

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	6
1.2 ΓΕΝΙΚΑ	6
1.3 ΒΙΟΜΑΖΑ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ	8
1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ	10
ΤΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ.....	11
2.1 ΓΕΝΙΚΑ	11
2.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ.....	11
2.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ	12
2.4 BENZINΗ.....	13
2.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ	14
2.6 ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ.....	15
2.7 ΡΥΠΟΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ	15
ΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ.....	18
3.1 ΓΕΝΙΚΑ	18
3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	20
3.3 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	20
3.4 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΑΣ	21
3.4.1 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ.....	21
3.4.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ).....	23
3.4.3 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ	24
3.4.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΙΑΣ.....	26

3.5 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (Ε.Ε.)	27
3.6 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΣΕ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ.....	29
3.7 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ.....	31
3.8 ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΠΟ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΡΥΠΩΝ	33
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	34
4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ) ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	34
4.2 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ)	34
4.3 ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ.....	35
4.3.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΟΝΤΙΖΕΛ	35
4.3.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ.....	44
4.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ.....	48
4.4.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	48
4.4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ.....	51
4.5 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ –ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ.....	54
4.6 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ	55
4.7 ΧΡΗΣΗ	55
4.8 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	55
4.9 ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ	56
ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	57
5.1 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ.....	57
5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ	57
5.1.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	58
5.1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	58
5.1.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	59
5.2 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ	61
5.2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	62

5.3 ΒΙΟΑΕΡΙΟ	64
ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ- ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ.....	66
6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΗΜΕΡΑ. .	66
6.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ	67
6.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ.....	68
6.4 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	70
6.4.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ	70
6.4.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	71
6.5 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	74
6.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ.....	78
6.7 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ.....	83
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ	88
7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	88
7.2 ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΥΤΩΝ.....	88
7.3 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ.....	94
7.4 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	96
7.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	99
7.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ.....	102
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	107
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	112
ΠΗΓΕΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	114
ΠΗΓΕΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ.....	115
ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	115

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί την Διπλωματική μου εργασία στα πλαίσια των σπουδών μου στο τμήμα Μηχανικών Ορυκτών Πόρων του Πολυτεχνείου Κρήτης. Η εκπόνησή της ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2008 και ολοκληρώθηκε τον Μάιο του 2009, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Κωνσταντίνου Κομνίτσα.

Με την ευκαιρία της ολοκλήρωσης της εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον κ. Κομνίτσα για την πολύτιμη βοήθεια και καθοδήγησή του που συνετέλεσαν στην επιτυχή διεκπεραίωσή της. Επίσης ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να αποδώσω στην εξεταστική επιτροπή που αποτελείται από την κα Βάμβουκα Δέσποινα και τον κ. Τσούτσο Θεοχάρη, για την εύστοχες παρατηρήσεις τους καθώς και για την συμμετοχή τους στην εκπόνηση της παρούσας διπλωματικής εργασίας.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για την αγάπη και εμπιστοσύνη που μου έδειξαν καθώς επίσης για την ευκαιρία να ολοκληρώσω τα σπουδές μου στο Πολυτεχνείο Κρήτης.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί την συγκριτική ενεργειακή και περιβαλλοντική αξιολόγηση των εναλλακτικών καυσίμων σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Η διάρθρωση αυτής περιγράφεται συνοπτικά ακολούθως.

Αρχικά στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στην βιομάζα, η οποία αποτελεί μια εναλλακτική πηγή ενέργειας, καθώς και στα χαρακτηριστικά αυτής. Το δεύτερο κεφάλαιο αποτελεί μια περιληπτική αναδρομή στον τρόπο δημιουργίας των συμβατικών καυσίμων και συγκεκριμένα του πετρελαίου, της βενζίνης και του φυσικού αερίου, ενώ επιπροσθέτως περιγράφονται οι ρύποι που αυτά δημιουργούν. Ακολουθεί το τρίτο κεφάλαιο που αναφέρεται στα βιοκαύσιμα και περιγράφει τα χαρακτηριστικά αυτών αλλά και τα διακρίνει σε πρώτης και δεύτερης γενιάς. Έπειτα καταγράφονται οι τεχνολογικές μέθοδοι βάσει των οποίων αυτά δημιουργούνται όπως επίσης και η σχέση των βιοκαυσίμων τόσο στην Ε.Ε. και τις ανεπτυγμένες χώρες όσο και στην Ελλάδα. Το τέταρτο κεφάλαιο αποτελεί ανάλυση του κύκλου ζωής των βιοκαυσίμων, από την παραγωγική διαδικασία και την αποθήκευση έως την τυποποίηση και την χρήση αυτών. Στο πέμπτο κεφάλαιο τα βασικά βιοκαύσιμα αναλύονται και γίνεται μνεία για τις πρώτες ύλες που απαιτούνται, το στάδιο της παραγωγικής διαδικασίας και τα βασικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα αυτών. Τέλος το έκτο και το έβδομο κεφάλαιο εστιάζουν στα περιβαλλοντικά και ενεργειακά οφέλη των εναλλακτικών καυσίμων αλλά και στα προβλήματα που αυτά δημιουργούν, προβληματίζοντάς μας για το κατά πόσο τελικά θα ήταν σωστή η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων από τα εναλλακτικά.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

I

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας, είναι η ενεργειακή και η περιβαλλοντική αξιολόγηση των συμβατικών και των εναλλακτικών καυσίμων. Με βάση αυτή την αξιολόγηση θα μπορέσουν να βγουν συμπεράσματα για το κατά πόσο τα εναλλακτικά καύσιμα έχουν ενεργειακό αλλά και περιβαλλοντικό όφελος σε σχέση με τα συμβατικά.

1.2 ΓΕΝΙΚΑ

Η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανεπτυγμένο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους.

Τα ορυκτά καύσιμα αναλογούν σε ποσοστό πάνω από το 80,3% της κύριας ενέργειας που καταναλώνεται παγκοσμίως και το 57,7% αυτού του ποσοστού χρησιμοποιείται στον τομέα των μεταφορών [1]. Είναι, λοιπόν, βάσιμο να συμπεράνουμε πως τα ορυκτά καύσιμα ευθύνονται για τις εκπομπές σημαντικών ποσοτήτων ρύπων στην ατμόσφαιρα, συμπεριλαμβανομένων και των αερίων που ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (GHG).

Η εντατική και αναποτελεσματική χρήση των ορυκτών καυσίμων για την κάλυψη των ανθρώπινων αναγκών σε ενέργεια τον τελευταίο αιώνα μείωσε σε σημαντικό βαθμό τα αποθέματα με αποτέλεσμα οι προβλέψεις να κάνουν λόγο για πλήρη εξάντλησή τους μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Το φαινόμενο γνωστό ως «Peak-Oil» θα χαρακτηρίζεται από τη μείωση της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου που ίσως να αρχίσει ήδη από το

2010. Αυτή η κατάσταση θα έχει ως αποτέλεσμα αύξηση των τιμών, ένοπλες διαμάχες, και τη λήψη μέτρων από διάφορα κράτη για τη διασφάλιση της ενεργειακής τους ασφάλειας. Γενικώς είναι ομόφωνη η άποψη πως η εποχή της φθηνής ενέργειας έχει περάσει ανεπιστρεπτί.

Η κλιματική αλλαγή, αποτέλεσμα της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη που προκαλείται από τα αέρια του θερμοκηπίου και κυρίως από το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) που παράγεται από τη χρήση ορυκτών καυσίμων, έχει προκαλέσει σημαντικές μεταβολές στα οικοσυστήματα και έχει οδηγήσει σε αύξηση των θανάτων κατά 150.000 ανθρώπων περίπου ετησίως. Η συνεχής αύξηση του μέσου όρου της θερμοκρασίας του πλανήτη απειλεί εκατομμύρια ανθρώπους με πείνα, πλημμύρες, έλλειψη νερού ως και καταστροφή των οικοσυστημάτων, της χλωρίδας και της πανίδας του πλανήτη.

Λαμβάνοντας, λοιπόν, υπόψη όλα τα παραπάνω προβλήματα, θα λέγαμε πως η χρήση της βιομάζας και συγκεκριμένα των βιοκαυσίμων για ενεργειακούς σκοπούς βρίσκεται όλο και πιο συχνά στο επίκεντρο του ενδιαφέροντος.

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να γίνουν άμεσα ή έμμεσα υποκατάστατα για τα υγρά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στα μέσα μεταφοράς και μπορούν εύκολα να ενσωματωθούν στα σημερινά λειτουργικά συστήματα.

Αντικαθιστώντας, για παράδειγμα, ένα ποσοστό βενζίνης ή ντίζελ με βιοκαύσιμα (βιοντίζελ ή βιοαιθανόλη) είναι ο πιο απλός τρόπος να αυξηθεί η διαθεσιμότητα των καυσίμων στον τομέα των μεταφορών. Η αποτελεσματική χρήση των πόρων που σχετίζονται με την αλυσίδα παραγωγής βιοντίζελ και βιοαιθανόλης αποτελεί σημαντικότατο αντικείμενο μελέτης που απαιτεί την προσοχή μας όσο και η ανάπτυξη εναλλακτικών καυσίμων.

Δεδομένων των τεράστιων εκτάσεων γης που απαιτούνται για την καλλιέργεια φυτών για την παραγωγή βιομάζας, είναι εξίσου σημαντικό να αξιολογηθεί ο αντίκτυπος της εντατικής παραγωγής βιοκαυσίμων τόσο στην παραγωγή τροφίμων όσο και στο περιβάλλον εν γένει. Επίσης πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη και η αύξηση των τιμών των τροφίμων που θα προκύψει ως συνέπεια της μείωσης της παραγωγής τους.

1.3 ΒΙΟΜΑΖΑ – ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Στις μέρες μας, επικρατεί ενεργειακή κρίση σε ολόκληρο τον πλανήτη, λόγω της μείωσης των πρωτογενών πηγών και των αυξανόμενων περιβαλλοντικών προβλημάτων. Αυτή η κατάσταση οδηγεί σε μια αναζήτηση εναλλακτικών καυσίμων, τα οποία να είναι όχι μόνο βιώσιμα, αλλά και φιλικά προς το περιβάλλον [2]. Από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση που σημειώθηκε το 1973, η βιομάζα θεωρήθηκε, και σε κάποιες περιπτώσεις προωθήθηκε, ως εναλλακτική πηγή ενέργειας έναντι της χρήσης συμβατικών καυσίμων. Λόγω της, σχεδόν αποκλειστικής, εξάρτησης του μεταφορικού τομέα από το πετρέλαιο και τα παράγωγά του, δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στη δυνατότητα χρησιμοποίησης της βιομάζας ως βάση για την παραγωγή εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων μηχανοκίνητων οχημάτων.

Στην πραγματικότητα η αυξανόμενη ζήτηση στον τομέα των μεταφορών ανθρώπων και εμπορευμάτων, έχει οδηγήσει στο φαινόμενο, στον μεταφορικό τομέα, να καταναλώνεται άνω του 30% της ενέργειας που καταναλώνεται στην Ε.Ε ετησίως, ποσοστό που αυξάνεται με έντονους ρυθμούς. Αυτό είναι άμεσα συνδεδεμένο με την αύξηση των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα [3]. Ανάμεσα στους λόγους που παρακίνησαν την υιοθέτηση των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών είναι καταρχάς η πληθώρα πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των βιοκαυσίμων, όπου όπως προαναφέραμε ο μεταφορικός τομέας είναι πρακτικά 100% εξαρτώμενος από το πετρέλαιο, και επιπλέον η δυνατότητα μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα, εφόσον αυτές με τη χρήση συμβατικών καυσίμων αναμένονται να αυξηθούν παρά τον συμφωνηθέντα στόχο μείωσής τους με το Πρωτόκολλο του Κιότο με δυσάρεστες συνέπειες τόσο στη μόλυνση του περιβάλλοντος όσο και στις αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές.

Το Πρωτόκολλο του Κιότο αποτελεί έναν «οδικό χάρτη», στον οποίο περιλαμβάνονται τα απαραίτητα βήματα για τη μακροπρόθεσμη αντιμετώπιση της αλλαγής του κλίματος που προκαλείται λόγω της αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Σύμφωνα με αυτό, τα κράτη που το έχουν συνυπογράψει δεσμεύονται να ελαττώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου την πρώτη περίοδο

ανάληψης υποχρεώσεων (2008-2012) κατά ένα συγκεκριμένο στόχο (5.2%) σε σχέση με τις εκπομπές του 1990 (ή του 1995 για ορισμένα αέρια) [4]. Η βιομάζα θεωρείται λοιπόν μία από τις σημαντικότερες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, πηγή του μέλλοντος, λόγω της οικονομικής βιωσιμότητας και της φιλικότητας προς το περιβάλλον.

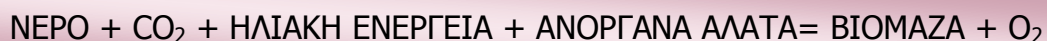
Η βιομάζα προσφέρει ιδιαίτερη ευελιξία στην προμήθεια καυσίμων χάρη στην εμβέλεια και την ποικιλομορφία των καυσίμων που μπορούν να παραχθούν [5]. Κατά συνέπεια, η βιομάζα μπορεί να καεί απευθείας για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού ή μπορεί να μετατραπεί σε στερεό, αέριο ή υγρό καύσιμο χρησιμοποιώντας τεχνολογίες μετατροπής όπως η ζύμωση για την παραγωγή αλκοολών, βακτηριακή ζύμωση για την παραγωγή βιοαερίου και τέλος αεριοποίηση για την παραγωγή υποκατάστατων φυσικού αερίου.



Σχήμα 1.1 Διαδικασίες παραγωγής βιοκαυσίμων [1]

1.4 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η ενέργεια της βιομάζας (βιοενέργεια ή 'πράσινη ενέργεια') είναι δευτερογενής ηλιακή ενέργεια. Η βιομάζα αποτελεί μια δεσμευμένη και αποθηκευμένη μορφή της ηλιακής ενέργειας και είναι αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής δραστηριότητας των φυτικών οργανισμών. Με βάση τη δραστηριότητα αυτή, η χλωροφύλλη των φυτών μετασχηματίζει την ηλιακή ενέργεια με μια σειρά διεργασιών, χρησιμοποιώντας ως βασικές πρώτες ύλες το νερό, το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και ανόργανα συστατικά από το έδαφος. Η διεργασία αυτή μπορεί να παρασταθεί σχηματικά ως εξής [6]:



Η μόνη φυσικά ευρισκόμενη πηγή ενέργειας με άνθρακα που τα αποθέματά της είναι ικανά, ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων, είναι η βιομάζα. Αντίθετα από αυτά, η βιομάζα είναι ανανεώσιμη καθώς απαιτείται μόνο μια σύντομη χρονική περίοδος για να αναπληρωθεί ότι χρησιμοποιείται ως πηγή ενέργειας. Εν γένει, για τις διάφορες τελικές χρήσεις υιοθετούνται διαφορετικοί όροι. Έτσι ο όρος 'βιοισχύς' (biopower) περιγράφει τα συστήματα που χρησιμοποιούν ως πρώτη ύλη βιομάζα αντί των συνήθων ορυκτών καυσίμων (φυσικό αέριο, άνθρακα) για ηλεκτροπαραγωγή, ενώ ως 'βιοκαύσιμα' αναφέρονται κυρίως τα υγρά καύσιμα μεταφορών που υποκαθιστούν πετρελαϊκά προϊόντα, π.χ. βενζίνη ή ντίζελ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

II

ΤΑ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Τα ορυκτά καύσιμα του άνθρακα, του πετρελαίου και του φυσικού αερίου είναι μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, δηλαδή δεν αντικαθίστανται τόσο γρήγορα όσο χρησιμοποιούνται. Τα ορυκτά καύσιμα σχηματίζονται από φυτά και ζώα που ζούσαν για πάνω από 300 εκατομμύρια χρόνια πριν και βρέθηκαν σε αποθέσεις –κοιτάσματα κάτω από την Γή. Τα καύσιμα καίγονται με σκοπό να απελευθερωθεί η ενέργεια που βρίσκεται μέσα σε αυτά. Είναι γνωστό ότι πάνω από το 85% των αναγκών μας καλύπτονται μέσω της καύσης των ορυκτών καυσίμων.

2.2 ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ



Το πετρέλαιο δημιουργήθηκε με την αποσύνθεση θαλάσσιων, κυρίως, ζώων και φυτών, που θάφτηκαν κάτω από διαδοχικές στιβάδες λάσπης, πριν από 400 - 500 εκατομμύρια χρόνια. Η αρχική προϋπόθεση για μια τέτοια διαδικασία είναι μια ρηχή θάλασσα (όπως είναι ο Κόλπος του Μεξικού), με νερά πλούσια σε ζώα και φυτά. Η δεύτερη προϋπόθεση είναι ότι

πεθαίνοντας οι οργανισμοί, βουλιάζουν στον βυθό και θάβονται σε λάσπη ποταμών (όπως του Μισισσιπή). Το οξυγόνο στον βυθό πρέπει να είναι περιορισμένο, ώστε η αποσύνθεση των οργανισμών να είναι αργή [7].

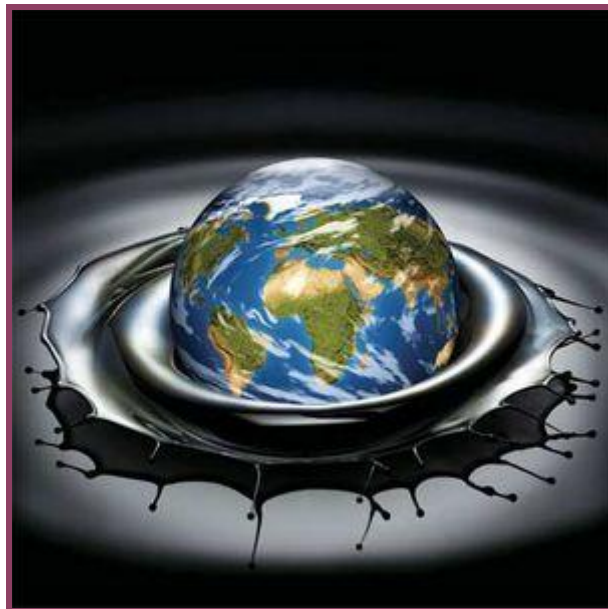
Με την πάροδο του χρόνου, λάσπη και πηλός κάθονται πάνω σ' αυτές τις αποθέσεις, δημιουργώντας τεράστιες πιέσεις. Κάτω από αυτές τις συνθήκες χημικές διεργασίες, πιθανόν ανεξάρτητες από μη βακτηριακή δράση, μετατρέπουν τους οργανισμούς σε πετρέλαιο και αέριο. Αυτή η θεωρία στηρίζεται βασικά σε ορισμένες ουσίες που ανιχνεύονται στο πετρέλαιο όπως είναι το ιώδιο και οι πορφυρίνες. Οι τελευταίες είναι προϊόντα της χλωροφύλλης και της αμίνης και στους 250 °C καταστρέφονται. Αυτό σημαίνει ότι το πετρέλαιο σχηματίστηκε σε χαμηλότερες θερμοκρασίες.

Κατάλληλες συνθήκες για τον σχηματισμό και τη συγκέντρωση του πετρελαίου υπάρχουν σε τμήματα του φλοιού της γης στραμμένα προς τα κάτω, όπου στρώματα από επικαθήσεις έχουν μαζευτεί σε μεγάλο πάχος (παχύτερα στη μέση και λεπτότερα στις άκρες). Τέτοιες τοποθεσίες γενικά θεωρούνται άξιες λόγου για έρευνα πετρελαίου. Το πετρέλαιο και τα αέρια μπορούν να συγκεντρωθούν σε κοιτάσματα αν υπάρχουν ορισμένες γεωλογικές συνθήκες, όπως η παρουσία ενός σχηματισμού που χρησιμεύει ως αποθήκη και έχει πόρους συνδεδεόμενους μεταξύ τους ή ρωγμές και κενά, ή παρουσία πάνω τον χώρο ενός αδιαπέρατου σχηματισμού και, τέλος, η ύπαρξη ενός «εγκλείσματος», δηλαδή ενός γεωλογικού σχηματισμού που εμποδίζει τη διαφυγή υγρών και αερίων.

2.3 ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ

Το πετρέλαιο είναι υγρό ελαιώδες ή παχύρρευστο, με καστανό χρώμα, χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή, αδιάλυτο στο νερό και ελαφρότερο απ' αυτό. Έχει πυκνότητα από 0,73g/cm³ μέχρι 1,04g/cm³ και η θερμαντική ικανότητά του φτάνει σε 10.400kcal/g –11.000kcal/g. Αποτελείται από υδρογονάνθρακες (ενώσεις άνθρακα και υδρογόνου που σε κανονικές θερμοκρασίες και πιέσεις μπορεί να είναι αέριες, υγρές ή στερεές, ανάλογα με την πολυπλοκότητα των μορίων τους) που βρίσκονται συγκεντρωμένοι σε διάφορα βάθη, κάτω από το έδαφος ή τη θάλασσα.

Επειδή το πετρέλαιο βρίσκεται πάντα σε θερμοκρασία ανώτερη από το σημείο ζέσης μερικών συστατικών του είναι αδύνατος ο καθορισμός ενός σημείου ζέσης, κοινού για όλα τα συστατικά του αργού πετρελαίου. Για τον ίδιο λόγο είναι αδύνατο να μιλήσουμε και για σημείο πήξης, αφού τα διάφορα συστατικά του στερεοποιούνται σε διαφορετικές θερμοκρασίες [8].



2.4 BENZINΗ

Η **βενζίνη** είναι ένα ελαφρύ υγρό, πτητικό και εύφλεκτο, που προέρχεται κυρίως από την κλασματική απόσταξη του πετρελαίου. Είναι υγρό άχρωμο ή ελαφρά χρωματισμένο, έχει χαρακτηριστική οσμή και αποστάζει μεταξύ 40° και 210° C περίπου. Χημικά είναι μίγμα τριών κυρίως κορεσμένων υδρογονανθράκων, εξανίου, επτανίου και οκτανίου [9].

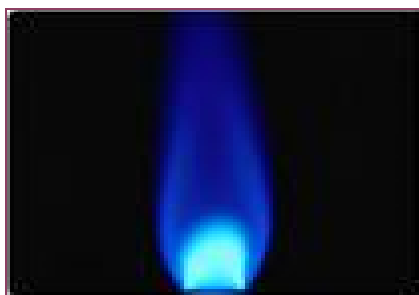
Χρησιμοποιείται ως καύσιμο υλικό (βενζίνη αυτοκινήτων, αεροπορίας κλπ.) στη βιομηχανία για την κατεργασία των υφαντικών ινών, για την παρασκευή κόλλας με βάση το καουτσούκ κ.ά. και ως διαλύτης (βενζίνη εκχύλισης, αποκηλίδωσης κλπ.).

Όλα τα είδη της βενζίνης δεν έχουν την ίδια σύσταση και επομένως την ίδια αξία. Για τη σύγκριση των διάφορων βενζινών χρησιμοποιείται η λεγόμενη κλίμακα οκτανίου και κάθε βενζίνη χαρακτηρίζεται από τον αριθμό οκτανίων. Όσο μεγαλύτερος είναι αυτός,

τόσο μεγαλύτερη είναι η απόδοσή της. Για την αύξηση του αριθμού οκτανίων της βενζίνης, είτε προστίθενται σε αυτή διάφορες ουσίες (π.χ. τετρααιθυλιούχος μόλυβδος) είτε υποβάλλεται σε ειδική κατεργασία.

2.5 ΦΥΣΙΚΟ ΑΕΡΙΟ

Το Φυσικό Αέριο είναι ένα αέριο μίγμα υδρογονανθράκων το οποίο εξάγεται από υπόγειες κοιλότητες και εξαιτίας των ιδιοτήτων του θεωρείται οικολογικό καύσιμο. Βασικό συστατικό του φυσικού αερίου είναι το μεθάνιο, συνυπάρχουν όμως σε αυτό και σημαντικές ποσότητες αιθανίου, προπανίου και βουτανίου, καθώς και διοξείδιο του άνθρακα, άζωτο, ήλιο και θειικό οξύ. Το φυσικό αέριο που είναι απαλλαγμένο από τους υδρογονάνθρακες πέραν του μεθανίου, δηλαδή το καθαρό μεθάνιο, συχνά αποκαλείται και ξηρό φυσικό αέριο. Αντίστοιχα, το φυσικό αέριο που συμπεριλαμβάνει και άλλους υδρογονάνθρακες εκτός από το μεθάνιο, αποκαλείται και υγρό φυσικό αέριο.



Το φυσικό αέριο είναι άχρωμο και άοσμο. Η χαρακτηριστική του οσμή δίνεται τεχνικά ώστε να γίνεται αντιληπτό σε τυχόν διαρροές. Το φυσικό αέριο ανήκει στη δεύτερη οικογένεια των αέριων καυσίμων. Στην πρώτη οικογένεια ανήκουν τα βιομηχανικά αέρια τα οποία είναι ιδιαίτερα τοξικά. Στην τρίτη οικογένεια ανήκει το υγραέριο (LPG), που παράγεται από την κλασματική απόσταξη του πετρελαίου, ενώ βρίσκεται και σε ορισμένα κοιτάσματα φυσικού αερίου, από το οποίο διαχωρίζεται. Τέλος το φυσικό αέριο είναι ελαφρύτερο από τον αέρα και έχει ειδικό βάρος ίσο με $0,59\text{g/cm}^3$.

Η καύση του φυσικού αερίου, σε σχέση με αυτή άλλων καυσίμων όπως ο γαιάνθρακας ή το λάδι, έχει λιγότερο επιβλαβείς συνέπειες για το περιβάλλον. Παράγει, για παράδειγμα, μικρότερες ποσότητες διοξειδίου του άνθρακα για κάθε μονάδα παραγόμενης ενέργειας.

2.6 ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΠΕΤΡΕΛΑΙΑ

Στην Ελλάδα το πετρέλαιο παράγεται από το 1981, οπότε άρχισε η εκμετάλλευση του κοιτάσματος στον Πρίνο της Θάσου. Σύντομα η παραγωγή ανήλθε στα 26.000 βαρέλια ημερησίως, ποσότητα που ισοδυναμούσε περίπου με το 10% των ενεργειακών αναγκών της χώρας.

Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 η παραγωγή άρχισε να μειώνεται και το 1995 περιορίστηκε στα 10.000 βαρέλια την ημέρα. Σημαντικά κοιτάσματα πετρελαίου θεωρείται ότι υπάρχουν στην ευρύτερη περιοχή του Βορειοανατολικού Αιγαίου, ενώ έχουν εντοπιστεί και σε άλλες περιοχές του ελλαδικού χώρου (σε Κατάκολο, Ζάκυνθο, Παξούς, Ηλεία κ.α.).

Η παραγωγή πετρελαίου στην Ελλάδα, σύμφωνα με επίσημα στοιχεία, είχε διαρκώς φθίνουσα πορεία και έφτασε το 2005 τα 2.670 βαρέλια ημερησίως. Το Συμβούλιο Εθνικής Ενεργειακής Στρατηγικής θεωρεί ότι υπάρχουν ενδείξεις για την ύπαρξη αρκετού πετρελαίου στο ελληνικό υπέδαφος, ώστε να καλυφθεί το 50% της ζήτησης στη χώρας μας, με ημερήσια παραγωγή της τάξης των 200 χιλιάδων βαρελιών [10].

2.7 ΡΥΠΟΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

Μονοξείδιο του άνθρακα CO

Το Μονοξείδιο του άνθρακα είναι προϊόν ατελούς καύσης, άχρωμο, άγευστο και άοσμο. Δεσμεύει και αδρανοποιεί την αιμοσφαιρίνη του αίματος σχηματίζοντας ανθρακυλαιμοσφαιρίνη και προκαλώντας πρόβλημα στην καρδιά και το νευρικό σύστημα.

Επιπτώσεις

Το Μονοξείδιο του άνθρακα μειώνει την ικανότητα του αίματος να μεταφέρει οξυγόνο σε βασικούς ιστούς του οργανισμού, επιδρώντας κυρίως στο καρδιαγγειακό και νευρικό σύστημα. Χαμηλές συγκεντρώσεις του επηρεάζουν δυσμενώς άτομα με καρδιακά προβλήματα και μειώνουν τις σωματικές επιδόσεις νεαρών και υγιών ατόμων. Υψηλότερες συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα προκαλούν συμπτώματα όπως ζαλάδα, πονοκεφάλους και κόπωση.

Οξείδιο του αζώτου NO_x

Το μονοξείδιο του αζώτου είναι άχρωμο αέριο το οποίο μετατρέπεται σε διοξείδιο του αζώτου στην ατμόσφαιρα καφέ κόκκινου χρώματος και οξείας οσμής. Θεωρείται ισχυρό δηλητήριο που ερεθίζει τους πνεύμονες και μπορεί να προκαλέσει έως και παράλυση. Ο συνδυασμός του με την ηλιακή ακτινοβολία και τους υδρογονάνθρακες βοηθά στη δημιουργία όζοντος στα χαμηλά ατμοσφαιρικά στρώματα (φωτοχημικό νέφος).

Επιπτώσεις

Σε υψηλές συγκεντρώσεις βλάπτει τους ανθρώπους και επηρεάζει την βλάστηση. Στα παιδιά μπορεί να προκαλέσει αναπνευστικές ασθένειες, ενώ στους ασθματικούς προκαλεί δυσκολία στην αναπνοή.

Υδρογονάνθρακες HC

Οι αρωματικοί υδρογονάνθρακες (που βρίσκονται κυρίως στην αμόλυβδη) έχουν χαρακτηριστική οσμή. Αποτελούν ιδιαίτερα τοξικά και καρκινογόνα αέρια ακόμα και σε μικρές συγκεντρώσεις ερεθίζουν το νευρικό σύστημα τη μύτη και τα μάτια.

Οι κορεσμένοι υδρογονάνθρακες είναι άοσμοι, ερεθίζουν την επιδερμίδα ενώ ταυτόχρονα έχουν και αναισθητικές ιδιότητες.

Οξείδια και ενώσεις μολύβδου (PbO_x)

Τα οξείδια και οι ενώσεις του μολύβδου είναι ιδιαίτερα τοξικές ενώσεις που παραλύουν το νευρικό σύστημα ενώ δηλητηριάζουν το αίμα και το μυελό των οστών. Οι ενώσεις αυτές δεν αποβάλλονται ποτέ από τον ανθρώπινο οργανισμό, συνεπώς και συσσωρεύονται σε αυτόν προσθετικά με κάθε έκθεση.

Διοξείδιο του θείου (SO₂)

Το αέριο αυτό επηρεάζει μόνο τα φυτά ενώ στα καυσαέρια βρίσκεται σε ελάχιστη ποσότητα.

Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2)

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι αέριο αβλαβές για την ανθρώπινη υγεία το οποίο όμως αποτελεί τον κύριο παράγοντα δημιουργίας του φαινομένου του θερμοκηπίου [11].

Οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου της βενζίνης αντιστοιχούν σε 2,44 kg CO_2 eq/L ενώ οι αυτές για το ντίζελ αντιστοιχούν σε 2,80 kg CO_2 eq/L . [12]



ΚΕΦΑΛΑΙΟ

III

ΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ

3.1 ΓΕΝΙΚΑ

Ιστορικά τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά λάδια αλλά και τα αποστάγματα όντας οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Η μεγάλη ανάγκη σε φθηνά καύσιμα μεγάλου ενεργειακού περιεχομένου μετά την βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνεχίζει αυξανόμενη έως σήμερα, ενίσχυσε σημαντικά τη χρήση ορυκτών καυσίμων, άνθρακα αρχικά και πετρελαϊκών παραγώγων αργότερα, σε βάρος των παραδοσιακών βιοκαυσίμων. Τα προβλήματα θέρμανσης του πλανήτη τα οποία σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο των καυσίμων σε άνθρακα και το εκπεμπόμενο κατά την καύση διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) έχουν δημιουργήσει κατά τα τελευταία χρόνια ένα κλίμα στροφής προς βιοκαύσιμα τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα.

Η χρήση βιοκαυσίμων στους κινητήρες εσωτερικής καύσης δεν είναι καινούριο φαινόμενο. Το 1900 ο εφευρέτης του πετρελαιοκινητήρα, Rudolf Diesel, πρόβλεψε την πιθανότητα χρήσης φυτικών ελαίων, όπως το φυσικέλαιο, στους κινητήρες του. Πράγματι χρησιμοποιήθηκαν φυτικά έλαια ως καύσιμα, είτε σε καθαρή μορφή είτε σε μείγματα, αλλά υπήρξαν τεχνικά προβλήματα που απέτρεψαν τη διάδοση της χρήσης τους. Το μεγαλύτερο πρόβλημα ήταν ο σχηματισμός καταλοίπων που μείωνε την ισχύ των κινητήρων και απαιτούσε συχνές στάσεις ώστε να γίνει καθαρισμός και απόφραξη των ψεκαστήρων καυσίμου. Το 1937 ολοκληρώθηκε η διαδικασία εστεροποίησης (αλκοόλυση) των φυτικών ελαίων. Σύμφωνα με αυτή τη διαδικασία τα μόρια των ελαίων

διασπώνται, τα λιπαρά οξέα αναμειγνύονται με αλκοόλη και διαχωρίζεται η γλυκερίνη που αποτελεί την αιτία σχηματισμού καταλοίπων στον κινητήρα.

Όσον αφορά στην αιθανόλη, ήταν το καύσιμο που αρχικά προορίστηκε για τους πρώτους κινητήρες Otto Cycle που κατασκευάστηκαν στο πρώιμο στάδιο ανάπτυξης της αυτοκινητοβιομηχανίας. Η δημιουργία πετρελαϊκών προϊόντων και η μεγάλη προσφορά διαφόρων καυσίμων σε χαμηλές τιμές κατέστησε αυτές τις εναλλακτικές αδιάφορες. Στα τέλη της δεκαετίας του 1920 ο πρώην Πειραματικός Σταθμός Καυσίμων και Ορυκτών, και νυν Εθνικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας (NIT), διεξήγαγε πειράματα χρησιμοποιώντας αλκοόλη σε έναν τετρακύλινδρο κινητήρα Ford, με σκοπό να προωθήσει την αλκοόλη ως μια ελκυστική εναλλακτική μορφή ενέργειας.

Σήμερα, πολλά από τα τεχνικά προβλήματα που προκλήθηκαν από τη χρήση βιοκαυσίμων στους κινητήρες εσωτερικής καύσης στις αρχικές προσπάθειες χρήσης αυτού του είδους καυσίμου έχουν λυθεί. Αυτό καθιστά την εναλλακτική χρήση αυτών των καυσίμων δυνατή για τη μερική αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών.

Βιοκαύσιμα ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Τα κυριότερα είναι το βιοντίζελ που παράγεται από τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη, η βιοαιθανόλη που παράγεται από τα σακχαρούχα και αμυλούχα φυτά και το βιοαέριο. Επίσης σύμφωνα με την American Society of Testing and Materials (ASTM) το βιοκαύσιμο ορίζεται τεχνικά ως το καύσιμο που παράγεται από μονο-αλκυλικούς εστέρες από μακριές αλυσίδες λιπαρών οξέων που προέρχονται από φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη [13].

Στις μέρες μας, υπάρχουν τέσσερα κύρια είδη βιοντίζελ που χρησιμοποιούνται στην αγορά καυσίμων:

- Καθαρό (B100)
- Μείγματα (B20-B30)
- Πρόσθετα (B5)
- Πρόσθετα Λιπαντικά (B2)

Τα μείγματα με ογκομετρικές αναλογίες ανάμεσα στο 5% και 20% είναι τα πιο κοινά. Το B5 δεν απαιτεί καμιά μετατροπή στους κινητήρες. Το βιοντίζελ είναι πλήρως αναμίξιμο και επίσης φυσικά και χημικά όμοιο με το ορυκτό ντίζελ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες συμπίεσης -ανάφλεξης χωρίς σημαντικές ή επίπονες για τον κινητήρα μετατροπές.

3.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Τα βιοκαύσιμα προέρχονται από οργανικά προϊόντα και θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO₂ 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 και διανομής τους. Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες CO₂ 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 κι έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου 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 παράγονται εκπομπές CO₂ το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι από πολύ μεγάλο έως μηδαμινό. Για να αποφανθεί κανείς ασφαλώς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου ζωής.

3.3 ΔΙΑΚΡΙΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/EK έχουμε την εξής διάκριση [5]:

-  **Βιοαιθανόλη:** Αιθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα ή και από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.
-  **Βιοντίζελ:** Μεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται από φυτικά ή ζωικά έλαια.
-  **Βιοαέριο:** Καύσιμο αέριο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, το οποίο μπορεί να καθαριστεί φτάνοντας την ποιότητα του φυσικού αερίου.

- **Βιομεθανόλη:** Μεθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα.
- **Βιοδιμεθυλεστέρας:** Διμεθυλεστέρας ο οποίος παράγεται από βιομάζα.
- **Βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας):** ETBE ο οποίος παράγεται από βιοαιθανόλη.
- **Βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας):** Καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομεθανόλη.
- **Συνθετικά βιοκαύσιμα:** Συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μίγματα τους που έχουν παραχθεί από βιομάζα.
- **Βιοϋδρογόνο:** Υδρογόνο το οποίο παράγεται από βιομάζα ή/και από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.
- **Καθαρά φυτικά έλαια:** Έλαια από ελαιούχα φυτά, παραγόμενα με συμπίεση.

3.4 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΠΡΩΤΗΣ ΚΑΙ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΕΑΣ

3.4.1 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς ή τυπικά βιοκαύσιμα είναι αυτά που παράγονται σήμερα με συμβατικές μεθόδους. Τα κυριότερα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς συνοψίζονται στον Πίνακα 3.1. Ωστόσο τα πιο διαδεδομένα είναι τα υγρά βιοκαύσιμα βιοντίζελ και βιοαιθανόλη που χρησιμοποιούνται σε μίγμα με τα αντίστοιχα ορυκτά καύσιμα κίνησης ντίζελ και βενζίνη.

Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται υπό χαμηλή αναλογία μαζί με συμβατικά καύσιμα ήδη στα περισσότερα οχήματα και μπορεί να διανέμονται μέσω της υφιστάμενης υποδομής. Ορισμένα αυτοκίνητα πετρελαίου ντίζελ είναι δυνατόν να κινούνται κατά 100% με βιοντίζελ (B100) ενώ είναι ήδη διαθέσιμα σε πολλές χώρες στον κόσμο «υβριδικά» αυτοκίνητα. Συνεπώς η αντικατάσταση ενός ποσοστού πετρελαίου ντίζελ ή βενζίνης με βιοκαύσιμα αποτελεί τον απλούστερο τρόπο ώστε στον τομέα των μεταφορών να πραγματοποιηθεί άμεση επίτευξη των στόχων Κιότο, ιδιαιτέρως λόγω του ότι τα οφέλη θα ήταν δυνατόν να εφαρμοστούν σε ολόκληρο το στόλο οχημάτων. Η ανάπτυξη υποκατάστατου για το πετρέλαιο ντίζελ έχει ιδιαίτερη σημασία στο ευρωπαϊκό πλαίσιο, δεδομένου ότι επί του παρόντος η ΕΕ αποτελεί καθαρό εισαγωγέα πετρελαίου ντίζελ ενώ εξαγεί βενζίνη.

Πίνακας 3.1 Τυπικά βιοκαύσιμα ή βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς [1]

Τύπος Βιοκαυσίμου	Ονομασία	Διεργασία
Φυτικό έλαιο	Φυτικό έλαιο	Πίεση, εκχύλιση, διύλιση
Βιοντίζελ	Βιοντίζελ από σπόρους	Μετεστεροποίηση ελαίων
	Βιοντίζελ από απόβλητα ή χρησιμοποιημένα έλαια	Διύλιση, μετεστεροποίηση
Βιοαιθανόλη	Αιθανόλη από ζαχαρώδη φυτά	Ζύμωση, απόσταξη
	Αιθανόλη από αμυλώδη φυτά	Υδρόλυση, ζύμωση, απόσταξη
Βιο-ETBE	ETBE	Ζύμωση, σύνθεση
Βιοαέριο	Συνθετικό φυσικό αέριο από βιοαέριο	Χώνευση, απομάκρυνση $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$
Βιουδρογόνο	Υδρογόνο από βιοαέριο	Χώνευση, wgs, απομάκρυνση $\text{CO}_2\text{-H}_2\text{O}$

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

Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικά καύσιμα για τις μεταφορές όπως συμβαίνει και με άλλες εναλλακτικές λύσεις όπως το υγροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG), το υγραέριο (LPG), το συνθετικό φυσικό αέριο (SNG) και το υδρογόνο.

Ως φυσικό αέριο (LNG) χαρακτηρίζεται το φυσικό αέριο που εξάγεται από την Γη αλλά υγροποιείται με ψύξη σε θερμοκρασία $-160\text{ }^{\circ}\text{C}$. Η υγροποίηση του φυσικού αερίου διευκολύνει την μεταφορά του σε μεγάλες αποστάσεις ενώ ταυτόχρονα επιτρέπει την αποθήκευσή του σε σχετικά μικρούς χώρους.

Το φυσικό αέριο (CNG) αποτελείται από μεθάνιο και αντλείται από τη γη, όπως τα υγρά καύσιμα. Μεταφέρεται σε δίκτυο σωληνώσεων. Χρησιμοποιείται υπό υψηλή πίεση της τάξεως των 200 bar για την κίνηση κυρίων μεγάλων οχημάτων. Έχει υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο και χαμηλούς ρύπους.

Ως υγραέριο (LPG) καλείται το παραπροϊόν της διύλισης αργού πετρελαίου, και περιέχει πάνω από 90% προπάνιο. Είναι ιδανικό καύσιμο για το αυτοκίνητο, αποθηκεύεται σε υγρή κατάσταση και έχει υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο και χαμηλούς ρύπος. Υγροποιείται με συμπίεση της τάξης των 2-3 bar.

Το συνθετικό φυσικό αέριο (SNG) είναι δυνατόν να παράγεται τόσο από ορυκτές όσο και από ανανεώσιμες πηγές. Το ανανεώσιμο SNG παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη μείωση του CO_2 και θα ήταν δυνατόν να αποτελέσει αποφασιστικό βήμα προς την ανάπτυξη άλλων αερίων καυσίμων [14].

3.4.2 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΩΤΗΣ ΓΕΝΙΑΣ (ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΜΕ ΣΥΜΒΑΤΙΚΟΥΣ ΤΡΟΠΟΥΣ)

Για το βιοντίζελ που προέρχεται από έλαια που παράγονται από ελαιώδη φυτά, χρησιμοποιείται η διαδικασία της εστεροποίησης ή της πυρόλυσης (γίνεται δηλαδή αποσύνθεση μέσω θέρμανσης της φυτικής ύλης απουσία αέρα κατά την οποία παράγεται πτωχό αέριο και πυρολιγνιτικά υγρά όπως είναι η ξυλόπισσα και ο ξυλάνθρακας ως υπόλειμμα) ώστε να μετατραπούν τα φυτικά έλαια σε καύσιμο, το οποίο να μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε κινητήρες. Τα φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν και απευθείας ως καύσιμα σε ειδικά σχεδιασμένους ή τροποποιημένους κινητήρες.

Η εστεροποίηση μπορεί να χρησιμοποιεί αλκαλικούς, όξινους ή ενζυματικούς καταλύτες, αιθανόλη και μεθανόλη και παράγει λιπαρά οξέα και γλυκερίνη ως κατάλοιπα.

Η βιοαιθανόλη που παράγεται από οργανική ύλη με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, συνήθως προκύπτει μέσω ζύμωσης. Αρχικά η πρώτη ύλη υπόκειται σε διαδικασία διαχωρισμού των σακχάρων. Στη διαδικασία της ζύμωσης χρησιμοποιείται μαγιά που μετατρέπει τη γλυκόζη σε αιθανόλη. Η απόσταξη και η αφυδάτωση χρησιμοποιούνται ως τελικά στάδια για την επίτευξη των επιθυμητών επιπέδων συγκέντρωσης: ένυδρη ή άνυδρη αιθανόλη η οποία μπορεί να αναμειχθεί με βενζίνη ή να χρησιμοποιηθεί απευθείας σε ευέλικτα οχήματα με προδιαγραφές χρήσης διπλών καυσίμων.

Όταν οι πρώτες ύλες είναι τα σιτηρά, συνήθως γίνεται υδρόλυση για τη μετατροπή του αμύλου σε γλυκόζη. Δεδομένου ότι η μετατροπή αυτή είναι πολύ πιο εύκολη από τη μετατροπή της κυτταρίνης, η παραγωγή αιθανόλης στις ΗΠΑ βασίζεται κυρίως στο σιτάρι και στο καλαμπόκι, ενώ στην Ευρώπη, στο σιτάρι, το κριθάρι και τα ζαχαρότευτλα. Η συμβατική διαδικασία που χρησιμοποιείται στην παραγωγή αιθανόλης από σιτηρά εκμεταλλεύεται μόνο το κομμάτι εκείνο που περιέχει άμυλο. Σε αυτή την περίπτωση, χρησιμοποιούνται μόνο οι σπόροι του καλαμποκιού και του κριθαριού, πράγμα που αντιστοιχεί σε ένα μικρό ποσοστό του συνόλου της μάζας του φυτού και έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή σημαντικής ποσότητας ινωδών καταλοίπων [14,15].

Λαμβάνοντας υπόψη πως το καλαμπόκι και άλλες αμυλούχες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή σακχάρων είναι ένα μικρό μόνο κομμάτι της βιομάζας που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή αιθανόλης, είναι απαραίτητη η ανάπτυξη τεχνολογιών που θα επιτρέψουν τη χρήση νέων πηγών πρώτων υλών, όπως της κυτταρινικής βιομάζας από τις φυτικές ίνες που είναι παρούσες τόσο στα κατάλοιπα της γεωργικής και υλοτομικής δραστηριότητας όσο και σε δέντρα και θάμνους, αποσκοπώντας σε μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα σε σχέση με τις τεχνολογικές μεθόδους της πρώτης γενιάς.

3.4.3 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΚΑΙ ΕΠΟΜΕΝΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς είναι τα βιοκαύσιμα που παράγονται με πρωτοποριακές διεργασίες και από περισσότερους τύπους βιομάζας σε σχέση με τα

βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς. Τα κυριότερα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς συνοψίζονται στον Πίνακα 3.2 Στα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς ανήκουν τα συνθετικά βιοκαύσιμα που παράγονται από θερμοχημικές και καταλυτικές διεργασίες όπως πυρόλυση, εξαερίωση. Επίσης στην κατηγορία αυτή ανήκει και η βιοαιθανόλη που παράγεται από λιγνοκυτταρινικό υλικό, το οποίο δύσκολα μπορεί να χρησιμοποιηθεί σήμερα. Το υδρογόνο από αέριο σύνθεσης καθώς και το βιοαέριο αποτελούν τα κύρια αέρια βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς [16].

Πίνακας 3.2 Πρωτοποριακά βιοκαύσιμα ή βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς [2]

Τύπος Βιοκαυσίμου	Ονομασία	Διεργασία
Συνθετικά βιοκαύσιμα	Fischer-Tropsch Βιοντίζελ	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση, HDC
	Αλκοόλη από αέριο σύνθεσης	Εξαέρωση, σύνθεση
	HTU ντίζελ	HTU, HDO, διύλιση
	Ντίζελ πυρόλυσης	Πυρόλυση, HDO, διύλιση
Βιομεθανόλη	Μεθανόλη	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση
Βιοαιθανόλη	Αιθανόλη από κυτταρίνη	Υδρόλυση, Ζύμωση, απόσταξη
Bio-MTBE	MTBE	Σύνθεση
Βιοδιμέθυλαιθέρας	DME	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση
Βιοϋδρογόνο	Υδρογόνο από αέριο σύνθεσης	Εξαέρωση, wgs, απομάκρυνση CO ₂
Βιοαέριο	Φυσικό αέριο από αέριο σύνθεσης	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση, απομάκρυνση CO ₂ -H ₂ O
	Συνθετικό φυσικό αέριο	Εξαέρωση

Μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες βιοκαυσίμου δεύτερης γενιάς – η λιγνοκυτταρινική διεργασία – έχει ήδη εξελιχθεί αρκετά. Στην ΕΕ έχουν δημιουργηθεί τρία εργοστάσια, στη Σουηδία, την Ισπανία και τη Δανία. Άλλες τεχνολογίες για τη μετατροπή

της βιομάζας προς υγρά βιοκαύσιμα περιλαμβάνουν το βιοντίζελ Fischer-Tropsch και το βιο-DME (διμεθυλαιθέρας). Στη Γερμανία και τη Σουηδία λειτουργούν εργοστάσια επίδειξης.

3.4.4 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΙΑΣ

Σε αυτή την περίπτωση τα βιοκαύσιμα μπορούν να παραχθούν με τις ακόλουθες διαδικασίες :

- Με υδρόλυση της κυτταρίνης που ακολουθείται από ζύμωση των σακχάρων. Η κυτταρίνη και οι ημικυτταρίνες οι οποίες είναι τα δομικά συστατικά των φυτών είναι τα δυο κύρια συστατικά τους. Αυτά μπορούν να μετατραπούν σε σάκχαρα (C6 και C5) και συνεπώς να παραχθεί αιθανόλη.
- Με πυρόλυση οργανικής ύλης που αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη, πρωτεΐνες ή και έλαια για την παραγωγή «βιο-ελαίου» και κάρβουνου που μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μείγμα ντίζελ ή ως υποκατάστατο ή αεριοποιημένο.
- Με αεριοποίηση διαφόρων ειδών οργανικής ύλης για την παραγωγή σύνθετου αερίου το οποίο επιτρέπει τη δημιουργία υγρών βιοκαυσίμων διαμέσου διαφόρων καταλυτικών διαδικασιών. Στις μέρες μας αυτή η τεχνολογία διέρχεται τη φάση εξέλιξης και εμπορευματοποίησης, συμπεριλαμβανομένων:
 - της τεχνολογίας Fischer-Tropsch (BTL) για την παραγωγή βιοντίζελ ή βιοβενζίνης μέσω μετατροπής του σύνθετου αερίου, τεχνολογιών για τη δημιουργία βιοαιθανόλης με υψηλή περιεκτικότητα αλκοολών και μείγματα αλκοολών όπως το μείγμα βενζίνης ή υποκατάστατων, και τεχνολογιών που αναπτύσσονται με σκοπό τη ζύμωση του σύνθετου αερίου για τη δημιουργία αιθανόλης παράγοντας υδρογόνο ως υποπροϊόν.

Το βιο- H_2 θεωρείται από κάποιους επιστήμονες ως καύσιμο τρίτης γενιάς.

Κανένα από τα βιοκαύσιμα των μεθόδων δευτέρης γενιάς δεν είναι εμπορικά διαθέσιμο, δεδομένου ότι το κόστος παραγωγής είναι ακόμη απαγορευτικό. Αυτές οι τεχνολογίες αναμένονται να επιτύχουν βιομηχανικής κλίμακας χρήση μέσα στις επόμενες δεκαετίες.

Το κύριο πλεονέκτημα της παραγωγής βιοκαυσίμων μέσω των τεχνολογικών μεθόδων δεύτερης γενιάς έγκειται στο γεγονός ότι επιτρέπουν τη χρήση ακατάλληλων προς βρώση πρώτων υλών. Πολλές από αυτές θεωρούνται υπολείμματα και δε συναγωνίζονται την παραγωγή τροφίμων. Επιπλέον, ο διαθέσιμος όγκος τους είναι πολύ μεγαλύτερος.

3.5 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΕΥΡΩΠΑΙΚΗ ΕΝΩΣΗ (Ε.Ε.)

Σε μια προσπάθεια να προωθήσει την χρήση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ. Σύμφωνα με αυτήν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων εμπίπτουν η βιοαιθανόλη, το βιοντίζελ (μεθυλεστέρας λιπαρών οξέων), το βιοαέριο, η βιομεθανόλη, ο βιοδιμεθυλαιθέρας, ο βιο-ETBE (αιθυλοτριτοβουτυλαιθέρας), ο βιο-MTBE (μεθυλοτριτοβουτυλαιθέρας), τα συνθετικά βιοκαύσιμα (συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μείγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που έχουν παραχθεί από βιομάζα), το βιοϋδρογόνο και τα καθαρά φυτικά έλαια. Επίσης η νομοθεσία προβλέπει ότι τα κράτη μέλη οφείλουν να διασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθεται στις αγορές τους, αναλογία η οποία για το 2005 οριζόταν στο 2 %, υπολογιζόμενη βάσει του ενεργειακού περιεχομένου, επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται στις αγορές τους προς χρήση στις μεταφορές. Η αναλογία αυτή οφείλει να αυξηθεί στο 5.75% έως το τέλος του 2010. Η Ελλάδα το καλοκαίρι του 2005 ενσωμάτωσε την οδηγία αυτή στην εθνική νομοθεσία. Η Ελλάδα δεν κατάφερε να επιτύχει το στόχο του 2% στο τέλος του 2005 ενώ αμφιβολίες εκφράζονται για το κατά πόσο θα επιτευχθεί και ο στόχος για το 2010 .

Στην Ε.Ε. εκτιμάται ότι το 21% του συνόλου των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που συμβάλλουν στη θέρμανση της Γής οφείλεται στις μεταφορές και το ποσοστό αυτό αυξάνει. Συνεπώς, προκειμένου να εκπληρωθούν οι στόχοι αειφορίας και ειδικότερα η μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου που έχει συμφωνηθεί στα πλαίσια του Πρωτοκόλλου του Κιότο, έχει ουσιώδη σημασία η εξεύρεση τρόπων μείωσης των εκπομπών από μεταφορές [5].

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

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

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

Τα βιοκαύσιμα, παραγόμενα από τη βιομάζα, ανανεώσιμη πηγή, αποτελούν άμεσο υποκατάστατο των ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές και είναι δυνατόν να ενταχθούν σε συστήματα προμήθειας καυσίμου. Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν ως εναλλακτικό καύσιμο για τις μεταφορές, όπως και άλλες εναλλακτικές λύσεις συμβάλλοντας έτσι στην τεχνολογική προετοιμασία για πιο προηγμένες εξελίξεις όπως το υδρογόνο. Αν και τα περισσότερα από τα βιοκαύσιμα παραμένουν δαπανηρότερα σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα, η χρησιμοποίησή τους αυξάνει σε διάφορες χώρες του κόσμου. Με την ενθάρρυνση μέτρων πολιτικής, η συνολική παραγωγή βιοκαυσίμων εκτιμάται ότι υπερβαίνει πλέον τα 35 δισεκατομμύρια λίτρα.

Επιπρόσθετα η παραγωγή βιοκαυσίμων από κατάλληλες πρώτες ύλες θα ήταν δυνατόν επίσης να αποφέρει οικονομικά και περιβαλλοντικά οφέλη σε διάφορες αναπτυσσόμενες χώρες, να δημιουργήσει επιπλέον απασχόληση, να μειώσει το κόστος της εισαγόμενης ενέργειας και να δημιουργήσει δυνητικές αγορές εξαγωγών. Η λύση αυτή ευνοεί ιδιαίτερα τις εμπορικές διαπραγματεύσεις που αφορούν τα βιοκαύσιμα, τη χρησιμοποίηση των διαθέσιμων μέσων στη γεωργία, τη γεωργική ανάπτυξη και την πολιτική συνοχής καθώς και την ανάπτυξη συνεκτικής δέσμης μέτρων παροχής βοήθειας για αναπτυσσόμενες χώρες. Ενώ οι υφιστάμενες τεχνολογίες δεν προσφέρουν επί του παρόντος ανταγωνιστικές σε σχέση με το κόστος λύσεις για την ΕΕ, τα οφέλη της ενθάρρυνσης της ανάπτυξης βιοκαυσίμων αναμένεται ότι θα εκταθούν πέραν του κόστους. Στο πλαίσιο αυτό, η ανάπτυξη δεύτερης γενεάς βιοκαυσίμων, στην οποία η έρευνα και ανάπτυξη παίζει σημαντικό ρόλο, θα ήταν δυνατόν να συμβάλει περαιτέρω όσον αφορά τη σχέση κόστους και αποτελεσματικότητάς τους.

3.6 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΣΕ ΑΝΑΠΤΥΣΣΟΜΕΝΕΣ ΧΩΡΕΣ

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

Γενικώς η παραγωγή βιοκαυσίμων θα ήταν δυνατόν να παράσχει ευκαιρία διαφορισμού της γεωργικής δραστηριότητας, μείωσης της εξάρτησης από ορυκτά

καύσιμα (κυρίως πετρέλαιο) και να συμβάλει στην οικονομική ανάπτυξη κατά τρόπο αειφόρο. Αλλά η διαφοροποιημένη εικόνα μεταξύ των αναπτυσσόμενων χωρών πρέπει να αναγνωρισθεί ενώ εγείρονται ανησυχίες όσον αφορά περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά θέματα. Οι διαφορετικές προοπτικές όσον αφορά την παραγωγή και χρησιμοποίηση βιοκαυσίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες σχετίζονται με τους τύπους παραγόμενης πρώτης ύλης και με σειρά οικονομικών παραγόντων. Για την εσωτερική ανάπτυξη βιοκαυσίμων σημαντικό καθοριστικό παράγοντα αποτελεί η τιμή του πετρελαίου στην παγκόσμια αγορά. Ενδεικτικά αναφέρεται πως στην Ευρωπαϊκή Ένωση το σημείο ισορροπίας για τα διάφορα βιοκαύσιμα μπορεί να φτάσει στην τιμή από 75 ως 80 US\$ το βαρέλι, για το έλαιο κολζά 90 US\$/ βαρέλι, για τη βιοαιθανόλη 100 US\$/βαρέλι, για το βιοντίζελ και 155-160 US\$/βαρέλι για τα καύσιμα που παράγονται με τεχνολογικές μεθόδους δεύτερης γενιάς.

Για τις ΗΠΑ το σημείο ισορροπίας για τη βιοαιθανόλη αντιστοιχεί σε τιμές πετρελαίου που κυμαίνονται από 40-50 US\$/ βαρέλι. Αυτό σημαίνει πως η παραγωγής της είναι επιζήμια με τιμές κάτω από 40 US\$/ βαρέλι.

Για τη Βραζιλία, το σημείο ισορροπίας ταλαντεύεται ανάμεσα στα 30 έως 35 US\$/ βαρέλι όσον αφορά στην αιθανόλη. Για τα βιοκαύσιμα που προέρχονται από φυτικά έλαια, δεδομένου ότι αυτή η τεχνολογία είναι ακόμη σε αρχικό στάδιο, αυτός ο δείκτης εκτιμάται να βρίσκεται περίπου στα 60 US\$/ βαρέλι [1].

Άλλοι παράγοντες που παίζουν ρόλο είναι (i) η δυνητική κλίμακα παραγωγής (ii) το μέγεθος της εθνικής ή περιφερειακής αγοράς (iii) οι απαιτούμενες επενδύσεις σε υποδομή (iv) η υποστήριξη που θα δοθεί στο καθεστώς πολιτικής (v) οι λύσεις όσον αφορά τις εξαγωγές (ΕΕ, ΗΠΑ, Ιαπωνία, Κίνα) και (vi) οι τιμές αγοράς των πρώτων υλών που θα χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμου.

Στις χώρες στις οποίες είναι πιθανό ότι θα λάβει χώρα ευρείας κλίμακας επέκταση της παραγωγής πρώτης ύλης οι περιβαλλοντικές ανησυχίες σχετίζονται με πιέσεις σε οικοευαίσθητες περιοχές, όπως τα τροπικά δάση. Επίσης εγείρονται ανησυχίες όσον αφορά την επίδραση στη γονιμότητα του εδάφους, τη διαθεσιμότητα και την ποιότητα του νερού και τη χρήση φυτοφαρμάκων. Οι κοινωνικές επιπτώσεις αφορούν τη δυνητική

μετατόπιση πληθυσμών και τον ανταγωνισμό μεταξύ παραγωγής βιοκαυσίμου και τροφίμων. Οι ανησυχίες αυτές απαιτούν ειδική έρευνα και ποσοτικοποίηση και, εφόσον είναι αναγκαίο, πρέπει να αντιμετωπιστούν μέσω ισχυρών κανονιστικών πλαισίων. Η αναπτυξιακή πολιτική της Ε.Ε. θα στοχεύει στην παροχή βοήθειας προς τις αναπτυσσόμενες χώρες ώστε να αδράξουν τα οφέλη που προσφέρονται από τα βιοκαύσιμα ενώ ταυτοχρόνως θα αντιμετωπιστούν κατά τον κατάλληλο τρόπο οι εν λόγω ανησυχίες.

3.7 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Όπως έδειξε μια πρόσφατη μελέτη που πραγματοποίησε το Ινστιτούτο Αγροτικής και Συνεταιριστικής Οικονομίας, μόνο εφόσον δοθούν τα αναγκαία οικονομικά κίνητρα θα αναπτυχθούν οι καλλιέργειες ενεργειακών φυτών στην Ελλάδα. Οι ειδικοί προειδοποιούν ότι οι προσδοκίες που καλλιεργούνται σε σχέση με τα ενεργειακά φυτά στην Ελλάδα είναι μάλλον υπερβολικές, εφόσον, για να είναι βιώσιμη η ενεργειακή καλλιέργεια, χρειάζεται ισχυρή επιδότηση, μεγαλύτερη των 4,5 ευρώ το στρέμμα που δίδεται τώρα από την Ευρωπαϊκή Ένωση [16].

Περίπου 6 εκατομμύρια στρέμματα σε 21 νομούς της Ελλάδας θα αδρανοποιηθούν, τονίζουν οι επιστήμονες, αφού μετά την εφαρμογή της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής (ΚΑΠ) πολλοί αγρότες που καλλιεργούσαν τεύτλα, καπνό, βαμβάκι, μαλακό και σκληρό σιτάρι και καλαμπόκι εγκαταλείπουν την καλλιέργεια. Από αυτά τα στρέμματα υπολογίστηκε ότι τουλάχιστον το 60%, περίπου 3,7 εκατ. στρέμματα, πρέπει να καλλιεργηθούν με ενεργειακά φυτά, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της χώρας που απορρέουν από την εφαρμογή των Κοινοτικών Οδηγιών [17].

Σχήμα 3.1 % Βιοκαυσίμων στα καύσιμα κίνησης σε σχέση με τους στόχους της Ε.Ε. [2]

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

Ωστόσο η απαιτούμενη επιδότηση θα είναι χαμηλότερη των ποσών που δίδονται για τις «συμβατικές» καλλιέργειες που προαναφέρθηκαν. Ασφαλώς υπάρχει πάντα η «λύση» της εισαγωγής φθηνής πρώτης ύλης για βιομάζα από τρίτες χώρες, προκειμένου να παρασκευαστούν εγχωρίως τα αναγκαία από τις κοινοτικές οδηγίες βιοκαύσιμα. Ωστόσο, άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, επιδοτούν αδρά την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα [17].

- Τα βιοκαύσιμα για μεταφορά, παρουσίασαν εντυπωσιακή αύξηση στην Ελλάδα με παραγωγή βιοντίζελ 420 τόνους το έτος 2005, 51.000 τόνους το έτος 2006 και περίπου 91.000 τόνους το έτος 2007.
- Το έτος 2007 χρησιμοποιήθηκαν 73.000 τόνοι ελαιούχων σπόρων εκ των οποίων οι 69.000 τόνοι ήταν βαμβακόσποροι.
- Το έτος 2006 η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης ανακοίνωσε ότι δύο μονάδες στην Ξάνθη και στην Κομοτηνή, θα μετατραπούν σε εργοστάσια βιοαιθανόλης.
- Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις του Υπουργείου Ανάπτυξης, οι ενεργειακές ηλεκτρικές απαιτήσεις της Ελλάδας το έτος 2010 θα είναι 68 δισ. kWh εκ των οποίων το 20,1% δηλαδή τα 14 δισ. θα πρέπει να προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές και από αυτά το 1,19% δηλαδή 0,89 δισ. από βιομάζα. Με βάση τα παραπάνω για να επιτευχθούν οι παραπάνω στόχοι θα πρέπει να δημιουργηθούν νέα εργοστάσια παραγωγής ενέργειας από βιομάζα [18].

3.8 ΑΠΟΚΛΕΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ ΑΠΟ ΣΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΕΜΠΟΡΙΑΣ ΡΥΠΩΝ

Ποινή αποκλεισμού από το Σύστημα Εμπορίας Ρύπων για τρεις μήνες επέβαλε στην Ελλάδα η Επιτροπή Συμμόρφωσης της Γραμματείας του ΟΗΕ για την κλιματική αλλαγή.

Η Γραμματεία απέρριψε το νέο σύστημα μέτρησης των αερίων του θερμοκηπίου από τη βιομηχανία που παρουσίασε το ΥΠΕΧΩΔΕ στις 14 Απριλίου 2008, σε μια προσπάθεια να καλύψει τα κενά που είχαν επισημανθεί από τον ΟΗΕ από τον Δεκέμβριο του 2007. Η Ελλάδα παραμένει έτσι η μόνη από τις 141 χώρες του Πρωτοκόλλου που δεν έχει πείσει ότι διαθέτει αξιόπιστο σύστημα μέτρησης των ρύπων από τη βιομηχανία. Η Επιτροπή του ΟΗΕ, παρά το γεγονός ότι αναγνωρίζει τα σημαντικά βήματα που έχουν γίνει για την δημιουργία ενός νέου Εθνικού Συστήματος Απογραφής Εκπομπών, ζητάει να επανεξετάσει το σύστημα τους επόμενους μήνες.

Ο αποκλεισμός της Ελλάδας από τους μηχανισμούς του Κιότο συνεχίστηκε έως τον Οκτώβριο του 2008 σύμφωνα με την απόφαση του Τμήματος Επιβολής του ΟΗΕ, αφού οι εκ νέου πληροφορίες που κατέθεσε η Ελλάδα για το Εθνικό σύστημα καταγραφής εκπομπών κρίθηκαν ανεπαρκείς.[19]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

IV

ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

4.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ) ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Η Ανάλυση του κύκλου ζωής (ΑΚΖ) είναι ένα εργαλείο περιβαλλοντικής διαχείρισης και λήψης αποφάσεων που έχει ως σκοπό να αποτιμήσει τις επιπτώσεις από την χρήση ενέργειας και την επεξεργασία υλικών, συμπεριλαμβανομένης της απόρριψης αποβλήτων στο περιβάλλον και να εκτιμήσει τις δυνατότητες επίτευξης περιβαλλοντικών βελτιώσεων σε συνδυασμό με την ορθολογική χρήση πρώτων υλών και ενέργειας.

4.2 ΣΤΑΔΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΚΥΚΛΟΥ ΖΩΗΣ (ΑΚΖ)

Η Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ), αναφορικά με τις αέριες εκπομπές των οχημάτων ονομάζεται Well-to-Wheels (Από την εξόρυξη στην χρήση-τροχούς) και αποτελεί μια σύνθετη μελέτη η οποία απαιτεί δεδομένα από όλα τα στάδια της παραγωγής και χρήσης καυσίμων. Συγκεκριμένα :

- Παραγωγή πρώτων υλών
- Επεξεργασία
- Μετατροπή
- Μεταφορά
- Τελική χρήση των καυσίμων

Για κάθε στάδιο και διαδικασία υπολογίζονται τα ισοζύγια των ροών προϊόντων και ενέργειας καθώς και οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η ανάλυση των βιοκαυσίμων

είναι σύνθετη και εξαρτάται από το φυτικό είδος που θα χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη αλλά και από την μέθοδο καλλιέργειας και επεξεργασίας του [20].

4.3 ΑΠΟΚΤΗΣΗ ΠΡΩΤΩΝ ΥΛΩΝ

4.3.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΟΝΤΙΖΕΛ

Οι πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ είναι οι παρακάτω: [35]

Ελαιοκράμβη (Oilseed rape, rapeseed)

Η ελαιοκράμβη είναι ετήσιο φυτό και ανήκει στην οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσακίδων. Η ελαιοκράμβη είναι παγκοσμίως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγικό φυτό μετά τη σόγια και το φοινικέλαιο. Από ένα στρέμμα ελαιοκράμβης παράγονται κατά μέσο όρο 120-150 κιλά σπόροι με αντίστοιχη παραγωγή 43-90 λίτρα βιοντίζελ.



Εικόνα 4.1 Φυτά ελαιοκράμβης

Καλλιεργείται κυρίως στην Ε.Ε (κεντρική και βόρεια Ευρώπη). Άλλες χώρες που καλλιεργούν την ελαιοκράμβη σε μεγάλη έκταση είναι η Κίνα, η Ινδία, ο Καναδάς και η Αυστραλία. Η Ε.Ε είναι αυτάρκης σε κραμβέλαιο (canola). Παράγει 5,5 εκατ. τόνους

κραμβέλαιου, οι οποίοι καταναλώνονται εντός της ΕΕ. Το κραμβέλαιο είναι η κατεξοχήν πρώτη ύλη του ευρωπαϊκού βιοντίζελ.

Ηλίανθος (Sunflower)

Ο ηλίανθος (*Helianthus annuus*) είναι μονοετής καλλιέργεια, κατάγεται από την Κ. και Ν. Αμερική και μεταφέρθηκε στην Ευρώπη από ισπανούς εξερευνητές. Η καλλιέργεια του ηλίανθου έγινε δημοφιλής το 18ο αιώνα. Ο σπόρος του ηλίανθου περιέχει 30%-45% έλαιο.



Εικόνα 4.2 Φυτό Ηλίανθου

Η Ρωσία παράγει τις μεγαλύτερες ποσότητες ηλιόσπορου και ακολουθείται από την Ανατολική Ευρώπη, την Αργεντινή και την ΕΕ. Οι χώρες που εξαγουν τις μεγαλύτερες ποσότητες ηλιέλαιου είναι η Αργεντινή, οι ΗΠΑ και η Ανατολική Ευρώπη. Η ΕΕ παράγει 2,7 εκατ. τόνους ηλιόσπορου/έτος και εισάγει 1,6 εκατ. τόνους.

Η Ιταλία που είναι η τρίτη μεγαλύτερη παραγωγός βιοντίζελ στην Ευρώπη, χρησιμοποιεί ως πρώτη ύλη κυρίως ηλίανθο, με το 10% της παραγωγής βιοντίζελ της Ε.Ε να προέρχεται από το συγκεκριμένο φυτό.

Στη χώρα μας η απόδοση σε σπόρο κυμαίνεται από 100-400 κιλά/στρέμμα οπότε η μέγιστη παραγωγή σε βιοκαύσιμο ανά στρέμμα είναι περίπου 150 λίτρα. Τεράστιες καταστροφές προκαλούνται στην παραγωγή (μείωση ως 80%) από τα πουλιά και

χρειάζεται λήψη κατάλληλων μέτρων. Σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής αποτελέσματα, είναι η καταλληλότερη καλλιέργεια για παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα.

Σόγια (Soybean)

Η σόγια (*Glycine max*) είναι μία από τις παλαιότερες μονοετείς καλλιέργειες, κατάγεται από την Α. Ασία και ανήκει στην οικογένεια των ψυχανθών δηλαδή αζωτοδεσμεύει. Το σογιέλαιο αποτελεί το 19,5% του σπόρου.



Εικόνα 4.3 Σπόροι σόγιας

Η σόγια αποτελεί τη δεύτερη μεγαλύτερη, μετά το καλαμπόκι, σοδειά των ΗΠΑ, με αξία περίπου 26,8 δισ. δολάρια. Η Βραζιλία και η Αργεντινή είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί μετά τις ΗΠΑ και την Κίνα. Σήμερα, η ΕΕ παράγει μόνο το 5% της σόγιας που χρειάζεται για κάλυψη των αναγκών της σε όλους τους τομείς (κυρίως κτηνοτροφία), ενώ το 95% (15 εκατ. τόνοι) εισάγεται.

Στη χώρα μας είχε καλλιεργηθεί παλαιότερα και είχε μέση απόδοση σε σπόρο 400 κιλά/στρέμμα (ελάχιστη 100 και μέγιστη 700 κιλά/στρέμμα). Σύμφωνα με τα ιστορικά αυτά δεδομένα, πρέπει να αναμένεται μέγιστη παραγωγή σε βιοκαύσιμο περί τα 70-80 λίτρα ανά στρέμμα.

Λοιπές καλλιέργειες παραγωγής βιοελαίων

Αγριαγκινάρα (Cardoon)

Πρόκειται για ένα πολυετές, βαθύρριζο, χειμερινό αλλά και ανοιξιάτικο φυτό, με ενδιαφέρουσες παραγωγικές ιδιότητες. Σήμερα αυτοφύεται σε πολλά μέρη του κόσμου αλλά τα τελευταία 15 χρόνια μελετάται συστηματικά από τους επιστήμονες και φαίνεται ότι είναι ένα πολλά υποσχόμενο ενεργειακό φυτό για τις χώρες της Μεσογείου για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας από τη βιομάζα του.



Εικόνα 4.4 Καλλιέργεια αγριαγκινάρας

Εκτός από τη βιομάζα που είναι το κύριο προϊόν της καλλιέργειας, ο σπόρος της αγριαγκινάρας περιέχει μέχρι 25% λάδι που μπορεί να χρησιμοποιηθεί στην παραγωγή βιοντίζελ. Η καλλιέργεια παράγει 100-200 κιλά σπόρου ανά στρέμμα που μεταφράζεται σε μέγιστη παραγωγή 50 λίτρων βιοκαυσίμου ανά στρέμμα. Ήδη στην Κ. Ελλάδα καλλιεργούνται 4.000 στρέμματα αγριαγκινάρας για παραγωγή βιοντίζελ από την εταιρεία Agroinvest.

Σουσαμιά (Sesame)

Η σουσαμιά (*Sesamum indicum*), είναι μονοετές φυτό και ο σπόρος του περιέχει μέχρι 50% έλαιο (ανάλογα με την ποικιλία). Το φυτό καλλιεργούνταν από τους Πέρσες από το 4000 π.Χ.



Εικόνα 4.5 Σπόροι και άνθη σουσαμιάς

Σήμερα καλλιεργείται σε τροπικές και υπό-τροπικές περιοχές, κυρίως στην Ινδία, την Κίνα, το Σουδάν, τη Νιγηρία το Μεξικό και τη Γουατεμάλα. Οι στρεμματικές αποδόσεις κυμαίνονται μεταξύ 150-200 κιλών. Στη χώρα μας έπαψε να καλλιεργείται πλέον.

Λινάρι (Lin, Flax)

Το λινάρι είναι ετήσιο φυτό και οι κυριότερες ποικιλίες του είναι δύο. Αυτές που καλλιεργούνται για τις ίνες τους και λέγονται κλωστικές και αυτές που καλλιεργούνται για τα σπόρια τους από τα οποία βγαίνει ένα είδος λαδιού το λινέλαιο. Οι τελευταίες λέγονται ελαιοδοτικές ποικιλίες. Το ύψος του φυτού στις κλωστικές ποικιλίες φτάνει το 1,5 μέτρο, ενώ στις ελαιοδοτικές το 1 μέτρο.



Εικόνα 4.6 Φυτά και άνθη λιναριού

Σήμερα καλλιεργείται κυρίως σε Ευρώπη, Καναδά, Αργεντινή και ΗΠΑ, για την ίνα και το σπόρο του. Στην Ελλάδα αν και είχε πρωτοκαλλιεργηθεί τον 5ο αιώνα π.Χ, σήμερα δεν καλλιεργείται. Οι μέσες αποδόσεις είναι περίπου 150-200 κιλά σπόρος στο στρέμμα και ο σπόρος του περιέχει 34-37% έλαιο. Στις ΗΠΑ επιτυγχάνονται παραγωγές σε σπόρο μέχρι 400 κιλά/στρέμμα.

Ρετινολαδιά (Castor-bean)

Η ρετινολαδιά (*Ricinus communis*) είναι πολυετές, αλλά καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό επειδή είναι πολύ ευαίσθητο στον παγετό. Στα τροπικά κλίματα μπορεί να φθάσει ως και 12 μέτρα ύψος. Οι σπόροι, οι βλαστοί και τα φύλλα είναι δηλητηριώδη. Καλλιεργείται από αρχαιοτάτων χρόνων στην Ινδία για τους σπόρους του, που περιέχουν 40-60% λάδι.



Εικόνα 4.7 Φυτά ρετινολαδιάς

Η παγκόσμια παραγωγή σε ρετινολάδο ή κικινέλαιο φθάνει τον ένα εκατ. τόνους. Οι χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή είναι η Ινδία, η Κίνα, η Βραζιλία και η πρώτη Σοβιετική Ένωση.

Το λάδι της χρησιμοποιείται και ως λιπαντικό μηχανών αεροπλάνων και πλοίων. Στη χώρα μας δεν καλλιεργείται αν και έχει γίνει επιστημονική έρευνα για το φυτό ως εναλλακτική λύση στην αναδιάρθρωση των καλλιεργειών στη νότια Ελλάδα. Το φυτό καλλιεργούμενο ως ετήσιο αποδίδει σε σπόρο μέχρι 270 κιλά ανά στρέμμα.

Αραχίδα (groundnut, *Arachis*, peanuts)

Η αραχίδα (*Arachis hypogaea*) δηλαδή το γνωστό αράπικο φυστίκι, είναι μονοετής καλλιέργεια και κατάγεται από τη Βραζιλία. Οι Ίνκας καλλιεργούσαν το φυτό από το 3000 π.Χ. Στην Ευρώπη ήλθε από τους πρώτους Ισπανούς και Πορτογάλους

εξερευνητές και στη συνέχεια διαδόθηκε στις υπόλοιπες χώρες. Σε πολλές χώρες, όπως η Κίνα, η Ινδία, η Δ. Αφρική, η Ιαπωνία, η Κορέα και οι ΗΠΑ είναι ένα από τα κυριότερα ελαιούχα φυτά μεγάλης καλλιέργειας.



Εικόνα 4.8 Καλλιέργεια αραχίδας, καρποί και σπέρματα

Στη χώρα μας όπως και σε όλες τις παραμεσόγειες χώρες όπου ευδοκίμει η ελιά, η αραχίδα χάνει τη σημασία της ως πηγή βρώσιμου λαδιού, επειδή η υπεροχή του ελαιόλαδου είναι μεγάλη. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται μόνο 45.000 στρέμματα, μολονότι οι συνθήκες της χώρας μας είναι ιδανικές για την αραχίδα.

Τα σπέρματα της αραχίδας περιέχουν 48-58% λάδι και η απόδοση της καλλιέργειας σε βιοκαύσιμο ξεπερνά τα 100 λίτρα ανά στρέμμα. Όπως προαναφέρθηκε, ο Ρούντολφ Ντίζελ χρησιμοποίησε το αραχιδέλαιο (φυστικέλαιο) ως καύσιμο για τη λειτουργία του ομώνυμου κινητήρα του.

Ατρακτυλίδα (Safflower)

Η ατρακτυλίδα (*Carthamus tinctorius*) είναι μονοετής, κατάγεται από την Ινδία και τη Β. Αφρική και καλλιεργείται για τα ελαιούχα σπέρματά της. Η περιεκτικότητά του σπόρου σε έλαιο είναι 32-40%.



Εικόνα 4.9 Φυτά, άνθη και σπόροι ατρακτυλίδας

Καλλιεργείται στην Ινδία κυρίως, αλλά και στο Πακιστάν, το Αφγανιστάν, το Ιράν, τη Β. Αφρική και στην Αυστραλία. Στις ΗΠΑ καλλιεργούνται περίπου 1 εκατ. στρέμματα. Στη χώρα μας έχει καλλιεργηθεί δοκιμαστικά.

Ελαιοδοτικά δένδρα και θάμνοι

Εκτός βέβαια από τα ελαιούχα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, για παραγωγή βιοντίζελ χρησιμοποιούνται και τροπικά φυτά όπως ο φοίνικας, η καρύδα και η *jatropha*.

Ο φοίνικας (*Elaeis guineensis*) καλλιεργείται σε τροπικές χώρες και παράγονται 200 κιλά φοινικέλαιο ανά στρέμμα. Λόγω της υψηλής ζήτησης του προϊόντος στην παγκόσμια αγορά, σήμερα συντελείται ένα τεράστιο περιβαλλοντικό έγκλημα σε τροπικές αναπτυσσόμενες χώρες (Μαλαισία, Ινδονησία) όπου καταστρέφονται τροπικά δάση για να καλλιεργηθεί ο φοίνικας.



Εικόνα 4.10 Δένδρα και καρποί του φοίνικα

Από τον καρπό του φοίνικα λαμβάνονται δύο είδη λαδιών. Το φοινικέλαιο (palm oil, σκούρο κίτρινο έως κίτρινο-κόκκινο χρώμα με άρωμα βιολέτας και γλυκιά γεύση), το οποίο προέρχεται από τη σάρκα του καρπού και το λάδι που προέρχεται από τους σπόρους του καρπού (palm kernel oil, λευκό ή κίτρινο με ευχάριστη οσμή και γεύση. Η σύνθεσή του τελευταίου μοιάζει με αυτή του λαδιού από καρύδα). Το φοινικέλαιο είναι

πρωτογενές υλικό και δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί απευθείας για την παραγωγή βιοντίζελ και πρέπει πρώτα να επεξεργαστεί ή και να επανεπεξεργαστεί. Η Μαλαισία παράγει το μισό περίπου φοινικέλαιο του πλανήτη.

Σχετικά με την παραγωγή λαδιού από την καρύδα (*Cocos nucifera*), η ψίχα αρχικά αποξηραίνεται μέχρι η υγρασία να φθάσει 5-7%. Στη συνέχεια από την αποξηραμένη ψίχα (*copra*) λαμβάνεται το λάδι.



Εικόνα 4.11 Δένδρα καρύδας και συγκομιδή καρπών

Απαιτούνται 5.000 καρύδες για την παραγωγής 1 τόνου *copra*. Από ένα κιλό αποξηραμένης καρυδόψιχας παραλαμβάνονται 650 γραμμάρια λαδιού. Κύριες παραγωγοί χώρες είναι οι Ινδονησία, Φιλιππίνες, Ινδία και Βραζιλία.

Κλείνοντας, αξίζει να αναφερθεί και ένα αμφιλεγόμενο, εν δυνάμει ενεργειακό φυτό, η *jatropha* (*Jatropha curcas*), που είναι θάμνος με μεγάλους ελαιούχους σπόρους περιεκτικότητας σε λάδι μέχρι 40% και μπορεί να αποτελέσει πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ. Η *jatropha* είναι ένα εξαιρετικά ανθεκτικό φυτό σε δυσμενείς συνθήκες (ξηροθερμικές & άγονες) γι' αυτό και είναι στη λίστα των χειρότερων φυτών-εισβολέων (ζιζανίων) παγκοσμίως.



Εικόνα 4.12 Jatropha, ένα αμφιλεγόμενο φυτό για παραγωγή βιοντίζελ

Ήδη επιχειρηματίες που επενδύουν στην παραγωγή βιοντίζελ σε τροπικές περιοχές της Αφρικής και της Ινδίας, δημιουργούν τεράστιες φυτείες jatropha σε άγονες και ξηρές περιοχές. Η βρετανική εταιρεία παραγωγής βιοντίζελ D1 Oils φύτεψε 1,5 εκατομμύρια στρέμματα jatropha στη Σουαζιλάνδη, στη Ζάμπια στη Νότια Αφρική και στην Ινδία. Η εταιρεία σχεδιάζει να διπλασιάσει το μέγεθος των καλλιεργειών της άμεσα.

Επίσης η BioKing, ολλανδική εταιρεία κατασκευής εξοπλισμού για βιοντίζελ, αναπτύσσει καλλιέργειες στη Σενεγάλη, ενώ και η Australian Biodiesel Group έχει ανακοινώσει ότι θα ξεκινήσει παραγωγή από jatropha αφού υπολογίζεται ότι στην Αυστραλία υπάρχουν 200 εκατομμύρια στρέμματα αναξιοποίητων άγονων εδαφών που μπορεί να καλλιεργηθεί το φυτό. Τέλος, η κυβέρνηση της Κίνας έχει θέσει σε εφαρμογή ένα μεγάλο πρόγραμμα εκτατικής καλλιέργειας jatropha

4.3.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ελλάδα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σακχαρούχα, κυτταρινούχα, και αμυλούχα φυτά. Τέτοια φυτά είναι το σιτάρι το καλαμπόκι το σόργο, τα τεύτλα, κ.α. Αναλυτικά: [21-22]

A) Γλυκό Σόργο



Εικόνα 4.13 Καλλιέργεια γλυκού σόργου

Το Γλυκό Σόργο είναι μονοετές φυτό με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλά ποσοστά σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Οι πρώτες πιλοτικές καλλιέργειες γλυκού σόργου έχουν εγκατασταθεί σε πληθώρα εδαφών στον Νομό Κοζάνης σε μια συνεργασία της Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης Κοζάνης με το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΚΑΠΕ) .

Οι αποδόσεις του γλυκού σόργου ποικίλουν ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές που εφαρμόζονται. Η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε από 5,0 έως 8,0 τόνους/στρέμμα ενώ μεμονωμένες περιπτώσεις πειραματικών δοκιμών έδειξαν αποδόσεις που φτάνουν τους 14,1 τόνους/στρέμμα. Η αναλογία σε σάκχαρα ποικίλει από 9-13% επί του χλωρού βάρους των στελεχών. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα ποσότητα σακχάρων επιτυγχάνεται στις αρχές Σεπτεμβρίου για τις πρώιμες ποικιλίες, και ένα μήνα περίπου αργότερα για τις όψιμες.

B) Σιτάρι-Κριθάρι

Το σιτάρι και το κριθάρι είναι ετήσια φυτά που ανήκουν στην οικογένεια των δημητριακών (Graminae). Στην Ελλάδα το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι το πιο διαδεδομένο ετήσιο φυτό και η καλλιέργεια του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Επίσης η καλλιέργεια του κριθαριού είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα.



Εικόνα 4.14 Καλλιέργεια σιταριού

Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται έντονη δραστηριότητα στη χρήση του σιταριού και του κριθαριού ως πρώτη υλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Ισπανία έχει τη σημαντικότερη ενεργοποίηση στον τομέα της βιοαιθανόλης και η δυνατότητα παραγωγής αγγίζει τα 500 εκατομμύρια λίτρα βιοαιθανόλης με πρώτες ύλες το σιτάρι και το κριθάρι.

Γ) Ζαχαρότευτλα



Εικόνα 4.15 Καλλιέργεια ζαχαρότευτλου

Τα ζαχαρότευτλα είναι ένας διετής τύπος τεύτλου, το οποίο καλλιεργείται εμπορικά συνεπεία της υψηλής περιεκτικότητας των ριζών του σε σάκχαρο. Οι ρίζες των τεύτλων περιέχουν μέχρι 20% σάκχαρο επί του χλωρού βάρους κάνοντας το τη δεύτερη πιο σημαντική πηγή σακχάρων μετά από το σακχαρόκαλαμο.

Τα τελευταία χρόνια το ζαχαρότευτλο χρησιμοποιείται και ως πρώτη υλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Γαλλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στο κόσμο.

Δ) Αραβόσιτος



Εικόνα 4.16 Αραβόσιτος

Στην Ελλάδα ο αραβόσιτος θεωρείται σημαντικό φυτό και η καλλιέργεια του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Τα τελευταία 16 χρόνια ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται και ως πρώτη υλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης με κυριότερο παραγωγό χώρα τις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής.

Ε) Switchgrass



Εικόνα 4.17 Switchgrass

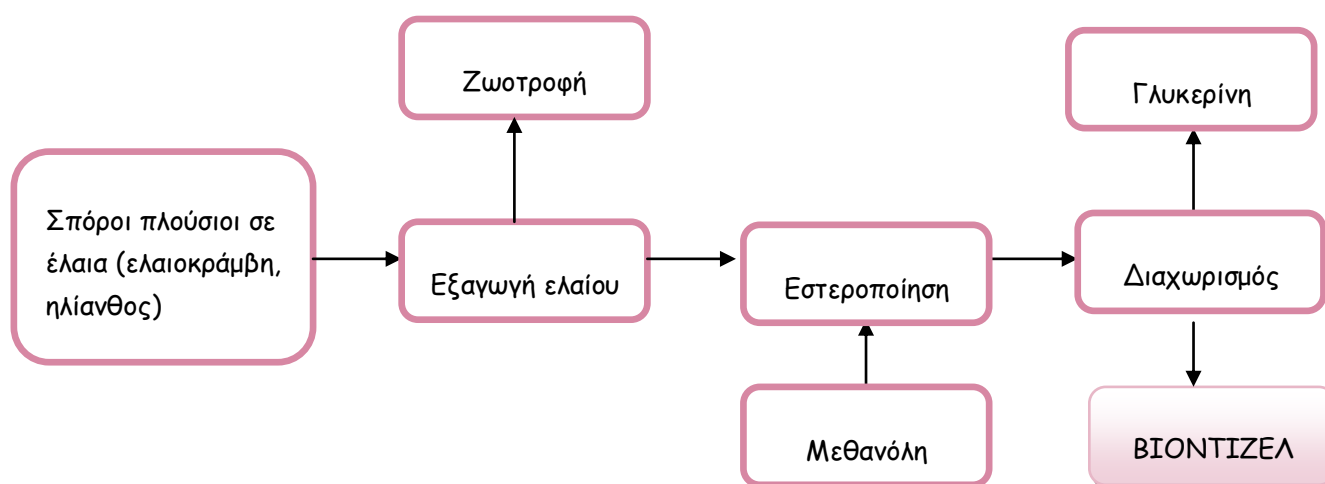
Είναι πολυετές φυτό, του οποίου τα ριζικά συστήματα μπορούν να ξεπεράσουν τα 3 μέτρα σε βάθος. Η σπορά του φυτού γίνεται και στην Ελλάδα, λαμβάνει χώρα τον Μάιο όταν η θερμοκρασία εδάφους ξεπεράσει τους 10-15 °C. Η καλλιέργειά του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανιοκτόνα).

Οι αρδευτικές ανάγκες του είναι χαμηλές καθώς χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού. Πειράματα που έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή.

4.4 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΩΝ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

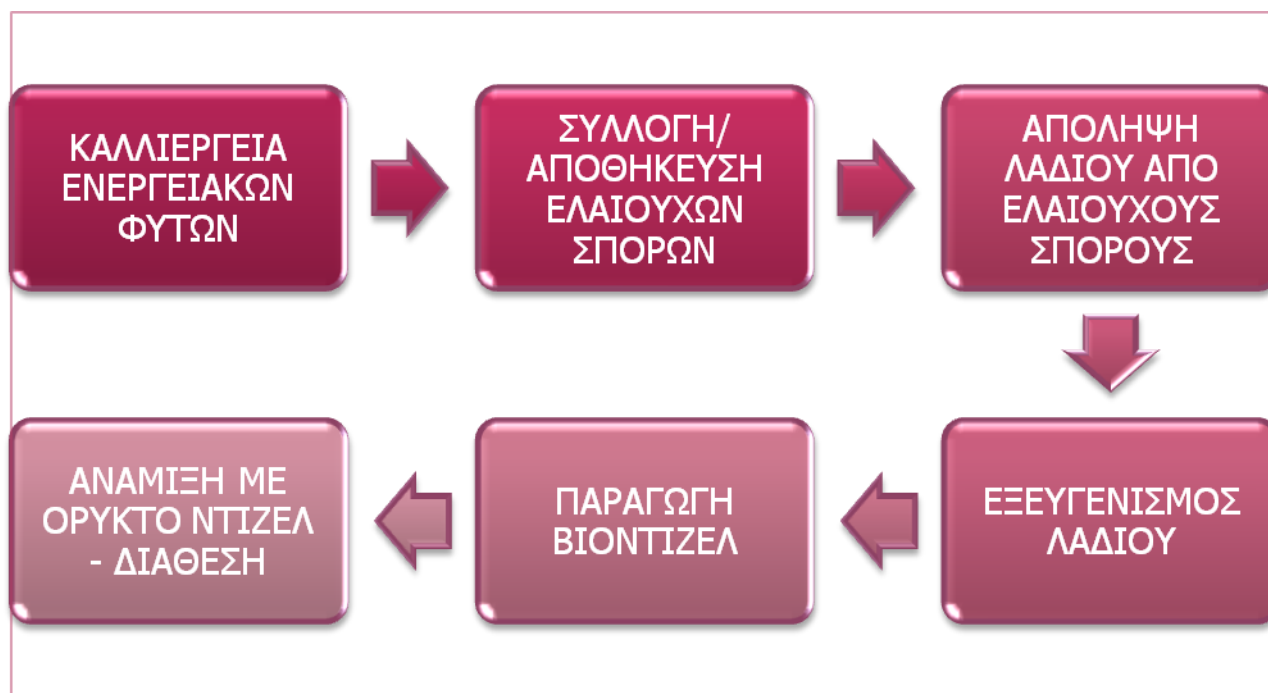
4.4.1 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Για την παραγωγή του βιοντίζελ η παραγωγική διαδικασία έχει ως εξής: [23-24]



Διάγραμμα 4.1 Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγικής διαδικασίας του βιοντίζελ [1]

Το βιοντίζελ είναι μεθυλεστέρας που παράγεται με μετεστεροποίηση των φυτικών ελαίων και παραγωγή εστέρων των τριγλυκεριδίων. Μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ακόμη φθηνότερου βιοντίζελ, εκτός από ελαιούχοι σπόροι και μεταχειρισμένα φυτικά έλαια (τηγανόλαδα) ή και ζωικά λίπη (πχ ως απόβλητα σφαγείων). Ένα γενικό σχήμα της παραγωγικής αλυσίδας βιοντίζελ δίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Σχήμα 4.1 Διαγραμματική απεικόνιση της παραγωγής βιοντίζελ

Με την υπάρχουσα τεχνολογία τα έλαια (τριγλυκερίδια) μετατρέπονται με μια απλή διαδικασία σε εστέρες των τριγλυκεριδίων, με μεθανόλη ή και αιθανόλη. Οι καθαροί εστέρες των τριγλυκεριδίων είναι άριστα υποκατάστατα του πετρελαίου χωρίς να χρειάζεται καμία μετατροπή στον κινητήρα. Με ορισμένες φθηνές μετατροπές στη μηχανή είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί και καθαρό βιοέλαιο.

Τα Στάδια της παραγωγικής διαδικασίας συνοψίζονται στα εξής: [23]

1. Εξευγενισμός πρώτης ύλης
2. Μετεστεροποίηση πρώτης ύλης
3. Καθαρισμός βιοντίζελ (πλύσεις)
4. Εξευγενισμός γλυκερίνης
5. Ανάκτηση μεθανόλης

Κατά την παραγωγική διαδικασία τα άνυδρα έλαια (τριγλυκερίδια) θερμαίνονται με μεθανόλη σε αλκαλικό περιβάλλον (με βασικό καταλύτη) και προκύπτει μίγμα μεθυλεστέρων και γλυκερίνης που ανακτάται ως πολύτιμο παραπροϊόν. Το υδροξείδιο του νατρίου χρησιμοποιείται ευρέως ως καταλύτης, όμως η χρήση επαναχρησιμοποιούμενου

καταλύτη λιπάσης και υπερκρίσιμου διοξειδίου του άνθρακα είναι περισσότερο φιλική προς το περιβάλλον.

Τα βασικά παραπροϊόντα της βιομηχανικής παραγωγής είναι γλυκερίνη και κέικ (πρωτεϊνούχος κτηνοτροφική πίτα που χρησιμοποιείται ως ζωτροφή). Η γλυκερίνη έχει υψηλή αξία διότι χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων, την ποτοποιία, την βιομηχανία καλλυντικών, τη φαρμακοβιομηχανία και σαπωνοποιία κ.α. Η κτηνοτροφική πίτα έχει επίσης μεγάλη αξία ως ζωτροφή διότι είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (10-45%).

Η πίτα από ελαιόσπορους είναι το υπόλειμμα που προκύπτει κατά την συμπίεση των σπόρων. Η αξία της έγκειται στην καταλληλότητά της ως ζωτροφή. Η ακατέργαστη, πλούσια σε έλαια πίτα αποτελεί ιδιαίτερα θρεπτική ζωτροφή και χρησιμοποιείται ευρέως στον αγροτικό τομέα. Εκτός των άλλων, η πίτα από ελαιόσπορους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως στερεό καύσιμο σε κατάλληλους καυστήρες, για την παραγωγή βιοαερίου και ως μέσο λίπανσης. Σε μικρές ποσότητες μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προσθετικό στην παραγωγή καλλυντικών.

Η γλυκερίνη αποτελεί παραπροϊόν της διαδικασίας μετεστερεοποίησης για παραγωγή βιοντίζελ. Συνήθως χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη στην βιομηχανία καλλυντικών και στην φαρμακευτική βιομηχανία. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ενέργειας είτε άμεσα με καύση είτε έμμεσα με παραγωγή βιοαερίου.

Τα στάδια της παραγωγικής διαδικασίας σε εγκαταστάσεις παραγωγής βιοκαυσίμων στην Ροδόπη :

- Άντληση φυτικών ελαίων από τη δεξαμενή αποθήκευσης σε αντιδραστήρα που έχει 50ο Κελσίου.
- Ανάμιξη στον αντιδραστήρα για 2 ώρες των φυτικών ελαίων με το μίγμα καταλύτη, (Μεθανόλη και καυστική σόδα), όπου τα τριγλυκερίδια με την μεθανόλη αντιδρούν σε μεθυλεστέρα και γλυκερίνη
- Κατά το στάδιο της ηρεμίας (8 ώρες) η γλυκερίνη καθιζάνει και αντλείται στην δεξαμενή αποθήκευσή της.

- Στην συνέχεια προστίθενται νερό στον αντιδραστήρα για πλύση και καθαρισμό του βιοντίζελ.
- Απομάκρυνση και καθαρισμό του νερού με φυγόκεντρο, για να επιστρέψει και πάλι στην παραγωγική διαδικασία.
- Τέλος ο αντιδραστήρας τίθεται υπό πίεση, το υπό επεξεργασία βιοντίζελ θερμαίνεται και συντελείται διύλιση. Το καθαρό τελικό προϊόν Βιοντίζελ ψύχεται και αποθηκεύεται. Η ποσότητα του νερού και της μεθανόλης που δεν έχει απορριφθεί ή αντιδράσει απομακρύνεται.

Για κάθε κύκλο της παραγωγικής διαδικασίας απαιτούνται:

Φυτικά έλαια: 1000 κιλά, Μεθανόλη: 142 κιλά, Καυστική σόδα: 12 κιλά, Απιονισμένο νερό: 100 κιλά.

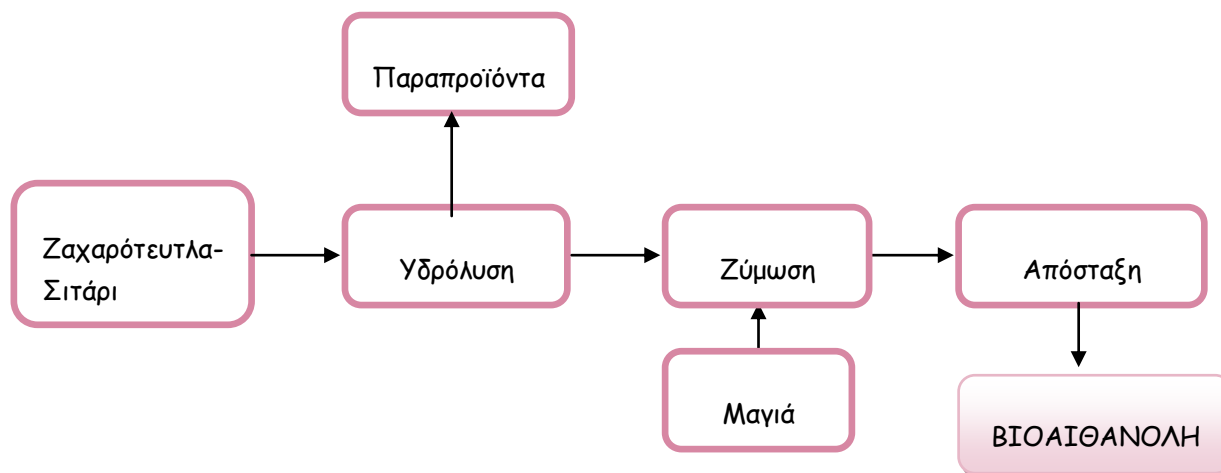
Τα παραγόμενα προϊόντα είναι:

Βιοντίζελ 952 κιλά, Γλυκερίνη 190 κιλά, νερό από πλύσεις 100 κιλά και στερεά απόβλητα 10 κιλά.

4.4.2 ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Από την παραγωγική διαδικασία δεν υπάρχουν αέρια απόβλητα. Η μεθανόλη θερμαίνεται, συμπυκνώνεται και επαναχρησιμοποιείται. Το νερό ανακυκλώνεται. Στην μονάδα έχει εγκατασταθεί μονάδα διαχωρισμού υγρών-στερεών (το νερό επιστρέφει στην παραγωγή και τα παραγόμενα άλατα σε μορφή ξηρή λάσπης διατίθεται σε αγρούς).

Για την παραγωγή της βιοαιθανόλης η παραγωγική διαδικασία έχει ως εξής: [23-24]



Διάγραμμα 4.2 Διαγραμματική απεικόνιση παραγωγικής της διαδικασίας της βιοαιθανόλης [2]

Η παραγωγή αιθανόλης από άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι) ή σάκχαρα (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, γλυκό σόργο) είναι απλή και γίνεται μέσω αλκοολικής ζύμωσης. Τα εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης είναι ουσιαστικά τεράστια αποστακτήρια.



Εικόνα 4.17 Μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης

Αριστερά οι ζυμωτήρες - Δεξιά οι πύργοι απόσταξης

Στην περίπτωση που πρώτη ύλη είναι το ζαχαροκάλαμο ή το γλυκό σόργο, τα στελέχη τους (καλάμια) θρυμματίζονται και στο αλεσμένο προϊόν γίνεται αποχύμωση

(μηχανικά με πίεση) και με την προσθήκη ζεστού νερού γίνεται εκχύλιση και συλλογή του υδατικού σακχαρούχου διαλύματος.

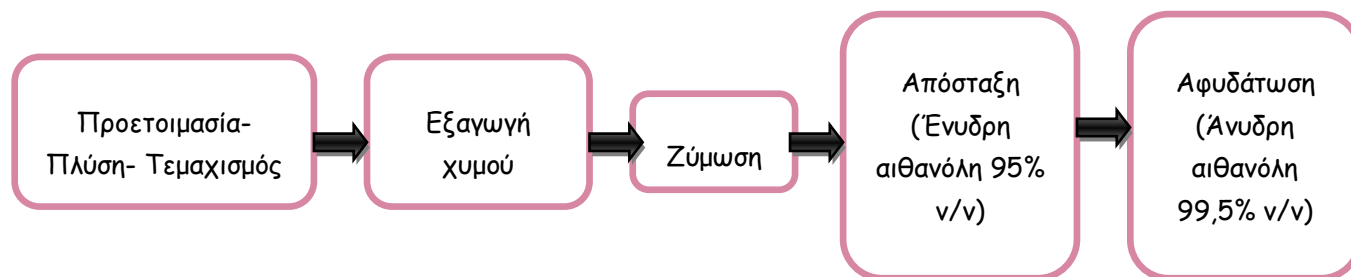


Εικόνα 4.18 Καλλιέργεια γλυκού σόργου - το ξηρό καλάμι του έχει πάνω από 40% σάκχαρα

Σε αντίθεση με το ζαχαροκάλαμο και το σόργο που λαμβάνεται απευθείας ο σακχαρούχος χυμός των βλαστών, στα σιτηρά (σιτάρι, κριθάρι, καλαμπόκι) απαιτείται προσθήκη ακριβών ενζύμων (αμυλάσες) για τη διάσπαση (υδρόλυση) του αμύλου σε σάκχαρα. Οι σπόροι των σιτηρών αλέθονται, αναμιγνύονται με νερό και ακολουθεί θέρμανση και ζύμωση σε αλκοόλη.

Η ζύμωση του σακχαρούχου διαλύματος γίνεται σταδιακά σε τεράστιες δεξαμενές (ζυμωτήρες) με την προσθήκη κατάλληλων σακχαρομυκήτων, συνήθως στελέχη του *Saccharomyces cerevisiae*. Στο τελικό προϊόν της ζύμωσης γίνεται καθαρισμός με φυγοκέντριση ή διήθηση και το υγρό οδηγείται στην τελική δεξαμενή όπου γίνεται διαχωρισμός και ανάκτηση της καθαρής αιθανόλης. Ανάλογα με το σκοπό, η αιθανόλη ως τελικό προϊόν μπορεί να είναι ένυδρη (95% v/v) ή άνυδρη (99,5% v/v).

Η διαδικασία παραλαβής της αιθανόλης είναι το τελευταίο στάδιο παραγωγής και περιλαμβάνει απόσταξη και αφυδάτωση με θέρμανση. Το τελευταίο αυτό στάδιο είναι από τα πλέον ενεργοβόρα άρα και πιο δαπανηρά στάδια της παραγωγικής διαδικασίας και αποτελεί κρίσιμο παράγοντα της βιομηχανικής παραγωγής βιοαιθανόλης.



Σχήμα 4.2 Διάγραμμα ροής της παραγωγής αιθανόλης

4.5 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ –ΤΥΠΟΠΟΙΗΣΗ & ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Η αποθήκευση της βιομάζας των πολυετών ενεργειακών φυτών είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση υλικού σε όλη την διάρκεια του χρόνου, καθώς ο χρόνος συγκομιδής δεν ταυτίζεται με τον χρόνο χρήσης του προϊόντος. Η βιομάζα μπορεί να αποθηκεύεται είτε σε μορφή ψιλοτεμαχισμένου υλικού διαφόρων διαστάσεων, μπάλας, δεματίου ή συσσωματώματος (pellets).

Τα φυτικά έλαια θα πρέπει να αποθηκεύονται σε καλά σφραγισμένα δοχεία, ώστε να αποφεύγεται η είσοδος του οξυγόνου και συνεπώς η οξείδωσή τους. Επιπρόσθετα τα δοχεία αποθήκευσης θα πρέπει να είναι ανθεκτικά στην υπεριώδη ακτινοβολία, η οποία προκαλεί διάσπαση των φυτικών ελαίων και του βιοντίζελ. Τα πρότυπα αποθήκευσης και διακίνησης που ισχύουν για το συμβατικό ντίζελ μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για το βιοντίζελ.

Τα καύσιμα θα πρέπει να αποθηκεύονται σε καθαρό, ξηρό και σκοτεινό περιβάλλον. Δεξαμενές ή δοχεία αποθήκευσης κατασκευασμένες από αλουμίνιο, ατσάλι και τεφλόν θεωρούνται κατάλληλα για την αποθήκευση βιοντίζελ, ενώ αντίθετα δεξαμενές ή δοχεία αποθήκευσης από χαλκό, ορείχαλκο, μόλυβδο, κασσίτερο και ψευδάργυρο θεωρούνται ακατάλληλα λόγω της διαβρωτικής φύσης του βιοντίζελ.

Τα φυτικά έλαια είναι βιοδιασπώμενα και έχουν μικρή διάρκεια ζωής. Για αυτό τον λόγο δεν πρέπει να αποθηκεύονται για περισσότερο από έξι μήνες. Χρονικό διάστημα μικρότερο των τριών μηνών θεωρείται ιδανικό για αυτά. Η αποθήκευση του βιοντίζελ για μεγάλα χρονικά διαστήματα προκαλεί αλλοίωσή του, καθώς αρχίζει η διάσπαση και η

στερεοποίησή του. Το καθαρό βιοντίζελ, χωρίς την προσθήκη συντηρητικών ή βιοκτόνων, έχει διάρκεια ζωής έξι μηνών, υπό ιδανικές συνθήκες [25].

4.6 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΚΑΙ ΔΙΑΝΟΜΗ

Ο τομέας της μεταφοράς συμπεριλαμβάνει το κομμάτι της διαδικασίας κατά το οποίο η πρώτη ύλη αφού συλλεχθεί από τις ενεργειακές καλλιέργειες, μεταφέρεται στο ξηραντήριο, στο ελαιουργείο και τέλος στην μονάδα βιοντίζελ ή βιοαιθανόλης για την παραγωγή καυσίμου.

Το βιοντίζελ λόγω του υψηλού σημείου ανάφλεξής του, δε θεωρείται εύφλεκτο, αλλά καύσιμο, ακριβώς όπως το φυτικό έλαιο. Συνεπώς, το καθαρό βιοντίζελ (B100) μπορεί να αντιμετωπιστεί με τον ίδιο τρόπο με τα φυτικά έλαια. Δεν ισχύει όμως το ίδιο για τα μίγματα χαμηλής περιεκτικότητας σε βιοντίζελ, όπως π.χ. B20, που θα πρέπει να αντιμετωπίζονται παρόμοια με το συμβατικό ντίζελ. [25]

4.7 ΧΡΗΣΗ

Ο τομέας της χρήσης περιλαμβάνει την μεταφορά ενός έτοιμου προϊόντος καυσίμου, στους τελικούς χρήστες.

4.8 ΑΝΑΚΤΗΣΗ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Τα απόβλητα της βιομηχανίας αιθανόλης έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο και είναι δύσκολα επεξεργάσιμα. Στη Βραζιλία έχουν υιοθετηθεί δύο πρακτικές για την επεξεργασία των υγρών αποβλήτων της βιομηχανικής παραγωγής αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο. Η πρώτη μέθοδος αφορά τη συλλογή των αποβλήτων σε δεξαμενές και εξάτμιση του νερού. Κατά τη δεύτερη πρακτική γίνεται διασπορά τους με ψεκασμό σε καλλιέργειες ζαχαροκάλαμου ως αζωτούχος λίπανση.

4.9 ΤΕΛΙΚΗ ΔΙΑΘΕΣΗ

Η τελική διάθεση περιλαμβάνει το στάδιο κατά το οποίο μεταφέρεται το βιοντίζελ ή η βιοαιθανόλη από την μονάδα παραγωγής στα πρατήρια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

V

ΑΝΑΛΥΣΗ ΒΑΣΙΚΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

5.1 BIONTIZEΛ

5.1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ασφαλώς η Ελλάδα εξαρτώνται σημαντικά από μεγάλες εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Έτσι, σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, υπάρχει ανάγκη προώθησης όλων των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών και όχι μόνο.



Ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, είναι το βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα) όπως είναι τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, ενώ στις ΗΠΑ η χρήση του είναι συνεχώς αυξανόμενη. Θεωρείται ως το πλέον διαδεδομένο βιοκαύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο αυτούσιο όσο και σε διάφορες αναλογίες σε μίγματα με το συμβατικό ντίζελ.

Ως προς το βιοντίζελ, η διεθνής πρακτική οδήγησε στην υιοθεσία μιας κοινής ονοματολογίας για την αναγνώριση της συγκέντρωσης βιοκαυσίμου στα μείγματα, γνωστή ως ονοματολογία BXX, όπου το XX αντιπροσωπεύει το ποσοστό βιοκαυσίμου στο

μείγμα ντίζελ/βιοκαυσίμου. Για παράδειγμα, τα B2, B5, B20 και B100 είναι καύσιμα με ποσοστό 2%, 5%, 20% και 100% βιοντίζελ αντίστοιχα [14].

5.1.2 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Κατά βάση, το βιοντίζελ μπορεί να παραχθεί από έλαια και λίπη τα οποία προέρχονται από: [26]

- Ελαιώδη φυτά: ρίκινος ο κοινός (καστορέλαιο ή ρητινέλαιο), αφρικανικός φοίνικας (γνωστός στη Βραζιλία ως *dendezeiro*), σόγια, ελαιοκράμβη, ηλιοτρόπιο, είδος φιστικιάς (*jatropha curcas*), κάρδος (αγριαγκινάρα) κλπ.,
- Χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια: προερχόμενα από εστιατόρια, ξενοδοχειακές μονάδες και νοικοκυριά,
- Ζωικά λίπη: προερχόμενα από σφαγεία.

Παρατηρείται πως η παραγωγή βιοκαυσίμων βασίζεται κυρίως στην καλλιέργεια πρώτων υλών, και για αυτό το λόγο, πολλά κράτη μπορούν εύκολα να τα παράγουν αποκομίζοντας μεγάλα οφέλη όπως μεγαλύτερη ενεργειακή ασφάλεια, ποικιλία ενεργειακών πηγών και καλλιεργειών, και επιτάχυνση στην ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών με συνέπεια την αύξηση των ευκαιριών για εργασία στις εν λόγω περιοχές. Επιπλέον, οι χώρες που παράγουν μεγάλες ποσότητες βιομάζας δεν είναι πετρελαιοπαραγωγικές χώρες. Συνεπώς, νέα κράτη θα εισέλθουν στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, πράγμα που θα μειώνει την εξάρτηση από αυτά τα λίγα κράτη που έχουν αποθέματα πετρελαίου.

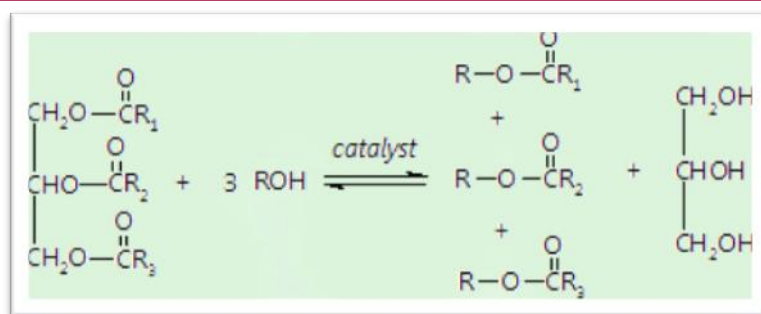
5.1.3 ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Το βιοντίζελ παράγεται από πρώτη ύλη φυτικά έλαια ή ζωικά λίπη μέσω της χημικής διαδικασίας της μετεστερεοποίησης. Η διαδικασία αυτή απαιτεί μια αλκοόλη (συνήθως μεθανόλη) και έναν ισχυρό καταλύτη, όπως το καυστικό κάλιο ή το καυστικό νάτριο.

Κατά την διάρκεια της μετεστερεοποίησης παράγεται βιοντίζελ και γλυκερίνη (η γλυκερίνη θα πρέπει να είναι λιγότερο από 0,24% του τελικού προϊόντος). Μετά την

ολοκλήρωση της διαδικασίας μετεστεροποίησης, είναι πολύ σημαντικό να απομακρυνθούν από το καύσιμο όλα τα αντιδραστήρια και τα παραπροϊόντα, όπως υπολείμματα αλκοόλης, γλυκερίνης ή νερού τα οποία μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα του βιοντίζελ και να προκαλέσουν βλάβες στο σύστημα εκχύλισης του καυσίμου του κινητήρα.

Στο Σχήμα 5.1 φαίνεται συνοπτικά η αντίδραση μετεστεροποίησης τριγλυκεριδίου με αλκοόλη.[27]



Τριγλυκερίδιο Αλκοόλη Εστέρες Γλυκερίνη

Σχήμα 5.1 Αντίδραση Μετεστεροποίησης Τριγλυκεριδίου

5.1.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων 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. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση 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 απ' ότι στο συμβατικό ντίζελ. Επιπλέον, η καύση του βιοντίζελ δεν αυξάνει τα επίπεδα του

διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO₂ που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το τυπικό προφίλ εκπομπών από την καύση του καθαρού βιοντίζελ (B100), αλλά και ενός από τα πλέον συνηθισμένα μίγματα του με συμβατικό ντίζελ το οποίο αποτελείται από 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), χρησιμοποιώντας ως αναφορά τις εκπομπές από την καύση του πετρελαϊκού ντίζελ.

Πίνακας 5.1 Εκπομπές % για B100 και B20 σε σύγκριση με του συμβατικού ντίζελ [3]

Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

***B100** (100% Βιοντίζελ), **B20** (μίγμα αποτελούμενο από 20% Βιοντίζελ και 80% ντίζελ)

Εκτός από το γεγονός ότι πλεονεκτεί ως ανανεώσιμο καύσιμο το βιοντίζελ εμφανίζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά από αυτό, όπως υψηλότερο σημείο ανάφλεξης οπότε είναι ασφαλέστερο στη χρήση, μικρότερη ποσότητα θείου αλλά μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα λόγω του οξυγόνου που περιέχει και μεγαλύτερο αριθμό κετανίου. Η μείωση του περιεχόμενου θείου που επιβάλλεται στα ορυκτά καύσιμα έχει αρνητική επίδραση στη λίπανση του κινητήρα γιατί μειώνονται οι λιπαντικές ενώσεις του θείου. Έτσι, τα διυλιστήρια κάνουν χρήση πανάκριβων και ταυτόχρονα μη βιοαποικοδομήσιμων πρόσθετων για την επαναφορά της λιπαντικότητας του καυσίμου. Η

προσθήκη, όμως, του βιοντίζελ στο πετρελαϊκό ντίζελ, ακόμα και σε περιεκτικότητες μικρότερες από 1% κ.β., επαναφέρει τη λιπαντική ικανότητα του καυσίμου, οπότε με τη χρήση του βιοντίζελ παρατείνεται η ζωή του πετρελαιοκινητήρα και τα διυλιστήρια εξοικονομούν αρκετά χρήματα. 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 ντίζελ. Έτσι η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό βιοντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Επίσης, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.

Δεδομένου ότι το βιοντίζελ χρησιμοποιείται συχνότερα σε μίγμα με το πετρέλαιο, υπάρχουν λιγότερες πληροφορίες και επίσημες μελέτες για τα αποτελέσματα της εφαρμογής του καθαρού βιοντίζελ σε μη τροποποιημένους κινητήρες και οχήματα σε πραγματικές συνθήκες χρήσεις. Το καθαρό βιοντίζελ δεν ανταποκρίνεται στα πρότυπα και στα εξαρτήματα των μηχανών. Παρόλα αυτά έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί χωρίς πρόσθετα προβλήματα αντί του πετρελαίου κίνησης.

5.2 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

Η αιθανόλη έγινε γνωστή στην ανθρωπότητα από τα προϊστορικά ακόμη χρόνια ως κύριο συστατικό των αλκοολούχων ποτών. Η αιθυλική αλκοόλη, γνωστή και ως αιθανόλη, είναι μια εύφλεκτη, άχρωμα χημική ένωση, μια από τις αλκοόλες που βρίσκεται συχνότερα μέσα στα οινοπνευματώδη ποτά. Στην κοινή διάλεκτο, αναφέρεται συχνά και ως οινόπνευμα. Το όνομά της προέρχεται από το αραβικό "Al Cohol" = το πνεύμα. Ο χημικός τύπος της είναι $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$.

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

Η βιοαιθανόλη ορίζεται από το Αμερικανικό Υπουργείο Ενέργειας ως εναλλακτικό καύσιμο βασισμένο στην αλκοόλη, παραγόμενο από τη ζύμωση και την απόσταξη πρώτων υλών με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και άμυλο (Ζύμωση των σακχάρων που προέρχονται από φυτά (διαδικασία παρόμοια της παραγωγής μπύρας). Εκτός από αυτές τις πρώτες ύλες, η αιθανόλη μπορεί να παραχθεί και από λιγνοκυτταρινούχο βιομάζα από δέντρα και κάποιους θάμνους [28].

Αυτή αποτελεί το 85% της παγκόσμιας παραγωγής των βιοκαυσίμων και παράγεται κυρίως από καλαμπόκι και ζαχαροκάλαμα. Η βιοαιθανόλη αναμιγνύεται κυρίως με πετρέλαιο σε ποσοστό έως 5% στην Ευρώπη και έως 10% στις ΗΠΑ και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε μεγαλύτερη αναλογία ή και καθαρή. Για παράδειγμα στην Βραζιλία όλο το πετρέλαιο περιέχει τουλάχιστον 20-25% βιοαιθανόλη και αρκετά οχήματα κινούνται με καθαρή βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη έχει μικρότερη ενεργειακή πυκνότητα από το πετρέλαιο που σημαίνει ότι η ενεργειακή της απόδοση είναι κατά 40% μικρότερη.

Ωστόσο, τα πιο κοινά μείγματα είναι τα E10 και E85, τα οποία περιέχουν ποσοστό αιθανόλης 10% και 85% αντίστοιχα. Η 100% αιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο αυτοκίνησης, αλλά τα μείγματα με ποσοστά από 25% έως 85% μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο σε οχήματα με προδιαγραφές χρήσης διπλών καυσίμων.

Σήμερα η αιθανόλη χρησιμοποιείται ως καύσιμο κυρίως στη Βραζιλία και ως πρόσθετο για την αύξηση του αριθμού των οκτανίων της βενζίνης σε χώρες όπως οι ΗΠΑ, ο Καναδάς και η Ινδία.

5.2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΝΘΕΣΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Η αιθανόλη μπορεί να παραχθεί από οποιαδήποτε οργανική ύλη βιολογικής προέλευσης η οποία περιέχει μεγάλα ποσοστά σακχάρων ή συστατικών που μπορούν να μετατραπούν σε σάκχαρα, όπως το άμυλο και η κυτταρίνη. Το ζαχαροκάλαμο, το ζαχαρότευτλο και το σόργο είναι παραδείγματα πρώτων υλών οι οποίες περιέχουν σάκχαρα και συνεπώς μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή αιθανόλης. Το σιτάρι, το κριθάρι και το καλαμπόκι αποτελούν, επίσης, πρώτες ύλες οι οποίες περιέχουν άμυλο, το οποίο μπορεί εύκολα να μετατραπεί σε σάκχαρο με τη χρήση της υπάρχουσας τεχνολογίας. Ένα σημαντικό μέρος του κορμού δέντρων και θάμνων αποτελείται από

κυτταρίνη η οποία μπορεί επίσης να μετατραπεί σε σάκχαρο, αλλά η διαδικασία είναι πιο πολύπλοκη από αυτήν που απαιτείται για την αντίστοιχη μετατροπή του αμύλου.

Η διαδικασία παραγωγής της βιοαιθανόλης εξαρτάται από την πρώτη ύλη. Όταν χρησιμοποιείται σακχαρώδης πρώτη ύλη, όπως τα ζαχαρότευτλα, οι καρποί αρχικά συνθλίβονται και μουσκεύονται προκειμένου να διαχωριστούν τα σακχαρώδη συστατικά τους. Στην συνέχεια, προστίθενται ζύμες (μαγιά) στον πολτό για την ζύμωση των σακχάρων και την παραγωγή αλκοόλης και διοξειδίου του άνθρακα. Το υγρό κλάσμα που παράγεται, διυλίζεται για την παραγωγή αιθανόλης. Η ανάμιξη αιθανόλης με βενζίνη απαιτεί απομάκρυνση του υπολειπόμενου νερού για την παραγωγή «άνυδρης αιθανόλης».

Αντίθετα 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. Τα επόμενα στάδια παραγωγής είναι παρόμοια με αυτά των σακχαρούχων φυτών. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι κατά την διαδικασία μετατροπής των σιτηρών σε αιθανόλη παράγονται διάφορα υποπροϊόντα, όπως ζωοτροφές πλούσιες σε πρωτεΐνες.

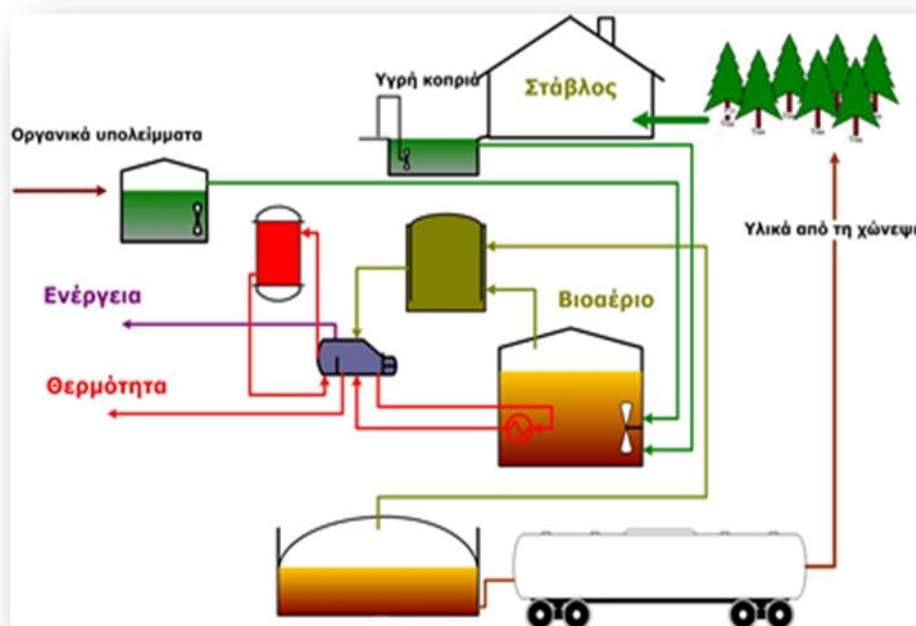
Η αιθανόλη ή αιθυλική αλκοόλη (C_2H_5OH) είναι ένα άχρωμο διαυγές υγρό. Είναι βιοαποικοδομήσιμη, χαμηλής τοξικότητας και προκαλεί πολύ μικρή περιβαλλοντική μόλυνση αν χυθεί στο περιβάλλον. Κατά την τέλεια καύση της παράγεται διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η αιθανόλη είναι ένα καύσιμο υψηλού αριθμού οκτανίων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρόσθετο αύξησης του αριθμού οκτανίου της βενζίνης. Με τη ανάμιξή της με τη βενζίνη επιτυγχάνεται επίσης εμπλουτισμός του καυσίμου μίγματος σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση, άρα και μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων.

Μίγματα καυσίμου αιθανόλης με βενζίνη πωλούνται ευρύτατα στις Ηνωμένες Πολιτείες. Το πιο συνηθισμένο μίγμα είναι αυτό που αποτελείται από 10% αιθανόλη και 90% βενζίνη (**E10**). Οι κινητήρες των συμβατικών οχημάτων δεν απαιτούν μετατροπή για να κινηθούν με **E10**, επιπλέον η χρήση E10 δεν έχει καμία επίπτωση στην εγγύηση του οχήματος. Μόνο ευέλικτα οχήματα μπορούν να κινηθούν με καύσιμο μίγμα 85% αιθανόλης και 15% βενζίνης (**E85**).

5.3 BIOAEPiO

Ως βιοαέριο καλείται το αέριο μείγμα το οποίο είναι πλούσιο σε μεθάνιο που παράγεται από αναερόβια διάσπαση οργανικών αποβλήτων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πηγή ενέργειας.

Τα βακτήρια τρέφονται με νεκρά ζώα και φυτά. Καθώς τα φυτά και τα ζώα αποσυντίθενται παράγουν ένα άχρωμο και άοσμο αέριο, το μεθάνιο. Το μεθάνιο είναι πλούσιο σε ενέργεια και αποτελεί το κύριο συστατικό του φυσικού αερίου, το αέριο που χρησιμοποιείται σε φούρνους και σόμπες. Το μεθάνιο είναι μια πάρα πολύ καλή πηγή ενέργειας. Μπορούμε με την καύση του να παράγουμε θερμότητα και ηλεκτρισμό.



Σχήμα 5.2 Παράδειγμα βιοαερίου χρησιμοποιώντας κοπριά ως πρώτη ύλη

Το βιοαέριο, με την κατάλληλη επεξεργασία και αναβάθμιση, μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως καύσιμο μεταφορών, με ιδιαίτερα ανταγωνιστική τιμή. Στη Σουηδία ήδη αρκετά οχήματα κινούνται με μεθάνιο και λειτουργούν σταθμοί διανομής βιοαερίου. Παράλληλα, το αναβαθμισμένο βιοαέριο μπορεί να διοχετευθεί στο δίκτυο του φυσικού

αερίου, όπως πλέον γίνεται στην Ολλανδία, τη Σουηδία και την Ελβετία και να χρησιμοποιηθεί για ηλεκτρική και θερμική ενέργεια.

Η ανάπτυξη και εγκατάσταση τεχνολογιών βιοαερίου, αποτελεί μια εναλλακτική λύση με σημαντικά πλεονεκτήματα, καθώς προσφέρει περιβαλλοντικά φιλική ενέργεια και ταυτόχρονα επιλύει το συνεχώς διογκούμενο πρόβλημα της διάθεσης λυμάτων. Ένα άλλο σημαντικό οικονομικό όφελος αποτελεί η παραγωγή προϊόντος κατάλληλου για ζωοτροφή.

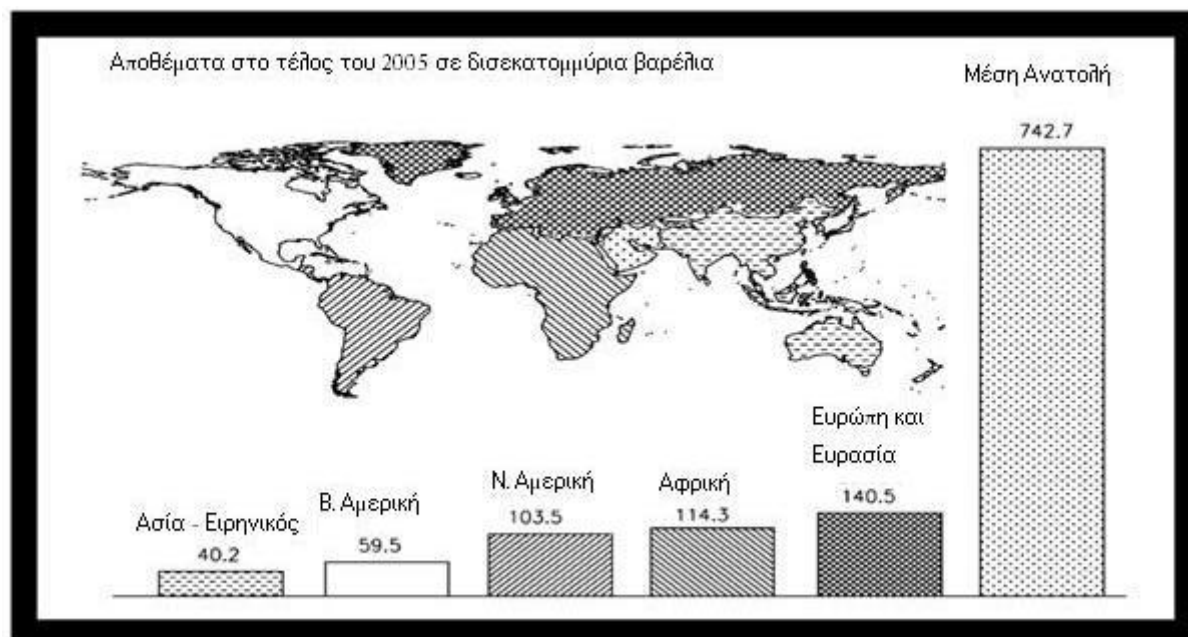
ΚΕΦΑΛΑΙΟ

VI

ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ- ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

6.1 ΓΕΝΙΚΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΝ ΑΠΟΘΕΜΑΤΩΝ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΣΗΜΕΡΑ.

Η κατανομή των αποθεμάτων πετρελαίου στον κόσμο είναι εξαιρετικά ανομοιογενής. Λίγες μόνο περιοχές συγκεντρώνουν τα ιδιαίτερα αυτά γεωλογικά χαρακτηριστικά που ευνόησαν το σχηματισμό και τη συγκέντρωση ικανών ποσοτήτων πετρελαίου. Η Μέση Ανατολή συγκεντρώνει περίπου το 65% των παγκοσμίων αποθεμάτων, ενώ η Ευρώπη και Ευρασία το 11,7%, η Αφρική το 9,5%, η Κεντρική και Νότια Αμερική το 8,6%, η Βόρεια Αμερική το 5% και η Ασία με την Ωκεανία το 3,4%. (Σχήμα 6.1)



ΣΧΗΜΑ 6.1 Παγκόσμια αποθέματα πετρελαίου [3]

6.2 ΚΛΙΜΑΤΙΚΕΣ ΑΛΛΑΓΕΣ

Οι κλιματικές μεταβολές προκύπτουν τόσο ως αποτέλεσμα της εγγενούς μεταβλητότητας των κλιματικών συστημάτων όσο και της δράσης εξωγενών παραγόντων, είτε φυσικών είτε ανθρωπίνων. Οι εκπομπές των αερίων που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου τείνουν να αυξάνουν τη θερμοκρασία του πλανήτη σε σημαντικό βαθμό. Η άνοδος της θερμοκρασίας έχει προσεγγίσει το 0,6% και οι προβλέψεις κάνουν λόγο για αύξηση κατά 2 έως 4 βαθμούς Κελσίου μέχρι το τέλος αυτού του αιώνα. Η έκθεση της 4^{ης} Διακυβερνητικής Επιτροπής για την Κλιματική Αλλαγή (IPCC) επιβεβαιώνει πως η αύξηση της θερμοκρασίας του πλανήτη είναι ξεκάθαρα αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας.

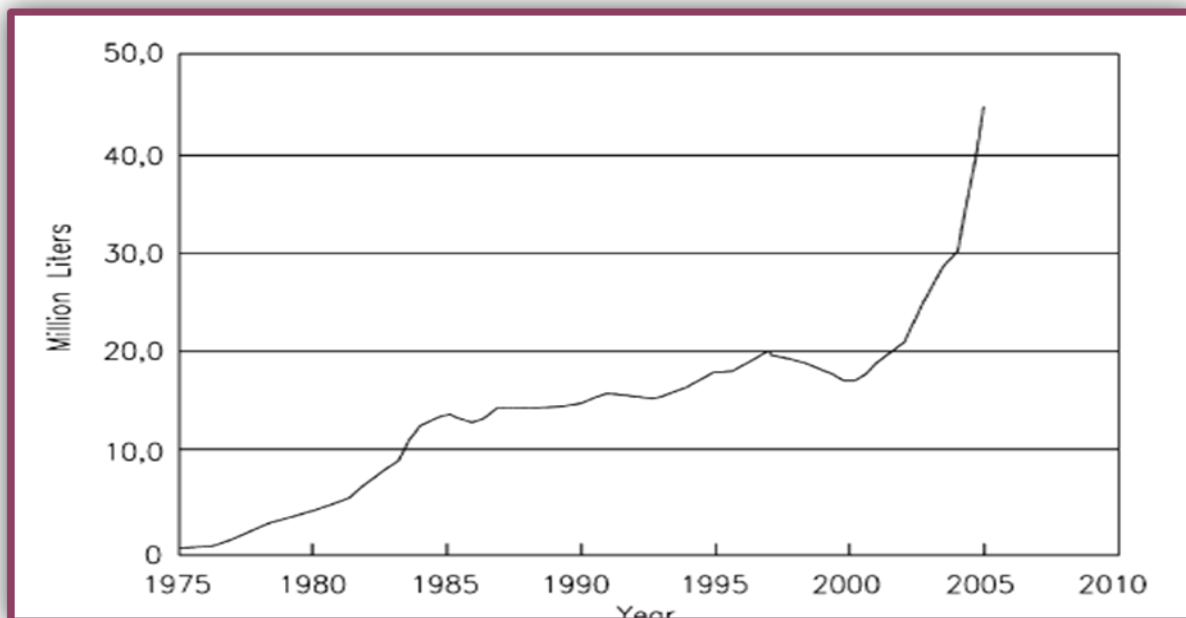
Ένα από τα πιο σημαντικά αέρια του θερμοκηπίου είναι το CO₂. Κατά τη διάρκεια του περασμένου αιώνα η συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα έφτασε στα υψηλότερα επίπεδα. Από την προβιομηχανική εποχή οι συγκεντρώσεις των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα αυξάνονται ως συνέπεια των ανθρώπινων δραστηριοτήτων. Αυτή η αύξηση οφείλεται κατά κύριο λόγο στην αλόγιστη χρήση των ορυκτών καυσίμων και στη μεταβολή της χρήσης της γης (IPCC) [29].

Οι αναμενόμενες κλιματικές αλλαγές συμπεριλαμβάνουν μεταβολές στην ένταση και την κατανομή των βροχοπτώσεων, την άνοδο της στάθμης των ωκεανών και την συνεχή αύξηση της συχνότητας και της έντασης ακραίων καιρικών φαινομένων.

Είναι απαραίτητο να κατανοήσουμε ότι δεν πληρούν όλες οι χώρες τις κλιματικές, τοπογραφικές, εδαφικές και λοιπές προϋποθέσεις που είναι απαραίτητες για την παραγωγή βιοκαυσίμων σε μεγάλη κλίμακα, δεδομένου ότι για να είναι εφικτή και εφαρμόσιμη με οικονομικούς όρους μια τέτοια παραγωγή, παίζει μεγάλο ρόλο το είδος της καλλιέργειας και η δυνατότητα επεξεργασίας της.

6.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΑΙΧΜΗΣ ΚΑΙ ΠΡΟΒΛΕΨΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΠΑΓΚΟΣΜΙΩΣ

Λαμβάνοντας υπόψη τα παραπάνω, είναι δυνατόν να παρατηρήσουμε μια τάση, σε παγκόσμιο επίπεδο, για αύξηση της παραγωγής βιοκαυσίμων που μπορεί να οδηγήσει στην εικασία μιας αναλόγως αυξανόμενης παγκόσμιας ζήτησης. Το παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζει τη συμπεριφορά της παγκόσμιας παραγωγής βιοκαυσίμων την περίοδο από το 1975 έως 2005 για το βιοντίζελ. Την περίοδο από το 2000 έως το 2005, παρατηρεί κανείς μεγαλύτερη αύξηση στην παραγωγή βιοκαυσίμων.



Διάγραμμα 6.1 Παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ μεταξύ 1975-2005 [3]

Ο **πίνακας 6.1** δείχνει τους πέντε μεγαλύτερους παραγωγούς αιθανόλης και βιοντίζελ στον κόσμο και τις κύριες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή τους.

Πίνακας 6.1 Κύριοι παραγωγοί Βιοαιθανόλης και Βιοντίζελ το 2005 [4]

Βιοαιθανόλη			Βιοντίζελ		
Χώρα/ες	Εκατ. λίτρα	Πηγή	Χώρα/ες	Εκατ. λίτρα	Πηγή
Βραζιλία	16.489	Ζαχαροκάλαμο	Γερμανία	1.919	Ελαιοκράμβη
Η.Π.Α.	16.217	Καλαμπόκι	Γαλλία	511	Σόγια
Κίνα	1.998	Καλαμπόκι & σιτάρι	Η.Π.Α.	291	Ελαιοκράμβη
Ε.Ε.	950	Ζαχαρότευτλο, σιτάρι & σόργο	Ιταλία	227	Ελαιοκράμβη
Ινδία	299	Ζαχαροκάλαμο	Αυστρία	83	Ελαιοκράμβη

Δείχνει, επίσης, πως σχεδόν ολόκληρη η εμπορική παραγωγή βιοντίζελ γίνεται στην Ευρώπη, όπου η Γερμανία, η Γαλλία και η Ιταλία είναι οι κύριες χώρες- παραγωγοί. Τα ευρωπαϊκά κράτη παράγουν περισσότερο βιοντίζελ από ότι καύσιμη αιθανόλη, αλλά το σύνολο της παραγωγής και των δύο καυσίμων μπορεί να θεωρηθεί μικρό συγκρινόμενο με την παραγωγή αιθανόλης κρατών όπως η Βραζιλία και οι ΗΠΑ [1].

Σύμφωνα με στοιχεία προερχόμενα από τη Διεθνή Επιτροπή Ενέργειας (IEA) αναμένεται η συμμετοχή των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών να ανέλθει από το σημερινό 1% σε τιμές κοντά στο 7% το έτος 2030. Αυτό αντιπροσωπεύει μια αύξηση από 15,5 Mtoe (εκατομμύρια ισοδύναμων τόνων πετρελαίου) για το 2004 στα 146,7 Mtoe για το έτος 2030. Η μεγαλύτερη αύξηση στην κατανάλωση βιοκαυσίμων θα συμβεί στις ΗΠΑ, την Ευρώπη, την Ασία και τη Βραζιλία. Η αύξηση της κατανάλωσης στις υπόλοιπες περιοχές θα είναι μέτρια.

6.4 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

6.4.1 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Σχετικά με το κόστος παραγωγής του βιοντίζελ, τα δεδομένα ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη και τη μέθοδο παραγωγής. Το βιοντίζελ από ζωικά λίπη έχει το χαμηλότερο κόστος παραγωγής που κυμαίνεται από 0,4 έως 0,5 \$ ανά ισοδύναμο λίτρο πετρελαίου κίνησης.

Το βιοντίζελ που παράγεται από καλλιέργειες (ελαιούχοι σπόροι) έχει αντίστοιχο κόστος 0,6-0,8\$ ενώ αναμένεται να μειωθεί μελλοντικά κατά 0,1-0,3\$.

Το βιοντίζελ δεύτερης γενιάς που παράγεται από βιομάζα έχει προς το παρόν υψηλό κόστος παραγωγής, 0,9 \$ ανά ισοδύναμο λίτρο πετρελαίου κίνησης, με το κόστος τα επόμενα χρόνια να διαμορφώνεται σε 0,7- 0,8 \$.

Το κόστος παραγωγής του βιοντίζελ στις χώρες της ΕΕ είναι περίπου 0,5€/L (15€/GJ) ενώ προβλέπεται μακροπρόθεσμα μείωσή του κατά 0,2€/L (6€/GJ) συμπεριλαμβανομένης της αξίας των υποπροϊόντων του (γλυκερίνη, πίτα). Για την ΕΕ το παραγόμενο βιοντίζελ γίνεται ανταγωνιστικό έναντι του πετρελαίου κίνησης σε τιμές πετρελαίου περίπου 60 ευρώ ανά βαρέλι. Το κόστος παραγωγής της καλλιέργειας αντιπροσωπεύει περίπου το 80% του τελικού κόστους παραγωγής του βιοντίζελ στην Ευρώπη.

Η υψηλή τιμή του βιοντίζελ σε σχέση με το «φθηνό» ντίζελ, είναι το σημαντικότερο εμπόδιο στην ανάπτυξη της αγοράς του στις Η.Π.Α. Σήμερα το γαλόνι κοστίζει 1 \$ ακριβότερα σε σχέση με το ντίζελ κίνησης στα πρατήρια, ενώ οι συνεχώς αυξανόμενες τιμές της σόγιας δρουν αρνητικά.

Η πλέον ελπιδοφόρος προσέγγιση για τη μείωση του κόστους παραγωγής βιοντίζελ στο κοντινό μέλλον, είναι η χρησιμοποίηση πιο φτηνής πρώτης ύλης όπως για παράδειγμα να χρησιμοποιηθούν οι ποσότητες της χαλασμένης σόγιας, το ζωικό λίπος του βοδινού και

του χοιρινού κρέατος, το τηγανισμένο λίπος και τα χρησιμοποιημένα λάδια εστιατορίων και άλλα παρόμοια υποπροϊόντα. Σ' αυτή την περίπτωση όμως παρουσιάζονται προβλήματα συλλογής, αποθήκευσης και ομοιογένειας της πρώτης ύλης.

6.4.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Για την παραγωγή της βιοαιθανόλης χρησιμοποιείται ως πρώτη ύλη ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία, αραβόσιτος στις ΗΠΑ, δημητριακά (σιτάρι, κριθάρι κ.α.) και ζαχαρότευτλα στην ΕΕ. Επίσης το γλυκό σόργο είναι μια νέα και πολλά υποσχόμενη καλλιέργεια για παραγωγή βιοαιθανόλης και παραγώγων της μέσω ζύμωσης των σακχάρων που περιέχονται στο φυτικό χυμό του. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη αξία για περιοχές μη τροπικές όπου το ζαχαροκάλαμο δεν ευδοκίμει, όπως είναι η Ευρώπη. Στον πίνακα αναφέρεται το κόστος παραγωγής της βιοαιθανόλης από διάφορες πρώτες ύλες.

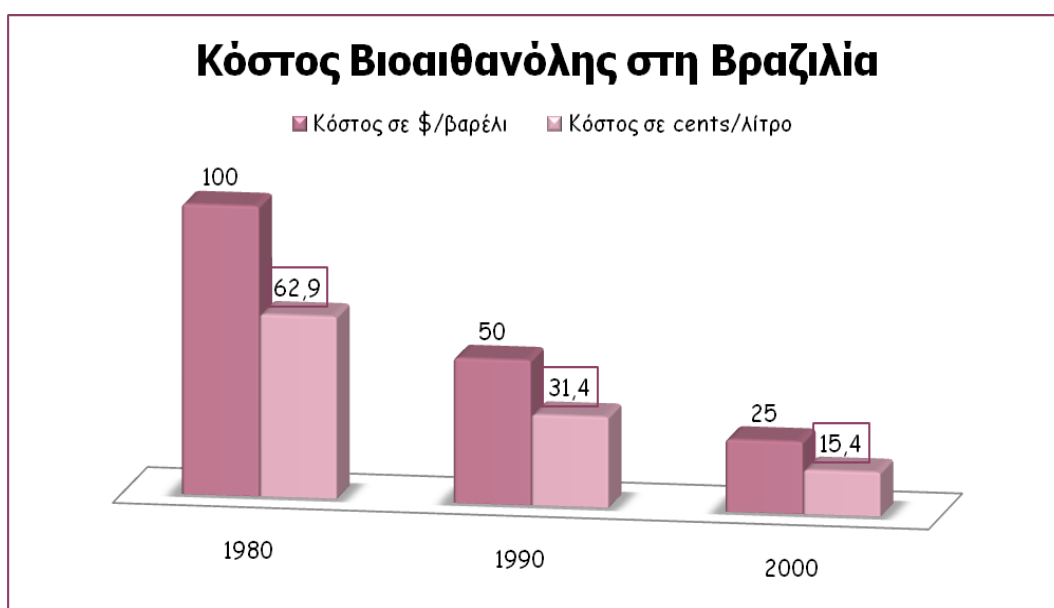
Πίνακας 6.2 Εκτιμώμενο κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης από διάφορες πρώτες ύλες
[5]

Πρώτη Ύλη	Κόστος Βιοαιθανόλης (€/m ³)
Ζαχαρότευτλα	230-530
Ζαχαροκάλαμο	170-200
Γλυκό Σόργο	155-230
Καλαμπόκι	210-320
Σιτάρι	600
Λιγνοκυτταρινούχες	140-350
Πατάτα	760

Το κόστος παραγωγής αιθανόλης από καλαμπόκι στις ΗΠΑ είναι 0,21 €/λίτρο και στα πρατήρια καυσίμων, η τιμή πώλησης του καυσίμου E85 (85% αιθανόλη + 15%

βενζίνη) είναι 0,50 €/λίτρο όταν η αντίστοιχη τιμή της βενζίνης είναι 0,58 €/λίτρο (Ιούλιος 2007).

Η Βραζιλία παράγει ακόμη φθηνότερη βιοαιθανόλη, με κόστος παραγωγής 0,17 €/λίτρο. Η λιανική τιμή πώλησης της αιθανόλης είναι 0,55 €/λίτρο όταν η αντίστοιχη τιμή της βενζίνης είναι 0,94 €/λίτρο (Ιούλιος 2007). Το κόστος της αιθανόλης που ισοδυναμεί με ένα λίτρο βενζίνης είναι 0,74 €/λίτρο. Η Βραζιλία είναι η μοναδική χώρα παγκοσμίως όπου πλέον η βιοαιθανόλη που παράγεται από ζαχαροκάλαμο είναι ήδη ανταγωνιστική έναντι των ορυκτών υγρών καυσίμων.

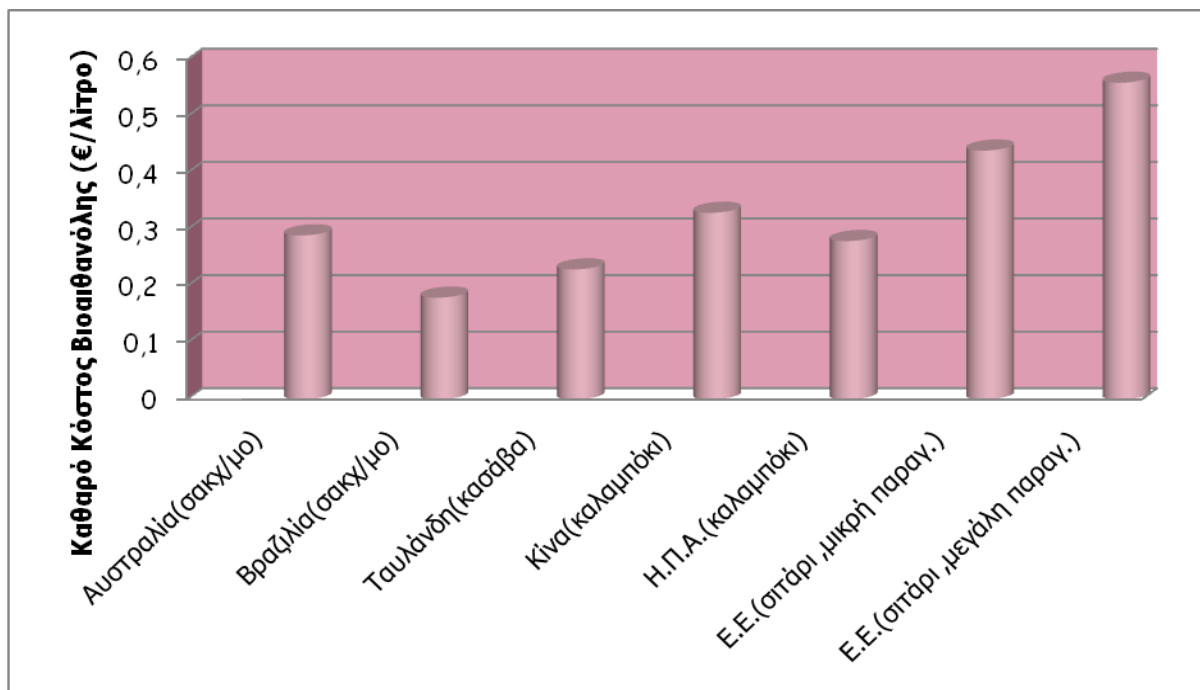


Διάγραμμα 6.2 Μείωση του κόστους παραγωγής της βιοαιθανόλης στη Βραζιλία [4]

Για την ΕΕ όπου η βιομηχανία αιθανόλης είναι λιγότερο αναπτυγμένη, η παραγόμενη βιοαιθανόλη γίνεται ανταγωνιστική της βενζίνης για τιμές πετρελαίου 90 € ανά βαρέλι, ενώ υπολογίζεται ότι η έρευνα και η τεχνολογική ανάπτυξη στον τομέα των βιοκαυσίμων θα επιφέρει μείωση κόστους κατά 30% μετά το έτος 2010. Οι κύριες παραγωγοί αιθανόλης είναι η Ισπανία και η Σουηδία, με τον Ισπανικό όμιλο Abengoa να ηγείται στην Ευρώπη.

Στο παρακάτω διάγραμμα παρουσιάζεται το κόστος παραγωγής αιθανόλης σε διάφορες χώρες από διάφορες καλλιέργειες.

Σχήμα 6.2 Κόστος παραγωγής αιθανόλης σε διάφορες χώρες από διάφορες καλλιέργειες [5]



Το δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης των καλλιεργειών στην Ελλάδα, παρουσιάζεται στον πίνακα που ακολουθεί:

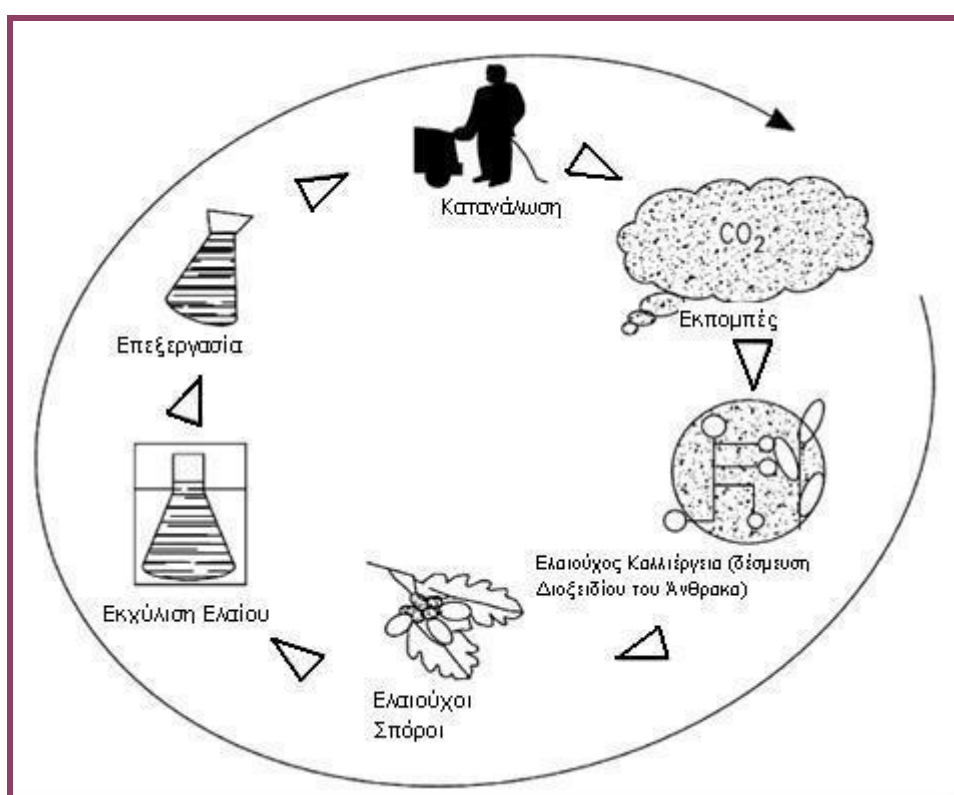
Πίνακας 6.3 Το δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης των καλλιεργειών στην Ελλάδα [6]

Καλλιέργεια	Απόδοση σε πρώτη ύλη (κιλά/στρέμμα)	Απόδοση σε Βιοαιθανόλη (λίτρα/στρέμμα)
Σιτάρι	150-800	45-240
Καλαμπόκι	900	270
Ζαχαρότευτλο	6.000	600
Γλυκό Σόργο	7.000-10.000	675-900

Στη Βραζιλία, ένα στρέμμα ζαχαροκάλαμου παράγει 570-760 λίτρα βιοαιθανόλης. Το γλυκό σόργο μπορεί να γίνει στο κοντινό μέλλον, το ζαχαροκάλαμο της Μεσογείου, διότι με χρήση νέων τεχνικών η στρεμματική απόδοση σε βιοαιθανόλη μπορεί να ξεπεράσει τα 1100 λίτρα.

6.5 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται από πολλούς ως ένας καθαρότερος τρόπος να καλυφθούν οι ενεργειακές ανάγκες στον τομέα των μεταφορών. Τα οφέλη τους για το περιβάλλον γίνονται αντιληπτά από την καύση τους στους κινητήρες, δεδομένου ότι οι εκπομπές CO₂ αντιστοιχούν στα ποσά που είχαν δεσμευτεί από την ατμόσφαιρα κατά τη διάρκεια ανάπτυξης αυτών των φυτών, καταλήγοντας σε έναν κλειστό άνθρακα κύκλο.



Σχήμα 6.3 Κύκλος του άνθρακα για τα βιοκαύσιμα [6]

Δεν πρέπει, ωστόσο, να ξεχνάμε πως, παρά τα πλεονεκτήματα που χαρακτηρίζουν τα βιοκαύσιμα, η παραγωγή και η τελική χρήση τους μπορεί να έχουν σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως τη χρήση τεράστιων ποσοτήτων νερού, την καταστροφή των δασών, τη μείωση της παραγωγής τροφίμων και την αύξηση της εδαφικής διάβρωσης.

Ένα χρήσιμο εργαλείο για τον καθορισμό των περιβαλλοντικών επιπτώσεων των βιοκαυσίμων είναι η ανάλυση του κύκλου ζωής τους (LCA), δηλαδή, η αξιολόγηση της κατανάλωσης και των επιπτώσεων σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής του προϊόντος.

Στην περίπτωση της βιοαιθανόλης, τα αποτελέσματα των ερευνών που χρησιμοποίησαν την LCA ως «πλήρες» εργαλείο είναι αντιφατικά, δεδομένου ότι κάποιες μελέτες παρουσιάζουν αρνητικές επιπτώσεις, ενώ άλλες είναι περισσότερο ευνοϊκές. Διαφορετικοί δείκτες χρησιμοποιούνται για να συγκριθούν τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει ένας συγκεκριμένος τύπος πρώτης ύλης σε σχέση με άλλους. Ένας από τους χρησιμοποιούμενους δείκτες είναι η δυνατότητα υποκατάστασης των ορυκτών καυσίμων, η οποία εκφράζεται σε GJ/(ha·έτος), και η οποία εξαρτάται από το είδος του γεωργικού προϊόντος που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης.

Ένας άλλος δείκτης που χρησιμοποιείται βασίζεται στη σχέση ανανεώσιμης/ ορυκτής ενέργειας (απόδοση σε βιοκαύσιμο /κατανάλωση ορυκτού καυσίμου) για τις διαφορετικές πρώτες ύλες βιοκαυσίμων. Υπολογίζεται ως η σχέση μεταξύ της ποσότητας της ανανεώσιμης ενέργειας που παράχθηκε και της ποσότητας του ορυκτού καυσίμου που καταναλώθηκε σε ολόκληρο τον κύκλο ζωής της παραγωγής και χρήσης του βιοκαυσίμου ανά μονάδα προϊόντος.

Αυτός ο δείκτης δείχνει αν το καύσιμο μπορεί να θεωρηθεί ανανεώσιμο ή όχι. Αν αυτός ο δείκτης είναι μηδενικός, αυτό σημαίνει πως το καύσιμο δεν είναι καθόλου ανανεώσιμο και πως δεν παράγει χρήσιμη ενέργεια. Αν ο δείκτης είναι το 1, τότε το καύσιμο εξακολουθεί να θεωρείται ως μη- ανανεώσιμο. Αν ο δείκτης είναι το άπειρο θεωρείται ότι το καύσιμο είναι απόλυτα ανανεώσιμο και κάθε τιμή υψηλότερη από το 1 δείχνει πως το καύσιμο είναι ανανεώσιμο έως ένα συγκεκριμένο σημείο.

Οι Pimentel και Patzek [30] απέδειξαν ότι ο δείκτης σχέσης ανανεώσιμης/ ορυκτής ενέργειας για την παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι, γρασίδι και ξύλο, που αφορά τις ΗΠΑ, είναι αρνητικός, καταλήγοντας στο συμπέρασμα πως η ανανεώσιμη ενέργεια από την αιθανόλη που προέρχεται από αυτές τις πρώτες ύλες είναι χαμηλότερη από την ενέργεια που παρέχεται από τα ορυκτά καύσιμα για την παραγωγή της. Μια μελέτη που διεξήχθη από τον Hill και άλλους [31], η οποία εξετάζει την αιθανόλη που παράγεται από

καλαμπόκι, κατέληξε σε θετική τιμή για αυτόν το δείκτη, αν και η τιμή αυτή ανέρχεται μόλις στο 1,25.

Ο Πίνακας 6.4 παρουσιάζει τις τιμές της σχέσης ανανεώσιμης/ ορυκτής ενέργειας που προκύπτουν από τις πρώτες ύλες για την παραγωγή αιθανόλης σε διάφορες χώρες.

Πίνακας 6.4 Σχέση ανανεώσιμης/ορυκτής ενέργειας που προκύπτουν από τις πρώτες ύλες για την παραγωγή Αιθανόλης σε διάφορες χώρες [7]

Πρώτη Ύλη Βιοαιθανόλης	Χώρα	Σχέση Ανανεώσιμης/συμβατικής ενέργειας
Σακχαροκάλαμο	Βραζιλία	7,9
Ζαχαρότευτλο	Αγγλία	2
Καλαμπόκι	Η.Π.Α.	1,3
Μελάσσα	Ν.Αφρική	1,1
Άχυρο Σίτου	Αγγλία	5,2
Άχυρο Καλαμποκιού	Η.Π.Α.	5,2

Παρατηρείται πως η αιθανόλη που προέρχεται από το ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία παρουσιάζει την καλύτερη απόδοση με όρους παραγωγής ευρείας κλίμακας συγκριτικά με τις άλλες πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται από άλλες χώρες –παραγωγούς βιοαιθανόλης. Στο μέλλον, η χρήση λιγνοκυτταρινούχων υπολειμμάτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης θα οδηγήσει πιθανώς σε αύξηση των τιμών σχέσης ανανεώσιμης/ ορυκτής ενέργειας.

Όσον αφορά στην επίπτωση της χρήσης βιοντίζελ στο περιβάλλον, προκύπτουν επίσης διαφορετικά αποτελέσματα από διαφορετικές μελέτες, σχετικά με τα ενεργειακά οφέλη.

Οι Pimentel και Patzek [30] παρουσιάζουν αρνητικά αποτελέσματα για την παραγωγή βιοντίζελ από ηλιανθο και σόγια. Οι κύριοι λόγοι είναι η χαμηλή γεωργική απόδοση και η υψηλή ενεργειακή κατανάλωση κατά τη διαδικασία εξαγωγής ελαίου από αυτές τις πρώτες ύλες.

Οι αναλυτικές μελέτες μαρτυρούν πως, ανάλογα με το είδος του φυτού που θα χρησιμοποιηθεί και τη μέθοδο καλλιέργειας και συγκομιδής, υπάρχουν θετικές και αρνητικές επιπτώσεις στη χρήση του εδάφους, στην ποιότητα του νερού και στην ποσότητα των τελικών εκπομπών ρύπων στο περιβάλλον [32].

Ο Πίνακας 6.5 παρουσιάζει μια σύνοψη της σχέσης ανανεώσιμης / ορυκτής ενέργειας για τον κύκλο ζωής του βιοντίζελ προερχόμενου από διάφορες πρώτες ύλες σε διάφορες χώρες.

Πίνακας 6.5 Σχέση ανανεώσιμης/ορυκτής ενέργειας για τον κύκλο ζωής του βιοντίζελ προερχόμενο από διάφορες πρώτες ύλες σε διάφορες χώρες [8]

Πρώτη Ύλη Βιοντίζελ	Χώρα	Σχέση Ανανεώσιμης/συμβατικής ενέργειας
Ελαιοκράμβη	Ε.Ε.	1,7
Σόγια	Η.Π.Α.	3,2-3,4
Ηλίανθος	Ε.Ε.	2,4-5,23
Ρητινέλαιο	Βραζιλία	2-2,9
Φοινικέλαιο	Βραζιλία	4,7
Φοινικέλαιο	Κολομβία	4,86-5,95

Μπορεί κανείς να παρατηρήσει επίσης πως η τιμή της σχέσης ανανεώσιμης/ορυκτής ενέργειας για το βιοντίζελ από φοινικέλαιο είναι υψηλότερη συγκριτικά με εκείνη από άλλες καλλιέργειες. Ο κύριος λόγος για αυτό είναι η υψηλή παραγωγικότητα του ελαιοφοίνικα, η οποία είναι σχεδόν οκτώ φορές μεγαλύτερη από τα υπόλοιπα φυτά. Η καλλιέργεια φοίνικα παράγει επίσης μεγαλύτερη ποσότητα βιομάζας, η οποία προσδίδει αξία στη βιομηχανική επεξεργασία και τη γεωργική παραγωγή, με τη δυνατότητα χρήσης της ως καύσιμο για την παραγωγή ατμού και ηλεκτρισμού.

Το μεγαλύτερο κλάσμα συντελεστή της ενεργειακής κατανάλωσης του κύκλου ζωής αντιστοιχεί σε αυτόν που σχετίζεται με τη μεθανόλη που χρησιμοποιείται στη

διαδικασία μετεστεροποίησης. Η αντικατάσταση της μεθανόλης με βιοαιθανόλη από ζαχαροκάλαμο θα επιτρέψει την επίτευξη τιμών άνω του 9,0 για τη σχέση ανανεώσιμης/ορυκτής ενέργειας [33]. Οι μελέτες αναλύσεων του κύκλου ζωής πρέπει επίσης να λάβουν υπόψη το είδος του προϋπάρχοντος οικοσυστήματος, το ισοζύγιο του άνθρακα και την ενεργειακή κατανομή των παραγώγων.

Συνεπώς, η επιλογή του κατάλληλου είδους καλλιέργειας για μια συγκεκριμένη περιοχή μπορεί να μειώσει τις επακόλουθες περιβαλλοντικές επιπτώσεις, αφού είναι δυνατόν να μειωθεί η ανάγκη χρήσης λιπασμάτων και νερού περιορίζοντας τη ρύπανση που προκύπτει από την όλη διαδικασία. Τα ορυκτά καύσιμα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή πρώτων υλών, τη μεταφορά και τη μετατροπή τους σε βιοκαύσιμα.

6.6 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Η ενεργειακή γεωργία είναι ένας τομέας που εξελίσσεται ταχύτατα τα τελευταία χρόνια, λόγω της ιδιαίτερας ρυπογόνου επίδρασης των ορυκτών καυσίμων στο περιβάλλον, της εξάντλησης των αποθεμάτων πετρελαιοειδών και φυσικού αερίου του πλανήτη και του εξελισσόμενου αδιεξόδου της γεωργικής υπερπαραγωγής στις ανεπτυγμένες χώρες. Ενδεικτικά, στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης, η αύξηση της ετήσιας γεωργικής παραγωγής είναι 2%, ενώ η κατανάλωση αυξάνεται μόνο κατά 0,5%.

Συγκρινόμενη με τη συμβατική γεωργία, η ενεργειακή γεωργία απαιτεί χαμηλότερες εισροές σε λιπάσματα για τον έλεγχο ζιζανίων και εντόμων, ενώ συγχρόνως εμποδίζεται η διάβρωση των εδαφών (κυρίως από πολυετείς καλλιέργειες) και διαφυλάττονται οι υδατικοί πόροι και η ποιότητά τους, κάτι που την καθιστά ως μια καλή λύση διαφοροποίησης της γεωργικής χρήσης για μείωση των περιβαλλοντικών πιέσεων. Επίσης συντελεί στην εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας.

Εκτός των περιβαλλοντικών πλεονεκτημάτων, ως κοινωνικοοικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη της ενεργειακής γεωργίας αναφέρονται η προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων, η ενδυνάμωση του αγροτικού χώρου, η αύξηση του αγροτικού εισοδήματος, η μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και η αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών, η εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής

ανάπτυξης, η μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και η ασφάλεια στον εφοδιασμό ενέργειας.

Περισσότερα από 100 νέα είδη φυτών μελετώνται στην Ευρώπη για γεωργική παραγωγή σε εμπορική κλίμακα, ενώ περισσότερα από 30 είδη για χρήση ως ενεργειακά φυτά. Οι ενεργειακές καλλιέργειες είναι καλλιεργούμενα ή αυτοφυή είδη, παραδοσιακά ή νέα, τα οποία παράγουν βιομάζα ως κύριο προϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους ενεργειακούς σκοπούς. Η βιομάζα που παράγεται μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως πρώτη ύλη για την παραγωγή μεθανόλης και βιοαερίου.

Οι παραδοσιακές καλλιέργειες των οποίων το τελικό προϊόν χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας και βιοκαυσίμων θεωρούνται επίσης ενεργειακές καλλιέργειες και τέτοιες είναι το σιτάρι, το κριθάρι, ο αραβόσιτος, τα ζαχαρότευτλα, ο ηλιάνθος κ.α.

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



Για να είναι ένα φυτό αποδοτικό ως ανανεώσιμος ενεργειακός πόρος, πρέπει να έχει χαμηλές ενεργειακές εισροές και υψηλές καθαρές ενεργειακές εκροές. Τα χαρακτηριστικά μιας ιδανικής ενεργειακής καλλιέργειας συνοψίζονται στα εξής:

- Υψηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού, θρεπτικών συστατικών και ηλιακής ακτινοβολίας.
- Υψηλό δυναμικό παραγωγής (μέγιστη παραγωγή ξηρής μάζας / εκτάριο) και υψηλή ενεργειακή αξία (MJ/kg).
- Χαμηλές ενεργειακές εισροές κατά την παραγωγική διαδικασία.
- Χαμηλό κόστος παραγωγής.
- Χαμηλές θρεπτικές απαιτήσεις και εισροές αγροχημικών.
- Αντοχή στην έλλειψη νερού.
- Ανθεκτικότητα σε φυτικούς εχθρούς και ασθένειες.
- Μικρή περιεκτικότητα υγρασίας κατά τη συγκομιδή.
- Ελάχιστες δυνατές περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Γενικότερα, τα κριτήρια για την τελική επιλογή της κατάλληλης ενεργειακής καλλιέργειας σε μια περιοχή είναι:

α) Προσαρμογή στις εδαφοκλιματικές συνθήκες

β) Ευκολία εισαγωγής στο υπάρχον σύστημα εναλλαγής καλλιεργειών

γ) Σταθερές αποδόσεις (ποσοτικά και ποιοτικά) που να προσφέρουν ανταγωνιστικό εισόδημα έναντι των παραδοσιακών καλλιεργειών

δ) Θετικό ενεργειακό ισοζύγιο εισροών-εκροών (καθαρό ενεργειακό κέρδος)

ε) Καλλιεργητικές τεχνικές σύμφωνες με την αειφόρο γεωργία

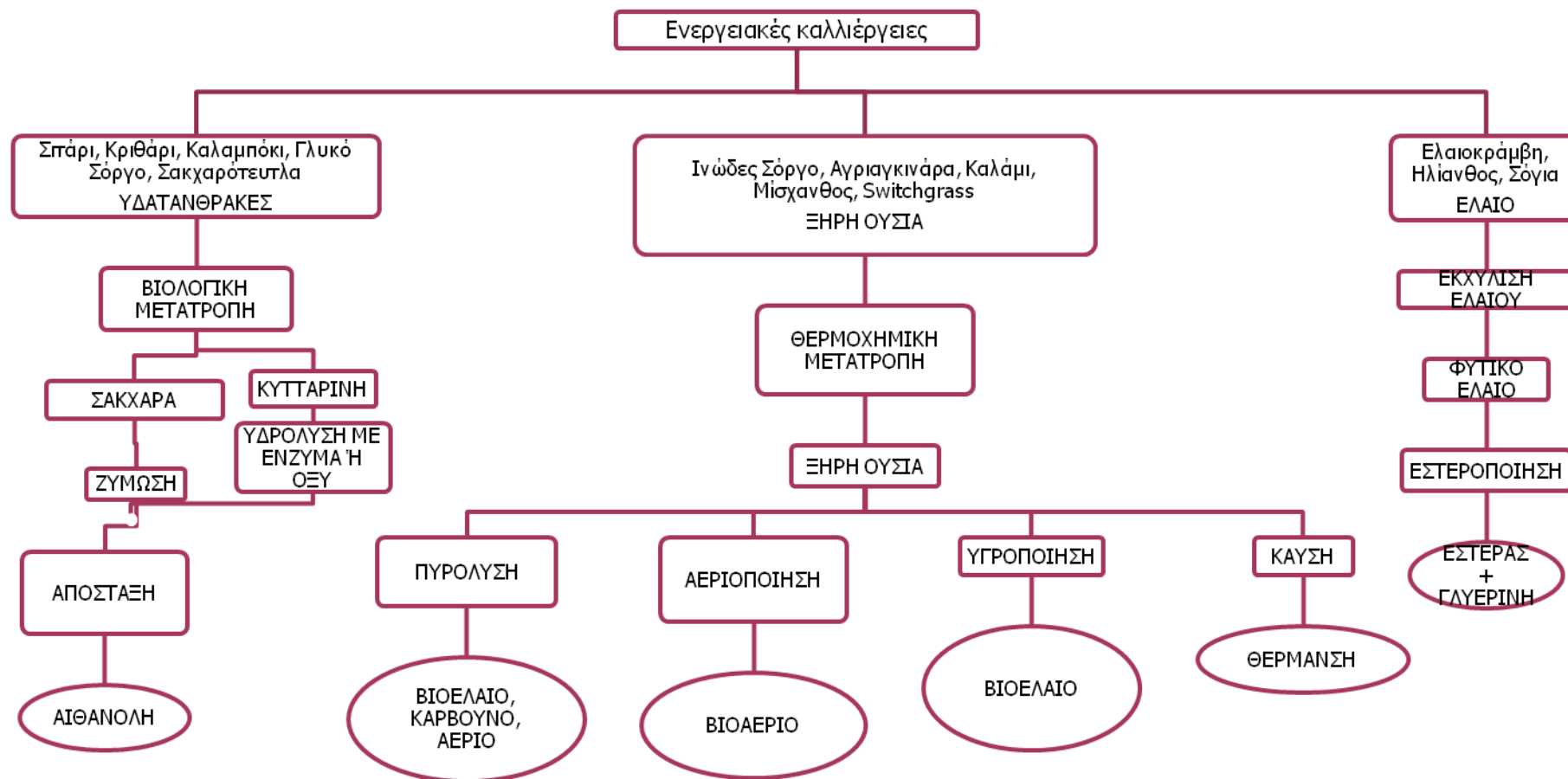
στ) Ανθεκτικότητα σε φυτικούς εχθρούς και ασθένειες

ζ) Χρήση των υπάρχοντων μηχανημάτων (κυρίως για τη συγκομιδή) ή με μικρές μετατροπές τους

η) Διαθεσιμότητα κατάλληλου γενετικού υλικού (σπόροι, ριζώματα).

Άλλα είδη που χρησιμοποιούνται ή μελετώνται για χρήση ως ενεργειακά φυτά στην Ευρώπη και έχουν δώσει ενθαρρυντικά αποτελέσματα, είναι τα *Salix* sp. (Ιτιά), *Secale cereale* (Σίκαλη), *Triticale* (Τριτικάλε), *Phalaris arundinacea*, *Populus* sp. (Λεύκα), *Cannabis sativa* (Ήμερη κάνναβη), *Alnus* sp. (Σκλήθρος), *Helianthus tuberosus* (Κολοκάσι) και *Camelina sativa* (Ψευδολινάρι).

Στο διάγραμμα 6.3 παρουσιάζονται σχηματικά οι κυριότερες ενεργειακές καλλιέργειες, οι διεργασίες μετατροπής της βιομάζας και τα παραγόμενα βιοκαύσιμα.

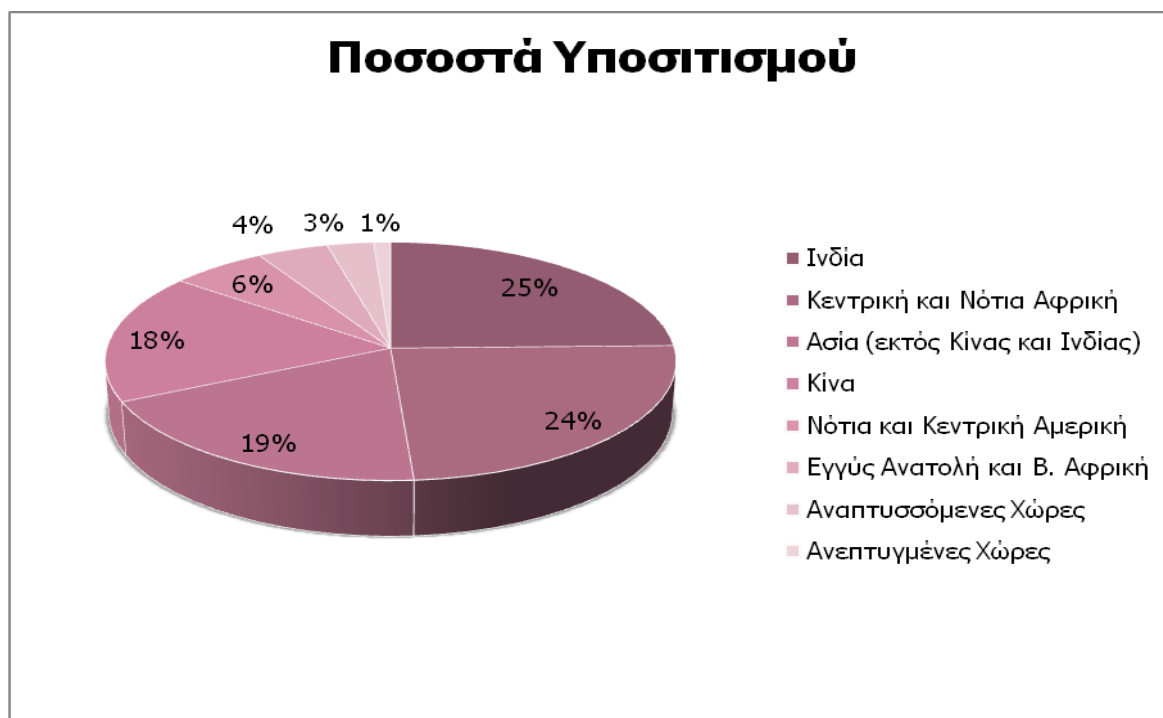


Διάγραμμα 6.3 Κύριες ενεργειακές καλλιέργειες, διεργασίες μετατροπής και βιοκαύσιμα[5]

6.7 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΚΑΙ ΑΣΦΑΛΕΙΑ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

Η φτώχεια που μαστίζει πολλές αγροτικές περιοχές και η έλλειψη προγραμμάτων και οικονομικών πόρων για την αγροτική ανάπτυξη, είναι οι πιο σημαντικές αιτίες για την ανασφάλεια στο θέμα της διασφάλισης τροφής. Οι πόλεμοι, η τρομοκρατία, η διαφθορά και η υποβάθμιση του περιβάλλοντος, συμβάλλουν επίσης σε μεγάλο βαθμό σε αυτό το πρόβλημα. Η παραγωγή τροφίμων παγκοσμίως έχει αυξηθεί σημαντικά. Ωστόσο, τα ανεπαρκή έσοδα, τόσο σε εθνικό επίπεδο όσο και σε επίπεδο νοικοκυριών, καθώς επίσης οι φυσικές αλλά και οι προερχόμενες από τον άνθρωπο καταστροφές, δεν επιτρέπουν σε πληθυσμούς να ικανοποιούν τη βασική τους ανάγκη για τροφή.

Λαμβάνοντας υπόψη την αναμενόμενη αύξηση του πληθυσμού, ο οποίος μέχρι το έτος 2050 θα έχει ανέρθει περίπου στα 9,2 δις άτομα, το πρόβλημα της έλλειψης τροφής και της ασιτίας θα συνεχίσει ή ακόμη και θα αυξηθεί δραματικά σε κάποιες περιοχές εκτός κι αν ληφθούν έκτακτα μέτρα.



Διάγραμμα 6.4 Χώρες με προβλήματα υποσιτισμού την περίοδο 2001-2003 [6]

Το 1992 πραγματοποιήθηκε στη Ρώμη παγκόσμια διάσκεψη κορυφής για το θέμα της τροφής (WFS) στην οποία συμμετείχαν οι κυβερνήσεις 180 κρατών. Κατά τη διάρκεια της συνόδου τα κράτη διακήρυξαν τη βούλησή τους να μειώσουν τον αριθμό των υποσιτιζόμενων ανθρώπων στον κόσμο μέχρι το 2015 στο μισό, από τον αριθμό που παρουσίαζαν τα στοιχεία το 1990. Μελέτη που πραγματοποιήθηκε δέκα χρόνια αργότερα έδειξε πως τα αποτελέσματα δεν ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά.

Για την περίοδο από το 2001 έως το 2003, ο Αμερικανικός Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) υπολόγισε τον αριθμό των υποσιτιζόμενων ανθρώπων παγκοσμίως σε 854 εκατομμύρια. Από αυτά, 820 εκατομμύρια βρίσκονται σε αναπτυσσόμενες χώρες, 25 εκατομμύρια σε χώρες που βρίσκονται σε μεταβατική περίοδο, και 9 εκατομμύρια σε βιομηχανικές χώρες [1].

Ανάμεσα στις αιτίες που καθιστούν δύσκολη την επίτευξη του στόχου που τέθηκε από την WFS είναι οι ένοπλες συγκρούσεις και οι φυσικές καταστροφές. Σε κάποιες από τις χώρες, όπου δεν υπάρχουν ένοπλες συγκρούσεις, παρατηρείται ανεπαρκής γεωργική και οικονομική ανάπτυξη ταυτόχρονα με υψηλά ποσοστά πληθυσμιακής αύξησης.

Μπορούμε λοιπόν να συμπεράνουμε πως ο υποσιτισμός και το πρόβλημα της διασφάλισης τροφής παγκοσμίως είναι θεμελιώδη ζητήματα, και η σχέση τους με την παραγωγή βιοκαυσίμων πρέπει να εξεταστεί επιμελώς.

Οι κύριες αιτίες για την έλλειψη τροφής είναι η φτώχεια, με όρους οικονομικών εσόδων, η πρόσβαση στην εκπαίδευση, οι γεωργικοί πόροι και η τεχνολογική και πιστωτική μέθοδος στην παραγωγή τροφίμων. Στις περισσότερες χώρες που μαστίζονται από έλλειψη τροφής, ο πιο ευπαθής πληθυσμός βασίζεται κυρίως στην τοπική γεωργία. Για αυτό το λόγο, η αγροτική ανάπτυξη είναι μια σημαντική οδός για τη μείωση της φτώχειας και της έλλειψης τροφής.

Συνεπώς, οι χώρες με καλές κλιματικές και εδαφικές συνθήκες για την παραγωγή βιοκαυσίμων έχουν σημαντικές πιθανότητες ανάπτυξης των αγροτικών τους περιοχών, πράγμα που μπορεί να βελτιώσει τις συνθήκες διαβίωσης του πληθυσμού σε μεγάλο βαθμό με την αύξηση των εισοδημάτων τους.

Με αυτό το σκεπτικό, ο ρόλος των κυβερνήσεων με τη θέσπιση ρυθμιστικών μέτρων που θα αφορούν στη χρήση και κατανομή της γης είναι μείζουσας σημασίας, δεδομένου πως ένα από τα μειονεκτήματα των προγραμμάτων παραγωγής βιοκαυσίμων είναι η συγκέντρωση της γης στα χέρια λίγων, πράγμα που μπορεί να επιφέρει μεγαλύτερη φτώχεια, μονοκαλλιέργειες, δασική καταστροφή και να επιτείνει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Από την άλλη πλευρά, λαμβάνοντας υπόψη πως οι εκτάσεις γης παγκοσμίως που μπορούν να διατεθούν για καλλιέργεια είναι περιορισμένες, είναι απαραίτητο να καθοριστεί το ποσοστό γης που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή βιοκαυσίμων.

Τα δημητριακά είναι η πιο σημαντική πηγή τροφής παγκοσμίως, είτε καταναλισκόμενα άμεσα από τον άνθρωπο, είτε έμμεσα δια της εκτροφής των ζώων. Για αυτό το λόγο, η ποικιλία τόσο στη διαθεσιμότητα όσο και στις τιμές των σιτηρών είναι πολύ σημαντική για την παγκόσμια διατροφή. Το γεγονός της διάθεσης αγροτικής γης και καρπών που θα μπορούσαν να καταναλωθούν από ανθρώπους για την παραγωγή βιοκαυσίμων, ήδη στέλνει σήματα κινδύνου σε κάποιες περιοχές του κόσμου.

Οι ΗΠΑ ευθύνονται για το 70% της παγκόσμιας εξαγωγής καλαμποκιού. Καθώς όλο και περισσότερα αποστακτήρια κατασκευάζονται εκεί για την παραγωγή αιθανόλης, οι ανησυχίες αυξάνονται, τόσο για τους παραγωγούς τροφίμων που βασίζονται στο καλαμπόκι, όσο και για τις χώρες που εισάγουν τρόφιμα και πετρέλαιο παράλληλα. Καθώς η τιμή του πετρελαίου αυξάνεται, η παραγωγή βιοκαυσίμων από γεωργικά προϊόντα είναι πιο επικερδής, και για αυτό το λόγο ελλοχεύει ο κίνδυνος οι τιμές των πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για παρασκευή βιοκαυσίμων να ξεπεράσουν τις τιμές που προσφέρονται για αυτές από τη βιομηχανία τροφίμων, οδηγώντας μοιραία στη μετατροπή αυτών των πρώτων υλών σε καύσιμα. Στην Ευρώπη, η παραγωγή βιοντίζελ από φυτικά έλαια οδήγησε τους παραγωγούς μαργαρίνης στην αναζήτηση βοήθειας από το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο, εξαιτίας της ανισότητας των τιμών για τις οποίες είχαν να ανταγωνιστούν με τα διυλιστήρια βιοντίζελ [1].

Οι εκτάσεις που διατέθηκαν για την παραγωγή καλαμποκιού στις ΗΠΑ για το 2007/2008 υπήρξαν οι μεγαλύτερες από το 1944. Οι εκτάσεις που χρησιμοποιούνται για

αυτού του είδους την καλλιέργεια αυξάνονται συνεχώς με αποτέλεσμα να οδηγούν σε συρρίκνωση άλλες καλλιέργειες, όπως η σόγια και το σιτάρι. Καθώς όλο και περισσότερες ποσότητες καρπών διατίθενται για ενεργειακούς σκοπούς, τα αποθέματα για την παραγωγή τροφίμων μειώνονται, πράγμα που προκαλεί ανησυχίες για τη διαθεσιμότητα τροφής και την άνοδο της τιμής της. Συνεπώς, η αύξηση της παραγωγής βιοκαυσίμων στις ΗΠΑ έχει άμεση επίδραση στις τιμές των δημητριακών και των άλλων διατροφικών προϊόντων που σχετίζονται με αυτά. Το 2006 η τιμή του σιταριού και του καλαμποκιού έφτασε στα υψηλότερα επίπεδα των τελευταίων δέκα ετών.

Στο Μεξικό εκφράζονται μεγάλες ανησυχίες για την τιμή του καλαμποκιού λόγω του ότι η παραγωγή τσιπς, το βασικό τρόφιμο του πληθυσμού με χαμηλό εισόδημα, εξαρτάται από το καλαμπόκι που παράγεται στις ΗΠΑ. Επίσης, στην Κολομβία παρατηρήθηκε σημαντική άνοδος της τιμής της ζάχαρης εξαιτίας της αύξησης της παραγωγής αιθανόλης.

Το Διεθνές Πρόγραμμα Σίτισης (WFP) εξέφρασε πρόσφατα την ανησυχία του για την αύξηση των τιμών των τροφίμων τα τελευταία πέντε χρόνια. Δήλωσε πως κάποιες από τις αιτίες που σχετίζονται με την αύξηση είναι: ο επηρεασμός κάποιων καλλιεργειών από τις κλιματικές συνθήκες ορισμένων περιοχών, η μείωση των αποθεμάτων ορισμένων καρπών όπως το σιτάρι, η αύξηση της ζήτησης τροφίμων από την Ινδία και την Κίνα, η άνοδος της τιμής του πετρελαίου και εν τέλει η αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων παραγόμενων από καλαμπόκι και ζαχαροκάλαμο [1].

Αναφορικά με αυτό το θέμα, εμπειρογνώμονες του ΟΗΕ δηλώνουν πως τα βιοκαύσιμα όπως η αιθανόλη μπορούν να συνεισφέρουν στον περιορισμό της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη και να δημιουργήσουν θέσεις εργασίας για τους φτωχούς πληθυσμούς των αγροτικών περιοχών. Προειδοποιούν, ωστόσο, πως τα οφέλη ενδέχεται να υποσκελιστούν από τα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα και την άνοδο της τιμής των τροφίμων, αν η ανάπτυξη της βιομηχανίας βιοκαυσίμων συμβεί ανεξέλεγκτα.

Η δημιουργία και η επιβολή ενός ρυθμιστικού πλαισίου που θα εγγυάται τον έλεγχο της διατιθέμενης γης για την παραγωγή βιοκαυσίμων και την προέλευσή τους είναι ζωτικής σημασίας στην προσπάθεια να αποφευχθεί η καταστροφή του περιβάλλοντος από την επιταχυνόμενη άνοδο αυτής της αγοράς. Κάθε χρόνο 100.000 τετραγωνικά

χιλιόμετρα γης χάνουν τη βλάστησή τους, υποβαθμίζονται ή ερημοποιούνται. Αυτά τα γεγονότα έχουν άμεσες επιπτώσεις στην αλλαγή των περιβαλλοντικών και κλιματικών συνθηκών του πλανήτη.

Εξαιτίας της αυξανόμενης ανησυχίας της κοινωνίας σχετικά με το περιβάλλον και τη διασφάλιση τροφής, μη-κυβερνητικές οργανώσεις όπως το WWF, τα ευρωπαϊκά κράτη και κυβερνητικοί τομείς της Βραζιλίας και της Κολομβίας έχουν προτείνει μια σειρά μέτρων.

Ένα παράδειγμα αποτελεί η πρόταση να δημιουργηθεί μια οικολογική σφραγίδα ή κάποιος άλλος τρόπος πιστοποίησης για αυτές τις εταιρίες που δραστηριοποιούνται στην παραγωγή βιοκαυσίμων στη Βραζιλία. Αυτό θα επέτρεπε την κατάλληλη ρύθμιση όσον αφορά στην ανάπτυξη αυτού του τομέα. Μόνο αυτά τα καύσιμα που θα έχουν την οικολογική πιστοποίηση θα επιτρέπεται να πωλούνται στην αγορά.

Με την εφαρμογή τέτοιων μέτρων θα θεσπιστεί το κατάλληλο ρυθμιστικό σύστημα για την ανάπτυξη και επέκταση των καλλιεργειών που θα διατίθενται για βιοκαύσιμα, περιορίζοντας τους περιβαλλοντικούς κινδύνους που σχετίζονται με την παραγωγή τους και διασφαλίζοντας τις απαραίτητες εκτάσεις για την παραγωγή τροφίμων.

Η διατροφική κρίση και η αυξανόμενη τιμή του αργού πετρελαίου αποτελούν ένα εκρηκτικό μείγμα οδηγώντας με μαθηματικό τρόπο στην άνοδο του κόστους και των τιμών των λιπασμάτων και των βασικών τροφίμων και στην αύξηση του κόστους διαβίωσης εκατομμυρίων ανθρώπων σε ορισμένες αναπτυσσόμενες χώρες. Επιπλέον, έχουμε να αντιμετωπίσουμε και τα εξόφθαλμα αποτελέσματα της αύξησης της θερμοκρασίας του πλανήτη τα οποία κάνουν αισθητή την παρουσία τους με τις συγκυρίες σοβαρών ξηρασιών, αφύσικων πλημμυρών και καταστροφών σε κάθε γωνιά του πλανήτη. Η κερδοσκοπία, οι εμπορικοί φραγμοί και η έλλειψη πολιτικής και οικονομικών πόρων για την αγροτική ανάπτυξη πρέπει επίσης να ληφθούν υπόψη.

Όμως το να κινήσουμε ένα όχημα με βιοκαύσιμα προερχόμενα από σιτηρά οδηγώντας τους ανθρώπους στην πείνα, είναι μια σκληρή μορφή «μη-βιώσιμης ανάπτυξης», πρωτοφανούς για τα δεδομένα του πολιτισμού μας, η οποία θα πρέπει να αποφευχθεί με ρυθμιστικά μέτρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

VII

ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΣΥΜΒΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

7.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Συγκρινόμενα τα εναλλακτικά με τα ορυκτά καύσιμα, παρουσιάζουν περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα στη χρήση τους, ενώ εξετάζοντας όλο τον κύκλο ζωής τους μπορεί να εμφανίσουν και σημαντικά μειονεκτήματα. Τα τελευταία χρόνια, ο συνδυασμός περιβαλλοντικών, οικονομικών, εθνικών και γεωπολιτικών παραμέτρων σε παγκόσμιο επίπεδο, οδήγησε στη θέσπιση διαφόρων μέτρων και κινήτρων για την αύξηση της χρήσης τους. Η εξέταση και η αποτίμηση, όμως, τόσο των πλεονεκτημάτων, όσο κυρίως των μειονεκτημάτων από τη ραγδαία αύξηση της χρήσης των υγρών βιοκαυσίμων, θα συμβάλλει στη διατήρηση του ανανεώσιμου χαρακτήρα τους και στην αποτροπή δημιουργίας σοβαρών περιβαλλοντικών/κλιματικών προβλημάτων με μη αναστρέψιμες οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες [34].

7.2 ΛΟΓΟΙ ΠΟΥ ΟΔΗΓΟΥΝ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΡΝΗΤΙΚΕΣ ΣΥΝΕΠΕΙΕΣ ΑΥΤΩΝ

Τα βιοκαύσιμα υπάρχουν πάνω από 100 χρόνια αλλά ήταν αδύνατον να ανταγωνιστούν τα συμβατικά καύσιμα. Οι νέες κυβερνητικές πολιτικές, οι επιδοτήσεις και οι φοροελαφρύνσεις ενεργοποιούν την παραγωγή βιοκαυσίμων που έχει διπλασιαστεί από

το 2008 και προβλέπεται να διπλασιαστεί ξανά έως το 2011. Υπάρχει μια σειρά λόγων που οδηγούν τις κυβερνήσεις στην προώθηση των βιοκαυσίμων.

Κλιματικές αλλαγές

Οι μεταφορές συμβάλλουν σημαντικά στις κλιματικές αλλαγές, αποδίδοντας το 25% των παραγόμενων, από ανθρωπογενείς δραστηριότητες, εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να βοηθήσουν στην μείωση της επίδρασης των μεταφορών και κατ'επέκταση στις κλιματικές αλλαγές γιατί τα φυτά από τα οποία προέρχονται απορροφούν CO₂ καθώς μεγαλώνουν. Όμως τα βιοκαύσιμα δεν είναι ελεύθερα εκπομπών CO₂.

Η επεξεργασία των καλλιεργειών καθώς και η μετέπειτα διανομή των παραγόμενων βιοκαυσίμων απαιτεί μεγάλα ποσά ενέργειας τα οποία ποικίλουν. Για αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό να λαμβάνεται υπόψη ολόκληρη η παραγωγική διαδικασία των βιοκαυσίμων ώστε να βγαίνουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με την μείωση των εκπομπών του CO₂ συνεπεία της χρήσης αυτών .



Εικόνα 7.1 Η αύξηση των μετακινήσεων και των μεταφορών δημιουργεί σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα με την έκλυση αερίων του θερμοκηπίου

Τεχνολογία και καινοτομία

Σε αντίθεση με άλλα καύσιμα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως το υδρογόνο, οι υποδομές για την παραγωγή και διανομή τους έχουν ήδη τεθεί σε λειτουργία. Επιπλέον τα βιοκαύσιμα είναι συμβατά με τα οχήματα που κυκλοφορούν και την τεχνολογία παραγωγής ενέργειας. Το 2006, \$26 δισεκατομμύρια επενδύθηκαν στα βιοκαύσιμα.

Ενεργειακή ασφάλεια

Οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται παγκοσμίως. Ο πληθυσμός της Γής έχει διπλασιαστεί τις τελευταίες 4 δεκαετίες και αναμένεται να ξεπεράσει τα 9 δισεκατομμύρια έως το 2050. Η ραγδαία ανάπτυξη, κυρίως της Κίνας και της Ινδίας, αυξάνει την ποιότητα ζωής και αυτό οδηγεί σε αύξηση των αναγκών για ενέργεια και μεταφορές. Το 2000 υπήρχαν 900 εκατομμύρια αυτοκίνητα στους δρόμους ενώ αναμένεται να ξεπεράσουν τα 2 δισεκατομμύρια έως το 2050. Τα φυσικά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακας και αέριο) αναμένεται να είναι οι κυρίαρχες πηγές ενέργειας για το εγγύς μέλλον, αλλά η παραγωγή έχει ήδη εξαντληθεί σε πολλές μεγάλες πετρελαιοπαραγωγές χώρες και νέες πηγές ανακαλύπτονται σε μέρη όπου υπάρχουν περιβαλλοντικά προβλήματα και σε χώρες με πολιτική αστάθεια. Αυτό έχει οδηγήσει σε αύξηση των τιμών του πετρελαίου. Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται από τις κυβερνήσεις ως ασφαλής πηγή ενέργειας και ως ένας τρόπος μείωσης της εξάρτησης από τα εισαγόμενα φυσικά καύσιμα. Η Βραζιλία έχει αντικαταστήσει το 15% της κατανάλωσης πετρελαίου με βιοαιθανόλη σύμφωνα με τη Διεθνή Επιτροπή Ενέργειας.

Αγροτική ανάπτυξη

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση των εισοδημάτων των αγροτών. Η παγκοσμιοποίηση και βιομηχανοποίηση της αγροτικής παραγωγής έχει μειώσει τις τιμές των αγροτικών προϊόντων, η αυξανόμενη ζήτηση όμως για βιοκαύσιμα έχει οδηγήσει σε αύξηση αυτών. Στις ανεπτυγμένες χώρες αυτό δημιουργεί θέσεις εργασίας και μειώνει την ανάγκη επιδοτήσεων για τους αγρότες.

Τα βιοκαύσιμα συμβάλουν στην αύξηση της αγροτικής ανάπτυξης ενώ ταυτόχρονα μειώνουν τις εκπομπές του CO₂ και την εξάρτηση από το ακατέργαστο πετρέλαιο. Όμως εάν οι στρατηγικές παραγωγής των βιοκαυσίμων δεν είναι πλήρως αξιολογημένες

μπορούν να προκαλέσουν περισσότερο κακό από καλό, δημιουργώντας φτωχά ενεργειακά καύσιμα και στραγγαλίζοντας την καινοτομία.

Απόδοση CO₂

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να βοηθήσουν στη μάχη για τις κλιματικές αλλαγές, αλλά η μείωση των εκπομπών του CO₂ διαφέρει σημαντικά μεταξύ των βιοκαυσίμων. Αυτό συμβαίνει γιατί ποικίλει σημαντικά το ποσό της ενέργειας που απαιτείται τόσο για την παραγωγή των πρώτων υλών (είδος καλλιεργειών και που καλλιεργούνται) όσο και της διαδικασίας μετατροπής τους σε καύσιμα. Για παράδειγμα, η χρήση καλαμποκιού από τις ΗΠΑ χρειάζεται 0,6-0,8 λίτρα φυσικών καυσίμων για την παραγωγή μιας ποσότητας βιοαιθανόλης ισοδύναμης με 1 λίτρο ορυκτού πετρελαίου, ενώ απαιτείται λιγότερο από 0,1 λίτρο φυσικών καυσίμων για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας βιοαιθανόλης από βραζιλιάνικο ζαχαροκάλαμο.

Τα δεύτερης γενεάς βιοκαύσιμα παράγουν ακόμη λιγότερο CO₂ αφού η παραγωγική τους διαδικασία είναι αποτελεσματικότερη. Τα βιοκαύσιμα κοστίζουν περισσότερο από το πετρέλαιο ή το ντίζελ εξαιτίας του υψηλού κόστους των πρώτων υλών και της παραγωγής.

Αποψίλωση και αλλαγή χρήσης γης

Οι απαιτήσεις για σόγια και φοινικέλαιο απειλούν τα τροπικά δάση της Βραζιλίας, της Ινδονησίας και της Μαλαισίας τα οποία αποψιλώνονται για να μετατραπούν σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, των οποίων η ζήτηση έχει αυξηθεί λόγω της ραγδαίας ανάπτυξης των βιοκαυσίμων. Τα έλαια που προκύπτουν από αυτές τις ενεργειακές καλλιέργειες χρησιμοποιούνται από πολλές βιομηχανίες.

Τα τροπικά δάση δεσμεύουν μεγάλες ποσότητες CO₂ μέσω του αέρα αλλά και του εδάφους. Μέρος της ποσότητας αυτής απελευθερώνεται με την αποψίλωσή τους ενώ παράλληλα μια πολύ μικρότερη ποσότητα CO₂ απορροφάται από τις φυτείες. Αυτό σημαίνει ότι η ανάπτυξη των βιοκαυσίμων στις τροπικές χώρες μπορεί να συμβάλλει περισσότερο στις κλιματικές αλλαγές σε σχέση με τα φυσικά καύσιμα αν ληφθεί υπόψη η

αλλαγή χρήσης γης. Μελέτες έχουν δείξει ότι το βιοντίζελ που παράγεται από φοινικέλαιο παράγει από 3 έως 10 φορές περισσότερο CO₂ σε σχέση με το ισοδύναμο ποσό φυσικού καυσίμου.

Η κατάσταση είναι ακόμη χειρότερη για το βιοντίζελ που προέρχεται από σόγια μιας και παράγεται μικρότερη ποσότητα ελαίου ενώ ταυτόχρονα αποθηκεύεται λιγότερο CO₂ από τις αντίστοιχες φυτείες. Μεγάλες ποσότητες CO₂ επίσης απελευθερώνουν εδάφη τύρφης, εδάφη με μεγάλη υγρασία και λιβάδια εάν μετατραπούν σε εκτάσεις για γεωργική χρήση.

Η αποψίλωση και η αλλαγή χρήσης γης για την παραγωγή βιοκαυσίμων βοηθά τις κυβερνήσεις να φτάσουν τους στόχους τους για την μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου, όμως στην πραγματικότητα μπορεί να προκαλούν μεγαλύτερη ζημιά. Αυτό σημαίνει ότι οι εθνικές πολιτικές που αναπτύσσονται θα πρέπει να λαμβάνουν υπόψη τον πλήρη κύκλο ζωής των κλιματικών επιδράσεων των διαφόρων βιοκαυσίμων.

Μείωση της βιοποικιλότητας

Η καταστροφή των τροπικών δασών και των λιβαδιών για τη δημιουργία φυτειών σόγιας και φοινικόδεντρων προκαλεί σημαντική καταστροφή φυτικών και ζωικών ειδών, συμπεριλαμβανομένων και ειδών που βρίσκονται σε κίνδυνο όπως των ουραγκουτάγκων. Οι πρώτες ύλες των βιοκαυσίμων συχνά αναπτύσσονται ως μονοκαλλιέργειες σε μία μεγάλη περιοχή. Είναι γνωστό ότι οι μονοκαλλιέργειες παράγουν μεγαλύτερες ποσότητες αλλά ταυτόχρονα βλάπτουν τη βιοποικιλότητα. Η επίδραση αυτή μπορεί να περιοριστεί μέχρι ένα βαθμό με την ύπαρξη ανάμικτων καλλιεργήσιμων και άγριων περιοχών.

Λειψυδρία

Και τα πρώτης και τα δεύτερης γενεάς βιοκαύσιμα απαιτούν μεγάλες ποσότητες νερού για την καλλιέργεια και την κατεργασία των πρώτων υλών. Για παράδειγμα χρειάζονται μεταξύ 1500 και 4600 λίτρων νερού για την παραγωγή ενός λίτρου βιοαιθανόλης. Υπάρχουν ήδη ελλείψεις νερού σε πολλές περιοχές ενώ η αύξηση του πληθυσμού και οι κλιματικές αλλαγές αναμένεται να αυξήσουν τον ανταγωνισμό για καθαρό νερό και να αυξήσουν έτσι την τιμή του.

Χρήση γης και διαθεσιμότητα τροφίμων

Ο παγκόσμιος πληθυσμός αυξάνεται ραγδαία και αναμένεται να ξεπεράσει τα 9 δισεκατομμύρια έως το 2050. Για να τραφεί ο πληθυσμός αυτός θα απαιτούνται 50% μεγαλύτερες ποσότητες τροφίμων τα επόμενα 20 χρόνια. Στο παρελθόν οι αγρότες αύξαναν τις παραγωγές τους για να καλύψουν τις ανάγκες που υπήρχαν ,κάτι που θα είναι πολύ δύσκολο πλέον. Χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία αναπτύσσονται ραγδαία και οι πληθυσμοί τους μπορούν όλο και περισσότερο να αντέχουν οικονομικά την κατανάλωση προϊόντων κρέατος και γάλακτος. Αυτό δημιουργεί μια διαρκώς αυξανόμενη απαίτηση για γεωργικά προϊόντα. Η ανερχόμενη βιομηχανία βιοκαυσίμων συμβάλλει περαιτέρω στην αυξανόμενη απαίτηση. Τα πρώτης γενεάς βιοκαύσιμα ανταγωνίζονται με τα τρόφιμα για τις καλλιέργειες, οδηγώντας σε αύξηση των τιμών των τροφίμων. Στο μέλλον αυτό θα μπορούσε να θέσει σε κίνδυνο την ικανότητα της γης να τρέφει τον διαρκώς αυξανόμενο πληθυσμό της.

Αυξανόμενη ζήτηση, υψηλότερες τιμές

Η βιομηχανία των βιοκαυσίμων χρησιμοποιεί ένα μεγάλο μέρος των παραγόμενων σπαρτών με αποτέλεσμα να αυξάνονται οι τιμές. Οι τιμές των τροφίμων παγκοσμίως αυξήθηκαν έως 10% το 2006 εξαιτίας της αύξησης των τιμών του καλαμποκιού, του σίτου και του σογιέλαιου. Οι τιμές προβλέπεται να αυξηθούν έως 20-50% την επόμενη δεκαετία. Η απαίτηση για καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται ως πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοκαυσίμων οδηγεί σε αύξηση των τιμών και άλλων καλλιεργειών. Για παράδειγμα η υψηλή ζήτηση του καλαμποκιού για την παραγωγή βιοαιθανόλης οδηγεί τους αγρότες στις ΗΠΑ να καλλιεργούν μικρότερες εκτάσεις σόγιας και σίτου με αποτέλεσμα οι τιμές αυτών να αυξάνουν. Τα βιοκαύσιμα αυξάνουν επίσης τις τιμές του κρέατος και των γαλακτοκομικών αφού ευθύνονται για την αύξηση των τιμών των ζωοτροφών.

Έτσι από τη μία πλευρά, οι αυξημένες τιμές των τροφίμων θα ωφελήσουν κάποιους παραγωγούς, από την άλλη όμως θα επιδράσουν αρνητικά στις οικονομίες των χωρών που παράγουν τρόφιμα. Οι φτωχοί άνθρωποι του πλανήτη που ξοδεύουν μεγάλο μέρος του εισοδήματός τους για τρόφιμα θα υποστούν και τις μεγαλύτερες συνέπειες. Το Μεξικό έχει ήδη υποστεί τέτοιες αρνητικές επιπτώσεις με αποτέλεσμα το 2006 οι

Μεξικανοί να βγουν στους δρόμους για να διαμαρτυρηθούν για τις υψηλές τιμές της τσιμέντης που προήλθαν από την αυξημένη ζήτηση του αραβοσίτου από τους παραγωγούς βιοαιθανόλης των ΗΠΑ.

Το 2007 το Πρόγραμμα Τροφίμων του Κόσμου των Ηνωμένων Εθνών που παλεύει ενάντια στον λιμό της Αφρικής ανακοίνωσε ότι δεν θα μπορεί στο μέλλον να διατηρεί το υπάρχον επίπεδο υποστήριξης εξαιτίας των υψηλών τιμών των προϊόντων. Το κόστος αγοράς τροφίμων αυξήθηκε περίπου 50% μεταξύ του 2002 και του 2007. 845 εκατομμύρια άνθρωποι υποφέρουν από πείνα με μέσο ρυθμό αύξησης τα 4 εκατομμύρια το χρόνο. Οι αυξανόμενες τιμές των τροφίμων σημαίνουν ότι όλο και περισσότεροι άνθρωποι θα εξαρτώνται από τη βοήθεια οργανισμών για να καλύψουν τις ανάγκες τους σε τρόφιμα [35].

7.3 ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Κύρια περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα των βιοελαίων είναι ότι θεωρητικά μπορεί να είναι CO₂-ουδέτερα, κατά την καύση τους εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποικοδομήσιμα, ενώ πρακτικά δεν παράγουν οξείδια του θείου και αρωματικές (καρκινογόνες) ενώσεις. Γενικότερα τα βιοέλαια συμβάλλουν στην αειφορία.

Εστιάζοντας στις καθαρές εκπομπές CO₂ από τη χρήση του βιοντίζελ ως καύσιμο, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των εκπομπών κατά την παραγωγή (καλλιέργεια & βιομηχανία) και την καύση, τα αποτελέσματα ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη, τη μέθοδο παραγωγής και το είδος του παραγόμενου βιοντίζελ. Γενικά, βάσει των υπάρχουσών μελετών θα μπορούσε να λεχθεί ότι το βιοντίζελ συντελεί σε μείωση 40% - 70% των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε σχέση με το πετρέλαιο κίνησης.



Για παράδειγμα, χρήση B20 (μίγμα 20% βιοντίζελ + 80% πετρέλαιο κίνησης) οδηγεί σε μείωση κατά 15% του μονοξειδίου του άνθρακα και των σωματιδίων και κατά 20% των υδρογονανθράκων, σε σχέση με το πετρέλαιο κίνησης. Κατ' αντιστοιχία η καύση B100 (καθαρό βιοντίζελ) οδηγεί σε μείωση των συγκεκριμένων ρύπων κατά 50% (CO, σωματίδια) και 70% (υδρογονάνθρακες).

Αντίθετα, με τη χρήση βιοντίζελ, οι εκπομπές των οξειδίων αζώτου αυξάνονται 2-10%, αυξανόμενης της περιεκτικότητας του βιοντίζελ στα καύσιμα.

Εκτός από τη μείωση της μη σημειακής ρύπανσης που οφείλεται στις εκπομπές αέριων ρύπων, το βιοντίζελ δεν προκαλεί σημαντική σημειακή ρύπανση, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ατυχημάτων ή διαρροών πετρελαιοειδών. Συγκεκριμένα, τα βιοέλαια βιοαποικοδομούνται κατά 80% σε 28 ημέρες. Αν για παράδειγμα γίνει κάποιο ναυτικό ατύχημα σε τάνκερ που μεταφέρει βιοέλαιο, το διαρρέον έλαιο στη θάλασσα κάλλιστα θα μπορούσε να αποτελέσει τροφή των ψαριών και όχι τοξικό παράγοντα όπως το πετρέλαιο.

Ένα δεύτερο κρίσιμο θέμα από περιβαλλοντικής άποψης είναι το ενεργειακό ισοζύγιο της αλυσίδας παραγωγής βιοντίζελ, δηλαδή η ποσότητα ενέργειας (εισροές) που δαπανάται κατά την παραγωγική διαδικασία και προέρχεται από ορυκτά καύσιμα σε σχέση με την τελική ενέργεια που παρέχει το βιοντίζελ (εκροές).

Σύμφωνα με τον Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας (IEA), με τη σημερινή πρακτική καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν 3,3 μονάδες βιοντίζελ, δηλαδή 1 λίτρο ντίζελ για παραγωγή βιοντίζελ που ισοδυναμεί με 3,3 λίτρα ντίζελ.

7.4 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Κύρια πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης σε σχέση με τη βενζίνη είναι ότι θεωρητικά είναι CO₂-ουδέτερη, κατά την καύση της εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποικοδομήσιμη και συμβάλλει στην αειφορία, ενώ πρακτικά δεν παράγονται οξείδια του θείου. Επιπρόσθετα, η αιθανόλη δεν περιέχει επικίνδυνους αρωματικούς υδρογονάνθρακες, όπως για παράδειγμα βενζένιο το οποίο είναι καρκινογόνο, ενώ πλεονεκτεί και στις εκπομπές μονοξειδίου και διοξειδίου του άνθρακα.

Ειδικότερα, η προσθήκη 5% αιθανόλης σε βενζίνη μειώνει κατά 7% τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες και κατά 50% τις εκπομπές CO₂. Έρευνες στη Γαλλία δείχνουν ότι η μίξη αιθανόλης κατά 5-7% με βενζίνη μειώνει τις εκπομπές CO κατά 15-40% με αντίστοιχες μελέτες στις ΗΠΑ να δείχνουν μείωση κατά 11-30%. Επίσης η χρήση της βιοαιθανόλης ως καύσιμο οδηγεί σε μείωση της φωτοχημικά σχηματιζόμενης αιθαλομίχλης στην ατμόσφαιρα.

Εκτός από τη μείωση της μη σημειακής ρύπανσης που οφείλεται στις εκπομπές αέριων ρύπων, η βιοαιθανόλη δεν προκαλεί σημαντική σημειακή ρύπανση, όπως για παράδειγμα στην περίπτωση ατυχημάτων ή διαρροών πετρελαιοειδών, διότι έχει πολύ χαμηλή τοξικότητα σε σχέση με τα πετρελαιοειδή και είναι άμεσα βιοαποικοδομήσιμη στο νερό και το έδαφος.

Εστιάζοντας στις καθαρές εκπομπές CO₂ από τη χρήση αιθανόλης ως καύσιμο, δηλαδή λαμβάνοντας υπόψη το σύνολο των εκπομπών κατά την παραγωγή (καλλιέργεια

& βιομηχανία) και την καύση, τα αποτελέσματα ποικίλουν ανάλογα με την πρώτη ύλη και τη μέθοδο παραγωγής. Στο μοντέλο των ΗΠΑ, δηλαδή την παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι, η μείωση CO₂ είναι μόνο 15-25% σε σχέση με τη βενζίνη. Αντιθέτως, η αιθανόλη που παράγεται από ζαχαροκάλαμο με το βραζιλιάνικο μοντέλο, συντελεί σε μείωση μέχρι και 90% των εκπομπών CO₂ σε σχέση με τη βενζίνη. Τέλος η χρήση κυτταρινικής αιθανόλης μειώνει τις εκπομπές CO₂ κατά 70-90%, ενώ στην περίπτωση που κατά την παραγωγική διαδικασία γίνει και συμπαραγωγή θερμότητας – ηλεκτρισμού από τη βιομάζα, τότε οι εκπομπές CO₂ είναι μηδενικές (100% μείωση).

Ένα άλλο σημαντικό θέμα είναι το ενεργειακό ισοζύγιο της αλυσίδας παραγωγής βιοαιθανόλης, δηλαδή η ποσότητα ενέργειας (εισροές) που δαπανάται κατά την παραγωγική διαδικασία και προέρχεται από ορυκτά καύσιμα σε σχέση με την τελική ενέργεια που παρέχει η αιθανόλη (εκροές).



Σχήμα 7.1 Ενεργειακό Ισοζύγιο της παραγωγής βιοαιθανόλης [7]

Και στο ενεργειακό ισοζύγιο, το αμερικάνικο μοντέλο έχει τις χειρότερες επιδόσεις, αφού καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού καυσίμου για να παραχθούν μόνο 1,3 μονάδες αιθανόλης, δηλαδή 1 λίτρο βενζίνης για παραγωγή αιθανόλης που ισοδυναμεί με 1,3 λίτρα βενζίνης. Αντιθέτως, στο βραζιλιάνικο μοντέλο καταναλώνεται 1 μονάδα ορυκτού

καυσίμου για να παραχθούν 8 μονάδες αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο, με προοπτική για 9-13 μονάδες ισοδύναμου βενζίνης όταν γίνεται αξιοποίηση και των στερεών παραπροϊόντων της βιομηχανίας και χρησιμοποιηθούν αυτά για παραγωγή ενέργειας (πχ ηλεκτροπαραγωγή, pellets κ.α). Στην κυτταρινική αιθανόλη το ενεργειακό ισοζύγιο κυμαίνεται από 2 ως 36 ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής. Στον παρακάτω πίνακα δίνεται η επιμέρους ανάλυση του ενεργειακού ισοζυγίου της βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο.

Πίνακας 7.1 Ενεργειακό ισοζύγιο παραγωγής βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία [9]

Ενεργειακή Ανάλυση	Ενέργεια (MJ)
Ενεργειακές Εκροές (παραγωγή)	
Ενέργεια Βιοαιθανόλης	118.851
Ενέργεια Υπολειμμάτων	53.115
Σύνολο Εκροών	171.966
Ενεργειακές Εισροές (δαπάνη)	
Ενέργεια κατά την Καλλιέργεια	15.830
Ενέργεια κατά την Επεξεργασία	3.236
Σύνολο Εισροών	19.066
Καθαρή Παραγόμενη Ενέργεια	152.900

Κλείνοντας, αξίζει να γίνει αναφορά και για το ενεργειακό ισοζύγιο της παραγωγής αιθανόλης από γλυκό σόργο. Η τυπική ενεργειακή αποδοτικότητα (ενεργειακές εκροές/ενεργειακές εισροές) είναι περίπου 7, ενώ για την περίπτωση που γίνεται παραγωγή αιθανόλης από τα σάκχαρα και συμπαραγωγή στερεών καυσίμων (pellets) από τα υποπροϊόντα της καλλιέργειας (υπολείμματα) τότε η αποδοτικότητα είναι 15.

7.5 ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η έρευνα σχετικά με τις ενεργειακές καλλιέργειες στην Ελλάδα ξεκίνησε πρόσφατα, στις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας. Οι σημαντικότερες ενεργειακές καλλιέργειες που έχουν μελετηθεί και θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επιτυχώς στην Ελλάδα για παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων είναι οι εξής: [35]

A. Δασικές ενεργειακές καλλιέργειες

1. Είδη ευκαλύπτων κυρίως *Eucalyptus globulus* και *Eucalyptus camaldulensis*
2. Ψευδακακία (*Robinia pseudoacacia* L.)

B. Πολυετείς γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

1. Αγριαγκινάρα (*Cynara Brauncardunculus* L.)
2. Καλάμι (*Arundo donax* L.)
3. Μίσχανθος (*Miscanthus x giganteus* GREEF et DEU)
4. Switchgrass – είδος κεχριού (*Panicum virgatum* L.)

Γ. Ετήσιες γεωργικές ενεργειακές καλλιέργειες

1. Αραβόσιτος (*Zea mays* L.)
2. Γλυκό και ινώδες σόργο (*Sorghum bicolor* L.)
3. Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* L, *Brassica carinata* L. Braun)
4. Ζαχαρότευτλα (*Beta vulgaris* L.)
5. Ηλίανθος (*Helianthus annuus* L.)
6. Κενάφ (*Hibiscus cannabinus* L.)

7. Κριθάρι (*Hordeum sativum/Vulgare* L.)

8. Σιτάρι (*Triticum aestivum* L.)

Σύμφωνα με τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα των ερευνών στη χώρα μας, οι παραγωγικότερες ενεργειακές καλλιέργειες είναι το καλάμι, η αγριαγκινάρα και το γλυκό και ινώδες σόργο, με δυναμικό που ξεπερνά τους 3 τόνους ξηρής βιομάζας ανά στρέμμα. Σχετικά με το παραγόμενο προϊόν, από τις ετήσιες καλλιέργειες το γλυκό σόργο είναι το πλέον υποσχόμενο είδος για παραγωγή βιοαιθανόλης και ο ηλίανθος για παραγωγή βιοντίζελ. Από τις πολυετείς καλλιέργειες, το καλάμι και η αγριαγκινάρα ενδείκνυνται για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και για θέρμανση (pellets), καλλιεργούμενα σε εδάφη με υψηλή υπόγεια στάθμη νερού και ξηρικά-χαμηλής γονιμότητας, αντίστοιχα. Οι στρεμματικές αποδόσεις σε υγρά και στερεά καύσιμα για τις διάφορες καλλιέργειες στην χώρα μας, παρουσιάζονται στους παρακάτω πίνακες [35].

Πίνακας 7.2 Στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα φυτών για παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, σε πρώτη ύλη και καύσιμο. [10]

Βιοκαύσιμο	Καλλιέργεια	Απόδοση (kg/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (kg/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (λίτρα/στρέμμα)
Βιοντίζελ	Ηλίανθος	120-210	40-70	43-75
	Ελαιοκράμβη	120-250	40-83	43-90
	Βαμβάκι	120-160	17-23	18-25
	Σόγια	160-240	27-41	29-44
Βιοαιθανόλη	Σιτάρι	150-800	36-190	45-240
	Καλαμπόκι	900	213	270
	Σακχαρότευτλα	6.000	475	600
	Γλυκό Σόργο	7.000-10.000	553-790	675-900

Πίνακας 7.3 Στρεμματικές αποδόσεις στην Ελλάδα φυτών για παραγωγή στερεών βιοκαυσίμων, σε πρώτη ύλη και ενεργειακό τους περιεχόμενο [35]

Καλλιέργεια	Θερμογόνος Δύναμη (MJ/kg)	Απόδοση σε Ξηρή Βιομάζα (kg/στρέμμα)	Ενεργειακό Δυναμικό (ΤΙΠ*/στρέμμα)
Ευκάλυπτος	19	1.800-3.200	0,8-1,3
Ψευδακακία	19,4	240-1.340	0,1-0,6
Καλάμι	18,6	2.000-3.000	0,9-1,3
Μίσχανθος	17,3	800-3.300	0,3-1,2
Αγριαγκινάρα	14,5	1.700-3.300	0,6-1,1
Switchgrass	17,4	2.600	1,1
*ΤΙΠ= Τόνοι Ισοδύναμου Πετρελαίου			

Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις ενεργειακών φυτών που προσφέρονται στην Ελλάδα φθάνουν στα 1.260.000 στρέμματα, σε 15 νομούς, σύμφωνα με τον δρ. Κ. Δήμα, επίκουρο καθηγητή Φυτών Μεγάλης Καλλιέργειας και Ζιζανιολογίας, της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας του ΤΕΙ Θεσσαλονίκης. Το θέμα της ημερίδας ήταν «Βέλτιστες Πρακτικές και υπάρχουσα κατάσταση στον χώρο των βιοκαυσίμων», ενώ οι νομοί και τα στρέμματα αναλυτικά είναι: Έβρος (300.000 στρέμματα), Ροδόπη (50.000), Ξάνθη (20.000), Δράμα (20.000), Σέρρες 50.000, Κιλκίς (200.000), Θεσσαλονίκη (30.000), Φλώρινα (50.000), Κοζάνη (100.000), Γρεβενά (10.000), Πιερία (10.000), Λάρισα (200.000), Μαγνησία (70.000), Αιτωλοακαρνανία (70.000) και Φθιώτιδα (80.000). Σημειώνεται ότι οι κλιματολογικές συνθήκες στην Ελλάδα προσφέρονται κυρίως για την καλλιέργεια δύο βασικών ενεργειακών φυτών, ελαιοκράμβης και ηλίανθου, ενώ επισημαίνεται ότι η περιορισμένη επέκταση καλλιέργειας ενεργειακών φυτών και χρήσης βιοκαυσίμων έγκειται σε έλλειψη τεχνογνωσίας, οικονομικούς περιορισμούς και έλλειψη υποδομών. Μεταξύ άλλων, υπογραμμίζεται ότι η καλλιέργεια των κατάλληλων ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιοκαυσίμων θα συμβάλλει σε διατήρηση του αγροτικού πληθυσμού με αύξηση εισοδήματος, δημιουργία νέων θέσεων εργασίας, προστασία του περιβάλλοντος και μείωση εξάρτησης από πετρέλαιο.

7.5 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Οι περισσότερες μελέτες που έχουν γίνει, έχουν διαπιστώσει ότι η αντικατάσταση της βενζίνης από βιοκαύσιμα θα μειώσει τον ρυθμό παραγωγής των αερίων του θερμοκηπίου επειδή τα βιοκαύσιμα δεσμεύουν τον άνθρακα μέσω της ανάπτυξης των φυτών. Αυτές οι αναλύσεις έχουν παραλείψει όμως να μετρήσουν τις εκπομπές άνθρακα που εμφανίζονται όταν οι αγρότες, που αποκρίνονται παγκοσμίως στις υψηλότερες τιμές βιοκαλλιεργειών, μετατρέπουν το δάσος ή το λιβάδι σε βιοκαλλιέργεια για να αντικαταστήσουν. Με τη χρησιμοποίηση ενός παγκόσμιου γεωργικού προτύπου το οποίο υπολογίζει τις εκπομπές από την αλλαγή χρήσης του εδάφους, διαπιστώθηκε ότι η αιθανόλη παραγόμενη από καλαμπόκι, αντί της μείωσης των αερίων του θερμοκηπίου της τάξης του 20%, διπλασιάζει σχεδόν τις εκπομπές για πάνω από 30 έτη και αυξάνει τις εκπομπές για 167 έτη. Ακόμα και βιοκαύσιμα από switchgrass, αντί για καλαμπόκι, αυξάνουν τις εκπομπές κατά 50%. Αυτό το αποτέλεσμα προκαλεί ανησυχίες για τις μεγάλες εξουσιοδοτήσεις βιολογικών καυσίμων και δίνει έμφαση στην αξία της χρησιμοποίησης των αποβλήτων ως βιομάζα.

Στις περισσότερες μελέτες κύκλου ζωής βιοκαυσίμων έχει διαπιστωθεί ότι η αντικατάσταση της βενζίνης με την αιθανόλη μειώνει σε μικρό βαθμό τα αέρια του θερμοκηπίου (GHGs) εάν γίνεται από το καλαμπόκι και σε μεγαλύτερο εάν γίνεται από κυτταρίνη ή από ζαχαροκάλαμο. Αυτές οι μελέτες συγκρίνουν τις εκπομπές από το κάθε στάδιο ανάπτυξης των πηγών ενέργειας (όπως το καλαμπόκι ή το πετρέλαιο), επεξεργασίας τους ώστε να μετατραπούν σε καύσιμα, και καύσης τους στο όχημα. Από αυτά τα στάδια μόνο, οι εκπομπές της αιθανόλης από το καλαμπόκι ή τις κυτταρινικές πηγές υπερβαίνουν ή εξισώνονται με εκείνες από τα συμβατικά καύσιμα και επομένως δεν παράγουν κανένα όφελος σε ότι αφορά τα αέρια του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αλλά επειδή η ανάπτυξη των βιοκαλλιεργειών αφαιρεί το διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα, τα βιολογικά καύσιμα μπορούν θεωρητικά να μειώσουν τα GHGs σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Οι μελέτες ορίζουν στα βιοκαύσιμα μια πίστωση (carbon uptake credit) για αυτήν την επίδραση απομάκρυνσης, την οποία καλούμε πίστωση λήψης άνθρακα. Αυτή η πίστωση είναι αρκετά μεγάλη ώστε οι γενικές εκπομπές GHG από

τα βιοκαύσιμα να είναι χαμηλότερες από εκείνες των συμβατικών, τα οποία δεν λαμβάνουν μια τέτοια πίστωση επειδή παίρνουν τον άνθρακά τους από το έδαφος.

Για να παράγουν βιοκαύσιμα, οι αγρότες είναι πολύ πιθανό να στραφούν στο όργωμα έκτασης δάσους ή λιβαδιού, και έτσι να απελευθερωθεί στην ατμόσφαιρα ένα μεγάλο μέρος του άνθρακα το οποίο ήταν προηγουμένως αποθηκευμένο στα φυτά και το χώμα (μέσω της αποσύνθεσης ή της καύσης). Η απώλεια των αναπτυσσόμενων δασών και λιβαδιών επίσης μειώνει την τρέχουσα δυνατότητα της περιοχής να απομακρύνει τον άνθρακα καθώς τα φυτά θα αυξάνονταν. Αυτή η μειωμένη απομάκρυνση συμβάλλει επίσης στη διαμόρφωση των πρόσθετων εκπομπών. Εναλλακτικά, οι αγρότες μπορούν να μετατρέψουν τις υπάρχουσες καλλιέργειες τους σε βιοκαλλιέργειες, το οποίο όμως προκαλεί τις παρόμοιες εκπομπές έμμεσα. Η αλλαγή αυτή προκαλεί υψηλότερες τιμές συγκομιδών, και οι αγρότες ανταποκρίνονται με την αποψίλωση όλο και μεγαλύτερων εκτάσεων δάσους και λιβαδιού για να αντικαταστήσουν τις συγκομιδές για την τροφή και τα τρόφιμα.

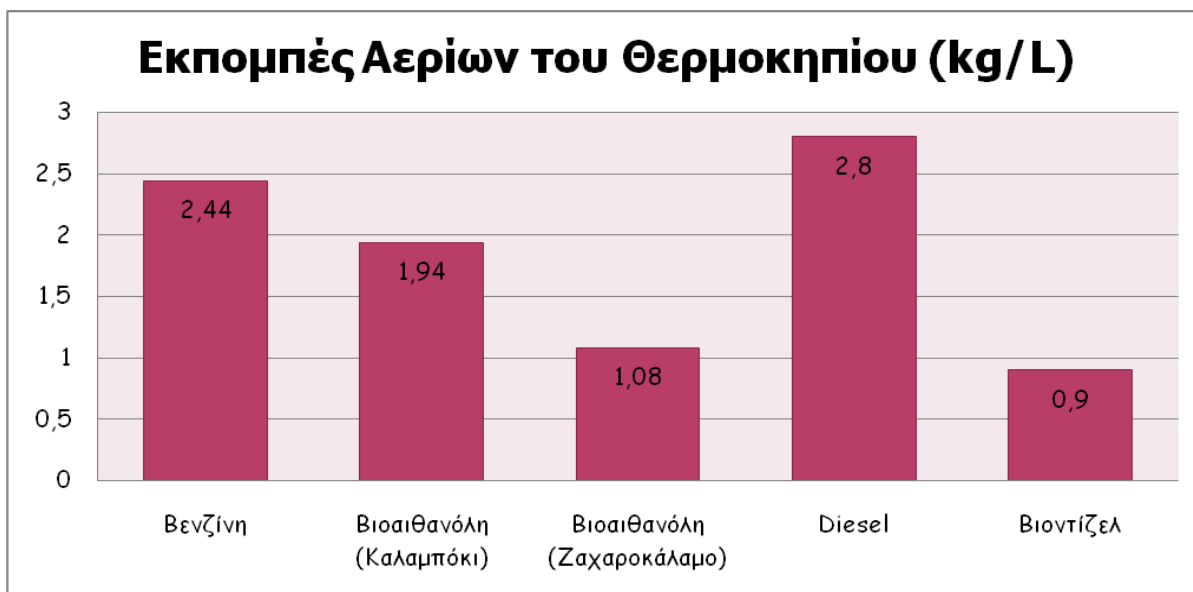
Έχει υπολογιστεί [36] ότι το όφελος σε ότι αφορά τα αέρια του θερμοκηπίου από την αιθανόλη προερχόμενη από καλαμπούκι θα εξισωνόταν και επομένως θα «ξεπλήρωνε» τις εκπομπές άνθρακα από την αλλαγή στη χρήση Γής σε 167 έτη, που σημαίνει ότι μέχρι το τέλος εκείνης της περιόδου θα υπάρχουν αυξημένες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) σε σχέση με την τωρινή κατάσταση. Μάλιστα για μια τριακονταετία οι εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) από την χρήση βιοαιθανόλης καλαμποκιού γίνονται σχεδόν διπλάσιες σε σχέση με την βενζίνη ανά χλμ. Ένα εκτάριο αιθανόλης καλαμποκιού μειώνει τα αέρια του θερμοκηπίου (GHGs) κατά 1.8 τόνους ανά εκτάριο ανά έτος (σε CO₂ ισοδύναμα), αλλά κάθε εκτάριο του δάσους που μετατρέπεται έχει άμεσες εκπομπές από 604 έως 1146 τόνους (ανάλογα με τον τύπο και την ωριμότητα των φυτών), και κάθε εκτάριο λιβαδιού ή σαβάνας από 75 έως 305 τόνους. Έτσι ακόμα και αν η βιοκαλλιέργεια η οποία έχει δημιουργηθεί σε δάσος αντικαθίσταται από νέα, η περίοδος «απόσβεσης» για αυτές τις άμεσες εκπομπές θα είναι μεγάλη (ακόμη και χωρίς υπολογισμό της μειωμένης ετήσιας απομάκρυνσης λόγω διαφορετικού τύπου φυτών). Παρόλο λοιπόν που το περιβαλλοντικό πλεονέκτημα των βιοκαυσίμων είναι το ότι για την ανάπτυξή τους δεσμεύουν το CO₂ της ατμόσφαιρας, η απελευθέρωση του δεσμευμένου

σε περίοδο δεκαετιών σε φυτά και έδαφος άνθρακα, (στην περίπτωση της αποψίλωσης) δημιουργεί μεγάλο πρόβλημα.

Εδώ πρέπει να τονιστεί η αξία των βιοκαυσίμων προερχόμενα από απόβλητα επειδή μπορούν να αποφύγουν το περιβαλλοντικό κόστος από την αλλαγή της χρήσης του εδάφους. Ως παραδείγματα μπορούν να αναφερθούν τα αστικά απόβλητα και τα απόβλητα σοδειών. Επίσης για τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) από την αλλαγή της χρήσης του εδάφους θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πιο άγονα εδάφη, φτωχά σε άνθρακα.

Πίνακας 7.4 Σύγκριση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου ανά στάδιο κύκλου ζωής για οχήματα κινούμενα με βενζίνη και με αιθανόλη [14]

Πηγή Καυσίμου	Εξόρυξη/ Ανάπτυξη	Επεξεργασία Καυσίμου	Καύση Τελικής Χρήσης	Δέσμευση Άνθρακα	Απελευθέρωση Άνθρακα από την αλλαγή χρήσης του εδάφους	Ολικές Εκπομπές GHGs	% Αλλαγή των GHGs σε σχέση με τη βενζίνη
Βενζίνη	+4	+15	+72	0	0	+91	-
Αιθανόλη από καλαμπόκι (με την αλλαγή της χρήσης εδάφους)	+24	+40	+71	-62	+104	+177	+93%
Αιθανόλη από καλαμπόκι	+24	+40	+71	-62	0	+73	-20%
Γραμμάρια GHGs σε ισοδύναμα CO₂ / MJ ενέργειας καυσίμου (το κόστος της ολικής αλλαγής της χρήσης εδάφους έχει κατανεμηθεί σε περίοδο 30 ετών)							



Σχήμα 7.2 Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου [8]

Πίνακας 7.5 Συγκριτικός πίνακας εναλλακτικών καυσίμων [12]

Εναλλακτικό Καύσιμο	Τεχνολογικό status	Απαιτήσεις	Επιδόσεις	Δυνατότητα Μετατροπής Κινητήρων
Υγραέριο	Εμπορικό	Σταθμοί ανεφοδιασμού	Αντίστοιχες με το συμβατικό	Ναι
Φυσικό Αέριο	Εμπορικό	Σταθμοί ανεφοδιασμού	Αντίστοιχες με το συμβατικό	Ναι
Βιοντίζελ	Εμπορικό	Σταθμοί ανεφοδιασμού Παραγωγή βιοντίζελ	Αντίστοιχες με το συμβατικό	Ναι
Βιοαιθανόλη	Εμπορικό	Σταθμοί ανεφοδιασμού Παραγωγή βιοαιθανόλης	Αντίστοιχες με το συμβατικό	Ναι (για μίγματα με βενζίνη δεν απαιτείται μετατροπή)
Κυψέλες Καυσίμου	Πειραματικό			Οχι
Υδρογόνο	Πειραματικό			

Πίνακας 7.6 Συγκριτικός πίνακας εκπομπών συμβατικών/εναλλακτικών αυτοκινήτων σε σχέση με τη βενζίνη [13]

Καύσιμο Ρύπος	Βενζίνη	Βιοντίζελ	Υγραέριο	Φυσικό Αέριο	Κυψέλες Καυσίμου
CO	Ναι	↓	↓	↓	0
CO₂	Ναι	↓	↓	↓	0
NO_x	Ναι	↑	=	=	0
Παραγωγή O₃	Ναι	↓	↓	↓	0
SO₂	Ναι	↓	0	0	0
Σωματίδια	Ναι	↓	↓	0	0

ΚΕΦΑΛΑΙΟ

VIII

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Από τη σφαιρική εξέταση της παραγωγής βιοκαυσίμων, της αγοράς και των καταναλωτών που έλαβε χώρα στην παρούσα διπλωματική εργασία, γίνεται κατανοητό πως η αξιολόγηση και η εκτίμηση των βιοκαυσίμων με ένα γενικόλογό τρόπο θα ήταν μεγάλο λάθος. Η δυνατότητα χρήσης αγροτικής γης σε κάθε χώρα, η εκτίμηση της διασφάλισης τροφής για τον πληθυσμό, ο στόχος της βελτίωσης της ποιότητας του αέρα στις βασικές μεγαλουπόλεις και ο προσδιορισμός του κόστους των πρώτων υλών, καθορίζονται (μεταξύ άλλων) από τις τοπικές οικονομίες, τους κατά τόπους πολιτικούς περιορισμούς και κυρίως από το επίπεδο ανάπτυξης κάθε κράτους. Εξάλλου, δεν διαθέτουν όλες οι περιοχές τις απαραίτητες περιβαλλοντικές προϋποθέσεις (ηλιοφάνεια, γονιμότητα γης, αποθέματα νερού) σε συμφέρουσα κλίμακα κόστους.
- Η «επικείμενη» εξάντληση των φυσικών πόρων, οι υψηλές τιμές του πετρελαίου και η ανάγκη να εξαλειφθεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου καθιστούν την παγκόσμια τάση για μαζική χρήση βιοκαυσίμων μια εναλλακτική λύση που μπορεί να συνδυάσει την εξασφάλιση ενέργειας με την περιβαλλοντική προστασία, χωρίς να θυσιάζεται απαραίτητα η διατροφή των ανθρώπων. Ωστόσο, πρέπει να κατανοήσουμε πως τα βιοκαύσιμα θα είναι μερική λύση στο πρόβλημα που αφορά τα καύσιμα κίνησης. Η παγκόσμια λύση βασίζεται στις μετακινήσεις με ηλεκτρικό ρεύμα, στην παραγωγή υγρών και αερίων καυσίμων από άνθρακα και υδρογόνο από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, στα οχήματα που θα κινούνται με ηλιακή ενέργεια, παράλληλα με μια ριζική αλλαγή των συνηθειών μας ως καταναλωτών.
- Οι τεχνολογικές εξελίξεις θα επιτρέψουν τη μετάβαση από τις σημερινές λύσεις που περιορίζονται στο βιοντίζελ και τη βιοαιθανόλη (1^η γενιάς βιοκαύσιμα), στην κυτταρινούχο αιθανόλη, τη μεθανόλη, DME και το βιο-υδρογόνο, όλα προερχόμενα

από θερμοχημικές διαδικασίες και τη βιολογική μετατροπή των λιγνοκυτταρινούχων καταλοίπων (2^{ης} και 3^{ης} γενιάς βιοκαύσιμα). Αυτό θα επιτρέψει τη χρήση τεράστιων ποσοτήτων πρώτων υλών και τον περιορισμό της επίπτωσης στην παραγωγή τροφής. Χρειάζονται, ωστόσο, περισσότερες επενδύσεις σε προγράμματα έρευνας και ανάπτυξης ώστε οι τεχνολογίες για την παραγωγή 2^{ης} και 3^{ης} γενιάς βιοκαυσίμων να φτάσουν σε εμπορικό επίπεδο μέσα στα επόμενα 10-15 χρόνια.

- Η ανάλυση του κύκλου ζωής και οι σχετικοί δείκτες βιωσιμότητας αποτελούν σημαντικά εργαλεία που θα μας βοηθήσουν να καταλήξουμε στις σωστές αποφάσεις για τα προγράμματα παραγωγής βιοκαυσίμων. Τα αντικρουόμενα αποτελέσματα της εφαρμογής LCA αποδεικνύουν πως χρειάζεται περισσότερη αυστηρότητα στον καθορισμό της κλίμακας και των γεωγραφικών περιορισμών κάθε μελέτης.
- Ο αγώνας κατά της πείνας παγκοσμίως περνάει μέσα από την αειφόρο ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών, επιτρέποντας σε εκατομμύρια ανθρώπους την πρόσβαση στην εργασία και το εισόδημα. Τα προγράμματα καλλιέργειας ελαιωδών φυτών και η παραγωγή βιοκαυσίμων θα μπορούσαν να συνεισφέρουν σε αυτόν τον αγώνα, κυρίως στις υποβαθμισμένες περιοχές.
- Όταν αξιολογηθεί ο αντίκτυπος των βιοκαυσίμων στη διασφάλιση τροφής, είναι σημαντικό να γίνει διαχωρισμός ανάμεσα στην παραγωγή τους από σιτηρά και ζαχαροκάλαμο ή ελαιώδη φυτά, που δεν είναι κατάλληλα για κατανάλωση από τον άνθρωπο. Επιβάλλεται ανάλυση του προβλήματος τόσο σε διεθνές όσο και σε τοπικό επίπεδο για να καθοριστεί αν πληρούνται οι προϋποθέσεις σε κάποιες περιοχές για να εφαρμοστούν παρόμοια προγράμματα. Από την άλλη πλευρά, πρέπει να ληφθούν υπόψη οι επιπτώσεις άλλων παραγόντων όπως η υψηλή τιμή του πετρελαίου, οι πόλεμοι, οι φυσικές καταστροφές και η υποβάθμιση του εδάφους.
- Είναι απαραίτητο ένα ρυθμιστικό πλαίσιο και μηχανισμοί πιστοποίησης που θα θέτουν τα όρια όσον αφορά στη χρήση της γης και στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, και που θα ενθαρρύνει τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης στις αγροτικές περιοχές.

- Η Βραζιλία διαθέτει τις κλιματικές προϋποθέσεις και εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες γης και νερού για την ανάπτυξη προγραμμάτων με στόχο την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας είναι η εμπειρία της χώρας στη μεγάλη κλίμακα παραγωγή, στη διανομή και κατανάλωση αιθανόλης προερχόμενης από ζαχαροκάλαμο. Εξακολουθεί, ωστόσο, να χρειάζεται επενδύσεις σε ερευνητικά και αναπτυξιακά προγράμματα, υποδομές και κατάλληλο θεσμικό πλαίσιο. Οι καλλιέργειες για την παραγωγή βιοκαυσίμων δεν πρέπει να αλλάξουν τα σημερινά όρια της αγροτικής γης, αλλά οι περιοχές αυτές πρέπει να διευρυνθούν μέσω καλύτερης αξιοποίησης τόσο της υποβαθμισμένης γης όσο και αυτής που χρησιμοποιείται σήμερα για την εκτροφή ζώων.
- Η παραγωγή υποπροϊόντων για την εκτροφή ζώων από την παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο αποτελεί ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τη ζωοτροφία των χωρών που παράγουν αυτό το καύσιμο από τη συγκεκριμένη πρώτη ύλη, μειώνοντας την ανάγκη για μεγάλες εκτάσεις βοσκοτόπων.
- Η ανάπτυξη και χρήση βιοκαυσίμων, ως εναλλακτική με μεγάλο αντίκτυπο και βραχυπρόθεσμη εφαρμογή, ούτε αγνοεί ούτε αποκλείει το χώρο ανάπτυξης σε μη συμβατικές πηγές ενέργειας όπως η αιολική, η ηλιακή, η γεωθερμική και η παλιρροιακή, οι οποίες απαιτούν περαιτέρω τεχνολογική εξέλιξη για να αυξήσουν τη δυνατότητα εφαρμογής και το βάρος τους, και αποτελούν τις πραγματικές λύσεις που θα συμπληρώνουν το σχήμα ενός μελλοντικού και πιθανώς καλύτερου Νέου Κόσμου.

Τα επτά βασικά μειονεκτήματα της χρήσης των βιοκαυσίμων

1. Αύξηση των τιμών των αγροτικών προϊόντων
2. Καταστροφή των τροπικών δασών
3. Υποσιτισμός και πείνα σε φτωχές χώρες από την έλλειψη βασικών αγαθών
4. Ενδεχόμενη παγκόσμια οικονομική αστάθεια
5. Νέες πηγές πληθωριστικών πιέσεων

6. Μαζικές μετακινήσει πληθυσμών

7. Διατάραξη του οικοσυστήματος σε ολόκληρο τον πλανήτη

Τα βασικά οφέλη της χρήσης των βιοκαυσίμων

Τα σημαντικότερα οφέλη είναι περιβαλλοντικά, οικονομικά και γεωπολιτικά. Έτσι η χρήση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του θείου. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη Βραζιλία από την παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα έχει επιτευχθεί μείωση των εκπομπών του αερίου του θερμοκηπίου κατά 90%. Παράλληλα παρέχεται μία σημαντική νέα πηγή εισοδήματος στους αγρότες που καταφεύγουν στις ενεργειακές καλλιέργειες. Κατ' αυτό τον τρόπο αναπτύσσεται δραστικά η γεωργική οικονομία, ως κλάδος πλέον της λεγόμενης πράσινης οικονομίας, ανοίγοντας καινούργιους ορίζοντες για οικονομολόγους, μηχανικούς, γεωπόνους, χημικούς και περιβαλλοντολόγους. Με την αύξηση της διείσδυσης των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο κάθε χώρας επιτυγχάνεται μείωση της εξάρτησής της από το πετρέλαιο, διαμορφώνεται ένας ενεργειακός πλουραλισμός στις πηγές τροφοδοσίας της, και ενισχύεται η ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού της. Αυτό έχει ως πολιτική συνέπεια χώρες-καταναλωτές πετρελαίου που ενισχύουν τον τομέα των βιοκαυσίμων, να αυξάνουν σημαντικά την γεωπολιτική ισχύ τους. Τρανή απόδειξη του ισχυρισμού αυτού είναι η πρόσφατη συμφωνία ΗΠΑ και Βραζιλίας για την προώθηση της βιοαιθανόλης, που αναδεικνύει το νέο στρατηγικό ενεργειακό ρόλο της Βραζιλίας σε παγκόσμιο επίπεδο. Ταυτόχρονα, σε τοπικό επίπεδο δημιουργούνται νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες, με την κατασκευή μονάδων παραγωγής αλλά και με τη δημιουργία σύγχρονων καθετοποιημένων μονάδων, των λεγόμενων βιο-διυλιστηρίων.

Το βασικότερο πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίησή της μπορεί να γίνει με τη μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Ως πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, ως μορφή ενέργειας η βιομάζα

χαρακτηρίζεται από πολυμορφία, χαμηλό ενεργειακό περιεχόμενο, σε σύγκριση με τα ορυκτά καύσιμα, λόγω χαμηλής πυκνότητας και υψηλής περιεκτικότητας σε νερό, εποχικότητα, μεγάλη διασπορά, κλπ. Τα χαρακτηριστικά αυτά συνεπάγονται πρόσθετες, σε σχέση με τα ορυκτά, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Ως συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1]: Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594
- [2]: Barnwal, B.K., Sharma, M.P., (2004) "Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India" Renewable and Sustainable energy reviews 9,363-364
- [3]: Freire F., Malca J., Rozakis S., (2004) "Integrated economic and environmental life cycle optimization : an application to biofuel production in France"
- [4]: http://el.wikipedia.org/wiki/Πρωτόκολλο_του_Κιότο
- [5]: Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2003. Επίσημη εφημερίδα της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Οδηγία 2003/30/ΕΚ, L123/42
- [6]: Τσούτσος Θεοχάρης, (2004) Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας
- [7]: Σ. Σταματάκη & Γ. Αυλωνίτη, (2001) "Μηχανική πετρελαίων", Ε.Μ.Π.
- [8]: Σπύρτου Άννα, (2002), "Θέματα περί χημείας", ΠΤΔΕ ΑΠΘ
- [9]: <http://el.wikipedia.org/wiki/βενζίνη>
- [10]: Νίκος Β. Τσίτσας, (2008), "Τα μυστικά του μαύρου χρυσού"
- [11]: Κόμπος Γιάννης- Τεχνολόγος Μηχανικός Οχημάτων, (2005), "Βενζίνη, οκτάνια & ρύποι"
- [12]: ORNL, " Bioenergy Feedstock Development Programs"
- [13]: <http://el.wikipedia.org/wiki/βιοκαύσιμα>
- [14]: Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, (2006), Ανακοίνωση της Επιτροπής: "Στρατηγική της Ε.Ε. για τα βιοκαύσιμα"
- [15]: Εθνικό Κέντρο Έρευνας & Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ)
- [16]: Ινστιτούτο Τεχνικής Χημικών Διεργασιών (ΙΤΧΗΔ), Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ), (2007), "Παραγωγή Βιοκαυσίμων Δεύτερης Γενιάς"
- [17]: I. Boukis et al, (2008), Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece – Part I
- [18]: I. Boukis et al, (2008), Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece – Part II

- [19] :Environmental News Network,(2008), "Greece suspended from UN Kyoto carbon trading"
- [20] :N. Μουσιόπουλος & Α. Μπούρα, (1998), "Ανάλυση Κύκλου Ζωής ", Α.Π.Θ.
- [21] :Στοιχεία από «Γραφείο Ενημέρωσης Αγροτών Ν.Α. Κοζάνης » (2009)
- [22] : www.wikipedia.org
- [23] :Μ. Σταματιάδου, (2008), "Επιλογή αλυσίδας παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα μέσω μεθοδολογίας πολυκριτικής υποστήριξης αποφάσεων "
- [24] : Πράσινη ενέργεια-Βιώσιμη ανάπτυξη-Περιβάλλον,(2006)," Θρακική Αγορά" Οικονομική και πολιτική εφημερίδα της Θράκης
- [25] : Ίδρυμα Ενεργειακής και Περιβαλλοντικής Έρευνας, Γερμανία, (2003), "Αξιολόγηση του βιοντίζελ επί του κύκλου ζωής του- Ενημέρωση και νέες παράμετροι"
- [26] : J.S. Gaffney,(2003), "The impacts of combustion emissions on air quality and climate from coal to biofuels and beyond"
- [27] :Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), <http://www.cres.gr>
- [28] : Joseph Dipardo,(2007), "Outlook for biomass ethanol production and demand" US Department of energy
- [29] : Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594
- [30] : Pimentel D, Patzek TW., 2005, Ethanol production using corn, switch-Grass, and wood: biodiesel production using soybean, and sunflower
- [31] :Hill J, Nelson E, Tilman D, Polasky S, Tiffany D.,2006, "Environmental, economic, and energetic cost and benefits of biodiesel and ethanol biofuels". Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America
- [32] : Wesseler J. Communication: opportunities' (costs) matter: a comment on Pimentel and Patzek "Ethanol production using corn, switchgrass, and wood: biodiesel production using soybean and sunflower". Energy Policy 2006
- [33] : Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594 [Cortez LA, Lora ES, Go' mez EO. Biomassa para Energia, Editora da UNICAMP, 2008]
- [34] :Γιώργος Αγερίδης ,2007, «Βιοκαύσιμα και περιβάλλον σε όλο τον κύκλο ζωής»

- [35] :Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας, 2006, «Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή στερεών και υγρών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα»
- [36] : Timothy Searchinger et al ,2008, "Use of U.S. Croplands for biofuels increases Greenhouse Gases Through emissions from land use change"
- [37] : Ioannis Sarantopoulos, Franklin Che , Theocharis Tsoutsos , Vagios Bakirtzoglou, Willy Azangue , Donatien Bienvenue, Frankline Mulluh Ndipen,2008, "An evaluation of a small-scale biodiesel production technology: Case study of Mango'ó village, Center province, Cameroon" Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, Volume 34, Issues 1-2, 2009, Pages 55-58
- [38] : Ioannis Vallios, Theocharis Tsoutsos, George Papadakis ,2008,"Design of biomass district heating systems" Biomass and Bioenergy, Volume 33, Issue 4, April 2009, Pages 659-678
- [39] : Theocharis Tsoutsos, MariaDrandaki, NikiFrantzeskaki, EleftheriosIosifidis, IoannisKiosses,2008, "Sustainable energy planning by using multi-criteria analysis application in the island of Crete" Energy Policy, Volume 37, Issue 5, May 2009, Pages 1587-1600

ΠΗΓΕΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- [1] : Σ. Μπεζεγιάννη, Λ. Άγγελος, Σ. Βουτενάκης, Ι. Βάσαλος, 2007, "Βιοκαύσιμα και Βιοδιυλιστήρια "
- [2] : Σ. Μπεζεγιάννη, Λ. Άγγελος, Σ. Βουτενάκης, Ι. Βάσαλος, 2007, "Βιοκαύσιμα και Βιοδιυλιστήρια "
- [3] : Β. Λάμπρου, 2007, "Τα Βιοκαύσιμα στην Ευρωπαϊκή Ένωση και στην Ελλάδα"
- [4] : Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594 [Earth Trends. Global biofuel trends—March 2007]
- [5] : Κ.Ν. Γιανναπολίτης & Μ. Λυμπεροπούλου, 2006, "Ενεργειακές Καλλιέργειες και Βιοκαύσιμα"
- [6] : Λόης Ευριπίδης & Λάμπρου Αναστασία, 2007, "Τα Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα"
- [7] : Blottnitz HV, Curran MA. A review of assessments conducted on bio-ethanol as a transportation fuel from a net energy, greenhouse gas, and environmental life cycle perspective. Journal of Cleaner Production 2006

[8] : Wahenga, 2007, Biofuel production and the threat to South Africa's food security

[9] : Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.), 2008

[10]: Κ.Ν. Γιανναπολίτης & Μ. Λυμπεροπούλου, 2006, "Ενεργειακές Καλλιέργειες και Βιοκαύσιμα"

[11]: Κίττας Κων/νος, 2007, "Βιοκαύσιμα και ενεργειακές καλλιέργειες"

[12]: Ministry of transport & communication, 2007, "Χρήση εναλλακτικών και λοιπών καυσίμων στην κίνηση οχημάτων"

[13]: Ministry of transport & communication, 2007, "Χρήση εναλλακτικών και λοιπών καυσίμων στην κίνηση οχημάτων"

[14]: Timothy Searchinger et al, 2008, "Use of U.S. Croplands for biofuels increases Greenhouse Gases Through emissions from land use change"

ΠΗΓΕΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

[1] : Γενική Γραμματεία Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας Ελλάδος, Ε.Σ.Υ.Ε.

[2] : Ανδριανός Θεοχάρης, "Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα", Ελίν Βιοκαύσιμα

[3] : Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594

[4] : Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594 [Souto JJ. Política nacional de biocombustíveis- Ministério de Minas e Energia 2006]

[5] : National Geographic & LAMNET

[6] : Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594

[7] : Ανδριανός Θεοχάρης, "Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα", Ελίν Βιοκαύσιμα

ΠΗΓΕΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

[1]: Μ. Σταματιάδου, Δ. Γιαννόπουλος, Γ. Παπαρσένος, Μ. Φούντη, «Επιλογή αλυσίδας παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα μέσω μεθοδολογίας πολυκριτηριακής υποστήριξης αποφάσεων», Ε.Μ.Π.

- [2]: Μ. Σταματιάδου, Δ. Γιαννόπουλος, Γ. Παπαρσένος, Μ. Φούντη, «Επιλογή αλυσίδας παραγωγής υγρών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα μέσω μεθοδολογίας πολυκριτηριακής υποστήριξης αποφάσεων»,Ε.Μ.Π.
- [3]: Escobar. J.C. et al, (2008) "Biofuels : Environment, technology and food security" Renewable and Sustainable energy reviews 594 [Earth Police Institute. World biodiesel production 1991–2005]
- [4]: Jose Goldberg, 2007, Biomass resource use innovation and efficiency, "Hydrogen production from agro - industries"
- [5]: Bioenergy news, 2008
- [6]: Food and Agriculture Organization of the United Nations—FAO. The state of food insecurity in the world 2006