

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΦΥΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**



**ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΑΚΡΙΤΙΔΗΣ & ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΛΑΝΤΙΔΗΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΘ. ΠΑΛΑΤΟΣ**

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009**

**ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ  
ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ: ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

**ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΑΠΟ  
ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΑ ΦΥΤΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

*ΕΙΣΗΓΗΤΗΣ:*  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΘ. ΠΑΛΑΤΟΣ  
ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

*ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ:*  
ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΑΚΡΙΤΙΔΗΣ 127/02  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΚΑΛΑΝΤΙΔΗΣ 147/02

Η υποβολή της πτυχιακής διατριβής αποτελεί μέρος των απαιτήσεων για την απονομή πτυχίου στο τμήμα φυτικής παραγωγής, της σχολής τεχνολογίας γεωπονίας, του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης

**ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2009**

## **Ευχαριστίες**

Ευχαριστούμε τους καθηγητές του τμήματος φυτικής παραγωγής του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης για τις γνώσεις που μας προσέφεραν κατά την περίοδο των σπουδών μας. Επίσης, ευχαριστούμε ιδιαίτερα τον καθηγητή εφαρμογών κ. Γεώργιο Παλάτο για την σημαντική συμβολή στην αποπεράτωση της πτυχιακής μας εργασίας.

## **Περίληψη**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε με κύριο σκοπό την ανάδειξη της σημαντικότητας και ιδιαίτερα των πλεονεκτημάτων των "βιολογικών καυσίμων" έναντι των συμβατικών, ορυκτών καυσίμων, καθώς και την προώθηση και ανάπτυξη τους στο ευρωπαϊκό και ελληνικό πεδίο. Ειδικότερα, αναφέρονται ιστορικά στοιχεία που σχετίζονται με την παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων ενώ επισημαίνονται τα σημαντικότερα είδη βιοκαυσίμων που παράγονται σε παγκόσμιο επίπεδο. Παρουσιάζονται οι σημαντικότερες ενεργειακές καλλιέργειες και δίνεται έμφαση στα "ενεργειακά φυτά" που χρησιμοποιούνται στον Ελληνικό χώρο. Επιπρόσθετα, γίνεται ειδική μνεία στις προοπτικές ανάπτυξης των βιοκαυσίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση όσον αφορά την παροχή διαφόρων κινήτρων που σχετίζονται με την παραγωγή και διάθεση των βιοκαυσίμων καθώς και το νομοθετικό πλαίσιο που τα διέπει. Εν κατακλείδι, εξετάζονται κάποιες προτάσεις και συμπεράσματα που αφορούν τη προώθηση και ανάπτυξη των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα.

## Περιεχόμενα

|   |           |
|---|-----------|
| <b>1. Εισαγωγή.....</b>   | <b>6</b>  |
| 1.1 Ορισμός βιοκαυσίμων.....  | 6         |
| 1.2 Χαρακτηριστικά βιοκαυσίμων.....   | 6         |
| 1.3 Ιστορικά στοιχεία.....  | 7         |
| <b>2. Βιομάζα και Βιοκαύσιμα.....</b>   | <b>7</b>  |
| 2.1 Ορισμός βιομάζας.....   | 7         |
| 2.2 Παγκόσμιο και Ελληνικό δυναμικό.....  | 9         |
| 2.3 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.....   | 11        |
| 2.4 Μέθοδοι αξιοποίησης της βιομάζας.....   | 14        |
| 2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας..... | 16        |
| 2.6 Προοπτικές της βιομάζας.....  | 18        |
| <b>3. Διαδικασία παραγωγής Πελλέτας.....</b>  | <b>19</b> |
| 3.1 Ορισμός Πελλέτας.....   | 19        |
| 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Πελλέτας.....  | 20        |
| 3.3 Είδη Πελλέτας.....  | 20        |
| 3.4 Διαδικασία παραγωγής Πελλέτας.....  | 20        |
| 3.5 Χρήσεις Πελλέτας.....   | 21        |
| 3.6 Πλεονεκτήματα Πελλέτας.....   | 22        |
| 3.7 Η αγορά Πελλέτας στην Ελλάδα.....   | 23        |
| <b>4. Είδη Βιοκαυσίμων.....</b>   | <b>24</b> |
| 4.1 Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς.....   | 25        |
| 4.2 Βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς.....   | 25        |
| 4.3 Βιοκαύσιμα τρίτης γενιάς.....   | 25        |
| 4.4 Βιοντίζελ.....  | 26        |
| 4.5 Βιοαιθανόλη.....  | 29        |
| 4.6 Βιομεθάνιο.....   | 31        |
| 4.7 Βιοαέριο.....   | 33        |
| 4.8 Βιομεθανόλη.....  | 34        |
| 4.9 Βιομεθυλαιθέρας.....  | 34        |
| 4.10 Βιο-ETBE.....  | 34        |
| 4.11 Βιο-MTBE.....  | 34        |
| 4.12 Συνθετικά βιοκαύσιμα.....  | 34        |
| 4.13 Βιουδρογόνο.....   | 34        |
| 4.14 Βιοδυλιστήρια.....   | 34        |
| 4.15 Οικονομική ανάλυση.....  | 35        |
| <b>5. Ενεργειακές καλλιέργειες.....</b>   | <b>36</b> |
| 5.1 Ορισμός ενεργειακών καλλιεργειών.....   | 36        |
| 5.2 Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες.....   | 37        |
| 5.3 Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες.....   | 42        |
| 5.4 Λοιπές ενεργειακές καλλιέργειες.....  | 48        |
| 5.5 Εγκατάσταση και διαχείριση βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες.....           | 50        |

|            |  |           |
|------------|--|-----------|
| 5.6        | Προϋποθέσεις για τη βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα.....  | 54        |
| 5.7        | Πλεονεκτήματα εγκατάστασης ενεργειακών καλλιεργειών.....   | 55        |
| 5.8        | Μειονεκτήματα εγκατάστασης ενεργειακών καλλιεργειών. Παράγοντες περιορισμού επέκτασης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών και χρήσης βιοκαυσίμων..... | 56        |
| 5.9        | Συμπεράσματα σχετικά με τις ενεργειακές καλλιέργειες.....  | 57        |
| <b>6.</b>  | <b>Προοπτικές ανάπτυξης των βιοκαυσίμων.....</b>   | <b>58</b> |
| 6.1        | Παραγωγή βιοκαυσίμων στον κόσμο και την Ε.Ε.....   | 58        |
| 6.2        | Εμπόριο πρώτης ύλης βιοκαυσίμων και οι εισαγωγές στην Ε.Ε.....   | 59        |
| 6.3        | Ευρωπαϊκή κατάσταση-στρατηγική Ε.Ε. για τα υγρά βιοκαύσιμα.....  | 59        |
| 6.4        | Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα βιοκαύσιμα.....  | 61        |
| 6.5        | Ελληνική νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα.....  | 62        |
| 7.1        | Η σημερινή πραγματικότητα.....   | 63        |
| 7.2        | Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα βιοκαυσίμων.....   | 64        |
| 7.3        | Προτάσεις.....   | 65        |
| 7.4        | Γενικά συμπεράσματα.....   | 66        |
| <b>8.</b>  | <b>Βιβλιογραφία.....</b>   | <b>67</b> |
| <b>9.</b>  | <b>Παράρτημα 1.....</b>  | <b>68</b> |
| <b>10.</b> | <b>Παράρτημα 2.....</b>  | <b>76</b> |

## Εισαγωγή

### 1.1 Ορισμός βιοκαυσίμων

**Βιοκαύσιμα** ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα-οργανισμοί που ζούσαν πρόσφατα ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους (όπως είναι τα περιττώματα από αγελάδες) το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων ή ζωικών δραστηριοτήτων. Θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα και κατά την καύση τους εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης. Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα στην οποία επανέρχεται μετά την καύση και έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό. Σύμφωνα με την Οδηγία της Ε.Ε. 2003/30/EK, Ν 3423/05 για την προώθηση των καθαρότερων καυσίμων και οχημάτων στις οδικές μεταφορές έχει τεθεί ως στόχος μέχρι το 2010, το 5,75% των καυσίμων των μεταφορών να αποτελείται από βιοκαύσιμα. Έτσι, μπορούν να επιτευχθούν οι παρακάτω στόχοι:

- 1) Μείωση της ρύπανσης της ατμόσφαιρας και κάποια άλλα φαινόμενα όπως αυτά της αιθαλομίχλης και της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη.
- 2) Ο περιορισμός της εξάρτησης από το πετρέλαιο.
- 3) Η ανάπτυξη νέων γεωργικών και βιομηχανικών επενδύσεων
- 4) Η εισαγωγή εναλλακτικών γεωργικών καλλιεργειών

### 1.2 Χαρακτηριστικά βιοκαυσίμων

Τα βιοκαύσιμα προερχόμενα από οργανικά προϊόντα, θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα, πρέπει να έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα στο συνολικό κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στοιχείο που εξαρτάται άμεσα από την προέλευσή τους, τη χρήση τους αλλά και τον τρόπο παραγωγής τους και διανομής τους.

Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) με τα προϊόντα πετρελαϊκής προέλευσης, επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα, στην οποία επανέρχεται μετά την καύση και έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής των βιοκαυσίμων είναι θεωρητικά μηδενικό. Στην πράξη, επειδή κατά την παραγωγή και διακίνηση της πρώτης ύλης αλλά και των ίδιων των βιοκαυσίμων υπεισέρχονται και άλλες δραστηριότητες κατά τις οποίες παραγόμενες εκπομπές (CO<sub>2</sub>) το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι πολύ μεγάλο έως μηδαμινό. Για να αποφανθεί κανείς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου.

### 1.3 Ιστορικά στοιχεία

Η ιστορία των βιοελαίων ως καύσιμα κίνησης ξεκινά πριν από έναν αιώνα όταν ο Ρούντολφ Ντίζελ (R. Diesel) κατασκεύασε τον Αύγουστο του 1893 τον ομώνυμο κινητήρα, χρησιμοποιώντας ως καύσιμο για τη λειτουργία του το αραχιδέλαιο (φυστικέλαιο). Λίγα χρόνια αργότερα ο Ρούντολφ Ντίζελ προφητικά δηλώνει: «Η χρήση φυτικών ελαίων σαν καύσιμα μηχανών φαίνεται ασήμαντη σήμερα. Όμως τέτοια έλαια μπορεί να γίνουν με την πάροδο του χρόνου τόσο σημαντικά όσο είναι σήμερα το πετρέλαιο και το κάρβουνο».



Δρ. Ρούντολφ  
Ντίζελ

[www.serresblogs.gr](http://www.serresblogs.gr)

Τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά έλαια αλλά και τα αποστάγματα όντας οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Η μεγάλη ανάγκη σε φθηνά καύσιμα μεγάλου ενεργειακού περιεχομένου μετά τη βιομηχανική επανάσταση η οποία συνεχίζει αυξανόμενη έως σήμερα, ενίσχυσε σημαντικά την χρησιμοποίηση ορυκτών καυσίμων, άνθρακα αρχικά και πετρελαϊκών παραγωγών, αργότερα, σε βάρος των παραδοσιακών βιοκαυσίμων. Τα προβλήματα θέρμανσης του πλανήτη, το φαινόμενο του θερμοκηπίου τα οποία σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο των βιοκαυσίμων σε άνθρακα και το εκπεμπόμενο κατά την καύση διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) έχουν δημιουργήσει τα τελευταία χρόνια ένα κύμα στροφής προς τα βιοκαύσιμα τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν τα συμβατικά καύσιμα.

## **Βιομάζα και Βιοκαύσιμα**

### 2.1 Ορισμός βιομάζας

Η βιομάζα με την ευρύτερη έννοια του όρου περιλαμβάνει οποιοδήποτε υλικό προέρχεται από ζωντανούς οργανισμούς. Ειδικότερα η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για παραγωγή στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων.

Σύμφωνα με τον Ο.Ο.Σ.Α. **βιομάζα** ονομάζεται ό,τι προέρχεται άμεσα ή έμμεσα (συμπεριλαμβανομένων των κτηνοτροφικών προϊόντων και των τροφίμων) από τη φωτοσύνθεση των φυτών.

Επίσης, βιομάζα θεωρείται το βιοαποικοδομήσιμο μέρος των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από τη γεωργία, τη δασοκομία, τα βιομηχανικά και αστικά απόβλητα.



Δηλαδή:

1. Φυτικές ύλες που προέρχονται είτε από φυσικά οικοσυστήματα, όπως τα αυτοφυή φυτά και δάση, είτε από ενεργειακές καλλιέργειες (έτσι ονομάζονται τα φυτά που καλλιεργούνται ειδικά με σκοπό την παραγωγή βιομάζας για παραγωγή ενέργειας) γεωργικών και δασικών ειδών, όπως για παράδειγμα το σόργο το σακχαρούχο, το καλάμι, ο ευκάλυπτος και άλλα.

2. Υποπροϊόντα και κατάλοιπα φυτικής, ζωικής, δασικής και αλιευτικής παραγωγής όπως για παράδειγμα τα άχυρα, στελέχη αραβόσιτου, στελέχη βαμβακιάς, κλαδοδέματα, κλαδιά δένδρων, φύκη, κτηνοτροφικά απόβλητα, κληματίδες και άλλα.

3. Υποπροϊόντα που προέρχονται από την μεταποίηση ή επεξεργασία των υλικών αυτών, όπως τα ελαιοπυρηνόξυλα, υπολείμματα εκκοκκισμού βαμβακιού, το πριονίδι και άλλα.

4. Αστικά και αγροτικά απόβλητα βιολογικής προέλευσης.

## Παγκόσμιοι Πόροι Βιοενέργειας



Ενεργειακές Καλλιέργειες

Δασικοί Πόροι



Αγροτικά Απόβλητα

Users.att.sch.gr

Η βιομάζα αποτελεί μία δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Η Αρχή Διατήρησης της Ενέργειας εφαρμόζεται και στη περίπτωση της βιομάζας.

Συγκεκριμένα κατά τη διάρκεια της ζωής τους τα φυτά δεσμεύοντας την ηλιακή ενέργεια με τη φωτοσύνθεση, την αποθηκεύουν στη συνέχεια στα σώματά τους με τη μορφή, πλέον, της χημικής ενέργειας.

Αναλυτικότερα οι χλωροπλάστες χρησιμοποιούν την ηλιακή ενέργεια που φτάνει σε αυτά ως φως, το διοξείδιο του άνθρακα που παίρνουν από τον αέρα και το νερό που απορροφούν από την υγρασία του χώματος για να κατασκευάσουν μία σειρά χημικών ενώσεων που καλούνται υδρογονάνθρακες. Σ' αυτούς τους υδρογονάνθρακες αποθηκεύεται η ηλιακή ενέργεια ως χημική. Μέρος αυτής της ενέργειας μεταφέρεται στα ζώα, όταν αυτά τρώνε τα φυτά. Έτσι οι ζωντανοί ή οι νεκροί οργανισμοί θεωρούνται αποθήκες της ηλιακής ενέργειας. Την ενέργεια αυτή μπορεί ο άνθρωπος να αντλήσει με διάφορες μεθόδους, οι οποίες συνεχώς εξελίσσονται και να τη μετατρέψει σε μορφές πιο εύχρηστες για αυτόν λύνοντας κατά ένα μέρος το ενεργειακό του πρόβλημα και προστατεύοντας το περιβάλλον.

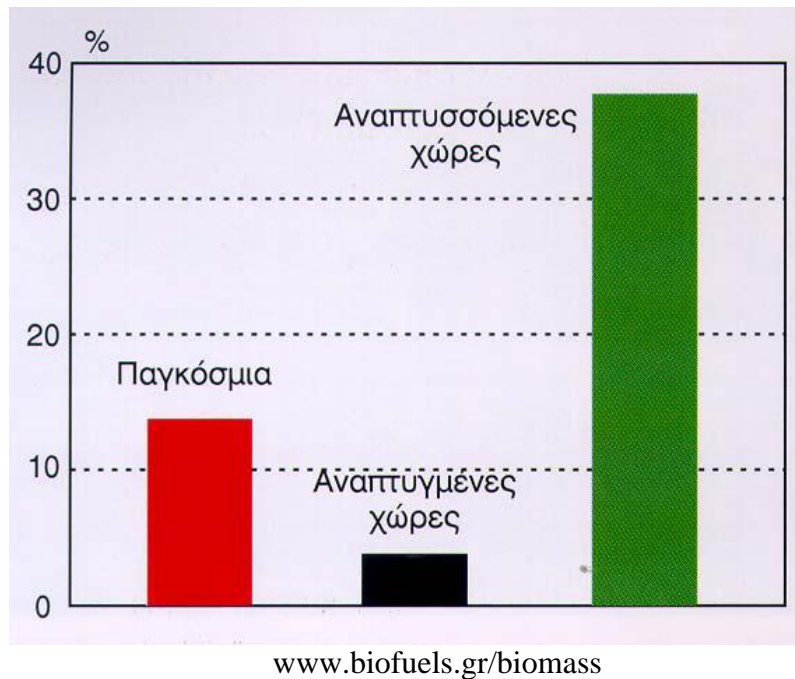
Η χρήση της βιομάζας ως πηγή ενέργειας δεν είναι νέα. Γενικά μετά την ενεργειακή κρίση του 1973, η βιομάζα άρχισε να παίζει όλο και σημαντικότερο ρόλο στην κάλυψη των παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών. Σε αυτήν, εξάλλου, συγκαταλέγονται τα καυσόξυλα και οι ξυλάνθρακες που μέχρι το τέλος του περασμένου αιώνα κάλυπταν το 97% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Συνοψίζοντας, η βιομάζα αποτελεί μία σημαντική ανεξάντλητη και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας φιλική προς το περιβάλλον και είναι δυνατό να συμβάλλει στη ενεργειακή επάρκεια αντικαθιστώντας συνεχώς τα συνεχώς εξαντλούμενα αποθέματα ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, άνθρακας, φυσικό αέριο και άλλα).

## 2.2 Παγκόσμιο και ελληνικό δυναμικό

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

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



Στην Ελλάδα, τα κατ' έτος διαθέσιμα γεωργικά και δασικά υπολείμματα ισοδυναμούν ενεργειακά με 3-4 εκατ. τόνους πετρελαίου, ενώ το δυναμικό των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί, με τα σημερινά δεδομένα, να ξεπεράσει άνετα εκείνο των γεωργικών και δασικών υπολειμμάτων. Το ποσό αυτό αντιστοιχεί ενεργειακά στο 30-40% της ποσότητας του πετρελαίου που καταναλώνεται ετησίως στη χώρα μας.

Σημειώνεται ότι 1 τόνος βιομάζας ισοδυναμεί με περίπου 0,4 τόνους πετρελαίου. Εντούτοις, με τα σημερινά δεδομένα, καλύπτεται μόλις το 3% περίπου των ενεργειακών αναγκών της με τη χρήση της διαθέσιμης βιομάζας..

Από πρόσφατη απογραφή, έχει εκτιμηθεί ότι το σύνολο της άμεσα διαθέσιμης βιομάζας στην Ελλάδα συνίσταται από 7.500.000 περίπου τόνους υπολειμμάτων γεωργικών καλλιεργειών (σιτηρών, αραβόσιτου, βαμβακιού, καπνού, ηλιάνθου, κλαδοδεμάτων, κληματίδων, πυρηνόξυλου κ.ά.) ή περίπου 3.000.000. Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου, καθώς και από 2.700.000 τόνους δασικών υπολειμμάτων υλοτομίας (κλάδοι, φλοιοί κ.ά.) ή περίπου σε 1.000.000 Τόνους Ισοδύναμου Πετρελαίου. Πέραν του ότι το μεγαλύτερο ποσοστό αυτής της βιομάζας δυστυχώς παραμένει αναξιοποίητο, πολλές φορές αποτελεί αιτία πολλών δυσάρεστων καταστάσεων (πυρκαγιές, δυσκολία στην εκτέλεση εργασιών, διάδοση ασθενειών κ.ά.).

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

συστήματα παραγωγής ενέργειας. Μπορεί, δηλαδή, η εκμετάλλευσή του να καταστεί οικονομικά συμφέρουσα.

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

Στο σημείο αυτό, αξίζει να σημειωθεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες αποκτούν τα τελευταία χρόνια ιδιαίτερη σημασία για τις ανεπτυγμένες χώρες, που προσπαθούν, μέσω των καλλιεργειών αυτών, να περιορίσουν, πέραν των περιβαλλοντικών και ενεργειακών τους προβλημάτων, και το πρόβλημα των γεωργικών πλεονασμάτων. Όπως είναι γνωστό, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τα γεωργικά πλεονάσματα, και τα οικονομικά προβλήματα που αυτά δημιουργούν, οδηγούν αναπόφευκτα στη μείωση της γεωργικής γης και της αγροτικής παραγωγής. Υπολογίζεται ότι, την προσεχή δεκαετία, θα μπορούσαν να αποδοθούν στις ενεργειακές καλλιέργειες 100-150 εκατομμύρια στρέμματα γεωργικής γης, προκειμένου να αποφευχθούν τα προβλήματα των επιδοτήσεων των γεωργικών πλεονασμάτων και της απόρριψης αυτών στις χωματερές, με ταυτόχρονη αύξηση των ευρωπαϊκών ενεργειακών πόρων.

Στη χώρα μας, για τους ίδιους λόγους, 10 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήσιμης γης έχουν ήδη περιθωριοποιηθεί ή προβλέπεται να εγκαταλειφθούν στο άμεσο μέλλον. Εάν η έκταση αυτή αποδοθεί για την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών, το καθαρό όφελος σε ενέργεια που μπορεί να αναμένεται υπολογίζεται σε 5-6 ΜΤΠΠ (1 ΜΤΠΠ= 106 ΤΠΠ, όπου ΤΠΠ σημαίνει: Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου) δηλαδή στο 50-60% της ετήσιας κατανάλωσης πετρελαίου στην Ελλάδα.

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

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

### 2.3 Ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας

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

Επειδή η αξιοποίηση της βιομάζας αντιμετωπίζει συνήθως τα μειονεκτήματα της μεγάλης διασποράς, του μεγάλου όγκου και των δυσχερειών συλλογής – μεταποίησης - μεταφοράς - αποθήκευσης, επιβάλλεται η αξιοποίησή της να γίνεται όσο το δυνατόν πλησιέστερα στον τόπο παραγωγής της.

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τους παρακάτω σκοπούς:

1. Παραγωγή θερμότητας στον οικιακό τομέα (τηλεθέρμανση κατοικημένων περιοχών). Τηλεθέρμανση ονομάζεται η εξασφάλιση ζεστού νερού τόσο για τη θέρμανση των χώρων, όσο και για την απευθείας χρήση του σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μία πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η παραγόμενη θερμότητα μεταφέρεται με δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια. Η τηλεθέρμανση παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη σε πολλές χώρες, καθώς εμφανίζει σημαντικά πλεονεκτήματα, όπως είναι η επίτευξη υψηλότερου βαθμού απόδοσης, ο περιορισμός της ρύπανσης του περιβάλλοντος και η δυνατότητα χρησιμοποίησης μη συμβατικών καυσίμων, οπότε προκύπτουν επιπλέον οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη. Στην Ελλάδα έχει ήδη εγκατασταθεί η πρώτη μονάδα τηλεθέρμανσης με χρήση βιομάζας. Η μονάδα αυτή, που βρίσκεται στην κοινότητα Νυμφασίας του Νομού Αρκαδίας, έχει ονομαστική ισχύ 1.200.000 kcal/h και καλύπτει τις ανάγκες θέρμανσης 80 κατοικιών και 600 μ<sup>2</sup> κοινοτικών χώρων. Ως καύσιμη ύλη χρησιμοποιούνται τρίμματα ξύλου, τα οποία προέρχονται από τεμαχισμό σε ειδικό μηχάνημα υπολειμμάτων υλοτομίας από γειτονικό δάσος ελάτων. Το έργο αυτό αποτελεί πρότυπο για την ανάπτυξη παρόμοιων εφαρμογών σε κοινότητες και δήμους της χώρας, δεδομένου ότι εξασφαλίζει σημαντική εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων, αξιοποίηση των τοπικών ενεργειακών πόρων και συνεισφέρει στη βελτίωση του περιβάλλοντος.

2. Θέρμανση θερμοκηπίων. Η αξιοποίηση της βιομάζας σε μονάδες παραγωγής θερμότητας για τη θέρμανση θερμοκηπίων αποτελεί μία ενδιαφέρουσα και οικονομικά συμφέρουσα προοπτική για τους ιδιοκτήτες τους. Ήδη, στο 10% περίπου της συνολικής έκτασης των θερμαινόμενων θερμοκηπίων της χώρας, αξιοποιούνται διάφορα είδη βιομάζας. Ένα παράδειγμα αυτού του είδους χρήσης της βιομάζας αποτελεί μία θερμοκηπιακή μονάδα έκτασης 2 στρεμμάτων, στο Νομό Σερρών, στην οποία καλλιεργούνται οπωροκηπευτικά. Σε αυτή τη μονάδα, έχει εγκατασταθεί σύστημα παραγωγής θερμότητας, συνολικής θερμικής ισχύος 400.000 kcal/h, το οποίο χρησιμοποιεί ως καύσιμο άχυρο σιτηρών. Η ετήσια εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται φθάνει τους 40 τόνους πετρελαίου.

3. Κάλυψη αναγκών θερμότητας ψύξεως και ηλεκτρισμού σε γεωργικές (εκκοκκιστήρια βαμβακιού) και άλλες βιομηχανίες (προϊόντα ξυλείας, ασβεστοκάμινοι) που βρίσκονται κοντά σε πηγές βιομάζας. Με τους συμβατικούς τρόπους παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας, μεγάλες ποσότητες θερμότητας απορρίπτονται στο περιβάλλον, είτε μέσω των ψυκτικών κυκλωμάτων, είτε μέσω των καυσαερίων. Με τη συμπαραγωγή, όπως ονομάζεται η συνδυασμένη παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας από την ίδια ενεργειακή πηγή, το μεγαλύτερο μέρος της θερμότητας αυτής ανακτάται και χρησιμοποιείται επωφελώς. Έτσι, αφ' ενός επιτυγχάνεται σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, καθώς αυξάνεται ο βαθμός ενεργειακής μετατροπής του καυσίμου σε ωφέλιμη ενέργεια, αφ' ετέρου μειώνονται αντίστοιχα και οι εκπομπές ρύπων. Επίσης, ελαττώνονται οι απώλειες κατά τη μεταφορά της ηλεκτρικής ενέργειας, καθώς τα συστήματα συμπαραγωγής είναι συνήθως αποκεντρωμένα και βρίσκονται πιο

κοντά στους καταναλωτές από ότι οι κεντρικοί σταθμοί ηλεκτροπαραγωγής. Πράγματι, οι συμβατικοί σταθμοί παρουσιάζουν βαθμό απόδοσης 15-40%, ενώ στα συστήματα συμπαραγωγής αυτός φθάνει μέχρι και 75-85%. Η συμπαραγωγή από βιομάζα στην Ελλάδα παρουσιάζει σημαντικό ενδιαφέρον σε αστικό-περιφερειακό επίπεδο. Η εξάπλωση της εφαρμογής της πρέπει να εξετασθεί με βασικό στόχο τη δημιουργία πολλών μικρών αποκεντρωμένων σταθμών συμπαραγωγής. Αυτοί θα πρέπει να εγκατασταθούν σε περιοχές της χώρας με σημαντικές ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, οι οποίες να βρίσκονται συγχρόνως κοντά σε καταναλωτές θερμότητας, καθώς η μεταφορά της θερμότητας παρουσιάζει υψηλές απώλειες και αυξημένο κόστος. Οι καταναλωτές της παραγόμενης θερμότητας των προαναφερθέντων σταθμών συμπαραγωγής μπορεί να είναι χωριά ή πόλεις, τα οποία θα θερμαίνονται μέσω κάποιας εγκατάστασης συστήματος τηλεθέρμανσης, θερμοκήπια, βιομηχανικές μονάδες με αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα, όπως ξυλοβιομηχανίες, πυρηνελαιουργεία, εκκοκκιστήρια, ορυζόμυλους βιομηχανίες κομπόστας, επιπλοποιεία κ.ά. Η παραγόμενη από τα συστήματα συμπαραγωγής ηλεκτρική ενέργεια είναι δυνατό είτε να ιδιοκαταναλώνεται είτε να πωλείται στη ΔΕΗ, σύμφωνα με όσα ορίζονται στο Ν. 2244/94 (“Ψύθμιση θεμάτων ηλεκτροπαραγωγής από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και από συμβατικά καύσιμα”). Ένα παράδειγμα βιομηχανίας όπου με την εγκατάσταση μονάδας συμπαραγωγής υποκαταστάθηκαν, πολύ επιτυχώς, συμβατικά καύσιμα από βιομάζα, είναι ένα εκκοκκιστήριο στην περιοχή της Βοιωτίας. Σ’ αυτό εκκοκκίζονται ετησίως 40.000-50.000 τόνοι βαμβακιού και, από την παραγωγική αυτή διαδικασία, προκύπτουν ετησίως 4.000-5.000 τόνοι υπολειμμάτων, τα οποία στο παρελθόν καίγονταν σε πύργους αποτέφρωσης, χωρίς ιδιαίτερο έλεγχο, δημιουργώντας έτσι κινδύνους αναφλέξεως. Η απαραίτητη ξήρανση του βαμβακιού πριν τον εκκοκκισμό παλαιότερα γινόταν με την καύση πετρελαίου και διοχέτευση των καυσαερίων στο προς ξήρανση βαμβάκι, μέχρι που εγκαταστάθηκε σύστημα συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού, το οποίο αξιοποιεί, μέσω καύσης, τα υπολείμματα του εκκοκκισμού. Η ισχύς του λέβητα βιομάζας είναι 4.000.000 kcal/h και ο παραγόμενος ατμός έχει πίεση 10 bar. Το έργο που παράγεται, κατά την εκτόνωση του ατμού σε ένα στρόβιλο, μετατρέπεται στη γεννήτρια σε ηλεκτρική ενέργεια ισχύος 500 kW. Μετά την εκτόνωσή του, ο ατμός οδηγείται, μέσω σωληνώσεων, αφ’ ενός σε εναλλάκτες θερμότητας, όπου θερμαίνεται ο αέρας σε θερμοκρασία 130°C, ο οποίος, εν συνεχεία, χρησιμοποιείται για την ξήρανση του βαμβακιού σε ειδικούς γι’ αυτό τον σκοπό πύργους, αφ’ ετέρου στο σπορελαιουργείο, όπου χρησιμοποιείται στις πρέσες ατμού για την εξαγωγή του βαμβακόλαδου. Με την εγκατάσταση του παραπάνω συστήματος, καλύπτεται το σύνολο των αναγκών σε θερμότητα του εκκοκκιστηρίου, καθώς και μέρος των αναγκών του σε ηλεκτρική ενέργεια. Η εξοικονόμηση συμβατικών καυσίμων που επιτυγχάνεται ετησίως φθάνει τους 630 τόνους πετρελαίου. Έτσι, η αρχική επένδυση, συνολικού ύψους 300.000.000 δρχ., αποσβέσθηκε σε μόλις 6-7 εκκοκκιστικές περιόδους. Αξίζει, τέλος, να σημειωθεί ότι ανάλογες μονάδες, μόνο για παραγωγή θερμότητας όμως, έχουν ήδη εγκατασταθεί και λειτουργούν σε 17 εκκοκκιστήρια βαμβακιού στη χώρα μας, στα οποία αντικαταστάθηκε πλήρως η χρήση του πετρελαίου και του μαζούτ από αυτή των υπολειμμάτων του εκκοκκισμού.

4. Παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας στους τόπους παραγωγής της βιομάζας, για κάλυψη τοπικών αναγκών, ή για την τροφοδοσία του εθνικού ηλεκτρικού δικτύου. Η παραγωγή αυτής της ενέργειας μπορεί να επιτευχθεί με αυτόματης τροφοδοσίας λέβητες για τη θέρμανση μεγαλύτερων κτιρίων (σχολεία, νοσοκομεία, δημόσιες υπηρεσίες).

5. Ξήρανση γεωργικών προϊόντων

#### 2.4 Μέθοδοι ενεργειακής αξιοποίησης βιομάζας

Οι μέθοδοι της ενεργειακής μετατροπής της βιομάζας είναι διάφορες. Διακρίνονται σε θερμοχημικές (ξηρές) ή σε βιοχημικές (υγρές). Η επιλογή της μεθόδου μετατροπής προσδιορίζεται από τους εξής παράγοντες, τη σχέση C/N και την περιεχόμενη υγρασία των υπολειμμάτων, την ώρα της συλλογής.

##### **1. Θερμοχημικές διεργασίες**

Οι θερμοχημικές διεργασίες περιλαμβάνουν αντιδράσεις, που εξαρτώνται από τη θερμοκρασία, για διαφορετικές συνθήκες οξείδωσης. Οι διεργασίες αυτές χρησιμοποιούνται για τα είδη της βιομάζας με σχέση C/N<30 και υγρασία >50%. Στις διεργασίες αυτές περιλαμβάνονται:

1) Η πυρόλυση (θέρμανση απουσία αέρα). Με αυτή τη διεργασία μας δίνεται η δυνατότητα να «σπάσουμε» τη χρησιμοποίηση της βιομάζας από την παραγωγή ενέργειας. Η πυρόλυση της βιομάζας παράγει ένα υγρό καύσιμο υψηλής ενεργειακής πυκνότητας, γνωστό ως βιοέλαιο, με τη βοήθεια ενός ειδικού αντιδραστήρα που μπορεί να μεταφερθεί και να αποθηκευτεί με αποτέλεσμα να επιτυγχάνεται ο υποδιπλασιασμός των αναγκαίων σταδίων της παραγωγής του καυσίμου αλλά και της παραγωγής της ηλεκτρικής ενέργειας. Το καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παραχθεί θερμότητα και ηλεκτρισμός ως υποκατάστατο του πετρελαίου με καύση σε λέβητες, μηχανές, φούρνους και τουρμπίνες. Προϊόντα πέρα από τα υγρά καύσιμα μπορούν να αποκτηθούν από τη πυρόλυση-όπως ζωικός άνθρακας και αέρια καύσιμα.

Η πυρόλυση της βιομάζας αποτελεί την οικονομικότερη διεργασία ηλεκτροπαραγωγής κυρίως στην περιοχή μικρής κλίμακας ισχύος (<5MWe). Το ΚΑΠΕ, σε συνεργασία με διεθνώς αναγνωρισμένα Πανεπιστήμια και εταιρείες παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος, έχει αναπτύξει από το 1991 μία πρότυπη πιλοτική μονάδα πυρόλυσης 10 κιλά/ώρα. Εκτιμάται ότι, σύντομα, θα καταστεί οικονομικά συμφέρουσα η μετάβαση από τις πιλοτικές σε επιδεικτικές μονάδες πυρόλυσης βιομάζας μεγαλύτερης δυναμικότητας.

2) Η απ'ευθείας (άμεση) καύση. Η βιομάζα μπορεί να καεί σε μικρής κλίμακας μοντέρνους λέβητες ατμού για σκοπούς θέρμανσης ή σε μεγαλύτερους λέβητες με νερό για τη παραγωγή ηλεκτρισμού (αφού ενεργοποιηθεί γεννήτρια) ή συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας (CHP). Το μεγαλύτερο ποσοστό παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας βασίζεται στο κύκλο Rankine (στρόβιλος ατμού). Στα συστήματα καύσης βιομάζας που είναι σε εμπορική χρήση

σε όλο τον κόσμο, χρησιμοποιούνται ανόμοιες / ποικιλόμορφες τεχνολογίες. Αποκλειστικής καύσης βιομάζας εργοστάσια μπορούν να καίνε ένα μεγάλο εύρος καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων και αποβλήτων. Η μετατροπή της τεχνολογίας των σταθμών παραγωγής ώστε να είναι δυνατή η ταυτόχρονη καύση βιομάζας και άνθρακα χρησιμοποιώντας κοινοποιημένο καύσιμο (PF) και ανακυκλοφορούμενη ρευστοποιημένη κλίνη (CCFB) ίσως να είναι μια επιλογή.

3) Η αεριοποίηση. Η αεριοποίηση μετατρέπει τη βιομάζα (μετά τη θέρμανση της σε θερμοκρασία περίπου 850 βαθμών Κελσίου, σε ειδικούς αντιδραστήρες που ονομάζονται αεριοποιητές) σε ένα χαμηλής έως μέτριας θερμογόνου ικανότητας αέριο καύσιμο, γνωστό ως Βιοαέριο. Αυτό ανάλογα με την εφαρμοζόμενη τεχνολογία μπορεί να περιέχει από το 20% - 50% της θερμογόνου δύναμης του Φυσικού Αερίου το οποίο είναι άριστο καύσιμο. Το καύσιμο μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απευθείας παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού με άμεση καύση σε Μ.Ε.Κ. και ύστερα με οδήγηση του καυσαερίου σε στροβίλους ή καύση απευθείας σε λέβητες μετά από κατάλληλο καθαρισμό. Εναλλακτικά, το παράγωγο αέριο μπορεί να αναμορφωθεί για να παράγει καύσιμα όπως μεθανόλη και υδρογόνο τα οποία έπειτα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε κυψέλες καυσίμου ή μικροστροβίλους. Τα συστήματα που βασίζονται στην αεριοποίηση της βιομάζας και την καύση του παράγωγου καυσίμου ίσως παρουσιάσουν πλεονεκτήματα συγκρινόμενα με τη απευθείας καύση της, όσον αφορά τις οικονομίες κλίμακας και καθαρής και επαρκούς λειτουργίας. Εκατοντάδες μικρής κλίμακας σταθμοί σταθερής κλίνης με αεριοποίηση λειτουργούν σε όλο τον κόσμο, ειδικά σε αναπτυσσόμενες χώρες. Πρόσφατες δραστηριότητες αεριοποίησης ειδικά σε βιομηχανοποιημένες χώρες έχουν εστιάσει στα συστήματα ρευστοποιημένης κλίνης συμπεριλαμβανομένου και των συστημάτων ανακύκλωσης της "άμμου" της ρευστοποιημένης κλίνης. Μεγαλύτερα συστήματα στα οποία η αεριοποιημένη βιομάζα καίγεται και οδηγείται – το καυσαέριο- διαδοχικά σε στροβίλους αερίου και στην συνέχεια σε λέβητα ανάκτησης θερμότητας H.R.S.G από τον οποίο εκμεταλλευόμαστε τον παραγόμενο ατμό και τον εκτονώνουμε σε ατμοστρόβιλο (όλο το σύστημα ονομάζεται BICT/CC) είναι σε πειραματικό στάδιο. Τα BICT/CC συστήματα μπορούν να οδηγήσουν σε βαθμούς απόδοσης έως και 50%. Η αεριοποίηση γίνεται ένα αυξανόμενο δημοφιλές μέσο διαχείρισης δημοτικών στερεών απόβλητων και ένα σημαντικό κομμάτι των νέων εργοστασιακών απόβλητων σε ενέργεια θα βασιστεί στη τεχνολογία της αεριοποίησης. Οι σχετικές τεχνολογίες της αεριοποίησης βρίσκονται ακόμα σε ερευνητικό στάδιο και θα απαιτηθεί σημαντική περαιτέρω προσπάθεια προκειμένου να μπορέσουν τα πιλοτικά προγράμματα να φτάσουν σε σημείο να είναι οικονομικά συμφέρουσα η εφαρμογή τους σε ευρεία κλίμακα.

4) Η υδρογονοδιάσπαση



## 2. Βιοχημικές διεργασίες

Οι βιοχημικές διεργασίες, που ονομάζονται έτσι, επειδή είναι αποτέλεσμα μικροβιακής δράσης, χρησιμοποιούνται για προϊόντα και υπολείμματα, όπως λαχανικών κοπριάς, όπου η σχέση C/N<30 και υγρασία >50%. Οι βιοχημικές διεργασίες διακρίνονται στις:

- 1) Αερόβια ζύμωση, παρουσία οξυγόνου.
- 2) Αναερόβια ζύμωση, απουσία εξωτερικού οξυγόνου.

Η αναερόβια ζύμωση οδηγεί αφενός στην παραγωγή αέριων προϊόντων αξιολογής θερμογόνου ικανότητας (παραγωγή ενέργειας), αφετέρου στο σημαντικό περιορισμό της περιβαλλοντικής υποβάθμισης, λόγω μείωσης του ρυπαντικού φορτίου των προς επεξεργασία λυμάτων. Επιπλέον, τα παραγόμενα υποπροϊόντα μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως λιπάσματα καλής ποιότητας στο γεωργικό τομέα.

Η αναερόβια ζύμωση είναι ένα σύνολο βιοχημικών αντιδράσεων, που πραγματοποιούνται από μικροοργανισμούς που δρουν απουσία αέρα, κατά τις οποίες τα πολύπλοκα οργανικά μόρια μετατρέπονται σε χημικά απλούστερες ενώσεις. Κύριο προϊόν αυτών των αντιδράσεων είναι το βιοαέριο, κύριο συστατικό του οποίου αποτελεί το μεθάνιο. Παράλληλα, η υγρή φάση του προϊόντος της επεξεργασίας περιέχει αξιολογη συγκέντρωση μεταλλικών αλάτων, η οποία το καθιστά λίπασμα εξαιρετικής ποιότητας

Η αναερόβια ζύμωση πραγματοποιείται σε αναερόβιες δεξαμενές. Αυτές οι δεξαμενές όταν είναι ανοικτές λειτουργούν σε αναερόβιες συνθήκες σε όλο το ύψος τους, εξαιρουμένου ενός λεπτού επιφανειακού στρώματος, όπου επικρατούν αερόβιες συνθήκες λειτουργίας. Το ύψος των δεξαμενών κυμαίνεται από 2,5 έως 6 μέτρα (μεγιστοποίηση του λόγου όγκου προς επιφάνεια), για να εξασφαλίζεται αναερόβια δράση και περιορισμός των θερμικών απωλειών. Αντίστοιχα, οι κλειστού τύπου δεξαμενές, χρησιμοποιούνται για την επεξεργασία (χώνευση) της ενεργούς ύλης, που συλλέγεται στις δεξαμενές καθιζήσεως των μονάδων πρωτοβάθμιου και δευτεροβάθμιου καθαρισμού.

### 2.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα από την Ενεργειακή Αξιοποίηση της βιομάζας

#### **Πλεονεκτήματα**

1. Αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και συνεπώς ανεξάντλητη.
2. Οι πηγές προέλευσης της βρίσκονται παντού στον πλανήτη και σε αφθονία. Αυτό βέβαια συνεπάγεται αλυσίδα πλεονεκτημάτων που άπτονται όμως αλληλοσυγκρουόμενων συμφερόντων και σχετίζονται και με εθνικές ανεξαρτησίες από τις ελάχιστες αλλά κολοσσιαίες και πανίσχυρες πετρελαϊκές εταιρίες – τυράννους της ανθρωπότητας.
3. Η παραγωγή και η χρήση της δε ρυπαίνει το περιβάλλον με τοξικές ουσίες, αφού τα προϊόντα καύσης της είναι βασικά νερό και διοξείδιο του άνθρακα. Βέβαια οι απόψεις δίστανται ως προς την επίδραση που έχει στο Φαινόμενο του

Θερμοκηπίου και συνεπώς στην υπερθέρμανση του πλανήτη. Αν όμως θεωρήσουμε ότι το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και το νερό (H<sub>2</sub>O) που αποδίδει στην ατμόσφαιρα η βιομάζα το είχε αφαιρέσει η ίδια από την ατμόσφαιρα κατά την ανάπτυξη της, τότε πρέπει να σημειωθεί ότι είναι ουδέτερη ως προς το φαινόμενο αυτό. Σε κάθε περίπτωση πάντως δεν επιτείνει το Φαινόμενο του Θερμοκηπίου αν οι ποσότητες που καίγονται αναπληρώνονται για παράδειγμα με αναδασώσεις.

4. Το κόστος των απαραίτητων εγκαταστάσεων αποσβένονται σε σύντομο χρονικό διάστημα. Επιπλέον, η χρήση της βιομάζας, συμπεριλαμβανομένων όσο το δυνατόν περισσότερων τύπων, εξασφαλίζει την συντήρηση των εγκαταστάσεων παραγωγής και αποβάλλει τα προβλήματα που μπορούν να ανακύψουν (εποχιακή έλλειψη ενός τύπου βιομάζας, μιας ανόδου τιμών, πιέσεων από τις τοπικές αρχές κ.ά.)

5. Επιλύει το πρόβλημα των οικιακών απορριμμάτων των μεγαλουπόλεων, μετατρέποντας τα από πρόβλημα σε προσοδοφόρα επένδυση παραγωγής βιοαερίου όπως συμβαίνει ήδη σε πολλές πόλεις της Ευρώπης.

6. Αυξάνει τις θέσεις εργασίας, με παράλληλη αύξηση του γεωργικού εισοδήματος και τονώνει την οικονομική ζωή της υπαίθρου με την οργάνωση ενεργειακών καλλιεργειών συμβάλλοντας στη συγκράτηση των αγροτικών πληθυσμών στις παραμεθόριες και τις άλλες γεωργικές περιοχές καθώς και στην περιφερειακή ανάπτυξη της χώρας.

7. Όσον αφορά την προστασία του περιβάλλοντος, η χρήση της βιομάζας είναι ευεργετική στη μετρίαση των κλιματικών αλλαγών, στην ελάττωση της όξινης βροχής που είναι υπεύθυνη για τη νέκρωση πολλών λιμνών και που προκαλείται από τις εκπομπές οξειδίων του θείου και του αζώτου με την καύση των συμβατικών καυσίμων, στην ελάττωση της διάβρωσης του εδάφους και της ρύπανσης του εδάφους. Ακόμα οδηγεί στην ορθολογικότερη διαχείριση του νερού, στη μείωση των εισροών σε λιπάσματα, στη μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων καθώς και στην εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας.

8. Υπάρχουν καλές προοπτικές για τη βιομάζα να μετατρέπεται οικονομικά σε μια ποικιλία ενεργειακών φορέων όπως θερμότητα, αιθανόλη, μεθανόλη, ηλεκτρισμός και υδρογόνο, με ένα περιβαλλοντικά βιώσιμο τρόπο.

9. Κοινωνικοοικονομικά οφέλη (ιδιαίτερης σημασίας για τις αναπτυσσόμενες χώρες) που περιλαμβάνουν:

- 1) Μείωση ενεργειακής εξάρτησης λόγω μείωσης εισαγωγών καυσίμων με αντίστοιχη εξοικονόμηση συναλλάγματος.
- 2) Διαφοροποίηση αγροτικών δραστηριοτήτων.
- 3) Ενισχυμένη αγροτική εξέλιξη και απασχόληση.
- 4) Κίνητρο για ανάκτηση αναδασωμένων και υποβαθμισμένων εκτάσεων.

Τα οφέλη που μπορούν να αποκομιστούν είναι σημαντικά, τόσο από ενεργειακής όσο και από την πλευρά της προστασίας του περιβάλλοντος, αρκεί να καταβληθεί η προσπάθεια που απαιτείται ώστε να γίνει συστηματική εκμετάλλευση και στη χώρα μας του πλούσιου δυναμικού που διαθέτει.

## **Μειονεκτήματα**

Τα μειονεκτήματα που συνδέονται με τη χρησιμοποίηση της βιομάζας και αφορούν κυρίως δυσκολίες στην εκμετάλλευση της είναι τα εξής:

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

### 2.6 Προοπτικές της βιομάζας – Επίλογος

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

Τα κοιτάσματα ορυκτών καυσίμων, στερεών, υγρών και αέριων, που προήλθαν από το φυτικό κόσμο, ο οποίος χρειάστηκε πολλές χιλιετίες για να δημιουργηθεί με τη φωτοσύνθεση, εξορύσσονται με ξέφρενους ρυθμούς και καίγονται. Το αποτέλεσμα είναι, μέσα σε διάστημα δύο μόνο αιώνων, να κοντεύει να εξαντληθεί το προϊόν του μακροχρόνιου έργου της φύσης, καθώς επίσης να έχει ήδη επιβαρυνθεί σοβαρά το περιβάλλον. Το τελευταίο αυτό γεγονός εγκυμονεί τεράστιους οικολογικούς κινδύνους για τον πλανήτη (φαινόμενο θερμοκηπίου, όξινη βροχή κ.λ.π.). Υπάρχουν δε σχέδια για την επιβολή φορολογίας CO<sub>2</sub>, η οποία θα είναι ανάλογη των εκπομπών ρύπων που προκαλεί η κατανάλωση ενέργειας από το βιομηχανικό τομέα. Οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, οι οποίες δεν εμφανίζουν τον κίνδυνο εξάντλησής τους και είναι φιλικές προς το περιβάλλον, προβάλλουν σήμερα ως η μόνη ελπίδα, η οποία διαγράφεται στο ζοφερό ενεργειακό και περιβαλλοντικό ορίζοντα του πλανήτη. Αξίζει επίσης να αναφερθεί ότι, η συμφωνία της GATT και η από αυτήν απορρέουσα νέα Κοινή Αγροτική Πολιτική (Κ.Α.Π.) της Ε.Ε. θα δημιουργήσουν σοβαρότατα προβλήματα διάθεσης των αγροτικών προϊόντων που προορίζονται για διατροφή και παραγωγή βιομηχανικών πρώτων υλών. Σύμφωνα με τις προβλέψεις, 150 εκατομμύρια στρέμματα γόνιμων και άλλα τόσα στρέμματα περιθωριακών εκτάσεων είναι πιθανό να περιέλθουν σε αγρανάπαιψη, εκτός εάν οι εκτάσεις αυτές χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας. Για τον λόγο αυτό, η Ε.Ε. δαπανά τεράστια ποσά στην έρευνα για την αξιοποίηση της βιομάζας και την ανάπτυξη των βιοκαυσίμων στις περιθωριοποιούμενες εκτάσεις.

Στο ακόλουθο σχήμα παρατίθενται ορισμένα στοιχεία σχετικά με την πορεία των ενεργειακών καταναλώσεων των χωρών της Ε.Ε., μέχρι το έτος 2005. Ο

στόχος, τέλος, της Ευρωπαϊκής Ένωσης, όσον αφορά το έτος 2010, είναι να γίνουν εκείνα τα βήματα που θα επιτρέψουν να καλυφθεί από ανανεώσιμες πηγές το 12% των ενεργειακών αναγκών των χωρών-μελών της, με προβλεπόμενη ενισχυμένη συμμετοχή της βιομάζας στην προσπάθεια αυτή.

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

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

Οι προοπτικές αξιοποίησης της βιομάζας στη χώρα μας είναι εξαιρετικά ευοίωνες, καθώς υπάρχει σημαντικό δυναμικό, μεγάλο μέρος του οποίου

είναι άμεσα διαθέσιμο. Παράλληλα, η ενέργεια που μπορεί να παραχθεί είναι, σε πολλές περιπτώσεις, οικονομικά ανταγωνιστική αυτής που παράγεται από τις συμβατικές πηγές ενέργειας. Η ανάπτυξη και εξάπλωση της χρήσης της βιομάζας χρειάζεται τη συμβολή όλων. Τα οφέλη που μπορούν να αποκομισθούν είναι σημαντικά, τόσο από ενεργειακής - οικονομικής πλευράς όσο και από την πλευρά της προστασίας του περιβάλλοντος, αρκεί να καταβληθεί η προσπάθεια που απαιτείται ώστε να γίνει συστηματική εκμετάλλευση και στη χώρα μας του πλούσιου δυναμικού που αυτή διαθέτει.

### **Διαδικασία παραγωγής πελλέτας (θρυμμάτων συσσωματωμάτων)**

#### **3.1 Ορισμός Πελλέτας**

Το pellet (πελλέτα) είναι ένα φυσικό, ελκυστικό και συνάμα υποσχόμενο βιολογικό καύσιμο. Για τη βελτίωση του ενεργειακού περιεχομένου ανά μονάδα όγκου της βιομάζας χρησιμοποιείται η μέθοδος της μηχανικής αύξησης της πυκνότητάς της (Densification). Η αύξηση της πυκνότητας της βιομάζας, είναι μία νέα διαδικασία κατά την οποία με τη χρήση υψηλών πιέσεων, συμπιέζεται η βιομάζα σε μικρά συσσωματώματα, τα pellets. Το pellet έχει τη μορφή μικρών κυλίνδρων, συμπιεσμένης βιομάζας, οι οποίοι δημιουργούνται με μηχανική κατεργασία χωρίς τη χρήση χημικών ή άλλων ουσιών. Οι κύλινδροι αυτοί αποτελούνται κυρίως από κутταρίνη. Τα στερεά καύσιμα από βιομάζα σε μορφή



πελλέτας προέρχονται από την κατάλληλη επεξεργασία δασικών και φυτικών

υπολειμμάτων κι μετατρέπονται τώρα σε φθηνή και φιλική λύση καύσιμης ύλης για τον καταναλωτή και το περιβάλλον.

### 3.2 Τεχνικά χαρακτηριστικά Πελλέτας

Οι πελλέτες κατασκευάζονται σε διάφορα μεγέθη (συνήθως διαμέτρου 6 χιλιοστών και μήκους 1-3 εκατοστών του μέτρου) και έχουν υγρασία περίπου 8%. Το ειδικό τους βάρος, δηλαδή η πυκνότητά τους, είναι περίπου 650 κιλά ανά κυβικό μέτρο. Η θερμιδική τους αξία είναι περίπου η μισή αυτής του πετρελαίου. Δύο κιλά δηλαδή ισοδυναμούν με λίγο λιγότερο από ένα λίτρο πετρελαίου. Η στάχτη τους είναι λιγότερο του 1% της κατανάλωσης.

Πίνακας 2: Τεχνικά χαρακτηριστικά Πελλέτας.

| <b>Τεχνικά χαρακτηριστικά</b> |                         |
|-------------------------------|-------------------------|
| <b>Μήκος</b>                  | 1-3 cm                  |
| <b>Διάμετρος</b>              | 0,6 mm                  |
| <b>Υγρασία</b>                | <8%                     |
| <b>Στάχτη</b>                 | <1%                     |
| <b>Θερμίδες</b>               | 4500 cal/kg             |
| <b>Πυκνότητα</b>              | 650 klg/m <sup>3</sup>  |
| <b>Συμπύεση</b>               | 1.25 kg/dm <sup>3</sup> |

[www.maki.com.gr](http://www.maki.com.gr)

### 3.3 Είδη πελλέτας

Χρησιμοποιώντας την κατάλληλη τεχνολογία παράγονται διαφορετικά είδη συσσωματωμάτων (πελλέτες) από διαφορετικά υλικά βιομάζας. Παράγονται πελλέτες διαφορετικής θερμιδικής αξίας από διάφορα είδη όπως ξύλο, αγριαγκινάρας, καλαμπόκι, βαμβάκι, τσόφλι αμυγδάλου και άχυρο.

### 3.4 Διαδικασία παραγωγής

Υπάρχουν διάφορες γραμμές παραγωγής πελλέτας, ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται. Παρακάτω αναλύεται μία πλήρης γραμμή παραγωγής πελλετών που καλύπτει κάθε είδους πρώτη ύλη.

#### **1. Αποθήκη πρώτης ύλης.**

Η πρώτη ύλη μπορεί να είναι από υπολείμματα επεξεργασίας ξύλου που προέρχονται από μονάδες επεξεργασίας ξύλου, υπολείμματα δασικής επεξεργασίας, υπολείμματα κλαδέματος, υπολείμματα γεωργικής καλλιέργειας και συγκομιδή αγροτικής ενεργειακής καλλιέργειας.

## 2. Τεμαχισμός

Η πρώτη ύλη οδηγείται σε ένα τεμαχιστή (σπαστήρα) με στόχο μία διάσταση εξόδου μικρότερη των 3 χιλιοστών.

## 3. Διαχωριστής (Κόσκινο)

Μετά τον τεμαχισμό χρησιμοποιώντας συνήθως μεταφορική ταινία το υλικό οδηγείται στο κόσκινο και ό,τι είναι μεγαλύτερο των 3 χιλιοστών επιστρέφεται στον τεμαχιστή.

## 4. Ξηραντήριο

Το κοσκινισμένο υλικό που εξέρχεται οδηγείται στο ξηραντήριο (συνήθως κυλινδρικό συνεχούς ροής) για να αποκτήσει την επιθυμητή υγρασία που είναι 15%.

## 5. Σιλό

Το υλικό που εξέρχεται του ξηραντηρίου είναι έτοιμο για την παραγωγή πελλέτας. Οδηγείται στο σιλό, που είναι αποθήκη πρώτης ύλης έτοιμης προς συμπίεση.

## 6. Μηχανή παραγωγής

Από το σιλό, με μεταφορικό κοχλία, το υλικό οδηγείται στη μηχανή συμπίεσης, όπου ανάλογα με το είδος της μηχανής, αναπτύσσονται πιέσεις από 20-300 ατμόσφαιρες, με αποτέλεσμα το παραπάνω υλικό να αποκτά την απαιτούμενη διάμετρο και μήκος με λεία γυαλιστερή επιφάνεια.

## 7. Κόσκινο

Οι πελλέτες με μεταφορική ταινία οδηγούνται στο κόσκινο για να καθαριστούν από σκόνη και υπολείμματα με στόχο ένα ποιοτικό προϊόν.

## 8. Αφυγραντήρας

Το καθαρό προϊόν που εξέρχεται από το κόσκινο οδηγείται στον αφυγραντήρα με στόχο την πτώση της υγρασίας κάτω του 8%.

## 9. Σιλό

Από την έξοδο του αφυγραντήρα οι πελλέτες οδηγούνται στο σιλό έτοιμες προς συσκευασία.

## 10. Ζυγιστική μηχανή – Συσκευασία

Από το σιλό οι πελλέτες οδηγούνται στην αυτόματη ζυγιστική συσκευαστική μηχανή που ζυγίζει και συσκευάζει σε σάκους των 5-25 κιλών.

### 3.5 Χρήσεις πελλέτας

Στην Ευρώπη και κυρίως στις Βόρειες χώρες έχει παρουσιαστεί ιδιαίτερα σημαντική αύξηση στην κατανάλωση pellet, κυρίως για εφαρμογές θέρμανσης. Την τελευταία πενταετία η χρήση πελλέτας για θέρμανση σημείωσε αλματώδη άνοδο σε όλη σχεδόν την Ευρώπη και οι λόγοι είναι η τιμή των καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο) που καθιστούν τη βιομάζα το φθηνότερο καύσιμο σε σχέση με όλα τα άλλα καύσιμα που χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση αλλά και η οικολογική συνείδηση του τελικού καταναλωτή.

Είναι χαρακτηριστική η δημιουργία νέων μονάδων (βιομηχανιών) παραγωγής στερεών καυσίμων από βιομάζα σε μορφή πελλέτας σε όλη την Ευρώπη ως συνέπεια της αύξησης της κατανάλωσης και της ζήτησης του προϊόντος.

Σε πολλές χώρες λόγω του αγροτικού τους χαρακτήρα, έχει αρχίσει η παραγωγή πελλέτας από υπολείμματα συμβατικών καλλιεργειών με δυνατότητα αξιοποίησης των υπολειμμάτων αλλά και η καλλιέργεια φυτών για παραγωγή βιομάζας (agripellets).

Εξαιτίας της κυλινδρικής τους φόρμας, της λείας τους επιφάνειας καθώς και του μικρού της μεγέθους, τα pellets συμπεριφέρονται όπως ένα υγρό, διευκολύνοντας τη συσκευασία, τη μεταφορά τους, την αποθήκευσή τους και την αυτόματη τροφοδοσία του σύγχρονου λέβητα με ρυθμιζόμενη ροή.

Οι πελλέτες από ξύλο και βιομάζα γενικότερα χρησιμοποιούνται εδώ και αρκετά χρόνια ως καθαρή καύσιμη ύλη στην Ευρώπη ενώ τελευταία έχει αρχίσει να διαδίδεται η χρήση τους και στην Ελλάδα. Στην αγορά προωθούνται ειδικές σόμπες οι οποίες λειτουργούν με την καύση τέτοιων πελλετών, που διατίθενται τόσο σε κλασικό, όσο και σε μοντέρνο σχεδιασμό, και αναπαράγουν τη θάλπωρή ενός τζακιού με ξύλα χωρίς τις δυσκολίες στην εγκατάσταση και συντήρηση που παρουσιάζουν τα τζάκια. Συγκεκριμένα η καύση πελλετών παράγει 40% λιγότερο καυσαέριο από ένα παραδοσιακό τζάκι. Παράλληλα διατίθενται και καυστήρες που έχουν άριστη απόδοση καύσης (τέλεια καύση) και αφήνουν ελάχιστα κατάλοιπα. Έτσι, σε εξελιγμένα θερμαντικά σώματα υπάρχει αυτόματος καθαρισμός ή συμπίεση των καταλοίπων ώστε να απαιτείται καθαρισμός μόνο 1-2 φορές το χρόνο. Τα θερμαντικά σώματα που χρησιμοποιούν οι πελλέτες έχουν ως αρχή λειτουργίας την ελεγχόμενη ροή αέρα για την καύση των συσσωματωμάτων και την αυτόματη τροφοδοσία της φλόγας με πελλέτες ανά τακτά χρονικά διαστήματα που έχουν τοποθετηθεί σε μία «χοάνη» που βρίσκεται πάνω στο θερμαντικό σώμα. Μπορούν επιπροσθέτως να λειτουργήσουν σαν αυτόματη θέρμανση, αφού οι λέβητες των θερμαντικών σωμάτων μπορούν να κάνουν αυτόματη τροφοδοσία πελλετών στον καυστήρα.

Ενδεικτικά παρουσιάζονται ορισμένες περιπτώσεις χρήσης πελλετών ως καύσιμο:

1. Θερμοκήπια – πτηνοτροφία
2. Δημόσια κτίρια (νοσοκομεία, σχολεία, δημόσιες υπηρεσίες, ιδρύματα, κολυμβητήρια, φυλακές)
3. Ξενοδοχεία, Spa, Συγκροτήματα κατοικιών
4. Οικιακή θέρμανση – Τηλεθέρμανση οικισμών
5. Συμπαγωγή ηλεκτρισμού – θερμότητας
6. Παραγωγή βιοαερίου, βιοδρογόνου

### 3.6 Πλεονεκτήματα πελλέτας

Τα συσσωματώματα βιομάζας είναι ανταγωνιστικά έναντι του πετρελαίου, του φυσικού αερίου και του ηλεκτρισμού όχι μόνο ως προς το κόστος αλλά και σε σχέση με την ευκολία χρήσης και την αξιοπιστία της τεχνολογίας. Η απήχηση της πελλέτας στην ευρωπαϊκή αγορά οφείλεται στο γεγονός ότι είναι:

1. Πιο πρακτική αφού μεταφέρεται συσκευασμένη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αυτόματο δοσομετρητή για τροφοδοσία της φωτιάς.

2. Τυποποιημένη, καθώς έχουν αναπτυχθεί τεχνικές προδιαγραφές για την μέγιστη απόδοσή τους και μπορεί να αποθηκευτεί οπουδήποτε χωρίς να αλλοιώνεται, δεδομένου ότι προστατεύεται από την συσκευασία της.

3. Πιο αποδοτική (υπολογίζεται ότι ένα κιλό ισοδυναμεί με 5kWh) λόγω της σταθερής πυκνότητας, χαμηλής υγρασίας, χαμηλό κόστος μεταφοράς και αποθήκευσης.

4. Οικολογική (για τη δημιουργία των pellets δεν απαιτείται να κοπούν δέντρα) γιατί παράγεται από απορριφθείσα ή ανακυκλώσιμη ξυλεία και η τέλεια καύση του (ελάχιστο ποσοστό υγρασίας και απουσία χημικών) εκμηδενίζει την ποσότητα της παραχθείσας τέφρας. Για την Ελλάδα, μπορεί να αποτελέσει πρόταση απέναντι στα σημαντικά περιβαλλοντικά προβλήματα αλλά και στο κόστος της αγοράς ενέργειας, αμβλύνοντας τα όποια μειονεκτήματα παρουσιάζονται στο ελληνικό ενεργειακό ισοζύγιο. Επιπλέον τα συσσωματώματα βιομάζας αποτελούν μία από τις πλέον υποσχόμενες μορφές ενέργειας, που μπορεί να συμβάλλει στην επίτευξη των στόχων που θέτουν οι κοινοτικές οδηγίες και διεθνείς συνθήκες σχετικά με την παραγωγή και χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

5. Η καύση των pellets βοηθά ουσιαστικά στη μείωση των δασικών υπολειμμάτων από την παραγωγή ξυλείας και από τη βιομηχανία επίπλων.

6. Η πελλέτα δεν εκλύει επικίνδυνα αέρια κατά την καύση της (απουσία χημικών κατά τη διαδικασία παραγωγής).

Τα συσσωματώματα είναι φτηνότερα από το πετρέλαιο και την ηλεκτρική ενέργεια και παρουσιάζουν μια σταθερότερη πορεία μεταβολής τιμών. Καμία σημαντική αύξηση δεν αναμένεται στην τιμή των καυσίμων αυτών, δεδομένου ότι και ο εσωτερικός ανεφοδιασμός και οι δυνατότητες για εισαγωγές βιολογικών καυσίμων είναι μεγάλη, σε αντίθεση με την αξία του πετρελαίου και της ηλεκτρικής ενέργειας η οποία έχει αυξηθεί πρόσφατα σημαντικά. Από έρευνες που έχουν γίνει διεθνώς, 2 κιλά συσσωματωμάτων ισοδυναμούν περίπου με 1 λίτρο πετρελαίου. Είναι ξεκάθαρο ότι ο καταναλωτής που θα επιλέξει τη θέρμανση με πελλέτες, θα έχει κόστος θέρμανσης περί τα 0,4 ευρώ (40 λεπτά) ανά λίτρο ισοδύναμου πετρελαίου. Η θέρμανση, λοιπόν με στερεό καύσιμο παρέχει μείωση του κόστους θέρμανσης περίπου κατά 40 - 50% σε σχέση με το πετρέλαιο θέρμανσης.

### 3.7 Η αγορά πελλέτας στην Ελλάδα

Η αγορά των συσσωματωμάτων βιομάζας στην Ελλάδα δεν έχει αναπτυχθεί ακόμη και ουσιαστικά αποτελεί μία νέα αγορά. Η παραγωγή και η κατανάλωση βρίσκονται σε πολύ χαμηλά επίπεδα με τη δεύτερη να εστιάζεται σε μικρής κλίμακας οικιακούς χρήστες. Τα τελευταία χρόνια αρχίζει να εκδηλώνεται και στην Ελλάδα, ενδιαφέρον ορισμένων επενδυτών σχετικά με την παραγωγή πελλέτας και πιο συγκεκριμένα με την παραγωγή ξύλινης πελλέτας. Οι οικονομοτεχνικές αναλύσεις επενδύσεων παραγωγής πελλέτας, αποδεικνύουν τη βιωσιμότητα των παραγωγικών μονάδων. Η αποδοτικότητα τους βρίσκεται σε αρκετά υψηλά ποσοστά. Θα πρέπει να υπάρξει εξορθολογισμός της ροής πρώτης ύλης προς τις



μονάδες παραγωγής συσσωματωμάτων βιομάζας και ανάπτυξη συνεργασίας με τη βιομηχανία μοριοσανίδων και ινοσανίδων. Βαρύτητα από Έλληνες επενδυτές μπορεί να δοθεί και στη δυναμική είσοδο στο διεθνές εμπόριο των wood pellets, καθώς μπορούν να εξασφαλίσουν την διάθεση του προϊόντος στην διαρκώς αναπτυσσόμενη ευρωπαϊκή και παγκόσμια αγορά σε πολύ ανταγωνιστικές τιμές.

Η παραγωγή πελλέτας γενικά στη χώρα μας το 2007, πλησίασε τους 60.000 τόνους, ποσότητα η οποία αντιστοιχεί και στην παραγωγική δυναμικότητα της χώρας μας και η οποία υπερκαλύπτει της ανάγκες της εγχώριας αγοράς, καθώς οι ανάγκες αυτές βρίσκονται ακόμη σε πάρα πολύ χαμηλά επίπεδα. Η κατανάλωση αυτή μάλιστα αφορά αποκλειστικά οικιακούς χρήστες. Η κάλυψη των ενεργειακών αναγκών των βιομηχανιών φαίνεται πως μέχρι σήμερα, αφορά σε άλλες μορφές ενέργειας.

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι τιμές των πελλετών στη χώρα μας οι οποίες βρίσκονται σε σχετικά χαμηλά επίπεδα σε σχέση με τις υπόλοιπες ευρωπαϊκές χώρες. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με τις ελάχιστες βιομηχανικές μονάδες παραγωγής στη χώρα μας, αλλά και στη Νοτιοανατολική Ευρώπη γενικότερα, δίνει πρόσφορο έδαφος για την ανάπτυξη του κλάδου αυτής της οικονομικής δραστηριότητας και στη χώρα μας. Ωστόσο, απαιτείται ο συνδυασμός ανάληψης ιδιωτικών πρωτοβουλιών και η παροχή κινήτρων από την πολιτική πλευρά.

Συγκεκριμένα για το έτος 2007, οι τιμές λιανικής των πελλετών στην ελληνική αγορά ήταν γύρω στα 171€/τόνο για πελλέτες μη συσκευασμένα, ενώ στις αρχές του 2008 η τιμή αυτή εμφανίζεται να είναι σχετικά χαμηλότερη, φθάνοντας τον Απρίλιο του 2008 τα 168€/τόνο. Αντίστροφη φαίνεται να είναι η πορεία που παρουσιάζουν οι τιμές για τις συσκευασμένες πελλέτες καθώς επίσης και για τις τιμές στα σημαντικά ευρωπαϊκά κέντρα διακίνησης (τιμές CIF-ARA). Για τις μεν συσκευασίες, η τιμή φαίνεται να είναι σταθερά για όλο το 2008 στα 189€/τόνο (από 182€/τόνο το 2007), ενώ οι τιμές CIF-ARA αγγίζουν τα 191€/τόνο, έχοντας και αυτές ανοδική πορεία.

### **Είδη βιοκαυσίμων**

Σύμφωνα με την οδηγία 2003/30/EK της Ευρωπαϊκής Ένωσης στα κράτη-μέλη της βιοκαύσιμα θεωρούνται τα ακόλουθα προϊόντα :

1. Βιοντίζελ
2. Βιοαιθανόλη
3. Βιομεθάνιο
4. Βιοαέριο
5. Βιομεθανόλη
6. Βιοδιμεθυλαιθέρας
7. Βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)
8. Βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)
9. Συνθετικά βιοκαύσιμα
10. Βιουδρογόνο

## 11. Καθαρά φυτικά έλαια

### 4.1 Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς ή τυπικά βιοκαύσιμα θεωρούνται τα καύσιμα τα οποία παράγονται με συμβατικές μεθόδους.

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς αφορούν αφενός το βιοντίζελ, το οποίο παράγεται από φυτικά έλαια, όπως σπόροι ηλίανθου, τα οποία με μια απλή χημική αντίδραση, την εστεροποίηση, μετατρέπονται σε βιοντίζελ και αφετέρου στη βιοαιθανόλη, η οποία παράγεται από αλκοολική ζύμωση σακχαρούχων και αμυλούχων φυτών, όπως τα σιτηρά, τα ζαχαρότευτλα, το ζαχαροκάλαμο και άλλα φυτά. Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς βρίσκονται σε άμεσο ανταγωνισμό με την αγορά των τροφίμων, αλλά και με τις αγορές των ζωοτροφών και των βιομηχανικών υλικών. Ωστόσο, στις περισσότερες περιπτώσεις δεν είναι οικονομικά βιώσιμα χωρίς επιδότηση.

### 4.2 Βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς

Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς παράγονται με πρωτοποριακές διεργασίες και από περισσότερους τύπους βιομάζας από ότι τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς.

Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς (2G) περιλαμβάνουν τη βιομάζα αποβλήτων, τους μίσχους του σίτου, του καλαμποκιού, του ξύλου, και άλλων συγκομιδών. Χρησιμοποιούν τη βιομάζα στην υγρή τεχνολογία. Επιπλέον, προκύπτουν και από την αεριοποίηση της βιομάζας με την οποία παράγονται η βιομεθανόλη (biomethanol) το DMF, το βιο-DME (βιοδιμεθυλαιθέρας), το diesel Fisher Tropsch (βιοβενζίνη, κηροζίνη), το ντίζελ βιουδρογόνου (diesel biohydrogen), οι βιοαλκοόλες και το ξύλινο ντίζελ. Παράγονται με τη μετατροπή της λιγνοκυτταρινούχας βιομάζας σε αιθανόλη και συνθετικό βιοντίζελ. Παράγονται από μεγαλύτερο φάσμα πρώτων υλών, όπως γεωργικά και δασικά είδη και υπολείμματα όπως άχυρο, κλαδοδέματα και ξύλο. Θεωρούνται περισσότερο φιλικά προς το περιβάλλον από τα προηγούμενα διότι προέρχονται από πρώτες ύλες που είναι είτε υπολειμματικές μορφές είτε φυτικά είδη που μπορούν να εκμεταλλευτούν λιγότερο γόνιμα εδάφη, καθώς και χαμηλής ποιότητας νερό, όπως το νερό που έχει χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια ή κτηνοτροφικές μονάδες, και έχουν περιορισμένες απαιτήσεις σε λιπάσματα – φυτοφάρμακα. Ωστόσο το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς παραμένει ακόμα σε σχετικά υψηλά επίπεδα.

### 4.3 Βιοκαύσιμα τρίτης γενιάς

Τα βιοκαύσιμα τρίτης γενιάς (ή βιοκαύσιμα αλγών) είναι βιοκαύσιμα τα οποία παράγονται από τα υψηλά αέρια της πετροχημικής βιομηχανίας (άλγη). Παράγουν 30 φορές περισσότερη ενέργεια ανά στρέμμα από τις συγκομιδές εδάφους, όπως η σόγια. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται αυξημένο ενδιαφέρον για τα άλγη καλλιέργειας (algaculture). Το πλεονέκτημά τους έναντι των άλλων καυσίμων είναι η βιοδιάσπασή τους και η μικρή επιβάρυνση στο περιβάλλον.

#### 4.4 Βιοντίζελ

##### 4.4α Ορισμός βιοντίζελ

Το **βιοντίζελ** είναι μεθυλεστέρας βιολογικής προέλευσης, ποιότητας ντίζελ, ο οποίος παράγεται κυρίως από ελαιούχους σπόρους (ηλίανθος, ελαιοκράμβη, σόγια, βαμβακόσπορος κ.α.) αλλά και από ζωικά λίπη και μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε μόνο του ή σε μίγμα με ντίζελ σε πετρελαιοκινητήρες ως υποκατάστατο του πετρελαίου ντίζελ. Είναι γνωστό και ως FAME (Fatty Acid Methyl Esters). Είναι καύσιμο φιλικό προς το περιβάλλον.

##### 4.4β Διαδικασία παραγωγής

Ο κύριος τρόπος παραγωγής του βιοντίζελ είναι η **μετεστεροποίηση** των φυτικών ελαίων (τριγλυκερίδια) μία σχετικά απλή βιομηχανική διαδικασία που τα μετατρέπει σε εστέρες τριγλυκεριδίων με μεθανόλη ή αιθανόλη. Οι καθαροί εστέρες τριγλυκεριδίων είναι άριστα υποκατάστατα του πετρελαίου χωρίς να χρειάζεται καμία μετατροπή στη μηχανή. Με κάποιες μετατροπές στη μηχανή είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν απευθείας και τα καθαρά τριγλυκερίδια (χωρίς δηλαδή να έχουν μετατραπεί σε εστέρες. Για την παραγωγή βιοντίζελ χρησιμοποιούνται, όπως αναφέρθηκε παραπάνω, σπορέλαια (κραμβέλαιο, ηλιέλαιο, σογιέλαιο, βαμβακέλαιο) ενώ είναι δυνατό να χρησιμοποιηθούν και μεταχειρισμένα φυτικά έλαια (τηγανέλαια) ή ζωικά λίπη.

Τα έλαια που αποτελούν την πρώτη ύλη διηθούνται και υφίστανται μία προκαταρκτική επεξεργασία ώστε να αφαιρεθεί το νερό και μολυσματικοί παράγοντες και στη συνέχεια αναμιγνύονται με μία αλκοόλη συνήθως μεθανόλη και έναν καταλύτη (συνήθως υδροξείδιο του νατρίου ή του καλίου). Ο καταλύτης διασπά τα μόρια του ελαίου σε μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων και γλυκερόλη. Η βιομηχανική παραγωγή του βιοντίζελ προσφέρει επίσης δύο πολύτιμα υποπροϊόντα: τη γλυκερίνη που χρησιμοποιείται στη φαρμακοβιομηχανία (καλλυντικά) και τη συμπυκνωμένη ζωοτροφή που παράγεται από τα φυτικά υπολείμματα που προκύπτουν από την σύνθλιψη των ελαιούχων σπόρων. Η πώληση των παραπάνω υποπροϊόντων αποτελεί σημαντική οικονομική παράμετρο της παραγωγής βιοντίζελ.

##### 4.4γ Στάδια παραγωγής βιοντίζελ

1. Φάση ξήρανσης σπορέλαιων.
2. Φάση τροφοδοσίας μεθανόλης καταλύτη.
3. Φάση αντίδρασης (μετεστεροποίηση) σε τέσσερις αντιδραστήρες στη σειρά.
4. Καθαρισμοί βιοντίζελ.
  - Απομάκρυνση γλυκερίνης-μεθανόλης-σαπουνιών από το βιοντίζελ
  - Φυγοκέντρηση βιοντίζελ
  - Ξήρανση-ψύξη βιοντίζελ-απόσταξη μεθανόλης
5. Καθαρισμός γλυκερίνης

- Απόσταξη μεθανόλης
- Διάσπαση σαπώνων σε λιπαρά οξέα
- Απομάκρυνση υγρασίας-υπολείμματα μεθανόλης
- 6. Διατήρηση ατμών μεθανόλης
- Συμπύκνωση σε συμπυκνωτές και ανάκτησή της
- Κλασματική απόσταξη και ανάκτησή της

Επειδή η διαδικασία είναι απλή, βιοντίζελ είναι δυνατό να παραχθεί σε πολλές εγκαταστάσεις από μονάδες μικρής κλίμακας (αγροκτήματα) με ημερήσια παραγωγή 50-500 λίτρων ημερησίως έως και μονάδες βιομηχανικής κλίμακας που επεξεργάζονται 100000 τόνους ή και περισσότερο. Αυτό κάνει δυνατή την παραγωγή σε τοπικό επίπεδο, μέσω της δημιουργίας σχημάτων συνεταιριστικής παραγωγής μεταξύ προμηθευτών πρώτης ύλης έως και μεγάλων βιομηχανικών σχημάτων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ε.Ε.25) είναι ο κύριος παραγωγός βιοντίζελ σε παγκόσμιο επίπεδο. Στην Ευρώπη, 70%, του εμπορικά παραγόμενου βιοντίζελ προέρχεται από ελαιοκράμβη, ενώ το υπόλοιπο παράγεται από ηλίανθο και άχρηστα φυτικά και ζωικά έλαια (από τη βιομηχανία τροφίμων). Υπάρχουν περίπου 40 μονάδες επεξεργασίας στην Ευρωπαϊκή Ένωση, οι οποίες εντοπίζονται κυρίως στη Γερμανία, την Ιταλία, την Αυστρία, τη Γαλλία και τη Σουηδία. Από τις παραγωγές χώρες ηγετικό ρόλο κατέχει η Γερμανία. Το 2006 η παραγωγή βιοντίζελ της Ε.Ε. υπερέβη τους 3.180 τόνους σημειώνοντας αύξηση 86% σε σχέση με το προηγούμενο έτος.

Η παραγωγή βιοντίζελ ανά εκτάριο εξαρτάται από την πρώτη ύλη. Κατά μέσο όρο στην Ευρώπη παράγονται περίπου 1230 λίτρα ανά εκτάριο. Μόνο με κάποιες μέτριες βελτιώσεις στην ετήσια παραγωγή αναμένεται, ότι προκειμένου το βιοντίζελ να αντικαταστήσει το συμβατικό ντίζελ ως το 2010 θα χρειαστεί το 15% της καλλιεργήσιμης γης ποσοστό που υπερβαίνει αυτό που ήδη χρησιμοποιείται για ενεργειακές καλλιέργειες. Προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης αναμένεται να υπάρξει μεγαλύτερη προώθηση των ενεργειακών καλλιεργειών και χρήση αποθεματικής γης ενώ πιθανή είναι επίσης και η αύξηση της εισαγωγής φοινικέλαιου.

Πίνακας 3: Οι αποδόσεις του βιοντίζελ σε κιλά ανά στρέμμα ανάλογα με το είδος καλλιέργειας

| <b>Βιοκαύσιμο</b> | <b>Πρώτη ύλη</b> | <b>Απόδοση</b> | <b>Απόδοση σε βιοκαύσιμο (κιλά/στρέμμα)</b> | <b>Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρέμμα)</b> |
|-------------------|------------------|----------------|---|--|
| Βιοντίζελ         | Ηλίανθος         | 120-210        | 40-70                                       | 43-75  |
|                   | Ελαιοκράμβη      | 120-250        | 40-83                                       | 43-90  |
|                   | Σόγια            | 160-240        | 27-41                                       | 29-44  |
|                   | Βαμβάκι          | 120-160        | 17-23                                       | 18-25  |

www.BioEnergia.gr

#### 4.4δ Πλεονεκτήματα χρήσης βιοντίζελ

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ παρουσιάζει τα παρακάτω πλεονεκτήματα :

1. Είναι καθαρό, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο.
2. Δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίου του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές ντίζελ είναι πολύ χαμηλές. Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξείδια του θείου (SOx) στα καυσαέρια τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική.
3. Περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση του λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη από ότι στο συμβατικό ντίζελ.
4. Δεν αυξάνει τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) στην ατμόσφαιρα, το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου και κατ'επέκταση για τις κλιματικές αλλαγές στον πλανήτη. Μελέτες για το βιοντίζελ δείχνουν ότι, βάσει των υπάρχουσών μεθόδων επεξεργασίας, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μειωθούν από 40-60% (χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη την ελαιοκράμβη). Η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Οι αποτελεσματικές τεχνολογίες επεξεργασίας, που αναπτύσσονται σήμερα, αναμένεται να οδηγήσουν σε μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου έως και 90% τα επόμενα χρόνια.
5. Εμφανίζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά από αυτό, όπως μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης, οπότε είναι ασφαλέστερο στη χρήση, μικρότερη ποσότητα θείου, αλλά μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα λόγω του οξυγόνου που περιέχει και μεγαλύτερο αριθμό κετανίου. Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου που παρουσιάζει το βιοντίζελ έναντι του συμβατικού ντίζελ αντισταθμίζει το γεγονός ότι κατά την καύση του το βιοντίζελ απελευθερώνει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια που απελευθερώνει το συμβατικό.
6. Η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό ντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Μάλιστα, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.

## 4.5 Βιοαιθανόλη

### 4.5,α Ορισμός βιοαιθανόλης

Το πρώτο βιοκαύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Μπορεί επίσης να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με τον ατμό.

Οι κύριες πηγές ζάχαρης που απαιτούνται για την παραγωγή αιθανόλης προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες. Οι καλλιέργειες αυτές μπορεί να είναι το σόργο, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, το σιτάρι, το άχυρο το ξύλο ιτιάς και άλλων δέντρων, το πριονίδι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και άλλες. Παράλληλα, βρίσκονται σε εξέλιξη έρευνες σχετικά με την αξιοποίηση των δημοτικών στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Βραζιλία και οι Η.Π.Α είναι παραδοσιακά, οι κύριοι παραγωγοί βιοαιθανόλης και ως πρώτη ύλη χρησιμοποιούν ζαχαροκάλαμο και καλαμπόκι. Στην Ευρώπη, η εμπορική παραγωγή της βιοαιθανόλης στηρίζεται σε σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα φυτά όπως το σιτάρι (50%), το κριθάρι (20%), και το ζαχαρότευτλο (30%) καθώς επίσης και το γλυκό σόργο, το άχυρο και άλλα. Το 2005, η παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ε.Ε. υπερέβει τα 910 εκατομμύρια λίτρα, σημειώνοντας αύξηση 73% σε σύγκριση με το 2004. Τα κύρια ευρωπαϊκά κέντρα παραγωγής βρίσκονται στην Ισπανία, τη Γερμανία, την Σουηδία και τη Γαλλία. Στην Ελλάδα δεν έχουν αναπτυχθεί ακόμη μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης.

### 4.5,β Διαδικασία παραγωγής

Η επεξεργασία για την παραγωγή αιθανόλης εξαρτάται από την πρώτη ύλη. Όταν χρησιμοποιείται σακχαρώδης πρώτη ύλη, όπως τα ζαχαρότευτλα, οι καρποί συνθλίβονται και μουσκεύονται προκειμένου να διαχωριστεί το σακχαρώδες συστατικό τους. Στη συνέχεια, στον πολτό προστίθεται μαγιά για τη ζύμωση των σακχάρων και την παραγωγή αλκοόλης και διοξειδίου του άνθρακα. Στη συνέχεια, το υγρό κλάσμα διυλίζεται για την παραγωγή αιθανόλης στην απαιτούμενη συγκέντρωση. Όταν η αιθανόλη πρόκειται να αναμιχθεί με βενζίνη, το υπολειπόμενο νερό αφαιρείται για την παραγωγή «άνυδρης» αιθανόλης. Όταν χρησιμοποιούνται δημητριακά ως πρώτη ύλη, η διαδικασία παραγωγής ξεκινά με τον διαχωρισμό, τον καθαρισμό και την άλεση των καρπών. Αμυλάσες (ένζυμα) χρησιμοποιούνται για την μετατροπή των αμύλων σε ζυμώσιμα σάκχαρα. Από αυτό το σημείο και μετά, η επεξεργασία είναι παρόμοια με αυτή των σακχαρούχων ειδών, αν και συνήθως χρησιμοποιούνται ορυκτά καύσιμα (συνήθως φυσικό αέριο) για την παραγωγή της θερμότητας επεξεργασίας. Η διαδικασία μετατροπής των καρπών σε αιθανόλη αποδίδει ακόμη ορισμένα υποπροϊόντα, όπως ζωοτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες (ξηρές ζύμες σιταριού ποτοποιιών, DDGS) και σε ορισμένες περιπτώσεις, γλυκαντικά, ανάλογα με την συγκεκριμένη πρώτη ύλη και την επεξεργασία που χρησιμοποιείται. Η παραγωγή βιοαιθανόλης απαιτεί πιο πολύπλοκη επεξεργασία σε σχέση με το βιοντίζελ και για τον λόγο αυτό λαμβάνει χώρα σε βιομηχανική κλίμακα. Συνήθως οι εγκαταστάσεις παραγωγής

βιοαιθανόλης αποδίδουν μεταξύ 60.000 και 200.000 τόνων ετήσια. Για να καλυφθούν οι ανάγκες τους, απαιτείται μεγάλη ποσότητα πρώτων υλών και κατά συνέπεια, μεγάλη έκταση καλλιεργήσιμης γης. Κατά μέσο όρο στην Ευρώπη παράγονται περίπου 2.790 λίτρα ανά εκτάριο (7,0 μετρικοί τόνοι σπόροι ανά εκτάριο και 400 λίτρα ανά μετρικό τόνο). Αναμένεται ότι προκειμένου η βιοαιθανόλη να αντικαταστήσει το 5% των αναγκών σε πετρέλαιο μέχρι το 2010, απαιτείται το 5% της καλλιεργήσιμης γης, ποσοστό που καθιστά πιθανή την επίτευξη του στόχου για τη βιοαιθανόλη.

#### 4.5.γ Πλεονεκτήματα χρήσης της βιοαιθανόλης

Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη ( $C_2H_5OH$ ) :

1. Είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό, βιοαποικοδομήσιμο, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χαθεί στο περιβάλλον. Μελέτες για τη βιοαιθανόλη δείχνουν ότι, βάσει των υπάρχουσών μεθόδων επεξεργασίας, οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου μπορούν να μειωθούν από 20-40% (χρησιμοποιώντας ως πρώτη ύλη τα σιτηρά). Η βιοαιθανόλη από ζαχαρότευτλα οδηγεί σε μείωση κατά 40-55%. Κατά την τέλεια καύση της, παράγεται διοξείδιο του άνθρακα ( $CO_2$ ) και νερό. Είναι καθαρότερο καύσιμο από τα αντίστοιχα συμβατικά, μειώνοντας πολλές εκπομπές όπως αυτές του διοξειδίου του άνθρακα ( $CO_2$ ) και του θείου ( $SO_2$ ), μονοξειδίου του άνθρακα ( $CO$ ) αλλά και πτητικών υδρογονανθράκων. Οι ρυπάνσεις των υδάτων έχουν μικρής διάρκειας δυσμενή περιβαλλοντικά αποτελέσματα που διαρκούν μερικές ώρες, ενώ εκείνες των πετρελαιοειδών διαρκούν μερικά έτη. Όσον αφορά τους κινδύνους ρύπανσης των θαλασσών είναι ουσιαστικά ανύπαρκτοι, λόγω της παραγωγής και κατανάλωσης επί τόπου μειώνοντας τις ανάγκες και τους κινδύνους μεταφοράς.

2. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε ως έχει, είτε σε πρόσμιξη με τα συμβατικά καύσιμα στους βενζινοκινητήρες και πετρελαιοκινητήρες. Αποτελεί καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και υπάρχει η δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίων της βενζίνης. Μίγματα βιοαιθανόλης μέχρι 25% με βενζίνη και μέχρι 15% με πετρέλαιο χρησιμοποιούνται χωρίς μετατροπή του κινητήρα, ενώ απλή βιοαιθανόλη χρησιμοποιείται σε βενζινοκινητήρες με μικρές μετατροπές καθώς και σε κινητήρες σύγχρονης τεχνολογίας. Συγκεκριμένα, δύναται να χρησιμοποιηθεί σε μίγμα 5% με βενζίνη σύμφωνα με το Ευρωπαϊκό πρότυπο ποιότητας EN 228. Η χρήση τέτοιου μίγματος δεν απαιτεί μετατροπή του κινητήρα. Αναμειγμένη με βενζίνη, πωλείται ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες αφού οι κινητήρες των συμβατικών οχημάτων δεν απαιτούν μετατροπή για να κινηθούν με E10. Το E10 είναι το συνηθέστερο μίγμα, αποτελούμενο από 10% αιθανόλη και 90% βενζίνη. Η χρήση του, μάλιστα, δεν επηρεάζει την εγγύηση του οχήματος. Επιπρόσθετα, η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες αντί του πετρελαίου ντίζελ, αναμειγνύομενη με ειδικό πρόσθετο, που συμβάλλει στην ευκολία έναρξης καύσης (αυτανάφλεξη με συμπίεση).

3. Επιτυγχάνει, ακόμη, τον εμπλουτισμό του καύσιμου μίγματος σε οξυγόνο, με την ανάμειξή της με την βενζίνη, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση και συνεπώς μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων.

4. Μπορεί εύκολα να παραχθεί σε περιοχές που διαθέτουν ή παράγουν σάκχαρα, άμυλο και κυτταρινούχες ουσίες, αποκεντρώνοντας έτσι την παραγωγή και διάθεση των καυσίμων. Συμβάλλει έτσι και στην ενίσχυση της περιφερειακής ανάπτυξης, στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στις αγροτικές περιοχές και συνεπώς στη συγκράτηση του αγροτικού πληθυσμού στις εστίες του.

5. Εξασφαλίζει σημαντικές προϋποθέσεις για εντατικοποίηση της γεωργίας, αυξάνοντας ταυτόχρονα και την οικονομική αποδοτικότητα των καλλιεργούμενων εκτάσεων. Μάλιστα η παραγόμενη ανά στρέμμα ή εκτάριο ποσότητα βιοαιθανόλης συγκριτικά με άλλα βιοκαύσιμα, είναι πολύ μεγαλύτερη και επιτυγχάνεται σε πολλές περιπτώσεις με μειωμένες ή μηδενικές αζωτούχες λιπάνσεις, οι οποίες είναι ενεργειοβόρες και ρυπογόνες. Τα υποπροϊόντα που λαμβάνονται κατά την παραγωγή της βιοαιθανόλης έχουν μεγάλη οικονομική αξία και χρησιμοποιούνται για καύση σε λέβητες, παραγωγή βιοαερίου, σαν λίπασμα ή ζωοτροφή και στη χημική βιομηχανία, μειώνοντας έτσι σημαντικά το κόστος παραγωγής.

6. Μεταγίγεται ταχύτερα και οι κίνδυνοι ατυχημάτων και πυρκαγιών είναι κατά πολύ μειωμένοι, έναντι της βενζίνης και του πετρελαίου.

Πίνακας 4: Εκτιμώμενο κόστος παραγωγής Βιοαιθανόλης από διάφορες πρώτες ύλες.

& Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά-αποδόσεις ανά στρέμμα σε σπόρο και έλαιο.

| Πρώτη ύλη                      | Κόστος βιοαιθανόλης (Ευρώ/Μ <sup>3</sup> ) | Βιοαιθανόλη | Πρώτη ύλη  | Απόδοση (κιλά/στρ) | Απόδοση Σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρ) |
|--------------------------------|--|-------------|------------|--------------------|-----------------------------------|
| Τεύτλα                         | 230-530                                    |             | Αραβόσιτος | 900                | 270                               |
| Σακχαροκάλαμο                  | 200  |             | Τεύτλα     | 6000               | 600                               |
| Γλυκό Σόργο                    | 155-230                                    |             | Σόργο      | 7000-10000         | 675-900                           |
| Αραβόσιτος                     | 230-320                                    |             | Σιτάρι     | 150-800            | 45-240                            |
| Σιτάρι                         | 600  |             |            |                    |                                   |
| Λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες | 140-350                                    |             |            |                    |                                   |

[www.agrotypos.gr](http://www.agrotypos.gr)

#### 4.6 Βιομεθάνιο

Οι κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιομεθανίου μέσω αναερόβιας χώνευσης (AX) είναι οι εξής: αστικά και κτηνοτροφικά στερεά απορρίμματα, υπολείμματα τροφίμων από οικιακές ή εμπορικές εγκαταστάσεις,



κηπευτικά ή γεωπονικά απορρίμματα. Επιπλέον, για τη διαδικασία ΑΧ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και εξειδικευμένα είδη, όπως χόρτο νομής. Η κοινή πρώτη ύλη είναι τα αστικά στερεά απόβλητα, όπου η ΑΧ ενσωματώνεται στην διαδικασία επεξεργασίας αποβλήτων. Οι υπόλοιπες πηγές απορριμμάτων είναι κατά κανόνα, περισσότερο διασκορπισμένες και είναι πιθανόν να υπάρχουν δυσκολίες στην συλλογή των απορριμμάτων.

#### 4.6,α Διαδικασία παραγωγής

Υπάρχουν τρία στάδια στην παραγωγή του βιομεθανίου :

1. Η προ-επεξεργασία για την διαλογή και την προετοιμασία των απορριμμάτων.
2. Η χώνευση, κατά την οποία το υλικό διασπάται για την παραγωγή βιοαερίου και
3. Η αναβάθμιση, κατά την οποία το ακατέργαστο βιοαέριο αναβαθμίζεται μέσω της αφαίρεσης του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων μολυσματικών παραγόντων, για την παραγωγή καυσίμου με υψηλή περιεκτικότητα σε μεθάνιο (περίπου 95% περιεκτικότητα σε μεθάνιο).

Η διαδικασία της χώνευσης διαρκεί περίπου 15-20 ημέρες, ανάλογα με την πρώτη ύλη και την τεχνολογία που χρησιμοποιείται. Η ποσότητα του παραγόμενου βιοαερίου και το επίπεδο μεθανίου στο βιοαέριο εξαρτάται τόσο από την πρώτη ύλη, όσο και από την τεχνολογία μετατροπής. Γενικότερα, τα αστικά και κτηνοτροφικά απόβλητα παράγουν λιγότερο αέριο από τα υπολείμματα τροφίμων. Μια κοινή μονάδα χώνευσης που επεξεργάζεται αστικά απόβλητα παράγει 100m<sup>3</sup> μεθανίου ανά τόνο αποβλήτων, ενώ μια εξειδικευμένη μονάδα επεξεργασίας διαφόρων αποβλήτων παράγει περίπου 300m<sup>3</sup> μεθανίου ανά τόνο αποβλήτων.

Εκτός του βιοαερίου, η διαδικασία της ΑΧ προσφέρει επίσης, ένα στερεό και υγρό υλικό το οποίο αποτελεί εξαιρετικό λίπασμα. Το υλικό αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την βελτίωση της ποιότητας του εδάφους και την αντικατάσταση των λιπασμάτων που στηρίζονται σε ορυκτά συστατικά.

#### 4.6,β Πλεονεκτήματα χρήσης του βιομεθανίου

1. Για το βιομεθάνιο, οι εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα είναι κατά 20% χαμηλότερες σε σύγκριση με τη βενζίνη και περίπου 5% χαμηλότερες σε σύγκριση με το ντίζελ.
2. Το βιομεθάνιο είναι ανανεώσιμο καύσιμο.
3. Με την επεξεργασία οργανικών αποβλήτων απομακρύνεται μία εν δυνάμει πηγή εκπομπής μεθανίου, η οποία προκύπτει, όταν τα εν λόγω απόβλητα αποσυντίθενται με φυσικό τρόπο.
4. Όταν τα δύο παραπάνω στοιχεία συνδυαστούν - και το βιομεθάνιο εξεταστεί επί του κύκλου ζωής - μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου κατά 100% και άνω. Ανάλογα με την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιομεθανίου, η μείωση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα

κυμαίνεται από 75% (εάν χρησιμοποιηθούν αστικά απόβλητα) έως και 200% (εάν χρησιμοποιηθούν υγρά κτηνοτροφικά απόβλητα).

Πίνακας 5: Σύγκριση ενέργειας και εκπομπών βιοκαυσίμων/ορυκτών καυσίμων.

| <b>Βιοκαύσιμο</b>  | <b>Κατανάλωση καυσίμου</b> | <b>ΕΑΘ επί του κύκλου ζωής</b> | <b>NO<sub>x</sub> ανά όχημα</b> | <b>PM ανά όχημα</b> | <b>CO ανά όχημα</b> | <b>HC ανά όχημα</b> | <b>Βασική γραμμή ορυκτών καυσίμων</b> |
|--|----------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------|
|  | Λίτρα/100 χλμ              | Γραμ/χλμ                       | Γραμ/χλμ                        | Γραμ/χλμ            | Γραμ/χλμ            | Γραμ/χλμ            |                                       |
| <b>Βιοντίζελ<sup>1</sup></b>   | 5%-10%                     | 40%-60%                        | μικρή αύξηση                    | μείωση              | μείωση              | μείωση              | Ντίζελ                                |
| <b>Βιοαιθανόλη<sup>2</sup></b>   | 50%                        | 20%-55%                        | μικρή αύξηση                    | μείωση              | μείωση              | μείωση              | Βενζίνη                               |
| <b>Βιομεθάνιο<sup>3</sup></b>  | Δεν υπάρχουν στοιχεία      | 75%-200%                       | μείωση                          | μείωση              | μείωση              | μικρή αύξηση        | Ντίζελ                                |
| <b>Σημειώσεις:</b> <sup>1</sup> Δεδομένα που αφορούν το Μεθυλεστέρα Ελαιοκράμβης (RME).<br><sup>2</sup> Δεδομένα που αφορούν την αιθανόλη από σιτηρά και ζαχαρότευτλα.<br><sup>3</sup> Δεδομένα που αφορούν αστικά απόβλητα/υγρά κτηνοτροφικά απόβλητα.<br><sup>4</sup> Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (ΕΑΘ). |                            |                                |                                 |                     |                     |                     |                                       |

[www.anatoliki.gr/anatoliki/apload/el](http://www.anatoliki.gr/anatoliki/apload/el)

#### 4.7 Βιοαέριο

Το βιοαέριο είναι ένα καύσιμο αέριο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, κτηνοτροφικών κυρίως όπως είναι τα λύματα των χοιροστασιών και πτηνοτροφιών το οποίο έχει τη δυνατότητα να καθαριστεί ώστε να επιτευχθεί ποιότητα αντίστοιχη του φυσικού αερίου. Πρόκειται, για το προϊόν αναερόβιας χώνευσης οργανικών απορριμμάτων (βιομηχανικών, αστικών) αναβαθμίζεται με κατάλληλες τεχνικές σε 95% μεθάνιο και μπορεί στη συνέχεια, να χρησιμοποιηθεί σε οχήματα που λειτουργούν με φυσικό αέριο. Επίσης, το παραγόμενο βιοαέριο μπορεί να καεί σε λέβητες, ειδικές μηχανές εσωτερικής καύσης ή ειδικές στροβιλομηχανές για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας.

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

Στην Ελλάδα σήμερα, υπάρχουν περίπου 33.000 αγελαδοτροφικές μονάδες με 723.000 ζωικό πληθυσμό, 36.000 χοιροτροφικές μονάδες με 970.000 ζωικό πληθυσμό, 100 σφαγεία, 2.700 ελαιοτριβεία, 25 πυρηνελαιουργεία και ένας σημαντικός αριθμός βιομηχανικών τροφίμων

Στην περίπτωση των αστικών απορριμμάτων, το βιοαέριο παράγεται στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ). Η μάζα του μπορεί να αρχίσει μετά από το δεύτερο ή τρίτο χρόνο της απόθεσης αυτών των απορριμμάτων και εξαρτάται από την ποσότητα τους. Από την άλλη πλευρά, η ποσότητα του

βιοαερίου που μαστεύεται εξαρτάται κυρίως από την περιεκτικότητα των αποτιθέμενων απορριμμάτων σε οργανικά υλικά, καθώς και από την ποιότητα του υλικού επικάλυψης των στρώσεων. Αυτό θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο στεγανό, ώστε να επιτυγχάνεται η αναερόβια χώνευση, εμποδίζοντας, ταυτόχρονα, την απαέρωση του παραγόμενου βιοαερίου.

#### 4.8 Βιομεθανόλη

Ονομάζεται η μεθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα.

#### 4.9 Βιομεθυλαιθέρας

Ονομάζεται ο διμεθυλαιθέρας ο οποίος παράγεται από βιομάζα.

#### 4.10 Βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)

Ονομάζεται το καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' όγκον ποσοστό βιο-ETBE, το οποίο υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 47%.

#### 4.11 Βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας)

Ονομάζεται το καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη. Το κατ' όγκον ποσοστό βιο-MTBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο ανέρχεται σε 36%.

#### 4.12 Συνθετικά βιοκαύσιμα

Ονομάζονται οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογοναθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα.

#### 4.13 Βιοδρογόνο

Ονομάζεται το υδρογόνο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.

#### 4.14 Βιοδιυλιστήρια

Τα βιοδιυλιστήρια είναι μια μονάδα παραγωγής που συγκεντρώνει διεργασίες μετατροπής βιομάζας σε καύσιμα, ενέργεια και χημικά. Η αρχή του σχεδιασμού τους βασίζεται στην εκμετάλλευσή των διαφορετικών ιδιοτήτων των συστατικών της βιομάζας και των ενδιάμεσων προϊόντων. Τα βιοδιυλιστήρια, εκτός από τα βιοκαύσιμα και τα χημικά, παράγουν επίσης ενέργεια, είτε για αυτονομία της διεργασίας είτε προς εμπορική εκμετάλλευση. Τα τυπικά βιοδιυλιστήρια αποτελούνται από δυο παράλληλες διεργασίες μετατροπής βιομάζας, μια θερμοχημική και μια βιοχημική. Κατά τη θερμοχημική διεργασία η βιομάζα εξαερώνεται και το παραγόμενο αέριο σύνθεσης μετατρέπεται σε καύσιμα και χημικά, ενώ ένα μέρος του χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Κατά τη

βιοχημική διεργασία τα συστατικά κυτταρίνης και ημικυτταρίνης της βιομάζας μετατρέπονται σε σάκχαρα με κατάλληλα ένζυμα και στη συνέχεια με ζύμωση λαμβάνεται βιοαιθανόλη που χρησιμοποιείται ως καύσιμο ή ως αλκοόλη. Το υπόλειμμα της βιοχημικής διεργασίας καίγεται για την παραγωγή θερμότητας ή ενέργειας.

Οι επιχειρήσεις που ασχολούνται με την παραγωγή βιοκαυσίμων αναπτύσσουν τις δικές τους μονάδες επεξεργασίας που τα κύρια μέλη που απαρτίζουν ένα εργοστάσιο είναι τα εξής:

Μονάδα παραγωγής βιοντίζελ σημαντικής δυναμικότητας 1000 λίτρων/έτος, ημιραφινερία ισοδύναμης δυναμικότητας

Μονάδα επεξεργασίας ελαιούχων σπόρων (πολυσπορικό ελαιουργείο)

Μονάδα εκμετάλλευσης της στερεής βιομάζας

Μονάδα βιολογικού καθαρισμού

Ικανούς αποθηκευτικούς χώρους (δεξαμενές, σιλό αποθήκες)

Βοηθητικό εξοπλισμό (ατμολέβητας παραγωγής ατμού, μονάδα ψύξης, μονάδες παραγωγής πεπιεσμένου αέρα και αζώτου).

#### 4.15 Οικονομική ανάλυση

Τα οικονομικά στοιχεία των βιοκαυσίμων για τους αγρότες σχετίζονται με τη δημιουργία μιας νέας αγοράς διακίνησης ήδη υπαρχόντων αγροτικών προϊόντων. Τα πλεονεκτήματα αυτής της νέας αγοράς είναι τα εξής:

1. Η ανύψωση των τιμών των τοπικών αγαθών, λόγω αύξησης της ζήτησης.
2. Η αύξηση της βιωσιμότητας των ενεργειακών καλλιεργειών στις παραμεθόριες περιοχές..
3. Η εξασφάλιση μακροπρόθεσμων συμβολαίων με τους παραγωγούς βιοκαυσίμων..
4. Η τοπική χρησιμοποίηση της πλεονάζουσας αγροτικής παραγωγής που ήταν διαθέσιμη προς παραγωγή.
5. Η αξιοποίηση των ζωικών αποβλήτων.

Όσον αφορά το συνολικό κόστος παραγωγής των βιοκαυσίμων, ο παρακάτω πίνακας (Πίνακας 6) παρουσιάζει μια εκτίμηση για τα κύρια βιοκαύσιμα, διαχωρίζοντας το κόστος κεφαλαίου και τα λειτουργικά έξοδα.

| Κόστος<br>Ευρώ/Λίτρο | Αιθανόλη <sup>1</sup> |        | Βιοντίζελ <sup>1</sup> | Βιομεθάνιο <sup>2</sup><br>CAD |
|----------------------|-----------------------|--------|------------------------|--------------------------------|
|                      | Ζαχαρότευτλο          | Σιτάρι |                        |                                |
| Πρώτη Ύλη            | 0,40                  | 0,30   | 0,43-0,85              | -                              |
| Κεφάλαιο             | 0,09                  | 0,09   | 0,07                   | 0,14                           |
| Λειτουργικά          | 0,26                  | 0,30   |                        | 0,22                           |
| Λοιπά <sup>3</sup>   | -                     | -      | -                      | 0,11                           |
| Σύνολο               | 0,75                  | 0,69   | 0,5-0,92               | 0,47                           |

<sup>1</sup> Βιοκαύσιμα κίνησης, ΔΟΕ, ΟΟΣΑ, 2004

<sup>2</sup> Το βιοαέριο ως καύσιμο κίνησης, NSCA, 2006

<sup>3</sup> Τα λοιπά έξοδα αφορούν την συμπίεση του βιομεθανίου

www.anatoliki.gr

Λόγω των οικονομικών κλίμακας, τα εμπορικά παραγόμενα βιοκαύσιμα τείνουν να έχουν υψηλότερο κόστος παραγωγής και υψηλότερες τιμές λιανικής πώλησης από τα συμβατικά καύσιμα. Γενικά, το αυξημένο κόστος παραγωγής αντισταθμίζεται από την εξαίρεση από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης που στοχεύει στην ενίσχυση της παραγωγής. Σε πολλά κράτη μέλη της Ε.Ε, ο Ειδικός Φόρος Κατανάλωσης είναι μηδενικός για τα βιοκαύσιμα που πληρούν τις συμφωνηθείσες προδιαγραφές.

Συμπερασματικά, το κόστος των βιοκαυσίμων μετά το 2010 (σε ευρώ ανά λίτρο ισοδύναμου ντίζελ) διαμορφώνεται ως εξής:

1. Από υπολείμματα λαδιών (ΗΠΑ, Ε.Ε.) 0,18-0,35
2. Από σόγια (ΗΠΑ) 0,29-0,54
3. Από ελαιοκράμβη (Ε.Ε.) 0,29-0,58
4. Από ηλίανθο (Ε.Ε.) 0,29-0,58

## **Ενεργειακές καλλιέργειες**

### **5.1 Ορισμός ενεργειακών καλλιεργειών**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη μονοετή και πολυετή, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς, δηλαδή συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού καθώς και παραγωγής υγρών καυσίμων για μεταφορές (βιοντίζελ, βιοαιθανόλη κ.α.). Διακρίνονται σε:

1. «**Παραδοσιακές**» ενεργειακές καλλιέργειες, των οποίων το τελικό προϊόν χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων (τεύτλα, σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος, ηλίανθος, βαμβάκι)
2. «**Νέες**» ενεργειακές καλλιέργειες με υψηλή παραγωγικότητα σε βιομάζα, ανά μονάδα γης (σόγια, μίσχανθος, ελαιοκράμβη, κενάφ, γλυκό σόργο) και αναφέρονται σε δύο κύριες κατηγορίες: τις «**γεωργικές**» και τις «**δασικές**».

Οι ενεργειακές καλλιέργειες διακρίνονται ανάλογα με τον κύκλο ζωής τους σε:

1. **Ετήσιες**, αν ο κύκλος ζωής τους είναι ετήσιος (ελαιοκράμβη, ηλίανθος, βαμβάκι, γλυκό σόργο, κυτταρινούχο σόργο, σιτάρι, κριθάρι, τριτικάλε, αραβόσιτος, κέναφ, σόγια, λινάρι, σουσαμιά)
2. **Πολυετείς**, αν ο κύκλος ζωής τους είναι πολυετής (ζαχαρότευτλα, αγριοαγκινάρα, καλάμι, μίσχανθος, ευκάλυπτος, ψευδακακία, switchgrass)

Πίνακας 7: Τεχνικές καλλιέργειας για την παραγωγή βιοκαυσίμων

| Παραγωγή Βιοντίζελ | Παραγωγή Βιοαιθανόλης | Θερμική & Ηλεκτρική Ενέργεια |
|--------------------|-----------------------|------------------------------|
| Ελαιοκράμβη        | Γλυκό Σόργο           | Καλάμι                       |
| Ηλίανθος           | Αραβόσιτος            | Ευκάλυπτος                   |
| Σόγια              | Τεύτλα                | Μίσχανθος                    |
| Βαμβάκι            | Σιτάρι                |                              |
| Φοινικέλαιο        | Σακχαροκάλαμο         |                              |
| Αγριοαγκινάρα      |                       |                              |

www.anatoliki.gr

## 5.2 Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες

### 5.2α Ελαιοκράμβη (*Brassica napus var oleifera*)



Η ελαιοκράμβη, είναι ένα ετήσιο φυτό που ανήκει στην οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων (Cruciferae or Brassicaceae). Αποτελεί καλλιέργεια του βορείου τμήματος της εύκρατης ζώνης. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και καλλιεργείται κυρίως ως πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαίου και σε μικρότερη έκταση για τα φύλλα της, (για ανθρώπινη κατανάλωση, ζωοτροφή και λίπανση).

Επίσης, η ελαιοκράμβη χρησιμοποιείται κυρίως ως φυτό για την παραγωγή βιοντίζελ. Η ελαιοκράμβη θεωρείται παγκοσμίως ως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγό φυτό, μετά τη σόγια και τον ηλίανθο. Ο μικρός στρογγυλός της σπόρος έχει κατά μέσο όρο περιεκτικότητα σε έλαιο 30-50%. Μετά την εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματά της, (η λεγόμενη πίτα) χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία, καθώς έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (10-45%). Οι καλλιεργητικές τεχνικές είναι όμοιες με εκείνες των χειμερινών σιτηρών.

Τα είδη που καλλιεργούνται σήμερα είναι τα εξής:

Η **Brassica napus L**, η οποία είναι πρώιμη και κυρίως διαδεδομένη στα εύκρατα και δροσερά κλίματα. Υπάρχει σε δυο τύπους καλλιέργειας: τη χειμερινή και την ανοιξιάτικη. Όσον αφορά τη χειμερινή καλλιέργεια, κατάλληλη εποχή σποράς θεωρείται το διάστημα μεταξύ Σεπτεμβρίου-Δεκεμβρίου, ενώ για τον ανοιξιάτικο τύπο καλλιέργειας, το αντίστοιχο διάστημα τοποθετείται μεταξύ Απριλίου και Μαΐου.

Η **Brassica carinata L**, είναι φυτό αιθιοπικής προέλευσης, ψηλό, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια, συγγενές της ελαιοκράμβης *Brassica napus* και βάσει πειραμάτων παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα και ικανοποιητική παραγωγικότητα στις μεσογειακές εδαφοκλιματικές συνθήκες. Καλλιεργείται και σαν χειμερινή σε περιοχές με ήπιο χειμώνα, ενώ σε αυτές με βαρύ χειμώνα προτείνεται μόνο ως ανοιξιάτικη καλλιέργεια.

Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια σε μεσογειακές περιοχές, και συγκεκριμένα, στην Ελλάδα στην Ιταλία και στην Ισπανία (Ευρωπαϊκό Δίκτυο για την ελαιοκράμβη FAIR C198-1946) προκύπτουν θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της καλλιέργειας στις εδαφοκλιματικές συνθήκες των παραπάνω περιοχών. Συγκεκριμένα, οι αποδόσεις σε σπόρο καθώς και σε ξηρή βιομάζα, ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες, κυμάνθηκαν από 150 έως 300 kg/στρέμμα και 300 έως 800 kg/στρέμμα, αντίστοιχα.

Στην Ελλάδα οι αποδόσεις της ελαιοκράμβης σε σπόρο κυμαίνονται από 120 έως 250 kg/στρέμμα, ενώ οι αποδόσεις σε βιοκαύσιμο κυμαίνονται από 40 έως 70 kg/στρέμμα ή 43 έως 90 lt/στρέμμα.

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

Τελευταία, το λάδι της ελαιοκράμβης χρησιμοποιείται ευρέως στην παραγωγή βιοντίζελ (μεθυλεστέρα της ελαιοκράμβης – RME), ύστερα από σχετικά απλή διαδικασία, γιατί το ακατέργαστο έλαιο δεν χρειάζεται να εξευγενιστεί πλήρως, ούτε κρίνεται αναγκαίο να λευκανθεί και να απαλλαγεί από τις διάφορες οσμές του. Γίνεται μόνο αποκομμίωση, που αποβλέπει στην απομάκρυνση των κόμμεων και φωσφατιδίων από τη μάζα του ελαίου και στην συνέχεια, εξουδετερώνεται. Η εστεροποίηση γίνεται με την προσθήκη στο λάδι αλκοόλης (συνήθως μεθανόλης), με παρουσία καταλύτη, (συνήθως υδροξειδίου του καλίου) και αφήνονται να αντιδράσουν μεταξύ τους. Καθώς σχηματίζεται ο μεθυλεστέρας του κραμβέλαιου (RME) η γλυκερίνη που παράγεται διαχωρίζεται και καθιζάνει ως βαρύτερη (πυκνότητα 1.26) από τον ελαφρύτερο RME (πυκνότητα 0.88), ενώ η επιπλέον ποσότητα μεθανόλης στο καύσιμο, παραλαμβάνεται με απόσταξη και επαναχρησιμοποιείται στην παραγωγική διαδικασία. Το βιομηχανικό κραμβέλαιο περιέχει πάνω από 45% ερουκικό οξύ και χρησιμοποιείται ως λιπαντικό για υδραυλικά υγρά και ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ που είναι φιλικό προς το περιβάλλον, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο και αποτελεί ανανεώσιμη πηγή ενέργειας. Καιόμενο αποδίδει 80% λιγότερο πολυκυκλικούς υδρογονάνθρακες, 60% λιγότερο διοξείδιο του άνθρακα, 48% λιγότερο μονοξείδιο του άνθρακα, καθόλου διοξείδιο του θείου και 47% λιγότερα σωματίδια από το ορυκτό ντίζελ υπό μορφή μεθυλεστέρα.

5.2β Σιτάρι (*Triticum aestivum*)  
Κριθάρι (*Hordeum vulgare*)  
Τριτικάλε (*Triticale*)



Το σιτάρι, το κριθάρι και το τριτικάλε είναι ετήσια φυτά που ανήκουν στην οικογένεια Graminae. Ειδικότερα, το σιτάρι θεωρείται παγκοσμίως ως το σημαντικότερο φυτό μεταξύ των άλλων δημητριακών με συνολική παραγωγή 628 εκατομμυρίων τόνων το 2005, ενώ η

αντίστοιχη παραγωγή στην Ευρωπαϊκή Ένωση ήταν 124 εκατομμύρια τόνοι. Στην Ελλάδα το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι τοπίο διαδεδομένο ετήσιο φυτό και η καλλιέργειά του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση το 2005 (σκληρό και μαλακό) ήταν 8,5 εκατομμύρια στρέμματα, με παραγωγή 1,8 εκατομμύρια ([www.fao.org](http://www.fao.org), 2006). Το σιτάρι χρησιμοποιείται επίσης ως φυτό για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Το κριθάρι, είναι επίσης ετήσιο φυτό και η καλλιέργειά του είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση ήταν 980.000 στρέμματα το 2005, με ετήσια παραγωγή 220.000 τόνων ([www.fao.org](http://www.fao.org), 2006). Η αντίστοιχη συνολική παραγωγή παγκοσμίως έφθασε στα 137 εκατομμύρια τόνους το 2005, ενώ η ευρωπαϊκή παραγωγή ανήλθε σε 53 εκατομμύρια τόνους ([www.fao.org](http://www.fao.org), 2006). Το κριθάρι χρησιμοποιείται σαν ζωοτροφή και στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών.

Το τριτικάλε είναι ακόμα ένα φυτό της οικογένειας Graminae το οποίο αξιοποιεί εδάφη με ακραίες τιμές φυσικοχημικών ιδιοτήτων του εδάφους και χρησιμοποιείται στην παραγωγή άρτου, νιφάδων δημητριακών καθώς και σαν ζωοτροφή αλλά και παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Χρησιμοποιείται επίσης ως φυτό για την παραγωγή βιοαιθανόλης

Οι μέσες αποδόσεις του σιταριού, κριθαριού και τριτικάλε σε σπόρο κυμαίνονται από 150 έως 800 kg/στρέμμα ενώ οι αντίστοιχες αποδόσεις σε βιοκαύσιμο κυμαίνονται από 36 έως 190 kg/στρέμμα ή από 45 έως 240 lt/στρέμμα.

5.2γ Ηλίανθος (*Helianthus annuus*)



Ο ηλίανθος, είναι ένα ετήσιο φυτό που ανήκει στην οικογένεια Compositae. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και θεωρείται σημαντικό φυτό για την Ελλάδα. Καλλιεργείται ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής κυρίως στο βόρειο-ανατολικό μέρος της χώρας και χρησιμοποιείται επίσης ως φυτό για την παραγωγή βιοντίζελ. Οι αποδόσεις του ηλίανθου σε σπόρο

κυμαίνονται μεταξύ 120 και 210 kg/στρέμμα ενώ οι αποδόσεις σε βιοκαύσιμο κυμαίνονται μεταξύ 40 και 70 kg/στρέμμα ή 43 και 76 lt/στρέμμα. Ο ηλίανθος πλεονεκτεί έναντι των άλλων ενεργειακών φυτών, όσον αφορά την χρησιμοποίηση του για την παραγωγή βιοντίζελ γιατί το κόστος παραγωγής είναι χαμηλό, το



ενεργειακό του ισοζύγιο είναι ιδιαίτερα θετικό, ενώ το θεσμικό του περιβάλλον είναι ευνοϊκότερο για B-D αντί της B-ETM.

#### 5.2δ Αραβόσιτος (*Zea mays*)



Ο αραβόσιτος είναι ένα ετήσιο φυτό που ανήκει στην οικογένεια Graminae. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και θεωρείται σημαντικό φυτό για την Ελλάδα. Η καλλιέργεια του αραβόσιτου είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση παρουσίασε μια μικρή αύξηση την τελευταία δεκαετία (2,1 εκατομμύρια στρέμματα το 1996 και 2,4 το 2005), με ετήσια παραγωγή 2,1 και 2,3 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα.

Οι μέσες αποδόσεις στην Ελλάδα σε σπόρο, ανέρχονται σε 900kg/στρέμμα, ενώ οι αντίστοιχες αποδόσεις σε βιοκαύσιμο ανέρχονται σε 213 kg/στρέμμα ή 270 lt/στρέμμα. Τα τελευταία χρόνια ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Σύμφωνα με τον FAO ([www.fao.org](http://www.fao.org), 2006), η παγκόσμια παραγωγή έφθασε τα 695 εκατομμύρια τόνους το 2005, καλλιεργούμενη σε 1471 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά, πάνω από 300 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής και 60 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη.

#### 5.2ε Βαμβάκι (*Gossypium hirsutum*)



Το βαμβάκι είναι ένα ετήσιο φυτό που ανήκει στην οικογένεια Malvaceae. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και αποτελεί ένα σημαντικό φυτό για την Ελλάδα και χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοντίζελ. Οι αποδόσεις του βαμβακιού σε σπόρο κυμαίνονται μεταξύ 120 και 160 kg/στρέμμα, ενώ οι αποδόσεις σε βιοκαύσιμο κυμαίνονται μεταξύ 17 και 23 kg/στρέμμα ή 18 και 25 lt./στρέμμα. Το βαμβάκι, μολονότι δεν αποτελεί την ιδανικότερη καλλιέργεια για χρήση ως πρώτη ύλη βιοντίζελ, έχει μακρά παράδοση στην Ελλάδα και συνδέεται άμεσα με έναν ανεπτυγμένο, κερδοφόρο κλάδο της Ελληνικής οικονομίας.

Ο ρόλος της βαμβακοκαλλιέργειας στην παραγωγή βιοκαυσίμων στην Ελλάδα είναι πολυσήμαντος και μπορεί να συνοψιστεί στα εξής:

Η βαμβακοκαλλιέργεια λαμβάνει σημαντική επιδότηση και χωρίς αυτήν δεν μπορεί να είναι ανταγωνιστική.

Δεν είναι η καταλληλότερη καλλιέργεια για την παραγωγή πρώτης ύλης βιοντίζελ, εντούτοις η βαμβακοκαλλιέργεια μπορεί να αξιοποιηθεί συνολικά ως προς τα προϊόντα και τα παραπροϊόντα της, ξεκινώντας από το παραγόμενο βαμβάκι, το βαμβακέλαιο, τη βαμβακόπιτα έως και τα στελέχη του ίδιου του φυτού (βιομάζα).

Επίσης, η καλλιέργεια αυτή είναι λιγότερο υδατοβόρα σε σχέση με άλλα ενεργειακά φυτά και ιδιαίτερα αποδοτική στα ελληνικά κλίματα.

Τα προϊόντα της καλλιέργειας, είτε ως βιομάζα είτε ως υγρά βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν αποδοτικά στον ενεργειακό τομέα και θα πρέπει να επιδιωχθεί ο χαρακτηρισμός τους ως ενεργειακή καλλιέργεια.

Τέλος, είναι επιτακτική η ανάγκη κεντρικού σχεδιασμού για την παραγωγή και διαχείριση του βαμβακιού. Ο σχεδιασμός, πρέπει να αποσκοπεί στη σωστή διάρθρωση του κλάδου και τη βιομηχανική εκμετάλλευση του συνόλου των προϊόντων και παραπροϊόντων βαμβακιού, έτσι ώστε τα προσεχή έτη αυτές οι καλλιέργειες να καταστούν κερδοφόρες ακόμη και χωρίς υψηλές επιδοτήσεις.

### 5.2στ Γλυκό σόργο (*Sorghum bicolor*)



Το γλυκό σόργο είναι ένα C<sub>4</sub> (με υψηλή φωτοσυνθετική ικανότητα) μονοετές φυτό που ανήκει στην οικογένεια Graminae. Έχει υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Μάλιστα, με σωστή άρδευση μπορούν να επιτευχθούν πολύ υψηλές αποδόσεις, ενώ όσον αφορά την αζωτούχο λίπανση, δεν έδειξε να επηρεάζει σημαντικά τις αποδόσεις.

Το γλυκό σόργο μπορεί να καλλιεργηθεί από τις βορειότερες ως τις νοτιότερες περιοχές τις Ελλάδας, σε εύφορα αλλά και υποβαθμισμένα εδάφη. Επί σειρά ετών το γλυκό σόργο καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα, με σκοπό τη μελέτη της παραγωγικότητας του σε διάφορους τύπους εδαφών (περιθωριακά και γόνιμα) καθώς και την επίδραση διαφόρων καλλιεργητικών τεχνικών στις τελικές αποδόσεις.

Οι μέσες αποδόσεις του γλυκού σόργου σε σπόρο ή χλωρή μάζα κυμαίνονται από 7000 έως 10000 kg/στρέμμα, ενώ οι αντίστοιχες αποδόσεις σε βιοκαύσιμο κυμαίνονται από 550 έως 790 kg/στρέμμα ή από 675 έως 900 lt/στρέμμα

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

### 5.2ζ Κυτταρινούχο σόργο (*Sorghum bicolor L*)

Το κυτταρινούχο σόργο είναι ετήσιο C<sub>4</sub> φυτό, με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα. 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. Επίσης, το κυτταρινούχο σόργο παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα το οποίο αποτελεί φαινόμενο που δημιουργεί σημαντικά προβλήματα στην καλλιέργεια του γλυκού σόργου. Τα υβρίδια του κυτταρινούχου σόργου που έχουν εξεταστεί είναι διασταυρώσεις του καρποδοτικού σόργου με το το σόργο σαρωθροποιίας. Στην Ελλάδα οι αποδόσεις σε ξηρό βάρος φτάνουν τους 3,5 τόνους ανά στρέμμα. Η εκτιμώμενη ενεργειακή απόδοση του φυτού μπορεί να κυμανθεί από 36 έως 63 GJ/στρέμμα ανά έτος.

Επίσης, το κυτταρινούχο σόργο μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χαρτοπολτού αλλά και για ενεργειακούς σκοπούς.

### 5.2η Κενάφ (*Hibiscus cannabinus*)



Το κενάφ είναι ένα ετήσιο φυτό με κυτταρίνες υψηλής ποιότητας. Τα στελέχη αποτελούνται από ένα κεντρικό δακτύλιο με ίνες μικρού μήκους και το φλοιό με ίνες μεγάλου μήκους. Από αυτές μπορεί να παραχθεί χαρτί ανώτερης ποιότητας. Είναι φυτό των τροπικών και υποτροπικών κλιμάτων και ευδοκμεί σε εδάφη αμμοπηλώδη, ουδέτερης αντίδρασης, καλά στραγγιζόμενα, με οργανική ουσία καλής ποιότητας. Μπορεί όμως να προσαρμοστεί σε ένα μεγάλο εύρος εδαφοκλιματικών συνθηκών.

Σύμφωνα με έρευνες του ΚΑΠΕ οι αποδόσεις του κενάφ σε ξηρή βιομάζα κυμάνθηκαν από 0,7 έως 2,4 τόνοι/στρέμμα. Οι υψηλότερες αποδόσεις αφορούν όψιμες ποικιλίες υψηλής πυκνότητας φύτευσης (30000 φυτά/στρέμμα). Η παραγωγή σπόρου ήταν δυνατή μόνο τις πρώιμες ποικιλίες (άνθιση στο τέλος Ιουλίου). Στις όψιμες ποικιλίες τα φυτά άνθισαν στο τέλος Σεπτεμβρίου και οι σπόροι δεν είχαν αρκετό χρόνο για να ωριμάσουν, με αποτέλεσμα η σποροπαραγωγή να καθίσταται αδύνατη (Alexorouliou, 2002 a,b,c). Στην Ελλάδα η συγκομιδή του κενάφ εντοπίζεται στο διάστημα από τον Νοέμβριο έως και τον Ιανουάριο ανάλογα με την τελική χρήση. Τότε τα στελέχη του φυτού δεν έχουν φύλλα (δεδομένου ότι τα φύλλα πέφτουν μετά από ένα παγετό) και η συγκομιδή μπορεί να πραγματοποιηθεί με μια συμβατική συλλεκτική μηχανή.

Η μέση θερμογόνο δύναμη του κενάφ είναι 18,6 MJ/kg ξηρής ουσίας. Η απόδοση σε ενέργεια βάσει του συγκεκριμένου ενεργειακού περιεχομένου είναι μεταξύ 15 και 33 GJ/στρέμμα/έτος.

Επίσης, εξετάζεται η παραγωγικότητα του κενάφ και η πιθανότητα χρήσης του, ως πρώτη ύλη για την παραγωγή χαρτοπολτού και για ενεργειακούς σκοπούς με διάφορα υβρίδια που καλλιεργούνται στην Ελλάδα και σε άλλες χώρες.

### 5.3 Πολυτεείς ενεργειακές καλλιέργειες

#### 5.3α Ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris*)



Τα ζαχαρότευτλα είναι ένας διετής τύπος τεύτλων που ανήκουν στην οικογένεια Chenopodiaceae. Καλλιεργούνται εμπορικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ριζών τους σε σάκχαρα. Οι ρίζες των τεύτλων περιέχουν μέχρι και 20% σάκχαρα (επί χλωρού βάρους), και είναι η δεύτερη πιο σημαντική πηγή σακχάρων μετά το ζαχαροκάλαμο (Duke 1983). Χρησιμοποιούνται κυρίως για παραγωγή ζάχαρης και για ζωοτροφή. Σύμφωνα με τον FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε τους 242 τόνους το 2005, καλλιεργούμενη σε 55 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά 5 εκατομμύρια στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις Η. Π. Α για 27 εκατομμύρια στρέμματα στην Ευρώπη. ([www.fao.org](http://www.fao.org), 2006).

Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα Σύμφωνα με στοιχεία του FAO, παρουσιάζεται μείωση της καλλιεργούμενης έκτασης από 480.000 το 2000 σε 420.000 στρέμματα το 2005, ενώ η αντίστοιχη παραγωγή μειώθηκε από 3 εκατομμύρια τόνους σε 2,4 εκατομμύρια τόνους. Οι μέσες αποδόσεις σε βιοκαύσιμα φθάνουν τα 475 kg/στρέμμα ή 600 lt/στρέμμα. Είναι αξιοσημείωτο, ότι αυτές οι αποδόσεις, είναι από τις υψηλότερες που παρατηρούνται στις ευρωπαϊκές χώρες ([www.fao.org](http://www.fao.org).2006).

Τα τελευταία χρόνια τα ζαχαρότευτλα χρησιμοποιούνται και σαν πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαιθανόλης.

### 5.3β Αγριοαγκινάρα (*Cynara cardunculus*)



Η αγριοαγκινάρα είναι ένα πολυετές φυτό (10-12 έτη) που καλλιεργείται παραδοσιακά σε κάποιες περιοχές της εύκρατης ζώνης και αποδίδει αρκετά μεγάλη παραγωγή βιομάζας. Είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρικό κλίμα των μεσογειακών χωρών. Επίσης, επειδή είναι χειμερινό φυτό δίνει το μέγιστο των αποδόσεων, ακόμη και χωρίς άρδευση, καθώς φθάνει στο μέγιστο της παραγωγής βιομάζας εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και του χειμώνα. Η καλλιέργεια της σε ξηρικά ή άγονα χωράφι αποδίδει από 1.200 έως και 1.600 κιλά ξηρής βιομάζας/στρέμμα ενώ σε ποτιστικά χωράφια αποδίδει περίπου από 2.000 έως και 2.500 κιλά ξηρής βιομάζας/στρέμμα. Τα πλεονεκτήματα της καλλιέργειας της αγριοαγκινάρας είναι σημαντικά και αφορούν κυρίως το περιβάλλον. Μπορούν να συνοψιστούν ως εξής:

1. Η εγκατάσταση της καλλιέργειας της αγριοαγκινάρας συμβάλλει στη μείωση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων και την κάλυψη των συνεχώς αυξανόμενων ενεργειακών αναγκών από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ασφαλείς και συμβατές με το περιβάλλον και κυρίως όσον αφορά τον περιορισμό του φαινομένου του θερμοκηπίου και τον περιορισμό των όξινων βροχών.

2. Τα χαμηλά επίπεδα λίπανσης της αγριοαγκινάρας συντελούν στη μείωση της νιτροποίησης που απειλεί πολλές περιοχές της χώρας με καλλιέργειες βαμβακιού, τεύτλων, καπνού, σιταριού και άλλων καλλιεργειών.

3. Η μεγάλη ανταγωνιστικότητα της αγριοαγκινάρας η οποία περιορίζει την ανάπτυξη των ζιζανίων και η ανθεκτικότητα της όσον αφορά τις ασθένειες και τα έντομα οδηγεί στη μείωση των φυτοφαρμάκων (μυκητοκτόνα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα)

4. Η γρήγορη ανάπτυξη της αγριοαγκινάρας μετά τις πρώτες βροχοπτώσεις του φθινοπώρου και η πλήρης κάλυψη του εδάφους συμβάλλει στη μείωση της διάβρωσης και ερημοποίησης, φαινόμενα που απειλούν αρκετές περιοχές της Μεσογείου.

5. Τέλος, η καλλιέργεια της αγριοαγκινάρας συντελεί στην αύξηση της εδαφικής γονιμότητας λόγω του εμπλουτισμού του εδάφους με οργανική ουσία.

Η ζιζανιοκτονία είναι απαραίτητη μόνο κατά το έτος εγκατάστασης της φυτείας. Στη συνέχεια, η μεγάλη φυλλική επιφάνεια της φυτείας δεν επιτρέπει στα ζιζάνια να αναπτυχθούν. Η καταλληλότερη εποχή συγκομιδής της αγριοαγκινάρας στην Ελλάδα, εντοπίζεται στο διάστημα από τέλη Ιουλίου έως αρχές Αυγούστου, όταν ξηρανθεί πλήρως, και πάντα πριν τη διάσπαση των σπόρων. Επειδή η υγρασία της φυτείας είναι πολύ χαμηλή αυτή την εποχή του έτους, συνίσταται η συγκομιδή να γίνεται το νωρίτερο δυνατό ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος πυρκαγιάς. Μετά τη συγκομιδή που γίνεται το καλοκαίρι αρχίζει ο νέος κύκλος με την έναρξη των βροχοπτώσεων και τη βλάστηση των υπόγειων οφθαλμών. Το φυτό παίρνει το σχήμα ρόδακα έως την επόμενη άνοιξη που αναπτύσσονται τα στελέχη. Αργότερα, αναπτύσσονται διακλαδώσεις στην κορυφή του φυτού και σχηματίζονται αρκετές κεφαλές ανά βλαστό. Το καλοκαίρι, τα υπέργεια μέρη του φυτού ξηραίνονται, ενώ τα υπόγεια, οι ρίζες και οι οφθαλμοί στη βάση του βλαστού διατηρούνται ζωντανά.

Σε πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην Ελλάδα, το τελικό ύψος του φυτού έφθασε τα 2,6 μέτρα (Dallanis, 1996). Επίσης, εκτιμάται ότι από ένα στρέμμα αγριοαγκινάρας μπορούν να παραχθούν 28 με 40 λίτρα βιοντίζελ.

Η θερμογόνο δύναμη για τα διάφορα μέρη του φυτού της αγριοαγκινάρας, κυμαίνεται από 3.474 kcal/kg, για τα φύλλα και τα βράκτια φύλλα και σε 5912 kcal/kg για τους σπόρους. Αυτό συμβαίνει λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των σπόρων σε έλαια. Σημαντικές διαφορές στη θερμογόνο δύναμη παρουσιάζονται ανάμεσα στα διάφορα μέρη του φυτού. Τα φύλλα τα οποία έχουν μικρή θερμογόνο δύναμη, παρουσιάζουν μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα (περίπου 14%). Στα υπόλοιπα φυτικά μέρη, το ποσοστό της τέφρας κυμαίνεται από 3,3% έως 5,3%. Με βάση τη θερμογόνο δύναμη των διαφόρων φυτικών τμημάτων και τις αντίστοιχες αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα το ενεργειακό περιεχόμενο της καλλιέργειας, ανάλογα με τις καλλιεργητικές τεχνικές, ποικίλει από 18 έως 27 GJ/στρέμμα το έτος.

### 5.3γ Καλάμι (*Arundo donax*)



Το καλάμι ανήκει στα αγροστώδη πολυετή φυτά με C<sub>3</sub> φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα, μπορεί όμως να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα. Συναντάται κυρίως κοντά σε ποτάμια και λίμνες και γενικά σε αγρούς με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί και σε ευρεία κλίμακα εδαφικών και κλιματικών συνθηκών και θεωρείται ένα πολύ δυναμικό φυτό

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

Σημαντική διακύμανση στις αποδόσεις παρατηρήθηκε για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης που εφαρμόστηκαν. Είναι προφανές, ότι τα υψηλά επίπεδα άρδευσης οδήγησαν στην επίτευξη των υψηλότερων αποδόσεων. Είναι ενδεικτικό ότι η αζωτούχος λίπανση δεν διαφοροποίησε σημαντικά τις αποδόσεις. Η καταλληλότερη εποχή συγκομιδής για το καλάμι, είναι σε άμεση συνάρτηση με τις

κλιματολογικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής και εντοπίζεται στο διάστημα από τα τέλη του φθινοπώρου έως τα τέλη του χειμώνα.

Η μέση θερμογόνος αξία του φυτού ανέρχεται σε 18 MJ/kg ξηρής ουσίας και η περιεκτικότητά σε τέφρα 6,9% σε ξηρή βάση. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις και τις αποδόσεις σε ξηρό βάρος, που έχουν επιτευχθεί ως σήμερα, εκτιμάται ότι, κατά μέσο όρο, το ενεργειακό δυναμικό του καλαμιού μπορεί να φτάσει τα 18 με 36 GJ/στρέμμα το έτος.

Από τις αναλύσεις του καυσίμου και κυρίως από τα επίπεδα του καλίου, του νατρίου και χλωρίου, προέκυψε ότι οι ιδιότητες του προσομοιάζουν με εκείνες του άχυρου και επομένως οι τεχνολογίες θερμοχημικής μετατροπής του άχυρου είναι οι πλέον κατάλληλες για το φυτό αυτό. Ως πιθανές χρήσεις του φυτού εξετάζονται η παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας, χαρτοπολτού και δομικών υλικών.

### 5.3δ Μίσχανθος (*Miscanthus giganteus*)



Ο μίσχανθος είναι ένα αγροστόδες, πολυετές, ριζωματώδες φυτό, που κατάγεται από τις χώρες της νοτιοανατολικής Ασίας και καλλιεργείται στην Ευρώπη, εδώ και πολλά χρόνια, ως καλλωπιστικό φυτό. Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές αποδόσεις σε χλωρή και ξηρή ουσία, χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και ανθεκτικότητα σε ασθένειες και παθογόνα. Επιπλέον, παρουσιάζει υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού και νιτρικών. Στη νότια Ευρώπη και ειδικότερα στην Ελλάδα, παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα, έχει καλές αποδόσεις και η περιεκτικότητά του σε υγρασία είναι σχετικά χαμηλή.

Οι αποδόσεις του μίσχανθου διαφοροποιούνται ανάλογα με την περιοχή και τις κλιματικές συνθήκες. Μία γενική εκτίμηση είναι ότι οι αποδόσεις αυξάνουν σημαντικά από το δεύτερο έτος μετά την εγκατάσταση. Στη χώρα μας, από τα μέχρι τώρα δεδομένα που συλλέχθηκαν από τα σχετικά πειράματα, προέκυψε ότι ο μέσος όρος ύψους της φυτείας φτάνει τα 3 μέτρα και η παραγωγή ξηρής ουσίας κυμάνθηκε από 0,8 έως 3 τόνους/στρέμμα το έτος. Η άρδευση αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την επίτευξη της μέγιστης παραγωγής. Η εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου δεν επηρέασε την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή βιομάζας, αν και σχετικά καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με υψηλά επίπεδα λίπανσης. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, όταν η καλλιέργεια δεν αρδεύεται, η ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνεται και οι αποδόσεις μειώνονται σημαντικά. Ευνοϊκή περίοδος, για τη συγκομιδή του μίσχανθου, θεωρείται το διάστημα από τέλη Νοεμβρίου έως και τέλη Φεβρουαρίου, όταν το φυτό ξηραίνεται με φυσικό τρόπο στον αγρό.

Σύμφωνα με αναλύσεις δειγμάτων μίσχανθου τα στελέχη έχουν υψηλή θερμιδική αξία (18MJ/kg ξηρού βάρους). Η περιεκτικότητα σε τέφρα των στελεχών (μέση τιμή 1,64% επί του ξηρού βάρους) είναι σχετικά χαμηλή, αυξάνοντας τη θερμιδική της αξία. Τα φύλλα είναι κατώτερης ποιότητας καύσιμο λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητάς τους σε τέφρα (μέση τιμή 7,66% επί του ξηρού βάρους). Όσον αφορά στην απόδοση σε ενέργεια το εκτιμώμενο εύρος βάσει των αποδόσεων κυμαίνεται από 18 έως 27 GJ/στρέμμα το έτος.

Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται η πιθανότητα χρησιμοποίησης του μίσχανθου, ως ενεργειακής καλλιέργειας αλλά και για την κατασκευή δομικών υλικών.

### 5.3ε Ευκάλυπτος (*Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus camaldulensis*)



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

Στην Ελλάδα, βάσει της έρευνας προσαρμοστικότητας, που έχει πραγματοποιηθεί (Mefro1969, Πανέτσος 1975, Μαντζίρης 1980, Dalanis et al 1996), παρατηρείται ότι το καταλληλότερο είδος ευκάλυπτου, που πληρεί τις προδιαγραφές των ενεργειακών καλλιεργειών, είναι ο *Eucalyptus camaldulensis*, γιατί παρουσιάζει:

1. μεγαλύτερη ικανότητα προσαρμογής σε διάφορα μικροπεριβάλλοντα, σε σχέση με τα άλλα είδη ευκαλύπτου
2. ταχεία αύξηση
3. εύκολη πρεμνοβλάστηση μετά από κοπή, οποιαδήποτε εποχή του έτους και
4. μεγάλη παραγωγικότητα σε βιομάζα

Οι αποδόσεις σε βιομάζα κυμαίνονται ανάλογα με το είδος, το γενετικό υλικό το περιβάλλον και την ποιότητα του εδάφους. Σε παλαιότερες έρευνες κυμάνθηκαν από 0,4 έως 2 τόνους/χρόνο και στρέμμα σε ξηρή ουσία (Πανέτσος 1998). Και τα δύο είδη πάντως σε όξινα εδάφη επέδειξαν ευρωστία και υψηλή παραγωγικότητα, η δε ανάπτυξη τους συνεχιζόταν καθ' όλη τη διάρκεια του έτους (Dallanis and Djouras,1997). Σε πειραματικές εφαρμογές αρδευόμενου *E. camaldulensis* διαχειριζόμενου με διετή περίτροπο χρόνο, απέδωσε κατά μέσο όρο τριών διαδοχικών περιτρόπων 64 τόνους /εκτάριο και έτος και 28 τόνους/εκτάριο και έτος, χλωρής βιομάζας και ξηρής ουσίας, αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε αύξηση των αποδόσεων ξηρής ουσίας κατά τη συγκομιδή του τρίτου περίτροπου χρόνου κατά 46% σε σχέση με το δεύτερο περίτροπο χρόνο. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 1000 και 2000 φυτά ανά στρέμμα. Στο τέλος του τρίτου διετούς περίτροπου χρόνου οι αποδόσεις σε ξηρά ουσία κατέγραψαν υψηλές τιμές 25 και 4 τόνων/στρέμμα και έτος. Όσον αφορά στις επεμβάσεις άρδευσης και λίπανσης, παρότι το είδος φυόμενο σε γόνιμο γεωργικό έδαφος ανταποκρίνεται θετικά, η επίδραση τόσο της άρδευσης όσο και της λίπανσης επί των αποδόσεων ξηρής ουσίας δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Με βάση τις αποδόσεις του ευκαλύπτου σε ξηρή βιομάζα και την αντίστοιχη θερμογόνο δύναμη, το εκτιμώμενο ενεργειακό δυναμικό κυμαίνεται μεταξύ 35 και 58 GJ/στρέμμα και έτος.

Επίσης, ο ευκάλυπτος μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας και ως αξιόλογη πρώτη ύλη για την παραγωγή χαρτοπολτού.

### 5.3στ Ψευδακακία (*Robinia pseudacacia*)



Η ψευδακακία είναι φυτό ψυχανθές, πολυετές, δενδρώδες, που χαρακτηρίζεται από ταχύτατη ανάπτυξη του υπέργειου τμήματος, σημαντική παραγωγή βιομάζας και εξαιρετική αναβλάστηση μετά την κοπή. Το ενδιαφέρον για την ψευδακακία αυξάνει τόσο στην Ευρώπη, όσο και στην Ασία. Στη διάρκεια μιας 20ετίας, οι αναδασωμένες με ψευδακακία εκτάσεις, στις δύο αυτές περιοχές, αυξήθηκαν από 3.370.000 στρέμματα σε 18.900.000, χωρίς να περιλαμβάνεται η Κίνα (Keresztesi,1990). Η ψευδακακία, εξ' αιτίας του ταχύτατου ρυθμού ανάπτυξης, της υψηλής πυκνότητας του ξύλου και της χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, σε σχέση με άλλα είδη, θεωρείται πολύ παραγωγικό φυτό σε βιομάζα.

Στην Ελλάδα, πραγματοποιήθηκαν πειράματα, των οποίων τα αντικείμενα μελέτης ήταν η προσαρμοστικότητα και η παραγωγικότητα του φυτού σε διάφορες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Εξετάστηκε επίσης η επίδραση διαφορετικών επιπέδων λίπανσης, άρδευσης και πυκνοτήτων φύτευσης στις αποδόσεις του φυτού σε βιομάζα. Από πειραματικές καλλιέργειες του ΚΑΠΕ ελήφθησαν αποδόσεις ξηρής ουσίας κατά τον πρώτο περίτροπο χρόνο 0,5 και 0,8 τόνους /στρέμμα και έτος σε άγονο και γόνιμο έδαφος αντίστοιχα. Στο δεύτερο περίτροπο, οι αποδόσεις αυξήθηκαν στο γόνιμο έδαφος, ενώ μειώθηκαν στο άγονο. Στο τρίτο περίτροπο ο μέσος όρος των αποδόσεων στο γόνιμο έδαφος έφθασε τους 1,7 τόνους ξηρής ουσίας/στρέμμα ανά έτος. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 1000 και 2000 φυτά ανά στρέμμα κατά την εγκατάσταση, ενώ ο περίτροπος χρόνος 2 έτη.

Το ενεργειακό δυναμικό της ψευδακακίας είναι τυπικό των πλατύφυλλων φυτών της εύκρατης ζώνης και κυμαίνεται, για το ξύλο της, γύρω στα 17,8 MJ/kg με αντίστοιχη απόδοση που κυμαίνεται μεταξύ 14 και 23 GJ/ στρέμμα ανά έτος.

Επίσης, η ψευδακακία μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας.

### 5.3ζ Switchgrass (*Panicum virgatum*)



Είναι ένα πολυετές C4, αγροστώδες φυτό. Συναντάται, κυρίως, στη βόρεια και κεντρική Αμερική αλλά επίσης έχει βρεθεί στη νότια Αμερική και στην Αφρική. Το ριζικό του σύστημα μπορεί να ξεπεράσει τα 3 μέτρα σε βάθος. Σχηματίζει λεπτά ριζώματα και από τους οφθαλμούς τους εκπτύσσονται, νωρίς την άνοιξη, αρκετά λεπτά στελέχη διαμέτρου 10 χιλιοστών. Κάτω από κατάλληλες συνθήκες μπορεί να φτάσει σε ύψος 2,5 μέτρων. Η εγκατάσταση του φυτού γίνεται με σπόρους και στην Ελλάδα λαμβάνει χώρα το Μάιο όταν η θερμοκρασία του εδάφους ξεπεράσει τους 10-15<sup>0</sup>C. Η σπορά δε πρέπει να γίνεται σε βάθος μεγαλύτερο του 1cm και η συνιστώμενη πυκνότητα της φυτείας είναι 200-300 φυτά ανά m<sup>2</sup>.

Η αναβλάστηση νέων στελεχών από τους οφθαλμούς των ριζωμάτων γίνεται το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Μαρτίου κάθε έτους. Οι νεαροί βλαστοί είναι ευαίσθητοι στους παγετούς. Εντούτοις το φυτό έχει την ικανότητα να



αναβλαστάνει ακόμα και μετά από σημαντικές νεκρώσεις βλαστών λόγω χαμηλών θερμοκρασιών. Παρουσιάζει ταχύ ρυθμό ανάπτυξης που μπορεί να ξεπεράσει τα 15mm την ημέρα σε ύψος. Η άνθιση λαμβάνει χώρα μεταξύ τέλους Ιουλίου και αρχών Αυγούστου. Παράγει πολύ μικρούς σπόρους με βάρος 1000 σπόρων μεταξύ 0,7έως 2g. Στη συνέχεια παρατηρείται μείωση της υγρασίας των φυτικών ιστών και μέχρι τον Ιανουάριο έχει κατέλθει περίπου στο 25%. Καταλληλότερη εποχή συγκομιδής είναι το χρονικό διάστημα από τέλη Νοεμβρίου έως και τον Ιανουάριο (Alexoroulou, 2002). Η καλλιέργεια του switchgrass παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα:

1. Μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμα και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτονία).
2. Οι αρδευτικές ανάγκες του φυτού είναι χαμηλές καθώς χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού.

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

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

Επίσης, το switchgrass χρησιμοποιείται στην παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων καθώς και σε βιομηχανικές πρώτες ύλες.

#### 5.4 Λοιπές ενεργειακές καλλιέργειες

##### 5.4α Σόγια (*Glycine max*)

Η σόγια είναι μία από τις παλαιότερες μονοετείς καλλιέργειες, ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών φυτών και κατάγεται από την ανατολική Ασία. Το σογιέλαιο αποτελεί το 19,5% του σπόρου. Η σόγια αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη μετά το καλαμπόκι σοδειά των Η.Π.Α., που είναι η πρώτη χώρα σε παραγωγή, ενώ κατά σειρά ακολουθούν η Κίνα, η Βραζιλία και η Αργεντινή. Σήμερα η Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει μόνο το 5% της σόγιας που χρειάζεται για την κάλυψη των αναγκών της σε όλους τους τομείς (κυρίως κτηνοτροφία), ενώ το 95% (15 εκατομμύρια τόνοι) εισάγεται.

Στη χώρα μας είχε καλλιεργηθεί παλαιότερα και είχε μέση απόδοση σε σπόρο 400 κιλά ανά στρέμμα (ελάχιστη 100-400 κιλά ανά στρέμμα). Σύμφωνα με αυτά τα δεδομένα, πρέπει να αναμένεται μέγιστη παραγωγή σε βιοέλαιο περίπου 70-80 lt/στρέμμα.

##### 5.4β Λινάρι (*Linus usitatissimum*)

Το λινάρι είναι μονοετής καλλιέργεια και κατάγεται από τη Μεσόγειο. Οι Αιγύπτιοι το χρησιμοποιούσαν για την ενδυμασία τους.

Σήμερα καλλιεργείται κυρίως στην Ευρώπη, τον Καναδά, την Αργεντινή και τις Η.Π.Α. για την ίνα και το σπόρο του. Στην Ελλάδα είχε πρωτοκαλλιεργηθεί λινάρι

τον 5<sup>ο</sup> αιώνα π.Χ. ενώ σήμερα δε καλλιεργείται. Οι μέσες αποδόσεις είναι περίπου 150-200 κιλά σπόρος στο στρέμμα και ο σπόρος του περιέχει 34-37% έλαιο. Στις Η.Π.Α. επιτυγχάνονται παραγωγές σε σπόρο έως 400 κιλά ανά στρέμμα.

#### 5.4γ Σουσαμιά (*Sesamum indicum*)

Η σουσαμιά είναι μονοετές φυτό και ο σπόρος του περιέχει μέχρι 50% έλαιο. Το φυτό καλλιεργούταν από τους Πέρσες από το 4.000 π.Χ.

Σήμερα, καλλιεργείται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές κυρίως στην Ινδία, την Κίνα, το Σουδάν, το Μεξικό και τη Γουατεμάλα. Οι στρεμματικές αποδόσεις κυμαίνονται από 150-200 κιλά. Στην Ελλάδα δε καλλιεργείται πλέον.

#### 5.4δ Ρετινολαδιά (*Ricinus communis*)

Η ρετινολαδιά είναι ένα πολυετές αλλά καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό επειδή είναι πολύ ανθεκτικό στον παγετό. Στα τροπικά κλίματα μπορεί ως και τα 12 μέτρα ύψος. Οι σπόροι, οι βλαστοί και τα φύλλα είναι δηλητηριώδη. Καλλιεργείται από την αρχαιότητα στην Ινδία για τους σπόρους του οι οποίοι περιέχουν 40-60% έλαιο.

Η παγκόσμια παραγωγή σε ρετινόλαδο ή κικινέλαιο ανέρχεται στον 1.000.000 τόνους. Οι χώρες με την μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Ινδία, η Κίνα, η Βραζιλία και η πρώην Ε.Σ.Σ.Δ.

Το έλαιο της ρετινολαδιάς χρησιμοποιείται και ως λιπαντικό μηχανών αεροπλάνων και πλοίων. Στην Ελλάδα έχει πραγματοποιηθεί επιστημονική έρευνα για το φυτό ως εναλλακτική λύση στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στη νότια Ελλάδα. Οι αποδόσεις σε σπόρο όταν το φυτό καλλιεργείται ως ετήσιο φθάνουν μέχρι και 270 kg/στρέμμα.

#### 5.4ε Αραχίδα (*Arachis hypogaea*)

Η αραχίδα είναι μονοετής καλλιέργεια και κατάγεται από τη Βραζιλία. Οι Ίνκας καλλιεργούσαν το φυτό από το 3000 π.Χ. Στην Ευρώπη ήρθε από τους πρώτους Ισπανούς και Πορτογάλους εξερευνητές και στη συνέχεια διαδόθηκε στις υπόλοιπες χώρες. Σε πολλές χώρες, όπως η Κίνα, η Ινδία, η Δυτική Αφρική, η Ιαπωνία, η Κορέα και οι Η.Π.Α είναι ένα από τα κυριότερα ελαιούχα φυτά μεγάλης καλλιέργειας.

Στην Ελλάδα όπως και σε όλες τις μεσογειακές χώρες όπου ευδοκίμει η ελιά, η αραχίδα χάνει τη σημασία της ως πηγή βρώσιμου ελαίου, επειδή η υπεροχή του ελαιολάδου είναι μεγάλη. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται περίπου 45.000 στρέμματα, μολονότι οι συνθήκες της χώρας μας είναι ιδανικές για την αραχίδα.

Τα σπέρματα της αραχίδας περιέχουν 48 – 58% έλαιο και η απόδοση της καλλιέργειας σε βιοκαύσιμο ξεπερνά τα 100 λίτρα ανά στρέμμα.

#### 5.4στ Ατρακτυλίδα (*Carthamus tinctorius*)

Η ατρακτυλίδα είναι ένα ετήσιο φυτό, που κατάγεται από την Ινδία και τη Βόρεια Αφρική και καλλιεργείται για τους ελαιούχους σπόρους της. Η περιεκτικότητα του σπόρου σε έλαιο κυμαίνεται από 32 έως 40%. Καλλιεργείται στην Ινδία, το Πακιστάν, το Αφγανιστάν, το Ιράν, τη Βόρεια Αφρική και την Αυστραλία. Στις Η.Π.Α καλλιεργούνται περίπου 1 εκατομμύριο στρέμματα. Στην Ελλάδα έχει καλλιεργηθεί δοκιμαστικά.

#### 5.5 Εγκατάσταση και διαχείριση βιομάζας από ενεργειακές καλλιέργειες

##### 5.5α Κριτήρια επιλογής της κατάλληλης ενεργειακής καλλιέργειας σε μια περιοχή

Τα κριτήρια επιλογής της κατάλληλης ενεργειακής καλλιέργειας σε μια περιοχή είναι τα εξής:

1. Η προσφορά και ζήτηση. Ο παραγωγός ή ο επενδυτής θα πρέπει να βεβαιωθεί ότι υφίσταται αγορά και συνεπώς ζήτηση για βιομάζα από τις συγκεκριμένες ενεργειακές καλλιέργειες.

2. Η προσαρμογή στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Για παράδειγμα, συνίσταται να αποφευχθούν περιοχές με έντονες κλίσεις όπου η εγκατάσταση και η συγκομιδή θα είναι δύσκολες. Σημαντικό ρόλο κατέχει και η ισορροπία μεταξύ βροχόπτωσης και αποστράγγισης στην ευρύτερη περιοχή.

3. Οι επιδράσεις στα τοπία. Ο παραγωγός ή επενδυτής πρέπει να εξετάσει πώς μία αλλαγή στα καλλιεργούμενα φυτά θα επηρεάσει την εικόνα του τοπίου. Για παράδειγμα, πολλές ενεργειακές καλλιέργειες είναι υψηλότερες από τις αροτραίες και συνεπώς πιο ορατές.

4. Η ευκολία προσαρμογής στο υπάρχον σύστημα εναλλαγής καλλιεργειών.

5. Οι σταθερές αποδόσεις (ποσοτικά και ποιοτικά) που να προσφέρουν ανταγωνιστικό εισόδημα έναντι των παραδοσιακών καλλιεργειών.

6. Το θετικό ενεργειακό ισοζύγιο εισροών-εκροών (καθαρό ενεργειακό κέρδος).

7. Οι καλλιεργητικές τεχνικές να είναι συμβατές με τις αρχές της αειφόρου γεωργίας.

8. Η ανθεκτικότητα σε εχθρούς και ασθένειες. Το είδος και η φύση των τοπικών φυτικών εχθρών και ασθενειών θα επηρεάσουν την επιλογή του φυτού.

9. Η χρήση των υπαρχόντων μηχανημάτων (κυρίως για την συγκομιδή) ή μικρές μετατροπές αυτών.

10. Η διαθεσιμότητα κατάλληλου γενετικού υλικού (σπόροι, ριζώματα).

##### 5.5β Σχεδιασμός καλλιέργειας

Ο σχεδιασμός της καλλιέργειας εξαρτάται από το καλλιεργούμενο είδος. Μία σωστά σχεδιασμένη παραγωγή πρέπει να λάβει υπόψη πολλούς παράγοντες:

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

2. Η ευκολία συγκομιδής είναι μια ακόμη σημαντική παράμετρος. Η πυκνότητα των φυτών, η απόσταση μεταξύ των γραμμών και η προσβασιμότητα του χωραφιού είναι κρίσιμοι παράγοντες.

3. Υπάρχουν διαθέσιμες πληροφορίες για την καλύτερη πρακτική συγκομιδής για κάθε φυτό. Με δεδομένο ότι πολλά από αυτά τα φυτά είναι νέα για την ελληνική γεωργία οι πληροφορίες αυτές πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη.

4. Τέλος, ο παραγωγός δεν πρέπει να αποτρέψει τη δημόσια πρόσβαση στο αγρόκτημα μέσω της νομικής ή άλλης οδού

#### 5.5γ Προετοιμασία του εδάφους

Για την επιτυχία μιας νέας καλλιέργειας, ο παραγωγός θα πρέπει να προετοιμάσει τη γη προσεκτικά και να προβεί στις απαραίτητες ενέργειες;

1. Όλα τα φυτά χρειάζονται ζιζανιοκτόνα στη φάση εγκατάστασης.

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

3. Η καλλιέργεια ετήσιων φυτών απαιτεί μεγαλύτερη χρήση ζιζανιοκτόνων συγκριτικά με την καλλιέργεια πολυετών φυτών.

#### 5.5δ Εγκατάσταση

Όπως σε όλες τις συμβατικές καλλιέργειες, η επιλογή της περιοχής εγκατάστασης γίνεται μόνο όταν υπάρχει διαθέσιμη αγορά και έχει επιβεβαιωθεί η οικονομική βιωσιμότητα των καλλιεργειών. Επίσης, η εισαγωγή ενεργειακών καλλιεργειών σε μια περιοχή καταλαμβάνει ένα μικρό ποσοστό των διαθέσιμων γαιών.

#### 5.5ε Αποθήκευση

Η αποθήκευση της βιομάζας των πολυετών ενεργειακών καλλιεργειών είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση υλικού σε όλη τη διάρκεια του χρόνου, καθώς ο χρόνος συγκομιδής δεν ταυτίζεται με το χρόνο χρήσης του προϊόντος. Η αποθήκευση του υλικού μπορεί να γίνει στην ίδια τη φυτεία ή σε κάποιο άλλο σημείο του αγροκτήματος, ή σε κάποιο ενδιάμεσο σημείο, ή και στη μονάδα παραγωγής ενέργειας. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις εγκαταστάσεις αποθήκευσης, οι οποίες σχετίζονται με την ποσότητα του υλικού, τον τύπο αποθήκευσης (εσωτερικές ή εξωτερικές) και την πρόσβαση των οχημάτων. Η βιομάζα μπορεί να αποθηκευτεί σε μορφή ψιλοτεμαχισμένου υλικού (διαφόρων διαστάσεων) μπάλας, δεματίου ή συσσωματώματος (pellets).

Τα δεμάτια συνήθως αποθηκεύονται σε απλές εσωτερικές εγκαταστάσεις, οι οποίες είτε σκεπάζονται με κάποιο πλαστικό είτε όχι. Γενικά συνίσταται η κάλυψη

με αδιάβροχο πλαστικό υλικό για να αποφευχθούν αυξομειώσεις της θερμοκρασίας. Το ψιλοτεμαχισμένο και συμπιεσμένο υλικό, καθώς και οι μπάλες αποθηκεύονται αποτελεσματικότερα σε στεγασμένες εγκαταστάσεις, αλλά μπορούν να αποθηκεύονται και υπαίθρια. Σπάνια αποθηκεύονται σε ειδικές εγκαταστάσεις όπως είναι τα σιλό διαφόρων τύπων.

Οι συνθήκες αποθήκευσης και ειδικά η υγρασία του υλικού καθορίζουν τη ποιότητά του. Αν η θρυμματισμένη βιομάζα είναι ιδιαίτερα υγρή υπάρχει κίνδυνος η θερμοκρασία της να ανέβει ταχύτατα (λόγω έντονης ανάπτυξης μικροβιακής δραστηριότητας) και να αποσυντεθεί. Αυτό οδηγεί σε απώλεια ξηρής ουσίας, απώλεια ενεργειακού περιεχομένου, κίνδυνο για την δημόσια υγεία με τη διασπορά σπορίων διαφόρων μικροοργανισμών και κίνδυνο πυρκαγιάς.

### 5.5στ Μεταφορά

Το μέγεθος της μονάδας παραγωγής των βιοκαυσίμων ή βιοενέργειας και η απόσταση από το τόπο παραγωγής της βιομάζας καθορίζουν τον αριθμό των φορτηγών που απαιτούνται κάθε ημέρα. Μια μέση ακτίνα 20-40 χιλιομέτρων θεωρείται ικανοποιητική, ώστε να περιοριστεί το κόστος μεταφοράς και τα κυκλοφοριακά προβλήματα. Μονάδες μικρού μεγέθους, που βρίσκονται κοντά στις φυτείες, μπορούν να εξυπηρετηθούν με απλούς ελκυστήρες και πλατφόρμες. Ωστόσο, σε μεγαλύτερες μονάδες θα πρέπει να γίνει εποχιακή χρήση φορτηγών, ώστε να εξασφαλιστεί η συνεχής τροφοδοσία της μονάδας.

Σημαντική είναι επίσης η μορφή με την οποία θα μεταφερθεί η βιομάζα. Κρίνεται σκόπιμο η βιομάζα να μεταφέρεται σε εξευγενισμένη μορφή (δέματα, pellets), έτσι ώστε να διευκολύνονται οι συνθήκες μεταφοράς. Η τελική επιλογή θα εξαρτηθεί από το σημείο που είναι ευκολότερο να πραγματοποιηθεί ο εξευγενισμός της βιομάζας, στο πεδίο συγκομιδής/συλλογής ή κοντά στη μονάδα ενεργειακής επεξεργασίας.

### 5.5ζ Συγκομιδή

Η συγκομιδή των ενεργειακών καλλιεργειών και ο χρόνος στον οποίο πραγματοποιείται η συγκομιδή διαφέρουν αρκετά σε σχέση με τις συμβατικές καλλιέργειες. Η σταθερή παροχή πρώτης ύλης κατά τη διάρκεια του χρόνου λειτουργίας της μονάδας παραγωγής βιοενέργειας ή βιοκαυσίμων θεωρείται κρίσιμος παράγοντας για τη βιωσιμότητά τους. Η επιλογή του σωστού συνδυασμού των ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί να βοηθήσει σε αυτό με ανάλογη κλιμάκωση του χρόνου συγκομιδής και ταυτόχρονη μείωση των αναγκών σε αποθηκευτικό χώρο. Τέλος, διαφορές μεταξύ ενεργειακών και συμβατικών καλλιεργειών παρατηρούνται και στις μεθόδους συγκομιδής καθώς και στον απαιτούμενο εξοπλισμό (μηχανήματα).

Πίνακες 8 & 9: Προσβολές εντόμων σε ενεργειακά φυτά παραγωγής βιοντίζελ - βιοαιθανόλης

| <i>Εχθροί</i><br><i>Φυτά</i> | <b>Βαμβάκι</b>             | <b>Αραβόσιτος</b>     | <b>Ηλίανθος</b>       | <b>Ελαιοκράμβη</b>       |
|------------------------------|----------------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------------|
| Lepidoptera                  | Helicoverpa armigera       | Helicoverpa armigera  | Homoeosoma electellum | Pieris brassicae         |
| Lepidoptera                  | Platyedra gossypiella      | Oscinella frit        |                       |                          |
| Lepidoptera                  | Spodoptera litoralis       | Pyrausta nubilalis    |                       |                          |
| Lepidoptera                  | Laphygma exigua            | Sesamia nonagrioides  |                       |                          |
| Lepidoptera                  | Prodenia litura            |                       |                       |                          |
| Coleoptera                   | Anthonomus grandis         | Tanymecus dilaticolis | Agriotes sputator     | Psylliodes chrysocephala |
| Coleoptera                   |                            | Chaetocnema aridula   | Agriotes obscurus     |                          |
| Coleoptera                   |                            | Phyllotreta vittula   | Agriotes ustulatus    |                          |
| Hemiptera                    | Aphis gossypii             | Diabrotica virgifera  |                       | Aphis fabae              |
| Hemiptera                    | Myzus persicae             |                       |                       | Brachycaudus helichrysi  |
| Hemiptera                    | Macrosiphum euphorbiae     |                       |                       |                          |
| Hemiptera                    | Frankliniella occidentalis |                       |                       |                          |
| Hemiptera                    | Rhopalosiphum sp.          |                       |                       |                          |
| Thysanoptera                 | Frankliniella occidentalis |                       |                       |                          |
| Diptera                      |                            |                       | Tipula paludosa       |                          |
| Acarea                       |                            |                       |                       | Tetranychus spp          |

| <i>Εχθροί</i> | <i>Φυτά</i>          | <b>Ζαχαρότευτλα</b> | <b>Ζαχαρούχο Σόργο</b> | <b>Σιτάρι</b><br><b>Κριθάρι</b> |
|---------------|----------------------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| Lepidoptera   | Agrotis segetum      |                     | Corn Earworm           |                                 |
| Lepidoptera   |                      |                     | Diatraea saccharalis   |                                 |
| Coleoptera    | Cassida nebulosa     |                     |                        | Zabrus tenebrioides             |
| Coleoptera    | Cassida nobilis      |                     |                        | Lema melanopus                  |
| Coleoptera    | Cassida seraphina    |                     |                        |                                 |
| Coleoptera    | Atomaria linearis    |                     |                        |                                 |
| Hemiptera     | Aphis fabae          |                     | Calocoris angustatus   | Aelia rostrata                  |
| Hemiptera     | Lygus pratensis      |                     | Creontiades pallidus   | Eurygaster maura                |
| Hemiptera     | Calocoris norvegicus |                     | Eurystylus oldi        | Eurygaster austriaca            |
| Diptera       | Pegomyia hyoscyami   |                     |                        |                                 |
| Nematoda      | Globodera schachtii  |                     |                        |                                 |
| Collemboles   | Onychiurus spp       |                     |                        |                                 |
| Tylenchida    | Meloidogyne spp      |                     |                        |                                 |

Πρακτικά Ημερίδας "Προοπτικές ανάπτυξης βιοκαυσίμων"

### 5.6 Προϋποθέσεις για τη βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα

Οι προοπτικές ανάπτυξης των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα είναι θετικές. Ωστόσο πρέπει να τηρούνται κάποιες προϋποθέσεις για την βιωσιμότητα τους και είναι οι εξής:

1. Προοπτικές αποδέσμευσης διαφόρων διαθέσιμων εκτάσεων και η χωροταξική διανομή.
2. Η επιβεβαίωση των θετικών αποτελεσμάτων διαφόρων πειραματικών καλλιεργειών.
3. Η συντονισμένη και αποτελεσματική εφαρμογή της «συμβολαιακής γεωργίας».
4. Η αξιοποίηση της πλέον σύγχρονης τεχνολογίας παραγωγής βιοκαυσίμων.

5. Η αξιολόγηση της ίδρυσης μικρών αποκεντρωμένων μονάδων βιοενέργειας.

6. Η συμμετοχή των φορέων των αγροτών στην παραγωγή και διάθεση των βιοκαυσίμων.

7. Η διερεύνηση των κινδύνων και απειλών από αντίστοιχες ενεργειακές καλλιέργειες γειτονικών χωρών.

8. Η βελτίωση του υφιστάμενου νομοθετικού και φορολογικού πλαισίου.

### 5.7 Πλεονεκτήματα εγκατάστασης ενεργειακών καλλιεργειών

#### 5.7α Περιβαλλοντικά

##### **1. Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου**

Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα που είναι ουδέτερη σε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα καθώς και η ποσότητα αυτού που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση.

##### **2. Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους**

Το πλούσιο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των ενεργειακών καλλιεργειών (ειδικά των πολυετών), ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους και βελτιώνει τη δομή του.

##### **3. Διαχείριση του νερού**

Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξή τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Για παράδειγμα η αγριοαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη. Πάντως, όλες οι ενεργειακές καλλιέργειες έχουν μέτρια έως υψηλή αποτελεσματικότητα χρήση νερού.

##### **4. Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στη προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.



## **5. Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπρόσθετα, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα και έτσι μειώνεται η χρήση φυτοφαρμάκων όπως μυκητοκτόνα και εντομοκτόνα.

## **6. Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών.

### 5.7β Κοινωνικο-οικονομικά

#### **1. Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων**

Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις στους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι υπάρχουν κάποιες επιδοτήσεις.

#### **2. Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου**

Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, δημιουργείται η ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών. Έτσι δίνεται ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και αναπτύσσεται η εγχώρια γεωργική βιομηχανία.

#### **3. Αύξηση του γεωργικού εισοδήματος**

Η διεύρυνση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες, να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των αγροτών του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές.

#### **4. Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών**

Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών που πραγματοποιείται στις αγροτικές περιοχές με παράλληλη εισροή νέων εισοδημάτων συμβάλει στη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των τοπικών κοινωνιών και στη στήριξη της ανάπτυξης στις λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.

## **5. Εξασφάλιση αιεφόρου περιφερειακής ανάπτυξης**

Η δημιουργία αγοράς για την παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, συμβάλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.

## **6. Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο**

Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου.

5.8 Μειονεκτήματα εγκατάστασης ενεργειακών καλλιεργειών Παράγοντες περιορισμού επέκτασης καλλιέργειας ενεργειακών φυτών και χρήσης βιοκαυσίμων

### **1. Έλλειψη τεχνογνωσίας**

Για την αποτελεσματικότερη άσκηση της γεωργίας, κρίνεται σκόπιμη η ενίσχυση της έρευνας όσον αφορά τις καλλιέργειες ενεργειακών φυτών. Συγκεκριμένα, πρέπει να εξεταστεί ποιες καλλιέργειες θα χρησιμοποιηθούν, σε ποιες περιοχές καθώς και ποιες είναι οι απαιτούμενες εκτάσεις για την καλλιέργειά τους.

### **2. Οικονομικοί περιορισμοί**

Για την εξάλειψη των οικονομικών περιορισμών, είναι αναγκαίο η πολιτεία να προχωρήσει σε επιχορηγήσεις επενδύσεων εγκατάστασης ενεργειακών καλλιεργειών, σε αύξηση των επιδοτήσεων στους παραγωγούς τους καθώς και σε μείωση της φορολογίας των βιοκαυσίμων. Ακόμα χρήσιμη είναι η αξιοποίηση των παραπροϊόντων των βιοκαυσίμων με απώτερο σκοπό το τελικό κόστος παραγωγής τους να είναι ανταγωνιστικό του ορυκτού πετρελαίου.

### **3. Έλλειψη υποδομών**

Για την καλύτερη λειτουργία των μονάδων παραγωγής βιοενέργειας, είναι χρήσιμη η καθιέρωση ποιοτικών προδιαγραφών (ΕΛΟΤ EN 14214, ΕΛΟΤ EN 590:04 ΕΛΟΤ 228:04, EN 15376:06). Επιπρόσθετα, είναι απαραίτητη η δημιουργία νέων μονάδων επεξεργασίας και παραγωγής καθώς και νέων δικτύων διανομής βιοκαυσίμων.

5.9 Συμπεράσματα σχετικά με τις ενεργειακές καλλιέργειες

Με βάση τα αποτελέσματα της εφαρμοσμένης έρευνας και επίδειξης, οι ενεργειακές καλλιέργειες που έχουν εξετασθεί μέχρι σήμερα παρουσιάζουν πολύ καλή προσαρμοστικότητα και αρκετά ικανοποιητικές αποδόσεις στις ελληνικές

εδαφοκλιματικές συνθήκες. Είναι αξιοσημείωτο, ότι οι συγκεκριμένες καλλιέργειες έχουν μεγάλα περιθώρια αύξησης τους, αφού στο σύνολό τους πρόκειται για αβελτίωτους πληθυσμούς. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι φιλικές προς το περιβάλλον.

Συγκεκριμένα, οι ενεργειακές καλλιέργειες πλεονεκτούν έναντι των συμβατικών όσον αφορά την εκμετάλλευση λιγότερο γόνιμων εδαφών καθώς και χαμηλής ποιότητας νερό (νερό που έχει χρησιμοποιηθεί σε εργοστάσια ή κτηνο-πτηνοτροφικές μονάδες ή νερό που έχει χρησιμοποιηθεί σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού). Επιπρόσθετα, οι πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες, με το μόνιμο εκτεταμένο ριζικό τους σύστημα, μπορούν να αντιμετωπίσουν το φαινόμενο της διάβρωσης των εδαφών και της απορροής των λιπασμάτων σε κατώτερα εδαφικά στρώματα. Επίσης, εκτός των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων υπάρχουν και σημαντικά κοινωνικο-οικονομικά οφέλη τα οποία προαναφέρθηκαν παραπάνω. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, έχουν ληφθεί κάποια μέτρα με στόχο την προώθηση και στήριξη των ενεργειακών καλλιεργειών. Τέτοια μέτρα είναι η θέσπιση οικονομικών κινήτρων (Κοινοτική Οδηγία 2003) για την παραγωγή τους, καθώς και ανάλογων κινήτρων για τους παραγωγούς ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα.

Τέλος, ενδεικτικό της σημασίας που δίνει η Ε.Ε στις ενεργειακές καλλιέργειες είναι η Λευκή Βίβλος για την Ενέργεια βάσει της οποίας προβλέπεται ότι το 2010, 45 εκατομμύρια ΤΠΠ θα παράγονται από ενεργειακές καλλιέργειες. Σύμφωνα με εκτιμήσεις, η παραγωγή της παραπάνω ποσότητας ενέργειας θα απαιτούσε την καλλιέργεια 100 εκατομμυρίων στρεμμάτων σε Ευρωπαϊκό επίπεδο. Οι ενεργειακές καλλιέργειες αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση τόσο για την παραγωγή ενέργειας και υγρών βιοκαυσίμων όσο και για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, της ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

## **Προοπτικές ανάπτυξης των βιοκαυσίμων**

### **6.1 Παραγωγή βιοκαυσίμων στον κόσμο και την Ε.Ε**

Σε παγκόσμιο και ευρωπαϊκό επίπεδο παρατηρείται ιδιαίτερα τα τελευταία χρόνια μια έντονη ανάπτυξη της παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων για αξιοποίηση τους στις μεταφορές. Η παραγωγή αυτή αφορά κατά κύριο λόγο την βιοαιθανόλη (περίπου 36,5 δισεκατομμύρια λίτρα το 2005) και το βιοντίζελ (περίπου 4 δισεκατομμύρια λίτρα το 2005) που υποκαθιστούν αντίστοιχα βενζίνη και ντίζελ κίνησης. Η παραγωγή αυτή χρησιμοποιεί «πρώτης γενιάς» γεωργική πρώτη ύλη και «πρώτης γενιάς» τεχνολογίες μετατροπής τους σε υγρά καύσιμα. Σε ό,τι αφορά την παραγωγή βιοαιθανόλης, οι κύριοι παραγωγοί είναι η Βραζιλία και οι Η.Π.Α (με περίπου 45% της παγκόσμιας παραγωγής η κάθε χώρα το 2005), ενώ σε ό,τι αφορά το βιοντίζελ, κύριος παραγωγός είναι η Ε.Ε (με περίπου το 90% της παγκόσμιας παραγωγής το 2005). Η ανάπτυξη αυτή της παραγωγής αναμένεται να συνεχισθεί με ανάλογους ρυθμούς με αυτούς των προηγούμενων ετών, καθώς διαρκώς νέες χώρες συμμετέχουν είτε στην παραγωγή γεωργικής πρώτης ύλης, είτε στην μετατροπή της σε υγρά βιοκαύσιμα όπως η Κίνα και η Ινδία.

## 6.2 Εμπόριο πρώτης ύλης βιοκαυσίμων και οι εισαγωγές στην Ε.Ε

Η διαφορά στην απόδοση της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών πρώτης γενιάς στις διάφορες περιοχές του κόσμου θα ενισχύσει το σχετικό εμπόριο είτε πρόκειται για γεωργική πρώτη ύλη σε μικρές σχετικά αποστάσεις είτε πρόκειται για φυτικά έλαια ή βιοκαύσιμα και σε μεγάλες ακόμα αποστάσεις. Η μείωση των δασμών μεταξύ θα ενθαρρύνει το παγκόσμιο εμπόριο και τις εξαγωγές. Οι δασμοί των εισαγομένων προϊόντων δεν θεωρούνται υψηλοί στην Ε.Ε και σε κάποια αναπτυσσόμενα κράτη είναι μηδενικοί όσον αφορά τη βιοαιθανόλη. Ήδη, εκδηλώνονται αυξανόμενες εισαγωγές σε φυτικά έλαια για παραγωγή βιοντίζελ και σε βιοαιθανόλη από χώρες εκτός της Ένωσης. Η Ευρωπαϊκή Ένωση επιδιώκει να πετύχει μια βέλτιστη ισορροπία μεταξύ παραγωγής βιοκαυσίμων εντός της Ε.Ε και εισαγωγών σε αυτή. Παράλληλα, υποστηρίζει τις αναπτυσσόμενες χώρες που επιθυμούν να παράγουν βιοκαύσιμα και να αναπτύξουν τις εγχώριες αγορές τους αειφορικά.

Αυτή η ανάπτυξη του εμπορίου είτε σε επίπεδο Ε.Ε είτε σε παγκόσμιο επίπεδο δεν πρέπει να διαφύγει της προσοχής των Ελλήνων εμπόρων, αλλά και της ελληνικής πολιτείας στοχεύοντας στην ενδυνάμωση της ελληνικής συμμετοχής με την αξιοποίηση κάποιων συγκριτικών πλεονεκτημάτων, όπως η ελληνική ναυτιλία. Οι Έλληνες επιχειρηματίες που δραστηριοποιούνται στην εγχώρια παραγωγή βιοντίζελ πρέπει να διαμορφώνουν φιλόδοξους στρατηγικούς στόχους και πολιτικές επίτευξης τους για να παραμείνουν ανταγωνιστικοί στο μέλλον. Τέτοιοι στόχοι αφορούν στην εμπλοκή τους και σε άλλες δραστηριότητες της αλυσίδας παραγωγής, συμπεριλαμβανομένων της προμήθειας και της διάθεσης των βιοκαυσίμων από και σε άλλες αγορές ή ακόμη και της καλλιέργειας ενεργειακών φυτών και τοπικής μεταποίησής τους σε φυτικά έλαια ή βιοκαύσιμα σε περιοχές με ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες για ανάπτυξη ενεργειακών φυτών «πρώτης γενιάς», όπως η υποσαχάρια Αφρική. Η Ευρωπαϊκή Ένωση υποστηρίζει μια τα τέτοια επιχειρηματική δραστηριότητα.

## 6.3 Ευρωπαϊκή κατάσταση – Στρατηγική Ευρωπαϊκής Ένωσης για τα υγρά βιοκαύσιμα

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει διατυπώσει τη στρατηγική της Ένωσης για τα βιοκαύσιμα. Η στρατηγική αυτή έχει τρεις στόχους:

Την περαιτέρω προώθηση των βιοκαυσίμων στην Ευρωπαϊκή Ένωση και σε αναπτυσσόμενες χώρες,

Την προετοιμασία για την ευρείας κλίμακας χρήση βιοκαυσίμων με βελτίωση της ανταγωνιστικότητάς τους όσον αφορά το κόστος

Την εξερεύνηση των ευκαιριών για αναπτυσσόμενες χώρες για την παραγωγή πρώτων υλών βιοκαυσίμων.

Συγκεκριμένα, οι άξονες πολιτικής είναι οι εξής:

1. Η τόνωση της ζήτησης για τα βιοκαύσιμα.
2. Η αποκόμιση περιβαλλοντικών οφελών.

3. Η ανάπτυξη της παραγωγής και διανομής βιοκαυσίμων.
4. Η επέκταση του εφοδιασμού με πρώτες ύλες.
5. Η ενίσχυση ευκαιριών για εμπορικές συναλλαγές.
6. Η υποστήριξη σε αναπτυσσόμενες χώρες.
7. Η υποστήριξη στην έρευνα και ανάπτυξη.

Κάποια συγκριτικά μειονεκτήματα της Ε.Ε έναντι άλλων χωρών τα οποία προκύπτουν από τις αποδόσεις καλλιεργειών ενεργειακών φυτών «πρώτης γενιάς» και μετατροπής τους σε βιοκαύσιμα με τεχνολογία «πρώτης γενιάς», μπορούν να αντιμετωπιστούν με την ανάπτυξη ενεργειακών φυτών και τεχνολογιών μετατροπής «δεύτερης γενιάς». Η στρατηγική αυτή εντάσσεται στη γενικότερη ενεργειακή στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης με την οποία επιδιώκεται η βελτίωση της ασφάλειας του ενεργειακού εφοδιασμού της, η βελτίωση του περιβάλλοντος, ειδικά σε ό,τι αφορά τις εκπομπές του διοξειδίου του άνθρακα, και η δημιουργία νέων ευκαιριών ανάπτυξης και απασχόλησης, ιδιαίτερα της ευρωπαϊκής υπαίθρου. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει θέσει ως στόχο την ανάσχεση της απώλειας βιοποικιλότητας στην Ευρώπη πριν από το 2010. Η προστασία των γεωργικών γαιών υψηλής φυσικής αξίας στην Ευρώπη, οι οποίες χαρακτηρίζονται κυρίως από εκτατικές γεωργικές είναι ένας βασικός παράγοντας για την επίτευξη αυτού του στόχου. Η χρησιμοποίηση των εκτάσεων που έχουν χρησιμοποιηθεί για εκτατική καλλιέργεια για την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών ή για την παραγωγή προϊόντων διατροφής, προκειμένου να εξυπηρετηθεί η αυξημένη ζήτηση γης, οδηγεί στην απώλεια βιοποικιλότητας, επειδή στις περισσότερες περιπτώσεις αυτή η μετατροπή συνεπάγεται εντατικοποίηση της παραγωγής.

Όσον αφορά την ποιότητα των βιοκαυσίμων και ιδιαίτερα εκείνων που χρησιμοποιούνται στον τομέα των μεταφορών πρέπει να παρακολουθείται από εργαστήρια που διαθέτουν τον κατάλληλο εξοπλισμό και έχουν ως στόχο να γίνουν επενδύσεις σε ευρωπαϊκό επίπεδο για τον τεχνολογικό εκσυγχρονισμό της υποδομής των εργαστηρίων ποιοτικού ελέγχου των καυσίμων. Στόχος της Επιτροπής είναι να δώσει ιδιαίτερη προσοχή σε μικρής κλίμακας έργα σχετικά με την παραγωγή βιοκαυσίμων του πρωτογενούς γεωργικού τομέα, όπως η κινητή απόσταξη και ζύμωση γιατί θεωρούνται σημαντικά για την επεξεργασία πρωτογενών παραπροϊόντων.

Η Ευρωπαϊκή Ένωση θεωρεί ότι πρέπει να δημιουργηθούν μηχανισμοί σχετικά με τα διυλιστήρια βιοκαυσίμων με σκοπό την προώθηση της δημιουργίας υποδομών που επιτρέπουν την ταχεία διοχέτευση των πόρων προς μονάδες μετατροπής ή, όπου το βιοδιυλιστήριο συνδέεται με ενεργειακή καλλιέργεια, μηχανισμοί οι οποίοι να διευκολύνουν την ταχύτερη διάθεση των προϊόντων στον τελικό καταναλωτή.

Επίσης, η Ε.Ε στοχεύει στην παρακολούθηση της επίδρασης της ζήτησης των βιοκαυσίμων για θέρμανση και ψύξη στις τιμές των εμπορευμάτων και των παραπροϊόντων, στη διαθεσιμότητα τους για του ανταγωνιστικούς κλάδους και την επίδραση στον εφοδιασμό με τρόφιμα και στην τιμή τους τόσο στην Ε.Ε όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες και να επεμβαίνει άμεσα με ρυθμίσεις σε περιπτώσεις ανόδου τιμών που οδηγούν σε έλλειψη τροφίμων σε φτωχότερες χώρες ή πληθυσμιακές ομάδες και να επιταχύνει την τροφοδοσία του δικτύου φυσικού

αερίου με βιοαέριο και τη χρησιμοποίηση του βιοαερίου ως καυσίμου μέσω κατάλληλων κινητήρων, συνεισφέροντας έτσι περαιτέρω στη μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές ενέργειας.

Τέλος, η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υπογραμμίζει ότι στόχος όλων των μέτρων που αφορούν τον τομέα της βιοενέργειας πρέπει να είναι η αντιμετώπιση των κλιματικών αλλαγών ενώ θεωρεί ότι είναι επιτακτική η ανάγκη ύπαρξης μιας πολιτικής ενημέρωσης για τη βιομάζα και τα βιοκαύσιμα

#### 6.4 Ευρωπαϊκό νομοθετικό πλαίσιο για τα βιοκαύσιμα

Η ανάπτυξη της παραγωγής υγρών καυσίμων στην Ε.Ε επηρεάζεται από την εφαρμογή των Οδηγιών για την χρήση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές, για την φορολογία των ενεργειακών προϊόντων και για την ποιότητα των υγρών βιοκαυσίμων. Έτσι, η Ευρωπαϊκή Κοινότητα έχει θέσει ως στόχο την σταδιακή αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων που χρησιμοποιούνται για τις μεταφορές από βιοκαύσιμα. Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/30/ΕΚ μέχρι της 31/12/2010 το ντίζελ που θα κυκλοφορεί στην αγορά θα πρέπει να περιέχει 5.75% βιοντίζελ (από 2% το 2005). Επίσης, πρέπει να υποβάλλεται από κάθε κράτος-μέλος ετήσια έκθεση πεπραγμένων. Τέλος, με την Οδηγία που πρότεινε η Κομισιόν τον Ιανουάριο του 2008 μπαίνουν οι εξής δεσμευτικοί στόχοι για το 2020:

Το 20% της ενέργειας να προέρχεται από Ανανεώσιμες Πηγές

Το 10% των καυσίμων μεταφοράς να προέχεται από βιοκαύσιμα

Η μείωση των εκπομπών του διοξειδίου του άνθρακα κατά 20%

Συγκεκριμένα, με την Οδηγία 2003/96/ΕΚ για την φορολογία των ενεργειακών προϊόντων δόθηκε η δυνατότητα στα κράτη μέλη να μειώσουν ή να εξαιρέσουν τα υγρά βιοκαύσιμα από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης. Με την Οδηγία 2003/17/ΕΚ για την ποιότητα των υγρών βιοκαυσίμων, ενσωματώθηκαν στην Ευρωπαϊκή Νομοθεσία οι προδιαγραφές των Ευρωπαϊκών Προτύπων για το ντίζελ κίνησης και τη βενζίνη, όπως και για το αυτούσιο βιοντίζελ, και τέθηκε ως επιτρεπτό όριο το 5% κατ' όγκο στην ανάμιξη βιοντίζελ και βιοαιθανόλης, αντίστοιχα, σε ντίζελ κίνησης και βενζίνη.

Με τον Κανονισμό (ΕΚ) 1782/29-9-2003, του Συμβουλίου: (Κεφάλαιο 5 «Ενίσχυση για ενεργειακές καλλιέργειες», άρθρα 88 και 92)

Χορηγείται επιδότηση 4,5 ευρώ/στρέμμα, για την παραγωγή των βιοκαυσίμων και ανανεώσιμων καυσίμων, για τις μεταφορές.

Χορηγείται επιδότηση 6 ευρώ/στρέμμα, για την παραλαβή των ελαιούχων σπόρων από τους σπορευοποιούς.

Η ενίσχυση χορηγείται μόνο για τις εκτάσεις των οποίων η παραγωγή καλύπτεται με σύμβαση μεταξύ του γεωργού και της βιομηχανικής επεξεργασίας, με εξαίρεση τις περιπτώσεις όπου την επεξεργασία την αναλαμβάνει ο ίδιος ο γεωργός στην εκμετάλλευσή του (άρθρο 90), οπότε δεν απαιτείται σύμβαση.

Η καλλιέργεια της γεωργικής πρώτης ύλης για παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων στην Ε.Ε επηρεάζεται άμεσα από κάποια μέτρα πολιτικής (κανόνες χρήσης γης, ενίσχυση καλλιέργειας ενεργειακών φυτών, αναμόρφωση του κλάδου ζάχαρης). Οι κανόνες χρήσης γης διαμορφώνουν τη δυνατότητα επιπρόσθετου αγροτικού

εισοδήματος στο βαθμό που καλλιεργείται η γη που τίθεται σε αγρανάπαυση, με καλλιέργειες τα προϊόντα των οποίων συμβολαιοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Τέλος, η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιοκαυσίμων, σε κανονική γεωργική γη, επιφέρει ενίσχυση 45 ευρώ να εκτάριο.

### 6.5 Ελληνική Νομοθεσία για τα βιοκαύσιμα

Η ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε προς την αντίστοιχη ισχύουσα ευρωπαϊκή (Οδηγίες 2005/30EC, 2003/96/EC, 2003/17/EC) με τον Νόμο 3423/2005 ο οποίος τροποποίησε και συμπλήρωσε τον Νόμο 3054/2002 συμπεριλαμβάνοντας και τα βιοκαύσιμα στη λειτουργία των πετρελαιοειδών προϊόντων. Αναλυτικότερα, ο Νόμος 3423/2005 θεσπίζει:

την εγκατάσταση μονάδων παραγωγής βιοκαυσίμων

τη διάθεση των βιοκαυσίμων εφόσον πληρούνται οι τεχνικές προδιαγραφές του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου για τα βιοκαύσιμα οι οποίες περιγράφονται στην ΚΥΑ 334/2004 (ΦΕΚ 713B/26-5-2005) και δεν είναι άλλες παρά αυτές των Ευρωπαϊκών Προτύπων

τη δυνατότητα ανάμιξης αυτούσιων βιοκαυσίμων με τα ορυκτά καύσιμα από τους κατόχους άδειας διύλισης ή άδειας εμπορίας κατηγορίας Α

το ετήσιο Πρόγραμμα Κατανομής Ποσοτήτων Βιοκαυσίμων προκειμένου να τύχουν εξαίρεσης από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης συγκεκριμένες ποσότητες βιοκαυσίμων από αιτούντες την εξαίρεση για την περίοδο μέχρι και το τέλος του 2010

την παραλαβή των ποσοτήτων που εξαιρούνται από τον ειδικό φόρο κατανάλωσης από τους δυνάμενους με βάση τον Νόμο να προβούν σε ανάμιξη και στη συνέχεια σε διάθεση των μιγμάτων στη λιανική εμπορία

την υποχρέωση για κατοχή της άδειας διάθεσης βιοκαυσίμων σε όσους δραστηριοποιούνται στην παραγωγή, εισαγωγή ή εμπορία βιοκαυσίμων εντός της ελληνικής επικράτειας.

Η Άδεια διάθεσης χορηγείται σε Α.Ε, Ε.Π.Ε, Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις (ΑΣΟ) κάθε βαθμού και σε Σ.Ε (συνεταιριστικές εταιρίες). Οι προϋποθέσεις για τη χορήγηση της άδειας είναι οι εξής:

Η κατοχή άδειας λειτουργίας Μονάδας Παραγωγής Βιοκαυσίμων (ΜΠΒ) (Ν.3325/2005 ΦΕΚ 68<sup>Α</sup>), ή

Η ύπαρξη ενεργών συμβάσεων αγοράς αυτούσιων βιοκαυσίμων από ΜΠΒ εντός ή εκτός της ελληνικής επικράτειας.

### 6.5α Φορολογικά κίνητρα

Για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων, είναι απαραίτητη, σε πρώτη φάση, η «αποφορολόγηση» τους, δηλαδή η απαλλαγή τους, μερικώς ή ολικώς, από την επιβολή Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης, ώστε να καταστούν ανταγωνιστικά έναντι των ορυκτών καυσίμων δεδομένου ότι έχουν υψηλότερη αντίστοιχη ex factory τιμή (δίχως να περιλαμβάνονται οι φόροι). Κατά συνέπεια διάφορα σενάρια ολικής ή μερικής αποφορολόγησης των βιοκαυσίμων εξετάζονται σε συνεργασία με το Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας και Οικονομικών, βάσει των κατευθύνσεων

της Οδηγίας 2003/96/ΕΚ, λαμβάνοντας υπόψη και τη διαμορφούμενη τελική τιμή καταναλωτή.

Στα πλαίσια αυτά, για την ευνοϊκή μεταχείριση των βιοκαυσίμων, εντάχθηκε ήδη σχετική διάταξη στο άρθρο 34 του Ν. 3340/2005 «Προστασία της κεφαλαιαγοράς από πράξεις προσώπων που κατέχουν προνομιακές πληροφορίες και πράξεις χειραγώγησης της αγοράς» (ΦΕΚ Α' 112), η οποία προβλέπει απαλλαγή από τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης για καθορισμένες κατ'έτος ποσότητες βιοντίζελ για τα έτη 2005 (51.000 χιλιόλιτρα ή 45000 τόνοι), 2006 (91.000 χιλιόλιτρα) και 2007 (114.000 χιλιόλιτρα), σε πρώτη φάση.

Για την εφαρμογή της εν λόγω διάταξης, εκδόθηκε η Κοινή Υπουργική Απόφαση (Κ.Υ.Α) Φ.1643/820/23.12.2005 «Όροι και διατυπώσεις που διέπουν την παραγωγή, διακίνηση, ανάμιξη και θέση σε ανάλωση του αυτούσιου βιοντίζελ, της παραγράφου 6 του άρθρου 78 του Ν. 2690/2001, όπως ισχύει» (ΦΕΚ Β' 4/2006). Ακολούθησε η ΚΥΑ Φ.1731/978/01.12.2006 «Όροι και διατυπώσεις που διέπουν την παραγωγή, διακίνηση, ανάμιξη και θέση σε ανάλωση του αυτούσιου βιοντίζελ, της παραγράφου 6 του άρθρου 78 του Ν. 2690/2001, όπως ισχύει» (ΦΕΚ Β' 1757) που αντικατέστησε την προηγούμενη από την 1<sup>η</sup> Ιανουαρίου 2007.

Πρέπει επίσης να σημειωθεί ότι με το άρθρο 10 του Ν. 3483/2006 «Τροποποίηση και συμπλήρωση των διατάξεων για τη χρηματοδοτική μίσθωση, διατάξεις περί δημοσίων εσόδων και άλλες ρυθμίσεις» (ΦΕΚ Α' 169), τροποποιήθηκαν οι συντελεστές του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης για τα διάφορα καύσιμα, μεταξύ των οποίων το πετρέλαιο κίνησης, οι βενζίνες και το βιοντίζελ, χωρίς να θιγούν οι διατάξεις περί αποφορολόγησης ποσοτήτων βιοντίζελ για την περίοδο 2005-2007.

### 7.1 Η σημερινή πραγματικότητα

Σήμερα είναι επιτακτική η παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων σε παγκόσμιο επίπεδο λόγω της διεθνούς ενεργειακής κρίσης και διάφοροι λόγοι οδηγούν στην παραγωγή βιοκαυσίμων όπως :

1. η ανάγκη μείωσης της ρύπανσης της ατμόσφαιρας (αιθαλομίχλη, αύξηση θερμοκρασίας πλανήτη)
2. η εξάντληση αποθεμάτων πετρελαίου
3. ο περιορισμός της εξάρτησης από το πετρέλαιο
4. οι εναλλακτικές γεωργικές καλλιέργειες
5. οι βιομηχανικές και γεωργικές επενδύσεις

Διεθνώς η ραγδαία αύξηση της παραγωγής καυσίμων από καλλιέργειες αγροτικών προϊόντων προκαλεί πονοκέφαλο στις βιομηχανίες τροφίμων και ζωοτροφών ενώ το σχέδιο του Ο.Η.Ε. για την καταπολέμηση της πείνας κινδυνεύει να αποτύχει. Για παράδειγμα στις Η.Π.Α. το 2006 η μεγάλη ζήτηση αραβοσίτου για την παραγωγή βιοαιθανόλης :

1. μείωσε σημαντικά τη διαθεσιμότητα του στον κόσμο



2. αύξησε την τιμή των τροφίμων και των ζωοτροφών σε παγκόσμια κλίμακα
3. προκάλεσε έντονο προβληματισμό στους κτηνοτρόφους για το κόστος των ζωοτροφών
4. αύξησε σε μεγάλο ποσοστό το περιθώριο κέρδους στους επενδυτές αραβοσίτου
5. και τέλος, εκτόξευσε την τιμή του στο χρηματιστήριο εμπορευμάτων του Σικάγο στα 4.345\$ / μπούσελ

### 7.2 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης βιοκαυσίμων

Για την ευρύτερη χρήση των βιοκαυσίμων στην Ευρώπη και στον υπόλοιπο κόσμο απαραίτητο είναι να συνεκτιμηθούν τα οφέλη αλλά και τα μειονεκτηματά τους.

#### **Πλεονεκτήματα**

1. Η χρήση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές, συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) και του διοξειδίου του θείου (SO<sub>2</sub>). Θεωρητικά, όλο το διοξείδιο του άνθρακα που εκπέμπεται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της χρήσης των καυσίμων αντισταθμίζεται από την απορρόφησή του κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας των ενεργειακών φυτών. Επιπρόσθετα τα βιοκαύσιμα είναι βιοαποικοδομήσιμα και δεν είναι τοξικά.

2. Ακόμη, παρέχεται μια σημαντική νέα πηγή εισοδήματος στους αγρότες που καταφεύγουν στις ενεργειακές καλλιέργειες. Έτσι, αναπτύσσεται δραστικά η γεωργική οικονομία, ως κλάδος της λεγόμενης «πράσινης οικονομίας», ανοίγοντας νέους ορίζοντες για επαγγελματικούς κλάδους (οικονομολόγους, μηχανικούς, γεωπόνους, χημικούς και περιβαλλοντολόγους). Αυτό, συνεπάγεται οφέλη από νέες θέσεις εργασίας και επιδοτήσεις ενεργειακών καλλιεργειών.

3. Με την αύξηση της διείσδυσης των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο κάθε χώρας επιτυγχάνεται μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο, το συναλλαγματικό όφελος είναι σημαντικό και διαμορφώνεται ένας ενεργειακός πλουραλισμός στις πηγές τροφοδοσίας της, ενώ ενισχύεται η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της. Αυτό έχει ως συνέπεια χώρες-καταναλωτές πετρελαίου που ενισχύουν τον τομέα των βιοκαυσίμων, να αυξάνουν σημαντικά τη γεωπολιτική ισχύ τους.

4. Τέλος, σε τοπικό επίπεδο δημιουργούνται νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, με την κατασκευή μονάδων παραγωγής και τη δημιουργία σύγχρονων καθετοποιημένων μονάδων, των λεγόμενων βιο-δυλιστηρίων.

#### **Μειονεκτήματα**

1. Η αύξηση των τιμών των αγροτικών προϊόντων και η μείωση των πρώτων υλών σε βιομηχανίες τροφίμων και ζωοτροφών που συνεπάγεται ανάλογη αύξηση στις τιμές των βασικών τροφίμων. Αυτές οι αυξήσεις αποτελούν νέες πηγές

πληθωριστικών πιέσεων που θα μπορούσαν να είναι η απαρχή μίας νέας παγκόσμιας οικονομικής αστάθειας.

2. Ο υποσιτισμός σε φτωχές χώρες από την έλλειψη βασικών αγαθών και η αύξηση του κινδύνου για την ήδη επισφαλή επισιτιστική ανεξαρτησία των χωρών. Έτσι, καθίσταται αδύνατη η υλοποίηση του σχεδίου του Ο.Η.Ε. για την καταπολέμηση της πείνας.

3. Οι μαζικές μετακινήσεις πληθυσμών για διάφορους λόγους, όπως είναι η έλλειψη πόσιμου νερού.

4. Η καταστροφή των τροπικών και αυτοφυών δασών με την εξάπλωση των γεωργικών εκτάσεων και η πιθανή διατάραξη του οικοσυστήματος σε ολόκληρο τον πλανήτη λόγω και των περιβαλλοντικών επιπτώσεων στην ποιότητα των εδαφών, στην κατανάλωση και ποιότητα των υδάτων, στη βιοποικιλότητα και στην αυξημένη εκπομπή αερίων του θερμοκηπίου από την υπερβολική χρήση αζωτούχων λιπασμάτων στις καλλιέργειες.

5. Η ενεργειακή απόδοση εδαφών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι αισθητά χαμηλότερη από την αιολική και συντριπτικά χαμηλότερη από την ηλιακή.

### 7.3 Προτάσεις

Ο καθορισμός των κατάλληλων αγορών για τα ενεργειακά φυτά, ανά τύπο παραγόμενου καυσίμου (βιοκαύσιμα για οδικές μεταφορές και θερμικές εφαρμογές, στερεά καύσιμα για συνδυασμένη καύση με άνθρακα κ.α), καθώς επίσης και των εδαφικών τύπων που είναι διαθέσιμα για την καλλιέργειά τους.

Ο συνδυασμός υπολειμματικών μορφών βιομάζας και ενεργειακών καλλιεργειών μπορεί να εξασφαλίσει την τροφοδοσία μιας μονάδας παραγωγής ενέργειας, τόσο για οικονομικούς λόγους, όσο και για τεχνικούς λόγους.

Η ανάπτυξη πιλοτικών καλλιεργειών και η ενσωμάτωσή τους σε ολοκληρωμένα σχήματα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα θα αποφέρει αποτελέσματα όσον αφορά τα παρακάτω θέματα:

- Επιβεβαίωση των εμπορικών αποδόσεων.
- Οικονομικότητα των καλλιεργειών.
- Τεχνικές συγκομιδής και διαχείρισης της παραγόμενης πρώτης ύλης.
- Αποφυγή πιθανών δυσμενών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.
- Ευελιξία στην εποχιακή οργάνωση της συγκομιδής, ανάλογα με τις ανάγκες της αγοράς.

Η προώθηση πολιτικών ενθάρρυνσης των ενεργειακών καλλιεργειών καθώς και οι πολιτικές κινήτρων οι οποίες περιορίζονται από τις απαιτήσεις της Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) και επηρεάζονται κυρίως από τα όρια της γεωργικής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης.

Η προώθηση των ενεργειακών καλλιεργειών πρέπει να πραγματοποιηθεί με συντονισμένες δράσεις που θα συνδυάσουν τη γεωργική πολιτική με την προστασία του περιβάλλοντος και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τέλος, είναι σημαντική η ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων και προσώπων (αγρότες, αγροτικό συνεταιρισμοί, επενδυτές, επιστήμονες, πολιτικές και τοπικές αρχές), σχετικά με την σκοπιμότητα και τα οφέλη της χρήσης των ενεργειακών καλλιεργειών.

#### 7.4 Γενικά Συμπεράσματα

Οι προοπτικές προώθησης και ανάπτυξης των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα αλλά και γενικότερα στην Ευρώπη είναι ευοίωτες. Είναι αναγκαία μια θεμελιώδης αλλαγή στη θεώρηση του θέματος της κατανάλωσης ενέργειας και όχι μόνο η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από τα βιοκαύσιμα. Γενικότερα, υφίστανται διάφορα τρέχοντα ζητήματα σχετικά με την παραγωγή και τη χρήση των βιοκαυσίμων και είναι τα εξής:

Η επίδραση στο μετριασμό των τιμών του πετρελαίου

Ζητήματα που αφορούν τα επίπεδα εκπομπών άνθρακα, της βιώσιμης παραγωγής των βιοκαυσίμων, της αναδάσωσης και εδαφολογικής διάβρωσης, τις επιπτώσεις στους υδάτινους πόρους, των ανθρωπίνων δικαιωμάτων, τη δυνατότητα μείωσης της ένδειας, την ενεργειακή ισορροπία και αποδοτικότητα καθώς και των συγκεντρωμένων έναντι των αποκεντρωμένων προτύπων παραγωγής.

Έτσι, η εκπόνηση ενός εθνικού σχεδίου δράσης αποτελεί θέμα στρατηγικής σημασίας και κρίνεται απαραίτητη η ενημέρωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων, ενώ θα πρέπει να τεθούν συγκεκριμένοι στόχοι, προϋποθέσεις και διαδικασίες προώθησης των βιοκαυσίμων. Επίσης, κρίνεται σκόπιμη η δημιουργία ενός διαχειριστικού κέντρου με τη μορφή μιας διαχειριστικής αρχής καθώς και η κατάρτιση και ψήφιση ενός ολοκληρωμένου νομοθετικού πλαισίου για τη βιομάζα και τα βιοκαύσιμα προσαρμοσμένο στην Ελληνική πραγματικότητα.

Τέλος, η πληροφόρηση των Ελλήνων αγροτών πρέπει να είναι αξιόπιστη, τεκμηριωμένη και ολοκληρωμένη όσον αφορά τις καλλιέργειες των ενεργειακών φυτών (σκοπιμότητα και βιωσιμότητα αυτών), καθώς και τις τεχνολογίες μετατροπής τους σε βιοκαύσιμα.

## Βιβλιογραφία

1. Βακάκης και Συνεργάτες, 2006. "Έλαιοκράμβη - Όλα όσα πρέπει να γνωρίζετε για την καλλιέργεια και τις οικονομικές τις αποδόσεις". Εκδόσεις Σταμούλη.
2. Ιωάννης Καλδέλλης και Κοσμάς Καββαδίας, 2001 Εργαστηριακές Εφαρμογές Ήπιων Μορφών Ενέργειας Εκδόσεις Σταμούλη
3. Swhaller and Gilberti, 1999 Ηλεκτρικές Πηγές Ενέργειας και Περιβάλλον Εκδόσεις Ίων
4. Άρθρο Τζόελ Μπόρν, «National Geographic», τεύχος Οκτωβρίου 2007
5. "Περιβάλλον και Δίκαιο", τεύχος Αυγούστου 2008
6. Ένθετο Περιοδικό Εφημερίδας "Το Έθνος", 2008 Οικολογική Πρόκληση
7. Πρακτικά Ημερίδας " Προοπτικές ανάπτυξης βιοκαυσίμων", Μάρτιος 2008 , Α.Τ.Ε.Ι.-Θ
8. Υπουργείο Ανάπτυξης, [www.ypan.gr](http://www.ypan.gr)
9. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης, [www.minagric.gr](http://www.minagric.gr)
10. [www.anatoliki.gr/anatoliki/upload/el/Βιοκαύσιμα = Ενεργειακή % 20 Ασφάλεια](http://www.anatoliki.gr/anatoliki/upload/el/Βιοκαύσιμα%20=Ενεργειακή%20Ασφάλεια)
11. [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
12. [www.google.gr](http://www.google.gr)
13. [www.paseges.gr/portal/sm/ct/newsitem/tn/INASO/sist/0/rs1/20-63k-](http://www.paseges.gr/portal/sm/ct/newsitem/tn/INASO/sist/0/rs1/20-63k-)
14. [www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass\\_guide.pdf](http://www.cres.gr/energy-saving/images/pdf/biomass_guide.pdf)
15. [www.biofuels.gr/biomass](http://www.biofuels.gr/biomass) html
16. [www.epipleon.gr](http://www.epipleon.gr)
17. [www.serresblogs.gr/Green\\_Dream/2008/03/15/Ενεργειακά φυτά -58k](http://www.serresblogs.gr/Green_Dream/2008/03/15/Ενεργειακά_φυτά_-58k)
18. [www.bioport.gr](http://www.bioport.gr)
19. [www.epirus – biosis.gr/content/view/14/29/lang el/-43k](http://www.epirus-biosis.gr/content/view/14/29/lang_el/-43k)
20. [www.maki.com.gr](http://www.maki.com.gr)
21. [www.iene.gr/docs/lectures\\_Viokaysima/smyris\\_iene pdf](http://www.iene.gr/docs/lectures_Viokaysima/smyris_iene.pdf)
22. [www.agrotica nea.blogspot.com](http://www.agrotica.nea.blogspot.com)
23. [www.outdoors webshots.com](http://www.outdoors.webshots.com)
24. [www.easypedia.com](http://www.easypedia.com)
25. [www.ceja.educa gri.fr](http://www.ceja.educa.gri.fr)
26. [www.awmn.net](http://www.awmn.net)
27. [www.kpe – kastor.kas.sch.gr](http://www.kpe-kastor.kas.sch.gr)
28. [www.hellenicade.gr](http://www.hellenicade.gr)
29. [www.bios-agrosystems.gr](http://www.bios-agrosystems.gr)
30. [www.american genetic sinc.com](http://www.american-genetic-sinc.com)
31. [www.whispering-planet.blogspot.com](http://www.whispering-planet.blogspot.com)
32. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)
33. [www.vergina.eng.auth.gr/HT/Proc8th/Biofuels.doc](http://www.vergina.eng.auth.gr/HT/Proc8th/Biofuels.doc)
34. [www.users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMos/Biomass.htm-13k](http://www.users.sch.gr/xtsamis/OkosmosMos/Biomass.htm-13k)

## Παράρτημα 1

### **ΝΟΜΟΣ 3423/2005 - ΦΕΚ 304/Α'/13.12.2005**

Εισαγωγή στην Ελληνική Αγορά των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων.

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Εκδίδομε τον ακόλουθο νόμο που ψήφισε η Βουλή:

Άρθρο 1

1. Η παράγραφος 1 του άρθρου 3 του ν. 3054/2002 (ΦΕΚ 230 Α') αντικαθίσταται ως εξής:

«1. Πετρελαιοειδή Προϊόντα: Τα πάσης φύσεως προϊόντα της διύλισης του αργού πετρελαίου, στα οποία περιλαμβάνονται και τα ημικατεργασμένα προϊόντα, όπως αυτά κατατάσσονται στις παρακάτω κατηγορίες:

Κατηγορία Ι (Ελαφρά κλάσματα):

Βενζίνες Αυτοκινήτων, Καύσιμα Αεροπλάνων (βενζίνη αεροπλάνων, καύσιμο αεριωθούμενων τύπου βενζίνης).

Κατηγορία ΙΙ (Μεσαία κλάσματα):

Πετρέλαιο Εσωτερικής Καύσης Ντίζελ (gas-oil, diesel-oil), που χρησιμοποιείται ως καύσιμο κινητήρων (πετρέλαιο κίνησης), Πετρέλαιο Εσωτερικής Καύσης Ντίζελ (gas-oil, diesel-oil), που χρησιμοποιείται ως καύσιμο θέρμανσης (πετρέλαιο θέρμανσης) και δεν επιτρέπεται να χρησιμοποιείται ως καύσιμο κινητήρων, Πετρέλαιο Εσωτερικής Καύσης Ντίζελ (gas-oil, diesel-oil), που χρησιμοποιείται για άλλες χρήσεις εκτός από καύσιμο κινητήρων ή θέρμανσης, Φωτιστικό Πετρέλαιο, Καύσιμο Αεριωθούμενων τύπου κηροζίνης.

Κατηγορία ΙΙΙ (Βαρέα κλάσματα):

Πετρέλαιο Εξωτερικής Καύσης Μαζούτ (fuel-oil), Απασφαλτωμένο Μαζούτ (vacuum gas-oil).

Κατηγορία ΙV:

Άσφαλτος.

Κατηγορία V (Υγραέρια - LPG):

Βουτάνιο, Προπάνιο και μίγμα των δύο.

Κατηγορία VI:

Νάφθα, πετρελαϊκό κωκ.

Για την εφαρμογή του νόμου αυτού θεωρούνται επίσης πετρελαιοειδή προϊόντα και τα υγρά και αέρια Βιοκαύσιμα και τα Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα που υποκαθιστούν προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου στις αντίστοιχες κατηγορίες και χρήσεις που αναφέρονται ανωτέρω είτε αυτούσια είτε σε μίγμα με προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου.»

2. Η παράγραφος 6 του άρθρου 3 του ν. 3054/2002 (ΦΕΚ 230 Α) αντικαθίσταται ως εξής:

«6. Διακίνηση: Η μεταφορά πετρελαιοειδών προϊόντων από ένα Διυλιστήριο σε άλλο, από ένα Διυλιστήριο προς εγκαταστάσεις Εμπορίας, από ένα Διυλιστήριο προς εγκαταστάσεις Μεγάλου Τελικού Καταναλωτή, από μία εγκατάσταση κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων προς Διυλιστήριο ή εγκαταστάσεις

Εμπορίας, από εγκαταστάσεις Εμπορίας σε άλλες όμοιες εγκαταστάσεις, από σημείο εγκατάστασης Εισαγωγής προς Διυλιστήριο ή εγκαταστάσεις Εμπορίας ή εγκαταστάσεις κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων, από εγκαταστάσεις Εμπορίας ή Διυλιστηρίου ή εγκαταστάσεις κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων προς σημεία εγκατάστασης Εξαγωγής, από εγκαταστάσεις Εμπορίας ή Διυλιστηρίου σε εγκαταστάσεις κατόχου Άδειας Λιανικής Εμπορίας ή Τελικού Καταναλωτή που έχει ίδιους αποθηκευτικούς χώρους και από εγκαταστάσεις κατόχων Άδειας Λιανικής Εμπορίας και Διάθεσης Βιοκαυσίμων προς Τελικούς Καταναλωτές. Η μεταφορά διακρίνεται σε:

- α) μεταφορά μέσω αγωγού,
- β) μεταφορά με πλωτό μέσο
- γ) οδική μεταφορά με βυτιοφόρο και
- δ) σιδηροδρομική μεταφορά.»

3. Η παράγραφος 9 του άρθρου 3 του ν. 3054/2002 (ΦΕΚ 230 Α') αντικαθίσταται ως εξής:

«9. Εμπορία: Η αποθήκευση και διακίνηση, με σκοπό το κέρδος, αργού πετρελαίου ή Πετρελαιοειδών Προϊόντων, τα οποία προέρχονται από Διυλιστήριο ή εγκατάσταση κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων ή σημείο Εισαγωγής και προορίζονται για σημείο Εξαγωγής ή άλλο Διυλιστήριο, άλλη εγκατάσταση Εμπορίας ή εγκατάσταση Λιανικής Εμπορίας ή εγκατάσταση Τελικού Καταναλωτή με ίδιους αποθηκευτικούς χώρους.»

4. Στο τέλος του άρθρου 3 του ν. 3054/2002 (ΦΕΚ 230 Α') προστίθενται παράγραφοι 15-22 ως ακολούθως:

«15. Βιομάζα: Το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων που προέρχονται από τις γεωργικές, συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών, τις δασοκομικές και τις συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών αποβλήτων και αστικών λυμάτων και απορριμμάτων.

16. Βιοκαύσιμο: Το υγρό ή αέριο καύσιμο που παράγεται από Βιομάζα, και ειδικότερα:

α) Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης): Οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ - FAME) που παράγονται από φυτικά ή και ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντίζελ, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

β) Βιοαιθανόλη: Η αιθανόλη που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

γ) Βιοαέριο: Το καύσιμο αέριο που παράγεται από Βιομάζα ή από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί και αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου, για χρήση ως Βιοκαύσιμο, ή το ξυλαέριο.

δ) Βιομεθανόλη: Η μεθανόλη που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ε) Βιοδιμεθυλαιθέρας: Ο διμεθυλαιθέρας που παράγεται από Βιομάζα, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

στ) Βιο-ETBE: Ο αιθυλο-τριτοταγής - βουτυλαιθέρας (ETBE) που παράγεται από βιοαιθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-ETBE που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 47% επί του συνόλου του.

ζ) Βιο-MTBE: Ο μεθυλο - τριτοταγής - βουτυλαιθέρας (MTBE) που παράγεται από βιομεθανόλη, για χρήση ως Βιοκαύσιμο. Το κατ' όγκο ποσοστό του Βιο-MTBE που υπολογίζεται ως Βιοκαύσιμο είναι 36% επί του συνόλου του.

η) Συνθετικά Βιοκαύσιμα: Οι συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή τα μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από Βιομάζα.

θ) Βιοϋδρογόνο: Το υδρογόνο που παράγεται από Βιομάζα ή βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων, για χρήση ως Βιοκαύσιμο.

ι) Καθαρά Φυτικά Έλαια: Τα έλαια που παράγονται από ελαιούχα φυτά μέσω συμπίεσης, έκθλιψης ή ανάλογων μεθόδων, φυσικά ή εξευγενισμένα αλλά μη χημικώς τροποποιημένα, όταν είναι συμβατά με τον τύπο του χρησιμοποιούμενου κινητήρα ή εξοπλισμού και τις αντίστοιχες απαιτήσεις εκπομπών αερίων ρύπων, σύμφωνα με την κείμενη νομοθεσία.

17. Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα: Τα Ανανεώσιμα Καύσιμα, εκτός των Βιοκαυσίμων, που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως αυτές ορίζονται στο άρθρο 2 της Οδηγίας 2001/77/ΕΚ του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 27ης Σεπτεμβρίου 2001 για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας (ΕΕΕΚ L. 283).

18. Παραγωγή Βιοκαυσίμων: Η κατεργασία κατάλληλων πρώτων υλών που πραγματοποιείται σε ειδικές εγκαταστάσεις εντός της Ελληνικής Επικράτειας, για την παραγωγή αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων,

19. Μονάδα Παραγωγής Βιοκαυσίμων: Οι ειδικές εγκαταστάσεις εντός της Ελληνικής Επικράτειας, στις οποίες πραγματοποιείται η παραγωγή αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων, συμπεριλαμβανομένων και των αναγκαίων αποθηκευτικών χώρων και συστημάτων διακίνησης.

20. Διάθεση Βιοκαυσίμων: Η παραγωγή ή εισαγωγή ή η εμπορία εντός της Ελληνικής Επικράτειας, αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων σύμφωνα με το άρθρο 5Α.

21. Ενεργειακή Καλλιέργεια: Η καλλιέργεια φυτικών ειδών εντός της Ελληνικής Επικράτειας, για την παραγωγή κυρίως προϊόντων που θεωρούνται Βιοκαύσιμα ή πρώτες ύλες για την παραγωγή Βιοκαυσίμων.

22. Ενεργειακό Περιεχόμενο: Η κατώτερη θερμογόνο δύναμη ενός καυσίμου.»  
Άρθρο 2

1. Οι παράγραφοι 1 και 2 του άρθρου 4 του ν. 3054/ 2002 (ΦΕΚ 230 Α') αντικαθίστανται ως εξής:

«1. Η άσκηση των δραστηριοτήτων Δύλισης, Διάθεσης Βιοκαυσίμων, Εμπορίας, Λιανικής Εμπορίας, Μεταφοράς με Αγωγό πετρελαιοειδών προϊόντων και Εμφιάλωσης υγραερίων επιτρέπεται μόνον εφόσον έχει χορηγηθεί η αντίστοιχη άδεια.

2. Οι Άδειες Δύλισης, Διάθεσης Βιοκαυσίμων, Εμπορίας και Μεταφοράς με αγωγό αργού πετρελαίου και πετρελαιοειδών προϊόντων χορηγούνται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης.»

2. Η παράγραφος 7 του άρθρου 4 του ν. 3054/2002 (ΦΕΚ 230 Α') αντικαθίσταται ως εξής:

«7. Η χορήγηση της άδειας άσκησης των δραστηριοτήτων Δύλισης, Διάθεσης Βιοκαυσίμων, Εμπορίας, Λιανικής Εμπορίας, Μεταφοράς με Αγωγό και Εμφιάλωσης υγραερίων δεν απαλλάσσει τον κάτοχο της από την υποχρέωση να λαμβάνει άλλες άδειες ή εγκρίσεις που προβλέπονται από την κείμενη νομοθεσία.»

#### Άρθρο 3

Μετά το άρθρο 5 του ν. 3054/2002 (ΦΕΚ 230 Α'), προστίθεται άρθρο 5Α, ως ακολούθως:

#### «Άρθρο 5Α

##### Άδεια Διάθεσης Βιοκαυσίμων

1. Για την άσκηση της δραστηριότητας της Διάθεσης Βιοκαυσίμων απαιτείται Άδεια Διάθεσης Βιοκαυσίμων. Η άδεια αυτή χορηγείται σε ανώνυμες εταιρείες ή εταιρείες περιορισμένης ευθύνης που εδρεύουν σε κράτος - μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης, καθώς και σε Αγροτικές Συνεταιριστικές Οργανώσεις (Α.Σ.Ο.), κάθε βαθμού και Συνεταιριστικές Εταιρείες (Σ.Ε.), κατά το ν. 2810/ 2000 (ΦΕΚ61 Α').

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη χορήγηση της άδειας αυτής είναι η κατοχή άδειας λειτουργίας Μονάδας Παραγωγής Βιοκαυσίμων, σύμφωνα με τα οριζόμενα στις οικείες διατάξεις του ν. 3325/2005 (ΦΕΚ 68 Α') ή η ύπαρξη ενεργών συμβάσεων αγοράς αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων από μονάδες παραγωγής τους, εντός ή εκτός της Ελληνικής Επικράτειας.

2. Ο κάτοχος Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων μπορεί να παράγει ή να εισάγει αυτούσια Βιοκαύσιμα και Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα και να διαθέτει αυτά εντός της Ελληνικής Επικράτειας, σε κατόχους Άδειας Δύλισης, Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α' και σε Τελικούς Καταναλωτές. Τα υγρά Βιοκαύσιμα που προορίζονται για ανάμιξη με προϊόντα δύλισης του αργού πετρελαίου διατίθενται μόνο σε κατόχους Άδειας Δύλισης ή Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α'.

3. Ο κάτοχος Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων υποχρεούται να διαθέτει κατάλληλους αποθηκευτικούς χώρους με όγκο τουλάχιστον 100 κυβικά μέτρα για την αποθήκευση αυτούσιων Βιοκαυσίμων και Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων.»

#### Άρθρο 4

Στο τέλος της παραγράφου 8 του άρθρου 7 του ν. 3054/ 2002, προστίθεται περίπτωση ε', ως ακολούθως:

«ε) τα προϊόντα που αναφέρονται στις περιπτώσεις α' και β' σε μίγμα με το αντίστοιχο συμβατό Βιοκαύσιμο ή Άλλο Ανανεώσιμο Καύσιμο, καθώς και τα αυτούσια Βιοκαύσιμα ή Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα.»

#### Άρθρο 5

Η παράγραφος 4 του άρθρου 11 του ν. 3054/2002 αντικαθίσταται ως εξής:

«4. Οι κάτοχοι Άδειας Δύλισης, Διάθεσης Βιοκαυσίμων, Εμπορίας, Λιανικής Εμπορίας, Μεταφοράς με Αγωγό και οι Μεγάλοι Τελικοί Καταναλωτές, των οποίων οι αποθηκευτικοί χώροι μπορεί να προσμετρώνται στην υποχρέωση τήρησης αποθεμάτων ασφαλείας, υποχρεούνται να παρέχουν τα στοιχεία αυτά και φέρουν την ευθύνη για την ακρίβεια των δηλούμενων στοιχείων. Η παράγραφος 4 του άρθρου 5 του ν. 2773/1999 (ΦΕΚ 286 Α') εφαρμόζεται και για τους κατόχους αδειών που χορηγούνται, σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου αυτού.»

#### Άρθρο 6

Μετά το άρθρο 15 του ν. 3054/2002, προστίθεται άρθρο 15Α, ως ακολούθως:

« Άρθρο 15Α Βιοκαύσιμα και Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα »



1. Τα Βιοκαύσιμα και τα Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα μπορούν να διατίθενται είτε αυτούσια είτε σε μίγμα με προϊόντα δύλισης του αργού πετρελαίου, εφόσον πληρούν τις τεχνικές προδιαγραφές που καθορίζονται με αποφάσεις του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου, σύμφωνα με το εδάφιο δ' της παραγράφου 8 του άρθρου 6 του ν. 4328/1929 (ΦΕΚ 272 Α').

2. Η ανάμιξη των αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων με τα αντίστοιχα συμβατά προϊόντα δύλισης του αργού πετρελαίου πραγματοποιείται με ευθύνη των κατόχων Άδειας Δύλισης ή Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α', στις εγκαταστάσεις τους.

Στα σχετικά τελωνειακά παραστατικά και συνοδευτικά διοικητικά έγγραφα διακίνησης των προϊόντων που αναφέρονται στην παράγραφο 1, αναγράφεται υποχρεωτικά το ποσοστό αυτούσιου Βιοκαυσίμου ή Άλλου Ανανεώσιμου Καυσίμου στο μίγμα με το αντίστοιχο προϊόν δύλισης του αργού πετρελαίου. Το ποσοστό που αναφέρεται στο προηγούμενο εδάφιο μπορεί να καθορίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, ανάλογα με τις ποσότητες Βιοκαυσίμων που κατανέμονται, σύμφωνα με τις αποφάσεις που εκδίδονται κατά την παράγραφο 5 και τις ποσότητες των πετρελαιοειδών προϊόντων που διακινήθηκαν στην εγχώρια αγορά κατά το προηγούμενο έτος.

3. Οι κάτοχοι Άδειας Λιανικής Εμπορίας και Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων υποχρεούνται να αναρτούν ειδική σήμανση στα σημεία πώλησης των:

- α) αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων,
- β) Βιοντίζελ αναμεμιγμένου με πετρέλαιο κίνησης σε ποσοστό άνω του 5% κατ' όγκο,
- γ) Βιοαιθανόλης αναμεμιγμένης με βενζίνη σε ποσοστό άνω του 5% κατ' όγκο.

Τα χαρακτηριστικά της ειδικής σήμανσης καθορίζονται με απόφαση του Υπουργού Ανάπτυξης, η οποία δημοσιεύεται στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως.

4. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων καταρτίζεται «Πρόγραμμα Κατανομής Ποσοτήτων Βιοκαυσίμων» (στο εξής «Πρόγραμμα»). Η διάρκεια του Προγράμματος αυτού ορίζεται μέχρι την 31η Δεκεμβρίου 2010. Στο Πρόγραμμα μπορούν να συμμετέχουν τα πρόσωπα που πληρούν τις προϋποθέσεις οι οποίες ορίζονται στην περίπτωση α' της παραγράφου 5. Στο ίδιο Πρόγραμμα καθορίζονται τα κριτήρια, η διαδικασία και η μεθοδολογία κατανομής των ποσοτήτων των αυτούσιων Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/2001 (ΦΕΚ 265 Α'), η διαδικασία ελέγχου της συνδρομής των προϋποθέσεων που αφορούν τα πρόσωπα που μπορούν να συμμετέχουν στο Πρόγραμμα και ρυθμίζεται κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια.

Για την κατανομή των ποσοτήτων των αυτούσιων Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που αναφέρονται στο προηγούμενο εδάφιο, λαμβάνονται απαραίτητως υπόψη τα ακόλουθα:

- α) η δυναμικότητα των Μονάδων Παραγωγής Βιοκαυσίμων ή οι ποσότητες Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που εισάγονται από μονάδες παραγωγής Βιοκαυσίμων εγκατεστημένες σε κράτος-μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης και αποδεικνύονται από τις σχετικές συμβάσεις,

β) οι ποσότητες Βιοκαυσίμων και Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/2001 και διακινήθηκαν από κάθε συμμετέχοντα στο Πρόγραμμα, κατά τα προηγούμενα έτη συμμετοχής του σε αυτό,

γ) κατά προτεραιότητα, επικυρωμένες από τις οικείες Διευθύνσεις Αγροτικής Ανάπτυξης των Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων (Ν.Α.) συμβάσεις προμήθειας των απαιτούμενων πρώτων υλών για Μονάδα Παραγωγής Βιοκαυσίμων, οι οποίες προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες, σύμφωνα με τα οριζόμενα στις διατάξεις του Κεφαλαίου 8 του Κανονισμού 1973/2004 της Επιτροπής της 29ης Οκτωβρίου 2004 (ΕΕΕΚ L. 345 της 20ής Νοεμβρίου 2004) και οι ποσότητες Βιοκαυσίμων που παράγονται στο χώρο γεωργικής εκμετάλλευσης του συμμετέχοντος στο Πρόγραμμα, σύμφωνα με το άρθρο 25 του ανωτέρω Κανονισμού.

Με την ίδια απόφαση καθορίζονται οι εγγυήσεις που απαιτούνται για τη συμμετοχή στο Πρόγραμμα, ανά κατηγορία συμμετέχοντος, καθώς και οι διοικητικές κυρώσεις που επιβάλλονται σε όσους συμμετέχουν στο Πρόγραμμα, αν δεν διαθέτουν, εντός της Ελληνικής Επικράτειας, το σύνολο της ποσότητας αυτούσιων Βιοκαυσίμων και Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υποχρεούνται να διαθέσουν σύμφωνα με το Πρόγραμμα.

Οι διοικητικές κυρώσεις δεν επιβάλλονται, αν συντρέχουν στο πρόσωπο του συμμετέχοντος λόγοι ανωτέρας βίας, που αποδεικνύονται από αυτόν. Στην περίπτωση αυτή, κατά την κατανομή, για τα επόμενα έτη, των ποσοτήτων των αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/ 2001, λαμβάνονται υπόψη οι ποσότητες των ανωτέρω προϊόντων που έχουν διακινηθεί από το πρόσωπο αυτό, προσαυξημένες κατά τις ποσότητες που θα διακινούσε εάν δεν συνέτρεχαν οι λόγοι ανωτέρας βίας.

5. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων, που εκδίδεται κάθε έτος πριν από την 30ή Απριλίου, εγκρίνεται η συμμετοχή των ενδιαφερομένων στο Πρόγραμμα και καθορίζεται η κατανομή, ανά συμμετέχοντα, για το επόμενο έτος, των ποσοτήτων των αυτούσιων Βιοκαυσίμων και Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/2001, σύμφωνα με το Πρόγραμμα.

Για την έγκριση συμμετοχής στο Πρόγραμμα απαιτούνται:

α) η κατοχή, κατά την έκδοση της ανωτέρω απόφασης, άδειας εγκατάστασης για Μονάδα Παραγωγής Βιοκαυσίμων, σύμφωνα με τα οριζόμενα στις οικείες διατάξεις του ν. 3325/2005 ή απόφασης έγκρισης περιβαλλοντικών όρων, όπου και εφόσον απαιτείται από τις κείμενες διατάξεις, σε περίπτωση εξαίρεσης από την υποχρέωση λήψης άδειας εγκατάστασης ή η προσκόμιση συμβάσεων αγοράς αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων, για το επόμενο έτος, από μονάδες παραγωγής Βιοκαυσίμων εγκατεστημένες σε κράτος - μέλος της Ευρωπαϊκής Ένωσης και

β) η προσκόμιση των απαιτούμενων εγγυήσεων, σύμφωνα με τις διατάξεις της απόφασης που εκδίδεται κατά την παράγραφο 4.

Ειδικά για τα έτη 2005 και 2006, η κατανομή των ποσοτήτων αυτούσιων Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων, που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/ 2001, καθορίζεται με απόφαση που εκδίδεται κατά το πρώτο εδάφιο της παραγράφου αυτής, χωρίς να απαιτείται η κατάρτιση του Προγράμματος που προβλέπεται στην παράγραφο 4. Κατά την έκδοση της απόφασης αυτής λαμβάνονται υπόψη τα κριτήρια των περιπτώσεων α', β' και γ' της παραγράφου 4. Με την ίδια απόφαση καθορίζονται οι εγγυήσεις που οφείλουν να προσκομίσουν τα πρόσωπα στα οποία έγινε η κατανομή και οι διοικητικές κυρώσεις που επιβάλλονται σε βάρος τους, αν τα πρόσωπα αυτά δεν διαθέτουν εντός της Ελληνικής Επικράτειας το σύνολο των ποσοτήτων των αυτούσιων Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που τους έχουν κατανεμηθεί. Οι κυρώσεις δεν επιβάλλονται αν τα πρόσωπα που αναφέρονται στα προηγούμενα εδάφια επικαλούνται και αποδεικνύουν λόγους ανωτέρας βίας.

Με κινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών, Ανάπτυξης και Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων είναι δυνατή η υποκατάσταση του συμμετέχοντα στο Πρόγραμμα από τρίτο πρόσωπο, μόνο για λόγους ανωτέρας βίας, εφόσον συντρέχουν για το πρόσωπο αυτό οι προϋποθέσεις που ορίζονται στις παραγράφους 4 και την παρούσα.

6. Όποιος έχει λάβει έγκριση κατανομής ποσοτήτων αυτούσιων Βιοκαυσίμων και Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/2001, αναλαμβάνει την υποχρέωση να διαθέτει αυτές εντός της Ελληνικής Επικράτειας.

7. Οι ποσότητες αυτούσιων υγρών Βιοκαυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/2001, οι οποίες προσφέρονται από Μονάδες Παραγωγής Βιοκαυσίμων και προορίζονται για ανάμειξη με προϊόντα διύλισης αργού πετρελαίου, παραλαμβάνονται υποχρεωτικά και διατίθενται στην Ελληνική Επικράτεια από: α) κατόχους Άδειας Διύλισης, β) κατόχους Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α', εφόσον αυτοί πραγματοποιούν εισαγωγές έτοιμων προϊόντων διύλισης αργού πετρελαίου. Η υποχρέωση αυτή ισχύει μέχρι την 31η Δεκεμβρίου 2010.

Με την απόφαση που εκδίδεται σύμφωνα με την παράγραφο 5, καθορίζεται ανά υπόχρεο η μέγιστη ποσότητα των αυτούσιων υγρών Βιοκαυσίμων που υποχρεούνται να παραλαμβάνουν οι κάτοχοι Άδειας Διύλισης και οι κάτοχοι Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α', σύμφωνα με το προηγούμενο εδάφιο και ρυθμίζεται κάθε ειδικότερο θέμα και αναγκαία λεπτομέρεια.

Οι κάτοχοι των ανωτέρω αδειών υποχρεούνται να διαθέτουν τις ποσότητες υγρών Βιοκαυσίμων που παραλαμβάνουν, κατά τα ανωτέρω, σε κατόχους Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α' και Άδειας Λιανικής Εμπορίας που αναφέρονται στην παράγραφο 3α του άρθρου 7 και σε Προμηθευτικούς Συνεταιρισμούς ή Κοινοπραξίες που αναφέρονται στην παράγραφο 10 του άρθρου 7, οι οποίοι υποχρεούνται να παραλαμβάνουν και να διαθέτουν εντός της Ελληνικής Επικράτειας τις ποσότητες αυτές, εφόσον τους παραδίδονται σε μείγμα μέχρι 5% κατ' όγκο με προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου.

Οι ανωτέρω υποχρεώσεις διάθεσης και παραλαβής ισχύουν μέχρι την 31η Δεκεμβρίου 2010.»

#### Άρθρο 7

1. Το δεύτερο εδάφιο της παραγράφου 1 του άρθρου 20 του ν. 3054/2002 αντικαθίσταται ως εξής:

«Για λόγους προστασίας του ανταγωνισμού, οι κάτοχοι Άδειας Δύλισης και Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων υποχρεούνται να γνωστοποιούν στον Υπουργό Ανάπτυξης και τη Ρ.Α.Ε. τον τρόπο με τον οποίο διαμορφώνονται οι εργοστασιακές (ex factory) τιμές των πετρελαιοειδών προϊόντων.»

2. Στο τέλος του άρθρου 20 του ν. 3054/2002, προστίθεται παράγραφος 6 ως ακολούθως:

«6. Με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης μετά από γνώμη της Ρ.Α.Ε., μπορεί να καθορίζονται, σύμφωνα με τις προϋποθέσεις που ορίζονται στις παραγράφους 2, 3 και 4, ανώτατες τιμές πώλησης των αυτούσιων Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78 του ν. 2960/2001 και τα οποία διατίθενται, από τους κατόχους Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων, στους κατόχους Άδειας Δύλισης και Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α'.»

#### Άρθρο 8

Μεταβατικές και τελικές διατάξεις

1. Η συμμετοχή των Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων στην ελληνική αγορά, έως την 31η Δεκεμβρίου 2010, καθορίζεται σε ποσοστό 5,75%, το οποίο υπολογίζεται επί του ενεργειακού περιεχομένου του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου εσωτερικής καύσης ντίζελ που διατίθενται προς χρήση στις μεταφορές.

2. Μέχρι τη συμπλήρωση του κανονισμού που προβλέπεται από το άρθρο 14 του ν. 3054/2002, η δραστηριότητα της Διάθεσης Βιοκαυσίμων μπορεί να ασκείται από πρόσωπα που πληρούν τις προϋποθέσεις για τη χορήγηση Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων, σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 5Α, χωρίς την κατοχή της άδειας αυτής, ύστερα από έγκριση που χορηγείται από την αρμόδια υπηρεσία του Υπουργείου Ανάπτυξης.

#### Άρθρο 9

Έναρξη ισχύος

Η ισχύς του παρόντος νόμου αρχίζει από τη δημοσίευση του στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως, εκτός αν ορίζεται διαφορετικά στις επί μέρους διατάξεις του.

## Παράρτημα 2

Σύμφωνα με τον Αναπτυξιακό Νόμο 3299/2004 και μετά τις τροποποιήσεις που επέφερε το άρθρο 37 του Νόμου 3522/22.12.2006 τα επενδυτικά σχέδια για την παραγωγή βιοκαυσίμων ενισχύονται με 15% (επί της επένδυσης) στην περιοχή Α, με 25% στην περιοχή Β και με 35% στην περιοχή Γ.

|                  |  |
|------------------|--|
| <b>Περιοχή Α</b> | Νομοί Αττικής και Θεσσαλονίκης πλην των Β.Ε.Π.Ε. αυτών και των νησιών του Αιγαίου πελάγους.  |
| <b>Περιοχή Β</b> | Περιφέρειες Θεσσαλίας, Νοτίου Αιγαίου, Ιονίων Νήσων, Κρήτης, Κεντρικής Μακεδονίας, (πλην Νομού Θεσσαλονίκης), Δυτικής Μακεδονίας, Στερεάς Ελλάδας, και οι Β.Ε.Π.Ε. των Νομών Θεσσαλονίκης και Αττικής και των νήσων αυτής. |
| <b>Περιοχή Γ</b> | Περιφέρειες Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης, Ηπείρου, Βορείου Αιγαίου, Πελοποννήσου και Δυτικής Ελλάδας.  |

