

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ ΑΠΟ ΑΛΓΗ:
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ.**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΠΑΡΑΣΧΟΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΕΛΙΑ ΜΠΑΚΟΓΙΑΝΝΗ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2016

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ :ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ ΑΠΟ ΑΛΓΗ:
ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΜΕΙΩΝΕΚΤΗΜΑΤΑ
ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΟΥ.**

ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ ΠΑΡΑΣΧΟΣ

ΑΜ : 4791

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας

Η καθηγήτρια

Περίληψη

Τη σημερινή εποχή, η εξάντληση των αποθεμάτων των ορυκτών καυσίμων, σε συνδυασμό με τις αυξανόμενες ενεργειακές ανάγκες, οδήγησε στην παραγωγή των βιοκαυσίμων. Με αυτό τον όρο νοείται κάθε καύσιμο που παράγεται από βιομάζα. Ένα από τα δημοφιλέστερα βιοκαύσιμα στην Ευρώπη είναι το βιοντίζελ, το οποίο λαμβάνεται μετά από μετεστεροποίηση τριγλυκεριδίων, που περιέχονται σε φυτικά έλαια και ζωικά λίπη. Οι λόγοι που οδήγησαν στην παραγωγή βιοντίζελ είναι περιβαλλοντικοί αλλά και οικονομικοί, καθώς η αύξηση της χρήσης των ορυκτών καυσίμων επιβάρυνε και συνεχίζει μέχρι σήμερα την ατμοσφαιρική ρύπανση αλλά και η αύξηση της τιμής του πετρελαίου δυσχεραίνει την οικονομική κατάσταση πολλών χωρών που εισάγουν ορυκτά καύσιμα. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, παρουσιάζονται τα βιοκαύσιμα, οι πρώτες ύλες από τις οποίες προέρχονται, πως αξιοποιούνται, ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα αυτών και στη συνέχεια δίνεται μεγαλύτερη έμφαση στα άγλη, τα οποία αποτελούν την πηγή για την παραγωγή βιοντίζελ.

Abstract

At the present time, the exhaustion of fossil fuels reserves, combined with the increasing energy demands, has led to the production of biofuels. Any fuel which is produced from biomass is regarded as biofuel. One of the most popular biofuel in Europe is biodiesel which is obtained through the transesterification of triglycerides contained in vegetable oils and animal fats. Environmental as well as economic factors have conduced to the production of biodiesel, since the increased use of fossil fuels has dramatically impacted atmospheric pollution to date. Besides, the rise in the price of fuel deteriorates the economic state of many countries which import fossil fuels. First of all, the present dissertation intends to present the biofuels, the main feedstocks used to produce them, the ways they are utilized, their advantages as well as their disadvantages, and secondly, it aims to place great emphasis on algae which constitute the raw materials used for the production of biodiesel.

Πρόλογος

Βιολογικά καύσιμα είναι ότι αφορά οποιαδήποτε καύσιμα που παράγονται από οργανισμούς που πρόσφατα διαβίωσαν ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους. 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 εισαγόμενου πετρελαίου στις χώρες όπως η γερμανία, η οποία έφτασε να πουλήσει ένα μίγμα βενζίνης με οινόπνευμα που ζυμώθηκε από πατάτες με το όνομα Reichskraftsprit. Στη Μεγάλη Βρετανία, αντίστοιχα οινόπνευμα από σιτάρι συνδυάστηκε με βενζίνη από τους ποτοποιούς Company Ltd με το όνομα Discol και πωλήθηκε μέσω της θυγατρικής της εταιρείας Esso στο Κλήβελαντ.

Τα τελευταία χρόνια η Ευρωπαϊκή Ένωση περνάει κρίση με την ανεξέλεγκτη άνοδο των τιμών του πετρελαίου όπου καθίσταται σαφές πως το ενεργειακό είναι μείζον ζήτημα και είναι επιτακτική πλέον η ανάγκη λήψης μέτρων. Έτσι λοιπόν, το 2003 οι Ευρωπαίοι αρχηγοί των κρατών μελών συμφώνησαν ότι πρέπει να υιοθετήσουν μία κοινή ενεργειακή πολιτική, με την κοινοτική οδηγία 85/538/EC να αποτελεί τον οδηγό των ενεργειακών δράσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Βασικοί στόχοι της είναι

η ενεργειακή ασφάλεια, η διεθνής συνεργασία, η προώθηση νέων καθαρότερων τεχνολογιών και η μείωση της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης από τα ορυκτά καύσιμα. Τα βιοκαύσιμα θα μπορούσαν να εξυπηρετήσουν τους παραπάνω στόχους. Αυτό αναδεικνύει τη σημασία τους για την αντιμετώπιση των παραπάνω προκλήσεων. Στην παρούσα πτυχιακή εργασία επιχειρούμε μία εισαγωγή στα βιοκαύσιμα και δίνεται έμφαση στην δυνατότητα καλλιέργειας άλγης, καθώς από το έλαιο αυτού του φυτού μπορεί να παραχθεί βιοντίζελ ή και πράσινο ντίζελ.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στα βιοκαύσιμα

1.1 Είδη βιοκαυσίμων

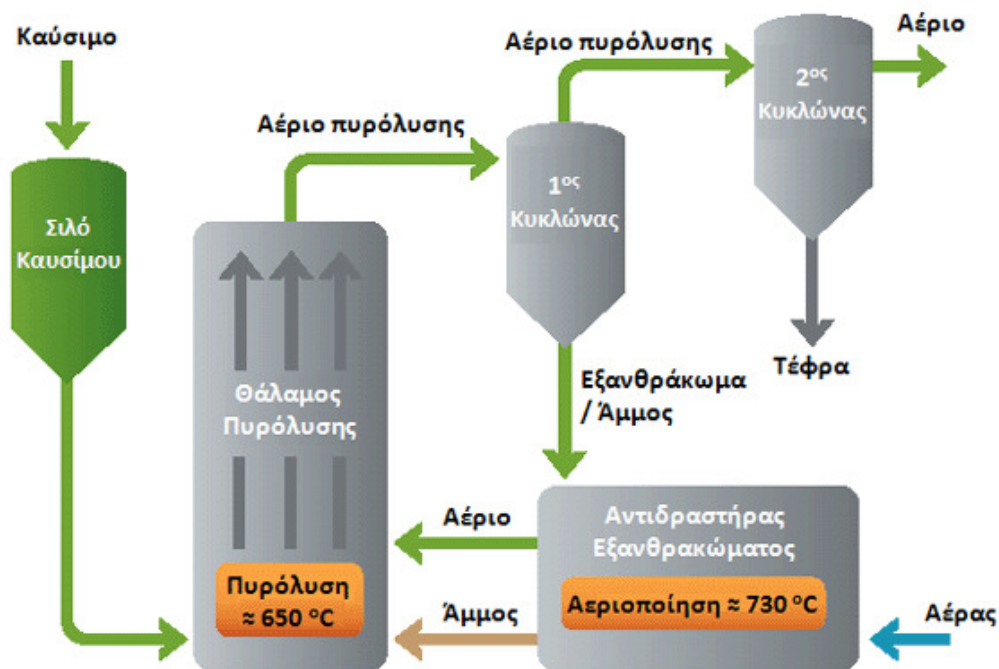
«**Βιοκαύσιμα**» είναι υγρά ή αέρια καύσιμα κίνησης, τα οποία παράγονται από βιομάζα *Οδηγία 2009/28/ΕΚ*, και χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

A. Τα **πρωτογενή** (primary biofuels), τα οποία είναι ροκανίδια (εικ. 1), καυσόξυλα (εικ.2), κοπριά, δασικά και γεωργικά υπολείμματα, αέριο των ΧΥΤΑ.



Ροκανίδια εικ. 1 και κορμοί ξύλων εικ. 2 που χρησιμοποιούνται ως βιοκαύσιμα.

B. Τα **δευτερογενή** (secondary biofuels), τα οποία και αυτά χωρίζονται στις εξής κατηγορίες: Τα βιοκαύσιμα 1ης γενιάς, τα οποία έχουν σαν πρώτη ύλη σπόρους, κόκκους και σάκχαρα και από τα οποία παράγονται βιοαιθανόλη μέσω ζύμωσης σακχάρων και βιοντίζελ με μετεστεροποίηση από φυτικά έλαια. Τα βιοκαύσιμα 2ης γενιάς, τα οποία έχουν σαν πρώτη ύλη λιγνοκυτταρινούχο βιομάζα και από την οποία παράγεται βιοαιθανόλη μέσω ενζυματικής υδρόλυσης, μεθανόλη και πράσινο ντίζελ μέσω θερμοχημικής επεξεργασίας και βιομεθάνιο μέσω αναερόβιας χώνευσης. Και τα βιοκαύσιμα 3ης γενιάς, τα οποία έχουν σαν πρώτη ύλη θαλάσσια φύκη, μικροφύκη ή μικρόβια και τα οποία παράγουν βιοντίζελ και πράσινο ντίζελ από μικροφύκη, βιοαιθανόλη από μικροφύκη και θαλάσσια φύκη και βιοϋδρογόνο από πράσινα μικροφύκη και μικρόβια.

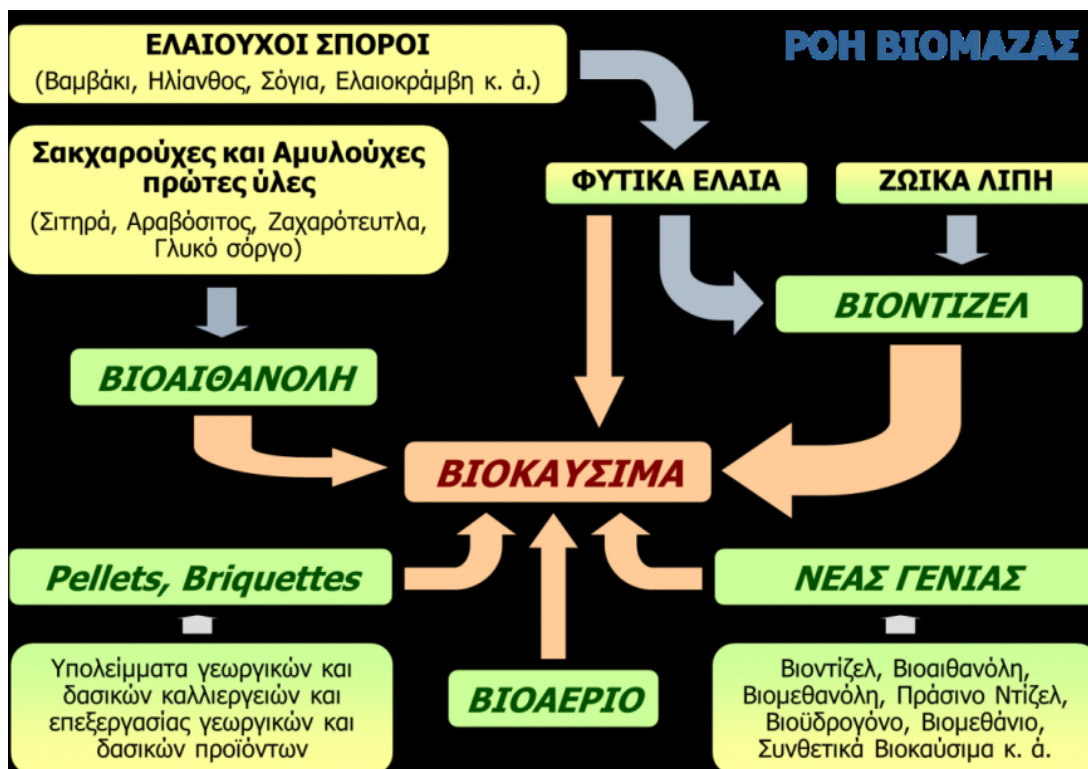


πυρόλυση και αεριοποίηση

«**Βιομάζα**» είναι το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων βιολογικής προέλευσης από τη γεωργία (συμπεριλαμβανομένων των φυτικών και των ζωικών ουσιών), τη δασοκομία και τους συναφείς κλάδους, συμπεριλαμβανομένης της αλιείας και της υδατοκαλλιέργειας, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών αποβλήτων και των οικιακών απορριμμάτων, όπως ορίζει η **Οδηγία 2009/28/ΕΚ**. Ειδικότερα, όπως ορίζει ο **Νόμος 3468/2006**, βιοκαύσιμα θεωρούνται και τα ακόλουθα καύσιμα:

- Βιοντίζελ (πετρέλαιο βιολογικής προέλευσης) το οποίο είναι οι μεθυλεστέρες λιπαρών οξέων (ΜΛΟ – FAME) που παράγονται από φυτικά ή ζωικά έλαια και λίπη και είναι ποιότητας πετρελαίου ντίζελ.
- Βιοαιθανόλη είναι η αιθανόλη που παράγεται από βιομάζα ή από βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων.
- Βιοαέριο είναι το καύσιμο αέριο που παράγεται από βιομάζα, το οποίο μπορεί να καθαριστεί και να αναβαθμιστεί σε ποιότητα φυσικού αερίου.
- Βιομεθανόλη είναι η μεθανόλη που παράγεται από βιομάζα.

- Βιο-ETBE είναι ο αιθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (ETBE) που παράγεται από βιοαιθανόλη. Το κατ' όγκο ποσοστό Βιο-ETBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο είναι 47% επί του συνόλου του. 10
- Βιο-MTBE είναι ο μεθυλο-τριτοταγής-βουτυλαιθέρας (MTBE) που παράγεται από μεθανόλη. Το κατ' όγκο ποσοστό Βιο-MTBE που υπολογίζεται ως βιοκαύσιμο είναι 36% επί του συνόλου του.



Το παραπάνω διάγραμμα παρουσιάζει τη ροή της βιομάζας συνοπτικά μέχρι την παραγωγή βιοκαυσίμων.

1.2 Καλλιέργειες για την παραγωγή βιοντίζελ

Ως πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοντίζελ έχουν δοκιμαστεί διάφορα φυτικά έλαια, που προέρχονται από τους σπόρους διαφόρων φυτών τα οποία για τον λόγο αυτό ονομάζονται ελαιούχα φυτά. Από τα έλαια μεγάλο ενδιαφέρον παρουσιάζουν εκείνα που παράγονται σε μεγάλες ποσότητες και έχουν σχετικά μικρό κόστος, όπως το κραμβέλαιο, το σογιέλαιο, το ηλιέλαιο, το φοινικέλαιο και το βαμβακέλαιο. Το σογιέλαιο παράγεται σε αρκετά μεγάλες ποσότητες στις ΗΠΑ, το κραμβέλαιο και το ηλιέλαιο στην Ευρώπη και το φοινικέλαιο σε χώρες της Ασίας.

Στην Ελλάδα παράγονται σπορέλαια σε διάφορες ποσότητες, όπως το ηλιέλαιο και το βαμβακέλαιο, ενώ τα τελευταία έτη έχουν ξεκινήσει προσπάθειες ανάπτυξης καλλιεργειών νέων ελαιούχων φυτών για τα ελληνικά δεδομένα, όπως της ελαιοκράμβης.

Η καλλιέργεια μικροφυκών επίσης υπόσχεται εξαιρετικές αποδόσεις σε έλαιο, της τάξης τουλάχιστον 1.600 - 1.700 lt ελαίου το στρέμμα ανά έτος, σύμφωνα με δεδομένα πραγματικών καλλιεργειών που έχουν γίνει σε ανοιχτές δεξαμενές.

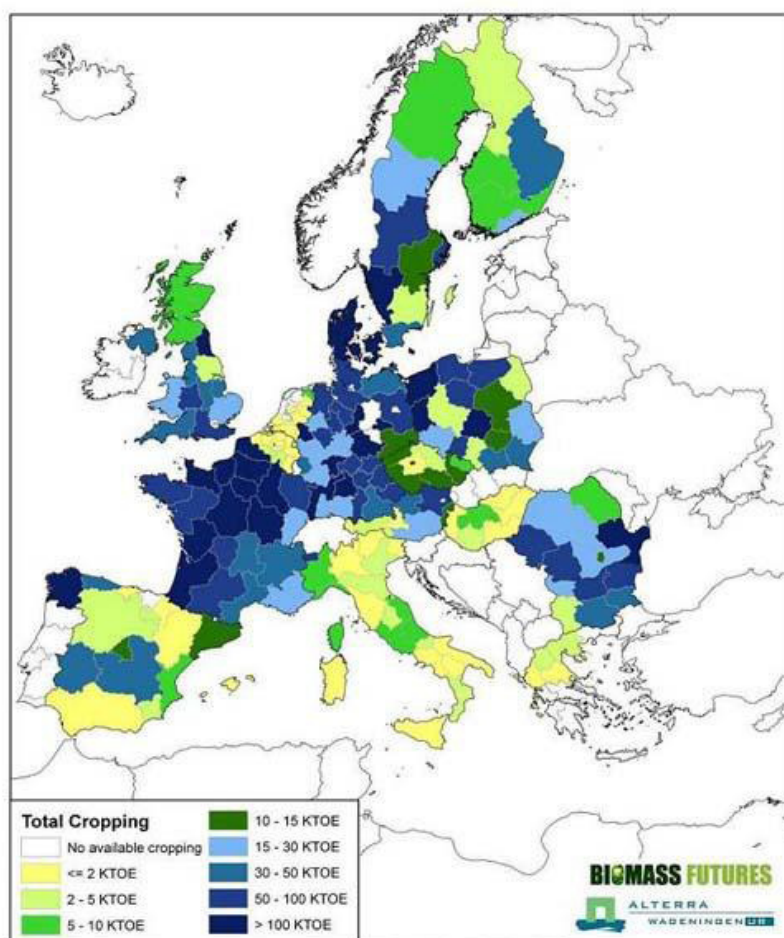
Αναλυτικότερα σε χώρες της Ε.Ε οι καλλιέργειες ενεργειακών φυτών για παραγωγή βιοντίζελ έχουν ως εξής: Στην Ιταλία, η παραγωγή βιοκαυσίμων αυξάνεται γεωμετρικά από το 2009. Περίπου 120.000 εκτάρια αγροτικής γης παράγουν ενεργειακά φυτά, εξαπλάσια αύξηση σε σχέση με το 2009. Τα σημαντικότερα ενεργειακά φυτά στην χώρα είναι ο αραβόσιτος και το ζαχαρόχορτο. Το ιταλικό κράτος με νομοθετική παρέμβαση επιδοτεί την παραγωγή με σημαντικές φοροαπαλλαγές και εγγυημένες αποδόσεις για 15 έτη. Στην Τσεχία, η παραγωγή βιοκαυσίμων παρουσιάζει ιδιαίτερα αυξητικές τάσεις τα τελευταία χρόνια. Περίπου σε 270.000 εκτάρια καλλιεργούνται ενεργειακά φυτά, κυρίως αραβόσιτος και σιτάρι. Το τσέχικο κράτος, επιδοτώντας την καλλιέργεια, έχει συμβάλει στις αυξητικές τάσεις, έχοντας τα ενεργειακά φυτά ως κεντρικό σχέδιο στην επίτευξη του εθνικού στόχου της χώρας για την παραγωγή ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές. Στην Πολωνία, η παραγωγή βιοκαυσίμων παρουσιάζει αυξητικές τάσεις αλλά με αργούς ρυθμούς. Η Πολωνία με τον εκτενή αγροτικό και κτηνοτροφικό τομέα παρουσιάζει τις προϋποθέσεις να αναδειχθεί σε πανευρωπαϊκό πρωταγωνιστή στον συγκεκριμένο τομέα. Εμπόδια στην ανάπτυξη του βιοενεργειακού τομέα αποτελούν η έλλειψη γενναίας κρατικής υποστήριξης όσο και το ασαφές νομικό πλαίσιο που διέπει τις επενδύσεις.

Το Ηνωμένο Βασίλειο αποτελεί από τους ανερχόμενους παραγωγούς βιοκαυσίμων τα τελευταία χρόνια. Οι νομοθετικές παρεμβάσεις της βρετανικής κυβέρνησης από το 2009 και έπειτα έχουν βοηθήσει με την νομοθέτηση φοροαπαλλαγών αλλά και τον καθορισμό κατώτατων τιμών παραγωγής. Η Μ. Βρετανία κατέχει τις υποδομές να εξελιχθεί σε πρωταγωνιστική δύναμη στην Ε.Ε.

Η αγορά βιοκαυσίμων στην Γαλλία βρίσκεται στα πρώτα στάδια. Το νομικό πλαίσιο που διέπει την παραγωγή τους είναι ένα από τα αυστηρότερα στην Ε.Ε., καθώς θέτει συγκεκριμένους περιορισμούς.

Ο στόχος της ΕΕ για το 2020 είναι η παραγωγή του 10 % της ενέργειας του τομέα μεταφορών από βιοκαύσιμα. Σύμφωνα με τους υπολογισμούς της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (2008), ο στόχος αυτός απαιτεί 175 εκατομμύρια στρέμματα γης ή 10% της Χρησιμοποιούμενης Αγροτικής Γης στην ΕΕ-27. Λαμβάνοντας υπόψη την απαιτούμενη έκταση για την εξασφάλιση τροφής για τον πληθυσμό της ΕΕ-27, εκτιμάται ότι 10-30 % της αρδεύσιμης γης θα μπορούσε να αποδοθεί στην καλλιέργεια ενεργειακών φυτών. Επίσης, περιθωριακές γαίες, ακατάλληλες για την παραγωγή τροφίμων, θα μπορούσαν επίσης να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενεργειακών φυτών. Ο υπολογισμός θεώρησε ότι το 50% της παραγωγής θα προέρχεται από εναλλασσόμενες καλλιέργειες βιομάζας για την παραγωγή 1ης γενιάς βιοκαυσίμων, ενώ το άλλο 50 % θα προέρχεται από βιοκαύσιμα 2ης γενιάς (υπολείμματα, πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες και εισαγωγές), για τα οποία θα υπάρχουν διαθέσιμες τεχνολογίες παραγωγής μέχρι το 2020.

Μια επισκόπηση του δυναμικού για ενεργειακές καλλιέργειες στην ΕΕ, όπως εκτιμήθηκε από το έργο Biomass Futures παρουσιάζεται στην εικόνα.



Δυναμικό ενεργειακών καλλιεργειών στην Ευρώπη (Πηγή: Biomass Futures)

Κεφάλαιο 2

Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα

2.1 Κατάσταση στην Ελλάδα

Στην Ελλάδα μέχρι το 2001 η έρευνα για την παραγωγή βιοντίζελ ήταν πολύ περιορισμένη. Η ανάγκη ανάπτυξης και παραγωγής βιοκαυσίμων σε όλη την Ευρώπη, αλλά και στην Ελλάδα, ώθησε την επιστημονική ομάδα της AGROENERGY να ξεκινήσει έρευνα για την αξιοποίηση ελληνικών ελαιούχων πρώτων υλών για την παραγωγή βιοντίζελ.

Στη ομάδα Μηχανικής Διεργασιών Υδρογονανθράκων και Βιοκαυσίμων της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., αναπτύχθηκε η απαραίτητη υποδομή για την παραγωγή και διαχείριση πιστοποιημένου βιοντίζελ πρώτης, δεύτερης και τρίτης γενιάς, με πρώτες ύλες διάφορα φυτικά έλαια (ηλιέλαιο, βαμβακέλαιο, σογιέλαιο, κραμβέλαιο, φοινικέλαιο, πυρηνέλαιο κ.ά.) και ζωικά λίπη, ραφιναρισμένα ή μη, χαμηλού και αρνητικού κόστους χρησιμοποιημένα φυτικά λάδια (π.χ. τηγανέλαια) και ζωικά λίπη, όξινα και υπερόξινα απόβλητα και υπολειμματικά φυτικά λάδια και ζωικά λίπη, λιπαρά οξέα, ολεΐνες κ.ά..

Στα πλαίσια της έρευνας αυτής αναπτύχθηκε και βελτιστοποιήθηκε η κλασική μέθοδος παραγωγής του βιοντίζελ, μελετήθηκαν όλα τα είδη των πρώτων υλών που είναι κατάλληλες για τις κλασικές διεργασίες, οι ιδιότητές τους, η ποιότητά τους και οι τρόποι παρασκευής τους, αποκτήθηκε πλήρης τεχνογνωσία για τα πρόσθετα βελτίωσης των ιδιοτήτων του βιοντίζελ, αναπτύχθηκε ένα μοναδικό δίκτυο προσδιορισμού και πιστοποίησης του βιοντίζελ, αποκτήθηκε πλήρης γνώση και δυνατότητα παρακολούθησης των ενδιάμεσων σταδίων των αντιδράσεων μετεστεροποίησης και εστεροποίησης και γενικότερα της παραγωγικής διαδικασίας καθώς και δυνατότητα αναμόρφωσης και εκμετάλλευσης της ακατέργαστης γλυκερίνης με διάφορους τρόπους. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε ήταν αυτή της αλκοόλυσης (μετεστεροποίησης) των τριγλυκεριδίων και της εστεροποίησης των ελεύθερων λιπαρών οξέων. Παράλληλα, αναπτύχθηκε και η θερμική μετεστεροποίηση σε υψηλές θερμοκρασίες απουσία καταλύτη, η οποία συμβάλλει σε συνδυασμό με τις νέες διεργασίες.

Στόχος της έρευνας των επιστημόνων ήταν η σημαντική μείωση του κόστους παραγωγής βιοντίζελ με τη βελτίωση, βελτιστοποίηση και ανάπτυξη χημικών διεργασιών που θα μπορούν, να μετατρέπουν υπολειμματική και απόβλητη, χαμηλού

ή και αρνητικού κόστους, ελαιούχο βιομάζα σε βιοντίζελ και επιπλέον να είναι φιλικές προς το περιβάλλον, με χαμηλές απαιτήσεις σε ενέργεια και όσο το δυνατόν πιο συμβατές με τον όρο «βιοκαύσιμα».

Τα αποτελέσματα της έρευνας ήταν ιδιαίτερα ικανοποιητικά, αφού, σε πολύ μικρούς χρόνους αντίδρασης είναι δυνατή πλέον η μετατροπή σε βιοντίζελ πρώτων υλών χαμηλού ή και αρνητικού κόστους, χωρίς οποιαδήποτε άλλη επεξεργασία της πρώτης ύλης και χωρίς τη δημιουργία των ανεπιθύμητων παραπροϊόντων και αποβλήτων των κλασικών διεργασιών που επιβαρύνουν το περιβάλλον.

Οι διεργασίες αυτές, μπορούν να αναπτυχθούν σε πιλοτική κλίμακα στη Σχολή Χημικών Μηχανικών του ΕΜΠ, όπου μπορούν να παραχθούν 150 lt βιοντίζελ την ημέρα, με τη βοήθεια της πρώτης πιλοτικής μονάδας παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα, στην Μονάδα Μηχανικής Διεργασιών Υδρογονανθράκων και Βιοκαυσίμων της Σχολής του ΕΜΠ. Η συγκεκριμένη μονάδα έχει τη δυνατότητα να παράγει βιοντίζελ από κάθε είδους έλαια και λίπη. Τα δεδομένα από τη λειτουργία της μονάδας μπορούν να συνδυαστούν με τις υπάρχουσες τεχνολογικές λύσεις για την κλιμάκωση μεγέθους, τον σχεδιασμό, την ολοκλήρωση και την υποστήριξη οποιασδήποτε βιομηχανικής μονάδας παραγωγής βιοντίζελ.

Στόχοι του προγράμματος ήταν η ανάπτυξη τεχνογνωσίας παραγωγής και διάθεσης βιοντίζελ κυρίως από ελληνικές πρώτες ύλες που είναι διαθέσιμες ή μπορούν να παραχθούν, καθώς και η διερεύνηση της οικονομικότητας και του κόστους παραγωγής βιοντίζελ στην Ελλάδα. Το παραγόμενο στην πιλοτική μονάδα βιοντίζελ χρησιμοποιήθηκε ως πρόσθετο καύσιμο κίνησης και ως πρόσθετο καύσιμο στατικής μονάδας ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ. Περισσότερα από 25 βαρέλια βιοντίζελ διατέθηκαν στα ελληνικά διυλιστήρια, σε ινστιτούτα, σε ερευνητικά εργαστήρια και σε άλλους ενδιαφερόμενους. Ως πρώτες ύλες χρησιμοποιήθηκαν βαμβακέλαιο προερχόμενο από τη Μινέρβα, ηλιέλαιο και σογιέλαιο προερχόμενα από τους Μύλους Σόγιας και χρησιμοποιημένα λάδια από τη Μινέρβα. Το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο πραγματοποίησε δύο πιλοτικές καλλιέργειες ηλίανθου σε δύο διαφορετικές περιοχές της χώρας μας συνολικής έκτασης δεκαπέντε (15) στρεμμάτων και το λάδι που παρήχθη μετατράπηκε σε βιοντίζελ στην πιλοτική μονάδα. Οι πρώτες ποσότητες βιοντίζελ, που παρήχθησαν στην πιλοτική μονάδα, μεταφέρθηκαν στα ΕΛΠΕ και τη Μότορ Όιλ, όπου δοκιμάστηκαν σε μίγματα με το συμβατικό ντίζελ, ενώ άλλες ποσότητες δοκιμάστηκαν σε κινούμενο όχημα στη Θεσσαλονίκη από το ΕΚΕΤΑ.

2.2 Αγορά βιοντίζελ στην Ελλάδα

Η Ελλάδα καλύπτει μία έκταση 13.195.700 εκτάρια στον παγκόσμιο χάρτη, της οποίας το 97,1% χαρακτηρίζονται ως αγροτικές περιοχές (73,9% κυρίως αγροτικές και 23,2% ενδιάμεσες αγροτικές). Σύμφωνα με τα κριτήρια του ΟΟΣΑ, στις περιοχές αυτές κατοικεί το 64,4% του συνολικού πληθυσμού της χώρας. Από τη συνολική έκταση της χώρας ποσοστό ύψους 40,2% καλύπτεται από γεωργικές περιοχές, 17,9% από δασικές, 38,5% από φυσικές, 2,2% από τεχνητές και 1,2% από εσωτερικά νερά. Ο πρωτογενής τομέας, επομένως είχε και εξακολουθεί να έχει σημαντικό ρόλο στην οικονομική δραστηριότητα της χώρας, αλλά είναι σημαντικός παράγοντας στην διατήρηση της κοινωνικής και οικονομικής συνοχής σε πολλές περιοχές της ελληνικής επικράτειας. Τα ενεργειακά φυτά και τα μη εδώδιμα είναι και αυτά πλέον απαραίτητα και προσφέρουν διέξοδο στην διατήρηση της γεωργικής δραστηριότητας στην σημερινή εποχή σε πολλές περιοχές. Με το Ν. 3423/ 2005 του Υπουργείου Ανάπτυξης προσφέρεται η δυνατότητα μείωσης της εξάρτησης από τα ορυκτά καύσιμα και η δυνατότητα ανάπτυξης μεγαλύτερων εκτάσεων με ενεργειακές καλλιέργειες για χρήση των παραγόμενων προϊόντων ως βιοκαύσιμα.

Στις 27/04/2006, με απόφαση του Υπουργείου Ανάπτυξης και Τροφίμων εκδόθηκε επίσημη ανακοίνωση, με την οποία γίνεται προώθηση ανάπτυξης καλλιεργειών ηλίανθου και ελαιοκράμβης, καθώς και αξιοποίηση του ήδη παραγόμενου βαμβακόσπορου. Ειδικότερα αποφασίστηκε ότι,

- οι εταιρίες παραγωγής βιοντίζελ θα πρέπει να αγοράζουν βαμβακόσπορο από επιχειρήσεις της χώρας σε τιμές υψηλότερες από τις ήδη υπάρχουσες της αγοράς,
- οι εταιρίες θα πρέπει να συνάψουν συμφωνίες αγοράς ηλίανθου που ήδη καλλιεργείται στη χώρα,
- να πραγματοποιηθούν και σε άλλες περιοχές της χώρας και σε μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειες ηλίανθου και ελαιοκράμβης και
- να μελετηθεί από τις εταιρίες παραγωγής ζωοτροφών η αξιοποίηση της ηλιόπιτας, έτσι ώστε να αξιοποιηθούν όσο το δυνατόν καλύτερα τα παραπροϊόντα των ενεργειακών καλλιεργειών.

Στη χώρα μας τα πρώτα οχήματα που χρησιμοποίησαν βιοκαύσιμο ήταν αυτά τα οποία συμμετείχαν στην έρευνα που πραγματοποιήθηκε το 1998 το Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών του ΕΜΠ, με τη συμμετοχή των Ελληνικών Διωλιστηρίων Ασπροπύργου και της Ιταλικής εταιρείας Florys SpA, σε εννέα

οχήματα, στο πλαίσιο του Ευρωπαϊκού Προγράμματος Altener, στο οποίο μετρήθηκαν οι βλαβερές εκπομπές αερίων με κοινό ορυκτό καύσιμο και με το βιοντίζελ.

Το 1999, στη χώρα μας πέντε (5) πρατήρια με την επωνυμία ΕΛΙΝ της Θράκης έκαναν διακίνηση του βιοντίζελ, ενώ το 2000 είχαν αυξηθεί στα είκοσι πέντε (25). Στον Πίνακα 1 μπορείτε να δείτε τις πωλήσεις βιοντίζελ από τα 5 πρατήρια της εταιρίας το 1999.

ΠΡΑΤΗΡΙΟ	Πωλήσεις ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ (lt)	ΠΟΣΟΣΤΟ ΣΥΝΟΛΙΚΩΝ ΠΩΛΗΣΕΩΝ ΝΤΙΖΕΛ (%)
Ξάνθη 1 ^ο	15.300	28
Ξάνθη 2 ^ο	28.200	53
Κομοτηνή	69.000	42
Αλεξανδρούπολη	101.000	29
Φέρρες	17.800	41

Πίνακας 1 : Πωλήσεις βιοντίζελ από τα πρατήρια της ΕΛΙΝΟΙΛ το 1999.

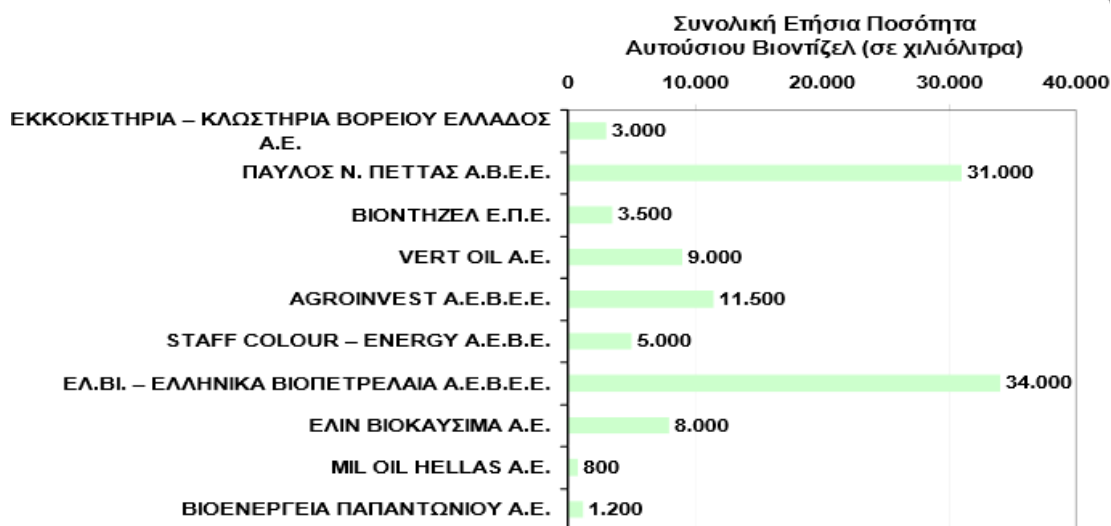
Προτίμησαν να χρησιμοποιήσουν βιοντίζελ κυρίως :

- Αγρότες ιδιοκτήτες τρακτέρ και γεωργικών μηχανημάτων και οχημάτων, σε ποσοστό 69%,
- Επαγγελματίες οδηγοί οχημάτων ταξί, φορτηγών, λεωφορείων, σε ποσοστό 44%,
- Ιδιώτες, ιδιοκτήτες οχημάτων ΙΧ, σε ποσοστό μόλις 6%, λόγω του μικρού αριθμού πετρελαιοκίνητων οχημάτων εκείνης της εποχής.

Το 2005 δημιουργήθηκε στις εγκαταστάσεις Ελληνικών Πετρελαίων το πρώτο βιοντίζελ από βαμβακέλαιο και τηγανισμένα λάδια, σε συνεργασία με το ΕΜΠ. Στις 17/02/2006 ξεκινά από τις εγκαταστάσεις της ίδιας εταιρίας, η διακίνηση βιοντίζελ από φυτικά έλαια, προς όλη τη χώρα, ύστερα από την συνεργασία με την ΕΛΒΥ ΑΕ στο Κιλκίς.

Τον Απρίλιο του 2006, η Περιφέρεια Κρήτης και το Ενεργειακό της Κέντρο, σε συνεργασία με τους τοπικούς φορείς και την συνδρομή του ΕΜΠ, εντάσσουν τη χρήση βιοντίζελ στα λεωφορεία του ΚΤΕΛ Ανατολικής Κρήτης.

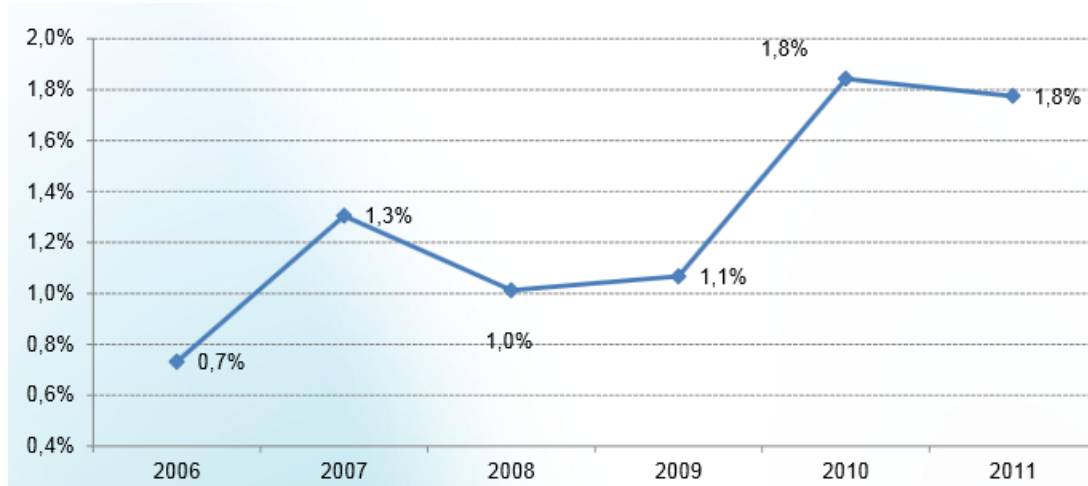
Το 2007 εισάγονται στην Ελλάδα 7.000 χιλιόλιτρα από τρεις (3) δικαιούχους που κάνουν αυτές τις εισαγωγές από κράτη μέλη της Ε.Ε και παράγονται 107.000 χιλιόλιτρα από δέκα (10) δικαιούχους με μονάδες παραγωγής βιοντίζελ εντός της ελληνικής επικράτειας, οι οποίες δίνονται στο διάγραμμα του σχήματος 2 :



Σχήμα 2: Πίνακας με την ετήσια παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα.

Στην Ελλάδα το 2010 κατέχουμε την 21η θέση στις χώρες της Ε.Ε.-27 ως προς την παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων, ενώ το 2011 υποχωρούμε στην 23η θέση στην κατάταξη. Συνολικά στις μεταφορές το διάστημα 2005-2009 παράγονται 354.000 χιλιόλιτρα βιοντίζελ, και γίνεται αύξηση εισαγωγών από 4,9% το 2006 σε 11,4% το 2010, λόγω χαμηλότερου κόστους απ' ότι αυτό της παραγωγής. Όλο το βάρος, λοιπόν της υποκατάστασης του ορυκτού καυσίμου συγκεντρώνεται στο βιοντίζελ, ενώ έχουμε μηδενική χρήση βιοαιθανόλης την στιγμή που αυξάνεται ραγδαία η χρήση της στις υπόλοιπες χώρες της Ευρώπης.

Στο σχήμα 3 μπορείτε να δείτε το διάγραμμα για την εξέλιξη της ποσοστιαίας κατανάλωσης βιοντίζελ ως προς της συνολική ζήτηση καυσίμων στην Ελλάδα την περίοδο 2006-2011.



Σχήμα 3 : Εξέλιξη της ποσοστιαίας κατανάλωσης βιοντίζελ ως προ της συνολική ζήτηση καυσίμων στην Ελλάδα (Πηγή: Eurostat)

Η στασιμότητα στην ανάπτυξη της παραγωγής βιοκαυσίμων και της επίτευξης του στόχου που υιοθετήθηκε από όλες τις χώρες της Ε.Ε, στην Ελλάδα οφείλεται κυρίως στα εξής:

- Στην αδυναμία των παραγωγών να ανταποκριθούν στην διάθεση της απαιτούμενης ποσότητας ενεργειακών φυτών,
- Στην έλλειψη αποτελεσματικού κρατικού μηχανισμού ελέγχου των διυλιστηρίων, για την τήρηση υποχρέωσης ανάμειξης ντίζελ- βιοντίζελ,
- Στην έλλειψη αποτελεσματικού κρατικού ελέγχου στις εισαγωγές πρώτων υλών, λόγω χαμηλότερου κόστους,
- Στην ανεπαρκή έρευνα και επιλογή των κατάλληλων ενεργειακών καλλιεργειών, επομένως και στην ενημέρωση των παραγωγών, και
- Στην ανεκμετάλλευτη δυναμικότητα των μονάδων που υπάρχουν αυτή τη στιγμή, στο ελληνικό χώρο, αφού δεν ευνοούνται οι οικονομικότερες μεταφορές μέσω πλοίων και η χαμηλή ανταγωνιστικότητα βιοντίζελ σε όρους κόστους παραγωγής και ποιότητας.

2.3 Περιβαλλοντικά και κοινωνικά ζητήματα από τη γρήση βιοντίζελ.

Είναι απαραίτητο, τη σημερινή εποχή, ύστερα από την ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας και της επιστήμης, να γίνει εκτεταμένη έρευνα και σωστή καλλιέργεια

των πρώτων υλών (ενεργειακών φυτών), για την παραγωγή βιοκαυσίμων, για την αποφυγή σοβαρών συνεπειών και προβλημάτων, όπως περιγράφονται στη συνέχεια.

Τα βιοκαύσιμα δεν είναι εντελώς αθώα και φιλικά προς το περιβάλλον.

Δυστυχώς χιλιάδες στρέμματα τροπικών δασών θυσιάζονται κάθε χρόνο, με αυξητική τάση προκειμένου να καλλιεργηθούν ενεργειακά φυτά. Κάθε τόνος βιοντίζελ από φοίνικα παράγει 10 φορές περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα από ένα τόνο απλού πετρελαίου, ενώ τα ζαχαρότευτλα που μετατρέπονται σε αιθανόλη, παράγουν 50% περισσότερα βλαβερά αέρια από την βενζίνη, και αυτό γιατί με την αποψίλωση δασών για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, η γη στερείται από ένα τεράστιο μέρος του δυναμικού που έχουν τα δάση της να αφαιρούν από την ατμόσφαιρα τον πιο σημαντικό ρύπο που συντελεί στη δημιουργία του φαινομένου του θερμοκηπίου: το διοξείδιο του άνθρακα. Για την παραγωγή και ανάπτυξη του καλαμποκιού, που χρησιμοποιείται και αυτό ως πρώτη ύλη για παραγωγή βιοκαυσίμου, είναι απαραίτητη η χρήση αζωτούχων λιπασμάτων και ζιζανιοκτόνων, τα οποία είναι βλαβερά για το έδαφος και βοηθούν στην διάβρωσή του περισσότερο από κάθε άλλη καλλιέργεια. Η κυβέρνηση της Βραζιλίας δέσμευσε 200.000 εκτάρια από τα δάση Cerrado και Panandal, τα οποία είναι υψίστης οικολογικής σημασίας και ανήκουν στο Ατλαντικό οικοσύστημα, για την καλλιέργεια σόγιας, ενώ η NASA αναφέρει πως κάθε χρόνο καταστρέφονται 325.000 εκτάρια του δάσους του Αμαζονίου, θέτοντας σε κίνδυνο όλο το οικοσύστημα.

Μεγάλες ανάγκες για βιοκαύσιμα, έχοντας μικρές ποσότητες παραγωγής.

Σύμφωνα με το θεσμικό πλαίσιο που έθεσε η Ευρωπαϊκή Ένωση, στόχος ήταν το 2010 να γίνεται χρήση βιοκαυσίμων σε ποσοστό 5,8% στις μεταφορές και το 2020, το ποσοστό αυτό να ανέλθει στο 10%. Για να συμβεί αυτό και να μπορέσει η Ευρώπη να παράγει μόνη της την απαραίτητα ποσότητα, θα πρέπει το 70% των συμβατικών καλλιεργειών της που υπάρχουν σήμερα να μετατραπούν ολοκληρωτικά σε καλλιεργείες ενεργειακών φυτών, κάτι το οποίο δεν μπορεί να γίνει εφικτό διότι θα υπάρχει ελλειψής σίτιση πλέον των λαών της Ε.Ε. Στις ΗΠΑ χρειάζονται για την επίτευξη του στόχου 35 εκ. γαλόνια μόνο για τις μεταφορές. Για να συμβεί αυτό θα πρέπει τεράστιες εκτάσεις καλλιεργειών καλαμποκιού και σόγιας να μετατραπούν σε φυτείες που θα παράγουν αιθανόλη και βιοντίζελ, κάτι το οποίο δεν μπορεί να συμβεί στις πυκνοκατοικημένες πολιτείες. Επομένως όλο το βάρος θα μετακινηθεί στην Νότια Αμερική, όπου οι καλλιεργείες δεν είναι επαρκείς και για αυτό το λόγο θα

αποψιλωθούν και θα καταστραφούν χιλιάδες στρέμματα τροπικών δασών όπως αναφέρθηκε και παραπάνω.

Μείωση ανθρώπινου δυναμικού

Στα δάση του Αμαζονίου σε 100 εκτάρια εργάζονται σήμερα κατά μέσο όρο 35 εργάτες. Για την παραγωγή λαδιού φοίνικα και ζαχαροκάλαμου χρειάζονται 10 εργάτες, για τον ευκάλυπτο 2 εργάτες και για τη σόγια μόλις ένας εργάτης. Επομένως μειώνονται 22 εργάτες ανά 100 εκτάρια κατά μέσο όρο και έχουμε τεράστια οφέλη και κέρδη των μεγάλων επιχειρήσεων σε βάρος του ανθρώπινου δυναμικού. Λόγω του μεγάλου όγκου ζήτησης των πρώτων υλών για παραγωγή βιοκαυσίμου, δυσχεραίνεται η θέση των μικροκαλλιεργητών και επωφελούνται μοναχά οι μεγάλες βιομηχανίες.

Αύξηση τιμών πρώτων υλών

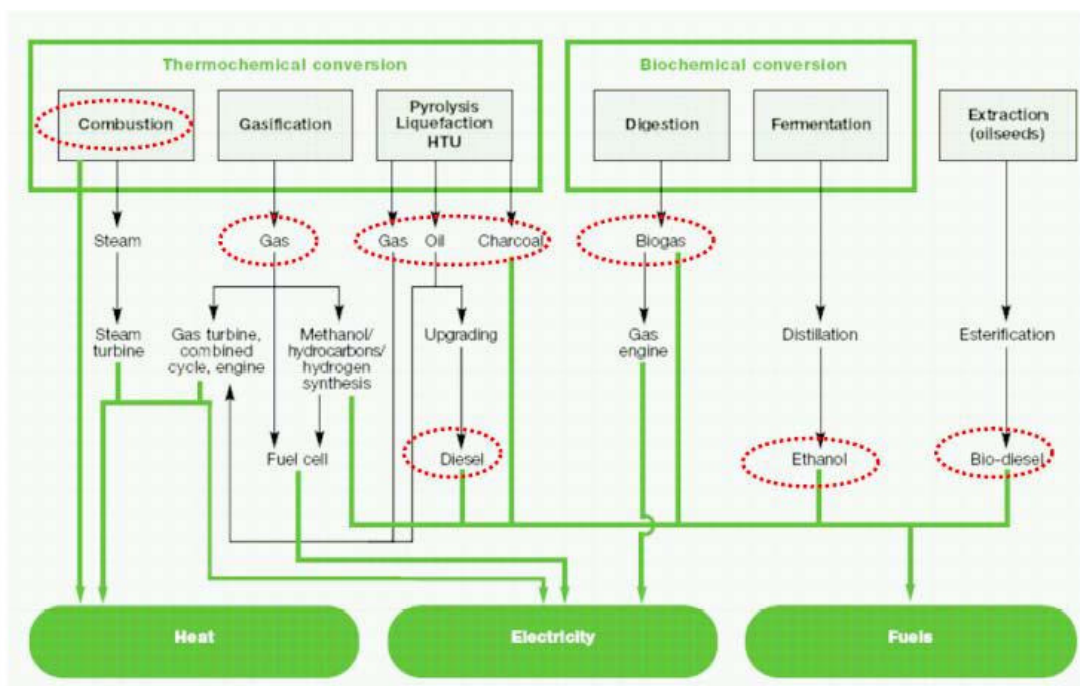
Η αυξανόμενη ζήτηση για βιοκαύσιμα που αναμένεται θα έχει ως συνέπεια και την αύξηση των τιμών των πρώτων υλών, δηλαδή των τροφών και του νερού. Σύμφωνα με το Διεθνές Ίδρυμα Πολιτικής Έρευνας Τροφίμων, διαπιστώθηκε πως οι τιμές στις πρώτες ύλες είχαν αύξηση κατά 30% μέχρι το 2010 και θα έχουν αύξηση μέχρι και 135% μέχρι το 2020. Οι γεωργοί ελπίζοντας σε αποδοτικότερες καλλιέργειες και αύξηση του εισοδήματός τους εγκαταλείπουν τις παραδοσιακές καλλιέργειες και στρέφονται προς τις ενεργειακές. Στο Μεξικό έχει ήδη ξεσπάσει κρίση για την τροφή, όπως και στα πιο φτωχικά μέρη του κόσμου. Στην Ελλάδα την περίοδο 2006-2007, οι παραγωγοί αυγών αγόραζαν τη σόγια και το καλαμπόκι 170 και 180 ευρώ ανά τόνο αντίστοιχα. Ένα χρόνο αργότερα οι τιμές αυτές ανέβηκαν στα 280 και 300 ευρώ αντίστοιχα, με αποτέλεσμα την αύξηση 60 % της τιμής των αυγών. Αυτό δεν είναι το μοναδικό παράδειγμα για την ραγδαία αύξηση των τιμών των πρώτων υλών, δυστυχώς συμβαίνει παγκοσμίως και συνεχώς σε μεγαλύτερο βαθμό.

Είναι σημαντικό σε αυτήν την περίπτωση να γίνει αντιληπτό το πρόβλημα και να παρθούν μέτρα πριν γίνει ανεξέλεγκτο. Χαρακτηριστικές είναι οι έρευνες και οι απόψεις που διατύπωσαν για το υφιστάμενο πρόβλημα ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ) και ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO).

Ο Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών (ΟΗΕ), υποστηρίζει πως αν υλοποιηθεί το σχέδιο για τα βιοκαύσιμα μεταξύ ΗΠΑ και Βραζιλίας, 260 εκ. στρέμματα που καλλιεργούνται σήμερα για παραγωγή τροφίμων, θα διατεθούν για την παραγωγή

βιοαιθανόλης. Για να γίνει κατανοητό στον απλό πολίτη αναφέρει χαρακτηριστικά, πως για να γεμίσει ένα ντεπόζιτο 50 λίτρων με βιοαιθανόλη θα πρέπει να καούν 232 κιλά καλαμποκιού, τα οποία τρέφουν για ένα χρόνο ένα παιδί στη Ζάμπια ή στο Μεξικό. Η τιμή του σιταριού διπλασιάστηκε παγκοσμίως, ενώ του καλαμποκιού υπερτετραπλασιάστηκε σε δυο χρόνια. Στην Αφρική 38 από τις 53 χώρες είναι υποχρεωμένες να εισάγουν τρόφιμα για να καταφέρουν να επιβιώσουν. Αν οι τιμές συνεχίσουν να αυξάνονται με αυτό τον αλματώδη ρυθμό, το μόνο σίγουρο πια είναι πως χιλιάδες συνάνθρωποί μας θα πεθαίνουν από πείνα. Η χαρακτηριστική φράση του απεσταλμένου του ΟΗΕ, Ζαν Ζιγκλέρ, ήταν πως « η χρήση της εύφορης γης για την παραγωγή καυσίμων είναι έγκλημα κατά της ανθρωπότητας».

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO), έρχεται να συμφωνήσει με την άποψη του ΟΗΕ, εκτιμώντας πως οι παγκόσμιες δαπάνες για την εισαγωγή τροφών θα εκτιναχθούν σε ποσοστό πάνω από 30%. Διαλύει επίσης το μύθο που θέλει την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών να οδηγεί σε μείωση των εκπομπών επικίνδυνων αερίων, καθώς το καύσιμο, το λίπασμα και το νερό που απαιτείται για την παραγωγή τους μειώνει την θετική συνεισφορά τους. Η έκθεση του οργανισμού προτείνει επανεξέταση των πλεονεκτημάτων και των μειονεκτημάτων των ενεργειακών καλλιεργειών και προώθηση «καλλιεργειών δεύτερης γενιάς», που αφορούν μη φυτικές πηγές βιοκαυσίμων, όπως είναι τα φύκια και το άχυρο.



Σχήμα 4 : Διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμων

2.4 Βιοκαύσιμα «δεύτερης γενιάς»

Στην σημερινή εποχή έχοντας υπόψη τα παραπάνω μειονεκτήματα και προβλήματα που δημιουργούνται από την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών, η επιστήμη έρχεται να δώσει μια πρωτοποριακή λύση. Τα βιοκαύσιμα 2ης γενιάς, τα οποία προέρχονται από πρώτες ύλες που δεν είναι τρόφιμα ή πρώτες ύλες τροφίμων έτσι ώστε να μην είναι ανταγωνιστικές του ανθρώπινου διατροφικού κύκλου.

Σ' αυτήν την κατηγορία βιοκαυσίμων ανήκουν τα συνθετικά βιοκαύσιμα που παράγονται από θερμοχημικές και καταλυτικές διεργασίες, όπως πυρόλυση, εξαερίωση και Fischer – Tropsch. Επίσης η βιοαιθανόλη από λιγνοκυτταρινικό υλικό, το υδρογόνο από αέριο σύνθεσης και το βιοαέριο.

Λιγνοκυτταρικά υλικά είναι τα εξής:

- Αγροτικά και δασικά προϊόντα και υπολείμματα, όπως ξυλεία, άχυρα.
- Παραπροϊόντα επεξεργασίας ξύλου.
- Βιομηχανικά και αστικά οργανικά απόβλητα.
- Ενεργειακές, ετήσιες, μικρού περιόδου χρόνου με αποδόσεις 11-4 τόνου/στρέμμα/έτος, όπως ιτιά, καλάμι, μίσχανθος, ακακία.

Συνοπτικά τα βιοκαύσιμα 2ης γενιάς περιγράφονται στον πίνακα 2 και είναι τα εξής:

Τύπος καυσίμου	Όνομασία	Διεργασία
Συνθετικά βιοκαύσιμα	Fischer – Tropsch βιοντίζελ	Αεριοποίηση, αντίδραση wgs, σύνθεση Fischer – Tropsch, HDC
Αλκοόλη από αέριο σύνθεσης		Αεριοποίηση, σύνθεση Fischer – Tropsch
HTU ντίζελ		HTU, HDO, διύλιση
Ντίζελ πυρόλυσης		Πυρόλυση, HDO, διύλιση
Βιομεθανόλη	Μεθανόλη	Αεριοποίηση, σύνθεση, wgs
Βιοαιθανόλη	Αιθανόλη από κυτταρίνη	Υδρόλυση, ζύμωση, απόσταξη
Βιο-MTBE	MTBE	Σύνθεση
Βιοδιμεθυλαιθέρας	DMEY	Αεριοποίηση, σύνθεση, wgs
Βιοϋδρογόνο	Υδρογόνο από αέριο σύνθεσης	Αεριοποίηση, αντίδραση wgs, απομάκρυνση CO ₂
Βιοαέριο	Φυσικό αέριο από αέριο σύνθεσης	Αεριοποίηση, σύνθεση, απομάκρυνση CO ₂ – H ₂ O
Συνθετικό φυσικό αέριο		Εξαέρωση

Κεφάλαιο 3

Βιοκαύσιμα από άλγη

3.1 Τι είναι τα άλγη

Τα άλγη είναι η λατινική ονομασία για τα φύκια alga (πληθυντικός algae). Τα φύκη (το φύκος) χαρακτηρίζονται συλλογικά από πολλές ταξινομημένες ομάδες φωτοσυνθετότων οργανισμών που δεν ανήκουν στο αυστηρώς ορισμένο βασιλείο των φυτών (plantae sensu stricto) ή μετάφυτα ή εμβρυόφυτα. Τα φύκη είναι μια πολυφυλετική κατηγορία οργανισμών, δηλαδή αποτελείται από ταξινομικές ομάδες που δεν είναι άμεσα συγγενικές μεταξύ τους αφού ανήκουν σε διαφορετικά βασίλεια και συνομοταξίες. Οι υψηλές τιμές των καυσίμων, όπως και το πρόβλημα που δημιουργήθηκε από την χρήση προϊόντων της τροφικής αλυσίδας για παραγωγή βιοκαυσίμων όπως καλαμπόκι, σόγια και άλλα, έστρεψε το ενδιαφέρον στην καλλιέργεια των φυκιών για την παραγωγή βιοντήζελ, βιοαιθανόλης, βιοβουτανίου και άλλων βιοκαυσίμων. Αυτό συμβαίνει γιατί τα άλγη μπορούν να παράγουν την μεγαλύτερη ποσότητα πετρελαίου από οποιοδήποτε άλλο είδος. Σύμφωνα με το υπουργείο ενέργειας των ΗΠΑ 40.000 km² καλλιέργειας φυκιών χρειάζονται για την υποκατάσταση όλου του πετρελαίου που καταναλώνεται στις ΗΠΑ. Αυτή η έκταση αντιστοιχεί στο 1/7 της έκτασης που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια καλαμποκιού στις Ηνωμένες Πολιτείες.

Πηγή πετρελαίου	Βιομάζα (μετρικοί τόνοι/εκτάριο/χρόνο)
Σόγια	1 - 2,5
Ελαιοκράμβη	3
Φοινικέλαιο	19
Jatropha	7,5 - 10
Μικροάλγη	14 – 25,5

Άλλα χαρακτηριστικά που κάνουν τα άλγη ελκυστικά στην παραγωγή πετρελαίου είναι το γεγονός ότι μπορούν να αναπτυχθούν στη θάλασσα και σε βρώμικα στάσιμα νερά(βιομηχανικών αποβλήτων, χρήση σε βιολογικούς καθαρισμούς),όπως επίσης ότι είναι βιοδιασπώμενα και αβλαβή για το περιβάλλον. Επίσης κατά την διάρκεια της φωτοσύνθεσης τα άλγη χρειάζονται και καταναλώνουν διοξείδιο του άνθρακα και ήλιο και το μετατρέπουν σε οξυγόνο και βιομάζα. Μπορούν να μετατρέψουν ως και το σύνολο του διοξειδίου του άνθρακα σε οξυγόνο γιατί αποτελεί την κύρια τροφή τους μαζί με άλλα αέρια που μολύνουν την ατμόσφαιρα.

3.2 Χρήση των αλγών και τι μπορούμε να πετύχουμε από τη χρήση τους

Υπάρχουν 2 είδη που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοκαυσίμων τα μικροάλγη και τα μακροάλγη. Τα μικροάλγη έχουν μεγάλη συγκέντρωση υδρογονανθράκων αλλά είναι δύσκολο να καλλιεργηθούν και να συγκεντρωθούν με οικονομικό τρόπο, ώστε να κάνουν επικερδή την χρησιμοποίησή τους. Τα μακροάλγη έχουν χαμηλό κόστος καλλιέργειας και συγκέντρωσης αλλά χαμηλή περιεκτικότητα σε λιπίδια και υδρογονάνθρακες. Και τα 2 είδη αυτή την στιγμή χρησιμοποιούνται. Επειδή η ανάπτυξη τους βρίσκεται σε πρώιμο στάδιο δεν μπορούμε να πούμε ποια από τις 2 ποικιλίες θα επικρατήσει στο μέλλον. Μια άλλη σημαντική χρήση των αλγών είναι το γεγονός ότι αναπτύσσονται πολύ γρήγορα σε βρώμικα νερά και χρησιμοποιούν σαν τροφή τις τοξίνες και άλλα απόβλητα που υπάρχουν σ'αυτά. Έτσι μπορούν να αποτελέσουν ένα φυσικό μέσο καθαρισμού σε βιολογικούς καθαρισμούς, σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις και όπου αλλού αποτέλεσμα της διαδικασίας παραγωγής δημιουργεί βρώμικο νερό. Παράλληλα βέβαια μειώνει δραματικά το κόστος της διαδικασίας καθαρισμού με το παράλληλο όφελος της καλλιέργειας των αλγών και την χρήση τους για την παραγωγή βιοντήζελ η όπου αλλού θέλουν να το χρησιμοποιήσουν. Τη σημερινή εποχή τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια παραγωγής ενέργειας που χρησιμοποιούν άνθρακα ή λιγνίτη στην Ελλάδα, αποτελούν μια από της μεγαλύτερες πηγές μόλυνσης της ατμόσφαιρας και αναγκάζονται να πληρώνουν μεγάλα ποσά σαν ποινή για την μόλυνση της ατμόσφαιρας. Υπολογίζεται ότι τα θερμοηλεκτρικά εργοστάσια ευθύνονται για το 30% της ατμοσφαιρικής μόλυνσης του πλανήτη. Τα άλγη χρειάζονται για την παραγωγή ενός τόνου βιομάζας 1,8 τόνους CO₂. Συνδυάζοντας αυτό με το γεγονός ότι τα άλγη μπορούν να αναπτυχθούν πρακτικά οπουδήποτε και είναι μεγάλοι απορροφητές διοξειδίου του άνθρακα, τι θα λέγατε για την καλλιέργεια άλγης με

απευθείας σύνδεση με την καμινάδα του θερμοηλεκτρικού εργοστασίου; Καθαρή ατμόσφαιρα χωρίς CO₂, μονοξείδιο του άνθρακα και άλλα επιβλαβή αέρια, απαλλαγή από τις χρηματικές ποινές πολλών εκατομμυρίων και επιπλέον την παραγωγή βιοκαυσίμων. Αυτή τη συνέργεια καλλιέργειας αλγών και αιχμαλώτισης CO₂, δεκάδες εταιρίες παραγωγής ενέργειας την δοκιμάζουν αυτή τη στιγμή σε Ευρώπη (Γερμανία, Ιταλία), στις ΗΠΑ και στην Ωκεανία. Η επεξεργασία της άλγης έχει σαν υποπροϊόν την δημιουργία αιθέρων και οξέων που μέσα από κατάλληλη επεξεργασία χρησιμοποιούνται για την παρασκευή πολυμερών λιπαντικών. Η δημιουργία «πράσινων» πλαστικών είναι κάτι που μπορεί να επιτευχθεί από τα άλγη. Θα το πιστεύατε ποτέ ότι θα μπορούσατε να χρησιμοποιήσετε στο φαγητό ή την σαλάτα λάδι από άλγη; Κι όμως το λάδι που παράγεται από άλγη είναι πλούσιο σε ακόρεστα λίπη, πλούσιο σε αντιοξειδωτικά όπως επίσης σε στερόλες και καροτίνη μεταξύ άλλων. Επίσης εξ' αιτίας της υψηλής θρεπτικής αξίας του και την υψηλή περιεκτικότητα της σε πρωτεΐνες ότι απομένει από την επεξεργασία της άλγης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για ζωοτροφές.

Καλλυντικά είναι δυνατόν να δημιουργηθούν από άλγη. Αντιγηραντικές κρέμες όπως και άλλα προϊόντα προστασίας του δέρματος παράγονται ήδη από την Solazyme, όπως και σαπούνια και άλλα είδη προσωπικής καθαριότητας.

Σήμερα 75 εταιρίες κυρίως μικρού μεγέθους δραστηριοποιούνται στη βιομηχανία παραγωγής άλγης για διάφορους σκοπούς. Επίσης 100 πανεπιστήμια παγκοσμίως δημιουργούν ερευνητικό έργο σ' αυτό το γνωστικό αντικείμενο. Η συντριπτική πλειοψηφία των εταιριών που ασχολούνται με την βιομηχανία της άλγης είναι από τις ΗΠΑ, απ' όπου εξάλλου ξεκίνησε η έρευνα για την δημιουργία βιοκαυσίμων από άλγη από την δεκαετία του '70 μετά την πετρελαϊκή κρίση, διακόπηκε την δεκαετία του '90 γιατί θεωρήθηκε ότι ποτέ δεν θα μπορεί να ανταγωνιστεί οικονομικά το πετρέλαιο και μετά την άνοδο της τιμής τους πετρελαίου βγήκε πάλι στην επιφάνεια.

Έτος	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Αριθμός εταιριών	1	2	4	5	10	15	25	50	75

Αριθμός εταιριών που ασχολούνται με τα άλγη

Στις ΗΠΑ περιμένουν ότι η αγορά των βιοκαυσίμων θα αυξηθεί έως το 2017 με ρυθμούς 12,3% ετησίως. Η Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας (IEA) προβλέπει ότι το 2020 η παραγωγή από βιοκαύσιμα θα φθάσει 120 δισεκ. λίτρα αιθανόλης και 23 δισεκ. λίτρα διαφόρων μορφών καυσίμων.

3.3 Βιοτεχνολογία

Η βιοτεχνολογία προχώρησε στην αναζήτηση εναλλακτικών μεθόδων παραγωγής πρώτων υλών με τα ακόλουθα 2 χαρακτηριστικά: 1.Υψηλότερες αποδόσεις αναστρέμμα γης 2. Τα παραγόμενα έλαια ή αμυλοσάκχαρα να μην αποτελούν στοιχείο της διατροφής του ανθρώπου, ώστε να μην αναπτύσσεται ανταγωνισμός μεταξύ ανθρώπινης διατροφής και παραγωγής βιοκαυσίμων. Μετά από έρευνες μεγάλων ερευνητικών ιδρυμάτων της Ευρώπης και των ΗΠΑ, η απάντηση στη λύση του προβλήματος έρχεται με την επιλογή μονοκύτταρων μικροφυκών κυρίως των γενών *Chlorella*, *Botryococcus*, *Dunallella*, *Nannochloropsis*, κ.α, τα οποία έχουν την ικανότητα να αποθηκεύουν στα κύτταρα τους πολύτιμες χημικές ουσίες(προϊόντα φωτοσύνθεσης) σε μεγάλες ποσότητες ,που φθάνουν το 70% του ξηρού βάρους τους. Η εντυπωσιακή παραγωγική ικανότητα των φυκών οφείλεται στο γεγονός ότι διπλασιάζουν τη μάζα τους κάθε 24 ώρες και έτσι παίρνουμε 365 εσοδείες αντί μιας εσοδείας το χρόνο που έχουμε με τα κλασσικά ενεργειακά φυτά. Η διεθνής επιστημονική κοινότητα έχει αποδείξει ότι τα μικροφύκη που φωτοσυνθέτουν είναι μονόδρομος για την υποκατάσταση του ορυκτού πετρελαίου που σχηματίστηκε πριν εκατομμύρια χρόνια, από παρόμοια είδη φυκών και άλλων φυτών από την ίδια τη φύση. Η μοντέρνα βιοτεχνολογία κάνει σε ώρες ό τι έκανε η φύση σε αμέτρητους αιώνες. Για την φωτοσυνθετική παραγωγή βιομάζας από τα φύκη απαιτούνται: ηλιακό φως, διοξείδιο του άνθρακα, νερό και ανόργανα άλατα, όπως άζωτο, φώσφορος, σίδηρος και άλλα ιχνοστοιχεία. Οι optimum θερμοκρασίες κυμαίνονται από 20-30 C°. Δεδομένου ότι η βιομάζα των μικροφυκών περιέχει περίπου 50% άνθρακα (επί ξηρού βάρους), για την παραγωγή 100 τόνων βιομάζας μικροφυκών απαιτούνται (απορροφούνται) 183 τόνοι CO₂, που χορηγούνται κατά την διάρκεια της ημέρας (φωτοσύνθεση), μέσω συστήματος ειδικών αισθητήρων, για ελαχιστοποίηση απωλειών CO₂. Το παραγόμενο κατά τη φάση της φωτοσύνθεσης οξυγόνο απομακρύνεται (συλλέγεται) με τη βοήθεια άλλων αισθητήρων, ώστε να μη σημειώνονται υπερβολικές συγκεντρώσεις που μπορούν να γίνουν τοξικές.

3.4 Διαδικασία παραγωγής βιοντήζελ από άλγη

Η παραγωγή βιοντήζελ από άλγη αποτελεί το πιο αγαπημένο τελικό προϊόν ανάμεσα στα βιοκαύσιμα γιατί επιτυγχάνεται η μεγαλύτερη μετατροπή σε καθαρή ενέργεια με τον λιγότερο ενεργοβόρο τρόπο. Το πρώτο και σημαντικότερο βήμα είναι η επιλογή του κατάλληλου είδους άλγης. Η περιεκτικότητα σε λιπίδια είναι το σημαντικό κριτήριο στην επιλογή του κατάλληλου είδους της άλγης. Όσο μεγαλύτερη η περιεκτικότητα σε λιπίδια τόσο μεγαλύτερη η δυνατότητα παραγωγής βιοκαυσίμων. Η εντοπιότητα του είδους της άλγης παίζει ρόλο στην προσαρμογή του χωρίς προβλήματα. Εφ' όσον επιλέξουμε το κατάλληλο είδος άλγης προχωράμε στην καλλιέργεια. Τους διάφορους τρόπους καλλιέργειας θα τους δούμε στο παρακάτω υποκεφάλαιο. Μετά ακολουθεί η συγκομιδή της άλγης. Η συγκομιδή είναι πολύ δύσκολη διαδικασία και πολύ δαπανηρή. Χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι για την συγκομιδή. Οι κυριότερες είναι το φιλτράρισμα, η ιζηματογέννεση, η φυγοκέντρωση, κροκκίδωση (flocculation) και η επίπλευση (flotation). Η δυσκολία μεγαλώνει αντιστρόφως ανάλογα με το μέγεθος των αλγών. Όταν πρόκειται για μικροάλγη που είναι πολύ μικρά και πολλές φορές μονοκύτταρα είδη η δυσκολία είναι πιο μεγάλη. Κατά την συγκομιδή τα υγρά απόβλητα χρησιμοποιούνται για την παραγωγή καλλυντικών. Μετέπειτα προχωράμε στην αφαίρεση πετρελαίου από την άλγη και ακολούθως στην μετατροπή του σε βιοντήζελ. Ότι περισσέψει μετά την αφαίρεση του πετρελαίου χρησιμοποιείται για την παραγωγή τροφής για ζώα, ψάρια και η πρωτεΐνη χρησιμοποιείται για συμπλήρωμα της ανθρώπινης διατροφής.

3.4.1 Τρόποι και διαδικασία καλλιέργειας άλγης

Η καλλιέργεια των αλγών γίνεται με 3 τρόπους: 1. σε ανοιχτές δεξαμενές

2. σε κλειστές δεξαμενές

3. σε φωτοαντιδραστήρες

Τα συστήματα σε κλειστές δεξαμενές ή λιμνούλες προσπαθούν να λύσουν τα προβλήματα των ανοιχτών συστημάτων όπως μόλυνση των αλγών, ανάπτυξη παρασίτων, εξάτμιση, μερική απορρόφηση της ηλιακής ακτινοβολίας και μικρή παραγωγικότητα. Τα κλειστά συστήματα είναι σαν ένα θερμοκήπιο από πλεξιγκλάς που μπορούν να καλλιεργηθούν περισσότερα είδη και να υπάρχει μεγαλύτερη περίοδος καλλιέργειας έως και ετήσια αν θερμαίνονται. Επίσης μπορεί να διοχετευθεί μεγαλύτερη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα. Οι βιοαντιδραστήρες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή των αλγών ενσωματώνουν κάποιο είδος φωτεινής πηγής. Κάθε ημιδιαφανές δοχείο που επιτρέπει κάποια πηγή φωτός να

περάσει μέσα απ' αυτό μπορεί να θεωρηθεί φωτοβιοαντιδραστήρας. Μιλάμε για ένα σύστημα απόλυτα ελεγχόμενο για την καλύτερη απόδοση της καλλιέργειας των αλγών. Επειδή το σύστημα είναι κλειστό όλα τα στοιχεία που χρειάζονται για την τροφή των αλγών εισάγονται στον βιοαντιδραστήρα. Το κόστος κατασκευής του φωτοαντιδραστήρα είναι πολύ μεγάλο μέχρι τώρα και γι' αυτό δεν έχει υπάρξει ανάπτυξη αυτής της μεθόδου. Σύμφωνα με τα στοιχεία που είναι διαθέσιμα το κόστος ανέρχεται σε 60\$ ανά τετραγωνικό μέτρο.

Φωτο-βιοαντιδραστήρες

Οι «κλειστοί» φωτοβιοαντιδραστήρες επιτρέπουν την επιτυχή καλλιέργεια επιλεγμένων ειδών μικροφυκών, είτε μεμονωμένων, είτε ομάδων ειδών, που αποδίδουν βιομάζες με περιεκτικότητες σε π.χ. φυτικό λάδι για παραγωγή βιοντήζελ, της τάξεως του 50-65% του ξηρού βάρους. Ο διπλασιασμός της βιομάζας γίνεται σε 24 ώρες, οπότε επιτυγχάνεται μια συγκομιδή κάθε μέρα. Οι πλέον παραγωγικοί είναι οι κυλινδρικοί φωτο-βιοαντιδραστήρες, οι οποίοι αποτελούνται από μία διάταξη διάφανων σωληνώσεων, όπου το ηλιακό φως «συλλέγεται» από τα φωτοσυνθέοντα μικροφύκη, τα οποία με τα θρεπτικά άλατα και το CO₂ που τους παρέχονται, σχηματίζουν φυτικά λάδια. Η βιομάζα του 24ώρου συλλέγεται με χρήση ειδικών μικροφίλτρων, σε συνδιασμό με υπερφυγοκέντριση, υπό μορφή υδαρούς «πάστας». Η «πάστα» αποδίδει το φυτικό λάδι με πίεση κατά 70%, ενώ το υπόλοιπο 30% εξάγεται με χημική κατεργασία (εξάνιο). Το στερεό κέικ που μένει είναι άριστη ζωοτροφή, με πάρα πολλές βιταμίνες, ιχνοστοιχεία και άλλα θρεπτικά στοιχεία, με σημερινή εμπορική αξία στην ευρωπαϊκή ένωση 1,5-2,5 ευρώ/κιλό.

Ο προσανατολισμός των κυλινδρικών φωτο-βιοαντιδραστήρων γίνεται έτσι ώστε να μεγιστοποιείται η ηλιακή ενέργεια που θα αξιοποιηθεί φωτοσυνθετικά από τα μικροφύκη, ενώ το έδαφος κα'τω από αυτούς βάφεται λευκό ώστε να συνεισφέρει φωτόνια εξ αντανακλάσεως. Μια ειδική ζώνη αποκατάστασης της ισορροπίας των αερίων της φωτοσύνθεσης (O₂ και CO₂), με ειδικούς αισθητήρες, διατηρεί την επιθυμητή ισορροπία (πηλίκον) των αερίων εντός του κλειστού κυκλώματος του βιοαντιδραστήρα. Για τη διατήρηση της επιθυμητής θερμοκρασίας για maximum φωτοσύνθεση, οι μονάδες διαθέτουν συστήματα ψύξης, είτε με διαδρομή υπόγεια (γεωθερμική ψύξη), είτε με τοποθέτηση «εναλλακτών θερμότητας» (heat exchangers) ανά τακτά διαστήματα.

3.5 Κόστος παραγωγής των αλγών

Η παραγωγή της άλγης δεν μπορεί να συναγωνιστεί ακόμη το κόστος εξόρυξης του πετρελαίου ακόμα και τα τελευταία χρόνια που η τιμή του είναι αυξημένη. Αυτή είναι μια από τις κύριες αιτίες που ακόμη η παραγωγή βιοκαυσίμων από άλγη δεν έχει αναπτυχθεί σε μεγάλες μονάδες. Τα κόστη για την παραγωγή της άλγης αφορούν την καλλιέργεια της, την συγκομιδή και την παραγωγή πετρελαίου απ' αυτή. Τα κόστη για το φιλτράρισμα, για την ξήρανση των αλγών, το κεφάλαιο για την δημιουργία υποδομής και των απαραίτητων εργαλείων για την συγκομιδή, το κόστος συντήρησης της υποδομής, το κόστος του εργατικού δυναμικού και της απαραίτητης ηλεκτρικής ενέργειας.

Επίλογος-Συμπεράσματα

Ποιοτικά, όλα τα Βιοκαύσιμα 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 Βιοκαύσιμα προσφέρει μείωση ρυπογόνων ουσιών αλλά απαιτεί μεγαλύτερη κατανάλωση ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα που παράγονται από λιγνοκυταρρινούχες πρώτες ύλες εμφανίζουν μεγαλύτερους βαθμούς απόδοσης και σημαντικές δυνατότητες μείωσης των αέριων θερμοκηπίου. 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. Είναι φανερό πως στις σύγχρονες απαιτήσεις για ένα καλύτερο και ποιο <<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 βιοκαυσίμων 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. Βέβαια ο δρόμος που έχει διανυθεί είναι σημαντικός και είμαστε κοντά πλέον στην παρουσίαση λύσεων αποδεκτά τεχνικών και οικονομικών. Το αυξημένο ενδιαφέρον των τελευταίων 2 χρόνων από την ακαδημαϊκή κοινότητα, σημαντικών επιχειρηματικών ομίλων που χρηματοδοτούν τις εταιρίες παραγωγής βιοκαυσίμων από άγλη δείχνει ότι βρισκόμαστε πλέον κοντά στην εμπορική εκμετάλλευση των αλγών για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Σημαντικό ενδιαφέρον για την ανάπτυξη οι λύσεις που παρουσιάζουν πιθανότητες συνεργειών, όπως τα παραγωγής ενέργειας από άνθρακα, μολύνουσες βιομηχανίες, επεξεργασία υδάτων σε βιολογικούς καθαρισμούς που είναι άμεσα κερδοφόρες. Φαίνεται ότι τα άγλη στο άμεσο μέλλον θ' αποτελέσουν μια αξιόλογη εναλλακτική λύση απέναντι στο πετρέλαιο.

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 ., 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

Περιεχόμενα

Περίληψη	3
Abstract	4
Πρόλογος	5
Κεφάλαιο 1: Εισαγωγή στα βιοκαύσιμα.....	7
Κεφάλαιο 2: Βιοκαύσιμα στην Ελλάδα.....	12
Κεφάλαιο 3: Βιοκαύσιμα από άλγη.....	22
Επίλογος - Συμπεράσματα	28
Βιβλιογραφία	29
Περιεχόμενα.....	31