυμούλκες	45	4-6	20-25	4,1-5,0	3,1-3,5	16,1-17,2	23,0-24,6
Κοπή των υπολειμμάτων	Χορτοκοπτικές μηχανές	57	7,8	35-40	5,0	1,6-1,8		
Συλλογή, μεταφορά και εκφόρτωση	Μηχαν. σύνθλιψης δεματοποίησης τρακτέρ και ταινιομεταφορείς	57	4,0-4,5	27-92	6,2-6,6	3,3-3,8		

### Πίνακας 17

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 3 περιοχές) για τη συγκομιδή μεταφορά, φόρτωση και εκφόρτωση υπολειμμάτων από την τευτλοκαλλιέργεια (υγρασία 80%, απόσταση 1 km)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις διαδικασίες συγκομιδής, φόρτωσης, και μεταφοράς των υπολειμμάτων	Διαθέσιμη Ισχύς KW	Απόδοση Περιοχής tn/ha	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς KW	Κατανάλωση		Ενέργειας	
					Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	ΚWh/tn	Ολική KWh/tn Ξηρής ύλης
Συγκομιδή μεταφορά και εκφόρτωση των υπολειμμάτων	Μηχανές συγκομιδής τεύτλων και ελκυστήρες	51	4,5-5,5	25-30	5,4-5,6	2,7-3,3	8,1-8,9	40,5-44,5
Συγκομιδή φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση των υπολειμμάτων	Μηχανές συγκομιδής τεύτλων και ελκυστήρες	57	6,5-7,0	35-40	5,3-5,7	2,9-3,2	16,9-18,8	84,5-94,0
		102	6,5-7,0	40-50	6,1-6,7	2,6-2,8		
Συγκομιδή φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση των υπολ.	Μηχανές συγκομιδής τεύτλων και ελκυστήρες	40	5,7	20-25	3,6-4,0	3,4-4,8	7,0-8,8	35,0-44,0

## Πίνακας12

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 2 περιοχές) για τη συλλογή και μεταφορά των στελεχών, άχ. Φύλλων και φουντών από την καπνοκαλλιέργεια (υγρασία 70%, απόσταση 1 km)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις διαδικασίες συγκομιδής, φόρτωσης, και μεταφοράς των υπολειμμάτων	Διαθέσιμη Ισχύς KW	Απόδοση Περιοχής tn/ha	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς KW	Κατανάλωση		Ενέργειας	
					Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	Ολική KWh/tn	Ξηρής ύλης
Συγκομιδή	Χορτοκοπτικές μηχανές	154	10-12	90-100	8,3-9,0	2,6-3,1		
Μεταφορά και εκφόρτωση	Τρακτέρ και ρυμούλκες	102	10-12	40-50	4,0-4,2	1,5-1,8	16,4-18,1	54,7-60,3
Συγκομιδή	Χορτοκοπτικές μηχανές	57	5-6	35-40	6,7-7,0	3,4-4,1	20,7-22,6	69,0-75,3
Μεταφορά	Τρακτέρ και φορητά οχήματα	90	5-6	40-50	8,0-8,3	2,7-3,2		

## Πίνακας 14

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 2 περιοχές) για τη συγκομιδή, φόρτωση, μεταφορά και εκφόρτωση υπολειμμάτων από την καλλιέργεια του ηλιάνθου (υγρασία 40%, απόσταση 1 km)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα	Διαθέσιμη	Απόδοση	Μέση	Κατανάλωση		Ενέργειας	
		Ισχύς	Περιοχής	Καταναλισκόμενη	Άμεση	Έμμεση	Ολική	Ξηρής ύλης
		KW	tn/ha	KW	KWh/tn	KWh/tn	KWh/tn	KWh/tn
Συγκομιδή	Θεριζοαλωνιστικές μηχανές και οχήματα	88	3,5-4,0	12-16	3,4-4,0	4,5-5,1	13,1-14,9	21,8-24,8
Μεταφορά	Ελκυστήρες και ρυμούλκες	37	3,5-4,0	12-15	3,4-3,7	1,8-2,1		
Συγκομιδή και εκφόρτωση	Θεριζοαλωνιστικές μηχανές και οχήματα	88	3,5-4,0	10-12	2,8-3,0	4,5-5,1	16,8-18,5	28,0-30,8
Φόρτωση και μεταφορά	Μηχανές σύνθλιψης ρυμούλκες και ταινομεταφορείς	51	4,0-4,5	25-30	6,2-6,6	3,3-3,8		



**Πίνακας 40. Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 2 περιοχές) για τη συγκομιδή φόρτωση μεταφορά, και εκφόρτωση κλαδευμάτων λεμονιάς (υγρασία 40%, απόσταση 1 km)**

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις διαδικασίες συγκομιδής, φόρτωσης, και μεταφοράς των υπολειμμάτων	Διαθέσιμη Ισχύς KW	Απόδοση Περιοχής tn/ha	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς KW	Κατανάλωση		Ενέργειας	
					Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	Ολική KWh/tn	Ξηρής ύλης KWh/tn
Συγκομιδή	Συλλεκτικές μηχανές	88	2,7-3,2	10-15	3,7-4,5	5,5-6	15,9-18,7	26,5-37
Μεταφορά	Τρακτέρ και ρυμούλκες	37	2,7-3,2	12-15	4,4-4,7	2,3-2,7	15,9-18,7	26,5-37
Συγκομιδή και εκφόρτωση	Συλλεκτικές μηχανές & εκφόρτωσης	88	2,7-3,2	8-10	2,9-3,1	5,5-6,6	19,9-22,5	39-44
Μεταφορά	Τρακτέρ και φορτωτικές μηχανές	51	3,5-4	23-28	6,6-7	4,9-5,8	19,9-22,5	39-44

### Πίνακας 43

Χαρακτηριστικά παραγωγής και ενεργειακής κατανάλωσης (από 2 περιοχές) για τη συλλογή ,φόρτωση ,μεταφόρτωση και εκφόρτωση των κληματίδων (υγρασία 15%, απόσταση 1 km)

Είδος εργασίας	Γεωργικά μηχανήματα και οχήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις διαδικασίες συγκομιδής, φόρτωσης, και μεταφοράς των υπολειμμάτων	Διαθέσιμη Ισχύς KW	Απόδοση Περιοχής tn/ha	Μέση Καταναλισκόμενη Ισχύς KW	Κατανάλωση		Ενέργειας	
					Άμεση KWh/tn	Έμμεση KWh/tn	Ολική KWh/tn	Ολική Ξηρής ύλης
Συγκομιδή	Συλλεκτικές μηχανές	90	4-4,8	20-25	5-5,2	5-7,2	20,2-23,6	23,8-27,8
Μεταφορά	Τρακτέρ και ρυμούλκες	40	3,9-4,5	25-30	6,4-6,6	3,8-4,7	20,2-23,6	23,8-27,8
Συγκομιδή και εκφόρτωση	Συλλεκτικές μηχανές & φόρτωσης	90	4-4,8	10-12	5,1-5,3	5,1-7,4	20,6-26,4	24,2-27,8
Μεταφορά	Τρακτέρ και ρυμούλκες	45	4,8-5	6-7	6,6-6,8	3,8-4,9	20,6-26,4	24,2-27,8

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

<b>Παραπροϊόντα γεωργικών καλλιεργειών</b>		<b>Πίνακας 40 Στοιχεία παραγωγής καρπού και υπολείμματος</b>				
	<b>Καλλιεργούμενη έκταση</b>	<b>Στρεμματική απόδοση καρπού</b>	<b>Στρεμματική απόδοση άχυρο</b>	<b>Σχέση καρπός άχυρο</b>	<b>Ολική παραγωγή τον/έτος καρπού</b>	<b>Υπόλειμμα άχυρου</b>
	<b>στρέμματα</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>	<b>Kg</b>
Άχυρο σκληρού σιταριού	7699771	297	297	1/1	2289699	2289699
Άχυρο ρυζιού	177008	452	452	1/1	80103	80103
Άχυρο κριθαριού	3445074	264	212	1,24/1	911000	731147
Άχυρο βρώμης	519005	159	125	1,27/1	82712	65128
Στελέχη Αραβοσίτου	1725304	741	520	1,42/1	1278450	897158
Κότσαλα Αραβοσίτου	1725304	741	197	3,75/1	1278450	340690
Στελέχη ηλίανθου	32619	151	302	½	4925	9879
Στελέχη καπνού	892405	130	143	1/1,1	116216	127838
Στελέχη βαμβακιού	1423239	251	502	½	357042	714084

Στελέχη τεύτλου	289090	5757	22303	2,5/1	1664455	665749
Στελέχη αγκινάρας	37006	878	2190	½,49	32507	81021
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	296650	1410	561	2,51/1	418262	-
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	57652	1768	623	2,84/1	101901	35898
Κλαδοδέματα λεμονιάς	131206	1383	622	2,22/1	181494	81676
Κλαδοδέματα πορτοκαλιάς	305372	2140	741	2,9/1	653405	226208
Κλαδοδέματα μανταρινιάς	30343	1,468	945	1,55/1	47126	30343

Πίνακας Περιεκτικότητα των υπολειμμάτων σε C,δείκτης κύριου προϊόντος /υποπροϊόν, βαθμός διαθεσιμότητας

### Πίνακας 38

Περιεκτικότητα των υπολειμμάτων σε C, δείκτης κύριου προϊόντος /υποπροϊόν, βαθμός διαθεσιμότητας

	Περιεκτικότης σε C άνθρακα της ξ.ο.	Δείκτης Πηλίκου Προϊόν Υποπροϊόν	Υγρασία %	(MJ/kg Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη)	Παραγωγή χιλ. τόνοι επί ξηρού	Έκταση καλλιεργούμενη εκ. ha
Άχυρο μαλακού σιταριού	45,23	1	15	17.9	596,103	245,180
Άχυρο σκληρού σιταριού	45,23	1	15	17.9	1.228,19	612,050
Άχυρο ρυζιού	42,78	1	25	16.7	157,2	27,98
Άχυρο κριθαριού	43,54	1.24	15	17.5	238,27	144,880
Άχυρο βρώμης	-	1.27	15	17.4	55,38	43,852
Κότσαλα αραβοσίτου	46,07	3.75	50	18.4	538,43	213,182
Στελέχη αραβοσίτου	46,08	1.42	60	18.5	276,15	213,182
Στελέχη ηλίανθου		0.5	40	14.2	47,67	26,82
Φύλλα ζαχαρότευτλου	36,7	2.51	75	14.6	245,16	42,58
Στελέχη βαμβακιού	0,5		45	18.2	2261,02	412,727
Στελέχη καπνού	0,91		85	16.1	23,06	67,07
Κλαδοδέματα ελιάς	0,98	42.53	35	18.1	1468,85	749,520
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	2,51		40	19.4	151,72	45,99
Κλαδοδέματα αχλαδιάς	1,26		40	18	38,409	4,21
Κλαδοδέματα μηλιάς	1,2		40	17.8	173,85	14,87
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	2,84		40	19.3	9,83	5,05
Κλαδοδέματα λεμονιάς	2,22		40	17.6	49,01	11,92
Κλαδοδέματα	2,9		40	17.6	190,50	40,054

πορτοκαλιάς					
Κλαδοδέματα κερασιάς	1,2	40	19.1	24,26	8,614
Κλαδοδέματα μανταρινιάς	1,55	40	17.6	28,58	6,14
Κλαδοδέματα αμυγδαλιάς	0,28	40	18.4	104,9	23,661



**Πίνακας 38** Σύνθεση των παραπροϊόντων  
γεωργικών καλλιεργειών

Παραπροϊόντα γεωργικών καλλιεργειών	Υγρασία %	Σύνθεση ξηρής ουσίας					Σχέση C/N
		Πρωτίδια %	Λιπίδια %	Ίνες %	Τέφρα %	Λιγνίνη %	
Άχυρο σιταριού	10-20	2-4	2-3	40-45	7-10	40-45	110-130
Άχυρο ρυζιού	20-30	4-5	1-2	35-40	10-15	40-45	61-65
Άχυρο κριθαριού	10-20	3-4	1-2	40-45	5-10	40-50	60-65
Άχυρο βρώμης	10-20	4-5	1-2	40-50	5-10	40-45	60-65
Στελέχη αραβοσίτου	55-65	4-5	1/2-1	35-40	5-7	40-50	60-74
Κότσαλα αραβοσίτου	45-55	3-4	1/2-1	40-50	2-3	40-45	70-80
Στελέχη ηλιάνθου	35-45	2-3	1-2	50-60	20-25	10-25	85-90
Στελέχη καπνού	80-90	6-7	1/2-1	70-75	2-3	15-25	40-45
Στελέχη βαμβακιού	10-20	-	-	-	-	-	-
Στελέχη τεύτλου	70-80	10-15	2-3	15-20	20-25	40-45	14-15
Στελέχη αγκινάρας	80-90	12-15	3-4	10-15	18-20	45-50	15-20
Κλαδοδέματα ελιάς	30-40	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα αχλαδιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα μηλιάς	35-45	-	-	-	-	-	45-60
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα λεμονιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα πορτοκαλιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα αμυγδαλιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα κερασιάς	35-45	-	-	-	-	-	-
Κλαδοδέματα μανταρινιάς	35-45	-	-	-	-	-	-

Κληματίδες	40-50	4-5	1-2	40-45	7-8	45-50	67-68
------------	-------	-----	-----	-------	-----	-------	-------

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**Πίνακας 34.** Περιεκτικότητα των υπολειμμάτων σε C, υγρασία, διαθεσιμότητα

	Περιεκτικότης σε C άνθρακα της ξ.ο.	Δείκτης Πηλίκου Προϊόν Υποπροϊόν	Υγρασία %	Βαθμός διαθεσιμότητας	(MJ/kg Ανώτερη Θερμογόνος Δύναμη)	Παραγωγή χιλ. τόνοι επί ξηρού	Έκταση καλλιεργούμενη εκ. ha
Άχυρο μαλακού σιταριού	45,23	1	15	15	17.9	596,103	245,180
Άχυρο σκληρού σιταριού	45,23	1	15	15	17.9	1.228,19	612,050
Άχυρο ρυζιού	42,78	1	25	60	16.7	157,2	27,98
Άχυρο κριθαριού	43,54	1.24	15	15	17.5	238,27	144,880
Άχυρο βρώμης	-	1.27	15	15	17.4	55,38	43,852
Κότσαλα αραβοσίτου	46,07	3.75	50	60	18.4	538,43	213,182
Στελέχη αραβοσίτου	46,08	1.42	60	60	18.5	276,15	213,182
Στελέχη ηλίανθου		0.5	40	60	14.2	47,67	26,82
Φύλλα ζαχαρότευτλου	36,7	2.51	75	50	14.6	245,16	42,58
Στελέχη βαμβακιού	0,5		45	60	18.2	2261,02	412,727
Στελέχη καπνού	0,91		85	60	16.1	23,06	67,07
Κλαδοδέματα ελιάς	0,98	42.53	35	50	18.1	1468,85	749,520
Κλαδοδέματα ροδακινιάς	2,51		40	80	19.4	151,72	45,99
Κλαδοδέματα αχλαδιάς	1,26		40	80	18	38,409	4,21
Κλαδοδέματα μηλιάς	1,2		40	80	17.8	173,85	14,87
Κλαδοδέματα βερικοκιάς	2,84		40	80	19.3	9,83	5,05
Κλαδοδέματα λεμονιάς	2,22		40	80	17.6	49,01	11,92
Κλαδοδέματα πορτοκαλιάς	2,9		40	80	17.6	190,50	40,054
Κλαδοδέματα κερασιάς	1,2		40	80	19.1	24,26	8,614
Κλαδοδέματα μανταρινιάς	1,55		40	80	17.6	28,58	6,14
Κλαδοδέματα αμυγδαλιάς	0,28		40	80	18.4	104,9	23,661

Παραπροϊόντα γεωργικών καλλιεργειών	Ξηρά μάζα τον/acre * έτος	Πίνακας 53 Στοιχεία ισοζυγίου παραγωγής καρπού και υπολείμματος στις ΗΠΑ				
		Βιοκαύσιμο /yeld/ acre*έτος	Νερό /έτος	Ενέργεια btu./ acre*inch νερού	κελουλόζη acr/ έτος.	Ενέργεια κελουλόζης*acr* έτος
	στρέμματα	Kg	Kg	Kg	Kg	Kg
Αιθανόλη καλαμποκιού	5	16*106BTU (0,64TON)	25	0,65	44,2*106BTU (3,4TON)	1,77
Ζαχαροκάλαμου αιθανόλη	30	60*106BTU (2,4TON)	78	0,78	312*106BTU (24TON)	4
Euphorbia lathyris	8,5	17,3*106BTU (0,68TON)	25	0,78	79,6*106BTU (6,12TON)	3,2
Υδρογονάνθρακα Pittosporum undulatum	7,8	50*106BTU (1,5TON)	25	2	101*106BTU (7,8TON)	4
Υδρογονάνθρακα Jatropha curcas		92*106BTU (2,2TON)	25	3,6	36*106BTU (2,8TON)	1,45

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑ

**Πίνακας 36** Διάφορες φυσικές ιδιότητες των φυτικών ελαίων

<b>ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΦΥΤΙΚΟΥ ΕΛΑΙΟΥ</b>	<b>KV</b>	<b>CR</b>	<b>CN</b>	<b>HHV</b>	<b>AC</b>	<b>SC</b>	<b>IV</b>	<b>SV</b>
<b>Βαμβακόσπορος</b>	33.7	0.25	33.7	39.4	0.02	0.01	113.20	207.71
<b>Παπαρούνα</b>	42.4	0.25	36.7	39.6	0.02	0.01	116.83	196.82
<b>Ελαιοκράμβη</b>	37.3	0.31	37.5	39.7	0.006	0.01	108.05	197.07
<b>Κάρδαμο</b>	31.6	0.26	42.0	39.5	0.007	0.01	139.83	190.23
<b>Ηλιοτρόπιο</b>	34.4	0.28	36.7	39.6	0.01	0.01	132.32	191.70
<b>Σησάμι</b>	36.0	0.25	40.4	39.4	0.002	0.01	91.76	210.34
<b>Λιναρόσπορος</b>	28.0	0.24	27.6	39.3	0.01	0.01	156.74	188.71
<b>Κόκκος σιταριού</b>	32.6	0.23	35.2	39.3	0.02	0.02	120.96	205.68
<b>Κόκκος κολοκυθιού</b>	35.1	0.22	37.5	39.6	0.01	0.01	119.41	194.14
<b>Ρετσίνι</b>	29.7	0.21	42.3	37.4	0.01	0.01	88.72	202.71

<b>Σόγια</b>	33.1	0.24	38.1	39.6	0.006	0.01	69.82	220.78
<b>Φύλλα δάφνης</b>	23.2	0.20	33.6	39.3	0.03	0.02	105.15	220.62
<b>Φιστίκι</b>	40.0	0.22	34.6	39.5	0.02	0.01	119.55	199.80
<b>Φουντούκι</b>	24.0	0.21	52.9	39.8	0.01	0.02	98.62	197.63
<b>Καρύδι</b>	36.8	0.24	33.6	39.6	0.02	0.02	135.24	190.82
<b>Αμύγδαλο</b>	34.2	0.22	34.5	39.8	0.01	0.01	102.35	197.56
<b>Ελιά</b>	29.4	0.23	49.3	39.7	0.008	0.02	100.16	196.83



	Ο	ΜΕΘΟΔΟΣ	ΜΕΤΡΗΣΗΣ
Πυκνότητα (Density)	D	<b>ASTM D4052-91</b>	<b>g/ml</b>
Αριθμός Ιωδίου(IODINE VALUE)	IV	<b>AOCS CD1 251993</b>	cg I/g ελαίου
Αριθμός σαπωνοποίησης SAPONIFICATION VALUE	SV	<b>AOCS CD3 1993</b>	mg KOH/g ελαίου
Ανάτατη θερμογόνος δύναμη (high heating value)	HHV	<b>ASTMAS TD2015-85</b>	MJ/kg
Σημείο θόλωσης (CLOUD POINT)	CP	ASTM D2500-91	K
<b>Σημείο ροής ( Pour point)</b>	PP	ASTM D97-93	K
<b>Flash point</b>	FP	<b>ASTM D93-94</b>	K
Αριθμός οκτανίων(Cetane number)	CN	<b>ASTMD63</b>	K
Κινηματικό ιξώδες(Kinematic viscosity)	KV	<b>ASTM D445</b>	-
<b>Περιεκτικότητα θείο (Sulfur content)</b>	SC	ASTM D5453-93	<b>mm2/s στους 311K</b>
<b>Υπολειπόμενος άνθρακας (Carbon residue)</b>	CR	<b>ASTM D524</b>	<b>% κ.β.</b>
Περιεκτικότητα στάχτη(Ash)	AC	ASTM	

Σημειώνεται ότι η μεθοδολογία αυτή είναι μονοσήμαντη για κάθε τελικό ενεργειακό προϊόν (βιοντήζελ ή βιοαιθανόλη, αντίστοιχα) και δεν αντιμετωπίζει την ταυτόχρονη παραγωγή και των δύο βιοκαυσίμων στην ίδια γεωγραφική περιοχή.

Με βάση το 1<sup>ο</sup> Στάδιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας προκύπτει, κατ' αρχήν, ο **Πίνακας 6**, στον οποίο παρατίθενται οι καταγεγραμμένες (ΕΣΥΕ, 2000) καλλιεργούμενες εκτάσεις των προς υποκατάσταση καλλιεργειών στην Ελλάδα στους 18, υπό θεώρηση, αγροτικούς νομούς. Στη συνέχεια, και θεωρώντας τα συγκεκριμένα ως άνω ποσοστά υποκατάστασης των καλλιεργειών αυτών από ενεργειακά φυτά προκύπτουν οι εκτάσεις κάθε νομού που θα μπορούσαν να αποδοθούν στην ενεργειακή γεωργία.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΕΙΡΑΙΑΣ

**Πίνακας 6:** Καλλιεργούμενες εκτάσεις έξη (6) συμβατικών καλλιεργειών σε 18 αγροτικούς Νομούς της Ελλάδας, καθώς και εκτάσεις που θα μπορούσαν να αποδοθούν στην ενεργειακή γεωργία, με βάση δεδομένο σενάριο υποκατάστασης των καλλιεργειών αυτών (στοιχεία ΕΣΥΕ, 2000)

	Νομός Ελλάδας	Τεύτλα	Αραβόσιτος	Καπνά	Σίτος μαλακός	Σίτος σκληρός	Βαμβάκι	Αγροναπ.	Ελαιώνες
στρέμματα (κατά ΕΣΥΕ, 2000)									
1	Αιτωλοακαρνανία		141.756	114.112	1.967	66.098	79.833	360.485	278.571
2	Φθιώτιδα	20.323	34.742	42.691	21.630	441.023		143.508	386.882
3	Βοιωτία		17.268	4.035	180	283.345	361.696	33.672	189.169
4	Ηλεία		175.642		65.818	6.069	29.578	238.553	286.254
5	Μεσσηνία		16.659	0	2.900	1.710	0	139.875	712.837
6	Λακωνία		5.412	250	4.328	1.942	0	174.835	603.721
7	Καρδίτσα	18.281	62.969	17.751	14.914	185.808	587.611	54.075	
8	Λάρισα	66.423	76.531	24.123	132.978	780.532	712.447	61.408	60.456
9	Δράμα	16.244	101.746	4.226	58.860	140.448	101.532	22.815	
10	Ημαθία	45.476	53.918	21.204	7.473	46.711	156.753	21.635	
11	Πέλλα	21.312	96.851	46.342	18.964	95.247	172.388	8.235	
12	Κιλκίς	4.307	41.571	20.553	98.306	688.269	94.519	19.140	
13	Θεσσαλονίκη	10.300	75.000	23.100	158.000	595.000	178.000	48.585	27.000
14	Κοζάνη	19.465	49.950	15.610	214.549	468.150		28.658	
15	Καβάλα	16.974	159.973	6.875	22.746	55.800	21.841	15.952	
16	Σέρρες	56.000	150.000	46.240	23.515	549.000	385.664	18.780	53.000
17	Φλώρινα	15.582	89.767	1.941	44.939	92.497		18.373	
18	Χαλκιδική		3.448	3.829	40.591	401.479	20.681	104.099	
<b>19</b>	<b>Έβρος</b>	<b>77.876</b>	<b>264.215</b>	<b>3.623</b>	<b>155.948</b>	<b>662.312</b>	<b>177.983</b>	<b>173.947</b>	<b>21.637</b>
20	Ροδόπη	18.000	15.000	66.500	40.000	290.000	290.000	22.900	
21	Ηράκλειο		47	0	2.960	13.099	0	210.344	879.338
	<b>Σύνολο</b>	<b>406.563</b>	<b>1.632.465</b>	<b>463.005</b>	<b>1.131.566</b>	<b>5.864.539</b>	<b>3.370.526</b>	<b>1.919.874</b>	<b>3.498.865</b>
	Σύνολο Ελλάδος	441.606	2.067.624	609.174	1.715.463	6.975.841	4.013.435	4.347.396	
	% επί συνόλου Ελλάδος	92,06%	78,95%	76,01%	65,96%	84,07%	83,98%	44,16%	

Στη συνέχεια, στο 2<sup>ο</sup> Στάδιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας, εξετάζεται η εισαγωγή του γλυκού σόργου στους Νομούς που διαθέτουν την πλουσιότερη γεωργική παραγωγή και μπορούν να φιλοξενήσουν τις θεωρηθείσες βιώσιμες μονάδες βιοαιθανόλης ( $\approx 150.000$  MT/έτος). Με τον τρόπο αυτό, και με βάση τις παραδοχές που υιοθετήθηκαν για τη δεδομένη καλλιέργεια και τη συγκεκριμένη εφαρμογή, προκύπτουν τρεις (3) μονάδες βιοαιθανόλης, συνολικής δυναμικότητας  $\approx 450.000$  MT/έτος (υπερέκλυση δηλ. του εθνικού στόχου για το 2010, δηλ. των  $390.000$  MT/έτος, κατά  $\approx 15\%$ )

Στο επόμενο στάδιο, οι εκτάσεις που δεσμεύονται για την ως άνω παραγωγή βιοαιθανόλης αφαιρούνται στη συνέχεια από τις συνολικά διαθέσιμες (με βάση τα συζητηθέντα σενάρια υποκατάστασης) για ενεργειακή γεωργία εκτάσεις. Στις εναπομένουσες εκτάσεις εξετάζεται περαιτέρω η εισαγωγή ηλίανθου για παραγωγή βιοντήζελ. Εάν οι εκτάσεις ενός Νομού δεν επαρκούν για την τροφοδοσία της θεωρηθείσας βιώσιμης μονάδας βιοντήζελ ( $\approx 40.000$  MT/έτος), εξετάζεται περαιτέρω η δυνατότητα συναξιοποίησης Α' υλών από γειτονικούς, όμορους νομούς. Με τον τρόπο αυτό, και με βάση τις παραδοχές που υιοθετήθηκαν για τη δεδομένη καλλιέργεια και τη συγκεκριμένη εφαρμογή, προκύπτουν πέντε (5) μονάδες βιοντήζελ, συνολικής δυναμικότητας  $\approx 200.000$  MT/έτος (υπερέκλυση δηλ. του εθνικού στόχου για το 2010, δηλ. των  $150.000$  MT/έτος, σε ποσοστό  $>30\%$ ).

Τέλος, οι εκτάσεις που έχουν δεσμευθεί για την ως άνω παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοντήζελ αφαιρούνται πλέον και οι δύο από τις διαθέσιμες για ενεργειακή γεωργία εκτάσεις. Στις εναπομένουσες εκτάσεις εξετάζεται η εισαγωγή κυτταρινούχου σόργου για παραγωγή Α' υλών για ηλεκτροπαραγωγή (Η/Π). Με τον τρόπο αυτό, και με βάση τις παραδοχές που υιοθετήθηκαν για τη δεδομένη καλλιέργεια και τη συγκεκριμένη εφαρμογή, προκύπτουν εννέα (9) μονάδες Η/Π, συνολικής εγκατεστημένης ισχύος  $\approx 135$  MW<sub>e</sub> ( $=9 \times 15$  MW<sub>e</sub>).

Εάν έχουν απομείνει και άλλες εκτάσεις για ενεργειακές καλλιέργειες, θεωρείται ότι αυτές μπορούν να αξιοποιηθούν για παραγωγή πελετών (με καλλιέργεια κυτταρινούχου σόργου).

Με βάση το 2<sup>ο</sup> Στάδιο της προτεινόμενης μεθοδολογίας προκύπτει, κατ' αρχήν, ο **Πίνακας 7**, στον οποίο παρατίθενται:

- α) οι εκτάσεις που μπορούν να αποδοθούν στην ενεργειακή γεωργία στους 18, υπό θεώρηση, αγροτικούς νομούς (+3 ελαιοπαραγωγούς νομούς)
- β) οι εκτάσεις που θα δεσμευθούν για την υλοποίηση των αντίστοιχων μονάδων βιομετατροπής, καθώς και
- γ) οι περιοχές που θα χωροθετηθούν οι συγκεκριμένες εφαρμογές.

**Πίνακας 7:** Εκτάσεις θα μπορούν να αποδοθούν στην ενεργειακή γεωργία, στους 18 υπό θεώρηση αγροτικούς Νομούς της Ελλάδας (+3 ελαιοπαραγωγούς νομούς), καθώς και εκτάσεις που θα δεσμευθούν σε κάθε Νομό για τις συγκεκριμένες εφαρμογές

	Νομός Ελλάδας	Στρέμ- ματα	EtOH (MT/έτος)	Δεσμ. (για παρα- γωγή EtOH)	Ελεύ- θερα (μετά EtOH)	Bio-diesel (MT/έτος)	Δεσμ. (για bio- diesel)	Ελεύθερα (μετά EtOH+biod- iesel)	Δεσμ (για Η/Π)	Ελεύθερα (μετά EtOH+bio- diesel+Η/Π)	Δεσμευμένα (για pellets)	
1	Αιτωλο- ακαρνανία	377.363	156.511		377.363	35.558		377.363	<b>59.401</b>	317.962	<b>29.562</b>	
2	Φθιώτιδα <sup>(1)</sup>	221.644	91.927		221.644	20.885	<b>54.927</b>	166.717	<b>59.401</b>	107.316	<b>29.562</b>	
3	Βοιωτία <sup>(1)</sup>	369.579	153.283		369.579	34.824	<b>369.579</b>	0		0		
4	Ηλεία	192.445	79.816		192.445	18.133		192.445	<b>59.401</b>	133.044	<b>29.562</b>	
5	Μεσσηνία	74.191	30.771		74.191	6.991		74.191		74.191	<b>29.562</b>	
6	Λακωνία	89.954	37.308		89.954	8.476		89.954		89.954	<b>29.562</b>	
7	Καρδίτσα	578.690	240.012		578.690	54.528	<b>424.507</b>	154.183		154.183	<b>29.562</b>	
8	Λάρισα	871.107	361.291	<b>361.664</b>	509.443	48.003	<b>424.507</b>	84.936		84.936	<b>29.562</b>	
9	Δράμα	169.220	70.184		169.220	15.945		169.220	<b>59.401</b>	109.819	<b>29.562</b>	
10	Ημαθία	211.184	87.589		211.184	19.899		211.184	<b>59.401</b>	151.783	<b>29.562</b>	
11	Πέλλα	238.364	98.861		238.364	22.460		238.364	<b>59.401</b>	178.963	<b>29.562</b>	
12	Κιλκίς <sup>(2)</sup>	270.702	112.274		270.702	25.507	<b>65.494</b>	205.208	<b>59.401</b>	145.807	<b>29.562</b>	
13	Θεσ/νίκη <sup>(2)</sup>	359.013	148.900		359.013	33.829	<b>359.013</b>	0		0		
14	Κοζάνη <sup>(2)</sup>	188.919	78.354		188.919	17.801		188.919	<b>59.401</b>	129.518	<b>29.562</b>	
15	Καβάλα	92.232	38.253		92.232	8.691		92.232	<b>0</b>	92.232	<b>29.562</b>	
16	Σέρρες	544.216	225.714	<b>361.664</b>	182.553	17.201		182.553	<b>59.401</b>	123.152	<b>29.562</b>	
17	Φλώρινα	68.646	28.471		68.646	6.468		68.646		68.646	<b>29.562</b>	
18	Χαλκιδική	160.761	66.676		160.761	15.148		160.761		160.761	<b>29.562</b>	
→	<b>19</b>	<b>Έβρος<sup>(3)</sup></b>	<b>511.054</b>	<b>211.960</b>	<b>361.664</b>	<b>149.390</b>	<b>14.077</b>	<b>44.457</b>	<b>104.934</b>	<b>104.934</b>	<b>29.562</b>	
	20	Ροδόπη <sup>(3)</sup>	380.050	157.626		380.050	35.811	<b>380.050</b>	0	0		
	21	Ηράκλειο	108.393	44.956		108.393	10.214		108.393	108.393	<b>29.562</b>	
		<b>Σύνολο</b>	<b>6.077.726</b>	<b>2.520.737</b>	<b>1.084.991</b>	<b>4.992.735</b>	<b>470.450</b>	<b>2.122.534</b>	<b>2.870.201</b>	<b>534.608</b>	<b>2.335.593</b>	<b>532.123</b>

Σημειώσεις:

- (1): οι εκτάσεις των Ν. Βοιωτίας και Φθιώτιδας συνδυάζονται για μία μονάδα βιοντήζελ των 40.000 ΜΤ/έτος  
(2): οι εκτάσεις των Ν. Θεσσαλονίκης και Κιλκίς συνδυάζονται για μία μονάδα βιοντήζελ των 40.000 ΜΤ/έτος  
(3): οι εκτάσεις των Ν. Έβρου και Ροδόπης συνδυάζονται για μία μονάδα βιοντήζελ των 40.000 ΜΤ/έτος