



**ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Διπλωματική Εργασία

**Πειραματική μελέτη παραγωγής βιοαιθανόλης από ελληνικές
πρώτες ύλες**

Εξεταστική Επιτροπή

Θεοχάρης Τσούτσος, Επ. καθηγητής (επιβλέπων καθηγητής)
Βασίλειος Γκέκας, Καθηγητής
Νίκος Καλογεράκης, Καθηγητής

Ζόλκου Περικλής

**ΙΟΥΝΙΟΣ 2008
ΧΑΝΙΑ**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ – ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

- 1.1.1. Η ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΥ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟΥ
- 1.1.2. Η ΘΕΤΙΚΗ ΣΥΝΕΙΣΦΟΡΑ ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΞΙΝΗ ΒΡΟΧΗ
- 1.1.3. Η ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΝΕΡΟΥ
- 1.1.4. ΟΙ ΧΑΜΗΛΕΣ ΕΙΣΡΟΕΣ ΣΕ ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ
- 1.1.5. Η ΜΕΙΩΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΦΥΤΟΦΑΡΜΑΚΩΝ
- 1.1.6. ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΜΟΝΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ
- 1.1.7. ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΣΤΗΝ ΒΙΟΠΟΙΚΙΛΟΤΗΤΑ
- 1.1.8. ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΤΩΝ ΕΔΑΦΩΝ ΣΕ ΕΝΔΕΧΟΜΕΝΗ ΕΝΤΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗ

1.2. ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ (SWEET SORGHUM)

2. Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

- 2.1. Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ
- 2.2. Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ ΜΟΡΦΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

- 3.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ
- 3.2. ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ
- 3.3. ΕΠΙΛΟΓΗ ΖΥΜΗΣ, ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΖΥΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

3.4. ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΖΥΜΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΝΤΑΓΗΣ

3.5. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

3.5.1. ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

3.5.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ

3.5.3. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ

3.5.4. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1. ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

4.2. ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ (1ΟΥ ΚΥΚΛΟΥ)

5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

7.2. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

7.2.1. ΝΟΜΟΣ 3423/2005 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

7.2.2. DIRECTIVE 2003/30/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF 8 MAY 2003: «ON THE PROMOTION OF THE USE OF BIOFUELS OR OTHER RENEWABLE FUELS FOR TRANSPORT»

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τον Μάρτιο του 2007 όντας στο πέμπτο έτος φοίτησης στο τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος επέλεξα να ξεκινήσω την διπλωματική μου εργασία, ερευνώντας ένα αντικείμενο πολύ σημαντικό για το τμήμα μας, τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ΑΠΕ).

Η πρώτη επαφή με τον κ. Θεοχάρη Τσούτσο είχε ως σκοπό την επιλογή θέματος πάνω σε αυτόν το τομέα και συγκεκριμένα στο κομμάτι των βιοκαυσίμων. Η έρευνα γύρω από αυτά, τα τελευταία χρόνια έχει προχωρήσει ραγδαία και σε συνδυασμό με τις ενεργειακές απαιτήσεις του καιρού μας και ταυτόχρονα τις προσπάθειες που γίνονται για μείωση των περιβαλλοντικών ρύπων και την απεξάρτηση από τα συμβατικά καύσιμα, έκαναν ολοένα και πιο μεγάλη την θέλησή μου να ασχοληθώ με αυτά και συγκεκριμένα την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Οι δυσκολίες που συνάντησα αρχικά ήταν μεγάλες. Έλλειψη υποδομών πάνω σε αυτό το ερευνητικό κομμάτι από το τμήμα ήταν μία από αυτές, καθώς δεν είχε πραγματοποιηθεί κάτι παρόμοιο τον προηγούμενο καιρό. Όπως επίσης και το ερευνητικό προηγούμενο στο τμήμα μας σε αυτό το κομμάτι. Βέβαια το ρητό που λέει «ο επιμένων νικά» πιστεύω ότι λειτούργησε στην συγκεκριμένη περίπτωση. Με την ουσιαστική συνεργασία και βοήθεια των κ. Βασίλειου Γκέκα, κ. Θεοχάρη Τσούτσο, κ. Αριάδνης Παντίδου και κ. Στέλιου Μαυριγιαννάκη, φτάσαμε σήμερα στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Η καλή συνεργασία και η αμέριστη βοήθεια των προαναφερθέντων προσώπων ήταν καταλυτική τόσο στα πρώτα στάδια της πειραματικής μελέτης, όσο και στην ολοκλήρωση αυτής. Έτσι, πιστεύω ότι και από την μεριά μου βοήθησα, στο να ανέβει το κομμάτι της έρευνας και στο τμήμα μας σε αυτόν το τομέα ένα βήμα πιο πάνω και να ανοίξουν νέοι δρόμοι για τους επόμενους συμφοιτητές μου που θα θελήσουν να ασχοληθούν με την ενεργειακή αξιοποίηση βιομάζας. Τα πρώτα θετικά αποτελέσματα αυτής της προσπάθειας, ήρθαν νωρίς με την παρουσίαση και δημοσίευση των πρώτων αποτελεσμάτων στο 1^ο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Αναπτυξιακό Συνέδριο του Νομού Καρδίτσας τον Φλεβάρη του 2008 και την αναδημοσίευση τους στο περιοδικό «Οικόπολις». Η αναζήτησή μου σε θέματα γύρω από την προώθηση των βιοκαυσίμων σε ερευνητικό επίπεδο συνεχίστηκε και με την συμμετοχή σε δύο ακόμα εργασίες (paper) που ανέλαβε η ερευνητική ομάδα του εργαστηρίου Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων, που παρουσιάστηκαν η μία στην Βαλένθια της Ισπανίας (16th European Biomass Conference & Exhibition, 2 – 6 June 2008) και η άλλη στο Ηράκλειο (International Conference on Agricultural Engineering & Industry Exhibition, 23 – 25 June 2008).

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά, όλους αυτούς που μου συμπαραστάθηκαν και με βοήθησαν καθ' όλη την διάρκεια της εκπόνησης της φοίτησής μου στο τμήμα Μηχανικών Περιβάλλοντος, αλλά και της διπλωματικής μου εργασίας στις καλές, αλλά και στις δύσκολες στιγμές, δίνοντας μου κουράγιο να συνεχίσω και να ολοκληρώσω αυτή και τις σπουδές μου στο τμήμα.

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχώς αυξανόμενη σήμερα ενεργειακή ζήτηση, η μείωση των αποθεμάτων συμβατικών καυσίμων σε συνδυασμό με τις σημαντικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις από τη χρήση τους έχουν κάνει ξεκάθαρο ότι εναλλακτικές μορφές ενέργειας, όπως τα βιοκαύσιμα, πρέπει να χρησιμοποιηθούν σε ευρεία κλίμακα [Τσούτσος και Ζόλκου, 2008].

Κάθε πηγή ενέργειας, που πρόκειται να τεθεί σε ευρεία χρήση πρέπει αξιολογείται με γνώμονα τις περιβαλλοντικές επιδράσεις. Η κατανάλωση παγκόσμιας ενέργειας έχει αυξηθεί από 17 φορές στον τελευταίο αιώνα και βασικές πηγές – αιτίες της ατμοσφαιρικής ρύπανσης είναι οι εκπομπές του CO₂, του SO₂ και του NO_x από συμβατικά καύσιμα. Αυτή τη στιγμή, περίπου 85% της απαίτησης παγκόσμιας ενέργειας ικανοποιείται από τα συμβατικά καύσιμα. Στις τελευταίες δύο δεκαετίες, η περιεκτικότητα σε CO₂ έχει αυξηθεί κατά 27%, ενός εκ των βασικών αερίων του θερμοκηπίου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0.5 °C. Εάν η χρήση των συμβατικών καυσίμων δεν περιοριστεί, μια περαιτέρω αύξηση της θερμοκρασίας κατά 2 - 5 °C και ίσως αύξηση 1,8 – 2,4 m της στάθμης θάλασσας μπορεί να πραγματοποιηθεί.

Αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία [Kangama, et al, 2005], ότι εάν η χρήση του κινέζικου πετρελαίου ανέλθει στο ίδιο ποσοστό όπως κυμαίνεται των Αμερικανών τώρα, μέχρι το 2031, η Κίνα θα χρειάζεται 99 εκατομμύριο βαρέλια ημερησίως.

Η παγκόσμια ημερήσια παραγωγή πετρελαίου αυτήν την περίοδο τα βαρέλια ανέρχεται στα 79 εκατομμύρια βαρέλια ανά ημέρα. Εκτός από την εκπομπή τεράστιων ποσοτήτων αερίων, η εκπομπή άνθρακα από το κάψιμο συμβατικών καυσίμων στην Κίνα μόνο, θα συναγωνιζόταν εκείνων του ολόκληρου κόσμου σήμερα. Η αλλαγή κλίματος μπορεί να κινηθεί εκτός ελέγχου, υπονομεύοντας την ασφάλεια τροφίμων και πλημμυρίζοντας τις παράκτιες πόλεις. Αυτήν την περίοδο, περίπου 26 δισεκατομμύρια ts του CO₂ υπολογίζονται ότι εκπέμπονται ετησίως στην ατμόσφαιρα. Περίπου 80% αυτού του ποσού

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

προέρχεται από την καύση των συμβατικών καυσίμων όπως ο άνθρακας, βενζίνη και φυσικό αέριο. Έχει διαπιστωθεί ότι οι εκπομπές του CO₂ από συμβατικά καύσιμα έχουν αυξηθεί 4 φορές τα τελευταία 40 χρόνια. Επιπλέον, 6 δισεκατομμύρια ts CO₂ εκπέμπονται κατά μέσο όρο ετησίως στην ατμόσφαιρα.

Η βιοαιθανόλη, αιθανόλη παραγόμενη με τη βιολογική οδό, αποτελεί βιοκαύσιμο με διαρκώς αυξανόμενο ενδιαφέρον για ευρεία εφαρμογή. Στη χώρα μας, όπως και στις περισσότερες Ευρωπαϊκές χώρες, εισήχθη στην αγορά με την εφαρμογή της Κοινοτικής Οδηγίας 2003/30, ενώ πρόσφατα το ενδιαφέρον αυτό ανανεώθηκε με τη νέα πρόταση για Κοινοτική Οδηγία στις 23 Ιανουαρίου 2008 για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Ήδη, πολλές χώρες πανευρωπαϊκά, αλλά και παγκοσμίως έχουν κάνει πολλά βήματα μπροστά στον σχεδιασμό, αλλά και στην παραγωγή βιοκαυσίμων. Χαρακτηριστικά να αναφέρεται ότι το 2006 η κατανάλωση των χωρών της Ευρώπης ήταν 5.376.296 ts, ενώ το 2003 όταν εφαρμόστηκε η πρώτη κοινοτική οδηγία ήταν 446.610 ts (12πλασιάστηκε η παραγωγή - κατανάλωση). Στη χώρα μας, η παραγωγή και η κατανάλωση βασίζεται ακόμα σε πολύ μικρό στάδιο (1,3%), σε σχέση με τις άλλες χώρες της Ευρωπαϊκής Επιτροπής, αλλά υπάρχουν σημαντικές δυνατότητες για περαιτέρω ανάπτυξη. Ήδη η χρήση της βιοαιθανόλης, ως εναλλακτικό καύσιμο έναντι της βενζίνης ή συμπλήρωμα αυτής, βρίσκει εφαρμογή σε πολλές χώρες παγκοσμίως [Τσούτσος, et al, 2008].

1.1. ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΚΑΙ ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗΣ ΤΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ – ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

Γύρω από την προώθηση των βιοκαυσίμων γενικότερα, αλλά και της βιοαιθανόλης ειδικότερα, δύο αντικρουόμενες αντιλήψεις βρίσκονται στο επίκεντρο, οι οποίες πρωτίστως ξεκινούν από την χρήση των ενεργειακών καλλιεργειών. Από την μία πλευρά κομμάτι της επιστημονικής κοινότητας που υποστηρίζουν την προώθηση αυτών, και από την άλλη την μερίδα του κόσμου και της επιστημονικής κοινότητας που τάσσονται κατά.

Ένας από τους σκοπούς αυτής της έρευνας, είναι να εξετάσει αυτές τις δύο απόψεις, να επεξεργαστεί να οφέλη και τις επιπτώσεις που προκαλούν στο περιβάλλον και στην κοινωνία και να εξάγει κάποια συμπεράσματα που θα βοηθήσουν στην συζήτηση γύρω από τα βιοκαύσιμα.

Αρχικά, θα εξετάσουμε τα οφέλη που εμπεριέχει η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών για την παραγωγή βιοκαυσίμων – βιοαιθανόλης [Λυχναράς, 2006].

1.1.1. Η θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου

1.1.2. Η θετική συνεισφορά σχετικά με την όξινη βροχή

1.1.3. Η διαχείριση νερού

1.1.4. Οι χαμηλές εισροές σε λιπάσματα

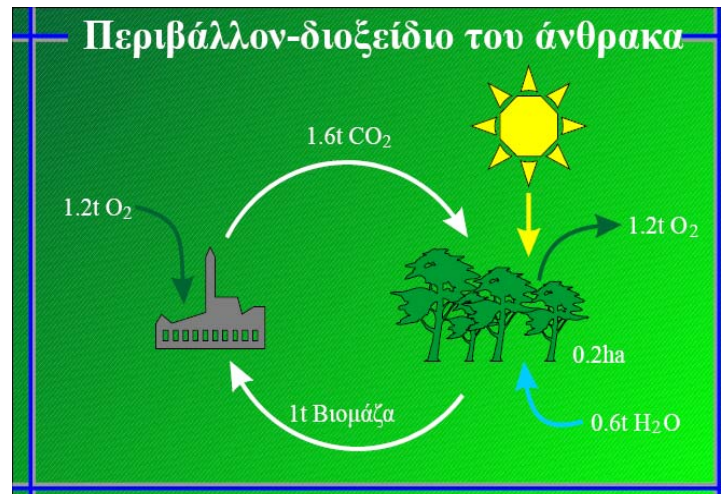
1.1.5. Η μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων

1.1.1. Η θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου

Η ευρύτερη χρήση των ενεργειακών καλλιεργειών, για την παραγωγή βιοκαυσίμων, θα προκαλέσει θετικές επιδράσεις στην προσπάθεια που γίνεται καταπολέμησης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Αυτό μπορεί να εξηγηθεί καθώς, η παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων σε ορθολογική βάση είναι ουδέτερη όσον αφορά τις εκπομπές CO₂ (φωτ. 1.1). Εξασφαλίζεται οικολογική ισορροπία, αφού όσο CO₂ παράγεται κατά τη καύση της βιομάζας απορροφάται κατά την παραγωγή της, αποτελώντας, έτσι, εναλλακτική λύση αντικατάστασης

των συμβατικών καυσίμων. Το κόστος και οι δυνατότητες μείωσης των εκπομπών του CO₂ κατά αυτόν τον τρόπο εξαρτάται από την απόδοση της ενεργειακής μετατροπής κατά τη παραγωγή και τη καύση της βιομάζας και από τον τύπο του καυσίμου που υποκαθιστά.

Φωτογραφία 1.1: Κύκλος διοξειδίου του άνθρακα (CO₂), [ΚΑΠΕ, 2006]



1.1.2. Η θετική συνεισφορά σχετικά με την όξινη βροχή

Τα βιοκαύσιμα είναι πολύ πιο καθαρά από τον άνθρακα, με σχεδόν μηδενικές εκπομπές θείου. Το ενεργειακό τους περιεχόμενο είναι πιο ομοιόμορφο και η μεγάλη δραστηριότητά τους κάνει ευκολότερη τη βελτιστοποίηση του σχεδιασμού των συστημάτων καύσης οπότε δεν υπάρχει ανάγκη ειδικού εξοπλισμού απομάκρυνσης του διοξειδίου του θείου.

Όσον αφορά στην συνεισφορά στον σχηματισμό οξειδίων του αζώτου είναι ασήμαντη (NO_x). Τα οξείδια του αζώτου, που παράγονται από τη καύση οποιουδήποτε καυσίμου, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις όπου η επιδίωξη υψηλότερης απόδοσης οδηγεί σε υψηλότερες θερμοκρασίες καύσης, περιορίζονται με τη χρήση ειδικά διαμορφωμένων συστημάτων καύσης και με τη χρήση καταλυτών για τον καθαρισμό των καυσαερίων.

1.1.3. Η διαχείριση νερού

Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξή τους και δεν απαιτούν επιπλέον άδρευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Αξιοσημείωτες είναι οι πολύ χαμηλές απαιτήσεις του γλυκού σόργου για την καλλιέργειά του σε άρδευση (250 mm).

1.1.4. Οι χαμηλές εισροές σε λιπάσματα

Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή. Πιο συγκεκριμένα, αναφορικά με τις απαιτήσεις λίπανσης του γλυκού σόργου που αξιοποιήσαμε πειραματικά χρειάζεται λιπάσματα περιεκτικότητας $N=0,9$, $P=0,9$, $K=1,3$ – μονάδες στοιχείου ανά στρέμμα.

1.1.5. Η μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων

Η ενεργειακές καλλιέργειες γενικότερα, παρουσιάζουν υψηλή φωτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στην καλλιεργούμενη έκταση περιορίζουν την εμφάνιση ζιζανίων. Επιπλέον, είναι πιο ανθεκτικά στην προσβολή ασθενειών από έντομα, κάτι το οποίο έχει ως αποτέλεσμα την μειωμένη χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων.

Εν συνεχεία παρουσιάζονται, οι αρνητικές επιπτώσεις από τις ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή βιοκαυσίμων [ΚΑΠΕ, 2006]:

1.1.6. Δημιουργία μονοκαλλιεργειών

1.1.7. Επίδραση στην βιοποικιλότητα

1.1.8. Διάβρωση των εδαφών σε ενδεχόμενη εντατική παραγωγή

1.1.6. Δημιουργία μονοκαλλιεργειών

Η εκτεταμένη χρήση – καλλιέργεια ενεργειακών φυτών για την παραγωγή βιοκαυσίμων, εμπεριέχει τον κίνδυνο για δημιουργία φαινομένων μονοκαλλιεργειών, με διττή αρνητική σημασία για το περιβάλλον και τους αγρότες.

Το φαινόμενο αυτό που παρατηρείται σε αρκετές χώρες του κόσμου όπου έχει προχωρήσει η χρήση των βιοκαυσίμων, είναι βλαβερό για το περιβάλλον, καθώς το έδαφος υπόκειται σε μονομερή απορρόφηση των θρεπτικών του συστατικών.

Από την άλλη πλευρά η δημιουργία μονοκαλλιεργειών είναι ένα πρόβλημα που μπορεί να ωθήσει μεγάλο κομμάτι του αγροτικού πληθυσμού να εγκαταλείψει την αγροτική εργασία, μην μπορώντας να αντέξει τον αθέμιτο ανταγωνισμό με τους μεγαλοκαλλιεργητές.

1.1.7. Επίδραση στην βιοποικιλότητα

Η εν λόγω επίδραση σχετίζεται με την προαναφερθείσα, καθώς με την δημιουργία μονοκαλλιεργειών στις αγροτικές εκτάσεις έχουμε μείωση της βιοποικιλότητας με ταυτόχρονη επίδραση στην χλωρίδα και πανίδα της εκάστοτε περιοχής και το οικοσυστήματος γενικότερα.

1.1.8. Διάβρωση των εδαφών σε ενδεχόμενη εντατική παραγωγή

Η διεθνής, αλλά και η εγχώρια εμπειρία έχει δείξει ότι σε όποιες περιπτώσεις είχαμε εντατική αγροτική παραγωγή, είχαμε και δυσάρεστα αποτελέσματα στην μορφολογία του εδάφους. Η συνεχής καλλιέργεια εδαφών, χωρίς παύσεις αυτής για αγρανάπαυση του εδάφους και ανάκτηση των θρεπτικών του συστατικών, όπως επίσης και η συνεχής άδρευση οδηγούν σε φαινόμενα διάβρωσης του εδάφους, με αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον.

Οι παραπάνω αρνητικές συνέπειες μπορούν να περιοριστούν έως και να εξαλειφθούν με την θέσπιση ενός ενιαίου κρατικού φορέα διαχείρισης των καλλιεργήσιμων εδαφών και σχεδιασμό της αγροτικής γης προς καλλιέργεια.

1.2. ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ (SWEET SORGHUM)

Στα πλαίσια της έρευνας του εργαστηρίου Βιώσιμων και Ανανεώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων χρησιμοποιήθηκε ποικιλία γλυκού σόργου (sweet sorghum) (φωτ. 1.5) που μπορεί να ευδοκιμήσει στην Καρδίτσα, σόργο που διατέθηκε από το Εργαστήριο Γεωργίας του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Είναι ποικιλία που εμφανίζει πολύ καλή προσαρμογή στα μεσογειακά οικοσυστήματα της Ν. Ευρώπης, καθώς επίσης και σε μεγάλο γεωγραφικό πλάτος της γης (φωτ. 1.4) [Grassi, 2007]. Το γλυκό σόργο είναι ετήσιο αγροστώδες φυτό με ύψος 1,5 – 3 m, με καταγωγή από τις ασιατικές χώρες, που διαθέτει μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, και συνεπώς υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα (φωτ. 1.2 και 1.3). Διακρίνεται από ευαισθησία στις χαμηλές θερμοκρασίες, με άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του σόργου 27-32 °C και μέγιστη θερμοκρασία 38 °C. Το ιδανικό pH εδάφους για την καλλιέργειά του κυμαίνεται μεταξύ 5,5 – 8,5. Αναπτύσσεται σε όλους τους τύπους εδαφών: πηλώδη αργιλώδη, αμμώδη. Η σπορά του γίνεται τον μήνα Μάιο και ο θερισμός του πέντε μήνες μετά τον μήνα Οκτώβριο. Αξιοσημείωτο είναι οι πολύ χαμηλές απαιτήσεις για την καλλιέργειά του σε άρδευση (~ 200 m³/t, 1/3 από αυτό που χρειάζεται το ζαχαρότευτλο και 1/2 από αυτό που χρειάζεται το καλαμπόκι) και λίπανση (N=0,9 , P=0,9 , K=1,3 – μονάδες στοιχείου ανά στρέμμα). Η αιτία που κάνει τη συγκεκριμένη φυτική ουσία τόσο «περιζήτητη» στον τομέα των βιοκαυσίμων είναι η εκτιμώμενη μεγάλη αποδοτικότητά της σε βιοαιθανόλη (700 – 900 L / στρέμμα καλλιέργειας), καθώς επίσης και πολύ καλή αναλογία σε σάκχαρα (9,6 – 20,3 % επί του χλωρού βάρους των στελεχών) και κυτταρίνες [Κίττας, 2007]. Επιπλέον, μετά την επεξεργασία της πρώτης ύλης, μένουν μεγάλες ποσότητες υπολείμματος – βαγάση (bagasse), υψηλής θερμογόνου δύναμης, οι οποίες μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

ανάγκες της παραγωγής και της μετατροπής του σε αλκοόλη. Παρακάτω παρατίθεται υπό μορφή πίνακα η ποσοστιαία σύσταση στη νωπή βιομάζα του γλυκού σόργου (πίνακας 1.1).

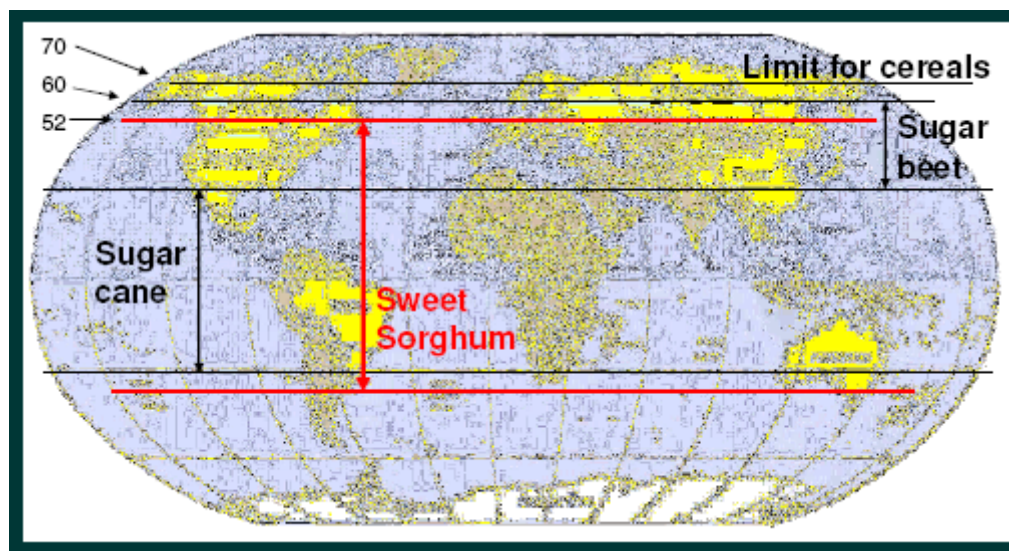
Φωτογραφία 1.2: Καλλιέργεια γλυκού σόργου (sweet sorghum),
[Θεοδωρακοπούλου, 2007]



Φωτογραφία 1.3α και 1.3β: Ανθός (αριστερά) και κορμός (δεξιά) γλυκού σόργου,
[Θεοδωρακοπούλου, 2007]



Φωτογραφία 1.4: Περιοχή ευδοκίμιας γλυκού σόργου [Grassi, 2007]



Πίνακας 1.1: Ποσοστιαία σύσταση γλυκού σόργου στη νωπή βιομάζα [Μακρής, et al, 2007]

ΝΩΠΗ ΒΙΟΜΑΖΑ	% β / β
Υγρασία	70,9
Σακχαρόζη	11,0
Γλυκόζη	1,7
Κυτταρίνη	4,8
Ημικυτταρίνη	4,3

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Φωτογραφία 1.5α και 1.5β: Στελέχη (αριστερά) και ψιλοκομμένο (δεξιά) γλυκό σόργο που χρησιμοποιήθηκε κατά την πειραματική διαδικασία [Ζόλκου, 2008]



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Ο τρόπος παραγωγής του σόργου είναι πιο οικονομικός, έναντι των άλλων δημητριακών καθώς επίσης είναι πιο ανθεκτικό στις περιβαλλοντικές πιέσεις. Περισσότερο από 35% του σόργου μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα για την ανθρώπινη κατανάλωση. Το υπόλοιπο χρησιμοποιείται πρώτιστα για ζωική τροφή, παραγωγή οиноπνεύματος και βιομηχανικών προϊόντων.

Ως εναλλακτικές πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης σήμερα χρησιμοποιούνται τα σιτάρι, το κριθάρι, το άχυρο, το καλαμπόκι, το ζαχαρότευτλο και δασικά και γεωργικά παραπροϊόντα. Βέβαια όπως παρατίθενται και στο παράρτημα Ι βλέπουμε ότι η αποδοτικότητα είναι μικρότερη, σε σχέση αυτή αν χρησιμοποιήσουμε γλυκό σόργο.

Η βιοαιθανόλη που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο στις μεταφορές: σε μηχανές εσωτερικής καύσης είτε άμεσα σε κατάλληλα τροποποιημένες μηχανές είτε έμμεσα με τη χρήση μιγμάτων αυτής με βενζίνη κατά 20%, δίχως μετατροπή του κινητήρα.

2. Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

2.1. Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΔΙΑΚΙΝΗΣΗ ΤΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΟ ΕΜΠΟΡΙΟ

Σε πολλές χώρες του κόσμου, η παραγωγή βιοκαυσίμων και συγκεκριμένα βιοαιθανόλης βρίσκεται σε αρκετά πιο προηγμένα στάδια από ότι στην Ελλάδα. Ήδη αρκετές δεκαετίες πριν σε χώρες όπως η Βραζιλία, οι Ινδίες, οι Η.Π.Α. ο σχεδιασμός παραγωγής βιοαιθανόλης από σακχαρούχες φυτικές ουσίες είχε υλοποιηθεί τόσο σε ερευνητικό επίπεδο, όσο και σε υποδομές.

Αυτή τη στιγμή η Βραζιλία και οι Η.Π.Α. είναι οι μεγαλύτεροι παραγωγοί βιοαιθανόλης ως καύσιμο μεταφορών παγκοσμίως, χρησιμοποιώντας το ζαχαροκάλαμο και το καλαμπόκι σαν πρώτη ύλη αντίστοιχα. Στην Βραζιλία από το 1973 είχε ξεκινήσει ένα πρόγραμμα απεξάρτησης από το εμπάργκο λαδιού που είχαν από την Μέση Ανατολή, που σύμφωνα με αυτό πάνω από τρία εκατομμύρια οχήματα κινούνται με καθαρή βιοαιθανόλη, ενώ τα υπόλοιπα με πρόσμιξη στη βενζίνη 25% - E25 (φωτ. 2.1 και 2.2) [Grad, 2006]. Στις Η.Π.Α., από την άλλη, μόνο τέσσερα εκατομμύρια οχήματα κινούνται με βιοαιθανόλη E85 (σε σύνολο 200 εκατ. οχημάτων). Οι Η.Π.Α. είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός και ο εξαγωγέας του σόργου, που αποτελεί 20% της παγκόσμιας παραγωγής, και σχεδόν 80% των εξαγωγών παγκόσμιου σόργου το 2001-2002 [Nemes, 2006].

Οι Ινδίες, από την άλλη πλευρά του κόσμου, την Ασία, διαθέτουν μια σημαντική βιομηχανία ζαχαρότευτλων πέντε εκατομμυρίων εκταρίων. Τα παραπάνω αποδίδουν 6 – 9 τόνους μολάσης τον χρόνο και 1,2 – 1,8 εκατομμύρια m³ βιοαιθανόλης το χρόνο που χρησιμοποιούνται για βιομηχανική χρήση. Βέβαια το μεγαλύτερο κομμάτι της αιθανόλης, αυτή τη στιγμή εξάγεται, με την βοήθεια του κράτους σε ολόκληρο τον κόσμο [Pelkmans and Parageorgiou, 2005].

Στην Ευρώπη, η βιοαιθανόλη κυρίως παράγεται από ζαχαρότευτλα και σιτάρι. Η Ισπανία, η Πολωνία και η Γαλλία κυριαρχούν στον τομέα της βιοαιθανόλης στην Ευρώπη με συνολική παραγωγή 500.000 ts το 2004. Η Σουηδία, η Αυστρία, ο Καναδάς και η Γερμανία δραστηριοποιούνται επίσης στην παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Γερμανία, βέβαια, καθυστέρησε να λειτουργήσει λόγω

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

του αρνητικού ισοζυγίου κόστους – ενέργειας. Οι κύριες χώρες με τις οποίες έχει συναλλαγές, πάνω στον τομέα αυτό (εξαγωγή βιοαιθανόλης) είναι οι Η.Π.Α. και η Ινδία και έχει επαφές με την Κίνα και την Ιαπωνία προς την κατεύθυνση εξαγωγής και προς τις χώρες αυτές [ΚΑΠΕ, 2005].

Φωτογραφίες 2.1 α και 2.1 β : Αυτοκίνητα που κινούνται με καύση 100% βιοαιθανόλης (επάνω) και βιοντίζελ (κάτω), [ΕΑΒΕΣ, 2007]



ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Φωτογραφίες 2.2 α και 2.2 β: Αντλίες βιοαιθανόλης στη Βραζιλία, [ΕΑΒΕΣ, 2007]



Παρακάτω παρατίθενται υπό μορφή πινάκων (πίν. 2.1 και 2.2) στοιχεία από την παραγόμενη βιοαιθανόλη στις χώρες της Ε.Ε., σύμφωνα με τις παρακάτω πηγές.

Πίνακας 2.1: Παραγωγή βιοαιθανόλης στις χώρες της Ε.Ε. το 2005 και 2006 (ts), [ΥΕΡΑ 2007]

Χώρες	2005	2006
Ισπανία	240.000	317.000
Γερμανία	120.000	315.760
Γαλλία	100.800	234.306
Πολωνία	68.000	104.000
Ιταλία	0	102.400
Σουηδία	130.160	57.600
Λιθουανία	6.296	14.400
Τσεχία	1.120	13.200
Ολλανδία	0	11.680
Λετονία	960	9.600
Ουγγαρία	11.840	4.818
Ιρλανδία	0	760
Φιλανδία	36.800	0
Συνολική	679.176	1.185.524

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

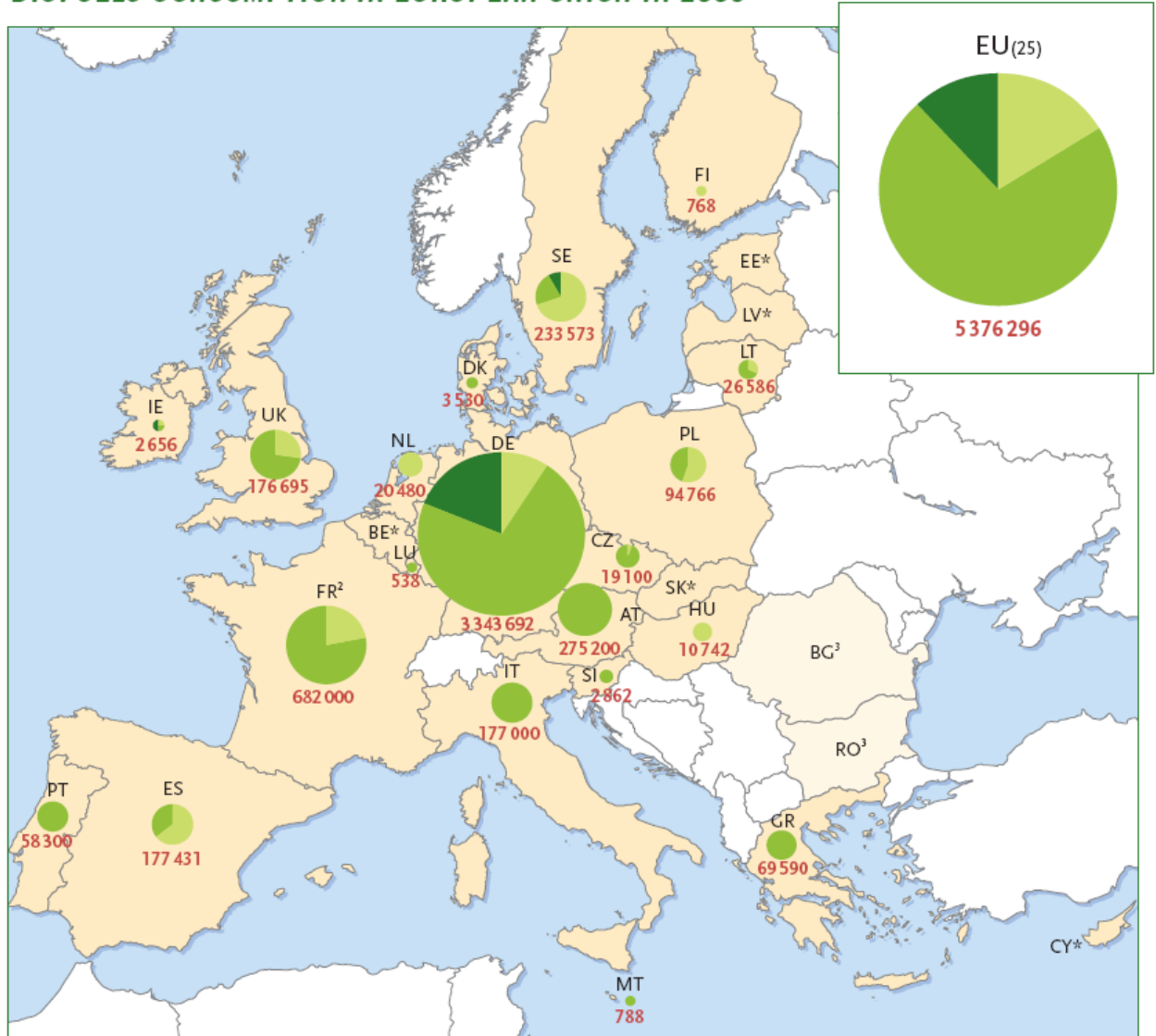
Πίνακας 2.2: Οι πέντε βασικότερες χώρες παραγωγής βιοαιθανόλης τα έτη 2004, 2005 και 2006 (δισ ts) [www.ethanolrfa.org]

Χώρα	2004	2005	2006
Βραζιλία	15	16	17
ΗΠΑ	13	16	18
Κίνα	4	4	4
Ινδίες	2	2	2
Γαλλία	1	1	1

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Φωτογραφία 2.3 : Κατανάλωση βιοκαυσίμων από χώρες της Ε.Ε. το 2006
[Systèmes Solaires, 2007]

BIOFUELS CONSUMPTION IN EUROPEAN UNION IN 2006



LÉGENDE/KEY

Source : EuroObserv'ER 2007

Consommation de biocarburants des pays de l'Union européenne à 25 en 2006 (en tep)¹, avec les parts respectives de chaque filière/Biofuels consumption in the countries of the 25-member European Union in 2006 (in toe)¹ with respective shares of each sector

- Bioéthanol/Bioethanol
- Biodiesel/Biodiesel
- Autres/Other

5376296 Les chiffres en rouge indiquent la consommation totale/Red figures show total consumption

Στην παραπάνω εικόνα (φωτ. 2.3) εμφανίζεται η κατανάλωση βιοκαυσίμων στις χώρες της Ε.Ε. το 2006. Παρατηρώντας πιο προσεκτικά, βλέπουμε ότι την μερίδα του λέοντος καταλαμβάνει η Γερμανία σε ποσοστό 62,2 %, έχοντας αναπτύξει τόσο την παραγωγή βιοαιθανόλης και biodiesel, όσο και άλλων μορφών βιοκαυσίμων. Βέβαια και η Γαλλία θα μπορούσαμε να πούμε ότι αναπτύξει την παραγωγή των βιοκαυσίμων και βρίσκεται στην δεύτερη θέση κατανάλωσης αυτών, όμως μόνο τους δύο κύριους τρόπους παραγωγής (βιοαιθανόλης – biodiesel). Στις υπόλοιπες χώρες παρατηρούμε ότι γίνεται προσπάθεια ανοίγματος στον τομέα των βιοκαυσίμων, μέσα σε αυτές είναι και η Ελλάδα, βέβαια ακόμα έχουν γίνει βήματα μόνο στην παραγωγή biodiesel και η παραγωγή βιοαιθανόλης βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο.

2.2. Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΕΜΠΕΙΡΙΑ ΠΑΝΩ ΣΤΙΣ ΜΟΡΦΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Ένα ακόμα σημείο που πρέπει να δούμε είναι το κατά πόσο είναι βέλτιστος ο τρόπος παραγωγής βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο μέσω της μεθόδου της αερόβιας αλκοολικής ζύμωσης.

Οι κύριοι τρόποι παραγωγής βιοαιθανόλης είναι α) η μικροβιακή ζύμωση διαλύματος σακχάρων σε αιθανόλη, μέθοδος η οποία χρησιμοποιείται ευρέως καθώς μέσω αυτής παράγεται το 93% της παγκόσμιας παραγωγής β) η χημική σύνθεση από προϊόντα πετρελαίου, όχι και τόσο διαδεδομένη, καθώς αξιοποιείται μόλις στο 7% της παγκόσμιας παραγωγής και γ) η θερμοχημική διεργασία, αεριοποίηση σε υδρογόνο (H_2) και οξείδια του άνθρακα (CO_x) και μετατροπή σε αιθανόλη με ανόργανους καταλύτες, μέθοδος η οποία δεν χρησιμοποιείται ακόμα για βιομηχανική παραγωγή [Μακρής, et al, 2007].

Λαμβάνοντας υπ' όψιν και τα παραπάνω δεδομένα, βλέπουμε ότι η μέθοδος παραγωγής βιοαιθανόλης, μέσω μικροβιακής ζύμωσης, ότι χρησιμοποιείται ευρέως κάτι το οποίο διαπιστώθηκε ανατρέχοντας και στην διεθνή επιστημονική εμπειρία και βιβλιογραφία.

Μία ακόμα παράμετρος που εξετάζεται παγκοσμίως στην παραγωγή βιοκαυσίμων είναι η επιλογή των πρώτων υλών, σε συνδυασμό με την αποδοτικότητα στην παραγωγή διαλυμάτων μεγάλης συγκέντρωσης βιοαιθανόλης.

Όπως είναι γνωστό, η βιοαιθανόλη, σύμφωνα και με την διαδικασία που χρησιμοποιήσαμε, παράγεται από αμυλούχα (starch) και σακχαρούχα διαλύματα φυτικών ουσιών. Οι γεωργικές πρώτες ύλες που χρησιμοποιούνται είναι α) το καλαμπόκι (corn), β) το σιτάρι (wheat), γ) το κριθάρι (barley), δ) το ζαχαροκάλαμο (sugar – cane), ε) η σίκαλη (rye) και στ) το γλυκό σόργο (sweet sorghum) (πίνακας 2.3).

Στις Η.Π.Α., μια από τις μεγαλύτερες παραγωγούς – χώρες βιοαιθανόλης, χρησιμοποιείται εξ' ολοκλήρου, ως πρώτη ύλη, το καλαμπόκι. Το καλαμπόκι, αρχικά αλέθεται και μέσω ζυμώσεων με μύκητες παράγεται το σακχαρούχο διάλυμα το οποίο μετατρέπεται σε αιθανόλη. Στις Η.Π.Α., αξίζει να σημειωθεί, ότι αξιοποιούνται δύο τύποι άλεσης του καλαμποκιού στην βιομηχανία, ο ξηρός (dry) και ο υγρός (wet). Ο πιο διαδεδομένος τρόπος, ακόμα είναι η παραγωγή μέσω της άλεσης του «υγρού καλαμποκιού», βέβαια τα πρώτα αποτελέσματα από την επεξεργασία του ξηρού έδωσαν έναυσμα για περαιτέρω εμβάθυνση των μελετών [O' scar et al, 2007].

Στην Γαλλία, η παραγωγή της βιοαιθανόλης στηρίζεται κυρίως στην επεξεργασία ριζών μελάσας (beet molasses), καθώς του σιταριού (wheat), μέσω της διαδικασίας βρασίματος των φυτικών διαλυμάτων, για την εξαγωγή σακχάρων και την μετατροπή του σε βιοαιθανόλη μέσω της διαδικασίας ενός συστήματος, οποίο συνδυάζει συνεχή βράσιμο και υψηλής βαρύτητας ζύμωσης (very high gravity – VHG cultivation). Η μέγιστη συγκέντρωση αιθανόλης που παρήχθηκε από αυτή την διαδικασία ήταν 132,1 g/L, αρκετά ενθαρρυντική για την συνέχιση των μελετών και βελτιστοποίησή τους [O' scar, et al, 2007].

Στην Βραζιλία, ως κύρια πηγή παραγωγής βιοαιθανόλης χρησιμοποιείται το ζαχαρότευτλο (sugar – cane), δεδομένου και της γεωγραφικής θέσης της περιοχής, πλεονεκτεί έναντι των άλλων πρώτων υλών σε καλλιέργησιμη ποσότητα. Βέβαια ως εναλλακτικές καλλιέργειες παραγωγής βιοαιθανόλης χρησιμοποιούνται το καλαμπόκι, το κενάφ και το κριθάρι. Η διαδικασία που χρησιμοποιείται, ως επί το πλείστον είναι η απόσταξη, αλκοολούχου διαλύματος που έχει προέλθει από ζύμωση σακχαρούχου διαλύματος, κατά κύριο συστατικό τη σουκρόζη. Κατά τη διαδικασία έχουμε παραγωγή βιοαιθανόλης, αλλά και διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Η αποδοτικότητα του ζαχαρότευτλου, θα

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

μπορούσαμε να πούμε ότι είναι ικανοποιητική καθώς 1 τόνος φυτικής βιομάζας περιέχει 145 kg βαγάση και 138 kg σουκρόζη. Από τα οποία μπορούν να παραχθούν 72 L βιοαιθανόλη. Έχει σημασία ότι αξιοποιώντας τη βαγάση θερμικά (καύση) παράγονται 300 MJ ηλεκτρική ενέργεια, που χρησιμοποιείται για ανατροφοδότηση ενέργειας στο σύστημα [Grad, 2006].

Πίνακας 2.3: Παραγόμενη βιοαιθανόλη από φυτικές πρώτες ύλες και οι αποδόσεις τους ανά στρέμμα σε σπόρο και καύσιμο [Κίττας, 2007]

ΠΡΩΤΗ ΥΛΗ	ΑΠΟΔΟΣΗ (kg / στρέμμα)	ΑΠΟΔΟΣΗ ΣΕ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΟ (L/στρέμμα)
Βαμβάκι	120-160	18-25
Σόγια	160-240	29-44
Σιτάρι	150-500	45-150
Αραβόσιτος	900	270
Τεύτλα	6000	600
Σόργο	7.000-10.000	675-900

3. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για την διενέργεια της πειραματικής διαδικασίας χρειάστηκε η συμβολή αρκετών εργαστηρίων ούτως ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες πραγματοποίησης της. Η κύρια εργασία έλαβε χώρα στο εργαστήριο Ανανεώσιμων και Βιώσιμων Ενεργειακών Συστημάτων όπου υπεύθυνος είναι ο κ. Θεοχάρης Τσούτσος, σε συνεργασία με τον κ. Βασίλειο Γκέκα. Κομμάτι των μετρήσεων πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Βιοχημικών Διεργασιών και Περιβαλλοντικής Βιοτεχνολογίας με την βοήθεια της κ. Αριάδνης Παντίδου, ενώ ο τεμαχισμός της φυτικής βιομάζας και η συμπύεση αυτής για την εξαγωγή του εκχυλίσματος πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο Μηχανικής Τεμαχιδίων, του τμήματος Μηχανικών Ορυκτών Πόρων, με την βοήθεια του κ. Στέλιου Μαυριγιαννάκη.

Τα πειράματα διεξήχθησαν σε 3 κύκλους (πίν. 3.1). Οι διαδικασίες του α' κύκλου ξεκίνησαν στις 23 Οκτωβρίου και ολοκληρώθηκαν στις 2 Νοέμβρη, του β' κύκλου ξεκίνησαν 18 Δεκεμβρίου και ολοκληρώθηκαν 20 Δεκεμβρίου 2007 και του γ' κύκλου ξεκίνησαν 16 Μαΐου και ολοκληρώθηκαν 18 Μαΐου 2008. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε πραγματοποιήθηκε με προσομοίωση ενός batch βιοαντιδραστήρα (βιοαντιδραστήρας διαλείποντος έργου), καθώς χρησιμοποιήθηκε για την λειτουργία αυτή επωαστήριο με θήκες ανακινούμενων κλινών, ούτως ώστε να εξασφαλιστούν οι απαιτούμενες συνθήκες ζύμωσης. Η δειγματοληψία πραγματοποιήθηκε ανά 24 ώρες στον α' κύκλο και ανά 12 ώρες στον β' και στον γ', κάτι που διευκόλυνε την αποτελεσματικότερη λήψη πιο αξιόπιστων δειγμάτων, καθώς διαπιστώθηκε ο ακριβής κύκλος της αντίδρασης.

Στην πειραματική διαδικασία που ακολουθήσαμε λάβαμε υπ' όψην τα παρακάτω δεδομένα στα διαλύματά μας:

Πίνακας 3.1: Σύσταση διαλυμάτων πειραματικών κύκλων

ΚΥΚΛΟΙ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ	ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΣΑΚΧΑΡΩΝ			ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΓΛΥΚΟΖΗΣ			ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΖΥΜΟΜΥΚΗΤΑ	
Α' ΚΥΚΛΟΣ	10%		15%	20%			0,250	0,500
Β' ΚΥΚΛΟΣ	0 g/L	57 g/L	114 g/L	0 g/L	1 g/L	2 g/L	0,125	0,250
Γ' ΚΥΚΛΟΣ	0 g/L	13,4 g/L	26,8 g/L	0 g/L	1,4 g/L	2,8 g/L	0,063	0,125

3.1. ΣΥΝΤΟΜΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΚΟΠΟΣ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Κατά την διάρκεια των πειραμάτων εργαστήκαμε με μια από τις βασικές βιοχημικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα κατά την παραγωγή καύσιμης βιοαιθανόλης από λιγνοκυτταρινική βιομάζα την αλκοολική ζύμωση. Ο λόγος που επιλέξαμε μία μέθοδο που ανήκει στην κατηγορία των βιοχημικών διεργασιών, είναι γιατί ο παράγοντας υγρασία ξεπερνούσε το 50% στην πρώτη ύλη που χρησιμοποιήσαμε. Ταυτόχρονα, είναι μια πολύ διαδεδομένη διαδικασία που έχει ερευνηθεί πολλαπλά και εκτεταμένα παγκοσμίως.

Η κυρίως πρόκληση που πρέπει να αντιμετωπισθεί στη διαδικασία παραγωγής λοιπόν περιορίζεται στα στάδια της προεπεξεργασίας και της υδρόλυσης της βιομάζας. Κατά κανόνα, όσο μεγαλύτερη απόδοση έχουμε σε σακχαροποίηση, ως προς την θεωρητική μέγιστη απόδοση σακχάρων σύμφωνα με τη στοιχειομετρία των αντιδράσεων, τόσο μεγαλύτερη είναι και η τελική απόδοση σε αιθανόλη.

Στον κανόνα αυτό όμως μπορεί να υπάρξουν και εξαιρέσεις. Τα παραπροϊόντα και οι καταλύτες (Malt Extract, Yeast Extract, Peptone και *Saccharomyces Cerevisiae* – Ζύμη) ενδέχεται να παρεμποδίσουν την άριστη λειτουργία της ζύμωσης, ενώ κυρίως συστατικά όπως η λιγνίνη δεσμεύουν τα ένζυμα και μειώνουν τις αποδόσεις.

Έτσι σκοπός μας καθίσταται αρχικά να εφαρμόσουμε την δοκιμασμένη μέθοδο αλκοολικής ζύμωσης, με σκοπό την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων της, προκειμένου να βρεθεί ο βέλτιστος συνδυασμός συνθηκών υδρόλυσης που ευνοούν την διαδικασία αυτή [Γιατράκος, 2006].

Οι παράμετροι που θα χρειαστεί να ελέγξουμε είναι το pH, η γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$), η μάζα που παράγεται (με την μέθοδο της διήθησης) και η αιθανόλη. Η κύρια παράμετρος που θα χρειαστεί να ελέγξουμε είναι η ζυμωσιμότητα (ferment ability) του κάθε δείγματος και η επιλογή του κατάλληλου, βάσει της συγκέντρωσής του σε αιθανόλη, μετά τη ζύμωση.

Στον πρώτο κύκλο ζύμωσης του πειράματός μας, χρησιμοποιούμε επτά φιάλες διαλύματος (έξι – με γλυκόζη και ένα – τυφλό), με σκοπό να παρακολουθήσουμε την συμπεριφορά της ζύμης στις διαφορετικές συνθήκες. Στον

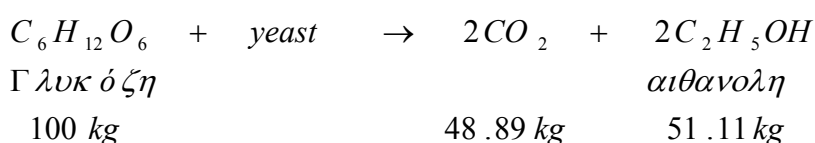
επόμενους δύο κύκλους ζύμωσης φυσικού σόργου χρησιμοποιήσαμε έξι φιάλες, συμπεριλαμβανομένων μίας φιάλης επανάληψης και ενός τυφλού διαλύματος.

3.2. ΟΡΓΑΝΟΛΟΓΙΑ

- Για την τοποθέτηση των διαλυμάτων που προαναφέραμε χρησιμοποιήθηκαν γυάλινες φιάλες Schott – Duran χωρητικότητας 500 mL και 250 mL
 - Για την αποστείρωση των διαλυμάτων πριν ξεκινήσει η διαδικασία τοποθέτησης της ζύμης και εκκίνησης των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε ο αποστειρωτήρας Sterilclav – 75, κάτω από συνθήκες θερμοκρασίας 120 °C και πίεσης 1 bar.
 - Για την διαδικασία της ζύμωσης χρησιμοποιήθηκε – σε συνεργασία με το εργαστήριο «Βιοχημικών Διεργασιών και Περιβαλλοντικής Βιοτεχνολογίας» - το επωαστήριο της εταιρείας Elvem σε περιβάλλον θερμοκρασίας 25,5 °C για τον α' κύκλο, ενώ το υδατόλουτρο της MEMMENT WB/OB 7 – 45 WBU 45 για τους άλλους δύο.
 - Για την μέτρηση των παραμέτρων:
 - ✓ Ολικών Σακχάρων
 - ✓ Γλυκόζης
 - ✓ Αιθανόλης
- χρησιμοποιήθηκε το RQflex 10, όργανο μέτρησης της Merck, καθώς και τα ανάλογα test kits.
- Για την μέτρηση της παραγόμενης βιομάζας χρησιμοποιήθηκαν φίλτρα με ίνες ύαλου διαμέτρου 47mm (WHATMAN GF/B Filters 47 mm)

3.3 ΕΠΙΛΟΓΗ ΖΥΜΗΣ, ΣΥΝΘΗΚΩΝ ΖΥΜΩΣΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΣΤΡΩΜΑΤΟΣ

Η συνηθέστερη ζύμη (yeast) που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης από γλυκόζη είναι ο *Saccharomyces Cerevisiae*, ή αλλιώς όπως είναι διαδεδομένη «ζύμη του φούρναρη (baker' s yeast)». Η αντίδραση γίνεται αερόβια, και τα προϊόντα της κυτταρικής αναπνοής των ζυμομυκήτων είναι η αιθυλική αλκοόλη (C_2H_5OH) και το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2). Παρακάτω παρατίθεται και η εξίσωση της αντίδρασης[Γιατράκος, 2006]:



Αναφορικά βέβαια, με την ζύμη που χρησιμοποιείται, αξίζει να σημειωθεί ότι χαρακτηρίζεται από άγνωστη καθαρότητα και χαμηλή ομοιογένεια. Για να εξασφαλιστεί λοιπόν η ορθή ανάπτυξή του, κρίνεται απαραίτητη η εφαρμογή μιας συνταγής ανάπτυξης καλλιέργειας με σκοπό να μπορέσει να αναπτυχθεί αποτελεσματικά ο μύκητας με υπόστρωμα τη γλυκόζη.

Η μέτρηση της ποσότητας που επρόκειτο να τοποθετηθεί στα διαλύματα ζυγίστηκε με κλειστό ηλεκτρονικό ζυγό ακριβείας, ακρίβεια που πιστοποιείται και από το εγχειρίδιο του οργάνου.

Στον **πρώτο κύκλο** πειραμάτων χρησιμοποιήσαμε την παρακάτω συνταγή με τις παρακάτω αναλογίες(πίν. 3.1):

✓ Malt Extract	1,2 g
✓ Yeast Extract	1,2 g
✓ Peptone	2,0 g
✓ Glucose ($C_6H_{12}O_6$)	3 αναλογίες
✓ Distilled Water (Απιονισμένο Νερό – H_2O)	400 mL
✓ <i>Saccharomyces Cerevisiae</i> – Ζύμη	0,25 g – 0,5 g

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Άρα έχουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Πίνακας 3.1: Περιπτώσεις και σύσταση διαλυμάτων α' κύκλου

Περιπτώσεις	Ποσοστό γλυκόζης (%)	Ποσότητα ζύμης (g)
1 ^η	10	0,253
2 ^η	15	0,252
3 ^η	20	0,251
4 ^η	10	0,500
5 ^η	15	0,500
6 ^η	20	0,501
7 ^η	Τυφλό	0,250

Περιπτώσεις	Malt Extract (g)	Yeast Extract (g)	Peptone (g)	Glucose C ₆ H ₁₂ O ₆ (g)	Distilled Water (Απιονισμένο Νερό H ₂ O) – mL	Saccharomyces Cerevisiae – Ζύμη (g)
1 ^η	1,2	1,2	2,0	40,44	400	0,253
2 ^η				60,66		0,252
3 ^η				80,88		0,251
4 ^η				40,44		0,500
5 ^η				60,66		0,500
6 ^η				80,88		0,501
7 ^η				0,00		0,250

Συνολικά, λοιπόν έχουμε 28 δείγματα στον α' κύκλο, καθώς λάβαμε μία μέτρηση για κάθε μέρα από κάθε διάλυμα, τα οποία αρχικά τοποθετούνται σε τριγωνικές δειγματοληπτικές φιάλες και κατευθύνονται στην συνέχεια για μέτρηση των παραμέτρων που ανέφερα παραπάνω.

Η αναλογία – περιεκτικότητα σε σάκχαρα επί του χλωρού βάρους των στελεχών ποικίλει από 9 % – 13,2 %. Η επίτευξη των παραπάνω ποσοτήτων των σακχάρων διαμορφώνονται στις αρχές του Σεπτεμβρίου για τις πρώιμες ποικιλίες, ενώ για τις πιο όψιμες γύρω στις 15 μέρες μετά. [ΚΑΠΕ, 2006]

Σκοπός μας είναι η συλλογή μετρήσεων για τέσσερις μέρες, ώστε να μελετήσουμε αν ο ρυθμός είναι αναμενόμενος, κατά πόσο καταναλώθηκε η γλυκόζη και βέβαια η αποτελεσματικότητα της όλης διαδικασίας στην παραγωγή αιθανόλης.

Οι συνθήκες που επιλέχθηκαν είναι συνεχής ανάδευση στις 150 rpm, σε θερμοκρασία 25.5 °C και στείρο περιβάλλον. Η συντήρηση και ανάδευση των

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

διαλυμάτων, βάσει της προβλεπόμενης διαδικασίας, πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο «Βιοχημικών Διεργασιών και Περιβαλλοντικής Βιοτεχνολογίας» στη συσκευή επώασης.

Στον **δεύτερο κύκλο** πειραμάτων χρησιμοποιήσαμε την παρακάτω συνταγή με τις παρακάτω αναλογίες (πίν. 3.2):

- ✓ **Glucose (C₆H₁₂O₆)** 2 αναλογίες
- ✓ **Distilled Water (Απιονισμένο Νερό – H₂O)** 200 mL
- ✓ **Saccharomyces Cerevisiae – Ζύμη** 0,125 g – 0,250 g

Άρα έχουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Πίνακας 3.2: Περιπτώσεις και σύσταση διαλυμάτων β' κύκλου

Περιπτώσεις	Συγκέντρωση ολικών σακχάρων (g/L)	Ποσότητα ζύμης (g)
1 ^η	57	0,127
2 ^η	114	0,125
3 ^η	57	0,254
4 ^η	114	0,254
5 ^η	57	0,129
6 ^η	Τυφλό	0,125

Περιπτώσεις	Ολικά Σάκχαρα (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Εκχύλισμα σόργου (mL)	Distilled Water (Απιονισμένο Νερό H ₂ O)	Saccharomyces Cerevisiae – Ζύμη
1 ^η	57	10,4	200	0	0,127
2 ^η	114	20,8	400/2	0	0,125
3 ^η	57	10,4	200	0	0,254
4 ^η	114	20,8	400/2	0	0,254
5 ^η	57	10,4	200	0	0,129
6 ^η	0	0,0	0	200	0,125

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Στον **τρίτο κύκλο** πειραμάτων χρησιμοποιήσαμε την παρακάτω συνταγή με τις παρακάτω αναλογίες (πίν. 3.3):

- ✓ **Glucose ($C_6H_{12}O_6$)** 2 αναλογίες
- ✓ **Distilled Water (Απιονισμένο Νερό – H_2O)** 200 mL
- ✓ **Saccharomyces Cerevisiae – Ζύμη** 0,063 g – 0,125 g

Άρα έχουμε τις ακόλουθες περιπτώσεις:

Πίνακας 3.3: Περιπτώσεις και σύσταση διαλυμάτων γ' κύκλου

Περιπτώσεις	Συγκέντρωση ολικών σακχάρων (g/L)	Ποσότητα ζύμης (g)
1 ^η	13,4	0,063
2 ^η	13,4	0,125
3 ^η	26,8	0,064
4 ^η	26,8	0,126
5 ^η	13,4	0,064
6 ^η	Τυφλό	0,066

Περιπτώσεις	Ολικά Σάκχαρα (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Εκχύλισμα σόργου (mL)	Distilled Water (Απιονισμένο Νερό H_2O)	Saccharomyces Cerevisiae – Ζύμη
1 ^η	13,4	1,4	200	0	0,063
2 ^η	13,4	2,8	200	0	0,125
3 ^η	26,8	1,4	400/2	0	0,064
4 ^η	26,8	2,8	400/2	0	0,126
5 ^η	13,4	1,4	200	0	0,064
6 ^η	0	0	0	200	0,066

3.4 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΟΣΟΤΗΤΑΣ ΖΥΜΗΣ ΚΑΙ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΣΥΝΤΑΓΗΣ

Α' ΚΥΚΛΟΣ

Επιλέξαμε να προμηθευτούμε *Saccharomyces Cerevisiae* – Ζύμη από ένα αρτοποιείο με ιδιαίτερα χαμηλό κόστος, κάτι που παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία.

Λόγω της άγνωστης καθαρότητας, όπως προαναφέρθηκε αλλά και για περισσότερη αξιοπιστία των αποτελεσμάτων, επιλέχθηκαν δύο ποσότητες, $\approx \frac{1}{4}g$ και $\approx \frac{1}{2}g$ με σκοπό να δούμε την αποτελεσματικότητα και στις δύο αυτές περιπτώσεις. Ούτως ώστε θα καταστεί δυνατόν να γίνει περαιτέρω σύγκριση και καλύτερη διεξαγωγή συμπερασμάτων για την εύρεση της βέλτιστης ποσότητας της συγκεκριμένης ζύμης στο συγκεκριμένο υπόστρωμα [Γιατράκος, 2006].

Οι φιάλες ζύμωσης (Schott – Duran χωρητικότητας 500 mL) πληρώθηκαν με την συνταγή της προηγούμενης παραγράφου, με την διαφοροποίηση στο ότι στις πρώτες 3 (1 – 2 – 3) τοποθετήσαμε περίπου 0,25 g S.C. - $\approx \frac{1}{4}g$, στις επόμενες 3 (4 – 5 – 6) τοποθετήσαμε περίπου 0,5 g S.C. - $\approx \frac{1}{2}g$, ενώ στην τελευταία κάθε σειράς (τυφλό διάλυμα) τοποθετήσαμε πάλι 0,25 g S.C. - $\approx \frac{1}{4}g$ αλλά χωρίς την παρουσία γλυκόζης.

Οι φιάλες τοποθετήθηκαν για ανάδευση στο επωαστήριο στις συνθήκες που προαναφέραμε και ορίστηκε δειγματοληψία στις 24, 48, 72 και 96 h.

Β' ΚΑΙ Γ' ΚΥΚΛΟΣ

Στον β' και γ' κύκλο, στον οποίο χρησιμοποιήθηκε φυσικό σόργο, επιλέχθηκαν επίσης δύο ποσότητες από την προαναφερθείσα ζύμη (*Saccharomyces Cerevisiae*).

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Η ζύμωση πραγματοποιήθηκε σε φιάλες Schott – Duran χωρητικότητας 250 mL, καθώς χρησιμοποιήσαμε μικρότερες ποσότητες απ' ότι στον αρχικό κύκλο. Αναλυτικά, τοποθετήσαμε στις φιάλες 1, 3, 5 και 6 περίπου 0,125 g, ενώ στις 2, 4 τοποθετήσαμε 0,250 g *Saccharomyces Cerevisiae*. Για τον γ' κύκλο στις φιάλες 1, 2, 5 και 6 περίπου 0,063 g και στις 2, 4 τοποθετήσαμε 0,125 g *Saccharomyces Cerevisiae*.

Σε αυτούς τους κύκλους των πειραμάτων ορίστηκε δειγματοληψία στις 12, 24, 36 και 48 h, για καλύτερη παρακολούθηση της διεργασίας.

3.5 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Οι παράμετροι τις οποίες μετρούσαμε κατά την διάρκεια των πειραμάτων ήταν 4: το pH, η γλυκόζη ($C_6H_{12}O_6$), η μάζα που παράγεται (με την μέθοδο της διήθησης) και η αιθανόλη. Συνολικά, δεδομένου ότι σε κάθε φιάλη παίρνουμε 5 μετρήσεις, θα έχουμε 35 μετρήσεις για κάθε παράμετρο σε κάθε κύκλο.

3.5.1 ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΙΟΜΑΖΑΣ

Η μέθοδος που εφαρμόστηκε κατά την διαδικασία των πειραμάτων είναι η ακόλουθη:

- φιλτράρισμα του δείγματος όγκο 10 mL
- ξήρανση των φίλτρων στον ξηραντήρα του εργαστηρίου στους 105 °C
- μέτρηση διαφοράς μάζας φίλτρου πριν και μετά

3.5.2 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΟΛΙΚΩΝ ΣΑΚΧΑΡΩΝ

Ο προσδιορισμός των ολικών σακχάρων ($C_6H_{12}O_6$) πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του οργάνου RQflex 10 της MERCK. Η διαδικασία περιλαμβάνει την δημιουργία ενός νέου δείγματος, αραιωμένο για τον προσδιορισμό των ολικών

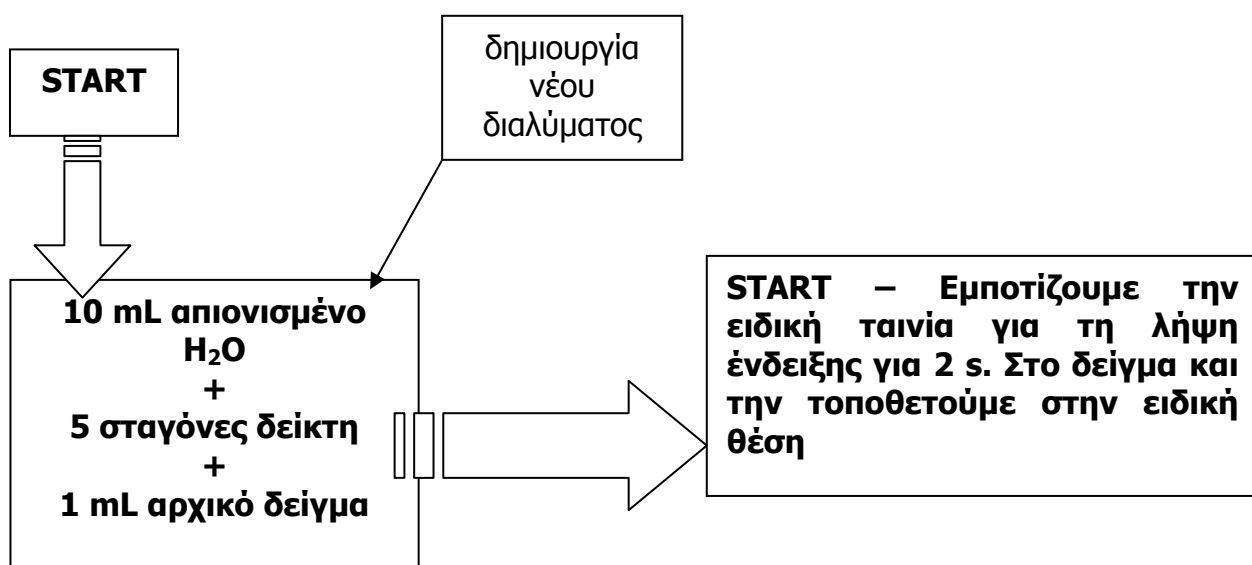
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

σακχάρων ($C_6H_{12}O_6$), έτσι ώστε η τιμή που θα λάβουμε να βρίσκεται μέσα στο πεδίο των ενδείξεων του οργάνου [εγχειρίδιο χρήσης RQflex 10]

Ξεκινώντας κωδικοποιήσαμε το όργανο, ούτως ώστε να ρυθμίσει τις ενδείξεις με το συγκεκριμένο test που κάναμε (προσδιορισμό ολικών σακχάρων). Στην συνέχεια κάνουμε στο δείγμα την απαραίτητη αραίωση (π.χ. 1/50, 1/200, 1/1000) και δημιουργούμε ένα νέο διάλυμα με την ακόλουθη σύσταση:

- ✓ 10 mL απιονισμένο H_2O
- ✓ 5 σταγόνες δείκτη
- ✓ 1 mL από το αρχικό δείγμα

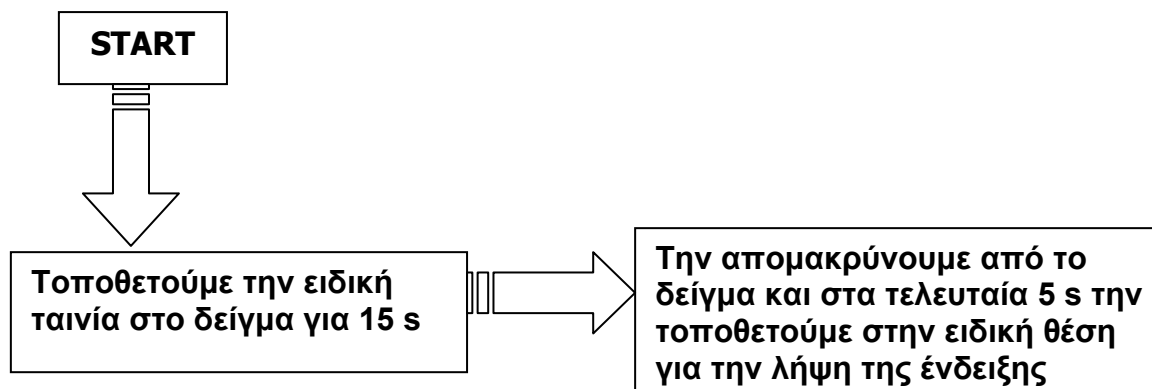
Αφού λοιπόν φτιάξουμε το παραπάνω διάλυμα, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:



Με την αρχική ένδειξη START εμφανίζεται στην οθόνη ο χρόνος παραμονής (600 sec), στον οποίο με το τέλος θα πάρουμε την ένδειξη.

3.5.3 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΓΛΥΚΟΖΗΣ

Συνολικός χρόνος 60 s



3.5.4 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

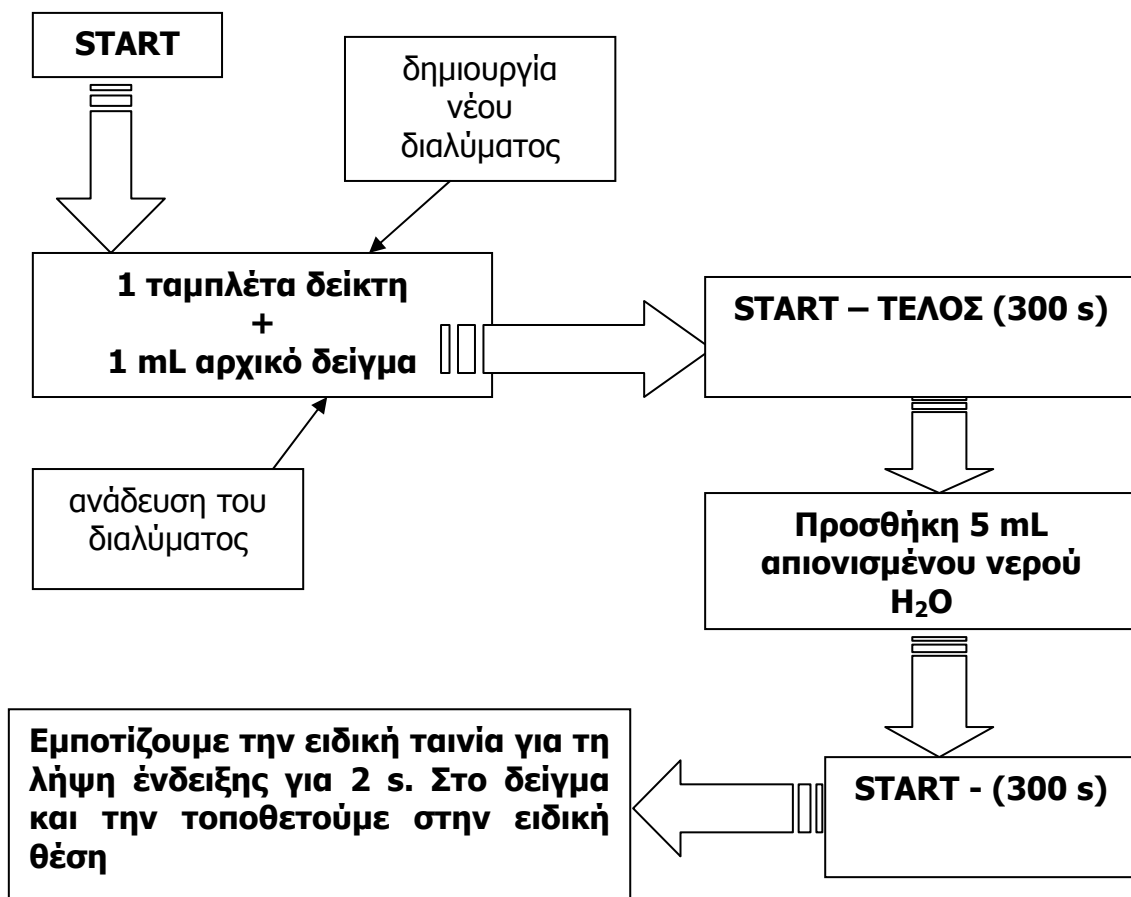
Ο προσδιορισμός της βιοαιθανόλης πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του οργάνου RQflex 10 της MERCK. Η διαδικασία περιλαμβάνει την δημιουργία ενός νέου δείγματος, αραιωμένο για τον προσδιορισμό της βιοαιθανόλης, έτσι ώστε η τιμή που θα λάβουμε να βρίσκεται μέσα στο πεδίο των ενδείξεων του οργάνου [πηγή: εγχειρίδιο χρήσης του οργάνου]

Ξεκινώντας κωδικοποιήσαμε το όργανο, ούτως ώστε να ρυθμίσει τις ενδείξεις με το συγκεκριμένο test που κάναμε (προσδιορισμό βιοαιθανόλης). Στην συνέχεια κάνουμε στο δείγμα την απαραίτητη αραιώση (π.χ. 1/50, 1/200) και δημιουργούμε ένα νέο διάλυμα με την ακόλουθη σύσταση:

- ✓ μία ταμπλέτα – δείκτη (A – 1)
- ✓ 1 mL δείγμα (αραιωμένο)

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Αφού φτιάξουμε αυτό το διάλυμα ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία:



Με το τέλος του χρόνου παραμονής (300 s), θα λάβουμε και την ένδειξη της μέτρησης.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για την λήψη των μετρήσεων, πήραμε δείγμα από το κάθε διάλυμα 15 mL στον α' κύκλο, ενώ από 10 mL στους κύκλους β' και γ'. Κατά την διαδικασία των μετρήσεων παρακολουθήσαμε την διακύμανση του pH, την πορεία κατανάλωσης σακχάρων που βρισκόντουσαν στο διάλυμα, την παραγωγή αιθανόλης, όπως επίσης και την παραγόμενη μάζα. Στους παρακάτω πίνακες (πίν. 4.1, 4.2 και 4.3), ταξινομημένα ανά κύκλο πειραμάτων παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων. Εν συνεχεία, παρουσιάζονται υπό μορφή διαγραμμάτων (διάγρ. 4.1, 4.2 και 4.3) η εξεταζόμενη διακύμανση των παραπάνω παραμέτρων.

4.1 ΠΙΝΑΚΕΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Πίνακας 4.1: ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 1^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ

α) Διάλυμα 1

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,253	3,68	29	67,00	0,0932	0,1950	0,1018
2		3,82	47	μ.μ. *	0,2460	0,3238	0,0778
3		3,90	24	μ.μ. *	0,2446	0,3212	0,0766
4		4,09	33	μ.μ. *	0,2462	0,3193	0,0731

β) Διάλυμα 2

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,252	3,73	18	46,00	0,0911	0,1857	0,0946
2		3,74	45	μ.μ. *	0,2478	0,3139	0,0661
3		3,95	26	μ.μ. *	0,2463	0,3146	0,0683
4		4,17	42	μ.μ. *	0,2445	0,3028	0,0583

* μ.μ. = μη μετρήσιμο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

γ) Διάλυμα 3

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,251	3,70	23	85,00	0,0931	0,1897	0,0966
2		3,59	34	37,00	0,0925	0,1802	0,0877
3		3,61	67	0,12	0,2450	0,3201	0,0751
4		3,94	40	μ.μ. *	0,2460	0,3006	0,0546

δ) Διάλυμα 4

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,500	3,64	32	8,00	0,0931	0,1927	0,0996
2		3,83	37	μ.μ. *	0,2478	0,3235	0,0757
3		3,97	37	μ.μ. *	0,2460	0,3195	0,0735
4		4,18	28	μ.μ. *	0,2428	0,3023	0,0595

* μ.μ. = μη μετρήσιμο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

ε) Διάλυμα 5

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,500	3,67	34	35,00	0,0930	0,1933	0,1003
2		3,68	49	μ.μ. *	0,0922	0,1747	0,0825
3		3,87	35	μ.μ. *	0,2462	0,3167	0,0705
4		4,12	42	μ.μ. *	0,2445	0,2947	0,0502

στ) Διάλυμα 6

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,501	3,67	28	31,00	0,0920	0,1965	0,1045
2		3,64	51	21,00	0,2437	0,3376	0,0939
3		3,71	73	μ.μ. *	0,2458	0,3136	0,0678
4		4,04	44	μ.μ. *	0,2483	0,2979	0,0496

* μ.μ. = μη μετρήσιμο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

ζ) Διάλυμα 7

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,250	4,63	0,70	0,00	0,0921	0,1095	0,0174
2		5,00	1,80	0,00	0,0934	0,1137	0,0203
3		6,19	0,50	0,00	0,2441	0,2765	0,0324
4		6,61	0,33	0,00	0,2507	0,2885	0,0378

Πίνακας 4.2: ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ

α) Διάλυμα 1

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρα (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,127	4,00	0,0	57,000	10,400	-	-	
2		3,88	2,1	31,319	5,700	0,1169	0,1534	0,0365
3		3,74	3,3	0,604	0,110	0,1169	0,1675	0,0506
4		3,67	6,2	0,093	0,017	0,1176	0,2018	0,0842
5		3,56	11,0	0,000	μ.μ. *	0,1151	0,2108	0,0957

* μ.μ. = μη μετρήσιμο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

β) Διάλυμα 2

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,125	4,03	0,0	114,000	20,800	-	-	
2		3,55	4,5	80,220	14,600	0,1137	0,1718	0,0581
3		3,60	10,4	0,533	0,097	0,1157	0,2505	0,1348
4		3,79	13,6	0,115	0,021	0,1159	0,2559	0,1400
5		3,84	58,0	0,022	0,004	0,1162	0,2693	0,1531

γ) Διάλυμα 3

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,254	4,00	0,0	57,000	10,400	-	-	
2		3,93	3,2	42,308	7,700	0,1150	0,1540	0,0390
3		3,78	5,0	13,187	2,400	0,1141	0,1676	0,0535
4		3,57	9,1	0,538	0,098	0,1155	0,1983	0,0828
5		3,55	14,2	0,005	0,001	0,1135	0,2121	0,0986

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

δ) Διάλυμα 4

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,254	4,03	0,0	114,000	20,800	-	-	
2		3,99	0,0	36,406	4,660	0,1167	0,1582	0,0415
3		3,84	12,2	30,078	3,850	0,1134	0,1905	0,0771
4		3,52	25,5	0,117	0,015	0,1178	0,2825	0,1647
5		3,35	63,0	0,031	0,004	0,1148	0,3023	0,1875

ε) Διάλυμα 5

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,129	4,00	0,0	57,000	10,400	-	-	
2		3,89	2,3	34,066	6,200	0,1151	0,1413	0,0262
3		3,76	3,4	0,604	0,110	0,1171	0,1503	0,0332
4		3,42	6,5	0,060	0,011	0,1160	0,1963	0,0803
5		3,57	10,0	μ.μ. *	μ.μ. *	0,1154	0,2132	0,0978

* μ.μ. = μη μετρήσιμο

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

στ) Διάλυμα 6

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρα (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,125	10,40	0,0	0,000	0,000	-	-	
2		10,27	0,0	0,000	0,000	0,1168	0,1171	0,0003
3		10,18	0,0	0,000	0,000	0,1135	0,1139	0,0004
4		10,15	0,0	0,000	0,000	0,1150	0,1156	0,0006
5		6,26	0,0	0,000	0,000	0,1146	0,1155	0,0009

Πίνακας 4.3: ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 3^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ

α) Διάλυμα 1

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρα (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,063	6,64	0,00	13,400	1,400	-	-	
2		6,05	0,73	0,920	0,118	0,2429	0,2512	0,0083
3		6,19	2,60	0,870	0,111	0,2447	0,2541	0,0094
4		6,71	3,70	0,520	0,067	0,2445	0,2548	0,0103
5		6,86	4,70	0,000	0,000	0,2397	0,2532	0,0135

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

β) Διάλυμα 2

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,125	6,64	0,00	13,400	1,400	-	-	
2		6,33	0,89	1,200	0,154	0,2387	0,2498	0,0111
3		6,24	2,70	1,020	0,131	0,2452	0,2573	0,0121
4		6,30	4,30	0,820	0,105	0,2467	0,2612	0,0145
5		6,20	5,90	1,050	0,134	0,2458	0,2659	0,0201

γ) Διάλυμα 3

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,064	6,69	0,00	26,800	2,800	-	-	
2		6,52	1,10	0,116	0,015	0,2404	0,2521	0,0117
3		6,36	2,40	0,095	0,012	0,2375	0,2532	0,0157
4		6,32	5,60	0,092	0,012	0,2499	0,2671	0,0172
5		6,28	8,50	0,066	0,008	0,2356	0,2547	0,0191

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

δ) Διάλυμα 4

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,126	6,69	0,00	26,800	2,800	-	-	
2		6,04	2,10	0,820	0,105	0,2377	0,2567	0,019
3		5,83	5,30	0,790	0,101	0,2368	0,2573	0,0205
4		5,87	7,30	0,710	0,091	0,2385	0,2612	0,0227
5		5,75	11,20	0,082	0,010	0,2452	0,2698	0,0246

ε) Διάλυμα 5

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,064	6,64	0,00	13,400	1,400	-	-	
2		6,27	0,86	1,590	0,204	0,2402	0,2493	0,0091
3		6,37	2,20	1,340	0,172	0,2451	0,2553	0,0102
4		6,42	4,10	0,730	0,093	0,2317	0,2431	0,0114
5		6,58	5,10	0,890	0,114	0,2418	0,2564	0,0146

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

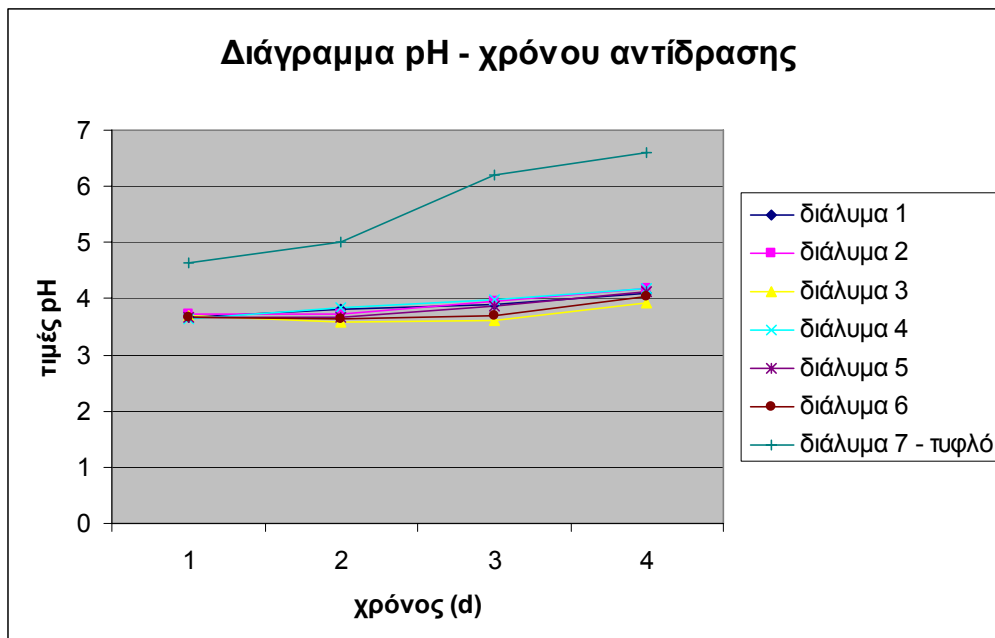
στ) Διάλυμα 6

Μέτρηση	Ποσότητα ζύμης (g)	pH	Αιθανόλη (g/L)	Σάκχαρο (g/L)	Γλυκόζη (g/L)	Μάζα φίλτρου πριν διήθησης (g)	Μάζα φίλτρου μετά διήθησης (g)	Μάζα που παρήχθηκε (g)
1	0,066	10,57	0,00	0,000	0,000	-	-	
2		10,32	0,00	0,000	0,000	0,2408	0,2410	0,0002
3		10,27	0,00	0,000	0,000	0,2410	0,2415	0,0005
4		10,21	0,00	0,000	0,000	0,2437	0,2441	0,0004
5		7,12	0,00	0,000	0,000	0,2381	0,2388	0,0007

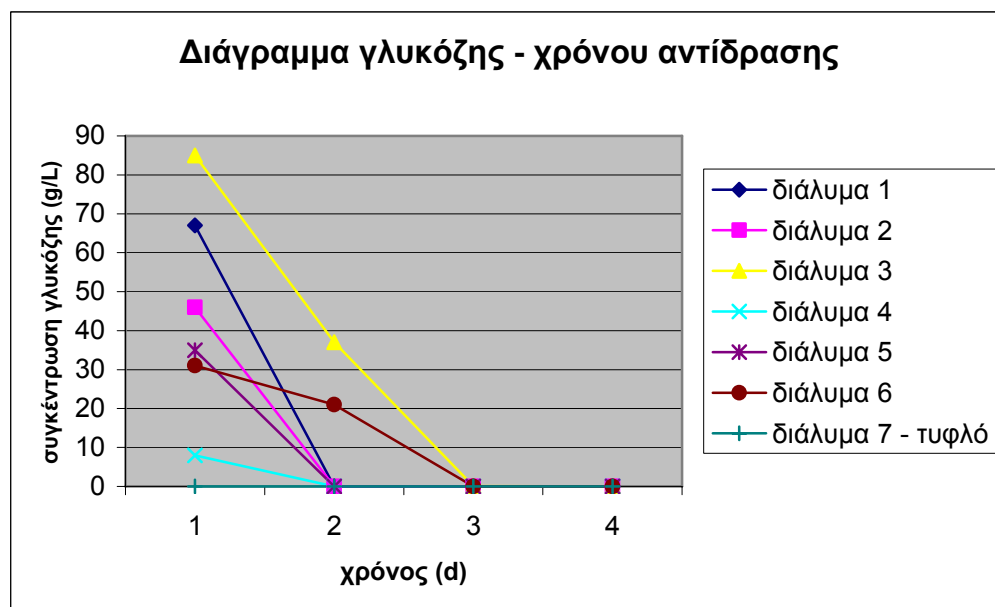
4.2 ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 4.1: ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 1^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ

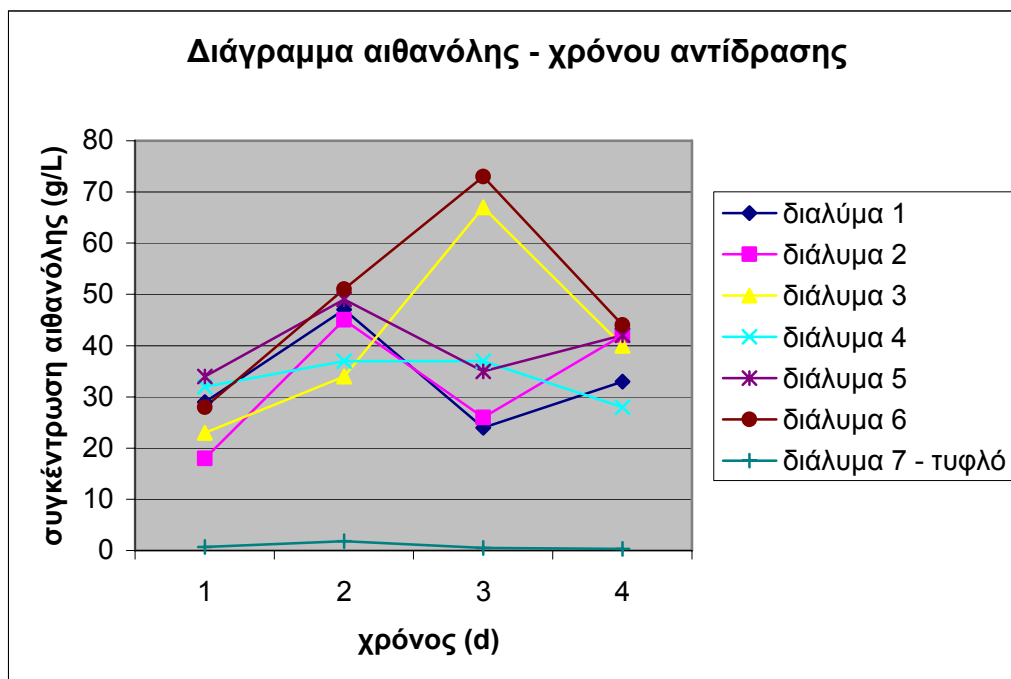
α) Διάγραμμα pH – χρόνου αντίδρασης



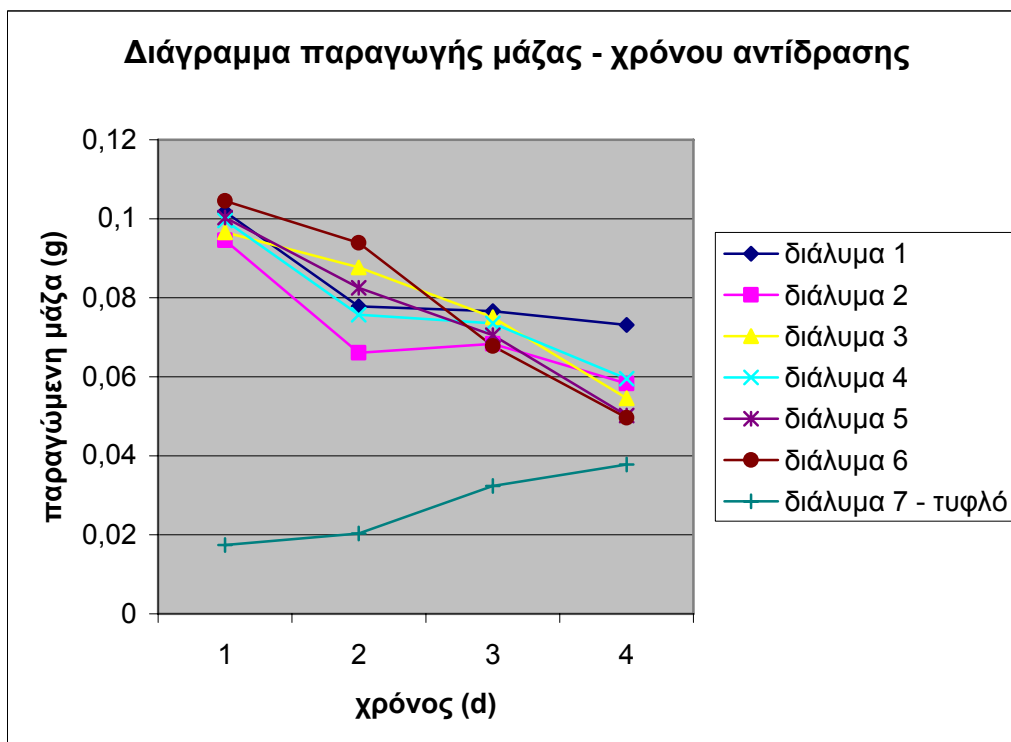
β) Διάγραμμα γλυκόζης – χρόνου αντίδρασης



γ) Διάγραμμα αιθανόλης – χρόνου αντίδρασης

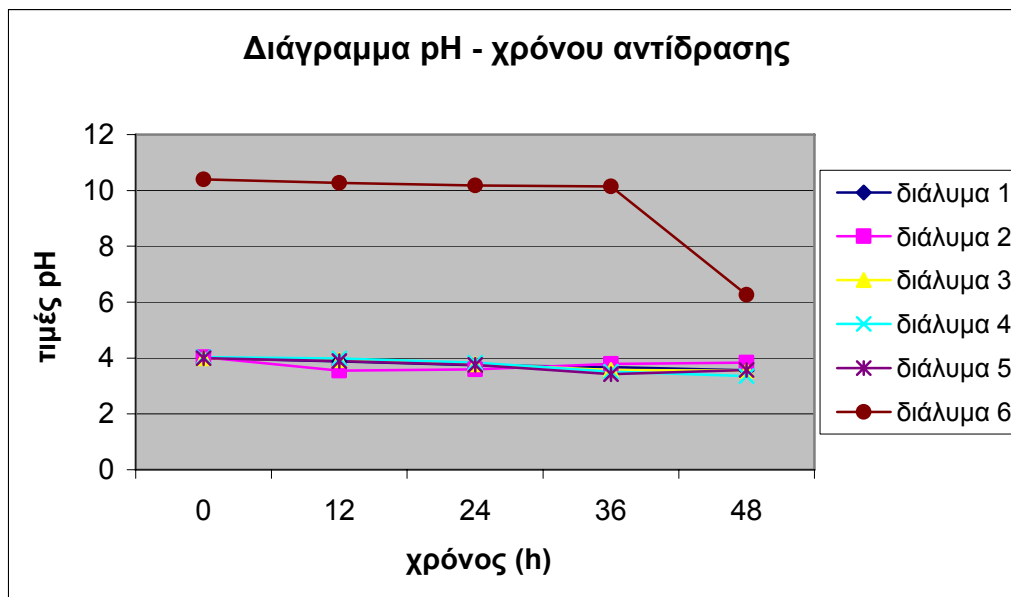


δ) Διάγραμμα παραγωγής μάζας – χρόνου αντίδρασης

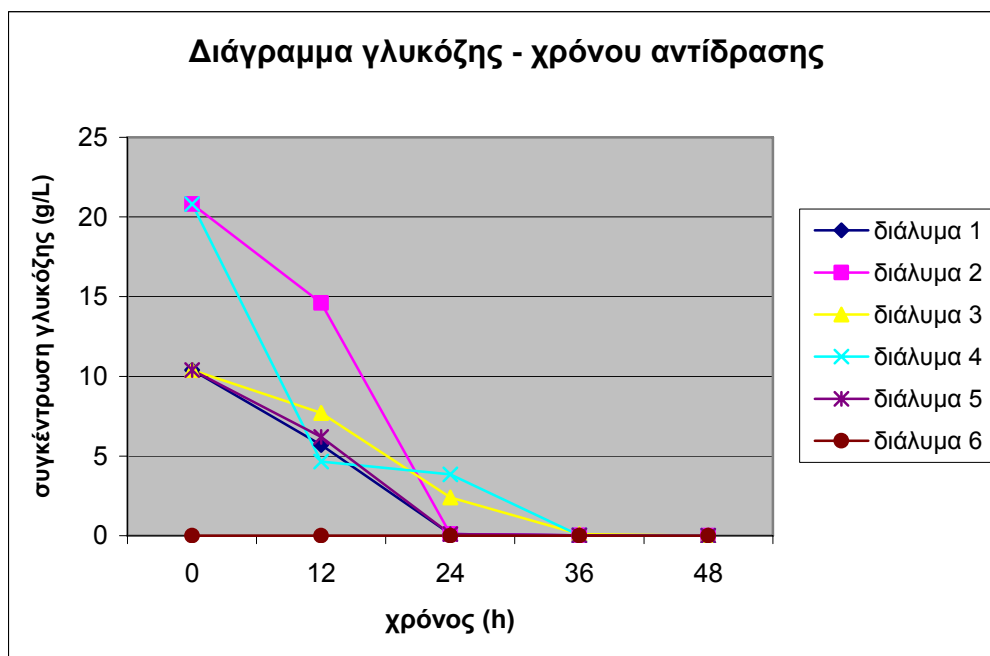


Διάγραμμα 4.2: ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 2^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ

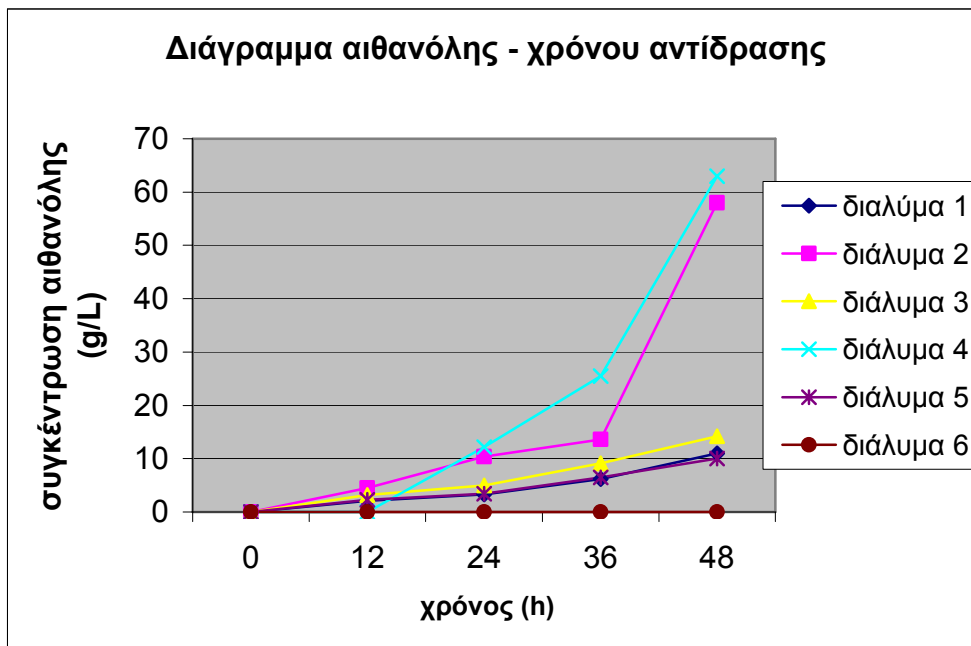
α) Διάγραμμα pH – χρόνου αντίδρασης



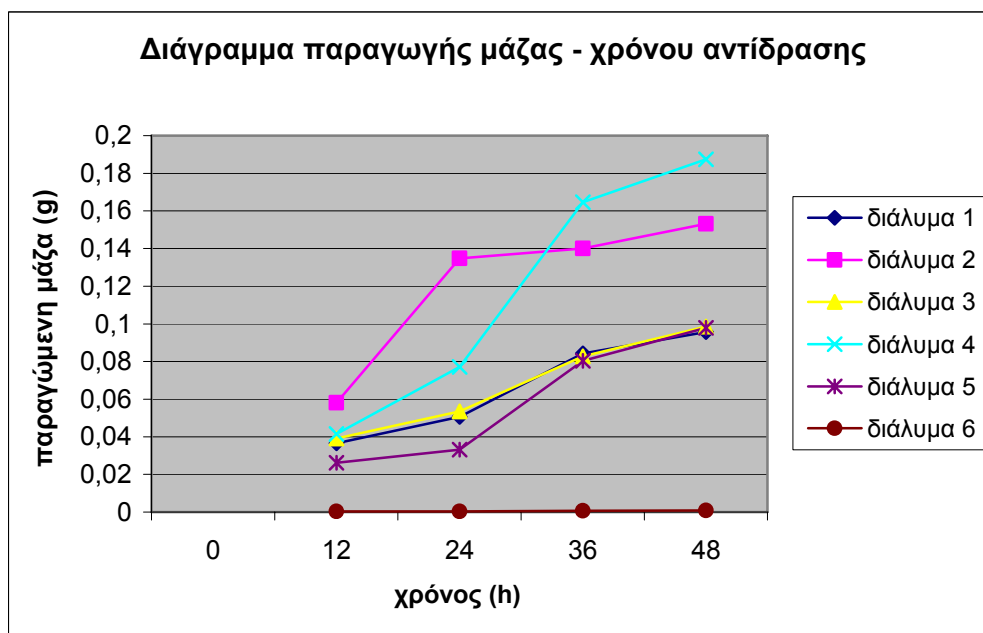
β) Διάγραμμα γλυκόζης – χρόνου αντίδρασης



γ) Διάγραμμα αιθανόλης – χρόνου αντίδρασης

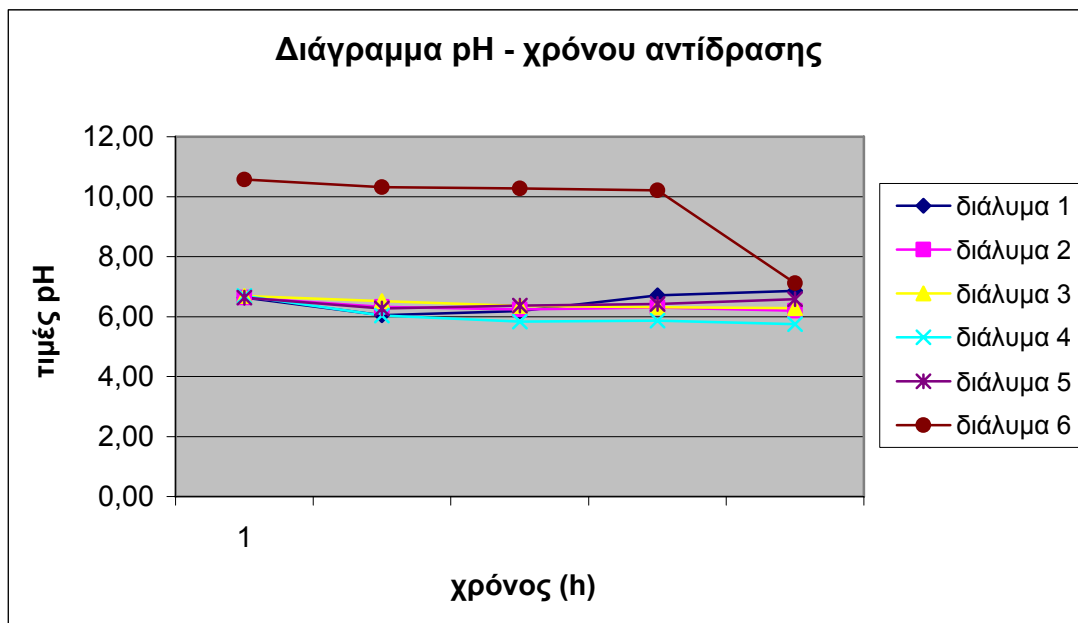


δ) Διάγραμμα παραγωγής μάζας – χρόνου αντίδρασης

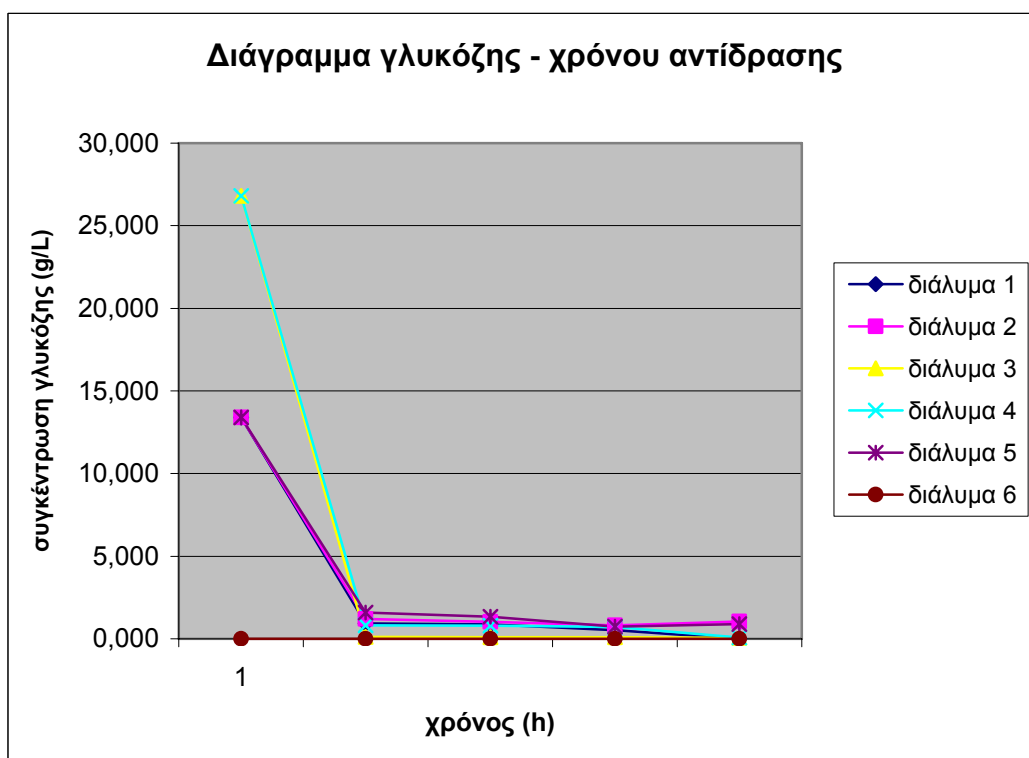


Διάγραμμα 4.3: ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ 3^{ΟΥ} ΚΥΚΛΟΥ

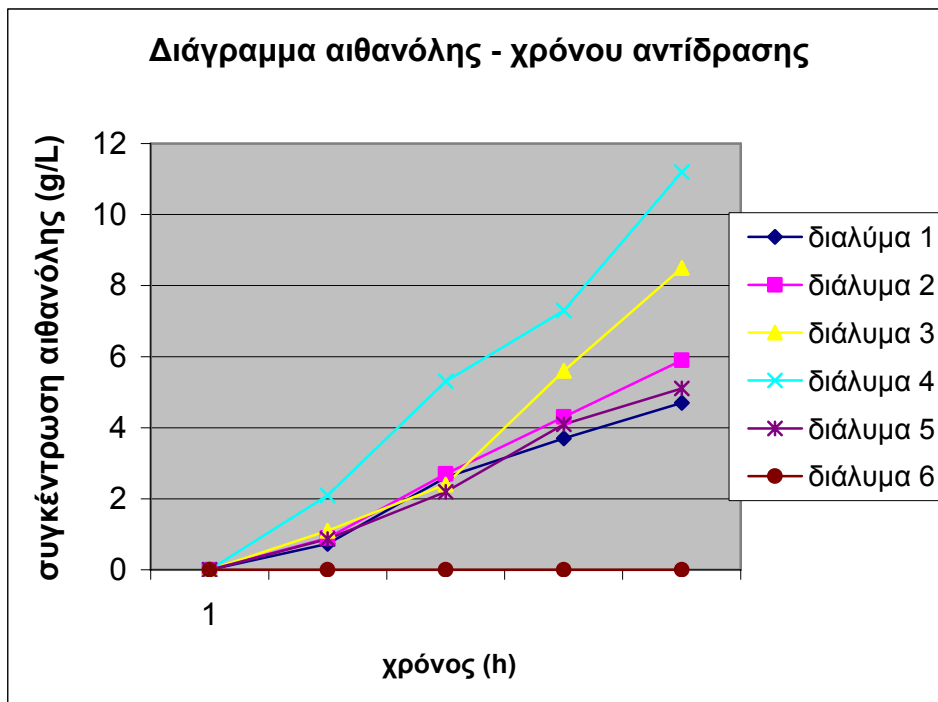
α) Διάγραμμα pH – χρόνου αντίδρασης



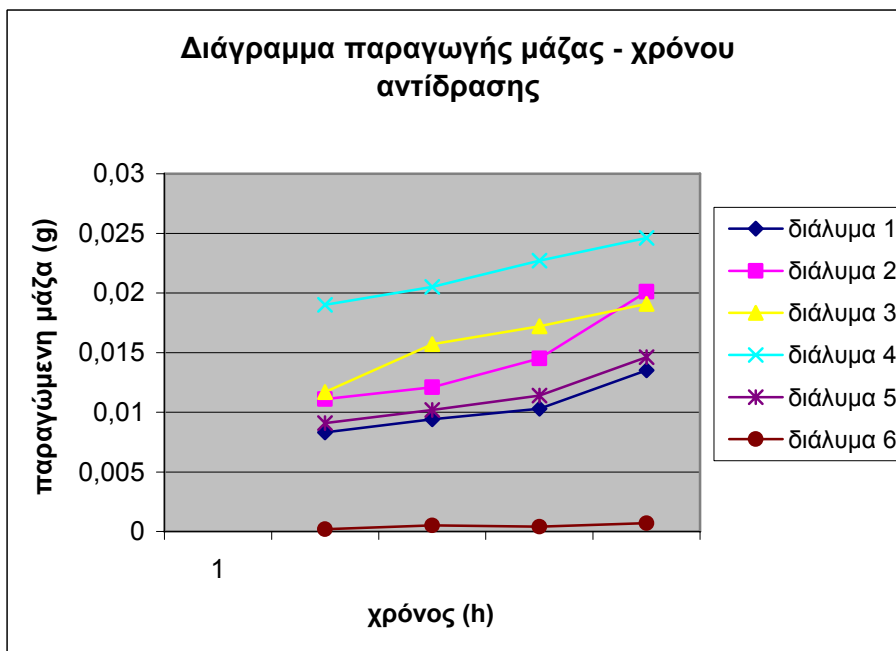
α) Διάγραμμα γλυκόζης – χρόνου αντίδρασης



γ) Διάγραμμα αιθανόλης – χρόνου αντίδρασης



δ) Διάγραμμα παραγωγής μάζας – χρόνου αντίδρασης



5. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά την ολοκλήρωση του πρώτου κύκλου των πειραματικών διαδικασιών, τα οποία είχαν ως αντικείμενο μελέτης την παραγωγή βιοαιθανόλης από τεχνητό διάλυμα – προσομοίωση διαλύματος εκχύλισης σακχάρων γλυκού σόργου – μπορούμε να εξάγουμε τα παρακάτω συμπεράσματα:

- ✓ αναμενόμενη σταθεροποίηση του pH των διαλυμάτων
- ✓ πλήρη αναλογία παραγωγής αιθανόλης – κατανάλωσης γλυκόζης.
- ✓ αν-αντιστοιχία στην παραγωγή βιομάζας μετά το τέλος κύκλου ζωής της αντίδρασης

Όπως φαίνεται και στους πίνακες αποτελεσμάτων 4.1 – 4.3 και στα διαγράμματα 4.1.α, 4.2.α και 4.3.α, υπάρχει μια σταθεροποίηση της τιμής του pH. Στον α' κύκλο ~ 3,7 έως 4, στον β' κύκλο 3,3 έως 4 και στον γ' κύκλο 5,8 έως 6,7.

Το φαινόμενο της αν-αντιστοιχίας παραγωγής βιομάζας μετά το τέλος κύκλου ζωής της αντίδρασης, πιθανόν να οφείλεται σε πειραματικό σφάλμα (πίνακας 4.1). Καθώς μετά το τέλος του κύκλου ζωής της αντίδρασης έχουμε την νέκρωση των μικροοργανισμών της ζύμης (*Saccharomyces Cerevisiae*), κάτι που οφείλεται στην έλλειψη «τροφής» - γλυκόζης.

Η παραπάνω αν-αντιστοιχία στην μέτρηση της βιομάζας, παρατηρούμε ότι παύει να ισχύει στον δεύτερο κύκλο πειραμάτων, κάτι που μας βοηθάει να συμπεράνουμε την ύπαρξη ενός σφάλματος σε αυτόν τον τομέα. Παρατηρώντας, πιο προσεκτικά τα αποτελέσματα του δεύτερου κύκλου βλέπουμε ότι η παραγόμενη βιοαιθανόλη από το τέταρτο δοχείο (πίνακας 4.2 δ) – φιάλη είναι «πέραν των προσδοκιών», θέλοντας να τονίσουμε το σφάλμα στην τελευταία μέτρηση από το μηχάνημα, που πιθανόν να οφείλεται σε λειτουργικό λάθος. Καθώς, σύμφωνα και με την βιβλιογραφία η μέγιστη ποσότητα βιοαιθανόλης που δύναται να παραχθεί από την συγκεκριμένη ποσότητα σακχάρων είναι μικρότερη από αυτή που μετρήσαμε.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Ο τρίτος κύκλος πειραμάτων, διεξήχθη με διαλύματα μικρότερης συγκέντρωσης σακχάρων σε σχέση με τον δεύτερο, παρόλο που η πρώτη ύλη από την οποία εξάγαμε το διάλυμα (σόργο) ήταν ίδια με αυτή του προηγούμενου κύκλου. Αυτή η πτώση συγκέντρωσης σακχάρων στο διάλυμα πιθανόν οφείλεται σε ύπαρξη μικροοργανισμών – παρεμποδιστών που υπήρχαν στην πρώτη ύλη ή σε διάσπαση των σακχάρων με το πέρασμα του χρόνου από το κομμένο σόργο.

Συμπερασματικά, μπορούμε να δούμε την επίδραση που έχει και στους τρεις κύκλους πειραμάτων η αύξηση της ποσότητας του ζυμομύκητα στην μετατροπή των σακχάρων σε αιθανόλη. Χαρακτηριστικά, στον δεύτερο κύκλο βλέπουμε την διακύμανση – μετατροπή σακχάρων σε αιθανόλη στο δεύτερο και τέταρτο διάλυμα σε σχέση με τα πρώτο και τρίτο. Παρατηρούμε ότι ενώ η ποσότητα σακχάρων είναι ίδια (57 και 114 g/L), με τον διπλασιασμό της ποσότητας του ζυμομύκητα έχουμε σημαντική αύξηση της παραγόμενης αιθανόλης. Συγκεκριμένα η παραγωγή αιθανόλης στα διαλύματα 1 και 3 (ποσότητα ζύμης ~0,125 g) είναι 11 και 14,2 g/L, ενώ στα διαλύματα 2 και 4 (ποσότητα ζύμης ~0,254 g) είναι 58 και 63 g/L (πίνακας 4.2).

Η παραπάνω διαπίστωση φαίνεται και στον τρίτο κύκλο πειραμάτων στα διαλύματα με διπλάσια ποσότητα ζυμομύκητα. Βλέπουμε ότι στα διαλύματα 1 και 3 η ποσότητα αιθανόλης που παρήχθηκε ήταν λιγότερη (4,7 και 8,5 g/L) από ότι στα διαλύματα 2 και 4 (5,9 και 11,2 g/L), όπου ενώ η ποσότητα των σακχάρων είναι ίδια, διαφοροποιείται η ποσότητα του ζυμομύκητα (πίνακας 4.3).

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ – ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Μετά και από το πέρας της πειραματικής διαδικασίας που προηγήθηκε αυτής της εργασίας, αξίζει να αναφερθούν μία σειρά συμπερασμάτων – προβληματισμών αλλά και προτάσεων που θα δώσουν ώθηση σε παρόμοιες στο μέλλον.

Ξεκινώντας από τις πρώτες ύλες που χρησιμοποιήθηκαν θα αναφέρουμε ότι το σόργο, όπως φαίνεται και από τα αποτελέσματα, αποτελεί εξαιρετική πηγή σακχάρων για την παραγωγή καύσιμης βιοαιθανόλης. Η «ευκολία» μετατροπής των σακχάρων που περιέχει σε αιθανόλη είναι αξιοσημείωτη, καθώς σύμφωνα και με τα αποτελέσματα η ποσοστιαία παραγωγή αιθανόλης εργαστηριακά πλησίασε τα βιβλιογραφικά δεδομένα. Ένα αρνητικό σημείο το οποίο σημειώθηκε είναι η μείωση της συγκέντρωσης των σακχάρων που εκχυλίστηκαν στο διάλυμα στον γ' κύκλο πειραμάτων. Το παραπάνω γεγονός παρατηρήθηκε, καθώς πέρασε αρκετός καιρός από τη στιγμή που τα στελέχη του σόργου τεμαχίστηκαν, μέχρι τη στιγμή που πραγματοποιήθηκε η συμπίεση αυτών για την εξαγωγή του σακχαρούχου διαλύματος. Ένα συμπέρασμα που μπορούμε να εξάγουμε είναι ότι η μακροχρόνια απόθεση του κομμένου φυτού στο περιβάλλον λειτουργεί ανασταλτικά στην εξαγωγή σακχάρων από αυτό.

Η λύση του παραπάνω προβλήματος, η μείωση δηλαδή της συγκέντρωσης των σακχάρων στο εξαγόμενο διάλυμα, θα μπορούσε να αποτελέσει την αρχή μιας νέας έρευνας σχετικά με τον σχεδιασμό ενός συστήματος, το οποίο θα οδηγεί στην πλήρη εξαγωγή και αξιοποίηση των σακχάρων από ενεργειακά φυτά. Επί παραδείγματι τον σχεδιασμό αλλά και υλοποίηση των διεργασιών που απαιτούνται για την πλήρη εξαγωγή σακχάρων (συμπίεση, εκχύλιση, διαχωρισμός βιομάζας – εκχυλίσματος, ξήρανση, προσθήκη καταλύτη για καλύτερη εξαγωγή σακχάρων, επανασυμπίεση).

Ένα ακόμα σημαντικό σημείο είναι η πολύ καλή δυνατότητα που αναπτύχθηκε στην μετατροπή των σακχάρων σε αιθανόλη μέσω του μύκητα *Saccharomyces Cerevisiae*. Βέβαια μία παράμετρος που πρέπει να εξεταστεί σε

περαιτέρω έρευνα είναι το ποσοστό ζωτικότητας αυτού. Ένα στοιχείο που θα μπορούσε να βοηθήσει περισσότερο στην παρακολούθηση της επαναληψιμότητας των αποτελεσμάτων. Επίσης η εξέταση και βαθμονόμηση της ζωτικότητας αυτού ή ακόμα και η καλλιέργεια αυτού εργαστηριακά για την καλύτερη και αποτελεσματικότερη παρακολούθησή του, είναι κάποιες προτάσεις που πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν στο μέλλον.

Χρειάζονται να αναπτυχθούν περαιτέρω προσπάθειες για την αριστοποίηση του συστήματος (μεγιστοποίηση παραγωγικότητας σε βιοαιθανόλη κ.λ.π.), ούτως ώστε να φθάσουμε στα επιθυμητά αποτελέσματα.

Από την άλλη, αξίζει να σημειώσουμε και μία σειρά προβληματισμών που αναπτύχθηκαν κατά τη διαδικασία, σε σχέση βέβαια και με την μέχρι τώρα εφαρμογή των βιοκαυσίμων στην κοινωνία. Ο μη – ορθολογικός καταμερισμός των καλλιεργήσιμων εκτάσεων σε αγροτικές περιοχές και η εξ' ολοκλήρου αξιοποίηση αυτών για καλλιέργεια βιοκαυσίμων, εμπεριέχει τον κίνδυνο να εγκαταλειφθούν οι καλλιέργειες για την παραγωγή τροφίμων, με αποτέλεσμα την κατακόρυφη μείωση των τροφίμων στην αγορά και ταυτόχρονα την αύξηση των τιμών των ήδη υπάρχοντων, την στιγμή βέβαια που ολόκληρος ο πλανήτης διανύει μια περίοδο διατροφικής κρίσης. Αποτέλεσμα μη – επιθυμητό για τον σκοπό της εν λόγω έρευνας.

Ένας ακόμα προβληματισμός, συναφής με τον προηγούμενο είναι ο κίνδυνος δημιουργίας μονοκαλλιεργειών σόργου – επί παραδείγματι – σε μεγάλες εκτάσεις (μονοκαλλιέργειες), ενέργεια που θα προκαλέσει αφενός σοβαρές επιπτώσεις στο περιβάλλον, καθώς θα υπάρξει μονομερής απορρόφηση των θρεπτικών του εδάφους, αφετέρου θα μειώσει τα κίνητρα στον αγροτικό κόσμο για ενασχόληση με τον πρωτογενή τομέα.

Λόγω της μικρής εφαρμογής των ενεργειακών καλλιεργειών, ακόμα στο ελληνικό αλλά και στο παγκόσμιο περιβάλλον, πλανάται το ερώτημα για την οικονομική εφαρμογή αυτών, βάσει του κόστους που απαιτείται για να παραχθούν.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Για τον λόγο αυτό, χρειάζεται να δοθεί προτεραιότητα στην αξιοποίηση υπολειμμάτων από το σύστημα παραγωγής – επεξεργασίας τροφίμων και να γίνει ενδελεχής έλεγχος του Κύκλου Ζωής του συστήματος σόργο/καύσιμη βιοαιθανόλη (λιπάσματα, ανάγκες άρδευσης, κλπ), ούτως ώστε να ελαχιστοποιηθεί το κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης.

Ο ορθολογικός σχεδιασμός του συστήματος διαχειριστικής (logistics), είναι ένα ακόμα βήμα που πρέπει να αναπτυχθεί για την καλύτερη εφαρμογή της εν λόγω καινοτομίας στα ελληνικά δεδομένα.

Στο μέλλον θα πρέπει να εξετάσουμε τους παράγοντες που καθυστερούν την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα και να προτείνουμε λύσεις που θα τις καθιστούν βιώσιμες. Θα μπορούσαμε να προτείνουμε για την λύση του προβλήματος σχετικά με την διατροφική κρίση που ταλανίζει τις μέρες μας τον κόσμο, ένα κεντρικό σχεδιασμό των καλλιεργήσιμων εδαφών στην Ελλάδα και τον κατάλληλο καταμερισμό αυτών για πλήρη διατροφική επάρκεια του πληθυσμού, καθώς και για την καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών. Η προσφορά ενός εγγυημένου εισοδήματος στον αγροτικό πληθυσμό, ώστε να τολμήσει τις ενεργειακές καλλιέργειες, είναι ένα ουσιαστικό κίνητρο, σε συνδυασμό με την βελτίωση του νομοθετικού και φορολογικού πλαισίου προς όφελος των καλλιεργητών, που θα ανοίξουν τον δρόμο προς τις ενεργειακές καλλιέργειες.

Επιπροσθέτως, η αξιοποίηση της πλέον σύγχρονης τεχνολογίας – εξοπλισμού για την παραγωγή βιοκαυσίμων, θα είναι ένα βήμα μπροστά στον σκοπό της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων από την δημιουργία των αερίων του θερμοκηπίου. Σε συνδυασμό της επιβεβαίωσης των θετικών αποτελεσμάτων των πειραματικών καλλιεργειών σόργου θα οδηγήσουν σε πιο θαρρετά βήματα μπροστά στην ανάπτυξη των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα, μαζί με την ενημέρωση των αγροτικών φορέων και συμμετοχή αυτών στην παραγωγή και διάθεση βιοκαυσίμων (πίν. 6.1).

Πίνακας 6.1: Προϋποθέσεις για την βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα

Προϋποθέσεις για την βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών στην Ελλάδα
Κεντρικός σχεδιασμός των καλλιεργήσιμων εδαφών στην Ελλάδα και καταμερισμός αυτών για πλήρη διατροφική επάρκεια του πληθυσμού και εκτάσεων ενεργειακών καλλιεργειών.
Κίνητρα στον αγροτικό πληθυσμό για εγγυημένο εισόδημα των νέων μορφών καλλιέργειας (ενεργειακές) έναντι των παλιών.
Η βελτίωση του υφιστάμενου νομοθετικού και φορολογικού Πλαισίου προς όφελος των καλλιεργητών.
Η αξιοποίηση της πλέον σύγχρονης τεχνολογίας παραγωγής βιοκαυσίμων με σκοπό την ελαχιστοποίηση της επιβάρυνσης του περιβάλλοντος από αέρια του θερμοκηπίου
Η συμμετοχή των φορέων των αγροτών στην παραγωγή – διάθεση βιοκαυσίμων
Η επιβεβαίωση των θετικών αποτελεσμάτων πειραματικών καλλιεργειών (π.χ. γλυκό σόργο)

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

7.2. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ:

7.2.1. ΝΟΜΟΣ 3423/2005 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

7.2.2. DIRECTIVE 2003/30/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL OF 8 MAY 2003: «ON THE PROMOTION OF THE USE OF BIOFUELS OR OTHER RENEWABLE FUELS FOR TRANSPORT»

7. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

7.1. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι: ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Ως εναλλακτικές πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης σήμερα χρησιμοποιούνται τα σιτάρι, το κριθάρι, το άχυρο, το καλαμπόκι, το ζαχαρότευτλο και δασικά και γεωργικά παραπροϊόντα.

ΑΡΑΒΟΣΙΤΟΣ

Ενεργειακή Απόδοση: 1,3

Σπόρος: 1,1 τον / στρέμμα

Άμυλο (μ.ο.): 620 kg / στρέμμα

Απόδοση Αιθανόλης: 440 L / στρέμμα



Φωτογραφία Π.1: σπόροι αραβοσίτου

Υπόλειμμα (μ.ο.): 1,1 τον / στρέμμα

Απόδοση Αιθανόλης: 300 L / στρέμμα



Φωτογραφία Π.2: υπολείμματα θερισμού αραβοσίτου

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

ΣΑΚΧΑΡΟΤΕΥΤΛΑ

Ενεργειακή Απόδοση: 1,76

Απόδοση (μ.ο.): 6,4 τον / στρέμμα

Σάκχαρο (μ.ο.): 900 kg / στρέμμα

Απόδοση Αιθανόλης: 510 L / στρέμμα



Φωτογραφία Π.3: ρίζα
ζαχαρότευτλου



Φωτογραφία Π.4: pellets
ζαχαρότευτλου

ΣΙΤΑΡΙ

Απόδοση: 150 – 800 kg / στρέμμα

Απόδοση σε βιοαιθανόλη: 36 – 190 kg / στρέμμα

45 – 24 L / στρέμμα

7.2. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ II:

7.2.1. ΝΟΜΟΣ 3423/2005 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΑΓΟΡΑ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ ΚΑΙ ΑΛΛΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ

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

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

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Εκδίδομε τον ακόλουθο νόμο που ψήφισε η Βουλή:

Άρθρο 1

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

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

Κατηγορία I (Ελαφρά κλάσματα):

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

Κατηγορία II (Μεσαία κλάσματα):

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

Κατηγορία III (Βαρέα κλάσματα):

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

Κατηγορία IV:

Άσφαλτος.

Κατηγορία V (Υγραέρια - LPG):

Βουτάνιο, Προπάνιο και μίγμα των δύο.

Κατηγορία VI:

Νάφθα, πετρελαϊκό κωκ.

Για την εφαρμογή του νόμου αυτού θεωρούνται επίσης πετρελαιοειδή προϊόντα και τα υγρά και αέρια Βιοκαύσιμα και τα άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα που υποκαθιστούν προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου στις αντίστοιχες

κατηγορίες και χρήσεις που αναφέρονται ανωτέρω είτε αυτούσια είτε σε μίγμα με προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου.»

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

«6. Διακίνηση: Η μεταφορά πετρελαιοειδών προϊόντων από ένα Διυλιστήριο σε άλλο, από ένα Διυλιστήριο προς εγκαταστάσεις Εμπορίας, από ένα Διυλιστήριο προς εγκαταστάσεις Μεγάλου Τελικού Καταναλωτή, από μία εγκατάσταση κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων προς Διυλιστήριο ή εγκαταστάσεις Εμπορίας, από εγκαταστάσεις Εμπορίας σε άλλες όμοιες εγκαταστάσεις, από σημείο εγκατάστασης Εισαγωγής προς Διυλιστήριο ή εγκαταστάσεις Εμπορίας ή εγκαταστάσεις κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων, από εγκαταστάσεις Εμπορίας ή Διυλιστηρίου ή εγκαταστάσεις κατόχου Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων προς σημεία εγκατάστασης Εξαγωγής, από εγκαταστάσεις Εμπορίας ή Διυλιστηρίου σε εγκαταστάσεις κατόχου Άδειας Λιανικής Εμπορίας ή Τελικού Καταναλωτή που έχει ίδιους αποθηκευτικούς χώρους και από εγκαταστάσεις κατόχων Άδειας Λιανικής Εμπορίας και Διάθεσης Βιοκαυσίμων προς Τελικούς Καταναλωτές. Η μεταφορά διακρίνεται σε:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Άρθρο 2

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

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

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

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

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

Άρθρο 3

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

«Άρθρο 5Α

Άδεια Διάθεσης Βιοκαυσίμων

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

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

2. Ο κάτοχος Άδειας Διάθεσης Βιοκαυσίμων μπορεί να παράγει ή να εισάγει αυτούσια Βιοκαύσιμα και Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα και να διαθέτει αυτά εντός της Ελληνικής Επικράτειας, σε κατόχους Άδειας Διύλισης, Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α' και σε Τελικούς Καταναλωτές. Τα υγρά Βιοκαύσιμα

που προορίζονται για ανάμιξη με προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου διατίθενται μόνο σε κατόχους Άδειας Διύλισης ή Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α'.

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

Άρθρο 4

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

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

Άρθρο 5

Η παράγραφος 4 του άρθρου 11 του ν. 3054/2002 αντικαθίσταται ως εξής:
«4. Οι κάτοχοι Άδειας Διύλισης, Διάθεσης Βιοκαυσίμων, Εμπορίας, Λιανικής Εμπορίας, Μεταφοράς με Αγωγή και οι Μεγάλοι Τελικοί Καταναλωτές, των οποίων οι αποθηκευτικοί χώροι μπορεί να προσμετρώνται στην υποχρέωση τήρησης αποθεμάτων ασφαλείας, υποχρεούνται να παρέχουν τα στοιχεία αυτά και φέρουν την ευθύνη για την ακρίβεια των δηλούμενων στοιχείων. Η παράγραφος 4 του άρθρου 5 του ν. 2773/1999 (ΦΕΚ 286 Α') εφαρμόζεται και για τους κατόχους αδειών που χορηγούνται, σύμφωνα με τις διατάξεις του νόμου αυτού.»

Άρθρο 6

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

« Άρθρο 15Α

Βιοκαύσιμα και Άλλα Ανανεώσιμα Καύσιμα

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

2. Η ανάμιξη των αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων με τα αντίστοιχα συμβατά προϊόντα διύλισης του αργού πετρελαίου

πραγματοποιείται με ευθύνη των κατόχων Άδειας Διύλισης ή Άδειας Εμπορίας κατηγορίας Α', στις εγκαταστάσεις τους.

Στα σχετικά τελωνειακά παραστατικά και συνοδευτικά διοικητικά έγγραφα διακίνησης των προϊόντων που αναφέρονται στην παράγραφο 1, αναγράφεται υποχρεωτικά το ποσοστό αυτούσιου Βιοκαυσίμου ή Άλλου Ανανεώσιμου Καυσίμου στο μίγμα με το αντίστοιχο προϊόν διύλισης του αργού πετρελαίου. Το ποσοστό που αναφέρεται

στο προηγούμενο εδάφιο μπορεί να καθορίζεται με κοινή απόφαση των Υπουργών Οικονομίας και Οικονομικών και Ανάπτυξης, ανάλογα με τις ποσότητες Βιοκαυσίμων που κατανέμονται, σύμφωνα με τις αποφάσεις που εκδίδονται κατά την παράγραφο 5 και τις ποσότητες των πετρελαιοειδών προϊόντων που διακινήθηκαν στην εγχώρια αγορά κατά το προηγούμενο έτος.

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

α) αυτούσιων Βιοκαυσίμων ή Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων,

β) Βιοντίζελ αναμεμιγμένου με πετρέλαιο κίνησης σε ποσοστό άνω του 5% κατ' όγκο,

γ) Βιοαιθανόλης αναμεμιγμένης με βενζίνη σε ποσοστό άνω του 5% κατ' όγκο.

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

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

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

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

β) οι ποσότητες Βιοκαυσίμων και Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων που υπόκεινται στο ειδικό φορολογικό καθεστώς των διατάξεων του άρθρου 78

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

του ν. 2960/2001 και διακινήθηκαν από κάθε συμμετέχοντα στο Πρόγραμμα, κατά τα προηγούμενα έτη συμμετοχής του σε αυτό,

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

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

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

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

Για την έγκριση συμμετοχής στο Πρόγραμμα απαιτούνται:

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

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

Ειδικά για τα έτη 2005 και 2006, η κατανομή των ποσοτήτων αυτούσιων Βιοκαυσίμων και των Άλλων Ανανεώσιμων Καυσίμων, που υπόκεινται στο

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

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

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

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

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

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

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

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

Άρθρο 7

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

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

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

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

Άρθρο 8

Μεταβατικές και τελικές διατάξεις

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

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

Άρθρο 9

Έναρξη ισχύος

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

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

**7.2.2. DIRECTIVE 2003/30/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT
AND OF THE COUNCIL OF 8 MAY 2003: «ON THE
PROMOTION OF THE USE OF BIOFUELS OR OTHER
RENEWABLE FUELS FOR TRANSPORT»**

THE EUROPEAN PARLIAMENT AND THE COUNCIL OF THE EUROPEAN UNION,

Having regard to the Treaty establishing the European Community, and in particular Article 175(1) thereof,

Having regard to the proposal from the Commission (1),

Having regard to the opinion of the European Economic and Social Committee (2),

Having regard to the opinion of the Committee of the Regions (3),

Acting in accordance with the procedure laid down in Article 251 of the Treaty (4),

Whereas:

(1) The European Council meeting at Gothenburg on 15 and 16 June 2001 agreed on a Community strategy for sustainable development consisting in a set of measures, which include the development of biofuels.

(2) Natural resources, and their prudent and rational utilisation as referred to in Article 174(1) of the Treaty, include oil, natural gas and solid fuels, which are essential sources of energy but also the leading sources of carbon dioxide emissions.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

(3) However, there is a wide range of biomass that could be used to produce biofuels, deriving from agricultural and forestry products, as well as from residues and waste from forestry and the forestry and agrifoodstuffs industry.

(4) The transport sector accounts for more than 30 % of final energy consumption in the Community and is expanding, a trend which is bound to increase, along with carbon dioxide emissions and this expansion will be greater in percentage terms in the candidate countries

following their accession to the European Union.

(5) The Commission White Paper 'European transport policy for 2010: time to decide' expects CO₂ emissions from transport to rise by 50 % between 1990 and 2010, to around 1 113 million tonnes, the main responsibility resting with road transport, which accounts for 84 % of transport-related CO₂ emissions. From an ecological point of view, the White Paper therefore calls for dependence on oil (currently 98 %) in the transport sector to be reduced by using alternative fuels such as biofuels.

(6) Greater use of biofuels for transport forms a part of the package of measures needed to comply with the Kyoto Protocol, and of any policy package to meet further commitments in this respect.

(7) Increased use of biofuels for transport, without ruling out other possible alternative fuels, including automotive LPG and CNG, is one of the tools by which the Community can reduce its dependence on imported energy and influence the fuel market for transport and hence the security of energy supply in the medium and long term. However, this consideration should not detract in any way from the importance of compliance with Community legislation on fuel quality, vehicle emissions and air quality.

(8) As a result of technological advances, most vehicles currently in circulation in the European Union are capable of using a low biofuel blend without any problem.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

The most recent technological developments make it possible to use higher percentages of biofuel in the blend. Some countries are already using biofuel blends of 10 % and higher.

(9) Captive fleets offer the potential of using a higher concentration of biofuels. In some cities captive fleets are already operating on pure biofuels and, in some cases, this has helped to improve air quality in urban areas. Member States could therefore further promote the use of biofuels in public transport modes.

(10) Promoting the use of biofuels in transport constitutes a step towards a wider application of biomass which will enable biofuel to be more extensively developed in the future, whilst not excluding other options and, in particular, the hydrogen option.

(11) The research policy pursued by the Member States relating to increased use of biofuels should incorporate the hydrogen sector to a significant degree and promote this option, taking into account the relevant Community framework programmes.

(12) Pure vegetable oil from oil plants produced through pressing, extraction or comparable procedures, crude or refined but chemically unmodified, can also be used as biofuel in specific cases where its use is compatible with the type of engines involved and the corresponding emission requirements.

(13) New types of fuel should conform to recognised technical standards if they are to be accepted to a greater extent by customers and vehicle manufacturers and hence penetrate the market. Technical standards also form the basis for requirements concerning emissions and the monitoring of emissions. Difficulties may be encountered in ensuring that new types of fuel meet current technical standards, which, to a large extent, have been developed for conventional fossil fuels. The Commission and standardisation bodies should

monitor developments and adapt and develop actively standards, particularly volatility aspects, so that new types of fuel can be introduced, whilst maintaining environmental performance requirements.

(14) Bioethanol and biodiesel, when used for vehicles in pure form or as a blend, should comply with the quality standards laid down to ensure optimum engine performance. It is noted that in the case of biodiesel for diesel engines, where the processing option is esterification, the standard prEN 14214 of the European Committee for Standardisation (CEN) on fatty acid methyl esters (FAME) could be applied. Accordingly, the CEN should establish appropriate standards for other transport biofuel products in the European Union.

(15) Promoting the use of biofuels in keeping with sustainable farming and forestry practices laid down in the rules governing the common agricultural policy could create new opportunities for sustainable rural development in a more market-orientated common agriculture policy geared more to the European market and to respect for flourishing country life and multifunctional agriculture, and could open a new market for innovative agricultural products with regard to present and future Member States.

(16) In its resolution of 8 June 1998 (1), the Council endorsed the Commission's strategy and action plan for renewable energy sources and requested specific measures in the biofuels sector.

(17) The Commission Green Paper 'Towards a European strategy for the security of energy supply' sets the objective of 20 % substitution of conventional fuels by alternative fuels in the road transport sector by the year 2020.

(18) Alternative fuels will only be able to achieve market penetration if they are widely available and competitive.

(19) In its resolution of 18 June 1998 (2), the European Parliament called for an increase in the market share of biofuels to 2 % over five years through a package of measures, including tax exemption, financial assistance for the processing industry and the establishment of a compulsory rate of biofuels for oil companies.

(20) The optimum method for increasing the share of biofuels in the national and Community markets depends on the availability of resources and raw materials, on national and Community policies to promote biofuels and on tax arrangements, and on the appropriate involvement of all stakeholders/parties.

(21) National policies to promote the use of biofuels should not lead to prohibition of the free movement of fuels that meet the harmonised environmental specifications as laid down in Community legislation.

(22) Promotion of the production and use of biofuels could contribute to a reduction in energy import dependency and in emissions of greenhouse gases. In addition, biofuels, in pure form or as a blend, may in principle be used in existing motor vehicles and use the current motor vehicle fuel distribution system. The blending of biofuel with fossil fuels could facilitate a potential cost reduction in the distribution system in the Community.

(23) Since the objective of the proposed action, namely the introduction of general principles providing for a minimum percentage of biofuels to be marketed and distributed, cannot be achieved sufficiently by the Member States by reason of the scale of the action, and can therefore be achieved better at Community level, the Community may adopt measures, in accordance with the principle of subsidiarity as set out in Article 5 of the Treaty. In accordance with the principle of proportionality, as set out in that Article, this Directive does not go beyond what is necessary in order to achieve that objective.

(24) Research and technological development in the field of the sustainability of biofuels should be promoted.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

(25) An increase in the use of biofuels should be accompanied by a detailed analysis of the environmental, economic and social impact in order to decide whether it is advisable to increase the proportion of biofuels in relation to conventional fuels.

(26) Provision should be made for the possibility of adapting rapidly the list of biofuels, the percentage of renewable contents, and the schedule for introducing biofuels in the transport fuel market, to technical progress and to the results of an environmental impact assessment of the first phase of introduction.

(27) Measures should be introduced for developing rapidly the quality standards for the biofuels to be used in the automotive sector, both as pure biofuels and as a blending component in the conventional fuels. Although the biodegradable fraction of waste is a potentially useful source for producing biofuels, the quality standard has to take into account the possible contamination present in the waste to avoid special components damaging the vehicle or causing emissions to deteriorate.

(28) Encouragement of the promotion of biofuels should be consistent with security of supply and environmental objectives and related policy objectives and measures within each Member State. In doing so, Member States may consider cost-effective ways of publicising the possibilities of using biofuels.

(29) The measures necessary for the implementation of this Directive should be adopted in accordance with Council Decision 1999/468/EC of 28 June 1999 laying down the procedures for the exercise of implementing powers conferred on the Commission (1),

HAVE ADOPTED THIS DIRECTIVE:

Article 1

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

This Directive aims at promoting the use of biofuels or other renewable fuels to replace diesel or petrol for transport purposes in each Member State, with a view to contributing to objectives such as meeting climate change commitments, environmentally friendly security of supply and promoting renewable energy sources.

Article 2

1. For the purpose of this Directive, the following definitions shall apply:

- (a) 'biofuels' means liquid or gaseous fuel for transport produced from biomass;
- (b) 'biomass' means the biodegradable fraction of products, waste and residues from agriculture (including vegetal and animal substances), forestry and related industries, as well as the biodegradable fraction of industrial and municipal waste;
- (c) 'other renewable fuels' means renewable fuels, other than biofuels, which originate from renewable energy sources as defined in Directive 2001/77/EC (2) and used for transport purposes;
- (d) 'energy content' means the lower calorific value of a fuel.

2. At least the products listed below shall be considered biofuels:

- (a) 'bioethanol': ethanol produced from biomass and/or the biodegradable fraction of waste, to be used as biofuel;
- (b) 'biodiesel': a methyl-ester produced from vegetable or animal oil, of diesel quality, to be used as biofuel;

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

(c) 'biogas': a fuel gas produced from biomass and/or from the biodegradable fraction of waste, that can be purified to natural gas quality, to be used as biofuel, or wood gas;

(d) 'biomethanol': methanol produced from biomass, to be used as biofuel;

(e) 'biodimethylether': dimethylether produced from biomass, to be used as biofuel;

(f) 'bio-ETBE (ethyl-tertio-butyl-ether)': ETBE produced on the basis of bioethanol. The percentage by volume of bio-ETBE that is calculated as biofuel is 47 %;

(g) 'bio-MTBE (methyl-tertio-butyl-ether)': a fuel produced on the basis of biomethanol. The percentage by volume of bio - MTBE that is calculated as biofuel is 36 %;

(h) 'synthetic biofuels': synthetic hydrocarbons or mixtures of synthetic hydrocarbons, which have been produced from biomass;

(i) 'biohydrogen': hydrogen produced from biomass, and/or from the biodegradable fraction of waste, to be used as biofuel;

(j) 'pure vegetable oil': oil produced from oil plants through pressing, extraction or comparable procedures, crude or refined but chemically unmodified, when compatible with the type of engines involved and the corresponding emission requirements.

Article 3

1. (a) Member States should ensure that a minimum proportion of biofuels and other renewable fuels is placed on their markets, and, to that effect, shall set national indicative targets.

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

(b) (i) A reference value for these targets shall be 2 %, calculated on the basis of energy content, of all petrol and diesel for transport purposes placed on their markets by 31 December 2005.

(ii) A reference value for these targets shall be 5,75 %, calculated on the basis of energy content, of all petrol and diesel for transport purposes placed on their markets by 31 December 2010.

2. Biofuels may be made available in any of the following forms:

(a) as pure biofuels or at high concentration in mineral oil derivatives, in accordance with specific quality standards for transport applications;

(b) as biofuels blended in mineral oil derivatives, in accordance with the appropriate European norms describing the technical specifications for transport fuels (EN 228 and EN 590);

(c) as liquids derived from biofuels, such as ETBE (ethyl-tertiobutyl- ether), where the percentage of biofuel is as specified in Article 2(2).

3. Member States shall monitor the effect of the use of biofuels in diesel blends above 5 % by non-adapted vehicles and shall, where appropriate, take measures to ensure compliance with the relevant Community legislation on emission standards.

4. In the measures that they take, the Member States should consider the overall climate and environmental balance of the various types of biofuels and other renewable fuels and may give priority to the promotion of those fuels showing a very good cost-effective environmental balance, while also taking into account competitiveness and security of supply.

5. Member States shall ensure that information is given to the public on the availability of biofuels and other renewable fuels. For percentages of biofuels, blended in mineral oil derivatives, exceeding the limit value of 5 % of fatty acid methyl ester (FAME) or of 5 % of bioethanol, a specific labelling at the sales points shall be imposed.

Article 4

1. Member States shall report to the Commission, before 1 July each year, on:

— the measures taken to promote the use of biofuels or other renewable fuels to replace diesel or petrol for transport purposes,

— the national resources allocated to the production of biomass for energy uses other than transport, and

— the total sales of transport fuel and the share of biofuels, pure or blended, and other renewable fuels placed on the market for the preceding year. Where appropriate, Member States shall report on any exceptional conditions in the supply of crude oil or oil products that have affected the marketing of biofuels and other renewable fuels.

In their first report following the entry into force of this Directive, Member States shall indicate the level of their national indicative targets for the first phase. In the report covering the year 2006, Member States shall indicate their national indicative targets for the second phase.

In these reports, differentiation of the national targets, as compared to the reference values referred to in Article 3(1)(b), shall be motivated and could be based on the following elements:

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

(a) objective factors such as the limited national potential for production of biofuels from biomass;

(b) the amount of resources allocated to the production of biomass for energy uses other than transport and the specific technical or climatic characteristics of the national market for transport fuels;

(c) national policies allocating comparable resources to the production of other transport fuels based on renewable energy sources and consistent with the objectives of this Directive.

2. By 31 December 2006 at the latest, and every two years thereafter, the Commission shall draw up an evaluation report for the European Parliament and for the Council on the progress made in the use of biofuels and other renewable fuels in the Member States.

This report shall cover at least the following:

(a) the cost-effectiveness of the measures taken by Member States in order to promote the use of biofuels and other renewable fuels;

(b) the economic aspects and the environmental impact of further increasing the share of biofuels and other renewable fuels;

(c) the life-cycle perspective of biofuels and other renewable fuels, with a view to indicating possible measures for the future promotion of those fuels that are climate and environmentally friendly, and that have the potential of becoming competitive and cost-efficient;

(d) the sustainability of crops used for the production of biofuels, particularly land use, degree of intensity of cultivation, crop rotation and use of pesticides;

(e) the assessment of the use of biofuels and other renewable fuels with respect to their differentiating effects on climate change and their impact on CO₂ emissions reduction;

(f) a review of further more long-term options concerning energy efficiency measures in transport. On the basis of this report, the Commission shall submit, where appropriate, proposals to the European Parliament and to the Council on the adaptation of the system of targets, as laid down in Article 3(1). If this report concludes that the indicative targets are not likely to be achieved for reasons that are unjustified and/or do not relate to new scientific evidence, these proposals shall address national targets, including possible mandatory targets, in the appropriate form.

Article 5

The list contained in Article 2(2) may be adapted to technical progress in accordance with the procedure referred to in Article 6(2). When adapting this list, the environmental impact of biofuels shall be taken into account.

Article 6

1. The Commission shall be assisted by a Committee.

2. Where reference is made to this paragraph, Articles 5 and 7 of Decision 1999/468/EC shall apply, having regard to the provisions of Article 8 thereof. The period laid down in Article 5(6) of Decision 1999/468/EC shall be set at three months.

3. The Committee shall adopt its Rules of Procedure.

Article 7

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

1. Member States shall bring into force the laws, regulations and administrative provisions necessary to comply with this Directive by 31 December 2004 at the latest. They shall forthwith inform the Commission thereof. When Member States adopt these measures, they shall contain a reference to this Directive or be accompanied by such reference on the occasion of their official publication. The methods of making such a reference shall be laid down by the Member States.

2. Member States shall communicate to the Commission the provisions of national law which they adopt in the field covered by this Directive.

Article 8

This Directive shall enter into force on the day of its publication in the *Official Journal of the European Union*.

Article 9

This Directive is addressed to the Member States.

Done at Brussels, 8 May 2003.

For the European Parliament

The President

P. COX

For the Council

The President

M. CHRISOCHODIS

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αντωνοπούλου Γ, Νταΐκου Ι, Γαβαλά Χ, Σκιαδάς Ι, Αγγελόπουλος Κ, Λυμπεράτος Γ, «Παραγωγή βιοϋδρογόνου από βιομάζα γλυκού σόργου μέσω μικτών οξεογόνων καλλιεργειών και καθαρών καλλιεργειών του βακτηρίου *ruminococcus albus*», 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Λίμνη Πλαστήρα Νεοχώρι Καρδίτσας, 26 – 27 Απριλίου 2007
- Γιατράκος Γιώργος, «Παράδειγμα ζύμωσης υδρολύματος γλυκόζης προς παραγωγή βιοαιθανόλης», Χανιά Απρίλιος 2006
- Grad Paul, «BIOFUELLING BRAZIL, An Overview of the Bioethanol Success Story in Brazil», REFOCUS, vol. 7, issue 3, pages 56 – 59, 2006
- Grassi Giuliano, “Low cost production of Bioethanol from Sweet Sorghum”, Brussels Belgium, Rue d’ Arlon, 63 – 65, B – 1040
- Εγχειρίδιο χρήσης RQflex 10
- European Commission, Directorate-General for Energy and Transport, B-1049 Bruxelles, 2004
- Θεοδωρακοπούλου Αθηνά, «ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ Sorghum Bicolor (L.) Moench για παραγωγή βιοκαυσίμου», 19 Νοεμβρίου 2007
- Καλογεράκης Αντώνης, «Ενέργεια από Βιοκαύσιμα & Περιβάλλον: Η περίπτωση του Βιοντίζελ», 7^η ΔΕΘ, Δημερίδα: «Η θέση των ΑΠΕ στη νέα ενεργειακή πραγματικότητα της Ελλάδος», 2006
- Kangama C. O., X. Rumei, «PRODUCTION OF CRYSTAL SUGAR AND ALCOHOL FROM SWEET SORGHUM», African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development (AJFAND), Volume 5 No 2, 2005
- ΚΑΠΕ, «Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα», 2006
- ΚΑΠΕ, «Καθαρά Καύσιμα & Οχήματα», Αύγουστος 2005
- Κίπτας Κωνσταντίνος, «Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες», 2ο Πανελλήνιο Συνέδριο Εναλλακτικών Καυσίμων και Βιοκαυσίμων, Λίμνη Πλαστήρα Νεοχώρι Καρδίτσας, 26 – 27 Απριλίου 2007

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

- Λόης Ευριπίδης, Αναστόπουλος Γιώργος, «Χρήση του Biodiesel και της Βιοαιθανόλης ως υποκατάστατων του πετρελαίου κίνησης και της βενζίνης», www.cres.gr/kape/publications/pdf/treatise/8_EMP_Anastasopoul os.pdf, 15/2/2008
- Λυχναράς Βασίλης, «Ενεργειακές καλλιέργειες επισκοπή έρευνας και ανάπτυξης», Ημερίδα IENE για τα υγρά βιοκαύσιμα, Κηφισιά 22 Ιουνίου 2006
- Pelkmans Luc, Παπαγεωργίου Αντρέας, «BIOFUELS IN INDIA», December 2005
- Μακρής Β., Κέκος Δ., Χριστακόπουλος Π., «Καινοτομίες στην παραγωγή Βιοαιθανόλης ως βιοκαυσίμου», 2007
- Nemes F, «Grain and Feed. Biofuels Situation and Policy. USDA Foreign Agricultural Service», 2006
- Νόμος 3423/05
- Οδηγία Ε.Ε. 2003/30
- O' scar J, Cardona Carlos A, «Trends in biotechnological production of fuel ethanol from different feedstocks», 2007
- Systèmes Solaires, Euroserv' ER, «Biofuels barometer», May 2007
- Τσούτσος Θεοχάρης, «Βιοκαύσιμα – Περιβαλλοντική αξιολόγηση της παραγωγής και χρήσης τους», Νέες Τεχνολογίες και Καινοτομίες στη Γεωργική Παραγωγή και την Αγροτική Ανάπτυξη, Βόλος / Λάρισα, Καρδίτσα, 13 – 14 Μαΐου 2005
- Τσούτσος Θεοχάρης, Ζόλκου Περικλής, «Πειραματική μελέτη παραγωγής βιοαιθανόλης από πρώτες ύλες του Νομού Καρδίτσας», 1^ο Αναπτυξιακό Συνέδριο Νομού Καρδίτσας, 8 – 10 Φεβρουαρίου 2008
- Τσούτσος Θεοχάρης, Κουλουμπής Βίκτορας, Ζαφείρης Θεόδωρος, Ζόλκου Περικλής, Πανούτσου Καλλιόπη, «Life cycle assessment for biodiesel under the greek climate conditions», 16th European Biomass Conference & Exhibition, Feria Valencia Spain, 2 – 6 June 2008
- Yamba F D , Wamukwamba C K, Matsika E, Songiso Munalula, «Investigations into the production and use of BIO – ETHANOL from sweet sorghum as an alternative fuel», June 2007

ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΑΠΟ ΕΛΛΗΝΙΚΕΣ ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

- FAO Regional office for Europe, “Renewable Energy, Potential energy crops for Europe and the Mediterranean region” 2006, FAO/FAL
- Χωραφά Μαρία, «ΒΙΟΜΑΖΑ: Μία σημαντική εναλλακτική μορφή ενέργειας», 18 Ιουνίου 2003
- <http://www.bioenergia.gr/enekal-text.htm>