

Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΙΑΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Θέμα:
**ΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΩΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΗ ΠΗΓΗ
ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**



Παναγιάρης Ν. Βασίλειος

Επιβλέπων καθηγητής : Οσσανλής Ιωάννης

ΙΟΥΝΙΟΣ 2009

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Κεφάλαιο 1 <i>Εισαγωγή</i>	4
Κεφάλαιο 2 <i>Το βιοντίζελ και η τεχνολογίες παραγωγής του</i>	10
Κεφάλαιο 3 <i>Τι είναι η Βιοαιθανόλη</i>	24
Κεφάλαιο 4 <i>Συνθετικά Βιοκαύσιμα</i>	31
Κεφάλαιο 5 <i>Βιοκαύσιμα και Συμβατικά καύσιμα</i>	37
Κεφάλαιο 6 <i>Μελέτη στη χρήση Βιοκαυσίμων σε μηχανές οχημάτων</i>	44
Κεφάλαιο 7 <i>Βιοκαύσιμα και Περιβάλλον</i>	51
Κεφάλαιο 8 <i>Συμπεράσματα</i>	57
Βιβλιογραφία	59

Περίληψη

Ο όρος <<βιοκαύσιμα>> είναι πιθανότατα άγνωστος και φαίνεται περίεργος στους περισσότερους. Άρχισε να κάνει την εμφάνιση του τα τελευταία χρόνια λόγω των πολλών προβλημάτων που προκάλεσε η χρήση συμβατικών καυσίμων και μορφών ενέργειας που έχουν να κάνουν με τις επιπτώσεις στο περιβάλλον αλλά και με την μείωση των ορυκτών καυσίμων. Μέσα από την παρούσα εργασία θα προσπαθήσουμε να κατανοήσουμε τι είναι τα βιοκαύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα αναφέρονται συνήθως σε υγρά καύσιμα από βιομάζα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον τομέα των μεταφορών. Τα πιο διαδεδομένα στο εμπόριο είναι το *βιοντιζελ* και η *βιοαιθανολη*. Τα βιοκαύσιμα είναι φιλικότερα προς το περιβάλλον από τα συμβατικά καύσιμα γιατί έχουν λιγότερες εκπομπές και προέρχονται από βιολογικές καλλιέργειες όπως θα εξετάσουμε στα επόμενα κεφάλαια.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Εισαγωγή

Βιολογικά καύσιμα είναι ότι αφορά οποιαδήποτε καύσιμα που παράγονται από οργανισμούς που πρόσφατα διαβίωσαν ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους, όπως το λίπασμα από τις αγελάδες. κλπ. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αντίθετα από άλλους φυσικούς πόρους όπως το πετρέλαιο, ο άνθρακας και τα πυρηνικά καύσιμα. Μια άλλη προσέγγιση θα μπορούσε να είναι η εξής βιοκαύσιμα είναι οποιαδήποτε καύσιμα με ένα 80% κατά ελάχιστο περιεχόμενο από τον όγκο των υλικών τους να προέρχονται από ζωντανούς οργανισμούς που συγκομίζονται μέσα στα δέκα έτη από την κατασκευή τους. Όπως ο άνθρακας και το πετρέλαιο, έτσι και η βιομάζα είναι μια μορφή αποθηκευμένης ηλιακής ενέργειας. Η ενέργεια του ήλιου "συλλαμβάνεται" μέσω της διαδικασίας της φωτοσύνθεσης στην ανάπτυξη των οργανισμών.

Ιστορικά οι πρώτες αναφορές γίνονται από την αρχή των ημερών της αυτοκινητοβιομηχανίας. Ο Nikolaus August Otto, ο γερμανός εφευρέτης της μηχανής εσωτερικής καύσης, είχε στο μυαλό του η εφεύρεσή του να τρέχει με βιοαιθανόλη. Ο Rudolf Diesel, ο γερμανός εφευρέτης της μηχανής diesel (πετρελαιομηχανής), είχε στο μυαλό του η μηχανή του να δουλεύει με πετρέλαιο που θα παραγόταν από φιστίκια. Το μοντέλο της FORD T που παραγόταν μεταξύ 1903 και 1926 χρησιμοποιούσε για να κινηθεί την βιοαιθανόλη.

Στον Δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο τα βιολογικά καύσιμα θεωρήθηκε πως παρέχουν μια εναλλακτική λύση αντί του εισαγομένου πετρελαίου στις χώρες όπως η Γερμανία, η οποία έφτασε να πουλήσει ένα μίγμα βενζίνης με οινόπνευμα που ζυμώθηκε από πατάτες με το όνομα **Reichskraftspirit**. Στη Μεγάλη Βρετανία, αντίστοιχα οινόπνευμα από σιτάρι συνδυάστηκε με βενζίνη από τους ποτοποιούς Company Ltd με το όνομα Discol και πωλήθηκε μέσω της θυγατρικής εταιρείας Esso στο Κλήβελαντ. Φτάνουμε λοιπόν ο πρώην Πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών George Bush να πει σε πρόσφατη ομιλία του, ότι θέλει για τις Ηνωμένες Πολιτείες, μέχρι το 2025, να αντικαταστήσει το 75% του πετρελαίου που προέρχεται από τη Μέση Ανατολή.

1.2 Τα βιοκαύσιμα ως πηγή ενέργειας

Σαν βιοκαύσιμα χαρακτηρίζονται όλα τα στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα που προέρχονται από ανανεώσιμες πηγές (φυτά, βιομάζα κτλ). Τα πλέον διαδεδομένα βιοκαύσιμα που αντικαθιστούν τα συμβατικά είναι τα εξής:

- α) το βιοντίζελ που παράγεται από φυτικά έλαια και ζωικά λίπη με μία διαδικασία που ονομάζεται μετεστεροποίηση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες είτε αυτούσιο είτε σε ανάμιξη με το πετρέλαιο κίνησης.

- β) η βιοαιθανόλη που παράγεται από φυτά σακχαρούχα, κυτταρινούχα και αμυλούχα με αλκοολική ζύμωση. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε ανάμιξη με την βενζίνη στους υπάρχοντες βενζινοκινητήρες μετά από ελάχιστες ή και καθόλου μετατροπές ανάλογα με την περιεκτικότητα του μίγματος.
- γ) το βιοαέριο (μεθάνιο) που παράγεται από την αποσύνθεση οργανικών αποβλήτων
- δ) τα υπολείμματα γεωργικών καλλιεργειών και δασικών προϊόντων (βιομάζα).

Ως προϊόντα ανανεώσιμων πηγών, τα βιοκαύσιμα είναι καθαρά, μη τοξικά και δεν περιέχουν ενώσεις επικίνδυνες για την ανθρώπινη υγεία. Το πιο σημαντικό ίσως πλεονέκτημά τους είναι ότι κατά την καύση τους δεν αυξάνεται το διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) – το αέριο που δημιουργεί το φαινόμενο του θερμοκηπίου- που εκλύεται στην ατμόσφαιρα και αυτό διότι τα φυτά από τα οποία παράγουμε τα βιοκαύσιμα είχαν δεσμεύσει προηγουμένως με την διαδικασία της φωτοσύνθεσης αυτό το CO₂ για να μεγαλώσουν.

Αυτός ο λόγος –δηλ. η μη επιβάρυνση του ισοζυγίου του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα- όπως επίσης και ο λόγος ότι οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούμε για να τα παράγουμε, μπορούν να καλλιεργηθούν στους αγρούς μας και να απεξαρτηθούμε σε μεγάλο ποσοστό από τις πετρελαιοπαραγωγές χώρες, ώθησαν την Ε.Ε. να επιβάλει την χρησιμοποίησή τους από τις χώρες μέλη με συγκεκριμένο χρονοδιάγραμμα.

Η τεχνολογία των βιοκαυσίμων δεν είναι μια μελλοντική τεχνολογία αλλά είναι κάτι που ήδη εφαρμόζεται σε πολλές χώρες. Στην Βραζιλία π.χ. που είναι και η πρωτοπόρος στον τομέα, το 65% των αυτοκινήτων τους είναι αλκοολοκίνητα ενώ τα υπόλοιπα κινούνται με μίγμα βενζίνης-αλκοόλης (E20) σε αναλογία 80/20, με αλκοόλη που παράγεται κυρίως από ζαχαροκάλαμα αλλά και από σιτηρά και τεύτλα.

Στις χώρες της βόρειας Ευρώπης παράγεται κυρίως βιοντίζελ από καλλιέργειες ελαιοκράμβης και από ανακύκλωση χρησιμοποιημένων λαδιών και λιπών από εστιατόρια. Στην Σουηδία, η οποία πρωτοστατεί στην Ε.Ε. στον τομέα της αντικατάστασης των ορυκτών καυσίμων από βιοκαύσιμα, παράγονται αυτοκίνητα με θεαματικά αυξανόμενους ρυθμούς (πχ.SAAB) που μπορούν κάψουν είτε βενζίνη, είτε E80 (μίγμα βενζίνης-αιθανόλης σε αναλογία 20 προς 80, το οποίο σημειωτέον έχει περίπου 110 οκτάνια) είτε μίγμα αυτών των δύο σε οποιαδήποτε αναλογία. Αυτά τα αυτοκίνητα, που ονομάζονται BIFUEL, δεν είναι τίποτα άλλο από κοινά βενζινοκίνητα με πολύ μικρές μετατροπές, όπως προσθήκη αισθητήρα και μετατροπή του εγκεφάλου για να αναγνωρίζει το καύσιμο, ντεπόζιτο καυσίμων και σωληνάκια καυσίμου από υλικό που δεν διαβρώνει η αιθανόλη, ενισχυμένες έδρες βαλβίδων κτλ.

Είναι φανερό δηλαδή ότι τα βιοκαύσιμα είναι μία ήδη παρούσα τεχνολογία. Και γι'αυτό η Ε.Ε. εξέδωσε Κανονισμό σύμφωνα με το οποίο μέχρι το 2010 το 5,75% του συνόλου των καυσίμων που χρησιμοποιούνται για μεταφορές στις χώρες της Ε.Ε. πρέπει να είναι βιοκαύσιμα (είναι πιθανόν αυτό το υποχρεωτικό ποσοστό να ανέλθει στο μέλλον σε 10 %).

Αυτό συνεπάγεται για την χώρα μας ότι η κατανάλωση βιοκαυσίμων έως το 2010 θα ανέρχεται σε περίπου 160.000 τόνους βιοντίζελ (για ανάμιξη με το κοινό ντίζελ) και 400.000 τόνους βιοαιθανόλη (για ανάμιξη με την βενζίνη). Στην χώρα μας λειτουργούν ήδη 4 μονάδες παραγωγής βιοντίζελ (πρώτη ήταν η μονάδα της ELIN OIL) και έξι ακόμα βρίσκονται σε στάδιο επενδυτικού σχεδίου. Ήδη έχουν διοχετεύσει στην ελληνική αγορά περίπου 30.000 χιλιόλιτρα βιοντίζελ. Στην Ελλάδα δεν παράγεται προς το παρόν βιοαιθανόλη. Έχει ληφθεί απόφαση από την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (EBZ) να μετατρέψει δύο εργοστάσια ζάχαρης (στην Ξάνθη και την Λάρισα) σε εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης από τεύτλα και μάλλον σιτηρά. Η κατασκευή ενός εργοστασίου βιοαιθανόλης απαιτεί πολύ μεγαλύτερη επένδυση από την αντίστοιχη ενός εργοστασίου βιοντίζελ. Αντίθετα η μετατροπή των εργοστασίων ζάχαρης για παραγωγή βιοαιθανόλης, είναι πολύ οικονομικότερη και συνεπώς η EBZ πρέπει να έχει το πρώτο λόγο στον συγκεκριμένο τομέα. Το Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων έχει ετοιμάσει τον νόμο 3423/2005 για την προώθηση της παραγωγής βιοκαυσίμων από ελληνικά ενεργειακά φυτά (Εικόνα 1).



Εικόνα 1: Εκτάσεις καλλιεργημένες με ενεργειακά φυτά για την παραγωγή βιοκαυσίμων

Πέραν της κοινοτικής οδηγίας (2003/30/EK), η χρήση των βιοκαυσίμων είναι επιτακτική τόσο για την ελάττωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και τις χώρες που το παράγουν, όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος, αφού η χρήση βιοκαυσίμων έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά τους ρύπους. Παράλληλα η χρήση των βιοκαυσίμων μπορεί να ενισχύσει σημαντικά την εθνική οικονομία. Συγκεκριμένα αναμένεται η ενίσχυση της αγροτικής οικονομίας με την προσθήκη «ενεργειακών καλλιεργειών» που θα αποτελέσουν την πρώτη ύλη (βιομάζα) για παραγωγή βιοκαυσίμων, ανεβάζοντας την συνολική οικονομία της χώρας μας που είναι μία κατ' εξοχήν

αγροτική χώρα. Θα αναπτυχθούν επίσης μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων (βιοντίζελ και βιοαιθανόλης) σε τοπικό επίπεδο, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας. Παράλληλα η παραγωγή βιοκαυσίμων θα ενισχύσει και ορισμένες υπάρχουσες βιομηχανίες αν συμπεριληφθούν μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων στις διεργασίες τους όπως πετρελαϊκή βιομηχανία, βιομηχανία ζαχαρώδους, χαρτοβιομηχανία κτλ.

Η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι γνωστή ως βιομάζα. Βιομάζα είναι το βιοαποικοδομήσιμο μέρος των προϊόντων, αποβλήτων και υπολειμμάτων που προέρχονται από την γεωργία, τη δασοκομία, τις βιομηχανίες και τα αστικά απόβλητα. Οι «ενεργειακές καλλιέργειες» είναι ένας τύπος βιομάζας που χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν το βαμβάκι, το καλαμπόκι, η ελαιοκράμβη, ο ηλιόσπορος, η άγρια αγκινάρα, η σόγια κτλ που χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή βιοντίζελ. Για την παραγωγή βιοαιθανόλης μπορούν να χρησιμοποιηθούν αγροτικά προϊόντα που περιέχουν σάκχαρα (ζαχαρότευτλο, ζαχαροκάλαμο, γλυκόσοργο, μελάσα κ.α.), άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι, πατάτα κτλ), ή κυτταρινικό υλικό (ξύλεια, υπολείμματα χαρτοβιομηχανίας).

Η παραγωγή βιοαιθανόλης ακολουθεί μία διαδικασία υδρόλυσης και ζύμωσης, στην οποία η βιομάζα προεπεξεργάζεται και στη συνέχεια υδρολύεται για την μετατροπή του αμύλου καθώς και του κυτταρινικού και ημικυτταρινικού υλικού σε σάκχαρα με τη χρήση ενζύμων. Στη συνέχεια τα σάκχαρα ζυμώνονται και διασπώνται σε αιθανόλη που αφαιρείται με απόσταξη. Η παραγωγή βιοντίζελ στηρίζεται στην μετεστεροποίηση των τριγλυκεριδίων που αποτελούν τα φυτικά έλαια, που αποτελεί και την πιο διαδεδομένη και εύκολη μέθοδο παραγωγής βιοντίζελ. Η βιοαιθανόλη και το βιοντίζελ που παράγονται με τις παραπάνω μεθόδους χαρακτηρίζονται ως τυπικά βιοκαύσιμα ή βιοκαύσιμα πρώτης γενεάς.

Η έρευνα και τεχνολογία στην περιοχή των βιοκαυσίμων κινείται προς τα πρωτοποριακά βιοκαύσιμα ή βιοκαύσιμα δεύτερης γενεάς. Στο εργαστήριο περιβαλλοντικών καυσίμων και υδρογονανθράκων του ΕΚΤΕΑ ασχολείται με την παραγωγή βιοκαυσίμων δεύτερης γενεάς, και συγκεκριμένα με την διεργασία μετατροπής βιομάζας σε υγρό καύσιμο ή BTL (Biomass To Liquid) καθώς και με την καταλυτική πυρόλυση βιομάζας για παραγωγή βιοελαίου. Κατά τη μέθοδο αυτή η βιομάζα εξαερώνεται για την παραγωγή αερίου σύνθεσης. Το αέριο σύνθεσης διοχετεύεται σε ένα αντιδραστήρα Fischer-Tropsch για την παραγωγή υγρών καυσίμων. Ένα μεγάλο ποσοστό αυτών των καυσίμων είναι κηρός, που στη συνέχεια υφίσταται υδρογονοπυρόλυση για τη μετατροπή του σε βιοκαύσιμα (βιοαιθανόλη, βιοντίζελ κτλ).

Η καταλυτική πυρόλυση βιομάζας είναι μία διεργασία που στηρίζεται σε αντιδραστήρα ρευστοστερεάς κλίνης από την οποία παράγονται αέρια, υγρά και στερεά καύσιμα. Τα αποτελέσματα από τις δύο μεθόδους παραγωγής πρωτοποριακών βιοκαυσίμων είναι αρκετά ενθαρρυντικά.

Η χρήση των βιοκαυσίμων ενισχύεται θεσμοθετικά όπως προαναφέρθηκε για την ελάττωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο και τις χώρες που το παράγουν, όσο και για την προστασία του περιβάλλοντος, αφού η χρήση

βιοκαυσίμων έχει αποδειχθεί ότι μειώνει σημαντικά τους ρύπους. Παράλληλα η παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων στηρίζει σημαντικά την οικονομία και συγκεκριμένα την αγροτική οικονομία, τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις, καθώς και βιομηχανίες όπως η χαρτοβιομηχανία και η βιομηχανία ζάχαρης που μπορούν να συμπεριλάβουν στις διεργασίες τους μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων από ενδιάμεσα προϊόντα ή παραπροϊόντα τους. Παράλληλα η χρήση των βιοκαυσίμων και κυρίως της βιοαιθανόλης ως πρόσθετο βενζίνης, που βελτιώνει τις ιδιότητές της, ενισχύει περαιτέρω την αγορά. Ωστόσο αξίζει να σημειωθεί ότι ένα από τα μεγαλύτερα κίνητρα για την παραγωγή και διάθεση των βιοκαυσίμων είναι η αποφορολόγηση των βιοκαυσίμων σε σύγκριση με τα αντίστοιχα συμβατά ορυκτά καύσιμα.

Το μεγαλύτερο μερίδιο της αγοράς των βιοκαυσίμων καλύπτεται από το βιοντίζελ και τη βιοαιθανόλη. Όσον αφορά το βιοντίζελ, οι χώρες της ΕΚ κατέχουν την πρώτη θέση στην παγκόσμια παραγωγή και χρήση βιοντίζελ καταλαμβάνοντας πάνω από 85% της συνολικής παγκόσμιας παραγωγής. Αυτό οφείλεται κυρίως στη Γερμανία που εισχώρησε δυναμικά στο χώρο τόσο της παραγωγής όσο και της χρήσης του βιοντίζελ, στην οποία ανήκει πάνω από το μισό της συνολικής ευρωπαϊκής αγοράς βιοντίζελ. Η παραγωγή βιοντίζελ έχει αυξηθεί εκθετικά τα τελευταία χρόνια. Συγκεκριμένα στη δεκαετία από το 1993-2003, η παραγωγή βιοντίζελ αυξήθηκε κατά 10 φορές. Το 2004 καταναλώθηκαν γύρω στους 2.000.000 τόνους βιοντίζελ, ανεβάζοντας την αντίστοιχη αγορά σε 1.5 δισεκατομμύρια ευρώ. Ο μελλοντικός ετήσιος ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς βιοντίζελ στην Ευρώπη εκτιμάται γύρω στο 8%.

Η βιοαιθανόλη είναι το πιο διαδεδομένο εναλλακτικό καύσιμο στον κόσμο, κυρίως λόγω της απόφασης της Βραζιλίας να παράγει αιθανόλη για καύσιμο από ζαχαροκάλαμο. Το 1975 η Βραζιλία ξεκίνησε ένα εθνικό πρόγραμμα προώθησης αιθανόλης ως καύσιμο (Proalcohol), για την παραγωγή αιθανόλης που θα αναμιγνύεται με βενζίνη. Το πρόγραμμα επεκτάθηκε αργότερα με σκοπό την παραγωγή αιθανόλης ως αποκλειστικού καύσιμου κίνησης και το 1988 η αιθανόλη κάλυπτε το 1/3 των αυτοκινήτων στη Βραζιλία. Το 1979 ένα παρόμοιο πρόγραμμα αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ, που ενισχύθηκε από τη χρήση της αιθανόλης και ως πρόσθετου της βενζίνης. Στις ΗΠΑ σήμερα το 1/8 της αγοράς της βενζίνης καλύπτεται από E10 (μίγμα αιθανόλης:βενζίνης 10:90 κ.ο.). Στην Ευρώπη η Γαλλία, η Σουηδία και η Ισπανία είναι οι κυρίως χώρες που παράγουν βιοαιθανόλη, αλλά καλύπτουν μόνο ένα μικρό μέρος της παγκόσμιας αγοράς. Η παραγωγή βιοαιθανόλης αυξάνεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς. Στη δεκαετία από το 1993-2003, η παραγωγή βιοαιθανόλης αυξήθηκε κατά 5 φορές. Το 2004 καταναλώθηκαν γύρω στους 400.000 τόνους βιοαιθανόλης, ενώ η αγορά είχε εύρος 367 εκατομμύρια ευρώ. Ωστόσο ο ρυθμός ανάπτυξης της αγοράς βιοαιθανόλης στην Ευρώπη εκτιμάται να ξεπερνά το 70% ετησίως.

1.3 Εφαρμογές βιομάζας

Οι κύριες εφαρμογές (Εικόνα 2) με καύσιμο βιομάζα:

α) *Μεταφορές* : Σε κινητήρες μεταφορικών μέσων.

β) *Θέρμανση θερμοκηπίων* : Σε περιοχές της χώρας όπου υπάρχουν μεγάλες ποσότητες διαθέσιμης βιομάζας, χρησιμοποιείται η βιομάζα σαν καύσιμο σε κατάλληλους λέβητες για τη θέρμανση θερμοκηπίων.

γ) *Θέρμανση κτιρίων με καύση βιομάζας σε ατομικούς/κεντρικούς λέβητες* : Σε ορισμένες περιοχές της Ελλάδας χρησιμοποιούνται για τη θέρμανση κτιρίων ατομικοί/κεντρικοί λέβητες πυρηνόξυλου.

δ) *Παραγωγή ενέργειας σε γεωργικές βιομηχανίες* : Βιομάζα για παραγωγή ενέργειας χρησιμοποιείται από γεωργικές βιομηχανίες στις οποίες η βιομάζα προκύπτει σε σημαντικές ποσότητες σαν υπόλειμμα ή υποπροϊόν της παραγωγικής διαδικασίας και έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε θερμότητα. Εκκοκκιστήρια, πυρηνελαιουργεία, βιομηχανίες ρυζιού καθώς και βιοτεχνίες κονσερβοποίησης καίνε τα υπολείμματά τους (υπολείμματα εκκοκκισμού, πυρηνόξυλο, φλοιοί και κουκούτσια, αντίστοιχα) για την κάλυψη των θερμικών τους αναγκών ή και μέρος των αναγκών τους σε ηλεκτρική ενέργεια.

ε) *Παραγωγή ενέργειας σε βιομηχανίες ξύλου* : Τα υπολείμματα βιομηχανιών επεξεργασίας ξύλου (πριονίδι, πούδρα, ξακρίδια κλπ) χρησιμοποιούνται για τη κάλυψη των θερμικών αναγκών της διεργασίας καθώς και για την θέρμανση των κτιρίων.

στ) *Τηλεθέρμανση* : είναι η προμήθεια θέρμανσης χώρων καθώς και θερμού νερού χρήσης σε ένα σύνολο κτιρίων, έναν οικισμό, ένα χωριό ή μια πόλη, από έναν κεντρικό σταθμό παραγωγής θερμότητας. Η θερμότητα μεταφέρεται με προ-μονωμένο δίκτυο αγωγών από το σταθμό προς τα θερμαινόμενα κτίρια .

ζ) *Παραγωγή ενέργειας σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού και Χώρους Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ)* : Το βιοαέριο που παράγεται από την αναερόβια χώνευση των υγρών αποβλήτων σε μονάδες βιολογικού καθαρισμού, και των απορριμμάτων σε ΧΥΤΑ καίγεται σε μηχανές εσωτερικής καύσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Παράλληλα μπορεί να αξιοποιείται η θερμική ενέργεια των καυσαερίων και του ψυκτικού μέσου των μηχανών για να καλυφθούν ανάγκες τις διεργασίας ή και άλλες ανάγκες θέρμανσης (π.χ. θέρμανση κτιρίων).



Εικόνα 2: Παραδείγματα Εφαρμογών Βιομάζας

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Το βιοντίζελ και η τεχνολογίες παραγωγής του

Βιοντίζελ (αγγλ. biodiesel) ονομάζονται οι εστέρες ανώτερων λιπαρών οξέων οι οποίοι έχουν συναφείς φυσικές ιδιότητες με το καύσιμο ντίζελ και μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως υποκατάστατά του. Η δυνατότητα του βιοντίζελ να υποκαταστήσει το συμβατικό ντίζελ σε κινητήρες εσωτερικής καύσης είναι γνωστή εδώ και 2 δεκαετίες. Το βιοντίζελ προτάθηκε σαν εναλλακτική λύση ως προς τα σκέτα φυτικά έλαια τα οποία τις περισσότερες φορές παρουσιάζουν χαρακτηριστικά που τα καθιστούν ακατάλληλα για χρήση στους κινητήρες αυτούς. Τα τελευταία 10 χρόνια η παραγωγή βιοντίζελ έχει σημειώσει ιδιαίτερη ανάπτυξη στην Ευρωπαϊκή Ένωση, που είναι και ο μεγαλύτερος παραγωγός παγκοσμίως, και ιδιαίτερα στη Γερμανία. Η αύξηση αυτή της παραγωγής ενισχύεται από την επιταγή της κοινοτικής οδηγίας 2003/30/ΕΚ η οποία προβλέπει την εισαγωγή των βιοκαυσίμων στις αγορές των κρατών μελών.

Οι ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του βιοντίζελ το οποίο διακινείται στην ευρωπαϊκή αγορά προδιαγράφονται από το ευρωπαϊκό πρότυπο EN14214. Η Ευρωπαϊκή Ένωση με την οδηγία 2003/30/ΕΚ, θέσπισε τη χρήση βιοκαυσίμων, με απώτερο στόχο τη σταδιακή απεξάρτηση των χωρών μελών της από το πετρέλαιο. Ως βιοκαύσιμο, το βιοντίζελ, παράγεται από φυτικά ή ζωικά λίπη και έλαια και μπορεί να χρησιμοποιηθεί, είτε μόνο του είτε αναμιγμένο με πετρέλαιο ντίζελ, σε ντηζελοκινητήρες. Κατά τη χρήση του, μειώνει τις συνολικές εκπομπές των σωματιδίων που εκπέμπονται, βελτιώνοντας συγχρόνως την ποιότητα και ποσότητα του καπνού που εκπέμπεται. Οι προδιαγραφές του βιοντίζελ που χρησιμοποιείται στις μεταφορές, ορίζεται από την Ευρωπαϊκή προδιαγραφή EN 14214 (Εικόνα 3).

Οι πρώτες ύλες, από τις οποίες μπορούμε να παρασκευάσουμε βιοντίζελ είναι το σογιέλαιο, το ηλιέλαιο, η ελαιοκράμβη, το βαμβακέλαιο, τα τηγανισμένα λάδια, λάδι από άγλη κλπ. Το βιοντίζελ ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα οχήματα ή μηχανές που καταναλώνουν πετρέλαιο.

Χημικά το biodiesel περιγράφεται ως μονο αλκυλικός εστέρας. Μέσω μιας διαδικασίας αποκαλούμενης esterification, τα έλαια και τα λίπη αντιδρούνται με τη μεθανόλη και έναν καταλύτη υδροξειδίου νατρίου για να παραγάγουν τα λιπαρά οξέα μαζί με τα ομοπροϊόντα: γλυκερίνη, κατώτατα σημεία γλυκερίνης, διαλυτά ανθρακικό κάλιο και σαπούνια. Το biodiesel ανήκει σε μια οικογένεια των λιπαρών οξέων αποκαλούμενων μεθυλικούς εστέρες που καθορίζονται από το μέσο μήκος, το λιπαρό οξύ C16-18 σύνδεσε τις αλυσίδες.

Το biodiesel χρησιμοποιείται σε μίγματα με diesel από 5% (B5) στη Γαλλία έως 20% στις Η.Π.Α. (B20) και αυτούσιο (B100) στην Αυστρία, Σουηδία και Γερμανία

Καθαρό φυτικό έλαιο μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε μηχανές IC με μικρή προσαρμογή του κινητήρα – προσάρτηση πρόσθετων εξαρτημάτων. Μερικές μικρές εταιρίες στην Ευρώπη έχουν αναπτύξει σε εμπορική κλίμακα πρόσθετα εξαρτήματα τροποποίησης κινητήρων (Hausmann Company, Gruber GmbH, W. UHLIG – U.T.G. Austria κ.α.). Τα πλεονεκτήματα χρήσης καθαρού φυτικού λαδιού είναι τα εξής:

- α) Μπορούν να παραχθούν και χρησιμοποιηθούν από μικρές αγρ. Εκμεταλλεύσεις.
- β) Είναι οικονομικότερα σε σχέση με το biodiesel.
- γ) Αποφεύγεται η κατανάλωση ή απώλεια ενέργειας κατά την παραγωγή biodiesel.

Στη χώρα μας, το νέο καύσιμο έχει ήδη δοκιμαστεί από επιστήμονες αλλά και καταναλωτές, μέσα από πιλοτικά προγράμματα. Τα πρώτα οχήματα που χρησιμοποίησαν βιοντίζελ στην Ελλάδα ήταν εκείνα που συμμετείχαν στις μελέτες που ολοκλήρωσε το 1998 το Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου με τη συμμετοχή των Ελληνικών Διυλιστηρίων Ασπροπύργου και της Ιταλικής εταιρίας Florys SpA.

2.2 Πλεονεκτήματα βιοντίζελ

- Είναι προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας φυτικών ελαίων, ζωικών λιπών. Είναι καθαρό, μη τοξικό, βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο. Έχει μετρηθεί ότι ποσοστό 10% βιοντίζελ μέσα σε πετρελαϊκό ντίζελ, επιτρέπει την βιοαποικοδόμηση 4 φορές γρηγορότερα.
- Δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις.
- Έχει πολύ χαμηλές εκπομπές SO_x, CO, HC, αιθάλης και PM (δεν περιέχει θείο και έτσι δεν παράγει διοξείδιο του θείου, που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή). Η καύση του δεν αυξάνει την περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO₂ συγκριτικά με τα ορυκτά καύσιμα.
- Έχει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτούσιο ή σε μίγματα με αυτό στις ήδη υπάρχουσες πετρελαιομηχανές.
- Έχει μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης, μεγαλύτερο αριθμό κετανίου και καλύτερες λιπαντικές ικανότητες από το συμβατικό ντίζελ.
- Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης και μειωμένη χρήση φυτοφαρμάκων, με συνέπεια την προστασία του περιβάλλοντος και της υγείας των αγροτών.
- Επιπλέον η ανάμιξη έως και 10% βιοντίζελ βελτιώνει τις ιδιότητες του καύσιμου χωρίς να απαιτεί καμία μετατροπή στους κινητήρες.

Οι παράμετροι ποιότητας του βιοντίζελ ορίζονται από το πρότυπο EN 14214

S/N	PROPERTY	UNIT	LIMITS	TEST METHOD
1	Ester content	% (m/m)	96,5 min	EN 14103
2	Density at 15°C	Kg/m ³	860 - 900	EN ISO 3675 EN ISO 12185
3	Viscosity at 40°C	mm ² /s	3,50 - 5,00	EN ISO 3104
4	Flash point	oC	1,20 min	prEN ISO 3679
5	Sulfur content	mg/kg	10 max	prEN ISO 20846 prEN ISO 20884
6	Carbon residue (distillation residue) (on 10%)	% (m/m)	0,30 max	EN ISO 10370
7	Cetane number		51 min	EN ISO 5165
8	Sulfated ash content	% (m/m)	0,02 max	ISO 3987
9	Water content	mg/kg	500 max	EN ISO 12937
10	Total contamination	mg/kg	24 max	EN 12662
11	Copper strip corrosion (3h at 50°C)	rating	class 1	EN ISO 2160
12	Oxidation stability, 110 °C	hours	6 min	EN 14112
13	Acid value	mg KOH/kg	0,5 max	EN 14104
14	Iodine value	gr iodine/ 100 gr	120 min	EN 14111
15	Linolenic acid methyl ester	% (m/m)	12 max	EN 14103
16	Polyunsaturated (>=4 double bonds) methyl esters	% (m/m)	1 max	
17	Methanol content	% (m/m)	0,2 max	EN 14110
18	Monoglyceride content	% (m/m)	0,8 max	EN 14105
19	Diglyceride content	% (m/m)	0,2 max	EN 14105
20	Triglyceride content	% (m/m)	0,2 max	EN 14105
21	Free glycerol	% (m/m)	0,02 max	EN 14105 EN 14106
22	Total glycerol	% (m/m)	0,25 max	EN 14105

Εικόνα 3 : Παράμετροι ποιότητας του Βιοντίζελ

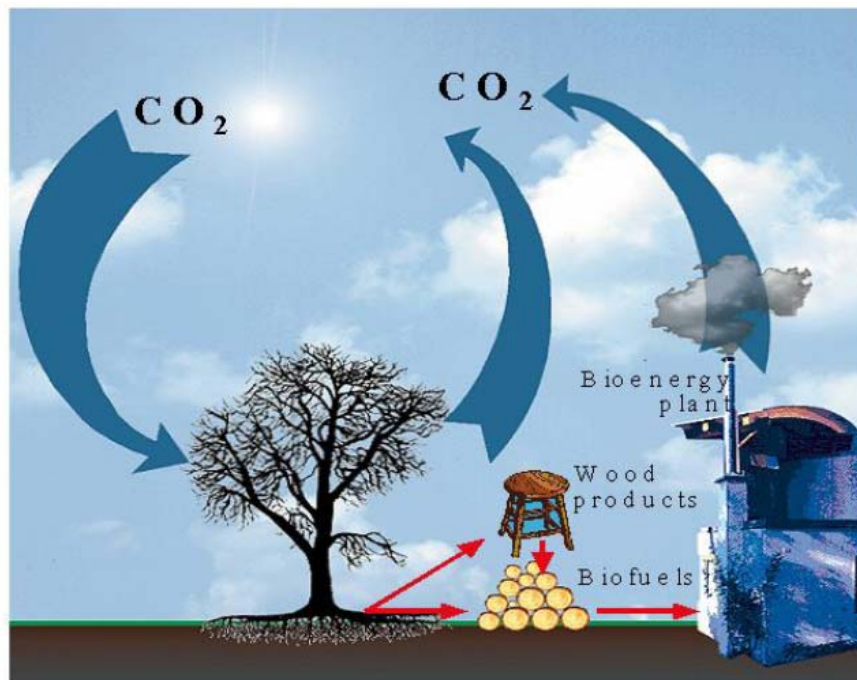
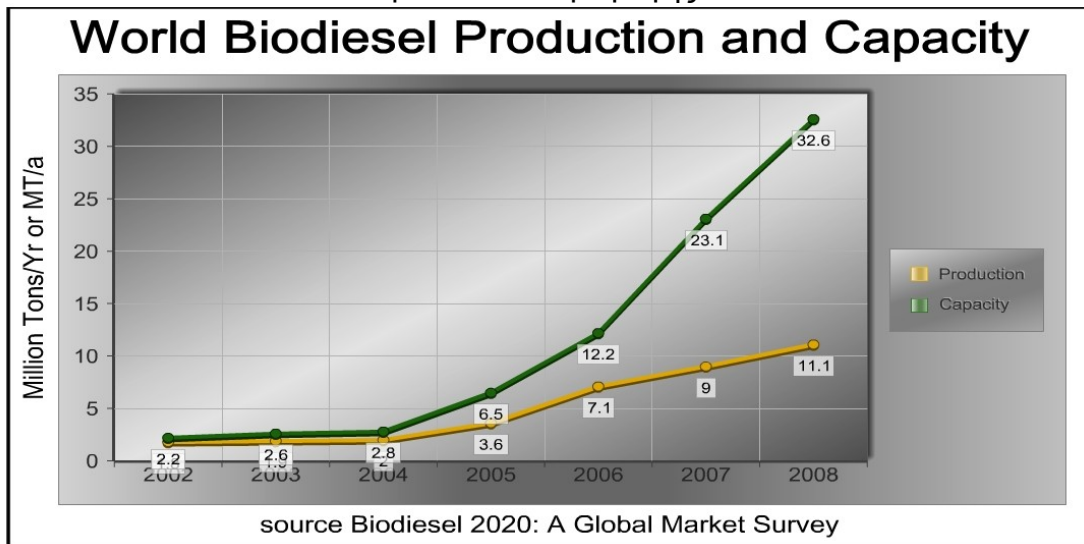
2.3 Χημική σύσταση biodiesel

Η χημική σύσταση του βιοντίζελ απεικονίζεται στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1):

Πίνακας 1 : ΔΟΜΗ ΛΙΠΑΡΩΝ ΟΞΕΩΝ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΖΟΝΤΑΙ ΣΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ		
ΟΝΟΜΑ ΛΙΠΑΡΟΥ ΟΞΕΩΣ	ΑΡΙΘ. ΑΤΟΜΩΝ C ΚΑΙ ΔΕΣΜΩΝ	ΧΗΜΙΚΗ ΔΟΜΗ
Καπρυλικό (Caprylic)	C8:0	CH ₃ (CH ₂) ₆ COOH
Καπρικό (Capric)	C10:0	CH ₃ (CH ₂) ₈ COOH
Λαουρικό (Lauric)	C12 :0	CH ₃ (CH ₂) ₁₀ COOH
Μυριστικό (Myristic)	C14:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₂ COOH
Παλμιτικό (Palmitic)	C16:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₄ COOH
Παλμιτολεϊκό (Palmitoleic)	C16:1	CH ₃ (CH ₂) ₅ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Στεαρικό (Stearic)	C18:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₆ COOH
Ολεϊκό (Oleic)	C18:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Λινολεϊκό (Linoleic)	C18:2	CH ₃ (CH ₂) ₄ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Λινολεϊνικό (Linolenic)	C18:3	CH ₃ (CH ₂) ₂ CH=CHCH ₂ CH=CHCH ₂ CH=CH(CH ₂) ₇ COOH
Αραχιδικό (Arachidic)	C20:0	CH ₃ (CH ₂) ₁₈ COOH
Εικοσιενικό (Eicosenoic)	C20:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₉ COOH
Μπεχενικό (Behenic)	C22:0	CH ₃ (CH ₂) ₂₀ COOH
Εουρσικό (Eurcic)	C22:1	CH ₃ (CH ₂) ₇ CH=CH(CH ₂) ₁₁ COOH

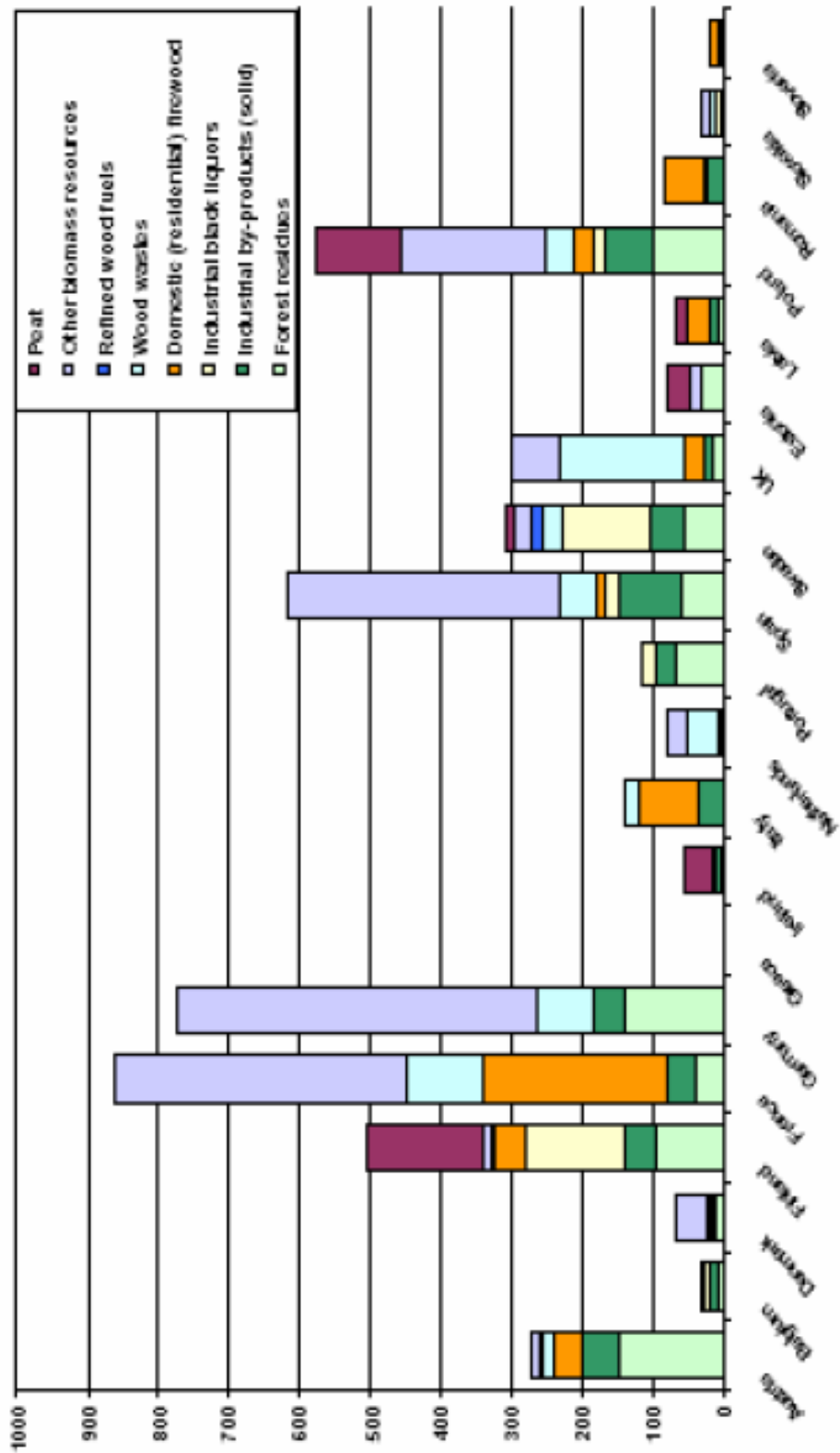
Σε μια από τις τελευταίες εκθέσεις για τα βιοκαύσιμα συμπεριλήφθηκε το παρακάτω διάγραμμα (Διάγραμμα 1) σχετικά με την παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ και την δυναμικότητα των μονάδων παραγωγής. Η αυξητική τάση είναι εμφανής, όμως είναι επίσης σημαντικό το γεγονός πως οι μονάδες λειτουργούν σε βαθμό 34 % παγκοσμίως.

Διάγραμμα 1: Παγκόσμια παραγωγή βιοντίζελ και την δυναμικότητα των μονάδων παραγωγής



Biomass use and carbon dioxide cycle

Εικόνα 4 : Χρήση Βιομάζας και κύκλος CO₂



Διάγραμμα 2 : Χρήση Βιομάζας από διάφορες χώρες

2.4 Πρώτες ύλες παραγωγής βιοντιζελ

Οι πρώτες ύλες είναι παραγωγής βιοντιζελ είναι:

α) Φυτικά έλαια όπως:

- *Κραμβέλαιο* (rape seed oil)
- *Σογιέλαιο* (soyabeans oil)
- *Βαμβακέλαιο* (cotton seed oil)
- *Ηλιέλαιο* (sunflower oil)
- *Απόβλητα έλαια* (τηγανέλαια, ολεΐνες)
- *Ζωϊκά λίπη*

β) Εστέρες της Γλυκερίνης με Λιπαρά Οξέα

Η σύσταση των παραπάνω φυτικών ελαίων σε λιπαρά οξέα παρουσιάζεται στον Πίνακα 2.

Πίνακας 2: Περιεκτικότητα Φυτικών Ελαίων σε Λιπαρά Οξέα (% κ.β.)

	Palmitic (C16:0)	Stearic (C18:0)	Oleic (C18:1)	Linoleic (C18:2)
Soybean	9	2	32	53
SunLower	5	2	35	57
Cotton-seed	21	2	25	50
Rapeseed*	3	1	13	11
Peanut	8	4	55	25
Palm	42	4	42	11
Tallow	23	19	43	11

*Lenolenic (18:3) 8%, eicosic (20:1) 8%, erucic (22:1) 50%.

Η παραγωγή ενέργειας από Φυτικά Έλαια γίνεται ως εξής:

α) *Άμεση Καύση*

Μεγάλη Προσοχή στη χρήση σε κινητήρες

β) *Πυρόλυση*

Ατμό-πυρόλυση

γ) Διεστεροποίηση

Παραγωγή 'Βιοντίζελ'

δ) Υδρογονοεπεξεργασία

Παραγωγή 'Βιολογικού Ντίζελ'

2.4 Σύγχρονες Τεχνολογίες Παραγωγής

- *Όξινη Κατάλυση*
- *Βασική Κατάλυση*
- *Θερμική Επεξεργασία*
- *Ετερογενής Κατάλυση*
- *Ενζυμική Κατάλυση*

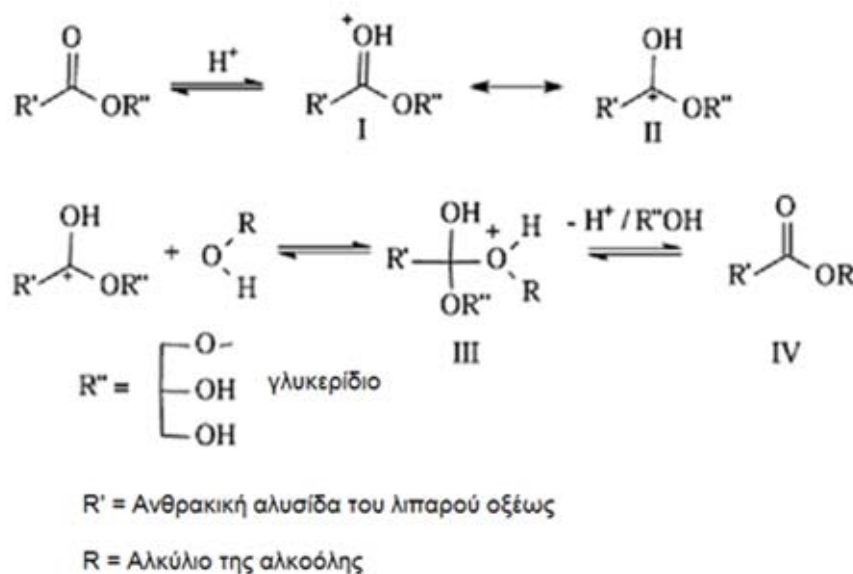
2.5.1 Διαδικασία Όξινης Κατάλυσης

Η διαδικασία της μετεστεροποίησης καταλύεται από οξέα κατά Bronsted, κατά προτίμηση από σουλφονικό και θειικό οξύ. Αυτοί οι καταλύτες δίνουν πολύ υψηλές αποδόσεις, αλλά οι αντιδράσεις είναι αργές, απαιτώντας θερμοκρασίες επάνω από 100°C και περισσότερο χρόνο από 3 ώρες για να φθάσουν σε πλήρη μετατροπή.

Μελέτες έδειξαν (Freedman, B.; Pryde, E.H.; Mounts, T.L. J. Am. Oil Chem. Soc. 1984, 61, 1638.), ότι η μεθανόλυση του ελαίου σόγιας, παρουσία 1 mol% H₂SO₄, με μοριακή αναλογία ελαίου- αλκοόλης 1:30 σε 65°C, παίρνει 50 ώρες για να φθάσει στην πλήρη μετατροπή του φυτικού ελαίου (> 99%), ενώ η βουτανόλυση (σε 117°C) και η αιθανόλυση (σε 78°C), που χρησιμοποιούν τις ίδιες ποσότητες καταλύτη και αλκοόλης, παίρνει 3 και 18 ώρες, αντίστοιχα.

Η μοριακή αναλογία ελαίου- αλκοόλης είναι ένας από τους κύριους παράγοντες που επηρεάζει τη μετεστεροποίηση. Περίσσεια αλκοόλης ευνοεί τον σχηματισμό των προϊόντων. Αφ' ετέρου, υπερβολική ποσότητα αλκοόλης καθιστά την παραλαβή της γλυκερίνης δύσκολη, έτσι ώστε η ιδανική αναλογία ελαίου- αλκοόλης πρέπει να καθοριστεί εμπειρικά, εξετάζοντας κάθε διαδικασία χωριστά.

Ο μηχανισμός της μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων με καταλύτη οξύ (Σχήμα 1) παρουσιάζεται παρακάτω, για μονογλυκερίδια. Εντούτοις, μπορεί να επεκταθεί για δι- και τριγλυκερίδια.



Σχήμα 1: Μηχανισμός της μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων με οξύ

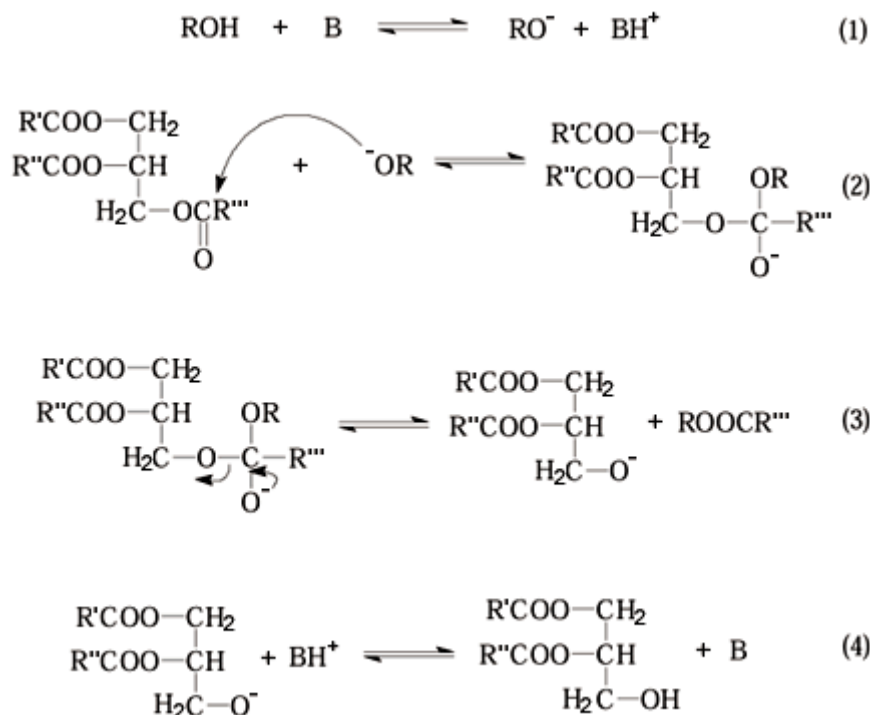
Η πρωτονίωση του καρβonyλίου του εστέρα οδηγεί στο καρβοκατιόν II που, μετά από μια πυρηνόφιλη προσβολή της αλκοόλης, παράγει την τετραεδρική ενδιάμεση μορφή III, η οποία αποβάλλει τη γλυκερίνη για να διαμορφώσει τον νέο εστέρα IV, και να αναπαράγει τον καταλύτη H⁺.

Σύμφωνα με αυτόν τον μηχανισμό, μπορούν να σχηματιστούν καρβοξυλικά οξέα από την αντίδραση του καρβοκατιόντος II με την παρουσία νερού στο μίγμα της αντίδρασης. Αυτό προϋποθέτει ότι η μετεστεροποίηση με όξινη κατάλυση πρέπει να πραγματοποιηθεί απουσία ύδατος, προκειμένου να αποφευχθεί ο ανταγωνιστικός σχηματισμός των καρβοξυλικών οξέων που μειώνουν την παραγωγή του αλκυλεστέρα.

2.5.2 Διαδικασία Βασικής Κατάλυσης

Η αντίδραση της μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων με καταλύτη βάση προχωρά γρηγορότερα από την αντίστοιχη με καταλύτη οξύ. Για αυτό το λόγο, μαζί με το γεγονός ότι οι αλκαλικοί καταλύτες είναι λιγότερο διαβρωτικές ουσίες από τους όξινους, σε βιομηχανική κλίμακα προτιμούν συνήθως τους βασικούς καταλύτες, όπως τα αλκοξειδία και τα υδροξειδία των αλκαλίων καθώς επίσης και τα ανθρακικά άλατα νατρίου ή καλίου.

Ο μηχανισμός της μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων με καταλύτη βάση παρουσιάζεται παρακάτω στο Σχήμα 2:



Σχήμα 2: Μηχανισμός της μετεστεροποίησης των φυτικών ελαίων με βάση

Κατά το πρώτο στάδιο (εξίσωση 1) αντιδρά η βάση B με την αλκοόλη παράγοντας αλκοξειδίο και πρωτονιομένο καταλύτη. Η πυρηνόφιλη προσβολή του αλκοξειδίου στο καρβονύλιο του τριγλυκεριδίου παράγει ένα τετραεδρικό ενδιάμεσο (εξίσωση 2) από το οποίο σχηματίζονται ο αλκυλεστέρας και το αντίστοιχο ανιόν του διγλυκεριδίου (εξίσωση 3). Το τελευταίο αφαιρεί το πρωτόνιο από τον καταλύτη, αναπαράγοντας κατά συνέπεια τα δραστικά συστατικά (εξίσωση 4), που είναι τώρα ικανά να αντιδράσουν με ένα δεύτερο μόριο αλκοόλης αρχίζοντας έναν άλλο καταλυτικό κύκλο.

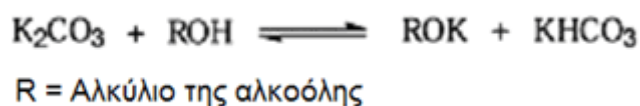
Διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια μετατρέπονται με τον ίδιο μηχανισμό σε ένα μίγμα αλκυλεστέρων και γλυκερίνης. Τα αλκοξειδία των αλκαλίων (όπως το CH₃ONa για την μεθανόλυση) είναι οι πιο δραστικοί καταλύτες, αφού δίνουν υψηλές αποδόσεις (>98%) με μικρούς χρόνους αντίδρασης (30 min) ακόμα κι αν εφαρμόζονται σε χαμηλές μοριακές συγκεντρώσεις (0,5 mol%). Εντούτοις, απαιτούν την απουσία ύδατος που τους καθιστά ακατάλληλους για τις χαρακτηριστικές βιομηχανικές διαδικασίες.

Τα υδροξειδία των αλκαλίων (KOH και NaOH) είναι φτηνότερα από τα αντίστοιχα αλκοξειδία, αλλά λιγότερο δραστικά. Εντούτοις, είναι μια καλή εναλλακτική λύση δεδομένου ότι μπορούν να δώσουν τις ίδιες υψηλές μετατροπές των φυτικών ελαίων με την αύξηση της συγκέντρωσης καταλυτών σε 1 ή 2 mol%.

Εντούτοις, ακόμα κι αν χρησιμοποιηθεί ένα άνυδρο μίγμα αλκοόλης- ελαίου, κάποια ποσότητα νερού παράγεται στο σύστημα από την αντίδραση του υδροξειδίου με την αλκοόλη. Η παρουσία ύδατος προκαλεί την υδρόλυση μιας ποσότητας από τον παραχθέντα εστέρα, με τον επακόλουθο σχηματισμό σαπουνιών.

Αυτή η ανεπιθύμητη σαπωνοποίηση μειώνει την παραγωγή εστέρα και δυσκολεύει αρκετά την παραλαβή της γλυκερίνης λόγω του σχηματισμού γαλακτωμάτων

Το ανθρακικό άλας καλίου, που χρησιμοποιείται σε μια συγκέντρωση 2 ή 3 mol% δίνει υψηλή παραγωγή των αλκυλεστέρων και μειώνει το σχηματισμό σαπουνιού. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί από τον σχηματισμό του διττανθρακικού άλατος αντί του ύδατος, το οποίο δεν υδρολύει τους εστέρες (Σχήμα 3) :



Σχήμα 3: σχηματισμό του διττανθρακικού άλατος αντί του ύδατος

2.5.3 Θερμική Μέθοδος Παραγωγής Βιοντίζελ

Οι κύριες παράμετροι της θερμικής παραγωγής Βιοντίζελ είναι οι εξής:

- Καταλύτης : Δεν χρησιμοποιείται
- Θερμοκρασία αντίδρασης : 160 – 240 οC
- Περίσσεια Μεθανόλης : 1 : 4 - 1 : 6 mol Oil : mol MeOH
- Πίεση : 10 – 30 bar

2.5.4 Παραγωγή βιοντίζελ με Ετερογενείς Καταλύτες

Οι κύριες παράμετροι παραγωγή βιοντίζελ με Ετερογενείς Καταλύτες είναι οι εξής:

- Καταλύτης : Στερεοί καταλύτες όξινοι ή βασικοί
- Θερμοκρασία αντίδρασης : (100 – 200 οC)
- Περίσσεια Μεθανόλης : (1 : 4 - 1 : 6 mol Oil : mol MeOH)

- Πίεση : (10 – 30 bar)
- Θερμοκρασία αντίδρασης : 30 – 45 οC

2.5.5 Ενζυμική Μέθοδος Παραγωγής Βιοντίζελ

Οι κύριες παράμετροι της ενζυμικής μεθόδου παραγωγής βιοντίζελ είναι οι εξής:

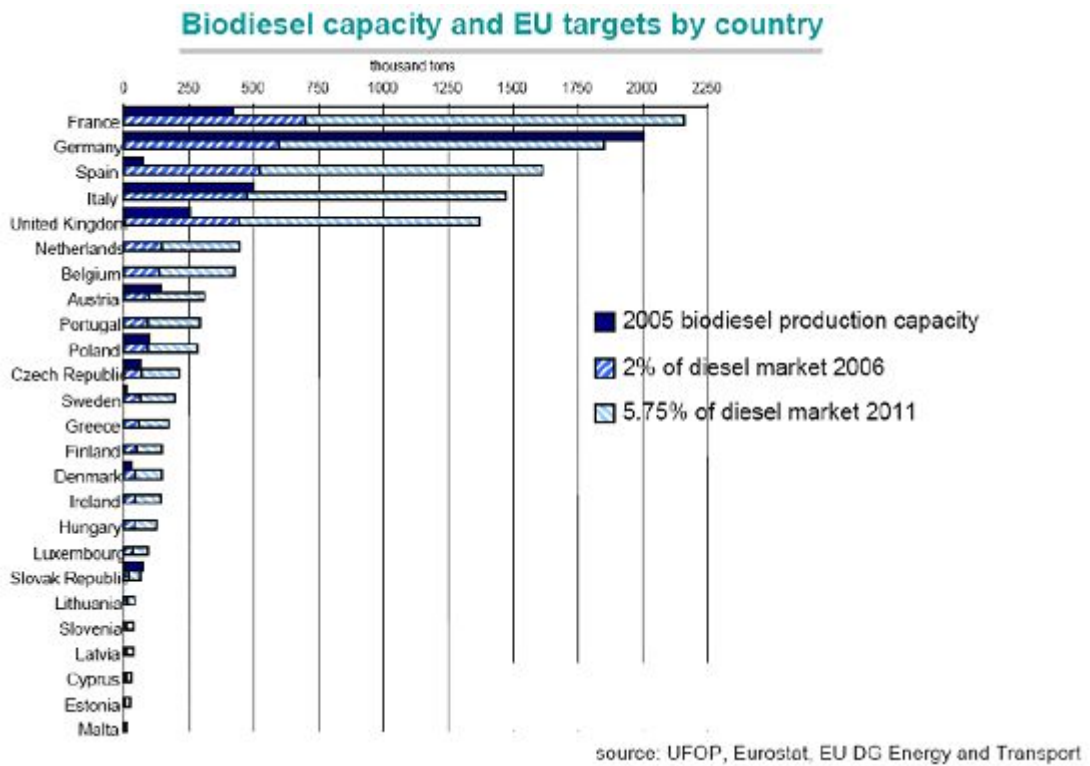
- Καταλύτης : Ακίνητοποιημένα ένζυμα (λιπάσες)
- Περίσσεια Μεθανόλης : (1 : 1 - 1 : 2 mol Oil : mol MeOH)
- Πίεση : Ατμοσφαιρική

Η παραγωγή βιοντίζελ με τις παραπάνω τεχνολογίες σε (b.lt) σε διάφορες χώρες παγκοσμίως απεικονίζετε στον Πίνακα 3.

Πίνακας 3: Παραγωγή Βιοντίζελ και Βιοαιθανόλης συγκριτικών χωρών

Table R6. Biofuels Production, Top 15 Countries plus EU, 2006		
Country	Fuel ethanol	Biodiesel
billion liters		
1. United States	18.3	0.85
2. Brazil	17.5	0.07
3. Germany	0.5	2.80
4. China	1.0	0.07
5. France	0.25	0.63
6. Italy	0.13	0.57
7. Spain	0.40	0.14
8. India	0.30	0.03
9. Canada	0.20	0.05
9. Poland	0.12	0.13
9. Czech Republic	0.02	0.15
9. Colombia	0.20	0.06
13. Sweden	0.14	—
13. Malaysia	—	0.14
15. United Kingdom	—	0.11
EU Total	1.6	4.5
World Total	39	6

Οι αριθμοί αναφέρονται στις δυναμικότητες που κάθε τεχνολογία μπορεί να κατασκευάσει (τα νούμερα είναι του 2007). Με δεδομένο ότι μέχρι 2011 κάθε χώρα πρέπει να αυξήσει την παραγωγή βιοντίζελ (όπως φαίνεται και στο παρακάτω Διάγραμμα 3),



Διάγραμμα 3

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Τι είναι η Βιοαιθανόλη.

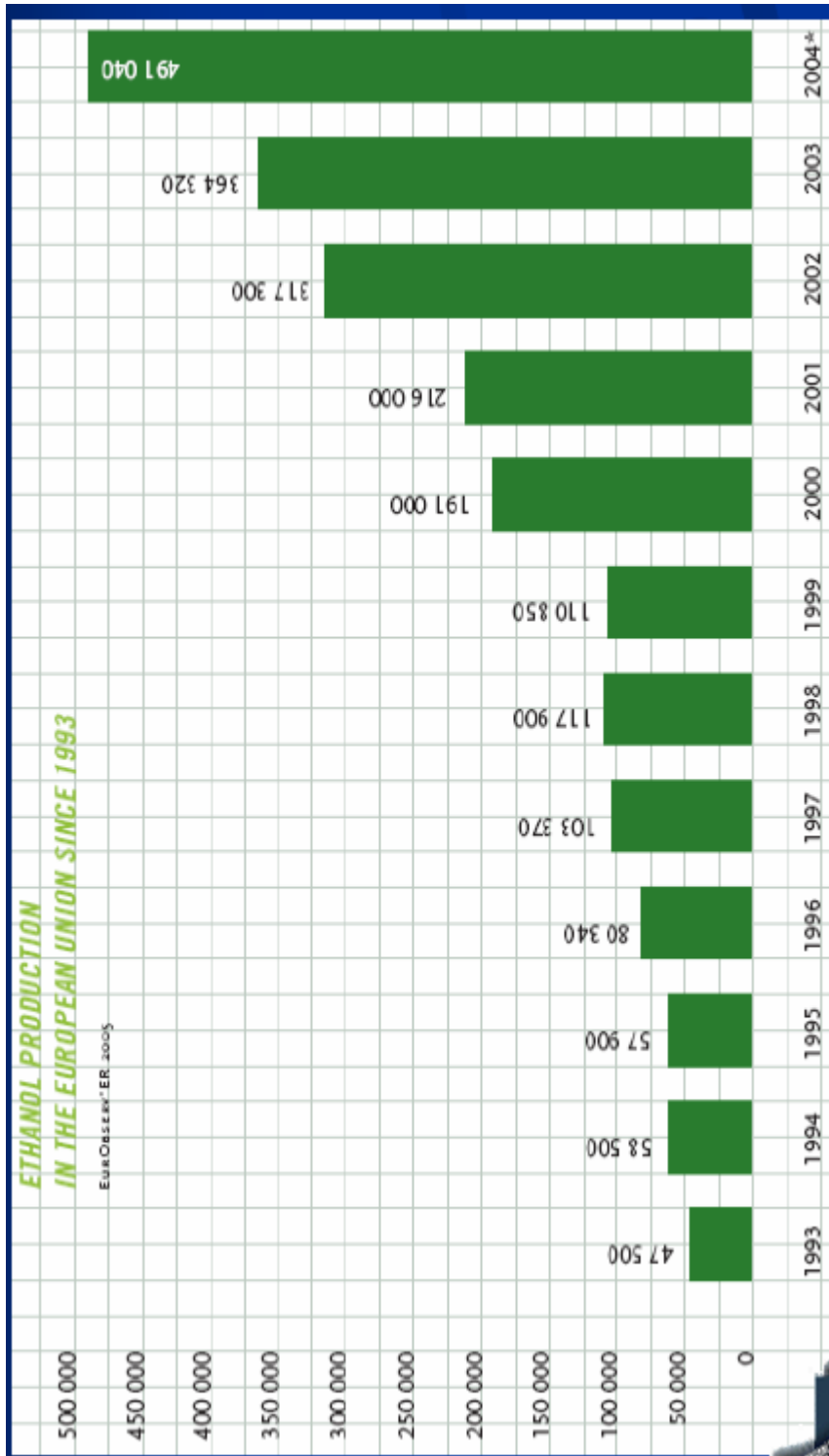
Το πρώτο καύσιμο που χρησιμοποιήθηκε ως υποκατάστατο της βενζίνης σε κινούμενα οχήματα είναι η βιοαιθανόλη. Η βιοαιθανόλη παράγεται κυρίως από την αλκοολική ζύμωση της ζάχαρης. Μπορεί επίσης να συντεθεί βιομηχανικά από την χημική αντίδραση του αιθυλενίου με ατμό.

Οι κύριες πηγές ζάχαρης που απαιτούνται για την παραγωγή αιθανόλης προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες, δηλ από καλλιέργειες που αναπτύσσονται ειδικά για ενεργειακούς σκοπούς. Οι καλλιέργειες αυτές μπορεί να είναι το σόργο, τα τεύτλα, το καλαμπόκι, το σιτάρι, τα άχυρα, το ξύλο ιτιάς και άλλων δέντρων, το πριονίδι, ο μίσχανθος, η αγριαγκινάρα και άλλες. Παράλληλα, βρίσκονται σε εξέλιξη έρευνες σχετικά με την αξιοποίηση των δημοτικών στερεών αποβλήτων για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Η 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 επιτυγχάνουμε επίσης τον εμπλουτισμού του καυσίμου μίγματος σε οξυγόνο, με αποτέλεσμα μια πιο ολοκληρωμένη καύση, άρα και μειωμένες εκπομπές επικίνδυνων καυσαερίων.

Οι Βραζιλία και ΗΠΑ παράγουν το 75% περίπου της αιθανόλης του πλανήτη με την εν λόγω βιομηχανία να γνωρίζει ραγδαία ανάπτυξη. Ήδη ακούγονται προτάσεις για δημιουργία καρτέλ αιθανόλης από τις δύο χώρες αντίστοιχου με τον ΟΠΕΚ. Επίσης, σε χώρες όπως η Κίνα και η Ινδία έχουν επίσης ξεκινήσει τεράστια προγράμματα ανάπτυξης της βιομηχανίας αιθανόλης. Πρόσφατα και η ρωσική κυβέρνηση ανακοίνωσε πρόγραμμα ανάπτυξης της βιομηχανίας αιθανόλης, επιδοτώντας την κατασκευή 30 νέων εργοστασίων συνολικής ετήσιας δυναμικότητας 2.000.000 τόνων.

Για την ΕΕ η βιομηχανία αιθανόλης είναι λιγότερο αναπτυγμένη, η παραγόμενη βιοαιθανόλη (Διαγραμμα 4) 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.



Διάγραμμα 4: Παραγωγή Βιοαιθανόλης στην ευρωπαϊκή ένωση.

Προς το παρόν, η βιομηχανία αιθανόλης είναι πρώιμη στην Ελλάδα, ενώ αναμένονται εξελίξεις σχετικά με τη μετατροπή από ζαχαρουργεία σε εργοστάσια βιοαιθανόλης, των εργοστασίων της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης σε Λάρισα και Ξάνθη.

Στην Ελλάδα οι ενεργειακές καλλιέργειες από τις οποίες μπορεί να παραχθεί βιοαιθανόλη είναι οι παραδοσιακές σιτάρι, κριθάρι, αραβόσιτος, ζαχαρότευτλα κι η καλλιέργεια του γλυκού σόργου.

Το δυναμικό παραγωγής βιοαιθανόλης των καλλιεργειών στην Ελλάδα, παρουσιάζεται στον Πίνακα 5 που ακολουθεί:

Πίνακας 5. Δυναμικό βιοαιθανόλης των καλλιεργειών στην Ελλάδα.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ (κιλά/στρέμμα)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ (λίτρα/στρέμμα)
ΣΙΤΑΡΙ	150 - 800	45 - 240
ΚΑΛΑΜΠΟΚΙ	900	270
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΟ	6.000	600
ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ	7.000 – 10.000	675 - 900

Πηγή: ΚΑΠΕ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα για την παραγωγή βιοαιθανόλης από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες (άχυρο, ξύλο). Μίγματα καυσίμου αιθανόλης με βενζίνη διακινούνται στην αγορά 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).

3.2 Καλλιέργειες για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

3.2.1 Γλυκό σόργο (Πίνακας 6)

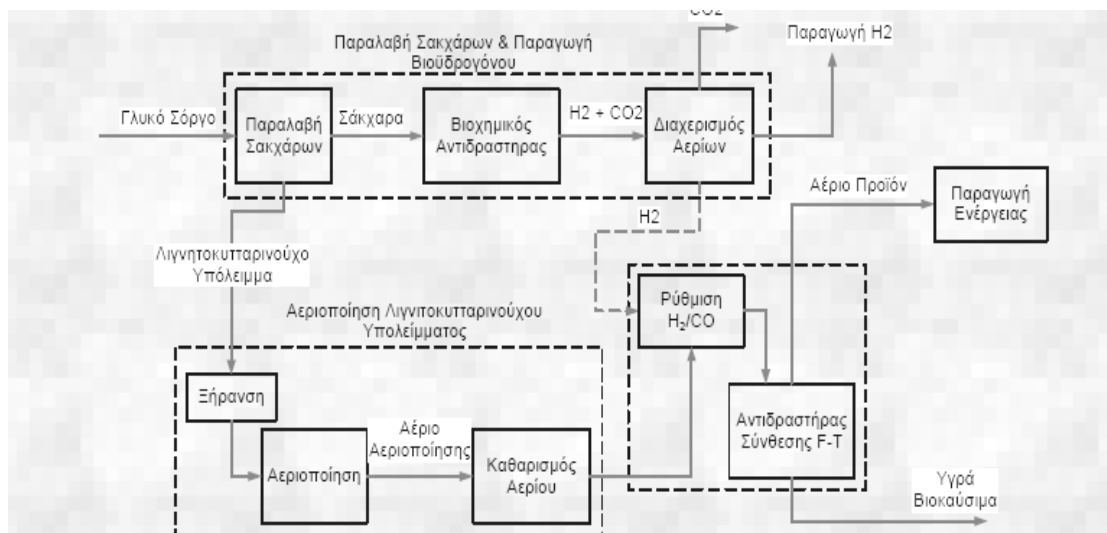
Οι αποδόσεις του γλυκού σόργου ποικίλουν, ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές, που εφαρμόζονται. Η απόδοση σε χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε από 5 έως 8 τόνους/στρέμμα ενώ σε μεμονωμένες περιπτώσεις παρατηρήθηκαν αποδόσεις που έφτασαν τους 14 τόνους/στρέμμα.

Πίνακας 6

Το Γλυκό Σόργο ως Ενεργειακή Καλλιέργεια

Γλυκό Σόργο		Προσεγγιστική Ανάλυση Υπολείμματος (% κβ επί ξηρού)		Στοιχειακή Ανάλυση Υπολείμματος (% κβ επί ξηρού)		
Σύσταση (% φρέσκο)	Στρεμματική απόδοση (tn φρέσκου / ha)					
Μίσχος	82%	103	Πτητικά	29,56	C	49,54
Φύλλα	17%	21	Σταθερός Άνθρακας	67,16	H	6,16
Λοιπά	1%	1,6	Καύσιμη Ύλη	96,72	N	0,90
Σύνολο		125,6	Τέφρα	3,28	S	0,00
Σάκχαρα με σφαίρεση	13%	16,3	Υγρασία	10,00	O*	40,12
			HHV επί ξηρού (kJ/kg)			18.900

Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, που βασίζονται στο χλωρό βάρος των στελεχών και στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, μπορεί να εξασφαλιστεί, θεωρητικά, μέση παραγωγή αιθανόλης 675 λίτρων/στρέμμα με την παρακάτω διεργασία που φαίνεται στο Σχήμα 4.



Η προτεινόμενη διεργασία αποτελείται από τα ακόλουθα 3 τμήματα:

1. Παραλαβή σακχάρων και παραγωγή βιοϋδρογόνου.
2. Αεριοποίηση λιγντοκυτταρινούχου υπολείμματος και καθαρισμός του αερίου.
3. Παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων.

Σχήμα 4: Παραγωγή Βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο.

3.2.2 Σιτάρι

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

Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση (σκληρό και μαλακό) ήταν 6,6 εκατομμύρια στρέμματα το σκληρό και 1,9 εκατομμύρια στρέμματα το μαλακό (2000), με παραγωγή 1,8 και 0.5 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα [ΕΣΥΕ, 2000]. Η συνολική παραγωγή του σιταριού στην Ελλάδα ξεπέρασε τα 2 εκατομμύρια τόνους το 2002, [ΕΣΥΕ].

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις σκληρού σιταριού κυμαίνονται από 150-800 κιλά/στρέμμα, και οι αντίστοιχες του μαλακού σιταριού κυμαίνονται από 200-900 κιλά/στρέμμα. Οι αποδόσεις σε σπόρο % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) και των δύο τύπων κυμαίνονται από 30-56%.

3.2.3 Κριθάρι

Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση ήταν 1,2 εκατομμύρια στρέμματα το 2000, με ετήσια παραγωγή 0,29 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα [ΕΣΥΕ, 2000]. Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις κριθαριού κυμαίνονται από 150-700 κιλά/στρέμμα, και οι αποδόσεις σε σπόρου % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 23-54%.

3.2.4 Ζαχαρότευτλα

Τα ζαχαρότευτλα χρησιμοποιούνται και σαν πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Γαλλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στον κόσμο. Εκτιμάται ότι το 2003, το 80% (226.400 τόνοι) της παραγόμενης βιοαιθανόλης προήλθε από ζαχαρότευτλα, και το υπόλοιπο από άλλα δημητριακά φυτά.

Η συνολική παραγωγή τους και η καλλιεργούμενη έκταση αυξήθηκαν βαθμιαία (0,40 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 0,48 εκατομμύρια στρέμματα το 2000), με μια ετήσια παραγωγή των 2,6 εκατ. τόνων και των 3,0 εκατ. τόνων, αντίστοιχα [Πηγή: ΕΣΥΕ].

Σύμφωνα με την EB2, οι ελληνικές μέσες αποδόσεις ζαχαρότευτλων ανέρχονται σε 6.760 κιλά/ στρέμμα. Από 1 στρέμμα ζαχαρότευτλα παράγονται κατά μέσο όρο 600 λίτρα βιοαιθανόλης.

3.2.5 Αραβόσιτος

Στην Ελλάδα, ο αραβόσιτος θεωρείται σημαντικό φυτό κι η καλλιέργειά του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση παρέμεινε σχεδόν σταθερή την τελευταία δεκαετία (2,3 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 2,2 εκατομμύρια στρέμματα το 2000), με ετήσια παραγωγή 2,3 και 2,1 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα [Πηγή: ΕΣΥΕ, 2000].

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις αραβοσίτου κυμαίνονται από 600- 1800 κιλά/ στρέμμα.

3.3 ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

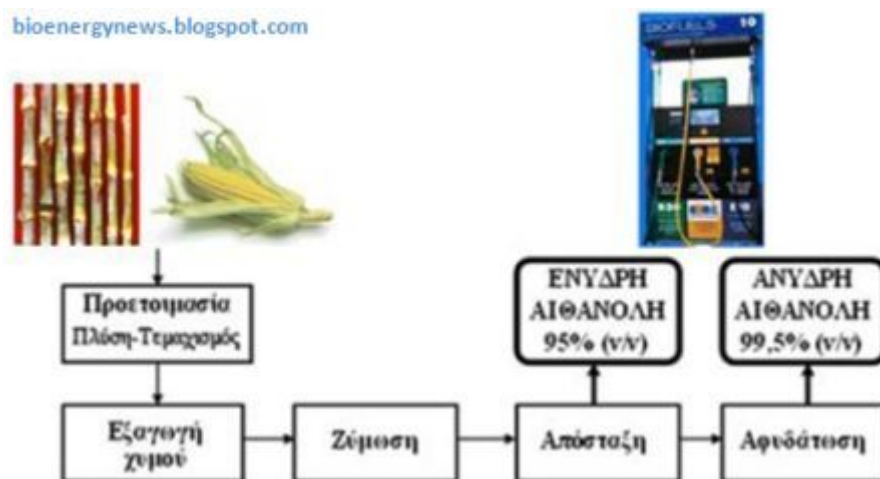
Η παραγωγή αιθανόλης από άμυλο (δημητριακά, καλαμπόκι) ή σάκχαρα (ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλα, γλυκό σόργο) είναι απλή και γίνεται μέσω αλκοολικής ζύμωσης (Σχήμα 5). Τα εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης είναι ουσιαστικά τεράστια αποστακτήρια.

Στην περίπτωση που πρώτη ύλη είναι το ζαχαροκάλαμο ή το γλυκό σόργο, 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.

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 5: Διάγραμμα ροής της παραγωγής αιθανόλης

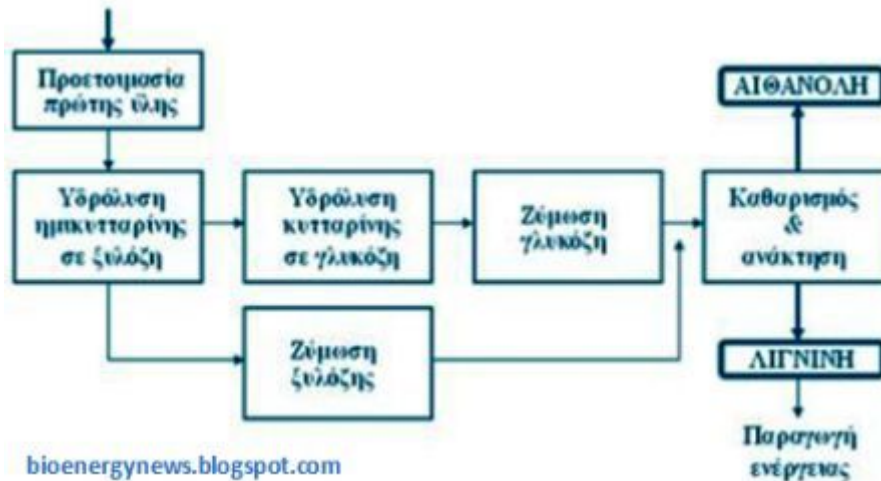
3.4 ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΓΕΝΙΑΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΑΠΟ ΚΥΤΤΑΡΙΝΗ

Τα τελευταία χρόνια υπάρχει έντονη ερευνητική δραστηριότητα για την παραγωγή δεύτερης γενιάς βιοαιθανόλης αλλά σε βιομηχανική κλίμακα βρίσκεται προς το παρόν σε πιλοτικό στάδιο.

Η παραγωγή αιθανόλης θα είναι από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες όπως γεωργικά υπολείμματα (άχυρο, βαμβακοστελέχη κτλ), υπολείμματα υλοτομίας (πχ πριονίδια), οικιακά απορρίμματα και προϊόντα χαρτιού καθώς και από ταχουαυξή μη διατροφικά φυτά με πολύ μεγάλη στρεμματική παραγωγή βιομάζας όπως ινώδες σόργο, καλάμι, αγριαγκινάρα και κεχρί (switch grass)

Η νέα αυτή μέθοδος βασίζεται στην αξιοποίηση της κυτταρίνης και ημικυτταρίνης. Επειδή δεν είναι δυνατή η απευθείας ζύμωση των πολυσακχαριτών αυτών, πρέπει να γίνει διάσπασή τους σε απλά σάκχαρα. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο ήταν δυνατή η παραγωγή 7,6 λίτρων αιθανόλης ανά 100 κιλά ξύλου.

Το πρώτο στάδιο της παραγωγής περιλαμβάνει υδρόλυση της κυτταρίνης με τη χρήση οξέος (πχ θειικό οξύ) ή ενζύμων και παραγωγή μίγματος γλυκόζης και ξυλόζης. Στη συνέχεια τα σάκχαρα ζυμώνονται και παράγεται αιθανόλη όπως φαίνεται στο σχήμα 6.



Σχήμα 6: Διάγραμμα ροής της παραγωγής αιθανόλης από λιγνοκυτταρινούχες πρώτες ύλες

Η ενζυμική υδρόλυση γίνεται με ένζυμα (κυτταρινάσες) που παράγονται από μύκητες, βακτήρια και πρωτόζωα. Επίσης έρευνα γίνεται και στον τομέα παραγωγής βιοαιθανόλης από άλγη (φύκια) τα οποία αποτελούν μια εξαιρετικά παραγωγική πηγή βιομάζας και μάλιστα χωρίς τη χρήση αγροτικών εκτάσεων. Ήδη αρκετές εταιρείες και ερευνητικά κέντρα αναπτύσσουν ή βελτιώνουν μεθόδους φυκοκαλλιέργειας και παραγωγής βιοκαυσίμου.

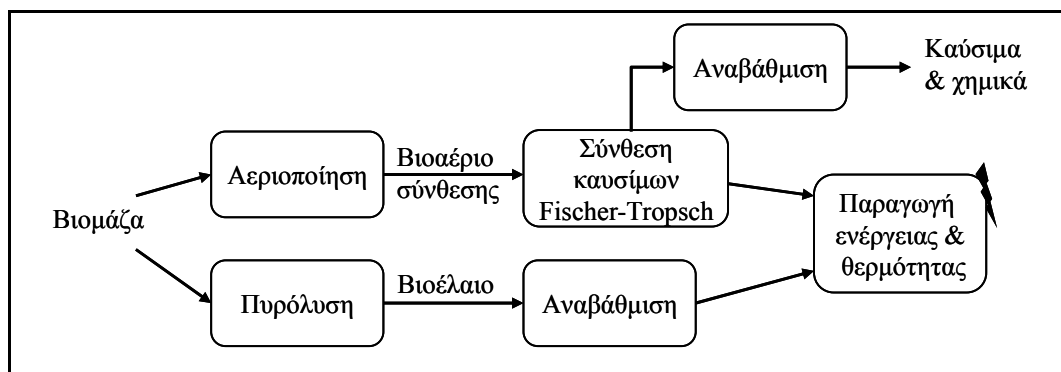
Τέλος, έρευνα γίνεται και για την παραγωγή αιθανόλης από φυτά όπως το γλυκό σόργο και το ζαχαροκάλαμο, με ταυτόχρονη ζύμωση (one-step) σακχάρων και κυτταρίνης. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιούνται μίγματα καλλιεργειών μικροοργανισμών, όπως για παράδειγμα μίγμα *Fusarium oxysporum* και στελεχών *Saccharomyces cerevisiae*. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο η παραγωγή αλκοόλης από την καλλιέργεια του σόργου ανέρχεται σε 1000-1100 λίτρα/στρέμμα όταν με απλή ζύμωση του σακχαρούχου χυμού αναμένονται αποδόσεις 650-900 λίτρα/στρέμμα. Με παρόμοιες τεχνικές η στρεμματική απόδοση βιοαιθανόλης από καλαμπόκι αναμένεται να διπλασιαστεί με αξιοποίηση της κυτταρίνης του βλαστού και των φύλλων του.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 Συνθετικά βιοκαύσιμα

Τα συνθετικά βιοκαύσιμα είναι τα βιοκαύσιμα που παράγονται με πρωτοποριακές διεργασίες και από περισσότερους τύπους βιομάζας από ότι τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς. Τα κυριότερα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς συνοψίζονται στον Πίνακα 7. Στα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς ανήκουν τα συνθετικά βιοκαύσιμα που παράγονται από θερμοχημικές και καταλυτικές διεργασίες όπως πυρόλυση, εξαέρωση, και Fischer-Tropsch. 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. Παρακάτω θα αναφερθούν με περισσότερες λεπτομέρειες οι διεργασίες Fischer-Tropsch και πυρόλυση βιομάζας Εικόνα 5, στις οποίες δραστηριοποιείται το Εργαστήριο Περιβαλλοντικών Καυσίμων και Υδρογονανθράκων (ΕΠΚΥ) του Εθνικού Κέντρου Έρευνας και Τεχνολογικής Ανάπτυξης (ΕΚΕΤΑ).

Πίνακας 7: Πρωτοποριακά βιοκαύσιμα ή βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς		
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
Βιο-MTBE	MTBE	Σύνθεση
Βιοδιμέθυλαιθέρας	DME	Εξαέρωση, wgs, σύνθεση
Βιουδρογόνο	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



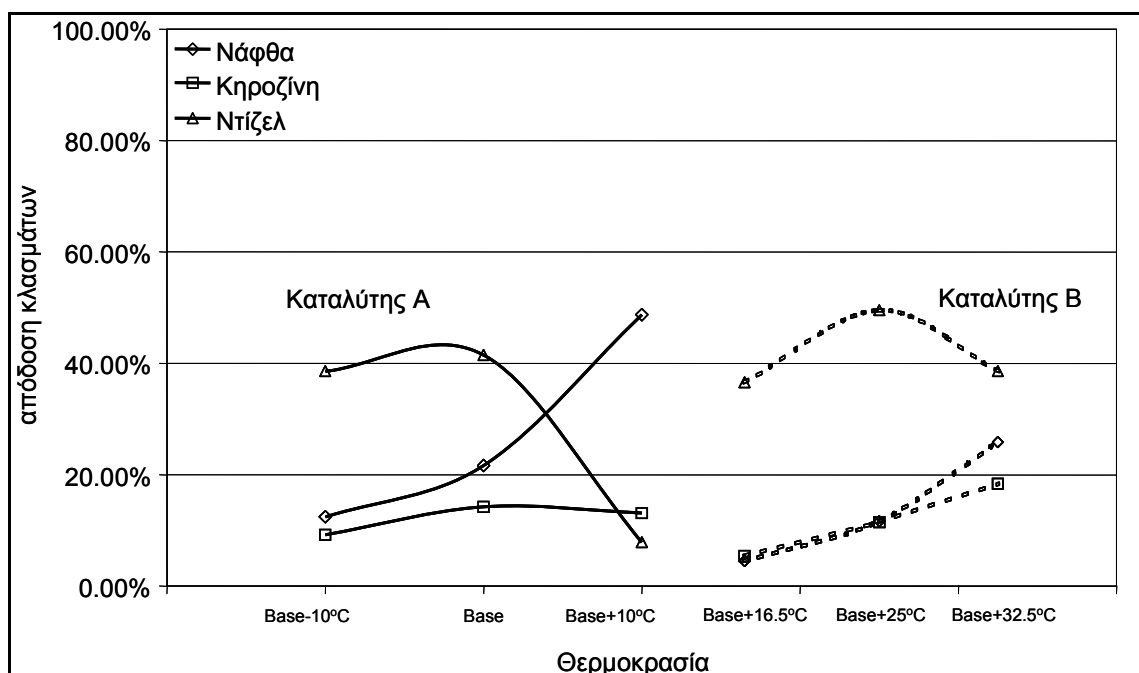
Εικόνα 5: Διεργασίες παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς, Fischer-Tropsch και πυρόλυση βιομάζας

4.1 Παραγωγή Βιοκαυσίμων με τη μέθοδο Fischer-Tropsch

Η διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμων με τη μέθοδο Fischer-Tropsch είναι μια διεργασία μετατροπής βιομάζας σε υγρά καύσιμα (Biomass To Liquid ή BTL), όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Η βιομάζα έρχεται σε επαφή με αέρα και πυρολύεται. Το παραγόμενο αέριο και κοκ περνάει στη συνέχεια στον αεροποιητή και το παραγόμενο βιοαέριο σύνθεσης, αφού καθαριστεί και αποθειωθεί, διέρχεται μέσα από αντιδραστήρα Fischer-Tropsch. Εκεί το βιοαέριο σύνθεσης ($\text{CO} + \text{H}_2$) αντιδρά καταλυτικά και συνθέτει ένα μίγμα αλιφατικών υδρογονανθράκων που αποτελείται από ελαφρούς υδρογονάνθρακες (C_1 και C_4), νάφθα (C_5 και C_{11}), ντίζελ (C_{12} και C_{20}) και κηρό ($>\text{C}_{20}$). Η απόδοση της αντίδρασης Fischer-Tropsch εξαρτάται από τον καταλύτη που χρησιμοποιείται και τις παραμέτρους λειτουργίας, ωστόσο η απόδοση σε υγρά προϊόντα (νάφθα, ντίζελ και FT-κηρό) ανέρχεται στο 95%. Η παραγόμενη νάφθα και ντίζελ αποτελούν βιοκαύσιμα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν αναλόγως με τα αντίστοιχα ορυκτά καύσιμα. Ο FT-κηρός ωστόσο πυρολύεται με τη βοήθεια υδρογόνου και το παραγόμενο προϊόν δίνει ένα εύρος προϊόντων όπως νάφθα, ντίζελ κτλ.

Η διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμων Fischer-Tropsch αποτελεί μία ιδιαίτερα υποσχόμενη διεργασία. Είναι μία αρκετά ευέλικτη διεργασία τόσο ως προς τους τύπους βιομάζας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν όσο και ως προς το εύρος των προϊόντων και των αποδόσεών τους. Συγκεκριμένα μπορεί να χρησιμοποιηθεί φυτική βιομάζα ή αγροτικά απόβλητα, καθώς επίσης και βιολογικά αστικά και βιομηχανικά απόβλητα. Επιπλέον οι αποδόσεις της διεργασίας σε διάφορα προϊόντα (νάφθα, κηροζίνη, ντίζελ κτλ) μπορεί να διαφοροποιηθεί εύκολα κάθε φορά που διαφοροποιούνται και οι τιμές ή οι απαιτήσεις για καύσιμα (π.χ. περισσότερο ντίζελ το χειμώνα, περισσότερη βενζίνη το καλοκαίρι κτλ). Αξίζει επίσης να σημειωθεί η συγκεκριμένη διεργασία BTL βρίσκεται σήμερα σε πιλοτικό στάδιο. Ωστόσο μια παρόμοια διεργασία σύνθεσης αερίου χρησιμοποιείται σήμερα για την παραγωγή καυσίμων από φυσικό αέριο ή GTL (Gas To Liquid).

Στο ΕΚΠΥ έχει κατασκευαστεί μία μονάδα υδρογονοπυρόλυσης για την αναβάθμιση του FT-κηρού σε βιοκαύσιμα. Η μονάδα αυτή αποτελείται από δύο αντιδραστήρες σταθεράς κλίνης εν σειρά πιλοτικής κλίμακας δυναμικότητας 30-800ml/hr υγρής τροφοδοσίας. Στα πλαίσια ευρωπαϊκών ερευνητικών προγραμμάτων το ΕΚΠΥ έχει παράγει σημαντικές ποσότητες βιοκαυσίμων (νάφθα, κηροζίνη, ντίζελ) από FT-κηρό και έχει συγκρίνει διάφορους καταλύτες υδρογονοπυρόλυσης για τους ποιο αποτελεσματικούς όσον αφορά την απόδοση προϊόντων. Στην Εικόνα 6 δίνεται ένα παράδειγμα αξιολόγησης καταλυτών από το οποίο διαφαίνεται τόσο η ανάγκη αξιολόγησης καταλυτών αφού αυτοί δίνουν πολύ διαφορετικές αποδόσεις, αλλά και η σημασία της επιλογής κατάλληλων λειτουργικών συνθηκών για τη βελτιστοποίηση της διεργασίας.



Εικόνα 6: Συγκριτική αξιολόγηση δύο καταλυτών υδρογονοπυρόλυσης ως προς την απόδοση των προϊόντων

4.3 Παραγωγή Βιοκαυσίμων με Πυρόλυση Βιομάζας

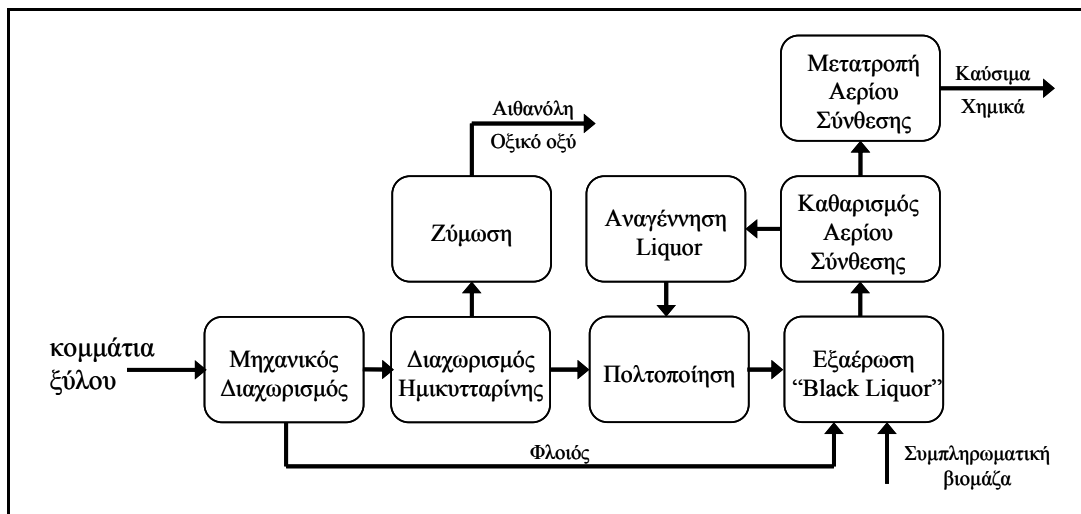
Η πυρόλυση βιομάζας είναι η διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμων δεύτερης γενιάς που απασχολεί ερευνητικά το ΕΠΚΥ. Όπως φαίνεται στην Εικόνα 4 η βιομάζα έρχεται σε επαφή με άζωτο που μεταφέρει τον καταλύτη και ανέρχεται στον αντιδραστήρα (riser). Το προϊόν σε αέρια φάση περνά από ένα σύστημα κυκλώνων και φίλτρων από το οποίο διαχωρίζεται ο καταλύτης. Στη συνέχεια το αέριο προϊόν ψύχεται και αφού περάσει από ένα ισοσταθμιστή συλλέγεται το υγρό προϊόν (~85% κ.β.) το οποίο αποτελεί το βιοέλαιο που αποτελεί το παραγόμενο βιοκαύσιμο. Η μονάδα αυτή έχει δυναμικότητα 5-20 gr/min βιομάζας.

Η βιομάζα θερμαίνεται σε υψηλές θερμοκρασίες απουσία αέρα, χωρίς να καεί για παραγωγή στερεών, υγρών και αερίων καυσίμων (ξυλάνθρακα, βιοαέριο και αέρια χαμηλής και μέσης θερμογόνου δύναμης). Τα προϊόντα της πυρόλυσης όπως είναι τα υγρά καύσιμα (αιθανόλη, βιοντήζελ κι άλλα) μπορούν να αντικαθιστούν εν μέρει το πετρέλαιο ή τη βενζίνη.

4.4 Βιοδιυλιστηρία

Το βιοδιυλιστήριο είναι μία μονάδα παραγωγής που συγκεντρώνει διεργασίες μετατροπής βιομάζας σε καύσιμα, ενέργεια και χημικά. Η αρχή του σχεδιασμού τους βασίζεται στην εκμετάλλευση των διαφορετικών ιδιοτήτων των συστατικών της βιομάζας και των ενδιάμεσων προϊόντων. Τα βιοδιυλιστήρια, πέρα των βιοκαυσίμων και των χημικών, παράγουν επίσης ενέργεια, είτε για αυτονομία της διεργασίας είτε προς εμπορική εκμετάλλευση. Τα τυπικά βιοδιυλιστήρια αποτελούνται από δύο παράλληλες διεργασίες μετατροπής βιομάζας, μία θερμοχημική και μία βιοχημική. Κατά τη θερμοχημική διεργασία η βιομάζα εξαερώνεται και το παραγόμενο αέριο σύνθεσης μετατρέπεται σε καύσιμα και χημικά, ενώ ένα μέρος του χρησιμοποιείται για την παραγωγή ενέργειας. Κατά τη βιοχημική διεργασία τα συστατικά κυτταρίνης και ημικυτταρίνης της βιομάζας μετατρέπονται σε σάκχαρα με κατάλληλα ένζυμα και στη συνέχεια με ζύμωση λαμβάνεται βιοαιθανόλη που χρησιμοποιείται ως καύσιμο ή ως αλκοόλη. Το υπόλειμμα της βιοχημικής διεργασίας καίγεται για την παραγωγή θερμότητας ή και ενέργειας.

Τα βιοδιυλιστήρια εξειδικεύονται ανάλογα με τον τύπο της βιομάζας που χρησιμοποιούν. Τα δασικά βιοδιυλιστήρια αποτελούν πολύ υποσχόμενες μονάδες που μπορούν εύκολα να συμπεριληφθούν σε χαρτοβιομηχανικές εγκαταστάσεις. Το σημαντικότερο κίνητρο για την εγκατάσταση δασικών βιοδιυλιστηρίων σε χαρτοβιομηχανικές εγκαταστάσεις είναι η δυνατότητα εκμετάλλευσης του υπολείμματος της χαρτοβιομηχανίας που αποτελεί το 40-60% της πρώτης ύλης, το οποίο ως επί το πλείστον απλά καίγεται. Επίσης τα δασικά βιοδιυλιστήρια μπορούν να χρησιμοποιήσουν την υπάρχουσα υποδομή συλλογής και επεξεργασίας ξύλου, ενώ μπορούν να βοηθήσουν και στις ανάγκες ενέργειας της χαρτοβιομηχανίας με την παράλληλη παραγωγή ενέργειας. Στην Εικόνα 7 δίνεται ένα τυπικό δασικό διυλιστήριο.



Εικόνα 7: Τυπικό διάγραμμα δασικού διυλιστηρίου

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5.1 ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΑ ΚΑΥΣΙΜΑ

Τα βιοκαύσιμα προερχόμενα 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 προέλευση 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

Σε μια προσπάθεια να προωθήσει την χρήση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών στην Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την κοινοτική οδηγία 2003/30/EK. Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/EK βιοκαύσιμα θεωρούνται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα όπου βιομάζα είναι το βιοαπικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών ουσιών), δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαπικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων. Σύμφωνα με την ίδια οδηγία 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 ορίζεται 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.

Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται συχνά πιθανές εναλλακτικές λύσεις στη βενζίνη και στο πετρέλαιο. Μπορούν να μειώσουν την εξάρτηση του τομέα των μεταφορών από τα ορυκτά καύσιμα και συνεπώς τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου.

5.1.1 Πετρέλαιο κίνησης:

Το πετρέλαιο κίνησης είναι μεσαίο απόσταγμα του αργού πετρελαίου (160-360°C) που χρησιμοποιείται ως καύσιμο των μηχανών ντίζελ. Είναι μίγμα υδρογονανθράκων που περιέχουν 9 έως 20 άτομα C.

Η ποιότητά του ορίζεται και ελέγχεται με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 590:2004 (ΦΕΚ 1149/Β/17-8-2005) που επιτρέπει την ανάμιξή του με το βιοντίζελ FAME σε ποσοστά μέχρι 5 % κ.ό.

5.1.2 Βιοντίζελ FAME:

Το βιοντίζελ FAME (Fatty Acid Methyl Esters) είναι προϊόν της διεργασίας μετεστεροποίησης φυτικών ελαίων ή ζωικών λιπών με μεθανόλη παρουσία καταλύτη (βάση ή οξύ).

Είναι μίγμα μεθυλεστέρων λιπαρών οξέων με 16-18 άτομα C, κυρίως, περιοχή σημείων ζέσης μεταξύ 330 και 360 °C, και καθαρότητα μεγαλύτερη από 96,5 % κ.β.

Η ποιότητα του βιοκαυσίμου (προδιαγραφές και μέθοδοι ελέγχου) ορίζεται και ελέγχεται με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 14214:2003. Το βιοντίζελ FAME μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο μηχανών ντίζελ είτε αυτούσιο (ΦΕΚ 713/Β/26-5-2005), είτε σε μίγματα με το πετρέλαιο κίνησης (ΦΕΚ 1149/Β/17-8-2005).

5.2 ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΕΣ

5.2.1 Πετρέλαιο κίνησης - ΕΛΟΤ EN 590:2004

Περιλαμβάνει ιδιότητες και όρια που αφορούν στη συμπεριφορά του ορυκτού καυσίμου στη μηχανή ντίζελ, κατά τη μεταφορά και αποθήκευσή του και στην τήρηση των περιβαλλοντικών όρων.

5.2.2 Βιοντίζελ FAME - ΕΛΟΤ EN 14214:2003

Περιλαμβάνει τις εξής ιδιότητες:

- Πετρελαίου κίνησης,
- ελαίων,
- καθαρότητα,
- βαθμό ακορεστότητας,
- οξύτητα,
- οξειδωτική σταθερότητα.

Με ειδικές αναλύσεις φαίνεται η περιεκτικότητα του σε μεθανόλη, γλυκερόλη, υπολείμματα καταλύτη, ασβέστιο, μαγνήσιο και φώσφορο.

5.3 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του Βιοντίζελ είναι οι εξής:

- α) *Ποιότητα α' υλών*
- β) *Τύπος ελαίου:*
Σογιέλαιο, κραμβέλαιο, ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο, χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια, είδος, αναλογία και βαθμός ακορεστότητας των εστέρων.
- γ) *Καθαρότητα ελαίου, μεθανόλης.*
- δ) *Περιεκτικότητες σε νερό, ελεύθερα λιπαρά οξέα, φώσφορο, μη σαπωνοποιησιμα υλικά.*
- ε) *Απόδοση της αντίδρασης μετεστεροποίησης των ελαίων.*
- στ) *Αποδόσεις των διεργασιών διαχωρισμού / καθαρισμού του βιοντίζελ από:*
 - τη γλυκερίνη
 - τη μεθανόλη
 - τα υπολείμματα καταλύτη / σαπώνων.
- ζ) *Παρουσία βελτιωτικών προσθέτων (CFPP, οξειδωτική σταθερότητα).*

5.4 ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα του πετρελαίου κίνησης είναι οι εξής:

- α) *Μίγμα αργών πετρελαίων που χρησιμοποιούνται ως τροφοδοσία της ατμοσφαιρικής απόσταξης.*
- β) *Περαιτέρω υδρογονοκατεργασία των κλασμάτων της ατμοσφαιρικής απόσταξης που αποτελούν το πετρέλαιο κίνησης, για την απομάκρυνση του θείου, του αζώτου και τη μείωση της περιεκτικότητας σε αρωματικές ενώσεις.*
- γ) *Χρήση βελτιωτικών προσθέτων (CFPP, Λιπαντικότητα).*

5.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ – ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία:

- **Το βιοντίζελ υπερτερεί σε σύγκριση με το πετρέλαιο κίνησης ως προς:**
 - α) την ασφάλεια στη μεταφορά, αποθήκευση και χρήση (υψηλότερο σημείο ανάφλεξης),
 - β) την τήρηση των περιβαλλοντικών όρων (χαμηλότερο θείο, απουσία αρωματικών ενώσεων),
 - γ) τη λιπαντικότητα.

- **Το βιοντίζελ μειονεκτεί ως προς:**
 - α) την ποιότητα ανάφλεξης στον κινητήρα ντίζελ σε ορισμένες περιπτώσεις (μικρότερος αριθμός κετανίου),
 - β) την οξειδωτική σταθερότητα,
 - γ) τη συμπεριφορά στις χαμηλές θερμοκρασίες σε ορισμένες περιπτώσεις (σημείο απόφραξης ψυχρού φίλτρου(CFPP)).

5.5 ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΗΣ ΑΝΑΜΙΞΗΣ ΤΟΥ ΠΕΤΡΕΛΑΙΟΥ ΚΙΝΗΣΗΣ ΜΕ ΤΟ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ:

Η ανάμιξη βιοντίζελ / πετρελαίου κίνησης σε ποσοστό του βιοκαυσίμου μέχρι 5 % κ.ό. προκαλεί:

- σημαντική βελτίωση στη λιπαντικότητα
- μείωση της οξειδωτικής σταθερότητας
- μικρή ή αμελητέα επιδείνωση της συμπεριφοράς στις χαμηλές θερμοκρασίες
- ενώ δεν αναμένονται σημαντικές μεταβολές στις υπόλοιπες ιδιότητες των μιγμάτων σε σύγκριση με το πετρέλαιο κίνησης.

5.6 ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ ΚΑΙ ΒΕΝΖΙΝΗ

5.6.1 Βιοαιθανόλη

Η βιοαιθανόλη είναι προϊόν της αλκοολικής ζύμωσης των σακχάρων που προέρχονται σακχαρούχα, αμυλούχα ή κυτταρινούχα υλικά ή απόβλητα διαφόρων βιομηχανιών.

Η ποιότητα του βιοκαυσίμου ως προσθέτου της βενζίνης σε ποσοστά μέχρι 5 % κ.ό. (προδιαγραφές και μέθοδοι ελέγχου) περιγράφεται από το σχέδιο προτύπου prEN 15376:2006.

Η χρήση της βιοαιθανόλης σε εμπορικά μίγματα με τη βενζίνη είναι περιορισμένη ενώ έχει ξεκινήσει από το 1985 στη Σουηδία, από το 1987 στη Γαλλία και από το 1990 στην Πολωνία. Οι οξυγονούχες ενώσεις που χρησιμοποιούνται συνήθως ως πρόσθετα της βενζίνης είναι οι αιθέρες MTBE (Methyl Tert Butyl Ether) και ETBE (Ethyl Tert Butyl Ether) (EN 228).

Η χρήση της βιοαιθανόλης ως προσθέτου της βενζίνης αποτελεί ελκυστική εναλλακτική λύση λόγω της περιορισμένης δυναμικότητας παραγωγής ETBE και των επιφυλάξεων ως προς τη χρήση του MTBE λόγω μόλυνσης του υπόγειου υδροφόρου ορίζοντα (ΗΠΑ).

Η χρήση της βιοαιθανόλης ευνοείται από την Ενεργειακή Πολιτική της Ε.Ε. Κύρια πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης σε σχέση με τη βενζίνη είναι ότι θεωρητικά είναι CO₂-ουδέτερη, κατά την καύση της εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποδομήσιμη 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 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.

5.6.2 Προδιαγραφές βιοαιθανολης

Οι προδιαγραφές της Βιοαιθανόλης φαίνονται στον Πίνακα 8.

Πίνακας 8: Προδιαγραφές βιοαιθανολης

Α/Α	ΑΝΑΛΥΣΗ	ΜΟΝΑΔΕΣ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Αιθανόλη και υψηλότερες	% m/m	98,7	κεκορεσμένες αλκοόλες
2	Υψηλότερες κεκορεσμένες	% m/m	2,0	(C3-C5) μονοαλκοόλες
3	Μεθανόλη	% m/m	1,0	
4	Νερό	% m/m	0,3	Συμπεριφορά του καυσίμου
5	Χλωριόντα	mg/l	20	
6	Χαλκός	mg/kg	0,1	Βενζινοκινητήρας
7	Ολική οξύτητα (ως οξικό οξύ)	% m/m	0,007	
8	pHe		6,5 - 9,0	Εμφάνιση Καθαρό και διαυγές
9	Φώσφορος	mg/l	0,5	
10	Μη πτητικό υλικό	mg/100ml	10	
11	Ολικό θείο	mg/kg	10,0	Περιβαλλοντικοί όροι

5.6.3 Βενζίνη

Η βενζίνη είναι προϊόν διύλισης του αργού πετρελαίου που χρησιμοποιείται ως καύσιμο των βενζινοκινητήρων. Είναι μίγμα υδρογονανθράκων με 5 έως 10 άτομα C και περιοχή σημείων ζέσης μεταξύ 25 και 210°C.

Η ποιότητά της ορίζεται και ελέγχεται με βάση το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 228:2004 (ΦΕΚ 1149/Β/2005,332/Β/2004,410/Β/2001).

Το ίδιο πρότυπο επιτρέπει την προσθήκη οξυγονούχων ενώσεων στη βενζίνη, όπως αλκοολών και αιθέρων, για την αύξηση του αριθμού οκτανίου. Η χρήση της αιθανόλης επιτρέπεται σε ποσοστά μέχρι 5 % κ.ό. χωρίς να διευκρινίζεται η προέλευσή της, βιολογική ή μη.

5.6.4 Προδιαγραφές αμολυβδης βενζίνης 95 ron – ελοτ εν 228:2004

Οι προδιαγραφές της Βενζίνης φαίνονται στον Πίνακα 9.

Α/Α	ΑΝΑΛΥΣΗ	ΜΟΝ ΑΔΕΣ	ΠΡΟΔΙΑΓΡΑΦΗ	ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ
1	Πυκνότητα (15°C)	kg/m ³	720 - 775	Διακίνηση
2	Ερευνητικός αριθμός οκτανίου	RON	95	
3	Αριθμός οκτανίου μηχανής	MON	85	
4	% κ.ό. εξατμισθέν @ 70°C	% v/v	Θερινή περίοδος 20 - 48 Χειμερινή περίοδος 22 - 50	
5	% κ.ό. εξατμισθέν @ 100°C	% v/v	46 - 71	
6	%κ.ό. εξατμισθέν @ 150°C	% v/v	75	
7	Τελικό σημείο ζέσης	°C	210	
8	Υπόλειμμα	% v/v	2	
9	Τάση ατμών @ 100°F βενζινοκινητήρα	kPa	Θερινή περίοδος 45 - 60 Χειμερινή περίοδος 50 - 80	
10	Δείκτης ατμόφραξης, VLI=10VP+7E70		1050	
11	Κομμιώδη	mg/10 0ml	5	
12	Διάβρωση ελάσματος χαλκού		rating class 1	Εμφάνιση Καθαρή και διαυγής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 ΜΕΛΕΤΗ ΣΤΗΝ ΧΡΗΣΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΣΕ ΜΗΧΑΝΕΣ ΟΧΗΜΑΤΩΝ

Η μελέτη πραγματοποιήθηκε από το Εργαστήριο Θερμοδυναμικής του Τμήματος Μηχανολόγων Μηχανικών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Ο σκοπός της μελέτης περιγράφεται παρακάτω:

- α) Χρήση μίγματος καυσίμου ντίζελ / βιοντίζελ σε όχημα με μηχανή ντίζελ.
- β) Προσδιορισμός εκπομπών CO, NO, HC CO, και αιθάλης.
- γ) Επίδραση χρήσης στην κατανάλωση του καυσίμου.

Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν δύο είδη βιοντίζελ (από βαμβακέλαιο και ηλιέλαιο) ως καύσιμα μίγματα με συμβατικό ντίζελ σε ποσοστά 5% κ.ο. και 10% κ.ο. βιοντίζελ.

Μετρήθηκαν οι ιδιότητες των καυσίμων όπως το ιξώδες, η πυκνότητα, το σημείο ροής, το σημείο ανάφλεξης και η θερμογόνος δύναμη του καυσίμου.

Πραγματοποιήθηκε μια σειρά μετρήσεων πεδίου σε όχημα, λεωφορείο μεταφοράς προσωπικού, (IVECO), με μηχανή ντίζελ 2,5L.

Επίσης πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις με καθαρό συμβατικό ντίζελ για λόγους σύγκρισης.

6.2 ΣΥΣΤΗΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ:

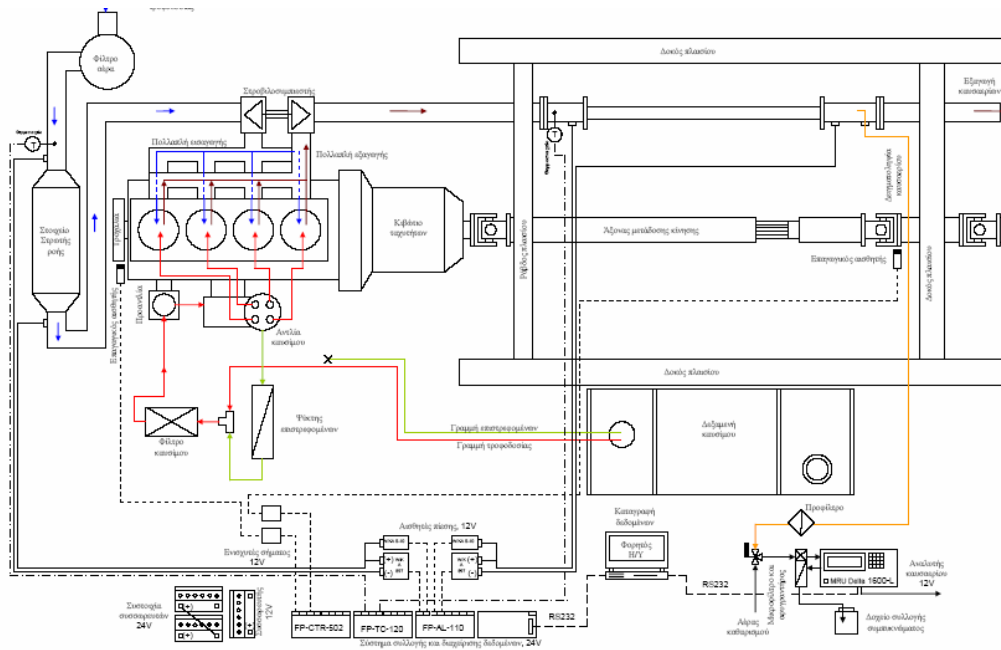
Το σύστημα μετρήσεων απεικονίζεται στην εικόνα 8. Στο όχημα εγκαταστάθηκαν αισθητήρες για την καταγραφή:

- της κίνησης του οχήματος,
- της λειτουργίας του κινητήρα,
- της συγκέντρωσης των εκπεμπόμενων ρύπων.

Σε κάθε διαδρομή καταγράφονταν:

- η ταχύτητα του οχήματος,
- ο αριθμός των στροφών του κινητήρα,
- η ροή του εισερχομένου αέρα,

- η κατανάλωση του καυσίμου.



Εικόνα 8: Σύστημα μετρήσεων για τη υφιστάμενη μελέτη

6.3 ΟΧΗΜΑ ΔΟΚΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΙΣΘΗΤΗΡΕΣ

Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα φαίνεται στις παρακάτω εικόνες (Εικόνες 9-12).



Εικόνα 9: Το όχημα που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα



Αισθητήρας ταχύτητας



**Αισθητήρας
στροφών**



Εικόνες 10 – 12: Διάφορα όργανα για την διαδικασία του πειράματος

6.4 ΠΛΑΤΦΟΡΜΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

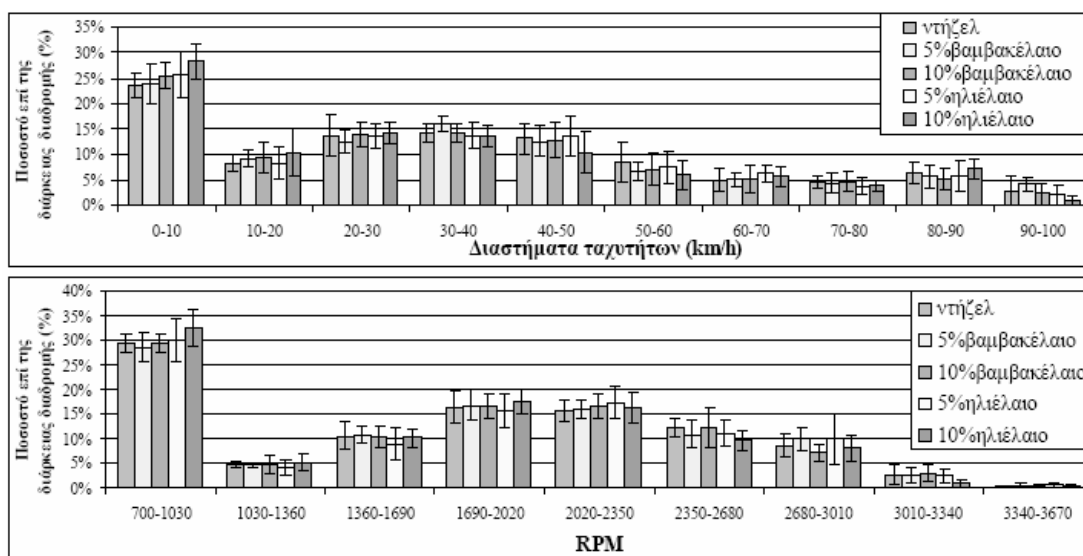
Τα διάφορα συστήματα όπως το σύστημα καταγραφής και ανάλυσης δεδομένων, ο φορητός αναλυτής καυσαερίων, το σύστημα τροφοδοσίας και το σύστημα μέτρησης της ροής του αέρα εισαγωγής φαίνονται στην εικόνα 13.



Εικόνα 13: Διάφορα συστήματα για την διεξαγωγή των μετρήσεων

6.5 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΔΡΟΜΗΣ ΟΧΗΜΑΤΟΣ

Η ανάλυση της διαδρομής του οχήματος φαίνεται στα παρακάτω διαγράμματα:

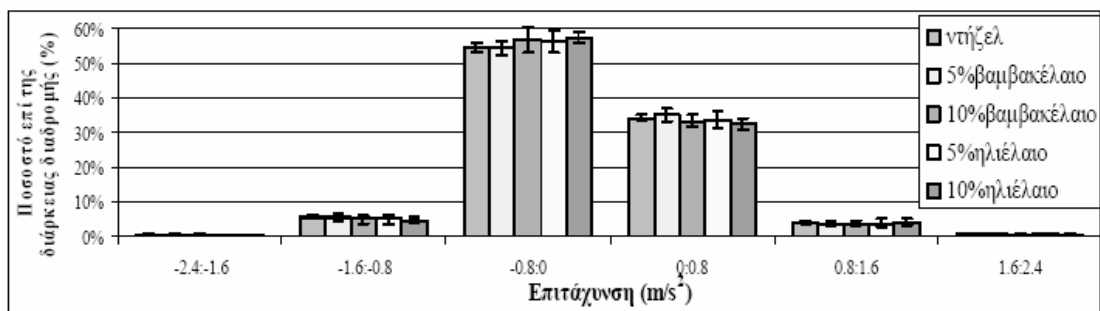


Διαγράμματα 5 και 6. Ανάλυση διαδρομής οχήματος

Από τα παραπάνω διαγράμματα βλέπουμε ότι:

- Ταχύτητες 0-10km/h εμφανίζονται σε μέγιστο ποσοστό,
- ταχύτητες 20-50km/h παρουσιάζουν την ίδια συχνότητα,
- μεγάλες ταχύτητες 90-100km/h τη χαμηλότερη,
- κυρίαρχη λειτουργία του κινητήρα στις 700-1030rpm

Στο διάγραμμα 7 φαίνονται οι επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις του οχήματος κατά την διαδρομή.



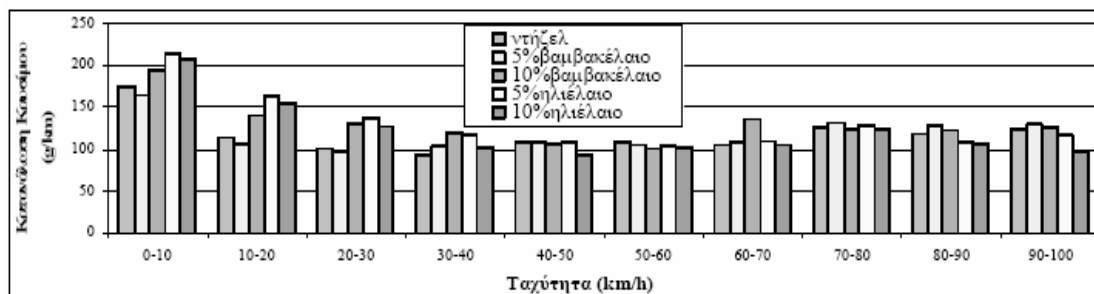
Διάγραμμα 7: Επιταχύνσεις και επιβραδύνσεις κατά την διαδρομή

Στο παραπάνω διάγραμμα κυριαρχούν επιβραδύνσεις 0-0.8m/s², χαμηλή ταχύτητα κίνησης, λειτουργία του κινητήρα σε χαμηλά επίπεδα στροφών και κυρίαρχη επιβράδυνση κατά τη διάρκεια της διαδρομής που φανερώνουν τη φύση της κίνησης εντός πόλεως με κυκλοφοριακή συμφόρηση.

6.6 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

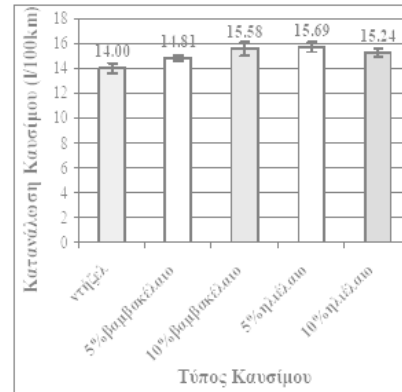
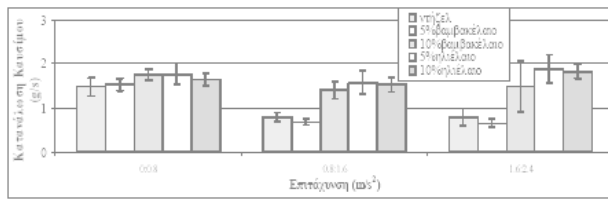
Η κατανάλωση καυσίμου παρουσιάζεται στο διάγραμμα 8.

Κατανάλωση Καυσίμου



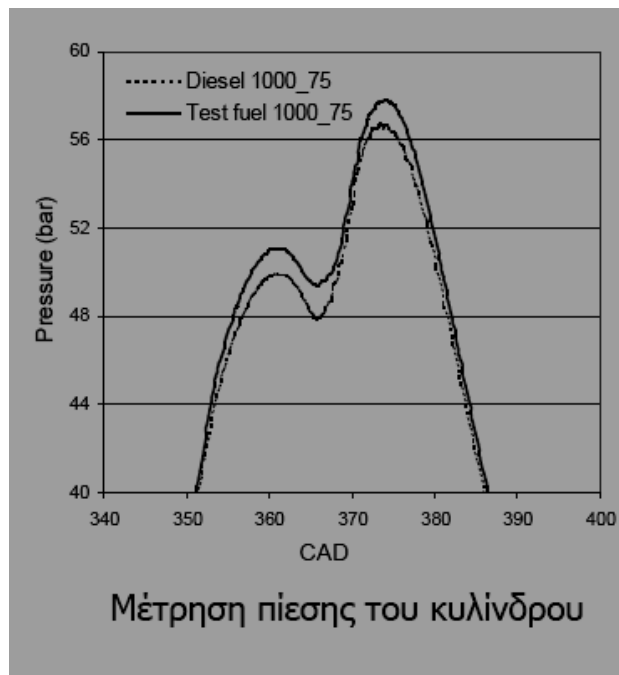
Διάγραμμα 8: κατανάλωση καυσίμου

Τα παρακάτω διαγράμματα (9-10) δείχνουν ότι:



- ✓ Χρήση βιοντήζελ αυξάνει την κατανάλωση ιδίως σε χαμηλές ταχύτητες και μεγάλες επιταχύνσεις
- ✓ Το ντήζελ εμφανίζει τη μικρότερη κατανάλωση
- ✓ Από τα μίγματα βιοντήζελ το 5%κ.ο. βαμβακέλαιο εμφανίζει τη μικρότερη κατανάλωση

Διάγραμμα 9: Συμπεράσματα από την χρήση βιοντήζελ σε μηχανές αυτοκινήτου σχετικά με την κατανάλωση καυσίμου.



Διάγραμμα 10

6.7 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

- Η χρήση βιοντήζελ οδηγεί σε αύξηση στην κατανάλωση του καυσίμου της τάξης του 5-10% συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό ντήζελ (διάγραμμα 9).
- Το βιοντήζελ από βαμβακέλαιο εμφανίζει μικρότερη κατανάλωση από αυτό του ηλιέλαιου.

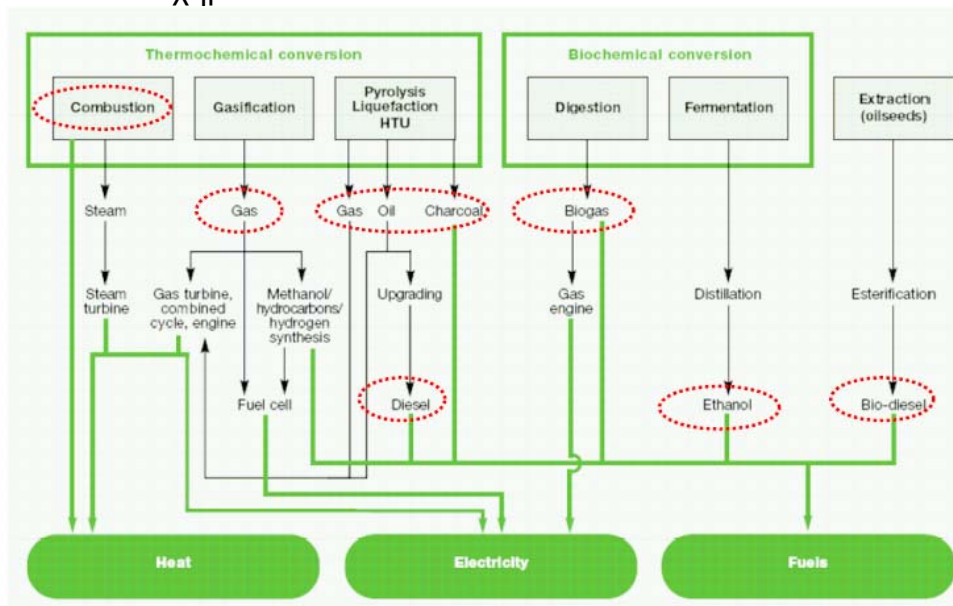
- Η χρήση βιοντίζελ στο καύσιμο μίγμα οδηγεί σε αύξηση των σωματιδίων αιθάλης, εκτός από το 5%κ.ο. βαμβακέλαιο, το οποίο εμφανίζει τις ίδιες εκπομπές με το καθαρό συμβατικό ντίζελ
- Το βιοντίζελ από βαμβακέλαιο εκπέμπει τα λιγότερα NO κατά τη χρήση του, ενώ το ηλιέλαιο τα περισσότερα.
- Αυξητική τάση των εκπομπών NO με την αύξηση του % ποσοστού βιοντίζελ στο καύσιμο.
- Το βιοντίζελ από βαμβακέλαιο εμφανίζει τις χαμηλότερες εκπομπές CO, ενώ το ηλιέλαιο τις υψηλότερες.
- Μειούμενη τάση των εκπομπών CO με την αύξηση του % ποσοστού βιοντίζελ στο καύσιμο μίγμα.
- Η χρήση βιοντίζελ από ηλιέλαιο στο καύσιμο μίγμα οδηγεί σε μείωση των εκπεμπόμενων HC συγκριτικά με το καθαρό συμβατικό ντίζελ, ενώ το βαμβακέλαιο σε αύξηση.
- Η αύξηση του % ποσοστού βιοντίζελ στο καύσιμο μίγμα αυξάνει τις εκπομπές HC.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

7.1 Βιοκαυσίμα και περιβάλλον.

Γενικά στοιχεία – σημερινή κατάσταση- περιβαλλοντικά υπερκατά.

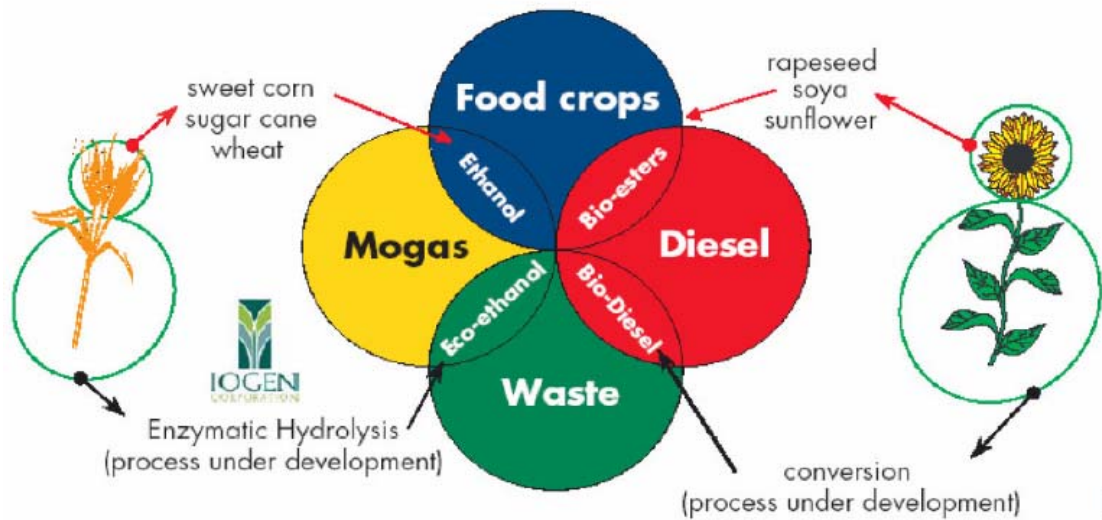
Τα σημαντικότερα οφέλη είναι περιβαλλοντικά, οικονομικά και γεωπολιτικά. Έτσι η χρήση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές συμβάλλει σημαντικά στη μείωση των εκπομπών κυρίως του διοξειδίου του άνθρακα και του διοξειδίου του θείου. Αξίζει να σημειωθεί ότι στη Βραζιλία από την παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα 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 καινούριους ορίζοντες για οικονομολόγους, μηχανικούς γεωπόνους, χημικούς και περιβαλλοντολόγους. Με την αύξηση της διείσδυσης των βιοκαυσίμων στο ενεργειακό ισοζύγιο κάθε χώρας επιτυγχάνεται μείωση της εξάρτησης 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, τη διαχείριση των logistics αλλά και με τη δημιουργία σύγχρονων καθετοποιημένων μονάδων, των λεγόμενων βιο-διυλιστηρίων. Οι διεργασίες παραγωγής βιοκαυσίμων φαίνονται στο σχήμα 7



Σχήμα 7: Διεργασίες παραγωγής βιοκαυσίμων.

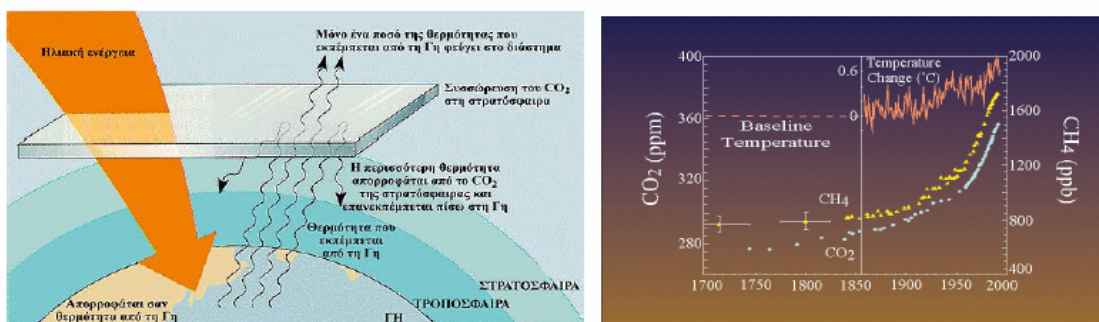
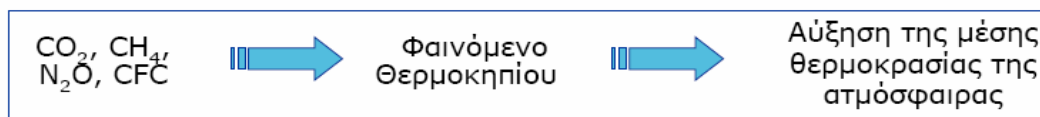
7.1.1 Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα

Η βασική περιβαλλοντική επιδίωξη, με τα βιοκαύσιμα είναι η παγκόσμια μείωση των διεθνών επιπέδων του CO₂, πτητικών υδρογονανθράκων, οξειδίων του Ν, σωματιδίων, αρωματικών ενώσεων, καθώς και δραστική μείωση του SO₂. Το ποσοστό μείωσης των εκπομπών αυτών σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα, εξαρτάται από τη μέθοδο και το βαθμό επεξεργασίας των βιοκαυσίμων, αλλά και από την χρήση υπολειμμάτων καλλιέργειας κατά την επεξεργασία.(διάγραμμα 11)



Διάγραμμα 11

Η παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων συντελεί στην μείωση της ατμοσφαιρικής ρύπανσης από τα αέρια θερμοκηπίου (CO, SO, HC, PM).(Εικόνα 14).



Εικόνα 14

Τα Βιοκαύσιμα αποτελούν λύση για την αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Το CO₂ που εκπέμπεται κατά την καύση των βιοκαυσίμων είναι ίσο με το αντίστοιχο ποσό που απορροφάται κατά την καλλιέργεια της βιομάζας. Επίσης συντελεί στην ενεργειακή εξάρτηση (Διάγραμμα 12) της χώρας από εισαγωγές συμβατικών καυσίμων. Η Ελλάδα εισάγει το 72.6% της συνολικής Ενέργειας που καταναλώνει.



Διάγραμμα 11: Ενεργειακό ισοζύγιο

Επίσης από την χρήση βιοκαυσίμων ενισχύεται η εθνική οικονομία. Οι αγροτικές καλλιέργειες αναπτύσσονται, νέες θέσεις εργασίας δημιουργούνται και βιομηχανίες όπως (Ελληνική βιομηχανία ζάχαρης, χαρτοβιομηχανίες) αλλάζουν αντικείμενο εξελίσσοντας την παραγωγή τους.

7.1.2 Αλλά οφέλη από τα βιοκαύσιμα

Τα βιοκαύσιμα υπερτερούν επίσης:

- *Διαθεσιμότητα* - Είναι ανανεώσιμες. Σε αντίθεση με τα ορυκτά καύσιμα, τα βιοκαύσιμα μπορούν εύκολα να παραχθεί από νωπό γεωργικών υλικών. Τα γεγονότα αυτά εξασφαλίζουν ότι η δεξαμενή καυσίμου δεν θα είναι ποτέ τέλος, και ότι μπορούμε να διατηρήσουμε την παραγωγή της, σαν να παράγουν την τροφή μας.
- *Τιμή* - Δεδομένου ότι το απόθεμα είναι σχεδόν απεριόριστο, εμείς μπορούμε να διαβεβαιώσουμε ότι όσο περνάει ο καιρός, οι τιμές του πετρελαίου θα αυξηθεί δίδυμο με την αύξηση του λόγου ζήτησης / παραγωγής, ενώ τα βιοκαύσιμα θα μειώσουν τις τιμές δίδυμο στην πρόοδο της επιστήμης στον τομέα της γεωργίας και των τεχνικών. Σε λίγα χρόνια από σήμερα, είναι σχεδόν βέβαιο ότι οι τιμές των βιοκαυσίμων θα είναι πολύ μικρότερες από ότι τα ορυκτά καύσιμα, οπότε σε σχέση με τα παραπάνω όσο πιο γρήγορα θα αρχίσει η χρήση τους, τόσο το καλύτερο.
- *Ανεξαρτησία-Biofuelsare* - Εύκολα για την παραγωγή, και προτείνει μια νέα προοπτική για τα καύσιμα των καταναλωτών - σε αντίθεση με τη σημερινή, όταν τεράστια επιχείρηση ελέγχει τον κλάδο και την προμήθεια καυσίμων, καθιστώντας το μικρό καταναλωτή έρμαιο θα τους, τα

βιοκαύσιμα θα μπορέσουν οι πολίτες και οι μικρές κατασκευαστή να μπει σε αυτή την επιχείρηση και την αύξηση του ανταγωνισμού. Αυτό είναι καλό τόσο για τους κατασκευαστές και στους πελάτες.

- *Healthier – Η αιθανόλη και το βιοντίζελ είναι πολύ ασφαλέστερο από ό, τι τα συμβατικά καύσιμα - είναι πολύ καλύτερα για το περιβάλλον, και έχουν μεγάλη επίπτωση όσον αφορά την υπερθέρμανση του πλανήτη και την ποιότητα του αέρα.*
- *Βελτίωση του κινητήρα.* Τα βιοκαύσιμα δεν είναι μόνο πιο υγιεινό για το περιβάλλον, αλλά και πολύ καλύτερη για τους κινητήρες. Μεγάλο μέρος της έρευνας που πραγματοποιήσε η αυτοκινητοβιομηχανία δείχνει ότι η αιθανόλη και το βιοντίζελ αύξηση της απόδοσης του κινητήρα και διάρκεια ζωής.
- Βασικό πλεονέκτημα της βιομάζας είναι ότι είναι ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και ότι παρέχει ενέργεια αποθηκευμένη με χημική μορφή. Η αξιοποίηση της μπορεί να γίνει με μετατροπή της σε μεγάλη ποικιλία προϊόντων, με διάφορες μεθόδους και τη χρήση σχετικά απλής τεχνολογίας. Σαν πλεονέκτημά της καταγράφεται και το ότι κατά την παραγωγή και την μετατροπή της δεν δημιουργούνται οικολογικά και περιβαλλοντολογικά προβλήματα. Από την άλλη, σαν 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 καύσιμα, δυσκολίες στη συλλογή, μεταφορά και αποθήκευσή της. Σαν συνέπεια το κόστος μετατροπής της σε πιο εύχρηστες μορφές ενέργειας παραμένει υψηλό.

7.1.3 Άλλα πλεονεκτήματα από τη χρήση βιομάζας

Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου - επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.

Η μηδαμινή ύπαρξη του θείου στη βιομάζα συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό των εκπομπών του διοξειδίου του θείου (SO₂) που είναι υπεύθυνο για την όξινη βροχή.

Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου, στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού και στην εξοικονόμηση του συναλλάγματος.

Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών

(διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι, κενάφ) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος κ.ά.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικο-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο.

7.1.4 Βιοαιθανόλη και περιβάλλον

Κύρια πλεονεκτήματα της βιοαιθανόλης σε σχέση με τη βενζίνη είναι ότι θεωρητικά είναι CO₂-ουδέτερη, κατά την καύση της εκπέμπονται μικρότερες ποσότητες ρύπων, είναι βιοαποδομήσιμη 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.

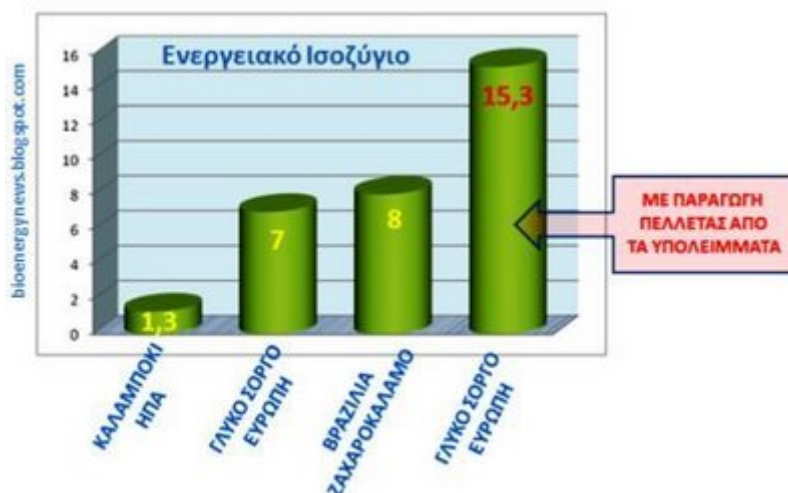
Ειδικότερα, η προσθήκη 5% αιθανόλης σε βενζίνη μειώνει κατά 7% τους αρωματικούς υδρογονάνθρακες και κατά 50% τις εκπομπές CO₂. Έρευνες στη Γαλλία δείχνουν ότι μίξη αιθανόλης κατά 5-7% με βενζίνη μειώνει τις εκπομπές CO κατά 15-40% με αντίστοιχες μελέτες στις ΗΠΑ να δείχνουν μείωση κατά 11-30%.

Επίσης η χρήση της βιοαιθανόλης ως καύσιμο οδηγεί σε μείωση της φωτοχημικά σχηματιζόμενης αιθαλομίχλης στην ατμόσφαιρα.

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 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 (Διάγραμμα 12) της αλυσίδας παραγωγής βιοαιθανόλης, δηλαδή την 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).

ενεργειακό ισοζύγιο ενεργειακό ισοζύγιο



Διάγραμμα 12: Ενεργειακό ισοζύγιο.

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, πελλέτες κ.α). Στην κυτταρινική αιθανόλη το ενεργειακό ισοζύγιο κυμαίνεται από 2 ως 36 ανάλογα με τη μέθοδο παραγωγής. Στον πίνακα 10 δίνεται η επιμέρους ανάλυση του ενεργειακού ισοζυγίου της βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο.

Πίνακας 10: Ενεργειακό ισοζύγιο παραγωγής βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία.

Ενεργειακή ανάλυση	Ενέργεια (MJ)
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΚΡΟΕΣ (Παραγωγή)	
Ενέργεια βιοαιθανόλης	118.851
Ενέργεια υπολειμμάτων	53.115
Σύνολο εκροών	171.966
ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ (Δαπάνη)	
Δαπάνη ενέργειας κατά την καλλιέργεια	15.830
Δαπάνη ενέργειας στη βιομηχανία	3.236
Σύνολο εισροών	19.066
Καθαρά παραγόμενη ενέργεια	152.900

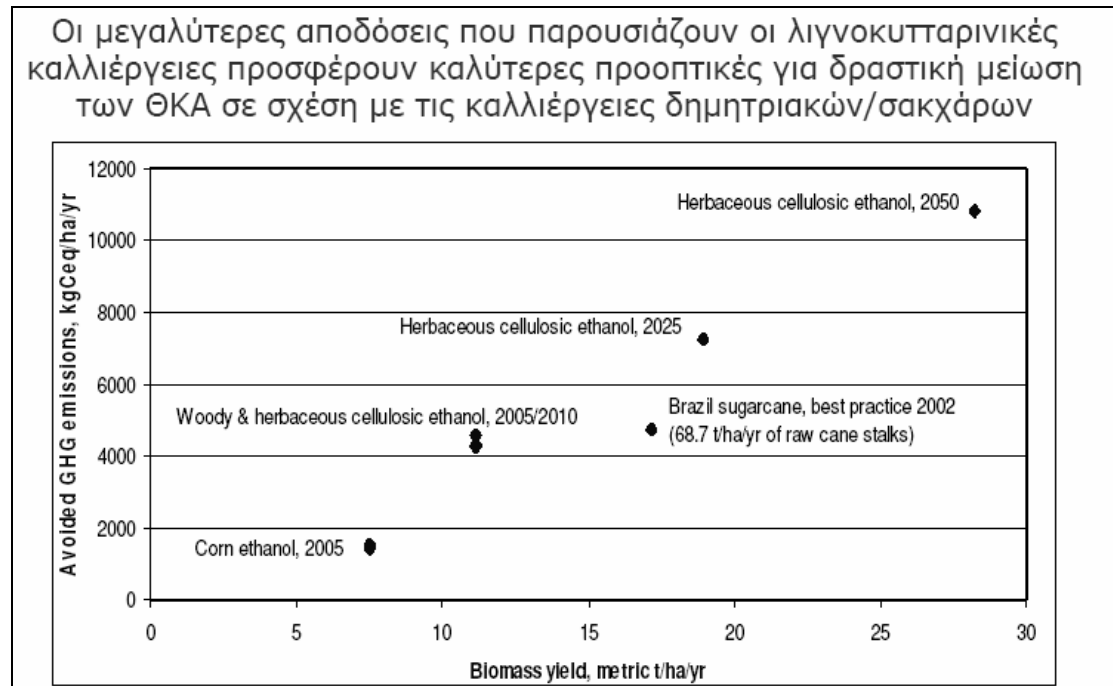
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

8.1 Συμπεράσματα

Ποιοτικά όλα τα Βιοκαυσιμα που προέρχονται από ενεργειακές καλλιέργειες εμφανίζουν θετική επίδραση στην κατανάλωση ορυκτής ενέργειας και την εκπομπή αέριων του θερμοκηπίου. Ποιοτικά εμφανίζουν μεγάλες διαφορές ανάλογα με το είδος του καύσιμου καθώς και του κύκλου ζωής.

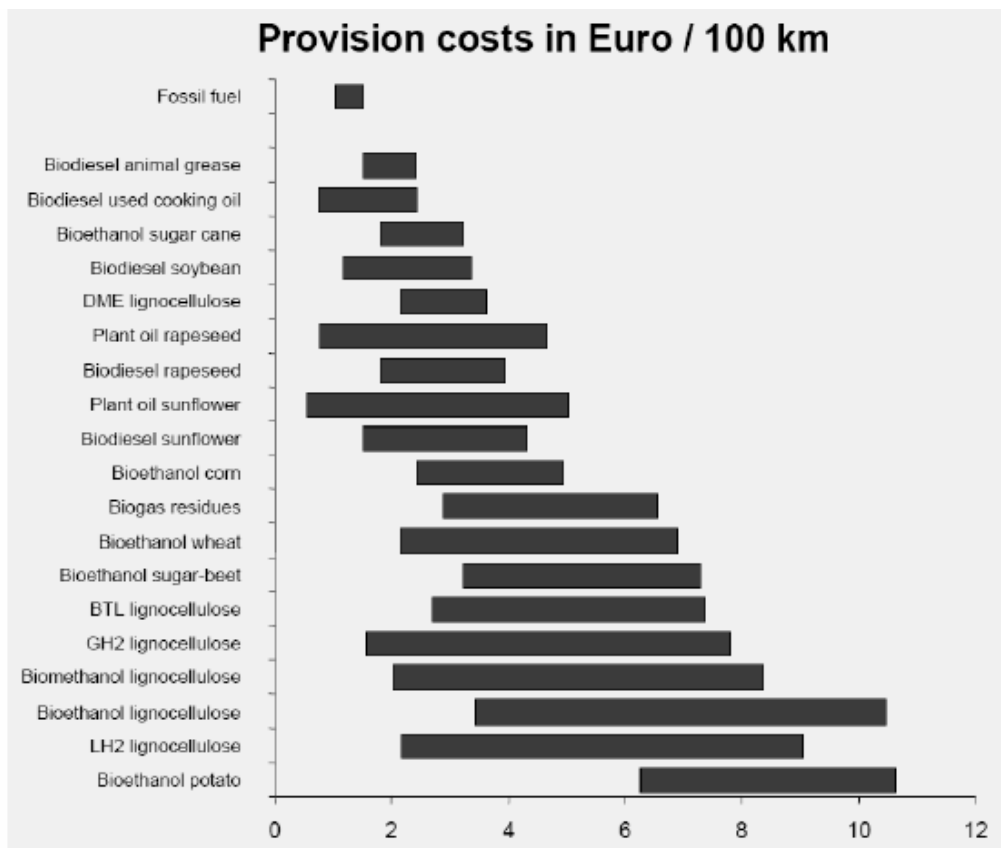
Η υποκατάσταση των ορυκτών καυσίμων από Βιοκαυσιμα προσφέρει μείωση ρυπογόνων ουσιών αλλά απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Τα βιοκαυσιμα που παράγονται από λιγνοκυταρρινούχες πρώτες ύλες εμφανίζουν μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης και σημαντικές δυνατότητες μείωσης των αέριων θερμοκηπίου (διάγραμμα 13).



Διάγραμμα 13

Η αντικατάσταση των συμβατικών καυσίμων προς το παρών είναι μια σημαντική λύση για την προστασία του περιβάλλοντος όμως είναι ακόμα μια πολύ δαπανηρή λύση διότι η παραγωγή τους είναι ακριβότερη από εκείνη των συμβατικών καυσίμων. (Βλ. διάγραμμα 14).



Διάγραμμα 14: Κόστος διάθεσης βιοκαυσιμων.

Είναι φανερό πως στις σύγχρονες απαιτήσεις για ένα καλύτερο και πιο <<πράσινο μέλλον>> η εφαρμογή και χρήση των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ) και ειδικότερα η λύση που δίνουν τα Βιοκαύσιμα είναι σχεδόν επιτακτική ανάγκη. Εφόσον οι τεχνολογίες παραγωγής εξελίσσονται πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη προσοχή στον τομέα αυτό έτσι ώστε να περιοριστεί η μόλυνση του οικοσυστήματος κ κατ επέκταση η καταστροφή του περιβάλλοντος από τον ανθρώπινο παράγοντα. Αν και είναι πρώιμες οι συνθήκες μαζικής κ βιομηχανικής παραγωγής βιοκαυσιμων βήματα σημαντικά έχουν γίνει τόσο στην Ευρώπη όσο και στις Η.Π.Α αλλά και σε χώρες της λατινικής Αμερικής. Πλέον τα συμβατικά καύσιμα είναι πεπερασμένα οι ΑΠΕ θα δώσουν τις λύσεις εκείνες ώστε να συνεχιστεί η τεχνολογική ανάπτυξη, η προστασία του περιβάλλοντος και η σωστή διαχείριση των φυσικών πόρων του πλανήτη.

Βιβλιογραφία

Boerrigter, H., Galis, H.P., Slort, D.J., and Bodenstaff, H., Gas Cleaning for Integrated Biomass Gasification (BG) and Fischer-Tropsch (FT) Systems; Experimental Demonstration of Two BG-FT Systems, Presented at the 2nd World Conference and Technology Exhibition on Biomass for Energy, Industry and Climate Protection, Rome, Italy, May 2004.

Kim, H-J., Kang, B-S., Kim, M-J., Park, Y.M., Kim, D-K, Lee, J-S., Lee, K-Y., Transesterification of vegetable oil to biodiesel using heterogeneous base catalyst, *Catalysis Today*, 93-95, 315-320, 2004

Thuijl, van E., Roos, C.J., Beurskens, L.W.M., An Overview of Biofuel Technologies, Markets and Policies in Europe, ECN-C—03-008, 2003

Lang, X., MacDonald, D.G., and Hill, G.A., Recycle Bioreactor for Bioethanol Production from Wheat Starch II. Fermentation and Economics, *Energy Sources*, 23, , 2001

Ζόλκου Π. (2008), «Μελέτη παραγωγής καύσιμης βιοαιθανόλης από ελληνικές πρώτες ύλες», Βιώσιμων και Ανανεώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, Τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, Πολυτεχνείο Κρήτης.

Κίττας Κ. (2007) «Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες», Κίττας Κωνσταντίνος, 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, 26-27 Απριλίου 2007, Λίμνη Πλαστήρα Νεοχώρι Καρδίτσας.

Φωτεινής Σ., Βολικάκη Χ., Παππάς Δ., Τσούτσος Θ. (2007), «Ανάλυση Κύκλου Ζωής της Βιοαιθανόλης στις ελληνικές συνθήκες παραγωγής», 2^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, 26-27 Απριλίου 2007, Καρδίτσα.

Eurobserv'ER (2007), «Biofuels barometer», May 2007.

Zafeiris T., Kalogerakis A., Tsoutsos T. (2008), "Life Cycle Assessment for biodiesel in Greek climate conditions", 16th European Biomass Conference, Valencia, June 2-6, 2008 (accepted).

Ιστοσελίδες:

www.energy.gr

www.energycrops.com

www.biofuels.com

www.ape.gr

www.shellhellas.gr

www.cres.gr

