



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΧΑΝΙΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΣΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ ΚΑΙ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Χρησιμοποίηση της ψίχας του χαρουπιού για την παραγωγή βιοαιθανόλης με τη χρήση μικροβιακών διεργασιών



Εκπόνηση: Κομνηού Μαρία

Υπεύθυνος Καθηγητής: Λυδάκης-Σημαντήρης Νικόλαος

Χανιά 2005

Αφιερώνεται στην οικογένεια μου,
Δημήτρη, Φωτεινή & Ειρήνη.

Production of bioethanol from carob through microbial processes

ABSTRACT

As the available amounts of the non renewable energy resources (i.e. oil, natural gas, etc) become less and less, and, on the other hand the global energy demands increase continuously, the search for alternative energy resources is of major concern. Thus, the utilization of biomass towards the production of biofuels has become a scientific as well as an economic target with high priority. An equally important reason for the development of the renewable energy resources is the protection of the environment, which undergoes the effects of the pollution due to the overuse of the conventional fuels.

The production of bioethanol mainly from sugar canes, corn and wheat has been developed in several countries. In this study we investigated the production of bioethanol from the carbohydrate remainings of charob pods after the removal of the kernels. The carbohydrate content of the starting material was extracted and bioentanol was produced by fermentation of the extract. Quantification of the fructose, glucose and sucrose content of the extract was carried out using high pressure liquid chromatogaphy and quantification of the bioethanol produced by the fermentation was accomplished by densitometric measurements.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Τα συμβατικά καύσιμα (λιγνίτης, πετρέλαιο, άνθρακας) με κυριότερο το πετρέλαιο, τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως μέχρι σήμερα για την παραγωγή ενέργειας, στις μεταφορές, για θέρμανση και για διάφορες άλλες ενεργειακές καταναλώσεις όπως φωτισμό, μαγείρεμα, κ.λ.π., αποτελούν εξαντλήσιμους πόρους και ο αριθμός των αποθεμάτων των κοιτασμάτων τους αρχίζει να μειώνεται δραματικά. Έχοντας στο μυαλό μας πως το πετρέλαιο σχηματίστηκε στο γεωλογικό παρελθόν και με την πρόβλεψη του παγκόσμιου οργανισμού ενέργειας να τοποθετεί την κορύφωση της παγκόσμιας παραγωγής πετρελαίου ανάμεσα στο 2013 και στο 2037, η φθίνουσα πορεία της παραγωγής και το τέλος της εποχής του πετρελαίου φαίνεται πολύ κοντά. Παράλληλα όμως η ζήτηση για ενέργεια παγκοσμίως αυξάνεται: σήμερα η παγκόσμια κατανάλωση είναι 85 εκατ. βαρέλια ημερησίως και οι απαιτήσεις μεγαλώνουν.

Εκτός όμως από τα περιορισμένα αποθέματα των συμβατικών καυσίμων, ένα άλλο σημαντικό μειονέκτημα τους είναι η ρύπανση που δημιουργούν στο περιβάλλον αφού εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριομένους υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο, τα λεγόμενα αέρια του θερμοκηπίου τα οποία συμβάλλουν στην αύξηση της θερμοκρασίας της ατμόσφαιρας.

Για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω καθίσταται επιτακτική η ένταξη στην παραγωγή ενέργειας των εναλλακτικών πηγών ενέργειας. Η αξιοποίηση τους θα ικανοποιήσει την ζήτηση για ενέργεια ενώ παράλληλα θα αποτρέψει την οικολογική καταστροφή στην οποία οδηγούμαστε με τη χρήση των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα είναι φιλική προς το περιβάλλον αφού ως πρώτη ύλη χρησιμοποιεί σακχαρούχα φυτά. Με τις κατάλληλες μεθόδους παράγεται βιοαιθανόλη, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο σε καθαρή μορφή ή σε μίγμα με βενζίνη, τα λεγόμενα βιοκαύσιμα.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει σαν στόχο να μελετήσει τη δυνατότητα παραγωγής ενέργειας από βιομάζα, χρησιμοποιώντας σαν πρώτη ύλη την ψίχα από το χαρούπι, η οποία είναι πλούσια στη σύσταση της σε σάκχαρα. Τα σάκχαρα αυτά με διάφορες διεργασίες μπορούν να μετατραπούν σε οινόπνευμα για την παραγωγή

καυσίμων. Οι κύριες μέθοδοι που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή αιθανόλης είναι αυτές της εκχύλισης και της ζύμωσης.

Στην Κρήτη το δέντρο της χαρουπιάς αναπτύσσεται ευρέως και αποτελεί τον κύριο τόπο ανάπτυξης του δέντρου στην χώρα μας η οποία κατέχει σημαντική θέση στην παραγωγή χαρουπιών στο σύνολο των μεσογειακών χωρών στις οποίες καλλιεργείται.

Για την ολοκλήρωση της πτυχιακής εργασίας ήταν πολύ σημαντική για μένα η βοήθεια και η καθοδήγηση των καθηγητών μου, τους οποίους Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά:

‡ Δρ. Νικόλαο Λυδάκη – Σημαντήρη, Καθηγητή Εφαρμογών στο Τ.Ε.Ι. Χανίων, τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος, πρωτίστως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, για τις συμβουλές του και για τις γνώσεις που μου μετέδωσε. Επίσης για την σημαντική βοήθεια του και συμβολή στην πραγματοποίηση όλων των σταδίων της πτυχιακής μου εργασίας, όπως στον σχεδιασμό και την διεξαγωγή των πειραμάτων, στη συγγραφή και παρουσίαση της εργασίας.

‡ Δρ. Πάνο Κεφάλια, ερευνητή του Μεσογειακού Αγρονομικού Ινστιτούτου Χανίων (Μ.Α.Ι.Χ.) για την βοήθεια του στην ανάλυση όλων των δειγμάτων με την μέθοδο διαχωρισμού της Υγρής Χρωματογραφίας Υψηλής Απόδοσης (HPLC), στην φυγοκέντρηση των δειγμάτων και την μέτρηση των αλκοολικών βαθμών. Για τις πολύτιμες γνώσεις που μου παρείχε πάνω στα θέματα αυτά, καθώς και για την διάθεση του εξοπλισμού και του χώρου του εργαστηρίου Χημείας στο Μ.Α.Ι.Χ .

‡ Την ερευνήτρια του Μ.Α.Ι.Χ., Γιώτα Γώτσιου για την βοήθεια της στον Υγρό Χρωματογράφο Υψηλής Απόδοσης.

‡ Δρ. Διονυσία Κολοκοτσά, Επίκουρη Καθηγήτρια στο Τ.Ε.Ι. Χανίων, τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος για την παραχώρηση εργαστηριακού εξοπλισμού από το εργαστήριο των Ανανεώσιμων Ενεργειακών Τεχνολογιών.

Το τμήμα Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος για την βοήθεια στον εργαστηριακό εξοπλισμό και την παραχώρηση του εργαστηριακού χώρου.

Περιεχόμενα

ABSTRACT	3
ΠΡΟΛΟΓΟΣ	4
Περιεχόμενα	6
Συνοπτική περιγραφή και περιεχόμενα της πτυχιακής εργασίας.....	8
Κεφάλαιο 1	11
Εισαγωγή	11
1.1 Αντικείμενο και σκοπός της πτυχιακής εργασίας.....	11
1.2 Τι είναι βιομάζα	12
1.3 Χρήση της Βιομάζας.....	13
1.4 Εφαρμογές Βιομάζας - Βιοκαύσιμα	13
1.4.1 Σύγχρονες εφαρμογές της βιοενέργειας.....	14
1.5 Μελέτη Σκοπιμότητας για την Εκμετάλλευση των Ήπιων Μορφών Ενέργειας στην Κρήτη.....	15
1.6 Πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας	17
1.6.1 Πλεονεκτήματα που καθιστούν τη βιομάζα ελκυστική πηγή ενέργειας .	17
1.6.2 Ενέργεια από βιομάζα και το περιβάλλον	19
1.6.3 Παράγοντες που ευνοούν την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα και αυξάνουν το ενδιαφέρον προς αυτή.....	20
1.7 Μειονεκτήματα στη χρήση βιομάζας [5]	24
1.8 Περιορισμοί στη χρήση βιομάζας	25
1.9 Το μέλλον της βιομάζας	26
1.10 Παγκόσμια παραγωγή βιομάζας	28
1.11 Συνεισφορά Βιομάζας στα Ενεργειακά Συστήματα	32
Κεφάλαιο 2.....	33
Παραγωγή βιοαιθανόλης από διάφορες πηγές βιομάζας	33
2.1 Βιοαιθανόλη από ζαχαροκάλαμο με ζύμωση	33
2.2 Από τη συγκομιδή στην ηλεκτρική ενέργεια	34
2.2.1 Παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στην Ολλανδία.....	34
2.2.2 Στο Εθνικό Εργαστήριο του Berkeley των Η.Π.Α Παραγωγή αιθανόλης από το καλαμπόκι	35

2.2.3	Στην Βραζιλία παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο.....	35
2.2.4	Στις Η.Π.Α μετατροπή αμύλου σε αιθανόλη.....	36
2.3	Παραγωγή Αιθανόλης Παγκοσμίως.....	37
2.4	Παραγωγή αιθανόλης στον Καναδά στην εγκατάσταση Exol από καλαμπόκι.....	38
Κεφάλαιο 3.....		40
Βιομάζα από χαρούπι.....		40
3.1	Το δέντρο της χαρουπιάς.....	40
3.1.1	Ονοματολογία του είδους και ταξινόμηση	40
3.1.2	Βοτανολογική περιγραφή.....	41
3.1.3	Αναπαραγωγική βιολογία.....	42
3.1.4	Διανομή.....	44
3.1.5	Ιδιότητες.....	44
3.1.6	Χρήσεις.....	45
3.1.7	Χώρες παραγωγής.....	50
3.1.8	Παραγωγή.....	53
3.1.9	Κατάσταση αγοράς	54
3.2	Προοπτικές.....	54
3.3	Χαρουπιά στην Κρήτη.....	55
Κεφάλαιο 4.....		58
Παραγωγή αιθανόλης από χαρούπι		58
4.1	Παραγωγή βιοαιθανόλης από χαρούπι στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας	58
4.1.1	Πρώτη ύλη	58
4.1.2	Εκχύλιση των υδατανθράκων φρουκτόζη, γλυκόζη και σουκρόζη ..	58
4.1.3	Ζύμωση των σακχάρων για την παραγωγή αιθανόλης και διοξειδίου του άνθρακα.....	60
4.1.4	Πυρροβικό οξύ σε αιθανόλη.....	62
4.1.5	Υδρόλυση της σουκρόζης	63
4.2	Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC: High Pressure Liquid Chromatography)	64
Κεφάλαιο 5.....		69
Πειραματικό Μέρος.....		69
5.1	Γενικά.....	69

5.2	Προσδιορισμός ποσοστού υγρασίας στην ψίχα του χαρουπιού.....	70
5.3	Προσδιορισμός πειραματικών συνθηκών θερμοκρασίας	71
5.4	Πειράματα εκχύλισης – ζύμωσης	72
5.5	Μέτρηση των αλκοολικών βαθμών των εκχυλισμάτων της ψίχας του χαρουπιού μετά από τη ζύμωση σε διάφορες πειραματικές συνθήκες	90
5.6	Υπολογισμοί από την ξήρανση της ψίχας του χαρουπιού και από την ανάλυση των δειγμάτων με την χρωματογραφική μέθοδο υψηλής απόδοσης..	91
5.7	Γραφικές παραστάσεις	107
5.7.1	Γραφικές παραστάσεις από εκχύλιση	107
5.7.2	Γραφικές παραστάσεις από ζύμωση.....	112
5.7.3	Χρωματογραφήματα	116
Κεφάλαιο 6.....		139
	Προοπτικές και συμπεράσματα βάσει των πειραμάτων	139
6.1	Προοπτικές.....	139
6.2	Συμπεράσματα.....	141
	Αναφορές	145
Παράρτημα		147
	Νομοθεσία.....	147
	ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ.....	147
	Προώθηση της ενεργειακής απόδοσης.....	155
	Αναφορές παραρτήματος.....	163

Συνοπτική περιγραφή και περιεχόμενα της πτυχιακής εργασίας

Στο **κεφάλαιο 1** αναλύονται οι εφαρμογές της βιομάζας, τα πλεονεκτήματα, οι παράγοντες που ευνοούν την βιομάζα καθώς και τα μειονεκτήματα και τις πιθανές λύσεις των περιορισμών που προκύπτουν από τη χρήση της βιομάζας. Επιπλέον παρουσιάζεται το μέλλον της βιομάζας, η οποία έχει τη δυνατότητα να διαδραματίσει σημαντικό ρόλο στην ενεργειακή ζήτηση. Επίσης, μέσα από πίνακες αναφέρονται στοιχεία για την παγκόσμια εικόνα της βιομάζας.

Η ενέργεια που παράγεται από σακχαρούχα φυτά μπορεί να υποκαταστήσει τα συμβατικά καύσιμα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές. Μέσω της φωτοσύνθεσης τα φυτά αφαιρούν διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Με τη διαδικασία αυτή ανακυκλώνεται ουσιαστικά το διοξείδιο του άνθρακα που εκλύεται κατά την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα. Από τη βιομάζα παράγονται τα βιοκαύσιμα όπως η αιθανόλη η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε αμιγώς είτε σε μίγμα με βενζίνη. Η παραγωγή των βιοκαυσίμων έχει πολύ σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου τα οποία είναι υπεύθυνα για την αλλαγή του κλίματος και την ρύπανση του περιβάλλοντος. Αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με την ανάπτυξη εναλλακτικών καλλιεργειών καθώς επίσης συγκρατεί τους πληθυσμούς στην επαρχία. Η βιομάζα είναι ανανεώσιμος φυσικός πόρος και είναι εύκολα διαθέσιμη.

Όμως η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα πρέπει να είναι σε θέση μελλοντικά να καλύψει τις ανάγκες των σύγχρονων ανθρώπων με εφαρμογές οι οποίες θα συνδυάζουν το χαμηλό κόστος, την απόδοση και την αξιοπιστία, καθώς και την διαφύλαξη του περιβάλλοντος.

Η βιοαιθανόλη μπορεί να παραχθεί από διάφορες γεωργικές πρώτες ύλες, όπως ζαχαροκάλαμο, ζαχαρότευτλο, καλαμπόκι, δημητριακά, από τις οποίες πρώτα γίνεται εκχύλιση των πλούσιων στη σύσταση τους σακχάρων και στη συνέχεια με την προσθήκη ζυμομυκήτων ζυμώνονται σε αιθανόλη με παράλληλη έκλυση διοξειδίου του άνθρακα, όπως αναλύεται στο **κεφάλαιο 2**. Στην Βραζιλία η αιθανόλη χρησιμοποιείται στις μεταφορές από το 1975 ενώ και άλλες χώρες όπως η Γαλλία, η Γερμανία, οι Η.Π.Α., η Ολλανδία, ο Καναδάς, η Σουηδία ερευνούν και εντάσσουν τη βιομάζα και τα βιοκαύσιμα στην παραγωγή.

Στο **κεφάλαιο 3** παρουσιάζεται το δέντρο της χαρουπιάς και τα χαρακτηριστικά του, αφού στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκε ως πρώτη ύλη η ψίχα από τον καρπό της χαρουπιάς, το χαρούπι. Το δέντρο της χαρουπιάς

αναπτύσσεται και καλλιεργείται στις μεσογειακές χώρες όπως η Ισπανία, η Ελλάδα, η Πορτογαλία, η Κύπρος, και η Ιταλία το κλίμα και το έδαφος των οποίων είναι κατάλληλο για την ανάπτυξη του.

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της εκχύλισης των σακχάρων φρουκτόζη, γλυκόζη και σουκρόζη με την δημιουργία μίγματος νερού και ψίχας από το χαρούπι και συνεχόμενη ανάδευση. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ζύμωση όπου γίνεται η μετατροπή των σακχάρων σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα. Τα δείγματα αναλύθηκαν με την μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης. Η μέτρηση των αλκοολικών βαθμών έγινε με αλκοολόμετρο αφού προηγήθηκε διήθηση και στη συνέχεια φυγοκέντρηση των δειγμάτων, όπως παρουσιάζονται στο **κεφάλαιο 5** μαζί με τους υπολογισμούς και τα διαγράμματα που προκύπτουν από το πειραματικό μέρος.

Στο **παράρτημα** αναφέρονται οι νόμοι, οδηγίες και κανονισμοί που ισχύουν και διέπουν τα βιοκαύσιμα και αναλύονται οι δεσμεύσεις που έχουν τα κράτη ως προς την διαφύλαξη του περιβάλλοντος, μειώνοντας τις εκπομπές ορισμένων βλαβερών αερίων οι οποίες είναι συνέπεια της χρήσης των συμβατικών πηγών ενέργειας.

Στην Ελλάδα με την αύξηση της τιμής του πετρελαίου το κράτος θα φέρει στο προσκήνιο τα βιοκαύσιμα εφαρμόζοντας παράλληλα και τις οδηγίες της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την εισχώρηση των βιοκαυσίμων τουλάχιστον σε 2% στις μεταφορές.

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Αντικείμενο και σκοπός της πτυχιακής εργασίας

Σκοπός της εργασίας είναι ο ποιοτικός και ποσοτικός προσδιορισμός των σακχάρων από την ψίχα του χαρουπιού και η μελέτη της παραγωγής αιθανόλης από την ζύμωσή τους.

Κεντρική ιδέα της εργασίας αυτής αποτελεί η χρήση της βιομάζας για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Με τη σημερινή διεθνή κρίση στην παγκόσμια αγορά υγρών καυσίμων η παραγωγή βιοκαυσίμων αποκτά μεγάλη σημασία και προτεραιότητα για κάθε χώρα.

Μια σημαντική επιδίωξη αυτής της εργασίας είναι να συμβάλει στη συντήρηση της ποικιλομορφίας του καλλιεργούμενου χαρουπιού, με την παραγωγή αιθανόλης η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υγρό καύσιμο χωρίς να προκαλεί περιβαλλοντικά προβλήματα σε αντίθεση με τα συμβατικά καύσιμα τα οποία προκαλούν και περιβαλλοντική επιβάρυνση αλλά και αποτελούν εξαντλήσιμους πόρους λόγω των περιορισμένων αποθεμάτων τους.

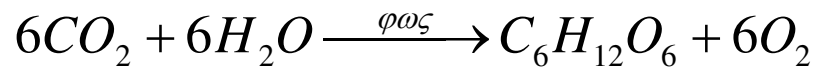
Η παραγόμενη αιθανόλη από την ψίχα του χαρουπιού μαζί με βενζίνη μπορεί να καίγεται στους βενζινοκινητήρες με αποτέλεσμα την μείωση της κατανάλωσης και της εξάρτησης από το πετρέλαιο.

Δεδομένου ότι το πετρέλαιο σχηματίστηκε στο γεωλογικό παρελθόν, η συνειδητοποίηση ότι η παραγωγή αρχίζει να μειώνεται όταν περίπου το μισό από το πετρέλαιο που παρήγαγε η φύση έχει ήδη εξαντληθεί, σε συνδυασμό με την συνεχώς αυξανόμενη τιμή του, αντικατοπτρίζει την ανάγκη για μελέτη των βιοκαυσίμων.

1.2 Τι είναι βιομάζα

Με τον όρο βιομάζα εννοείται κάθε πρόσφατη οργανική ύλη η οποία έχει προέλθει από φυτά ως αποτέλεσμα της φωτοσυνθετικής διεργασίας. Η ενέργεια από βιομάζα προέρχεται από φυτικό υλικό, υπολείμματα από αγροτικές και δασικές καλλιέργειες, από βιομηχανικά, αστικά και ζωικά απόβλητα. Το ενεργειακό περιεχόμενο της βιομάζας από φυτική ύλη προέρχεται αρχικά από την ηλιακή ενέργεια η οποία δεσμεύεται μέσω της φωτοσύνθεσης.

Κατά την διάρκεια ενεργειακών μετατροπών όπως η καύση, η βιομάζα απελευθερώνει την ενέργεια της, συχνά με την μορφή θερμότητας, και ο άνθρακας οξειδώνεται σε διοξείδιο του άνθρακα αντικαθιστώντας ουσιαστικά το διοξείδιο του άνθρακα που είχε παραληφθεί από την ατμόσφαιρα κατά την ανάπτυξη του φυτού. Στην πραγματικότητα η χρήση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας είναι η αντίστροφη διαδικασία της φωτοσύνθεσης η οποία περιγράφεται γενικά από την εξίσωση:



Από όλες τις υπόλοιπες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, η βιομάζα είναι η μοναδική που αντιπροσωπεύει αποθηκευμένη ηλιακή ενέργεια. Επιπλέον είναι η μόνη που εμπεριέχει άνθρακα, και είναι σε θέση να παράγει, μετά από επεξεργασία, στερεά, υγρά και αέρια καύσιμα. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε άμεσα με την καύση ξύλων για θέρμανση και μαγείρεμα, είτε έμμεσα με τη μετατροπή της σε κάποιο άλλο υγρό ή αέριο καύσιμο, όπως π.χ. αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο, χαρούπι, καλαμπόκι, ζαχαρότευτλο, κ.λ.π.

Οι σύγχρονες μέθοδοι παραγωγής ενέργειας από βιομάζα χρησιμοποιούνται σε μεγάλη κλίμακα και έχουν ως στόχο να υποκαταστήσουν τα παραδοσιακά καύσιμα.

1.3 Χρήση της Βιομάζας

Για τις βιομηχανικές χώρες η σύγχρονη εκμετάλλευση της βιομάζας αποτελεί μόνο το 3% της πρωτογενούς ενεργειακής τους κατανάλωσης. Στις αναπτυσσόμενες χώρες όμως, ο αγροτικός πληθυσμός, που αποτελεί το 50% του παγκόσμιου πληθυσμού, εξακολουθεί να στηρίζεται στην παραδοσιακή βιομάζα, κυρίως ξύλο, για καύσιμη ύλη. Σε παγκόσμιο επίπεδο η βιομάζα αντιπροσωπεύει το 14% της πρωτογενούς ενεργειακής κατανάλωσης. Η φυσική βιομάζα της Γης αποτελεί μια ενεργειακή πηγή της τάξεως του 3,000 EJ (Exajoule = 10^{18}) σε ετήσια βάση, της οποίας ένα μικρό ποσοστό, 2%, χρησιμοποιείται ως καύσιμο. Δεν είναι βέβαια διαθέσιμη προς χρήση όλη αυτή η ποσότητα και μάλιστα σε ένα βιώσιμο πλαίσιο, όμως μια ανάλυση των Ηνωμένων Εθνών εκτιμά ότι η βιομάζα έχει το δυναμικό να υποστηρίξει περίπου το ήμισυ της παγκόσμιας πρωτογενούς κατανάλωσης ενέργειας μέχρι το 2050 [1].

1.4 Εφαρμογές Βιομάζας - Βιοκαύσιμα

Η παραγωγή βιοκαυσίμων όπως η αιθανόλη έχει την δυνατότητα να αντικαταστήσει σημαντικές ποσότητες συμβατικών καυσίμων ειδικότερα στις μεταφορές. Το παράδειγμα της Βραζιλίας, η οποία από το 1985 παράγει αιθανόλη από το ζαχαροκάλαμο, έχει αποδείξει ότι το όλο εγχείρημα είναι πρακτικά δυνατό σε βιομηχανική κλίμακα. Στις Η.Π.Α. και την Ευρώπη η παραγωγή αυξάνεται και τα προϊόντα έρχονται στην αγορά ως μίγματα, π.χ. E20 είναι μίγμα 20% αιθανόλης και 80% βενζίνης και χρησιμοποιείται στις περισσότερες μηχανές εσωτερικής καύσης χωρίς προβλήματα. Η όλη προσπάθεια στηρίζεται προς το παρόν με επιχορηγήσεις, αλλά σύντομα, με την ευρεία διάδοση των ενεργειακών καλλιεργειών (καλλιέργειες οι οποίες με τις κατάλληλες μεθόδους παράγουν βιοκαύσιμα) και την βελτίωση της τεχνολογίας, τα βιοκαύσιμα αναμένονται να αποκτήσουν μια θέση στην αγορά καυσίμων και να υποκαταστήσουν μερικώς τα συμβατικά καύσιμα.

1.4.1 Σύγχρονες εφαρμογές της βιοενέργειας

Για να έχει μέλλον η ενέργεια από βιομάζα, πρέπει να είναι σε θέση να καλύπτει βασικές ανάγκες του σύγχρονου τρόπου ζωής, π.χ. διάφορες ενεργειακές καταναλώσεις, στις μεταφορές, κ.λ.π.

Με την έκφραση «σύγχρονες εφαρμογές» εννοούνται καθαρές, άνετες, αποδοτικές και αξιόπιστες χρήσεις, βιώσιμες τόσο σε οικονομικό όσο και σε περιβαλλοντικό επίπεδο. Ήδη υπάρχουν πολλές ώριμες τεχνολογίες που μπορούν να ικανοποιήσουν τέτοια κριτήρια, και που δεν είναι απαραίτητα ακριβότερες σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα εάν όλες οι δαπάνες συνυπολογιστούν.

Ο εκσυγχρονισμός των μεθόδων για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα ενστερνίζεται ένα σύνολο διαφορετικών τεχνολογιών που μπορούν να ομαδοποιηθούν σε:

- 1) εγκαταστάσεις παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας με καύση βιομάζας
- 2) υγρά καύσιμα π.χ. βιοαιθανόλη και βιοντίζελ
- 3) τεχνολογία παραγωγής βιοαερίου
- 4) βελτιωμένη τεχνολογία φούρνων μαγειρικής.

Υπάρχουν πολλές σύγχρονες εφαρμογές συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω:

- i. Μικρές οικιακές εφαρμογές, π.χ. βελτιωμένοι φούρνοι μαγειρικής, χρήση βιοαερίου, αιθανόλη.
- ii. μεσαίες βιομηχανικές εφαρμογές σε αγροτικές π.χ. αρτοποιεία, κεραμική.
- iii. μεγάλες βιομηχανικές εφαρμογές, π.χ. CHP (Combined Heat and Power) / ταυτόχρονη παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θέρμανσης, με τη χρήση μηχανών και τουρμπίνων.

Η τεχνολογική ανάπτυξη δημιουργεί πολλές νέες ευκαιρίες για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας ειδικότερα στα υψηλής ποιότητας καύσιμα βασισμένα στη βιομάζα. Μερικές από τις σχετικές προόδους στην παραγωγή και χρήση βιοενέργειας περιλαμβάνουν παραγωγή βιοαιθανόλης, βελτιωμένες τεχνικές για τη συγκομιδή, τη μεταφορά και την αποθήκευση της βιομάζας, συνεχής ζύμωση, π.χ. ταυτόχρονη εκχύλιση και ζύμωση, βελτιωμένες διαδικασίες για παραγωγή αιθανόλης από κυτταρινικό υλικό (η κυτταρίνη είναι συστατικό των φυτικών κυτταρικών

τοιχωμάτων), καλύτερη χρήση των υποπροϊόντων, παραγωγή μεθανόλης και υδρογόνου από βιομάζα, τεχνολογία οχημάτων με κυψέλη καυσίμου, κ.λ.π. [2].

1.5 Μελέτη Σκοπιμότητας για την Εκμετάλλευση των Ήπιων Μορφών Ενέργειας στην Κρήτη

Η ολική ενεργειακή ζήτηση στην Κρήτη είναι περίπου **22.000TJ/έτος (6.100GWh/έτος)** με στοιχεία του έτους 1995, και κατανέμεται ως εξής [3]:

Κατοικία 8600 TJ/ έτος (39%)	6660 θέρμανση χώρου, 640 ζεστό νερό, 660 μαγείρεμα, 640 άλλα
Γεωργία 2000 TJ/ έτος (9%)	520 θέρμανση θερμοκηπίων, 1480 άλλα
Βιομηχανία 1800 TJ/ έτος (8%)	1000 ελαιοτριβεία, 50 ξήρανση, 750 άλλα
Τουρισμός 600 TJ/ έτος (3%)	210 ζεστό νερό, 200 θέρμανση χώρου, 110 ψύξη χώρου, 80 άλλα
Υπηρεσίες 500 TJ/ έτος (2%)	200 θέρμανση χώρου, 100 ψύξη χώρου, 200 άλλα
Μεταφορές 8500 TJ/ έτος (39%)	

Η χρήσιμη ενέργεια που μπορεί να καλυφθεί από **βιομάζα** εκτιμάται στα **11.000 TJ/ χρόνο (+/- 19%)**, η οποία αντιστοιχεί στο **50%** της ενεργειακής ζήτησης. Η ενέργεια αυτή είναι δυνατό να προέλθει από [3]:

- **140.000 τόνοι/ έτος** ελαιοπυρήνα
- **340.000 τόνοι/ έτος** κλάδων ελιάς
- **150.000 τόνοι/ έτος** κλάδων αμπέλου
- **250.000 τόνοι/ έτος** θάμνων
- **95.000 τόνοι/ έτος** ενεργειακής καλλιέργειας (μελλοντικής).

Στα πλαίσια του ερευνητικού προγράμματος ALTENER I εξετάσθηκαν, από το Σύνδεσμο Τοπικών Ενώσεων Δήμων και Κοινοτήτων Κρήτης το Εργαστήριο

Ανάλυσης και Σχεδιασμού Διεργασιών ΕΜΠ και την Eurostatus Σύμβουλοι Επιχειρήσεων, οι τεχνικές δυνατότητες εφαρμογής των τεχνολογιών εκμετάλλευσης βιομάζας στην κάλυψη ενεργειακών φορτίων συγκεκριμένων χρήσεων.

Τεχνολογίες Βιομάζας

- ↳ φούρνοι
- ↳ σόμπες
- ↳ συστήματα κεντρικής θέρμανσης
- ↳ ξήρανση γεωργικών προϊόντων
- ↳ θέρμανση θερμοκηπίων
- ↳ παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας με καύση βιομάζας

Μία τυπική μονάδα ηλεκτροπαραγωγής ονομαστικής ισχύος 35 MW μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ηλεκτρισμού 230 GWh/yr με καύση ελαιοπυρήνα. Το κόστος του απαιτούμενου εξοπλισμού εκτιμάται στα 38 εκατ. ευρώ, το ετήσιο λειτουργικό κόστος στα 4 εκατ. ευρώ και το προκύπτον κόστος της ηλεκτρικής ενέργειας στις 0,049 ευρώ/kWh. Η απαιτούμενη βιομάζα σε ετήσια βάση αφορά 125.000 τόνους/έτος ελαιοπυρήνα, δηλ. το 80% της ετήσιας παραγωγής. Το κόστος της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας ανέρχεται στις 0,053 ευρώ/kWh για κλαδιά ελιάς, 0,058 ευρώ/kWh για κλαδιά αμπέλου και 0,063 ευρώ/kWh για θάμνους. Το αντιστοιχούν κόστος για μαζούτ ανέρχεται στις 0,059 ευρώ/kWh.

Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη θέρμανση θερμοκηπίων. Ένα τυπικό θερμοκήπιο έκτασης 4,000 m² απαιτεί θερμική ενέργεια 2.1 GWh/yr, η οποία μπορεί να καλυφθεί χρησιμοποιώντας 515 τόνους/έτος ελαιοπυρήνα με αντιστοιχούν κόστος παραγόμενης θερμικής ενέργειας 0,01 ευρώ/kWh.

Η μέγιστη δυνατή διείσδυση της βιομάζας στο ενεργειακό ισοζύγιο είναι 36%, τη στιγμή που η υπάρχουσα σήμερα διείσδυση εκτιμάται στο 22%. Στην περίπτωση εντατικής εκμετάλλευσης της βιομάζας, είναι δυνατό να καλυφθεί η ενεργειακή ζήτηση στον οικιακό τομέα κατά 50%, στη γεωργία κατά 26%, ενώ στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας υπάρχουν δυνατότητες έως και 50%. Ένα πιο «ρεαλιστικό» καθορίζει τη διείσδυση της βιομάζας στο ενεργειακό ισοζύγιο στο 23-30% [3].

1.6 Πλεονεκτήματα από τη χρήση της βιομάζας

Η βιομάζα είναι μια τεράστια δεξαμενή ενέργειας, αποτελεί τον τέταρτο σε μέγεθος ενεργειακό πόρο, σε παγκόσμια κλίμακα (14% της κατανάλωσης της υδρογείου). Όμως, πλην της Αυστρίας, της Φινλανδίας και της Σουηδίας, χώρες στις οποίες κατέχει σημαντική θέση, η βιομάζα συμμετέχει μόνο σε ποσοστό 2% στο ενεργειακό ισοζύγιο της Ευρώπης. Επιπλέον, αποτελεί ενέργεια αποθηκεύσιμη και όχι κυμαινόμενη (όταν η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα είναι εγχώρια δεν υφίσταται τις διακυμάνσεις τιμής και την αβεβαιότητα του πετρελαίου), με πολλά πλεονεκτήματα [4].

1.6.1 Πλεονεκτήματα που καθιστούν τη βιομάζα ελκυστική πηγή ενέργειας:

- ✓ Η βιομάζα που χρησιμοποιείται ως καύσιμο μειώνει την ανάγκη για συμβατικά καύσιμα για την παραγωγή θερμότητας, ατμού, και ηλεκτρικής ενέργειας για τις οικιακές, βιομηχανικές, και γεωργικές χρήσεις.
- ✓ Η βιομάζα είναι εύκολα διαθέσιμη και μπορεί να παράγεται συνεχώς ως ανανεώσιμος πόρος.
- ✓ Εφόσον η βιομάζα είναι εγχώρια πηγή ενέργειας, δεν υφίσταται τις διακυμάνσεις τιμής και την αβεβαιότητα του πετρελαίου και του φυσικού αερίου. Η αξιοποίησή της σε ενέργεια συμβάλλει σημαντικά στη μείωση της εξάρτησης από εισαγόμενα καύσιμα και βελτίωση του εμπορικού ισοζυγίου καθώς και στην εξασφάλιση του ενεργειακού εφοδιασμού [5].
- ✓ Η ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας σε μια περιοχή, αυξάνει την απασχόληση στις αγροτικές περιοχές με τη χρήση εναλλακτικών καλλιεργειών (διάφορα είδη ελαιοκράμβης, σόργο, καλάμι) τη δημιουργία εναλλακτικών αγορών για τις παραδοσιακές καλλιέργειες (ηλίανθος, κ.λ.π.), και τη συγκράτηση του πληθυσμού στις εστίες τους, συμβάλλοντας έτσι στη κοινωνικό-οικονομική ανάπτυξη της περιοχής. Μελέτες έχουν δείξει ότι η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων έχει θετικά αποτελέσματα στον τομέα της απασχόλησης τόσο στον αγροτικό όσο και στο βιομηχανικό χώρο [5].

- ✓ Οι ενεργειακές φυτείες έχουν γενικά μικρότερη περιβαλλοντική επιβάρυνση από τις συμβατικές αγροτικές καλλιέργειες, αφού οι ενεργειακές καλλιέργειες στην πραγματικότητα βελτιώνουν πραγματικά την ποιότητα του εδάφους σε αντίθεση με τις καλλιέργειες τροφίμων οι οποίες αφαιρούν θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος. Τα δέντρα με τις βαθιές ρίζες τους, τρέφουν το έδαφος με άζωτο και άλλες θρεπτικές ουσίες. Δεδομένου ότι επαναφυτεύονται μόνο κάθε 10 έτη, χρειάζονται ελάχιστο όργανο και δεν προκαλούν τη διάβρωση του εδάφους.
- ✓ Η βιομάζα είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας και η χρήση της δεν συνεισφέρει στο φαινόμενο του θερμοκηπίου επειδή οι ποσότητες του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) που απελευθερώνονται κατά την καύση της βιομάζας δεσμεύονται πάλι από τα φυτά για τη δημιουργία της βιομάζας.
- ✓ Οι αναπτυσσόμενες καλλιέργειες βιομάζας παράγουν οξυγόνο και χρησιμοποιούν διοξείδιο του άνθρακα.
- ✓ Η χρησιμοποίηση των υπολειμμάτων περιορίζει τον όγκο διάθεσης σκουπιδιών και τα πιθανά προβλήματα ρύπανσης.

Η χρήση των **βιοκαυσίμων** έχει μια σειρά από πλεονεκτήματα:

1. Μείωση των αερίων του φαινομένου του θερμοκηπίου.
 - ➔ Η καύση της βιομάζας έχει μηδενικό ισοζύγιο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂). Μπορεί να μειώσει τα επίπεδα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα, καθώς λειτουργεί ως χοάνη, και να αυξήσει τον άνθρακα που είναι δεσμευμένος στο έδαφος (περίπου 3.2 kg ισοδύναμου διοξειδίου του άνθρακα ανά κιλό βιοκαυσίμου).
 - ➔ Τα καύσιμα από βιομάζα έχουν αμελητέα ποσότητα θείου και συνεπώς οι εκπομπές διοξειδίου του θείου που προκαλούν όξινη βροχή δεν είναι σημαντικές (κατά 99 % μείωση των εκπομπών διοξειδίου του θείου).
 - ➔ η κατά 39% μείωση των αιωρούμενων σωματιδίων,
2. Τα βιοκαύσιμα από γεωργικά υπολείμματα μπορούν να είναι ένα δευτερεύων προϊόν που προσθέτει αξία σε μια γεωργική καλλιέργεια.
3. Στην Χαβάη η βενζίνη που περιέχει 10% αιθανόλη απαλλάσσεται 5,4 σεντς/γαλόνι του ομοσπονδιακού φόρου στα καύσιμα [6].

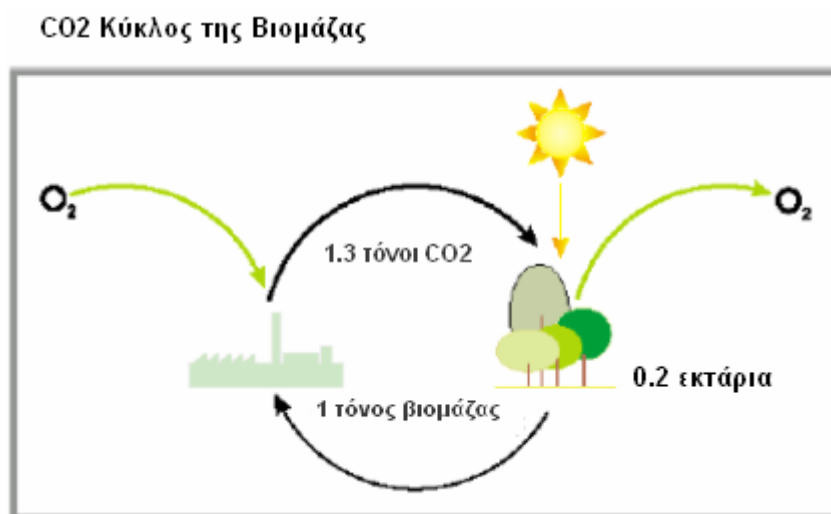
4. Η εξασφάλιση της ενεργειακής προσφοράς, καθώς υπάρχει τοπική παραγωγή.

1.6.2 Ενέργεια από βιομάζα και το περιβάλλον

Αντίθετα με οποιοδήποτε άλλο ενεργειακό πόρο, η χρησιμοποίηση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας είναι συχνά ένας τρόπος απαλλαγής από τα απόβλητα από βιομάζα που ειδάλλως θα δημιουργούσαν περιβαλλοντικούς κινδύνους.

Μείωση των αερίων θερμοκηπίου: Διοξείδιο του άνθρακα

Το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο, οι υδροφθοράνθρακες και ορισμένα άλλα αέρια ονομάζονται αέρια του θερμοκηπίου επειδή παγιδεύουν τη θερμότητα στην ατμόσφαιρα της γης. Η παγκόσμια συγκέντρωση CO₂ και άλλων αερίων του θερμοκηπίου αυξάνεται λόγω της χρήσης των συμβατικών μορφών ενέργειας όπως το πετρέλαιο. Ένα φυσικό φαινόμενο του θερμοκηπίου, αερίων και υδρατμών θερμαίνει την ατμόσφαιρα καθιστώντας τη γη κατοικήσιμη. Είναι γεγονός όμως, πως οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου που προκαλούνται από τον άνθρωπο έχουν επίδραση στο κλίμα, όμως το ποσοστό και το μέγεθος των αποτελεσμάτων της αλλαγής κλίματος δεν είναι ακόμα σαφή. Τα παραπάνω αέρια καταστρέφουν τα οικοσυστήματα στα οποία συμβαίνει η διαδικασία της φωτοσύνθεσης η οποία αφαιρεί το CO₂ από την ατμόσφαιρα [7].



Σχήμα 1. Ο κύκλος της βιομάζας

Τα δέντρα και τα φυτά αφαιρούν τον άνθρακα από την ατμόσφαιρα μέσω της φωτοσύνθεσης, σχηματίζοντας νέα βιομάζα καθώς αναπτύσσονται. Ο άνθρακας αποθηκεύεται στη βιομάζα. Όταν η βιομάζα καίγεται, ο άνθρακας επιστρέφει στην ατμόσφαιρα υπό μορφή CO₂. Αυτός ο κύκλος καθιστά τη χρήση της βιομάζας περιβαλλοντικά φιλική αφού αποφεύγει την αύξηση του καθαρού ποσού του CO₂ στην ατμόσφαιρα (Σχ.1).

Προφανώς δεν υπάρχει καμία καθαρή αύξηση στο ατμοσφαιρικό CO₂ εάν η νέα ανάπτυξη των φυτών και των δέντρων αντικαθιστά πλήρως τη βιομάζα που καταναλώνεται για ενέργεια. Εντούτοις, εάν η συλλογή ή η επεξεργασία της βιομάζας γίνεται με κατανάλωση συμβατικών καυσίμων, πρόσθετη βιομάζα θα πρέπει να αναπτυχθεί για να αντισταθμίσει τον άνθρακα που απελευθερώνεται από τα συμβατικά καύσιμα. Αντίθετα, η καύση των καυσίμων φυσικού αερίου, άνθρακα και πετρελαίου για ενέργεια προσθέτει CO₂ στην ατμόσφαιρα χωρίς να συμβαίνει κάποια άλλη διεργασία για να το αφαιρέσει. Η χρησιμοποίηση των καυσίμων από βιομάζα αντί των συμβατικών καυσίμων μπορεί να μειώσει τον κίνδυνο της δυσμενούς αλλαγής του κλίματος από τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου [7].

Προστασία των δασών

Το πλεόνασμα της βιομάζας που θα μπορούσε να είναι διαθέσιμο από το αραίωμα των αφύσικα υπερανάπτυγμένων δασικών περιοχών είναι ένας μεγάλος ανανεώσιμος ενεργειακός πόρος. Οι προσεκτικά φυτεμένες δασικές εκτάσεις μπορούν να συντηρήσουν ένα βιότοπο και να ελαχιστοποιήσουν την εδαφική διάβρωση έτσι ώστε η χρήση της δασικής βιομάζας να μπορεί να γίνει κατά αειφορικό τρόπο [7].

Η ρύπανση των υδάτων μειώνεται επειδή λιγότερα λιπάσματα και φυτοφάρμακα χρησιμοποιούνται για να αναπτυχθούν οι ενεργειακές σε σχέση με τις κλασσικές καλλιέργειες, και η διάβρωση μειώνεται [7].

1.6.3 Παράγοντες που ευνοούν την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα και αυξάνουν το ενδιαφέρον προς αυτή

Παλαιότερες έρευνες (έτος 1998) εκτιμούσαν ότι η κατανάλωση βιομάζας στις αγροτικές περιοχές των αναπτυσσόμενων χωρών (συμπεριλαμβανομένων όλων

των τύπων βιομάζας και τελικών χρήσεων) ήταν περίπου 1 τόνος (υγρασία 15%, 15GJ/t) το άτομο/ έτος και περίπου 0,5 τόνος το άτομο/ έτος στις ημιαστικές και αστικές περιοχές. Φαίνεται ότι ενώ σε γενικές γραμμές η παραδοσιακή κατανάλωση ενέργειας από βιομάζα μπορεί σε μερικά μέρη του κόσμου να μειώνεται, σε απόλυτους όρους το συνολικό ποσό ενέργειας από βιομάζα αυξάνεται. Οι διαφορές που παρατηρούνται στην κατανάλωση ενέργειας από βιομάζα δημιουργούνται λόγω του μεγάλου αριθμού παραγόντων, όπως η διαθεσιμότητα του ανεφοδιασμού, οι κλιματολογικές διαφορές, η αύξηση του πληθυσμού, η κοινωνικοοικονομική εξέλιξη, πολιτιστικοί παράγοντες, κ.λπ. [2].

Το αυξανόμενο ενδιαφέρον στην ενέργεια από βιομάζα στα τέλη της δεκαετίας του 1990 είναι αποτέλεσμα του συνδυασμού βασικών παραγόντων, συμπεριλαμβανομένων των παρακάτω [2]:

- i. Ραγδαίες αλλαγές στην παγκόσμια αγορά ενέργειας, λόγω της ιδιωτικοποίησης των παροχών ενέργειας, της απελευθέρωσης της αγοράς, αφού επιτυγχάνονται χαμηλότερες ανταγωνιστικές τιμές, καλύτερη ποιότητα στην παροχή υπηρεσιών ενέργειας, έρευνα και ανάπτυξη σε τομείς που αφορούν την παραγωγή ενέργειας με εναλλακτικές πηγές όπως π.χ. βιομάζα.
- ii. μεγαλύτερη αναγνώριση του τρέχοντος ρόλου και της μελλοντικής πιθανής συμβολής της βιομάζας στη σύγχρονη ενεργειακή παραγωγή, που συνδυάζεται με ένα γενικό ενδιαφέρον για άλλες ανανεώσιμες ενέργειες (Α.Π.Ε.)
- iii. η διαθεσιμότητα, η μεταβλητότητα και η αειφορεία της
- iv. καλύτερη κατανόηση των παγκόσμιων και τοπικών περιβαλλοντικών οφελών και του αντιληπτού πιθανού ρόλου της βιομάζας στη σταθεροποίηση του κλίματος
- v. υπάρχουσα και πιθανή τοπική ανάπτυξη και επιχειρηματικές ευκαιρίες
- vi. τεχνολογικές πρόοδοι και γνώση που έχουν εξελιχθεί πρόσφατα σε πολλές πτυχές της ενέργειας από βιομάζα και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Επιπρόσθετα, υπάρχουν άλλοι πιο ειδικοί παράγοντες που ευνοούν την ανάπτυξη της ενέργειας από βιομάζα [2]:

- i. αυξανόμενη ανησυχία με τη παγκόσμια αλλαγή κλίματος που μπορεί τελικά να οδηγήσει σε μια παγκόσμια πολιτική για τη μείωση της ρύπανσης. Παραδείγματος χάριν, η συνεδρίαση της Χάγης (COP6), παρά την αποτυχία της, καθιέρωσε σταθερά την υποστήριξη για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Υποστήριξη η οποία θα μπορούσε να αποτελέσει τη βάση για την ανάπτυξη μιας νέας παγκόσμιας αγοράς στην κατεύθυνση της περιβαλλοντικής προστασίας με χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας [2].
- ii. αυξανόμενη αναγνώριση της σπουδαιότητας της ενέργειας από βιομάζα, π.χ. μια έκθεση της Παγκόσμιας Τράπεζας το 1996 καταλήγει στο συμπέρασμα ότι "ενεργειακές πολιτικές θα πρέπει να νοιάζονται τόσο για τον ανεφοδιασμό και τη χρήση των βιοκαυσίμων όσο και για τα σύγχρονα καύσιμα και πρέπει να υποστηρίξουν τους τρόπους για να χρησιμοποιηθούν τα βιοκαύσιμα αποτελεσματικότερα και αειφορικά " [2].
- iii. αναμενόμενες αυξήσεις στην ενεργειακή ζήτηση, που συνδυάζεται με την τρέχουσα ραγδαία ανάπτυξη των ανανεώσιμων πηγών. Η Παγκόσμια Περιβαλλοντική Υπηρεσία (GEF: Global Environmental Facility) προβλέπει ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες και μόνο, θα χρειαστούν τουλάχιστον πέντε εκατομμύρια MW ηλεκτρικής παραγωγής στα επόμενα 40 έτη, τα περισσότερα από τα οποία θα μπορούσαν να παρασχεθούν από τις ανανεώσιμες πηγές. Για τα δύο δισεκατομμύρια ανθρώπους που έχουν έλλειψη αξιόπιστης ενέργειας, οι περισσότεροι από τους οποίους βρίσκονται σε απομακρυσμένες περιοχές με λίγες προοπτικές σύνδεσης με ένα ηλεκτρικό δίκτυο, οι ανανεώσιμες πηγές παραμένουν μια από τις καλύτερες επιλογές (GEF, 2001) [2].
- iv. ένας αυξανόμενος αριθμός χωρών αναπτύσσει και εφαρμόζει συγκεκριμένες πολιτικές υπέρ των ανανεώσιμων πηγών, με την ενέργεια από βιομάζα να διαδραματίζει έναν κεντρικό ρόλο.
- v. οι περιβαλλοντικές πιέσεις θα αυξήσουν την τιμή των συμβατικών καυσίμων καθώς οι πηγές τους μειώνονται.
- vi. παρά το γεγονός ότι μερικές τεχνολογίες έχουν αποτύχει να επιβιώσουν μέχρι τις εμπορικές προσδοκίες, η τεχνολογία εξελίσσεται γρήγορα. Σημαντικές

πρόοδοι έχουν γίνει στα βιοκαύσιμα και αυτό απεικονίζεται στον αυξανόμενο αριθμό σύγχρονων εφαρμογών, π.χ. καύσιμα αιθανόλης που αναμιγνύονται με τη βενζίνη, το βιοντίζελ, κ.λπ. [2].

Μια σημαντική πρόκληση που παραμένει ακόμα είναι πόσο καλύτερα θα αντιμετωπίσει τα προβλήματα που δημιουργούνται από τις παραδοσιακές χρήσεις της βιοενέργειας. Για να έχει μέλλον η ενέργεια από βιομάζα, πρέπει να καλύπτει τις ανάγκες των ανθρώπων, π.χ. φτηνά και κατάλληλα καύσιμα, φωτισμό κ.λπ. σε μια προσιτή τιμή.

Εκτός από τα πολλά περιβαλλοντικά οφέλη, η βιομάζα προσφέρει πολλά οφέλη οικονομικής και ενεργειακής ασφάλειας. Με την εγχώρια παραγωγή καυσίμων, μειώνουμε την ανάγκη να εισαγάγουμε πετρέλαιο καθώς και την έκθεσή μας στις διαρροές κατά τον ανεφοδιασμό από τα δεξαμενόπλοια μεταφοράς του, οι οποίες προκαλούν οικολογική καταστροφή. Επίσης, οι αγρότες και οι αγροτικές περιοχές κερδίζουν μια πολύτιμη νέα διέξοδο για τα προϊόντα τους, αφού οι καλλιέργειες τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την παραγωγή βιομάζας εκτός από την κατανάλωση τους ως τρόφιμα, ενώ ακόμα καλλιέργειες οι οποίες έχουν χάσει την προσοχή που είχαν παλιότερα μπορούν με τη βιομάζα να διαδραματίσουν ξανά σημαντικό ρόλο ως ενεργειακές καλλιέργειες (σακχαρούχα φυτά που μετά από διεργασίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα). Η βιομάζα υποστηρίζει ήδη 60.000 θέσεις εργασίας στις Ηνωμένες Πολιτείες [8].

Τα εκτενή προγράμματα επιχορήγησης και για την παραγωγή τροφίμων και για τα συμβατικά καύσιμα έχουν δημιουργήσει ένα ουσιαστικό εμπόδιο στις ενεργειακές καλλιέργειες. Οι περιβαλλοντικές δαπάνες των συμβατικών καυσίμων δεν συμπεριλαμβάνονται στην τιμή τους, έτσι τα οφέλη της βιομάζας δεν εκτιμούνται όπως θα έπρεπε. Ακόμη και η χρηματοδότηση για την έρευνα και την ανάπτυξη έχει περιοριστεί.

Ένας συνεχής μύθος για την βιομάζα είναι ότι χρειάζεται περισσότερη ενέργεια για την παραγωγή καυσίμων από βιομάζα από την ενέργεια που τα ίδια τα καύσιμα περιέχουν. Στην πραγματικότητα, η τρέχουσα παραγωγή αιθανόλης χρησιμοποιεί το καλαμπόκι, μια από τις πιο εντατικές καλλιέργειες και στην συνέχεια χρησιμοποιεί μόνο την ψίχα από όλο το καλαμπόκι, και μάλιστα όχι όλη την ψίχα. Ακόμα κι έτσι, αυτή η διαδικασία παράγει 50% περισσότερη ενέργεια από ότι

χρειάζεται για να γίνει η αιθανόλη, έτσι είναι κερδοφόρα ενεργειακά. Εν τούτοις, υπάρχουν περιθώρια βελτιστοποίησης. Παράγοντας αιθανόλη από ενεργειακές καλλιέργειες, θα μπορούσαμε να πάρουμε 4 με 5 φορές την ενέργεια που βάζουμε, και παράγοντας ηλεκτρική ενέργεια θα μπορούσαμε να πάρουμε ίσως 10 φορές ή και περισσότερο την ενέργεια που βάζουμε. Στο μέλλον, για να γίνει ένα πραγματικά αειφορικό ενεργειακό σύστημα βιομάζας, θα πρέπει να αντικατασταθούν τα συμβατικά καύσιμα με καύσιμα από βιομάζα ή άλλες ανανεώσιμες πηγές για τη φύτευση και τη συγκομιδή της σοδειάς [8].

Μια άλλη σημαντική εκτίμηση για τα ενεργειακά συστήματα από βιομάζα είναι ότι η βιομάζα περιέχει λιγότερη ενέργεια ανά μονάδα μάζας σε σχέση με τα συμβατικά καύσιμα. Αυτό σημαίνει ότι η ακατέργαστη βιομάζα δεν μπορεί να μεταφερθεί αποτελεσματικά, όσον αφορά το κόστος, περισσότερο από περίπου 50 μίλια προτού μετατραπεί σε καύσιμο ή ενέργεια. Επίσης σημαίνει ότι τα ενεργειακά συστήματα από βιομάζα είναι πιθανό να είναι μικρότερα από τα αντίστοιχα συστήματα από συμβατικά καύσιμα, επειδή είναι δύσκολο να συλλεχθεί και να υποβληθεί σε επεξεργασία μεγάλη ποσότητα καυσίμων σε μια περιοχή. Αυτό έχει το πλεονέκτημα ότι οι τοπικές, αγροτικές κοινότητες και ίσως ακόμη και μεμονωμένα αγροκτήματα θα πρέπει να είναι σε θέση να σχεδιάσουν ενεργειακά συστήματα που είναι αυτάρκη, αειφορικά, και τέλεια προσαρμοσμένα στις ανάγκες τους [8].

1.7 Μειονεκτήματα στη χρήση βιομάζας [5]

- ☒ Ο αυξημένος όγκος και η μεγάλη περιεκτικότητα σε υγρασία, σε σχέση με τα ορυκτά καύσιμα δυσχεραίνουν την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας.
- ☒ Η μεγάλη διασπορά και η εποχιακή παραγωγή της βιομάζας δυσκολεύουν την συνεχή τροφοδοσία με πρώτη ύλη των μονάδων ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας.
- ☒ Βάση των παραπάνω παρουσιάζονται δυσκολίες κατά τη συλλογή, μεταφορά, και αποθήκευση της βιομάζας που αυξάνουν το κόστος της ενεργειακής αξιοποίησης.
- ☒ Οι σύγχρονες και βελτιωμένες τεχνολογίες μετατροπής της βιομάζας απαιτούν υψηλό κόστος εξοπλισμού, συγκρινόμενες με αυτό των συμβατικών καυσίμων.

- ☒ Απαιτείται πρόσθετη εργασία κατά τη συγκομιδή.
- ☒ Το έδαφος που χρησιμοποιείται για τις ενεργειακές καλλιέργειες μπορεί να είναι σε ζήτηση για άλλους λόγους, όπως για καλλιέργεια τροφίμων, λεκάνες απορροής, κατοικίες, εξοχικά θέρετρα ή για βιομηχανική χρήση.
- ☒ Μερικά υγρά καύσιμα, παράγωγα της βιομάζας όπως η αιθανόλη και η μεθανόλη, περιέχουν λιγότερη ενέργεια ανά γαλόνι από τη βενζίνη.
- ☒ Απαιτείται έρευνα για να μειωθεί το κόστος παραγωγής των καυσίμων που είναι βασισμένα στη βιομάζα.

Είναι ευρέως γνωστό ότι η βιομάζα είναι μια πολύ κακώς τεκμηριωμένη επιστημονικά πηγή ενέργειας, αφού υπάρχει έλλειψη στοιχείων και μελετών, γεγονός που έχει παρακωλύσει την σωστή λήψη αποφάσεων όσον αφορά την ενέργεια από βιομάζα. Η ανικανότητα να εξεταστεί πλήρως η εγχώρια ικανότητα των πόρων της βιομάζας και η πιθανή συμβολή της στην ενέργεια και την ανάπτυξη είναι ακόμα ένας σοβαρός περιορισμός στην πλήρη πραγματοποίηση αυτής της ενεργειακής δυνατότητας, παρά τις διάφορες προσπάθειες βελτίωσης.

Ωστόσο, η αξιοποίησή της ενέργειας από βιομάζα δημιουργεί προβλήματα εφόσον πρέπει να γίνει επεξεργασία μεγάλων ποσοτήτων πρώτης ύλης που απαιτούνται για να παραχθεί επαρκής και αποδοτική ποσότητα ενέργειας. Σήμερα, το κόστος της παραγόμενης από βιομάζα ενέργειας εξακολουθεί να είναι υψηλό σε πολλές περιπτώσεις.

1.8 Περιορισμοί στη χρήση βιομάζας

Η βιομάζα έχει μικρή ενεργειακή πυκνότητα και συνεπώς η μεταφορά της αυξάνει το κόστος και μειώνει το καθαρό ενεργειακό προϊόν. Απαιτούνται μεγάλοι όγκοι και αυτό κάνει την μεταφορά και αποθήκευση δύσκολη. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος αυτού θα πρέπει οι εγκαταστάσεις επεξεργασίας της βιομάζας να βρίσκονται κοντά στις πηγές βιομάζας, όπως π.χ. μονάδα επεξεργασίας ξύλου, χαρτιού, κλπ.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας έρχεται σε αντίθεση με άλλες χρήσεις της γης, όπως π.χ. παραγωγή τροφίμων. Παρ' όλα αυτά θεωρείται ότι υπάρχει η δυνατότητα, με την χρήση σύγχρονων γεωργικών τεχνικών, να γίνουν δασικές

καλλιέργειες ακόμα και σε πυκνοκατοικημένες περιοχές όπως είναι αυτές στην Ευρώπη.

Στο σημερινό στάδιο η χρήση της βιομάζας για κάποιες εφαρμογές όπως παραγωγή ηλεκτρισμού δεν είναι πλήρως ανταγωνιστική σε οικονομικό επίπεδο. Η μείωση όμως του κόστους της παραγόμενης από βιομάζα ενέργειας και η συνεχώς αυξανόμενη μέριμνα για το περιβάλλον οδηγούν στην διαπίστωση ότι η βιομάζα θα είναι σε θέση στο άμεσο μέλλον να διαδραματίσει ένα σημαντικό ρόλο ως ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.

Η παραγωγή και η επεξεργασία της βιομάζας απαιτεί πολλές φορές σημαντική ενεργειακή εισροή, όπως π.χ. για καύσιμο, για αγροτικά οχήματα, για λιπάσματα, μειώνοντας κατ' αυτόν τον τρόπο το ενεργειακό ισοζύγιο της εκμετάλλευσης.

Υπάρχουν σε πολλές περιπτώσεις πολιτικοί και θεσμικοί περιορισμοί της χρήσης βιομάζας, όπως π.χ. ενεργειακές πολιτικές, φόροι, επιχορηγήσεις, κλπ. που ενθαρρύνουν την χρήση συμβατικών καυσίμων. Τα συμβατικά καύσιμα όμως δεν περιέχουν τα περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα της βιομάζας, αλλά και των άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

1.9 Το μέλλον της βιομάζας

Η βιομάζα έχει την δυνατότητα να προσφέρει μια οικονομική και βιώσιμη λύση στην προσφορά ενέργειας, συνεισφέροντας παράλληλα στην αντιμετώπιση του φαινομένου του θερμοκηπίου. Είναι κρίσιμης σημασίας όμως η παραγωγή βιομάζας να γίνεται με βιώσιμο τρόπο. Για τις αναπτυσσόμενες χώρες η πιθανή λύση είναι ο εκμοντερνισμός της χρήσης της βιομάζας με την εισαγωγή κατάλληλης τεχνολογίας, βελτιώνοντας τον βαθμό απόδοσης της μετατροπής και μειώνοντας το κόστος. Στο μέλλον η ηλεκτροπαραγωγή με βιομάζα θα πρέπει να κινηθεί προς την κατεύθυνση των συστημάτων αεριοστροβίλων και αεριοποίησης, που προσφέρονται για μεγάλους βαθμούς απόδοσης στην μετατροπή και χρήση [1].

Η βιομάζα είναι μια πηγή ενέργειας, που ανανεώνεται συνεχώς λόγω της φωτοσύνθεσης. Με τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται η ηλιακή ενέργεια και μετατρέπεται σε χημική. Κατά την καύση της βιομάζας, η δεσμευμένη ηλιακή ενέργεια μετατρέπεται σε θερμική ενώ το CO₂ (που δεσμεύεται για την παραγωγή της)

επιστρέφει στην ατμόσφαιρα, και τα ανόργανα στοιχεία που περιέχονται στην τέφρα εμπλουτίζουν το έδαφος με θρεπτικά συστατικά. Σήμερα, η χρήση της βιομάζας, η οποία αποτέλεσε το πρώτο χρησιμοποιούμενο από τον άνθρωπο καύσιμο, καλύπτει περίπου το 4% της συνολικής ενέργειας που καταναλώνεται στις Η.Π.Α. και το 45% των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Οι αντίστοιχες τιμές της Ε.Ε. είναι 3% και 68% (1998), ενώ αυτές της Ελλάδας είναι 3,3% και 5%, αντίστοιχα. Η βιομάζα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή υγρών καυσίμων (τα λεγόμενα βιοκαύσιμα), τα οποία χρησιμοποιούνται τελευταία, στις μεταφορές σε πολλές χώρες της Ευρώπης (Γαλλία, Γερμανία, Σουηδία, Αυστρία, Ιταλία, Δανία) στη Βραζιλία, στις Η.Π.Α. κι αλλού. Σακχαρούχα φυτά (σόργο, σακχαροκάλαμο, σακχαρότευτλα) ή αμυλούχα φυτά (καλαμπόκι) και κυτταρινούχα φυτα χρησιμοποιούνται για παραγωγή αλκοολούχων καυσίμων (βιοαιθανόλη) με αλκοολική ζύμωση. Τα βιοκαύσιμα αυτά, χρησιμοποιούνται σε κινητήρες εσωτερικής καύσεως, χωρίς ή με μικρές τροποποιήσεις. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αμιγή, καθαρή μορφή τους δηλαδή B100/100% (μόνο αιθανόλη) ή σε μίγμα με συμβατικά καύσιμα (βιοαιθανόλη με βενζίνη τα λεγόμενα gasohol) με στόχο την ελάττωση ρύπων από μηχανές εσωτερικής καύσης [5].

Στη Γερμανία, μερικές αυτοκινητοβιομηχανίες όπως η VW χρησιμοποιούν τα βιοκαύσιμα σε καθαρή μορφή (100%) , ενώ έχει τεθεί από την Ε.Ε. ο στόχος, η μίξη να κυμαίνεται από 5 έως 10%. Η χρησιμοποίηση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές παρουσιάζει ένα σημαντικό πλεονέκτημα έναντι των ορυκτών καυσίμων καθώς στην περίπτωση που διαρρεύσουν, βιοδιασπώνται αποφεύγοντας έτσι τη ρύπανση του εδάφους και του νερού.

Δεν παράγονται, ούτε χρησιμοποιούνται βιοκαύσιμα στις μεταφορές στην Ελλάδα. Οι πλέον γνωστές καλλιέργειες είναι αυτές του ζαχαροκάλαμου και του καλαμποκιού. Τυπικό παράδειγμα είναι η Βραζιλία όπου 4 εκατομμύρια αυτοκίνητα χρησιμοποιούν αιθανόλη για την κίνηση τους, η οποία παράγεται από το ζαχαροκάλαμο. Μεγάλης κλίμακας χρήση αυτών των καλλιεργειών γίνεται και στην Ευρώπη, Η.Π.Α., Αυστραλία, όπου η παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων ενισχύεται οικονομικά.

Σημαντικά κονδύλια έχουν διατεθεί για την εξερεύνηση και ανάπτυξη μεθόδων βέλτιστης αξιοποίησης της βιομάζας. Η Ε.Ε. θεωρεί την ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας πολύ σημαντική και για αυτό το λόγο τη συμπεριλαμβάνει ανάμεσα στις προτεραιότητές της στην εκπόνηση προγραμμάτων. Κύρια μελλοντικά πεδία για την

ενεργειακή αξιοποίηση της βιομάζας είναι η αύξηση της ενεργειακής απόδοσης, η ελαχιστοποίηση του κόστους επένδυσης και λειτουργίας, η μείωση των εκπομπών και η αξιοποίηση των υπολειμμάτων [5].

Οι πόροι βιομάζας είναι ενδεχομένως η μεγαλύτερη παγκοσμίως πηγή ενέργειας και η πιο βιώσιμη - ένας ανανεώσιμος πόρος που περιλαμβάνει 220 δισεκατομμύρια τόνους σε ξηρό βάρος (περίπου 4.500 EJ) της ετήσιας αρχικής παραγωγής. Η ετήσια δυνατότητα βιοενέργειας είναι περίπου 2900 EJ ($\text{Exajoule}=10^{18} \text{ J}$), αν και μόνο 270 EJ θα μπορούσαν να θεωρηθούν διαθέσιμα σε βιώσιμη βάση και σε ανταγωνιστικές τιμές. Το πρόβλημα δεν είναι τόσο η διαθεσιμότητα, όσο η αειφορική διαχείριση και η μεταφορά της ενέργειας σε εκείνους που τη χρειάζονται. Τα υπολείμματα των καλλιεργειών είναι αυτήν την περίοδο οι κύριες πηγές βιοενέργειας και αυτό θα συνεχίσει να συμβαίνει βραχυπρόθεσμα ή μεσοπρόθεσμα, με την αφιερωμένη ενεργειακή δασοπονία και τις καλλιέργειες να διαδραματίζουν έναν αυξανόμενο ρόλο μακροπρόθεσμα. Η αναμενόμενη αύξηση της ενέργειας από βιομάζα, ιδιαίτερα με τις σύγχρονες μορφές της, θα μπορούσε να ασκήσει σημαντική επίδραση όχι μόνο στον τομέα της ενέργειας, αλλά και στην προώθηση του εκσυγχρονισμού της γεωργίας, και στην αγροτική ανάπτυξη [2].

1.10 Παγκόσμια παραγωγή βιομάζας

Στους παρακάτω πίνακες παρουσιάζονται στοιχεία από την WEC (World Energy Council) για το έτος 2000/2001 από διάφορους τύπους βιομάζας σε παγκόσμια κλίμακα για την παγκόσμια παραγωγή καυσίμων αιθανόλης και τις διαθέσιμες ποσότητες των πρώτων υλών [2].

Αργεντινή

Κατάλοιπο αποχύμωσης ζαχαροκάλαμου	διαθέσιμη ποσότητα πρώτης ύλης	7 Εκατομμύρια τόνοι
	παραγωγή καυσίμων αιθανόλης	3 816 TJ (Tera= 10^{12})
	παραγωγική ικανότητα ηλεκτρικής ενέργειας	74 063 kW

Βραζιλία

Χυμός καλάμων *	διαθέσιμη ποσότητα πρώτης ύλης	89.4 εκατομμύρια τόνοι
	παραγωγική ικανότητα αιθανόλης	302 100 TJ/έτος
	απόδοση ενέργειας από αιθανόλη	2.25 GJ/τόνο (Giga= 10^9)
	παραγωγή ενέργειας από αιθανόλη ^A	201506 TJ ^I
	συνολική παραγωγή ενέργειας	224 570 TJ
Μελάσες	διαθέσιμη ποσότητα πρώτης ύλης	9.3 εκατομμύρια τόνοι
	απόδοση αιθανόλης	7.27 GJ/ τόνο
	παραγωγή αιθανόλης ^A	67 600 TJ
	συνολική παραγωγή ενέργειας	69 899 TJ

* 1 000 kg ζαχαροκάλαμου = 730 kg χυμού καλάμων

^A μέση χαμηλή τιμή θέρμανσης = 25 480 kJ/kg

!όπου δεν αναφέρεται η ενέργεια ανά ποιο χρονικό διάστημα δεν έχει δοθεί πληροφορία από την πηγή [2]

Καναδάς

Σιτάρι	παραγωγική ικανότητα αιθανόλης	466.4 TJ/έτος
	απόδοση αιθανόλης	7.2 GJ/ τόνο
	Παραγωγή αιθανόλης	466.4 TJ/έτος
Καλαμπόκι	παραγωγική ικανότητα αιθανόλης	466.4 TJ/έτος
	απόδοση αιθανόλης	7.8 GJ/ τόνο
	παραγωγή αιθανόλης	63.6 TJ

Παραγουάη

Χυμός καλάμων	διαθέσιμη ποσότητα πρώτης ύλης	0.038 Εκατομμύρια τόνοι
	παραγωγική ικανότητα αιθανόλης	861.6 TJ/έτος
	απόδοση αιθανόλης	1.303 GJ/τόνο
	παραγωγή αιθανόλης	295.4 TJ/έτος

Νότια Αφρική, Πιθανή παραγωγή αιθανόλης:

	Εκατομμύρια λίτρα	PJ (Peta:10 ¹⁵ J)
Μανιόκα(φυτό)	3 400	72.3
ζαχαροκάλαμο	521	11.1
μελάσες	110	2.3
αραβόσιτος	1 060	22.5
Υπολείμματα σόργου	157	5.1
Υπολείμματα σιταριού	218	7.0

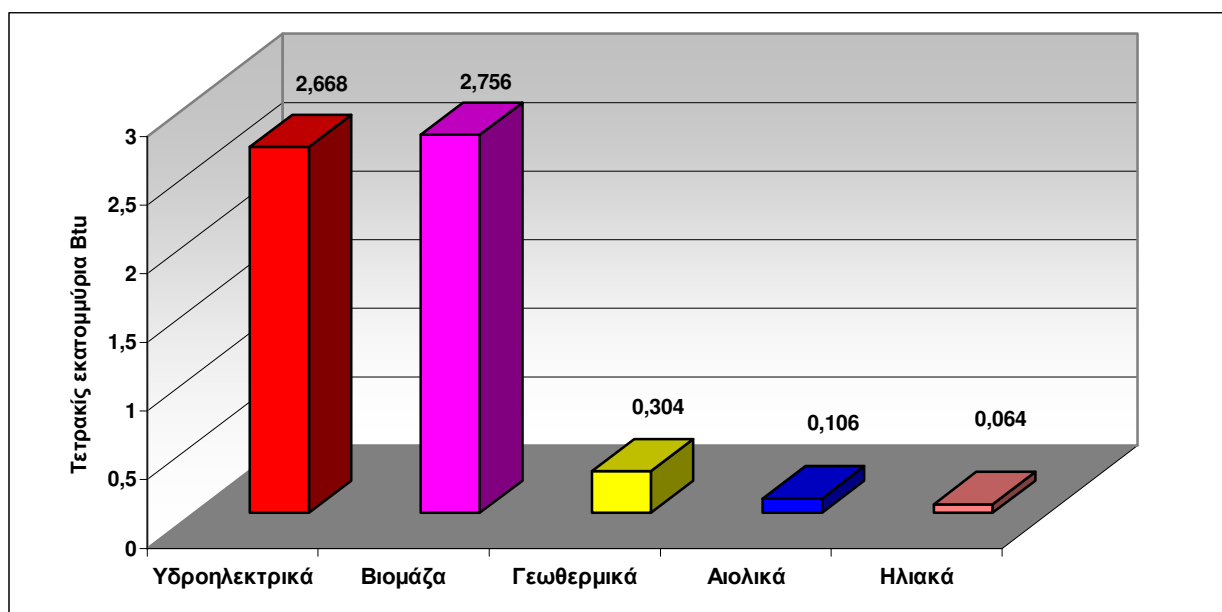
Ηνωμένες Πολιτείες Αμερικής

Γεωργικά υπολείμματα-καλαμπόκι	διαθέσιμη ποσότητα πρώτης ύλης	13.5 Εκατομμύρια τόνοι
	παραγωγική ικανότητα καυσίμων αιθανόλης	152 376 TJ/έτος
	απόδοση αιθανόλης	8.8 GJ/τόνο

Κατανάλωση Ανανεώσιμης Ενέργειας στις Η.Π.Α. το 2002

Σύμφωνα με στοιχεία του 2002 η κατανομή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις Η.Π.Α. δείχνει την χρήση της βιομάζας για την παραγωγή ενέργειας

να κατέχει την πρώτη θέση μεταξύ άλλων συστημάτων όπως είναι τα υδροηλεκτρικά, τα φωτοβολταϊκά και οι ανεμογεννήτριες [7].



Σχήμα 2: Κατανομή Ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στις Η.Π.Α.

1.11 Συνεισφορά Βιομάζας στα Ενεργειακά Συστήματα

___ Σε παγκόσμιο επίπεδο, οι βιομηχανοποιημένες χώρες παίρνουν από την βιομάζα μόνο το 3% της ενεργειακής κατανάλωσης, περίπου 7 εκατομμύρια Tj το χρόνο.

___ Στην Ευρώπη, η εκμετάλλευση της βιομάζας για χρήσεις ενέργειας αντιστοιχεί στο 3.5% της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης. Η Φιλανδία (18%), η Σουηδία (17%) και η Αυστρία (13%) είναι οι Ευρωπαϊκές χώρες με τον υψηλότερο ρυθμό εκμετάλλευσης.

___ Στην Ιταλία, η ενέργεια που βασίζεται στην βιομάζα ικανοποιεί μόνο το 2% της εγχώριας ενεργειακής ανάγκης. Τέτοια συνεισφορά είναι αρκετά πιο κάτω από τη διαθέσιμη δυνατότητα και είναι κυρίως λόγω του πυρηνόξυλου που χρησιμοποιείται συχνά σε εστίες και σόμπες ξεπερασμένης και χαμηλής αποδοτικότητας.

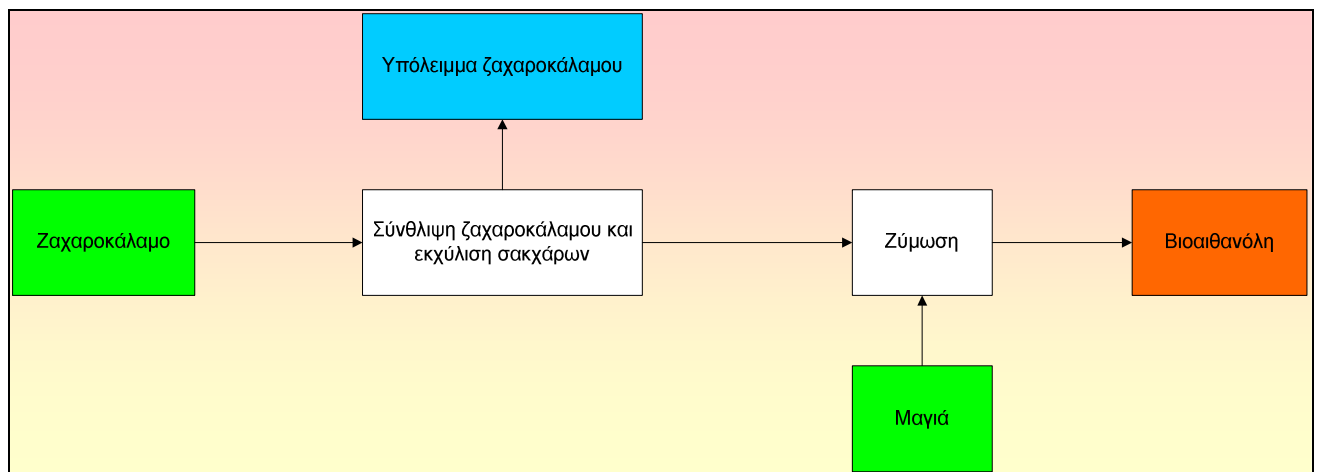
___ Στην Ελλάδα δεν παράγονται ούτε χρησιμοποιούνται τα βιοκαύσιμα στις μεταφορές μέχρι σήμερα.

Κεφάλαιο 2

Παραγωγή βιοαιθανόλης από διάφορες πηγές βιομάζας

2.1 Βιοαιθανόλη από ζαχαροκάλαμο με ζύμωση

Το ζαχαροκάλαμο που έχει συλλεχθεί συνθλίβεται και έπειτα τα ευδιάλυτα σάκχαρα εκχυλίζονται με την ανάμιξη τους με νερό. Προστίθεται ζύμη και ακολουθεί η ζύμωση, όπου παράγεται αιθανόλη [9].



Σχήμα 3: Παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο

- ↳ Οι πρώτες ύλες τροφοδοσίας είναι το ζαχαροκάλαμο και η μαγιά, τα συμπαραγώγα είναι τα υπολείμματα ζαχαροκάλαμου, ενώ το κύριο προϊόν είναι η βιοαιθανόλη.

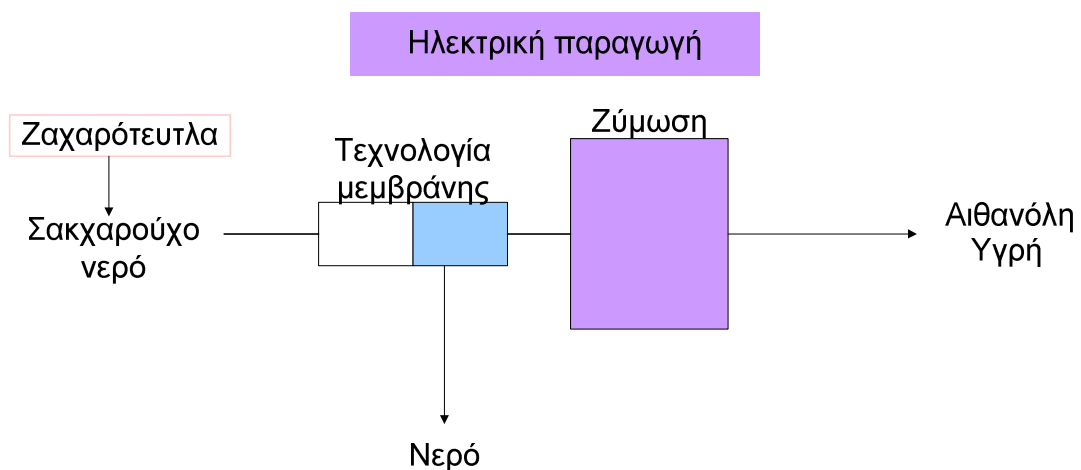
Παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο ή ζαχαρότευτλο

Το ζαχαροκάλαμο έχει υψηλότερη παραγωγή ενέργειας ανά εκτάριο σε σχέση με το καλαμπόκι και το ζαχαρότευτλο, αλλά η αποδοτικότητα της μετατροπής είναι μόνο περίπου 0.35-0.40 GJ βιοαιθανόλης ανά GJ πρώτης ύλης.

2.2 Από τη συγκομιδή στην ηλεκτρική ενέργεια

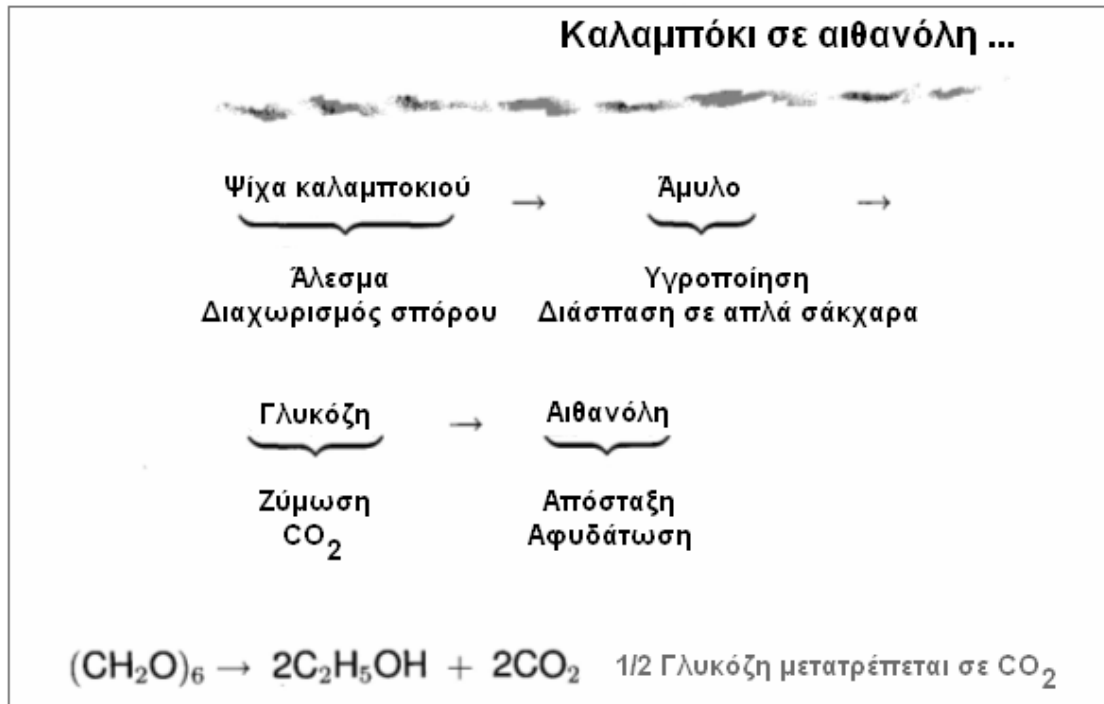
2.2.1 Παραγωγή βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στην Ολλανδία

Σακχαρούχο νερό προερχόμενο από ζαχαρότευτλα ζυμώνεται για την παραγωγή αιθανόλης. Στο στάδιο που προηγείται της ζύμωσης όπως φαίνεται στο Σχ. 4 εφαρμόζεται μια μέθοδος διαχωρισμού, τεχνολογία μεμβράνης, όπου οι μεμβράνες δρουν σαν φίλτρα τα οποία επιτρέπουν τη ροή του νερού μέσω αυτών ενώ εμποδίζουν την είσοδο των ανεπιθύμητων αιωρούμενων σωματιδίων συγκρατώντας τα. Η τεχνολογία μεμβράνης μπορεί να χρησιμοποιηθεί εναλλακτικά αντί της εκχύλισης [10].



Σχήμα 4: Παραγωγή αιθανόλης από ζαχαρότευτλα

2.2.2 Στο Εθνικό Εργαστήριο του Berkeley των Η.Π.Α Παραγωγή αιθανόλης από το καλαμπόκι

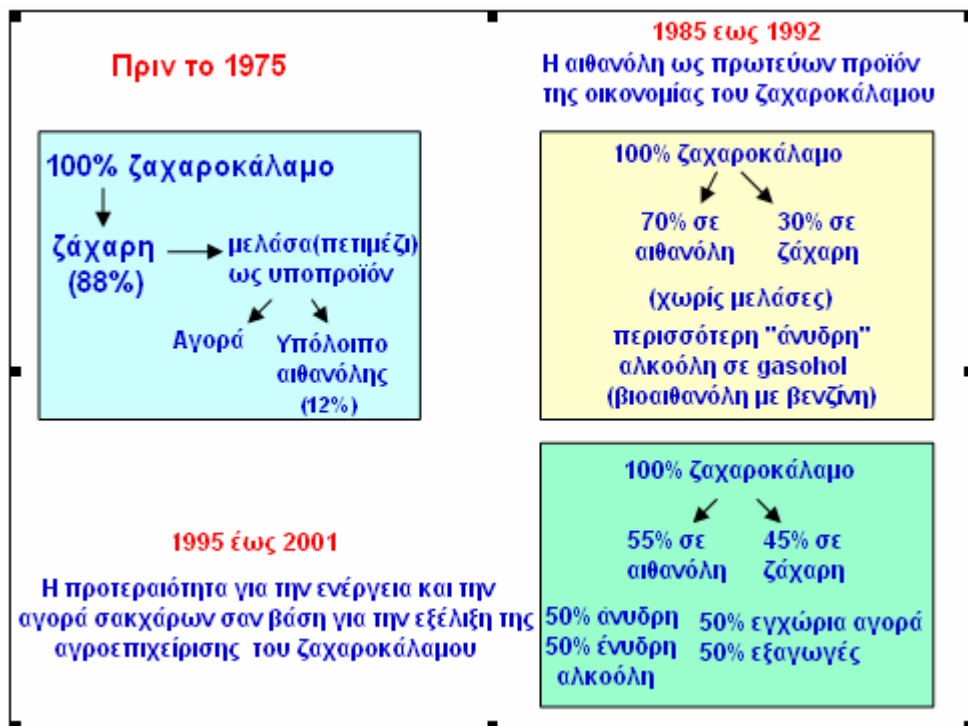


Σχήμα 5: Παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι

- ➔ Το 66-68% της ψίχας του καλαμποκιού (με υγρή-άλεση) είναι άμυλο
- ➔ Το άμυλο υδρολύεται και μετατρέπεται σε γλυκόζη με 90-100% αποδοτικότητα
- ➔ Η γλυκόζη ζυμώνεται σε βιομηχανική «μπύρα» με 51% αποδοτικότητα (χημικά) και η αποδοτικότητα της παραγωγής είναι 77-88%
- ➔ Η βιοαιθανόλη αποστάζεται και απομακρύνεται το νερό με 100% αποδοτικότητα
- ➔ Για να φτάσει τα 2,66 γαλόνια αιθανόλης ανά bushel (μονάδα όγκου) καλαμποκιού, πρέπει να επιτευχθεί η **μέγιστη αποδοτικότητα** κάθε βήματος

2.2.3 Στην Βραζιλία παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο

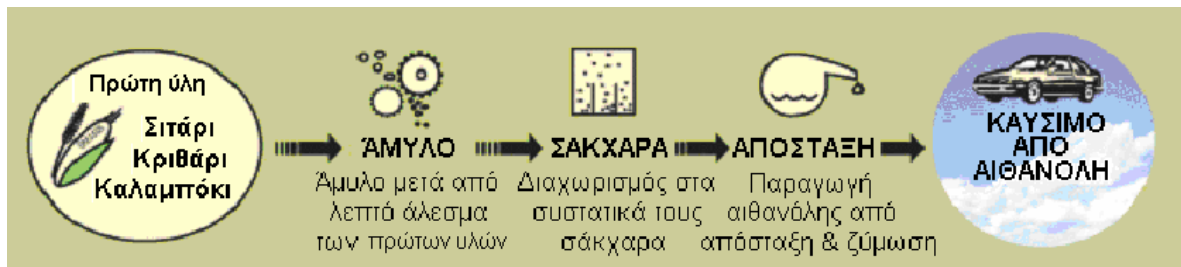
Η παραγωγή βιοαιθανόλης από το ζαχαροκάλαμο για τη χρήση της ως καύσιμο ξεκίνησε στη Βραζιλία από το 1985 και σήμερα το 40% των οχημάτων της λειτουργούν με αιθανόλη (Σχήμα 6) [11].



Σχήμα 6: Η εξέλιξη της παραγωγής αιθανόλης στη Βραζιλία χωριζόμενη σε τρεις φάσεις χρονολογικά

2.2.4 Στις Η.Π.Α μετατροπή αμύλου σε αιθανόλη

Εδώ η αιθανόλη παράγεται από την ανάπτυξη καλλιεργειών (πρώτιστα καλαμπόκι, σιτάρι και κριθάρι). Η βασική διαδικασία περιλαμβάνει τη μετατροπή του αμύλου (παρόν σε υψηλές συγκεντρώσεις στο σιτάρι ή το σπόρο των γεωργικών καλλιεργειών) σε σάκχαρα, από ένζυμα, και τη ζύμωση αυτών των σακχάρων από τη ζύμη. Κατά τη διάρκεια της ζύμωσης, η ζύμη μετατρέπει τα σάκχαρα σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα (Σχήμα 7). Το μη-ζυμώσιμο μέρος του σιταριού περιλαμβάνει τα περισσότερα από τα μη αμυλούχα θρεπτικά στοιχεία (πρωτεΐνη, ίνα) της ψίχας του καρπού και υποβάλλεται σε επεξεργασία για να παράγει ποικίλα από δευτερεύοντα προϊόντα [12].



Σχήμα 7: Αιθανόλη από σιτάρι, κριθάρι και καλαμπόκι

2.3 Παραγωγή Αιθανόλης Παγκοσμίως

Η Βραζιλία και η Σουηδία χρησιμοποιούν μεγάλες ποσότητες αιθανόλης ως καύσιμα. Οι канаδικές επαρχίες προωθούν τη χρήση αιθανόλης ως καύσιμο με την προσφορά επιχορηγήσεων μέχρι 45 σεντς ανά γαλόνι αιθανόλης.

Η Ινδία έχει ξεκινήσει ενέργειες για τη χρήση της αιθανόλης ως καύσιμο για τα αυτοκίνητα. Μια κίνηση έχει γίνει από τα αποστακτήρια στην Ινδία να χρησιμοποιήσουν πλεόνασμα οινόπνεύματος σε συνδυασμό με βενζίνη. Βάσει πειραμάτων που έγιναν από το ινδικό ίδρυμα πετρελαίου, ένα μίγμα αιθανόλης 10 % με βενζίνη και ένα μίγμα αιθανόλης 15 % με ντίζελ εξετάζονται για χρήση σε οχήματα.

Στη Γαλλία, η αιθανόλη παράγεται από τα σταφύλια που είναι ανεπαρκούς ποιότητας για την παραγωγή κρασιού.

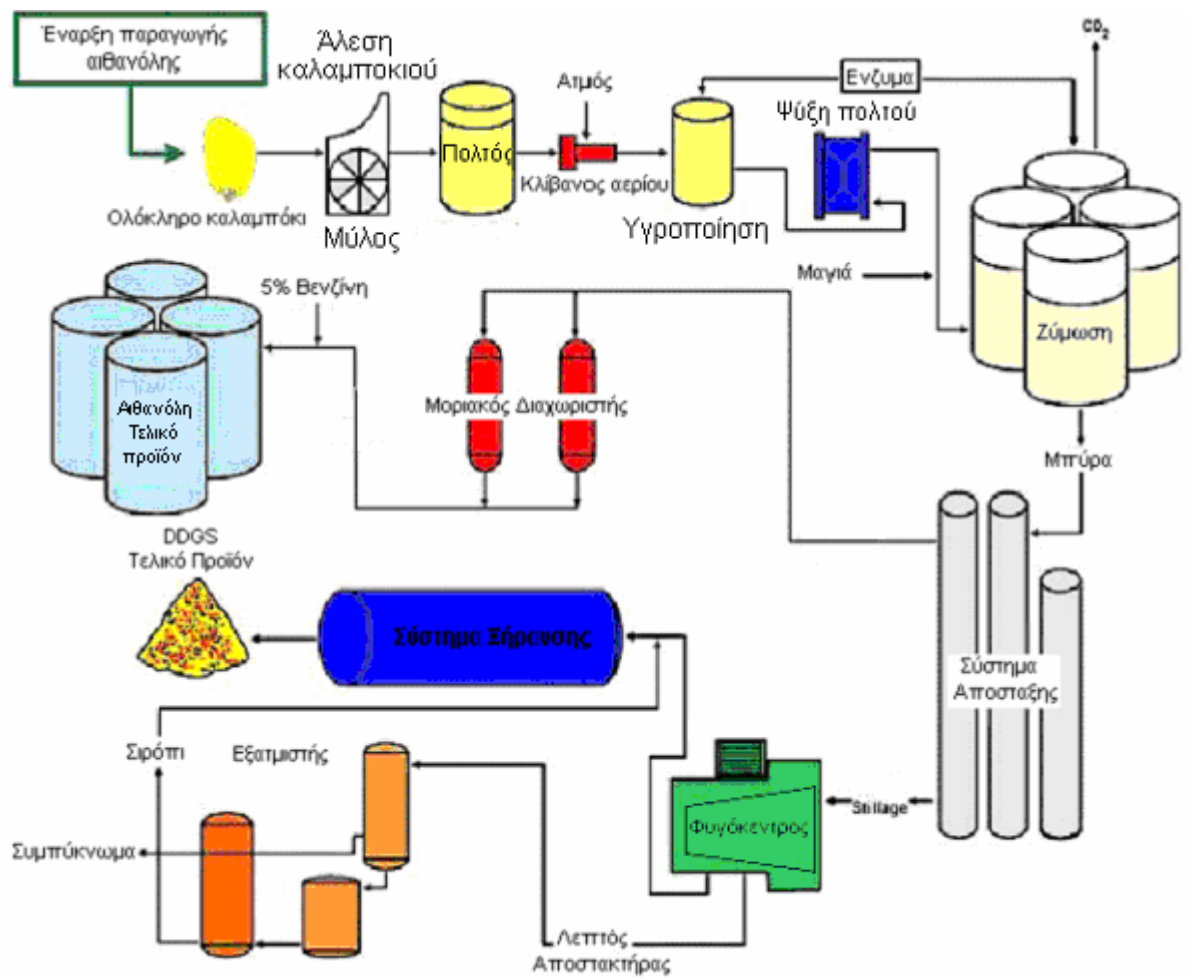
Παρακινούμενη από την αύξηση της τιμής του πετρελαίου στη δεκαετία του '70, η Βραζιλία εισήγαγε ένα πρόγραμμα για να παραγάγει αιθανόλη για χρήση στα αυτοκίνητα προκειμένου να μειωθούν οι εισαγωγές πετρελαίου. Η αιθανόλη στη Βραζιλία γίνεται κυρίως από το ζαχαροκάλαμο. Η καθαρή αιθανόλη (αιθανόλη 100%) χρησιμοποιείται περίπου στο 40 % των αυτοκινήτων στη Βραζιλία. Τα υπόλοιπα οχήματα χρησιμοποιούν μίγματα 24 % αιθανόλη με 76 % βενζίνη. Η Βραζιλία καταναλώνει σχεδόν 4 δισεκατομμύρια γαλόνια αιθανόλης ετησίως. Εκτός από την κατανάλωση, η Βραζιλία εξαγεί αιθανόλη σε άλλες χώρες.

Η Σουηδία έχει χρησιμοποιήσει αιθανόλη στη χημική παραγωγή για πολλά έτη. Κατά συνέπεια, η κατανάλωση ακατέργαστου πετρελαίου της Σουηδίας έχει κοπεί στο μισό από το 1980 [13].

2.4 Παραγωγή αιθανόλης στον Καναδά στην εγκατάσταση Exol από καλαμπόκι

Σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή αιθανόλης χρησιμοποιείται το καλαμπόκι το οποίο περιέχει άμυλο. Αρχικά το καλαμπόκι αλέθεται και αναμιγνύεται με νερό για να σχηματιστεί πολτός. Ο πολτός στη συνέχεια θερμαίνεται, και προστίθενται ένζυμα, η θερμότητα υγροποιεί το άμυλο και το μετατρέπει σε ζυμώσιμα σάκχαρα. Η ζύμωση γίνεται όταν προστίθεται ζύμη και παράγει ένα μίγμα που ονομάζεται «μπύρα» που περιέχει 15% αιθανόλη και 85% νερό. Η “μπύρα” βράζει μέσα σε μια στήλη απόσταξης για να αφαιρεθεί το νερό, έτσι έχουμε αιθυλική αλκοόλη που είναι 90% - 95% καθαρή. Το υπόλειμμα πολτού (στερεά) ονομάζεται stillage και μεταφέρεται από τη βάση της στήλης στην περιοχή επεξεργασίας των δευτερευόντων προϊόντων. Η αλκοόλη στη συνέχεια αφυδατώνεται και αφαιρείται το υπόλοιπο νερό, και αυξάνει την αλκοολική της σύσταση σε 99% ή περισσότερο. Το αλκοολικό προϊόν σε αυτό το στάδιο ονομάζεται άνυδρη (καθαρή) αλκοόλη ή αιθανόλη.

Τα στερεά που αφαιρούνται κατά τη διάρκεια της απόσταξης υποβάλλονται σε φυγοκέντρηση ή/και εξατμίζονται και ύστερα στέλνονται σε ένα σύστημα ξήρανσης για τη μείωση της περιεκτικότητας σε υγρασία περίπου 10%. Αυτό το δευτερεύον προϊόν είναι το DDGS (ξηρό σιτάρι απόσταξης με διαλυτές ουσίες). Το DDGS είναι η ψίχα του καλαμποκιού χωρίς το άμυλο και χρησιμοποιείται ως ζωϊκή τροφή με υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη (Σχήμα 8) [14].



Σχήμα 8: Βιομηχανική παραγωγή αιθανόλης για την χρήση της ως καύσιμο

Κεφάλαιο 3

Βιομάζα από χαρούπι

3.1 Το δέντρο της χαρουπιάς

3.1.1 Ονοματολογία του είδους και ταξινόμηση

Το επιστημονικό όνομα του δέντρου της χαρουπιάς, *Ceratonia siliqua* L., προέρχεται από τις ελληνικές λέξεις κέρας και το λατινικό *siliqua*, λόγω της σκληρότητας και του σχήματος του λοβού. Το κοινό όνομα προέρχεται από το εβραϊκό *kharun*, από το οποίο αντλούνται το αραβικό *kharub* και το πιο πρόσφατο *algarrobo* ή το *garrofero* στα ισπανικά, *carrubo* στα ιταλικά, *caroubier* στα γαλλικά, *Karubenbaum* στα γερμανικά, *alfarrobeira* στα πορτογαλικά, χαρούπι στα ελληνικά, *charnup* στην Τουρκία, και *garrofer* ή *garrover* στα καταλανικά. Το χαρούπι είναι γνωστό επίσης ως ψωμί του Αγίου Ιωάννη λόγω της χρήσης του χαρουπιού ως τρόφιμο από τον Άγιο Ιωάννη τον βαπτιστή. Οι κοσμηματοπώλες χρησιμοποίησαν τους ομοιόμορφους σπόρους του χαρουπιού ως μονάδα βάρους για τη ζύγιση πολύτιμων λίθων (Σχήμα 9). Ένας σπόρος χαρουπιού ζυγίζει $3 \frac{1}{3}$ gain (1gain:0,0648g), περίπου 200mg. Το καράτι σημερινή μονάδα βάρους για τη ζύγιση των πολύτιμων λίθων προέρχεται από τη λέξη χαρούπι αναφερόμενο στον σπόρο του χαρουπιού, ένα καράτι είναι περίπου 200 mg, [15].



Σχήμα 9: Οι σπόροι του χαρουπιού ως μονάδα βάρους για τη ζύγιση πολύτιμων λίθων

Το γένος *Ceratonia* ανήκει στην οικογένεια *leguminosae* (συνων. *Fabaceae*) της τάξης *Rosales*. Τα δέντρα χαρουπιού είναι σημαντικά μέλη της τροπικής, υποτροπικής και ήπιας βλάστησης σε όλο τον κόσμο. Το δέντρο χαρουπιού τοποθετείται γενικά στη φυλή *Cassieae* της υποοικογένειας *Caesalpinioideae*. Ως προς την ταξινόμηση, το γένος *Ceratonia* είναι εντελώς απομονωμένο από όλα τα άλλα γένη της οικογένειάς του. Το χαρούπι θεωρείται ως πολύ απομονωμένο κατάλοιπο ενός μέρους της οικογένειας *leguminosae* που τώρα κατά ένα μεγάλο μέρος έχει εκλείψει.

3.1.2 Βοτανολογική περιγραφή

Το δέντρο της χαρουπιάς αναπτύσσεται ως ανθεκτικό αειθαλές δέντρο μέχρι 10 μ ύψος, με μια ευρεία ημισφαιρική κόμη και έναν παχύ κορμό με καφέ, τραχύ φλοιό και εύρωστα κλαδιά. Τα φύλλα είναι 10-20 εκατ., βελονοειδή, κατ' εναλλαγή. Η χαρουπιά δεν ρίχνει τα φύλλα της το φθινόπωρο αλλά μόνο τον Ιούλιο κάθε δεύτερο έτος, και μόνο μερικώς ανανεώνει τα φύλλα της την άνοιξη (Απρίλιος και Μάιος).

Η χαρουπιά είναι ένα διετές είδος (καρποφορεί κάθε δύο χρόνια) με μερικές ερμαφρόδιτες μορφές, κατά συνέπεια τα αρσενικά, θηλυκά και ερμαφρόδιτα λουλούδια αφορούν γενικά τα διαφορετικά δέντρα. Τα λουλούδια είναι μικρά και πολυάριθμα, 6-12 χιλ [15].



Σχήμα 10: Το δέντρο της χαρουπιάς σε αγροκήπιο της Κρήτης

3.1.3 Αναπαραγωγική βιολογία

Μια απλή ταξινόμηση της άνθισης της χαρουπιάς θα ήταν:

- ↪ αρσενική άνθιση
- ↪ θηλυκή άνθιση
- ↪ ερμαφρόδιτη άνθιση

Το δέντρο της χαρουπιάς είναι το μόνο μεσογειακό δέντρο με κύρια εποχή άνθισης το φθινόπωρο (Σεπτέμβριος-Νοέμβριος), παρόμοια με πολλά τροπικά φυτά. Εντούτοις, ο χρόνος και το μήκος της περιόδου άνθισης εξαρτώνται από τις τοπικές κλιματολογικές συνθήκες. Στις πολύ θερμές περιοχές τα αρσενικά και θηλυκά δέντρα έχουν παρατηρηθεί ότι βρίσκονται στην πλήρη άνθιση κατά τη διάρκεια του Ιουνίου. Τα λουλούδια και των τριών φύλων εκκρίνουν νέκταρ, αν και ο όγκος της περιεκτικότητας σε νέκταρ και ζάχαρη είναι υψηλότερος στα θηλυκά λουλούδια απ' ό,τι στα αρσενικά [15]. Η άνθιση είναι περισσότερο παρατεταμένη στις θηλυκές και ερμαφρόδιτες ποικιλίες (2 μήνες ή περισσότερο) απ' ό,τι στις αρσενικές (1-1,5 μήνες). Σε ερευνητική εργασία ο καθηγητής Σφακιωτάκης (1978) παρατήρησε υψηλή μεταβλητότητα στη βλάστηση γύρης *in vitro* μεταξύ των άγριων αρσενικών δέντρων στην Κρήτη, τα ποσοστά βλάστησής των οποίων κυμαίνονται από 4,3 ως 69%.

Οι θηλυκές και ερμαφρόδιτες ανθίσσεις φέρνουν έναν μέσο αριθμό 17 και 20 λουλουδιών, αντίστοιχα, όμως λίγα παράγουν έναν λοβό, και μόνο ένα μικρό ποσοστό του συνόλου των ανθίσεων παράγουν περισσότερα από δύο φρούτα (σχήμα 11). Το σκόρπισμα των λουλουδιών της χαρουπιάς και των νέων φρούτων εμφανίζεται κυρίως από τον Οκτώβριο μέχρι τον Δεκέμβριο, κατόπιν επιβραδύνεται κατά τη διάρκεια του Ιανουαρίου-Φεβρουαρίου και εμφανίζεται σπάνια από τον Ιούνιο μέχρι τις αρχές του Αυγούστου [15].



Σχήμα 11: Φρούτο, φύλλο, άνθος και σπόρος ποικιλίας του δέντρου της χαρουπιάς στην Κρήτη

Η ανάπτυξη των λοβών της χαρουπιάς ακολουθεί μια σιγμοειδή καμπύλη ανάπτυξης όπως πολλά άλλα φρούτα και θα μπορούσε να διαιρεθεί σε τρία στάδια. Κατά τη διάρκεια του σταδίου I (αργή ανάπτυξη), μετά από τη λίπανση τον Οκτώβριο και κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου και του χειμώνα, ο καρπός παρουσιάζει μετά βίας οποιαδήποτε αύξηση βάρους.

Το στάδιο II (γρήγορη ανάπτυξη) ξεκινά στην αρχή της άνοιξης, όταν ο λοβός διάγει μια ενεργή περίοδο ανάπτυξης (Απρίλιο μέχρι Ιούνιο). Στο στάδιο III τα φρούτα αναπτύσσονται αργά, ωριμάζουν και αρχίζουν να ξηραίνονται τον Ιούνιο και αλλάζουν χρώμα από πράσινο σε καφέ.

3.1.4 Διανομή

Το χαρούπι θεωρείται ότι διαδόθηκε από τους Έλληνες, στην Ιταλία και έπειτα από τους Άραβες κατά μήκος της ακτής της βόρειας Αφρικής, στα νότια και ανατολικά της Ισπανίας, από όπου μετανάστευσε στο νότο της Πορτογαλίας, και στα νοτιοανατολικά της Γαλλίας. Οι αυτοφυείς χαρουπιές εμφανίζονται σε πολλές περιοχές γύρω από τη δυτική λεκάνη της Μεσογείου αλλά θεωρούνται ως άγρια παράγωγα της συγκομιδής φρούτων που εξελίχθηκε πιθανώς κάτω από την εξημέρωση. Σαν τρόφιμο, οι λοβοί της χαρουπιάς θα μπορούσαν να αποθηκευτούν και να μεταφερθούν σε μεγάλες αποστάσεις. Στο μεγαλύτερο μέρος της περιοχής της Μεσογείου οι άγριες χαρουπιές κατανέμονται λίγο πολύ στην ίδια γεωγραφική και κλιματολογική ζώνη. Οι μορφές των αυτοφυών δέντρων της χαρουπιάς είναι ιδιαίτερα κοινές στα χαμηλά ύψη κατά μήκος της Ισπανικής μεσογειακής ακτής, αναπτύσσονται μόνο στις θερμότερες περιοχές κοντά στη νοτιοδυτική Ισπανική ακτή, στη νότια Πορτογαλία, στις Βαlearίδες Νήσους, στη νοτιοανατολική Γαλλία, στις ακτές της νότιας Ιταλίας συμπεριλαμβανομένης της Σικελίας, στην Αδριατική ακτή της Κροατίας, στην περιοχή του αιγαίου στην Ελλάδα και την Τουρκία, κατά μήκος των βόρειων και νότιων σειρών της Κύπρου, στα νησιά της Μάλτας, στη θαλάσσια ζώνη του Λιβάνου και του Ισραήλ, στο βόρειο τμήμα και το νότο του Μαρόκου και στις ακτές της Τυνησίας.

Στις μεσογειακές χώρες, η κατανομή των αιθαλών ανθεκτικών ειδών όπως το γένος *siliqua* ελέγχεται από το χειμερινό ψύχος. Το χαρούπι είναι ένα από τα χαρακτηριστικότερα και κυρίαρχα δέντρα στη χαμηλότερη ζώνη (0-500 μ και σπάνια μέχρι 900 μ υψόμετρο) των μεσογειακών αιθαλών *maquis*. Σε μερικές περιοχές κατά μήκος των ακτών της Μεσογείου, οι άγριες χαρουπιές καταλαμβάνουν τοποθεσίες που δεν διαταράσσονται από την καλλιέργεια.

3.1.5 Ιδιότητες

Τα δύο κύρια συστατικά των λοβών της χαρουπιάς είναι (κατά βάρος): ψίχα (90%) και σπόρος (10%). Η χημική σύνθεση της ψίχας εξαρτάται από τις ποικιλίες, την προέλευση και τον χρόνο συγκομιδής.

Η ψίχα του χαρουπιού έχει υψηλή (48-56%) περιεκτικότητα σε ζάχαρη (κυρίως σουκρόζη, γλυκόζη, φρουκτόζη και μαλτόζη) (Πίνακας 3.1). Η σύνθεση της σε ανόργανα στοιχεία (σε mg/100 g ψίχας) είναι: K=1100, Ca=307, Mg=42, Na=13, Cu=0.23, Fe=104, Mn=0.4, Zn=0.59.

Στα εκχυλίσματα των λοβών βρίσκονται πέντε αμινοξέα (αλανίνη, γλυκίνη, λευκίνη, προλίνη και βαλίνη) ενώ έχουν αναφερθεί η τυροσίνη και η φαινυλαλανίνη [15].

Πίνακας 3.1. Μέση σύνθεση της ψίχας της χαρουπιάς

Συστατικά	%
Συνολικά σάκχαρα	48-56
Σουκρόζη	32-38
Γλυκόζη	5-6
Φρουκτόζη	5-7

3.1.6 Χρήσεις

Το χαρούπι είναι ένα από τα πιο χρήσιμα γηγενή μεσογειακά δέντρα. Στις χώρες παραγωγούς, οι λοβοί της χαρουπιάς έχουν χρησιμοποιηθεί παραδοσιακά ως ζωικά και ανθρώπινα τρόφιμα και αυτήν την περίοδο η κύρια χρήση είναι αυτή του σπόρου για την εξαγωγή μαστίχας. Οι λοβοί της χαρουπιάς παρέχουν ζωοτροφή για τα μηρυκαστικά και τα μη μηρυκαστικά (Πίνακας 3.2). Στις άγριες περιοχές το φύλλωμα και οι καρποί της χαρουπιάς προσελκύουν τη βόσκηση των ζώων. Οι λοβοί περιέχουν πολύτιμους σπόρους. Η ξυλεία της χαρουπιάς είναι σκληρή και έχει χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή εργαλείων. Το ξύλο της χαρουπιάς επίσης χρησιμοποιήθηκε παραδοσιακά για την παραγωγή ξυλάνθρακα αργής-καύσης. Παράγει την ουσία algarrobin, η οποία δίνει στα κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα ένα

ανοικτό καφέ χρώμα. Το ξύλο της χαρουπιάς χρησιμοποιείται επίσης ως ξύλο θέρμανσης.

Για το διαχωρισμό του σπόρου και της ψίχας γίνεται σύνθλιψη των λοβών. Στη Γερμανία ο ψημένος σπόρος είναι υποκατάστατο του καφέ. Στην Ισπανία αναμιγνύεται με τον καφέ.

Πίνακας 3.2. Κύρια προϊόντα προερχόμενα από το λοβό του χαρουπιού (ψίχα και σπόρος) και μερικές σημαντικές χρήσεις.

Προϊόν	Επεξεργασία	Χρήσεις
Ψίχα Χοντρά αλεσμένο χαρούπι	Άλεσμα Εκχύλιση Ζύμωση και απόσταξη	Ζωοτροφή (άλογα και μηρυκαστικά) Ανθρώπινη τροφή και ζωοτροφή Σάκχαρα και μελάσα(πετιμέζι) Οινόπνευμα και μικροβιακή πρωτεϊνική παραγωγή
Σκόνη	Εκχύλιση Πλύσιμο, ξήρανση, ψήσιμο και άλεση	Τανίνες κατά της διάρροιας Συστατικό τροφίμων, υποκατάστατο κακάου, προετοιμασία διαιτητικών και φαρμακευτικών προϊόντων
Σπόρος Ενδόσπερμα	Άλεσμα	Υποκατάστατο καφέ CBG ή E-410, πρόσθετη ουσία τροφίμων(σταθεροποιητής και πηκτική ουσία), τρόφιμα κατοικίδιων ζώων, φαρμακευτικά είδη, καλλυντικά
Φλούδα	Εκχύλιση	Τανίνες για το βύρσωμα (επένδυση με δέρμα) των δερμάτων

Η ψίχα μπορεί να αλεστεί σε μια λεπτή σκόνη για χρήση στην ανθρώπινη διατροφή. Η σκόνη χαρουπιού αποτελείται από 46% ζάχαρη, 7% πρωτεΐνη και μικρά ποσά πολυάριθμων ανόργανων αλάτων και βιταμινών και είναι έτσι αρκετά θρεπτική. Μετά από ξήρανση στο φούρνο, η σκόνη μπορεί να προστεθεί στα κέικ, το

ψωμί, τα γλυκά, τα παγωτά ή στα ποτά ως αρωματική ουσία. Η σκόνη χαρουπιού έχει πλεονεκτήματα σε σχέση με τη σοκολάτα: έχει λιγότερες θερμίδες και δεν έχει καφεΐνη. Η γεύση της δεν είναι τόσο πλούσια όσο της μαύρης σοκολάτας μοιάζει όμως με τη σοκολάτα γάλακτος.

Εξ αιτίας της υψηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη του λοβού και του σχετικά χαμηλότερου κόστους του, η ψίχα του χαρουπιού ήταν μεταξύ των πρώτων φυτοκομικών καλλιεργειών που χρησιμοποιήθηκαν για την παραγωγή του βιομηχανικού οινόπνεύματος με ζύμωση σε διάφορες μεσογειακές χώρες. Σε μερικές χώρες, π.χ. στην Αίγυπτο, το σιρόπι χαρουπιού είναι ένα δημοφιλές ποτό και λαμβάνεται με εκχύλιση του χοντρά αλεσμένου χαρουπιού με νερό. Μονοκύτταροι οργανισμοί έχουν χρησιμοποιηθεί για να μετατρέψουν την ψίχα του χαρουπιού σε μια τροφή υψηλή σε πρωτεΐνη.

Η πιθανή χρήση από τη βιομηχανία τροφίμων των φυσικών αντιοξειδωτικών που περιλαμβάνονται στη φλούδα του σπόρου του χαρουπιού δεδομένου ότι είναι ένα υποπροϊόν της βιομηχανίας παραγωγής μαστίχας από χαρούπι πρόσφατα έχει προκαλέσει κάποιο ενδιαφέρον. Το προϊόν του χαρουπιού που χρησιμοποιείται ευρύτατα, ειδικά για τη βιομηχανία τροφίμων, είναι η μαστίχα χαρουπιού carob bean gum: CBG, ή locust bean gum: LBG (Πίνακας 3.3). Αυτή η μαστίχα προέρχεται από το ενδοσπέρμιο του σπόρου και είναι από χημική άποψη ένας πολυσακχαρίτης.

Αυτή η μαστίχα, επίσης γνωστή ως tragasol, χρησιμοποιείται σε ένα ευρύ φάσμα εμπορικών προϊόντων ως πηκτική ουσία, σταθεροποιητής, συγκολλητικό και πηκτικό μέσον. Η βιομηχανία τροφίμων χρησιμοποιεί CBG για την παραγωγή ενός μεγάλου αριθμού διαφορετικών προϊόντων όπως: παγωτά, σούπες, σάλτσες, τυρί, πίτες φρούτων, κονσερβοποιημένα κρέατα, γλυκίσματα, προϊόντα αρτοποιίας και τρόφιμα κατοικίδιων ζώων. Οι τεχνικές εφαρμογές CBG περιλαμβάνουν χρώματα, μπογιές, κεραμικά και κόλλες, καλλυντικά, φαρμακευτικά είδη: Ο πολτός των σπόρων του χαρουπιού είναι πολύ θρεπτικός λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρη, έχει γλυκιά γεύση και είναι χαλαρωτικός. Εκτός από πρωτεΐνη που περιέχει σε ποσοστό 80%, περιέχει μαγνήσιο, ασβέστιο, σίδηρο, φώσφορο, μαγγάνιο, κάλιο, βάριο, χαλκό, νικέλιο και τις βιταμίνες A, B, B2, B3, και D. Επίσης, ο πολτός των λοβών είναι τονωτικός και, χρησιμοποιείται σαν αφέψημα, θεραπεύει τη διάρροια και βοηθά τον καθαρισμό και ανακουφίζει ενοχλήσεις στο έντερο. Το χαρούπι είναι ένα παράδειγμα για το πώς το σώμα αποκρίνεται στα φάρμακα από βότανα με διαφορετικούς τρόπους, σύμφωνα με το πώς το βότανο προετοιμάζεται και

σύμφωνα με το συγκεκριμένο ιατρικό πρόβλημα. Οι σπόροι και ο φλοιός της χαρουπιάς χρησιμοποιούνται επίσης στην θεραπεία του βήχα. Το αλεύρι που γίνεται από τους ώριμους σπόρους και το περικόρπιο των σπόρων είναι καταπραϋντικό και μαλακτικό.

Η χαρουπιά φυτεύεται ευρέως ως διακοσμητικό και για σκιά, στους δρόμους της Καλιφόρνιας, της Αυστραλίας και αλλού, προτιμώνται τα αρσενικά δέντρα δεδομένου ότι δεν δημιουργούν απορρίμματα από την πτώση λοβών. Εντούτοις, η αξία του χαρουπιού ως ανθεκτικό στην ξηρασία, στην ατμοσφαιρική ρύπανση και ως δέντρο που χρειάζεται χαμηλή συντήρηση για φύτευση σε δρόμους και εξωτερικούς χώρους, θα μπορούσε να περιοριστεί από το μεγάλο μέγεθος του ώριμου δέντρου και τις ισχυρές ρίζες του.

Το χαρούπι χρησιμοποιείται τώρα στις μεσογειακές χώρες. Και δεδομένου ότι απαιτεί λίγη καλλιέργεια αν όχι καθόλου, ανέχεται τα φτωχά χώματα και είναι μακρόβιο, το δέντρο της χαρουπιάς συστήνεται συχνά για την αναδάσωση των υποβιβασμένων παράκτιων ζωνών που απειλούνται από τη διάβρωση του εδάφους και την ερημοποίηση. Επίσης έχει συστηθεί για τη φύτευση ως ανεμοφράχτης γύρω από τους οπωρώνες και θα μπορούσε ακόμη και να έχει κάποια χρήση για την μείωση του θορύβου από τα εργοστάσια, τους δρόμους και τους σιδηροδρόμους λόγω του πυκνού φυλλώματός του.

Πίνακας 3.3. Χρήσεις και τεχνικές εφαρμογές της μαστίχας της χαρουπιιάς.

Βιομηχανική χρήση	Εφαρμογές
Φαρμακευτικά είδη	Φάρμακα για κολικούς, αρωματικές αλοιφές, χάπια, οδοντόπαστα
Καλλυντικά	Γαλακτώματα, αφρός ξυρίσματος
Κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα	Πηκτικό χρωματισμού
Χαρτί	Πηκτικό για την επεξεργασία επιφάνειας
Χημικές ουσίες	Κόλλες, χρωματισμοί, στίλβωμα, βαφή, φυτοφάρμακα
Πετρέλαιο	Πρόσθετη ουσία κροκίδωσης για την αύξηση της σταθερότητας και του πάχους της πετρελαιοπηγής
Μεταλλεία	Μέσο επίπλευσης
Μόνωση	Ενίσχυση τοίχων, απορροφητικό υγρασίας
Μπετόν	Για να ενισχύσει τη στερεοποίηση
Εκρηκτικές ύλες	Συγκολλητικό νερού για εκρηκτικά

Στην Κρήτη, η περισσότερη παραγωγή ψίχας (περίπου 80%) προέρχεται από την ποικιλία 'Hemere' η οποία δίνει μια σοδειά σπόρου 9% (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4. Αγρονομικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας Hemere στην Ελλάδα [15].

Ποικιλία	Προέλευση	Μέγεθος Λοβού	Σχήμα Λοβού	Περιεχόμενο Ψίχας	Περιεχόμενα σάκχαρα στην ψίχα(%)
Hemere	Ελλάδα	Κοντό-μεσαίο	C	υψηλό	56-57

3.1.7 Χώρες παραγωγής

Η εμπορική παραγωγή χαρουπιού συγκεντρώνεται αυτήν την περίοδο στην περιοχή της Μεσογείου. Η συνολική έκταση παραγωγής του δέντρου της χαρουπιάς στον κόσμο είναι περίπου 200.000 εκτάρια (πίνακας 3.5), της οποίας οι νότιες χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Ισπανία, Ιταλία, Πορτογαλία και Ελλάδα), με περίπου 148.000 εκτάρια, αποτελούν το 74% της αυξανόμενης έκτασης και περίπου το 70% της παγκόσμιας παραγωγής (πίνακας 3.6) [15].

Πίνακας 3.5. Έκταση των δέντρων της χαρουπιάς στις χώρες παραγωγούς [15]

Χώρα	Έκταση (εκτάρια)	% της συνολικής παραγωγής
Ισπανία	82 000	41.0
Ιταλία	30 000	15.0
Μαρόκο	25 000	12.5
Πορτογαλία	21 000	10.5
Ελλάδα	15 000	7.5
Κύπρος	12 000	6.0
Άλλες†	15 000	7.5
Σύνολο	200 000	100

† Αλγερία, Αυστραλία, Νότια Αφρική, Τουρκία, Η.Π.Α., κ.λ.π.

Η παγκόσμια εμπορική παραγωγή χαρουπιών υπολογίζεται περίπου σε 310.000 τόνους, και συγκεντρώνεται κυρίως στην Ισπανία, την Ιταλία, την Πορτογαλία, το Μαρόκο, την Ελλάδα, την Κύπρο, την Τουρκία, την Αλγερία και άλλες χώρες (πίνακας 3.6). Υπάρχει κάποια παραγωγή στην Κροατία, την Τυνησία και την Μάλτα καθώς επίσης μικρά ποσά παράγονται στην Αυστραλία, στην Καλιφόρνια και τη Νότια Αφρική. Η παραγωγή λοβών και σπόρου στις διάφορες χώρες δεν είναι παράλληλη λόγω των διαφορών στις αποδόσεις σε σπόρο των ποικιλιών και των άγριων τύπων.

Η παραγωγή χαρουπιών παγκοσμίως έχει μειωθεί εντυπωσιακά κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 50 ετών, από 650.000 τόνους το 1945 σε 310.000 τόνους σήμερα. Στην Ισπανία μόνο, η παραγωγή έχει μειωθεί 400.000 τόνους, από 550.000 τόνους το 1930 σε 150.000 τόνους το 1990. Οι κύριοι λόγοι είναι οι χαμηλές τιμές που συνδέονται με τη μηχανοποίηση της καλλιέργειας και την παράκτια ανάπτυξη. Το ενδιαφέρον των αγροτών για το χαρούπι στις περισσότερες μεσογειακές χώρες μειώνεται λόγω των χαμηλών τιμών και της μείωσης της εγχώριας κατανάλωσης, και της χρήσης του παράκτιου εδάφους για δρόμους, συγκροτήματα κατοικιών και βιομηχανικές περιοχές.

Πίνακας 3.6. Παγκόσμια παραγωγή λοβού και σπόρου

<u>Χώρα</u>	<u>Παραγωγή λοβού</u>		<u>Παραγωγή Σπόρου</u>	
	τόνοι	%	τόνοι	%
Ισπανία	135000	43.5	12000	37.5
Ιταλία	45000	14.5	4000	12.5
Πορτογαλία	30000	9.7	3600	11.3
Μαρόκο	26000	8.4	4800	15.0
Ελλάδα	20000	6.5	1800	5.6
Κύπρος	17000	5.5	1700	5.3
Τουρκία	15000	4.8	1800	5.6
Αλγερία	7000	2.3	800	2.5
Άλλες†	15000	4.8	1500	4.7
Σύνολο	310000	100	32000	100

† Αυστραλία, Νότια Αφρική, Η.Π.Α., κ.λ.π.

Στην Ελλάδα οι 19.000 τόνοι/ έτος (πίνακας 3.7) δεν είναι ένδειξη της πραγματικής δυνατότητας, η οποία εξαρτάται από την ζήτηση συγκεκριμένων βιομηχανικών χρήσεων, όπως αυτή των ψημένων σπόρων ως υποκατάστατο του κακάο, και τα σάκχαρα του χαρουπιού για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Λαμβάνοντας υπόψη την αφθονία της συγκομιδής γύρω από τη λεκάνη της Μεσογείου, μια τεχνολογία βασισμένη στο χαρούπι θα μπορούσε να ασκήσει ευρύτερη επίδραση στις περιφερειακές σχετικές οικονομίες.

Πίνακας 3.7. Το δέντρο της χαρουπιάς στην Ελλάδα για τα έτη 1996 – 2002

Το χαρούπι στην Ελλάδα			
Έτος	Περιοχή συγκομιδής(εκτάρια)	Παραγωγή (τόνους)	Σοδειά (τόνοι/εκτάριο)
2002	12,600	19,000	1.508
2001	12,600	19,000	1.508
2000	12,600	19,000	1.508
1999	12,600	19,000	1.508
1998	12,600	18,494	1.468
1997	12,600	19,134	1.519
1996	12,600	17,034	1.352

3.1.8 Παραγωγή

Η παραγωγή των καρπών της χαρουπιάς είναι γνωστό ότι καθυστερεί χρονικά κυρίως λόγω της αργής αύξησης του δέντρου και της μεγάλης περιόδου βλάστησης του. Στις φυτείες που βρίσκονται στις απομακρυσμένες περιοχές, η περίοδος που δεν υπάρχει καρποφορία είναι μεγάλη, από 6 έως 8 έτη, ενώ σε άλλες, όπου οι συνθήκες είναι καλύτερες, η συγκομιδή ξεκινά 3 ή 4 χρόνια μετά την ανάπτυξη. Η παραγωγή αυξάνεται για να φτάσει την πλήρη παραγωγή φρούτων στα 20-25 χρόνια ηλικίας και έπειτα σταθεροποιείται. Τα δέντρα της χαρουπιάς αρχίζουν να παράγουν φρούτα το 5ο προς 6ο έτος. Οι αιτίες, εκτός από τη γενετική περιλαμβάνουν τις κλιματολογικές συνθήκες όπως οι λιγοστές και μεταβλητές βροχοπτώσεις, τον παγετό, την ομίχλη, την έλλειψη γονιμοποίησης, την καταστροφή της άνθισης κατά τη διάρκεια της συγκομιδής (όπου τα φρούτα πέφτουν από μεγάλο

ύψος και καταστρέφονται), και τις ανεπάρκειες στη διαχείριση των οπωρώνων (λίπανση, περικοπή, κ.λπ.). Η παραγωγική δυνατότητα του χαρουπιού είναι μεταβλητή [15].

3.1.9 Κατάσταση αγοράς

Από την κατάσταση της αγοράς κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 15 ετών μπορεί να φανεί ότι οι τιμές των λοβών της χαρουπιάς τείνουν να είναι κυκλικές με μακροχρόνια χάσματα, και υψηλές αιχμές όπως στα έτη 1984 (U.S.\$0.25/kg) και 1994 (U.S.\$0.80/kg). Αυτό καθιστά την αγορά άστατη και παράγει μια αρνητική επίπτωση στη ζήτηση. Επιπλέον, οι ιδιαίτερα μεταβλητές τιμές ευνοούν την κερδοσκοπία.

Εντούτοις, η βιομηχανία χρειάζεται έναν σταθερό ανεφοδιασμό και σταθερές τιμές στις οποίες οι πελάτες μπορούν να στηριχθούν. Επιπλέον, οι τιμές του σπόρου του χαρουπιού είναι ακόμη πιο κυμαινόμενες από τις τιμές του χοντρά αλεσμένου χαρουπιού [15].

3.2 Προοπτικές

Από την έναρξη της δεκαετίας του '80 αυτή η καλλιέργεια έχει προκαλέσει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον λόγω της γενικά συνεχούς ζήτησης και τις αυξανόμενες τιμές των λοβών της χαρουπιάς (ψίχα και σπόρος). Εντούτοις, αυτή η τάση έχει τροποποιηθεί αισθητά δύο φορές τα τελευταία 10 χρόνια: το 1984-85 και το 1994-95 όταν αυξήθηκαν οι τιμές.

Η σταθεροποίηση της τιμής του χαρουπιού στην αγορά θα βελτίωνε τη μελλοντική προοπτική αυτής της καλλιέργειας. Η ανατίμηση της ψίχας της χαρουπιάς στη ζωική σίτιση και της σκόνης του χαρουπιού ως ανθρώπινο τρόφιμο, θα μπορούσε να βοηθήσει να αυξήσει τη ζήτηση του και έπειτα να μειώσει την τελική εξάρτηση της τιμής των λοβών από την ψίχα. Επιπλέον η γεωργική αειφορία έχει αυξηθεί σε σημασία κατά τη διάρκεια των ετών.

Αν και το δέντρο της χαρουπιάς παράγει μειωμένες σοδειές στις παλαιές φυτείες (1500-3000 κιλά/ εκτάριο), στους σύγχρονους οπωρώνες η δυνατότητα παραγωγής είναι υψηλότερη (5000-7000 κιλά/ εκτάριο). Επιπλέον, στις βέλτιστες

συνθήκες το δέντρο της χαρουπιάς απαιτεί ελάχιστες εισαγωγές έναντι των περισσότερων άλλων φρούτων, ή φυτικών καλλιεργειών. Αν και φαίνεται ότι η γενική τάση παραγωγής χαρουπιού παγκόσμια είναι μάλλον στάσιμη, μερικές χώρες θα συνεχίσουν να μειώνουν την παραγωγή τους ενώ μερικές θα αυξήσουν πιθανώς την δική τους.

Αυτή τη στιγμή, οι κύριοι καλλιεργητές είναι η Ισπανία, η Πορτογαλία, η Ελλάδα και η Ιταλία που φαίνονται να ενδιαφέρονται για το χαρούπι ως καλλιέργεια. Οι περισσότερες υπόλοιπες μεσογειακές χώρες διατηρούν το χαρούπι ως γηγενές δέντρο, χρήσιμο περιβαλλοντικά και για αναψυχή φυτεύοντας το ως διακοσμητικό σε πάρκα. Αυτήν την περίοδο, η καλλιέργεια των δέντρων της χαρουπιάς συμπεριλαμβάνεται στο πρόγραμμα ενίσχυσης της Ε.Ε. Οι ενέργειες εξετάζονται στο σχέδιο οργανώσεων παραγωγής καρυδιών και χαρουπιού (ευρωπαϊκός κανονισμός αριθμός 2159/89). Επιπλέον, το δέντρο της χαρουπιάς περιλήφθηκε στις ενέργειες δασονομίας της Ε.Ε. (ευρωπαϊκός αριθμός κανονισμού 2080/92) [15].

3.3 Χαρουπιά στην Κρήτη

Η αξία του δέντρου της χαρουπιάς αναγνωρίστηκε από τους αρχαίους Έλληνες, που το έφεραν από την εγγύς Μέση Ανατολή στην Ελλάδα και στην Ιταλία. Η χαρουπιά είναι ένα σημαντικό συστατικό της μεσογειακής βλάστησης και η καλλιέργειά του στα ασβεστούχα εδάφη της περιοχής της Μεσογείου είναι σημαντική περιβαλλοντικά και οικονομικά. Καλλιεργείται από την αρχαιότητα στις περισσότερες χώρες της λεκάνης της Μεσογείου, συνήθως σε ήπιες και ξηρές περιοχές με μη εύφορα εδάφη.

Το δέντρο της χαρουπιάς είναι ένα μακρόβιο αειθαλές και θερμοφιλο δέντρο που αναπτύσσεται σε βιότοπους με ήπια μεσογειακά κλίματα. Αναπτύσσεται καλά στις θερμές εύκρατες και υποτροπικές περιοχές, και ανέχεται τις καυτές και υγρές παράκτιες περιοχές. Είναι επίσης ξηροφυτικό είδος καλά προσαρμοσμένο στις οικολογικές συνθήκες της περιοχής της Μεσογείου, λόγω της αποδοτικής υδρόφιλης ρύθμισης του από τη στοματική ρύθμιση και τη φυλλώδη δομή και ανατομία του.



Σχήμα 12: Περικάρπια σπόρων και σπόροι

Το δέντρο της χαρουπιάς παρουσιάζει μερικά σημαντικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως η απλοϊκότητα, η αντίσταση στην ξηρασία, η μειωμένη διαχειριστική απαίτηση, δεν χρειάζεται πολύ νερό για άρδευση, δεν χρειάζεται πολύ φροντίδα αλλά ελάχιστη καλλιέργεια. Για τους λόγους αυτούς δεν χρειάζεται συνεχή αγροτική παρακολούθηση και έτσι παρουσιάζει δυνατότητα για φύτευση σε ημιάγονες ή υποτροπικές περιοχές της Μεσογείου.

Σε πολλές ημιάγονες περιοχές στις οποίες το χαρούπι προσαρμόζεται καλά και καλλιεργείται, η ποσότητα και η ποιότητα του ύδατος άρδευσης είναι σημαντικοί περιορισμοί στην παραγωγή. Αυτή η συγκομιδή έχει λάβει λίγη προσοχή μέχρι τώρα αλλά τονίζεται και πάλι αυτήν την περίοδο ως εναλλακτική λύση στις ξηρές περιοχές με υποτροπικά μεσογειακά κλίματα, για τη διαφοροποίηση της παράκτιας γεωργίας.

Οι περιοχές που είναι κατάλληλες για την καλλιέργεια του δέντρου της χαρουπιάς πρέπει να έχουν υποτροπικό μεσογειακό κλίμα, με δροσερούς και όχι κρύους χειμώνες, ήπια προς θερμή άνοιξη, και θερμά προς καυτά, ξηρά καλοκαίρια. Τα δέντρα της χαρουπιάς μπορούν να αντισταθούν στις θερινές θερμοκρασίες των 40°C και στους καυτούς και ξηρούς ανέμους. Οι βροχές του φθινοπώρου μπορούν να παρεμποδίσουν τη γονιμοποίηση και να έχουν επιπτώσεις στο σύνολο των φρούτων. Η υψηλή υγρασία την άνοιξη ευνοεί μολύνσεις στα φύλλα και στους λοβούς. Οι λοβοί δεν πρέπει να εκτεθούν στη βροχή αφότου έχουν γίνει καφετιοί και έχουν αναπτύξει υψηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη.

Ο κύριος περιορισμός του δέντρου της χαρουπιάς είναι ότι δεν αντέχει στο κρύο. Ένας παγετός -4°C ή πιο κάτω μπορεί να βλάψει ή να σκοτώσει τα νέα δέντρα ή ακόμα και τους βλαστούς, τα λουλούδια και τα νέα φρούτα στα ώριμα δέντρα. Ένας δριμύς παγετός μπορεί να σκοτώσει τα ενήλικα δέντρα όπως έχει συμβεί αρκετές φορές στην περιοχή της Μεσογείου (το 1956 και το 1985). Γενικά, τα δέντρα της χαρουπιάς δεν πρέπει να φυτεύονται σε υψόμετρο μεγαλύτερο από 500 μ ή σε περιοχές όπου ο κίνδυνος παγετού είναι υψηλός.

Τα δέντρα της χαρουπιάς μπορούν να προσαρμοστούν σε ένα ευρύ φάσμα εδαφολογικών τύπων από φτωχά αμμώδη χώματα και δύσκολες βουνοπλαγιές σε βαριά χώματα, αλλά δεν μπορούν να αντέξουν το πλημμύρισμα αν και το σύστημα της ρίζας είναι συνήθως βαθύ. Σε περιοχές με ρηχά βραχώδη χώματα, το μέγεθος και η παραγωγικότητα των δέντρων μειώνονται. Τα καλύτερα χώματα είναι τα καλά αποστραγγιζόμενα αμμώδη παχιά χώματα, αλλά και τα ασβεστούχα χώματα με υψηλή περιεκτικότητα σε ασβέστη είναι επίσης κατάλληλα. Το δέντρο της χαρουπιάς εμφανίζει επίσης καλή ανοχή στην αλατότητα.

Το δέντρο της χαρουπιάς, ως ξηρόφυτο, μπορεί να επιζήσει στα ξηρά κλίματα χωρίς άρδευση και προσαρμόζεται καλά στο ξηρό περιβάλλον με ετήσιες μέσες βροχοπτώσεις μεταξύ 250 και 500 χιλ. Αν και είναι ανθεκτικά στην ξηρασία, τα δέντρα της χαρουπιάς δεν δίνουν εμπορικές συγκομιδές αν δεν λάβουν βροχοπτώσεις τουλάχιστον 500-550 χιλ. ετησίως, τα 350 χιλ. των ετήσιων βροχοπτώσεων θεωρούνται αρκετά για την ωρίμανση των φρούτων. Τα ώριμα δέντρα απαιτούν σπάνιο αλλά βαθύ πότισμα. Αυτό σημαίνει 100 - 200L ανά δέντρο μια φορά κάθε 7-14 ημέρες από το τέλος του Οκτωβρίου στο τέλος του Φεβρουαρίου. Ο εδαφολογικός τύπος, η ποιότητα νερού, η θερμότητα, η βροχή και ο αέρας θα καθορίσουν την πραγματική συχνότητα και τις ημέρες ποτίσματος.

Η Κρήτη, η οποία ανήκει γεωγραφικά στην Μεσογειακή ζώνη, συγκεντρώνει όλες τις παραπάνω απαιτήσεις κλιματολογικές, εδαφολογικές, ύδατος και καλλιεργητικές του δέντρου της χαρουπιάς, και γι' αυτό υπάρχει μεγάλη παραγωγή χαρουπιού στην περιοχή αυτή. Έτσι στην εργασία αυτή χρησιμοποιήθηκε το χαρούπι του οποίου η ψίχα, πλούσια σε σάκχαρα, είναι κατάλληλη για την παραγωγή αιθανόλης και την χρησιμοποίηση της ως καύσιμο.

Κεφάλαιο 4

Παραγωγή αιθανόλης από χαρούπι

4.1 Παραγωγή βιοαιθανόλης από χαρούπι στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας

Στην πειραματική διαδικασία που περιγράφεται στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται ενζυμική Παρασκευή αιθανόλης με πρώτη ύλη την ψίχα από χαρούπι, μετά από εκχύλιση των σακχάρων σε νερό. Παρόμοια πειράματα έχουν πραγματοποιηθεί και στα πλαίσια του προγράμματος ALTENER [16].

4.1.1 Πρώτη ύλη

Ως πρώτη ύλη για την διεξαγωγή του πειραματικού μέρους της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκε η ψίχα από το χαρούπι της οποίας η σύσταση είναι πλούσια σε σάκχαρα. Η παραλαβή της πρώτης ύλης έγινε από την βιοτεχνία του Γιαννούλη στο Δήμο Φρε στις εγκαταστάσεις της οποίας γίνεται η επεξεργασία του χαρουπιού. Προσκομίζεται ο καρπός μετά τη συλλογή του όπου στη συνέχεια αλέθεται και διαχωρίζεται η ψίχα από το σπόρο. Οι συνθήκες φύλαξης του χαρουπιού ήταν μη επαρκής, βρισκόταν σε σημείο με υγρασία, στο δάπεδο ενός στάβλου.

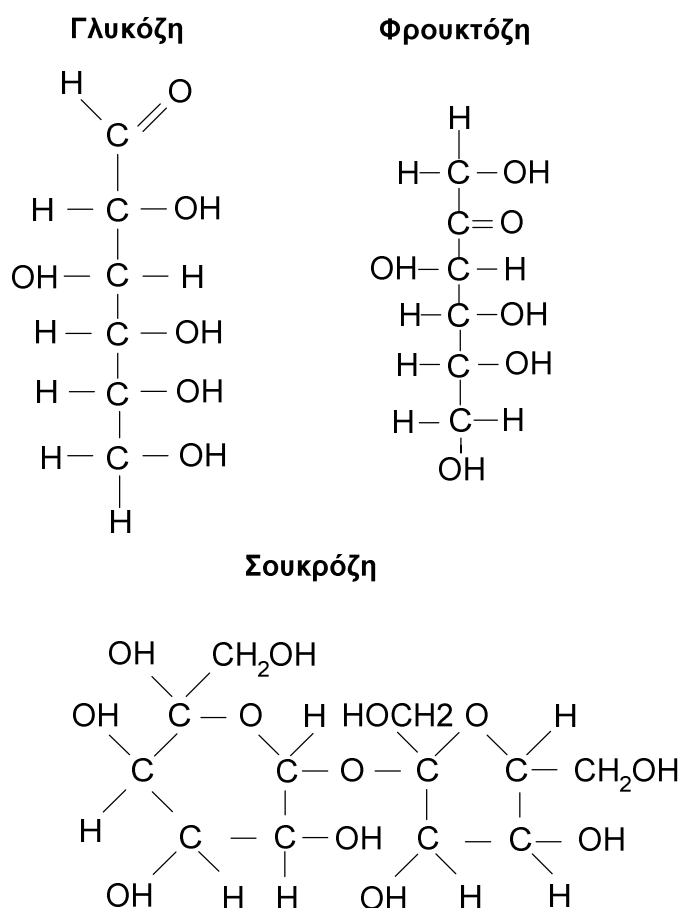
4.1.2 Εκχύλιση των υδατανθράκων φρουκτόζη, γλυκόζη και σουκρόζη

Χρησιμοποιήσαμε τη φυσική μέθοδο διαχωρισμού της εκχύλισης με την οποία γίνεται κατεργασία του μίγματος των ουσιών με κατάλληλο διαλύτη ο οποίος διαλύει το κύριο προϊόν. Τα συστατικά του μίγματος έχουν διαφορετική διαλυτότητα στον διαλύτη. Μετά την κατεργασία του μίγματος με τον διαλύτη δημιουργούνται δυο στοιβάδες οι οποίες διαχωρίζονται εύκολα.

Αναμιγνύεται η ψίχα του χαρουπιού με νερό σε μια φιάλη η οποία υποβάλλεται σε συνεχή ανάδευση και γίνεται κατεργασία των ουσιών του μίγματος με εκχυλιστικό μέσο το νερό το οποίο διαχωρίζει τα σάκχαρα.

Στα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας η ψίχα αρχικά αναμιγνύεται με απιονισμένο νερό με συνεχή ανάδευση είτε με θερμότητα, με θερμοκρασία στους 65 °C είτε σε θερμοκρασία δωματίου. Οι ποσότητες που χρησιμοποιούνται είναι 5, 10, 20, και 30 g ψίχας χαρουπιού. Με την διαδικασία αυτή εκχυλίζονται τα σάκχαρα φρουκτόζη, γλυκόζη και σουκρόζη (Σχήμα 13) (βλέπε πειραματικό μέρος).

Συντακτικοί τύποι σακχάρων



Σχήμα 13: Συντακτικοί τύποι των μορίων της γλυκόζης, φρουκτόζης και σουκρόζης

4.1.3 Ζύμωση των σακχάρων για την παραγωγή αιθανόλης και διοξειδίου του άνθρακα

Με την αλκοολική ζύμωση τα απλά σάκχαρα όπως η γλυκόζη και η φρουκτόζη μετατρέπονται σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα με τη βοήθεια της ζυμάσης η οποία εκκρίνεται από τους ζυμομύκητες. Ενώ σύνθετα σάκχαρα, όπως η σουκρόζη δεν ζυμώνονται απευθείας, διασπώνται πρώτα από τη μαγιά σε απλά σάκχαρα με υδρόλυση.

Στα πλαίσια της πτυχιακής εργασίας διεξάχθηκαν πειράματα ζύμωσης των σακχάρων της φρουκτόζης, της γλυκόζης και της σουκρόζης υπό δύο συνθήκες:

- ↳ Ταυτόχρονη εκχύλιση και ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL απιονισμένο νερό προσθέτοντας είτε 5g μαγιάς αρτοποιείου είτε 1 ή 3g ζυμομύκητες
- ↳ με εκχύλιση για 1 ώρα 140g χαρουπιού σε 500mL απιονισμένο νερό στη συνέχεια διήθηση του υδατικού διαλύματος και έπειτα χρήση του διηθήματος με προσθήκη μαγιάς ή ζυμομυκήτων για ζύμωση σε θερμοκρασία δωματίου.

Όλα τα πειράματα ζύμωσης πραγματοποιήθηκαν με συνεχή ανάδευση του μίγματος μέσα σε φιάλη χρησιμοποιώντας τους μαγνητικούς αναδευτήρες Falc και Velp και τοποθετώντας μέσα στις φιάλες ράβδους ανάδευσης.

Η ζύμωση πραγματοποιείται σε θερμοκρασία δωματίου γιατί η θερμοκρασία επηρεάζει την δράση των ενζύμων. Οι υψηλές θερμοκρασίες καταστρέφουν τα ένζυμα ενώ οι χαμηλές αναστέλλουν την αποτελεσματικότητά τους. Οι ζυμομύκητες που χρησιμοποιήσαμε είναι ανεκτικοί μέχρι και τη θερμοκρασία των 30 °C. Οι θερμοκρασίες ανάμεσα στους 20 με 25 °C είναι οι βέλτιστες και σε αυτές τις θερμοκρασίες διεξήχθησαν όλα τα πειράματα ζύμωσης.

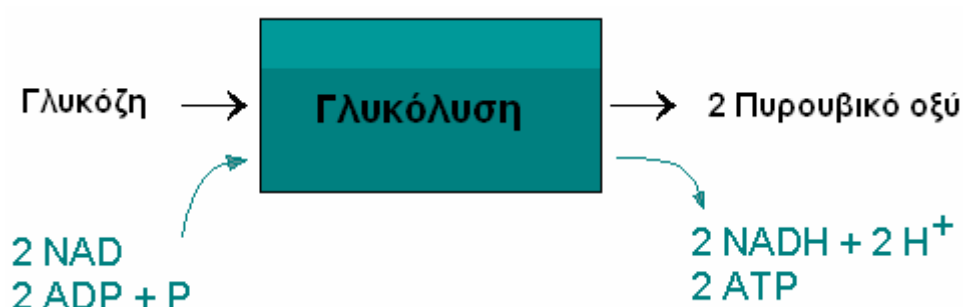
Η ζύμωση είναι μια μικροβιακή διαδικασία η οποία γίνεται σε αναεροβικές συνθήκες, δηλαδή απουσία του οξυγόνου, έτσι στα πειράματα χρησιμοποιήθηκε πώμα ώστε να σφραγιστεί το δοχείο για να αποφευχθεί η είσοδος του οξυγόνου. Επίσης, η ζύμωση είναι εξωθερμική δηλαδή απελευθερώνει θερμότητα.

Οι ζυμομύκητες ή η μαγιά ως καταλύτες: επιταχύνουν το ρυθμό της χημικής αντίδρασης σε ορισμένη θερμοκρασία χωρίς όμως να μεταμορφώνονται ή να δαπανώνται από την αντίδραση. Έρχονται σε επαφή με τα σάκχαρα της ψίχας, πολλαπλασιάζονται και επιτελούν την ζύμωση. Η ζύμωση διαρκεί ανάλογα με την

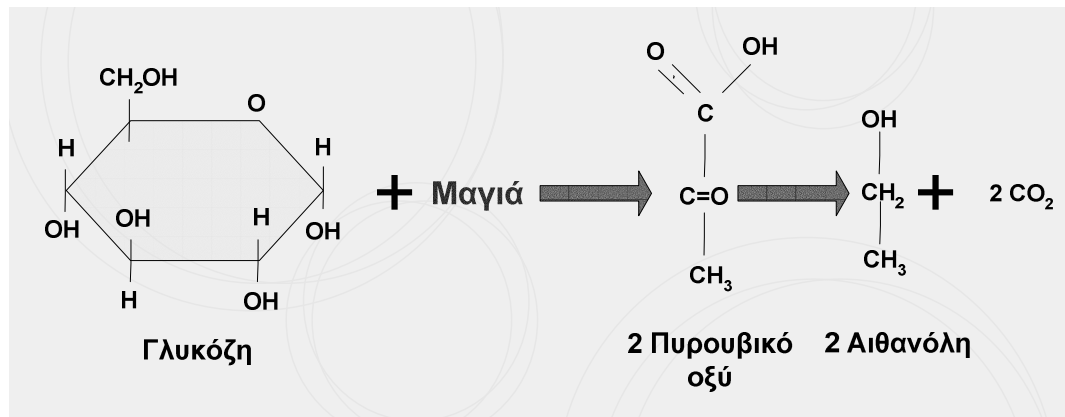
συγκέντρωση των σακχάρων και την θερμοκρασία στην οποία πολλαπλασιάζονται και δρουν τα ένζυμα.

Ένα μέρος των σακχάρων χρησιμοποιείται για τον ενδογενή μεταβολισμό και το πολλαπλασιασμό των ζυμών και ένα άλλο μετατρέπεται σε αιθανόλη. Η γλυκόζη είναι το πιο εύκολα μεταβολίσιμο σάκχαρο.

Κατά την αλκοολική ζύμωση μέχρι να παραχθεί το κύριο προϊόν που είναι η αιθανόλη συμβαίνουν πολλές σύνθετες χημικές αντιδράσεις. Με την διαδικασία της γλυκόλυσης διασπάται η γλυκόζη σε πυρροβικό οξύ και ελευθερώνεται ενέργεια από την ουσία σε μορφή ATP (δίνει ενέργεια στις αντιδράσεις).



Η γλυκόζη με την προσθήκη μαγιάς μετατρέπεται σε πυρροβικό οξύ το οποίο στη συνέχεια μπορεί να μετατραπεί σε αιθανόλη και διοξείδιο του άνθρακα το οποίο δημιουργεί φυσαλίδες μέσα στο υγρό και διαλύεται στον αέρα (Σχήμα 14). Το CO₂ που παράγεται διαφεύγει γι' αυτό φαίνεται πως βράζει το δείγμα και με την απελευθέρωση του CO₂ το χαρούπι διαθερμαίνεται και προκαλείται η ζύμωση. Η αιθανόλη παραμένει στο αλκοολούχο υγρό και η μαγιά πεθαίνει όταν η αιθανόλη υπερβεί το όριο ανοχής τους, αφού οι ζυμομύκητες και η μαγιά μπορούν να ανεχτούν μόνο συγκεκριμένες συγκεντρώσεις αλκοόλης. Μόλις η συγκέντρωση φτάσει πέρα από το 12% οι ζυμομύκητες ή η μαγιά πεθαίνουν και η ζύμωση σταματά.

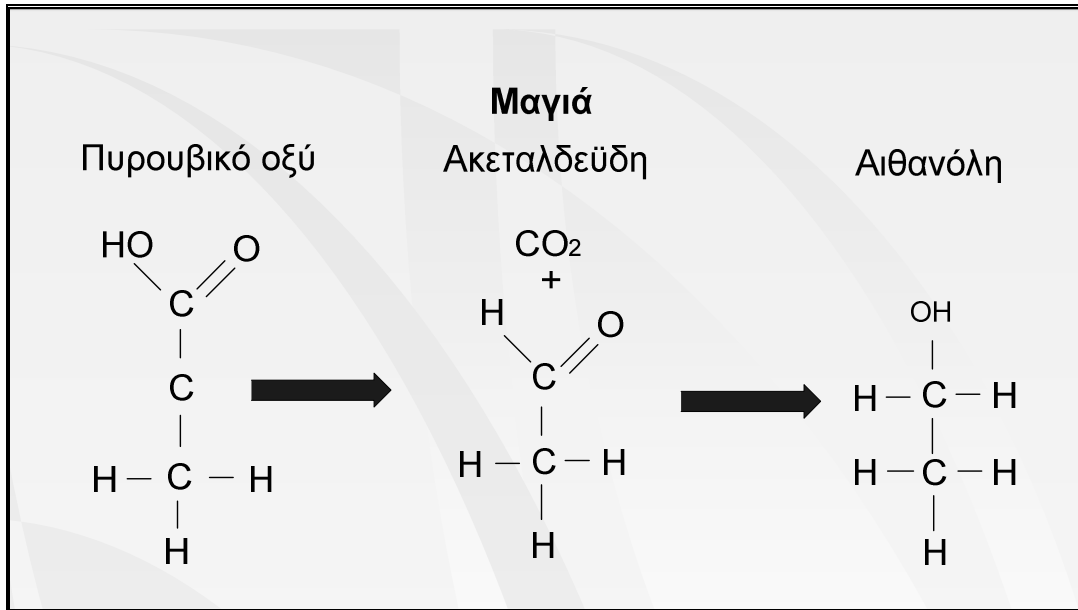


Σχήμα 14: Μετατροπή γλυκόζης σε αιθανόλη με την δράση μαγιάς

4.1.4 Πυρουβικό οξύ σε αιθανόλη

Όπως αναφέραμε η γλυκόζη μετατρέπεται σε πυρουβικό οξύ και αυτό με τη σειρά του μετατρέπεται σε ακεταλδεΐδη και στη συνέχεια σε αιθανόλη σε αναερόβιες συνθήκες (Σχήμα 15).

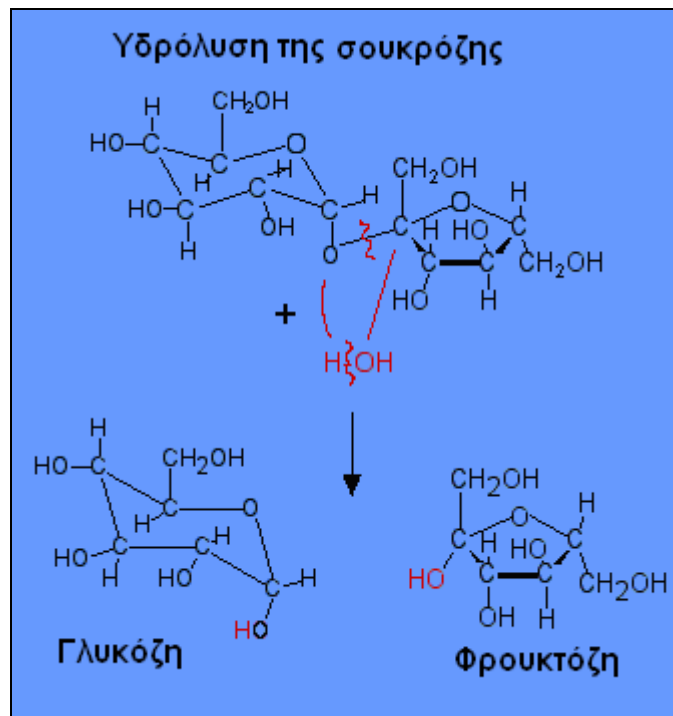
Η μαγιά μετατρέπει το πυρουβικό οξύ (ελευθερώνοντας το διοξείδιο του άνθρακα) σε ακεταλδεΐδη και στη συνέχεια χρησιμοποιεί την ακεταλδεΐδη σαν οξειδωτικό μέσο για να πάρει το υδρογόνο από το NADH (μεταφέρει ενέργεια φέροντας ένα υδρογόνο υψηλής ενέργειας), δίνει τα υδρογόνα στην ομάδα καρβονυλίων αλδεΐδης για να γίνει η αλκοόλη, και ελευθερώνει το οξειδωμένο NAD⁺ ώστε να συνεχίσει τις αντιδράσεις που χρειάζονται όπως η γλυκόλυση ή ο διαχωρισμός της γλυκόζης. Η μετατροπή της αλδεΐδης σε αιθανόλη είναι μια αντίδραση αναγωγής που πραγματοποιείται με την απουσία οξυγόνου [17].



Σχήμα 15: Μετατροπή πυρουβικού οξέος σε αιθανόλη με την δράση μαγιάς

4.1.5 Υδρόλυση της σουκρόζης

Η σουκρόζη ως δισακχαρίτης δεν ζυμώνεται απευθείας αλλά υδρολύεται πρώτα σε απλά σάκχαρα σχηματίζοντας ένα μίγμα 1:1 γλυκόζης και φρουκτόζης (Σχήμα 16). Κατά την υδρόλυση της ένα μόριο νερού βοηθά να σπάσει ο δεσμός όπως φαίνεται στο Σχ. 16. και το υδρογόνο από το νερό προστίθεται στο οξυγόνο της γλυκόζης, ενώ στη συνέχεια το -OH προστίθεται στον άνθρακα της φρουκτόζης [18], [19].



Σχήμα 16: Η υδρόλυση της σουκρόζης

4.2 Υγρή Χρωματογραφία Υψηλής Απόδοσης (HPLC: High Performance Liquid Chromatography)

Η υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης είναι μια διαχωριστική τεχνική στην οποία ο διαχωρισμός γίνεται σε ένα σύστημα το οποίο έχει δύο φάσεις: την στατική φάση (υλικό πλήρωσης της στήλης) και την κινητή φάση (διαλύτης έκλουσης). Το υλικό πλήρωσης της στατικής φάσης που χρησιμοποιήθηκε είναι το αμινοτροποποιημένο silica gel ενώ ο διαλύτης της κινητής φάσης είναι μίγμα ακετονιτρίλιου και νερού σε αναλογία 80:20 κατ' όγκο [20].

Ο διαλύτης πρέπει να πληρεί ορισμένες προϋποθέσεις για την επιλογή του στην υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης όπως:

- ↗ Να είναι ειδικής καθαρότητας και ειδικός για χρωματογραφία
- ↗ Να έχει χαμηλό ιξώδες (το ακετονιτρίλιο έχει μικρό ιξώδες)
- ↗ Να μην είναι πτητικός
- ↗ Να μην καταστρέφει το δείγμα
- ↗ Να είναι σχετικά φθηνός, αν και το ακετονιτρίλιο είναι ακριβότερο από την μεθανόλη
- ↗ Να μην αποσυντίθεται εύκολα.

Η έκλυση (διεργασία διέλευσης της κινητής φάσης από τη χρωματογραφική στήλη) των αναλυόμενων σακχάρων (φρουκτόζη, γλυκόζη, σουκρόζη) είναι ισοκρατική όπου διατηρείται σταθερή η πίεση και η σύσταση της κινητής φάσης (διαλύτης) σε όλη τη διάρκεια της ανάλυσης των δειγμάτων μας. Η ισοκρατική έκλυση επιτρέπει τη γρήγορη ανάλυση μεγάλου αριθμού δειγμάτων, έχει χαμηλότερο κόστος και παρέχει σταθερότερη γραμμή βάσης σε σχέση με την βαθμωτή έκλυση όπου μεταβάλλεται η σύσταση της κινητής φάσης. Το κυριότερο μειονέκτημα της ισοκρατικής έκλυσης είναι ότι δεν εξασφαλίζει τον διαχωρισμό ενώσεων με παρόμοιες ιδιότητες και παρόμοια δομή [21].

Ο διαχωρισμός των σακχάρων βασίζεται στο διαφορετικό βαθμό προσρόφησης στη στατική φάση. Οι κυριότερες αλληλεπιδράσεις που λαμβάνουν χώρα είναι ηλεκτροστατικής φύσης. Η χρωματογραφία προσρόφησης βρίσκει εφαρμογή στο διαχωρισμό ουσιών με παρόμοια δομή, αλλά διαφορετική πολικότητα και διακρίνεται στην χρωματογραφία κανονικής φάσης και αντίστροφης φάσης [21].

Στα δείγματα μας χρησιμοποιήθηκε η χρωματογραφία κανονικής φάσης όπου η στατική φάση είναι πολικότερη από την κινητή, η οποία αποτελείται από μη πολικούς διαλύτες. Πρώτα βγαίνουν τα άπολα και μετά τα πολικά μόρια από τη στήλη έτσι η σειρά έκλυσης είναι φρουκτόζη, γλυκόζη, σουκρόζη.

Οι ενώσεις που έχουν χαμηλή συγγένεια με την στατική φάση και/ ή υψηλή διαλυτότητα στον διαλύτη της κινητής φάσης εξέρχονται από τη στήλη γρήγορα. Ενώ οι ενώσεις που αλληλεπιδρούν με τη στήλη και/ ή έχουν χαμηλή διαλυτότητα στον διαλύτη της κινητής φάσης κινούνται πιο αργά. Η ανάπτυξη ενός διαχωρισμού με υγρή χρωματογραφία απαιτεί την εύρεση ενός συνδυασμού μιας στατικής και μιας κινητής φάσης ο οποίος θα παρέχει την κατάλληλη ισορροπία συγγένειας και διαλυτότητας έτσι ώστε οι ενώσεις να κινούνται με διαφορετική ταχύτητα.

Ο διαχωρισμός είναι πολύπλοκος γιατί οι κορυφές όχι μόνο χωρίζονται αλλά διευρύνονται καθώς περνούν από τη στήλη. Αυτό είναι αρνητικό γιατί υπερβολικά πλατιές κορυφές μπορεί ακόμα και να επικαλύπτονται παρότι τα κέντρα των κορυφών είναι διαχωρισμένα.

Η διεύρυνση των κορυφών μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με την προσεκτική επιλογή του μεγέθους των μορίων του υλικού πλήρωσης της στατικής φάσης και με μεγάλη προσοχή στον τρόπο με τον οποίο η στήλη πακετάρεται.

Η πρακτική της χρωματογραφίας αποτελείται από τον έλεγχο αυτών των δύο πτυχών της διαδικασίας διαχωρισμού:

- **διαφορική μετανάστευση** (μετακίνηση διαφορετικών ενώσεων με διαφορετικές ταχύτητες)
- **διεύρυνση κορυφών** (κρατώντας τις κορυφές όσο το δυνατόν λιγότερο διευρυμένες κατά τη διάρκεια του διαχωρισμού).

Στην HPLC το δείγμα εισάγεται στην κορυφή της στήλης και με τη βοήθεια της κινητής φάσης τα συστατικά του μετακινούνται με τη μορφή ζωνών και τελικά εκκλύονται το ένα μετά το άλλο. Οι αναλυόμενες ουσίες κατανέμονται μεταξύ της στατικής και της κινητής φάσης με αποτέλεσμα να μετακινούνται με διαφορετικές ταχύτητες κατά μήκος της στήλης. Η διεργασία του χρωματογραφικού διαχωρισμού αρχίζει με την εισαγωγή του δείγματος στη στήλη με τη βοήθεια ειδικής βαλβίδας. Κάθε ένα από τα συστατικά του δείγματος εκκλύεται και εμφανίζεται ως κορυφή στο σύστημα καταγραφής [21].

Ο διαλύτης ρέει μέσω της βαρύτητας στην στήλη. Η βαρύτητα όμως από μόνη της δεν είναι αρκετή για να κάνει το υγρό να κινηθεί με μια λογική ταχύτητα μέσω της στήλης με τα πολύ μικρά μόρια του υλικού πληρώσεως, έτσι χρησιμοποιείται μια αντλία σταθερής-ροής, η οποία αντλεί τον διαλύτη από το δοχείο του και τον διαβιβάζει στη στήλη με μεγάλη πίεση [21].

Είναι συχνά απαραίτητο να αφαιρεθεί ο διαλυμένος αέρας από την κινητή φάση προτού να περάσει η κινητή φάση στην αντλία. Αυτή η διαδικασία καλείται απαέρωση της κινητής φάσης. Ο λόγος για την απαέρωση της κινητής φάσης είναι ότι ο διαλυμένος αέρας τείνει να απελευθερωθεί μέσα στο σύστημα της HPLC. Αυτό καθιστά τη λειτουργία πολλών στηλών HPLC αναξιόπιστη, οδηγώντας σε διακυμάνσεις στο ποσοστό ροής. Οι φυσαλίδες μπορούν επίσης να παγιδευτούν στην κυψελίδα ροής του ανιχνευτή, προκαλώντας θόρυβο στην ανίχνευση και αστάθεια στη βασική γραμμή. Η απαέρωση γίνεται συνήθως με διαβίβαση ηλίου, το οποίο έχει την δυνατότητα να απομακρύνει το διαλυμένο οξυγόνο και άζωτο από τον διαλύτη χωρίς να διαλύεται το ίδιο και να δημιουργεί φυσαλίδες στο σύστημα.

Οι αντλίες που χρησιμοποιούνται στην υγρή χρωματογραφία είναι υψηλής πίεσης. Ο ρόλος τους είναι η άντληση της κινητής φάσης από το δοχείο της και η διαβίβαση της κάτω από μεγάλη πίεση στη στήλη. Οι αντλίες πρέπει να είναι ικανές να λαμβάνουν ακριβή όγκο διαλύτη με επαναλήψιμα σταθερή ταχύτητα ροής και πίεση.

Η μονάδα εισαγωγής του δείγματος σε ένα σύστημα υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης παρεμβάλλεται μεταξύ της αντλίας και της χρωματογραφικής στήλης. Στον συγκεκριμένο χρωματογράφο η εισαγωγή του δείγματος γίνεται με ειδική βαλβίδα εισαγωγής του δείγματος η οποία χαρακτηρίζεται ως διάταξη εισαγωγής δείγματος υψηλής πίεσης.

Αρχικά γίνεται μια διαδικασία για τον καθαρισμό του οργάνου από όλες τις υπόλοιπες αναλύσεις δειγμάτων καθώς και από ανεπιθύμητες ουσίες ώστε να έχουμε μια επιθυμητή γραμμή βάσης και επίσης γίνεται βαθμονόμηση. Στη συνέχεια καθαρίζουμε τη σύριγγα με απεσταγμένο νερό και έπειτα την ξεπλένουμε με το δείγμα μας. Η βαλβίδα εισαγωγής του δείγματος αποτελείται από τον βρόγχο στον οποίο και εισάγουμε το δείγμα μας με μορφή ένεσης μέσω μιας σύριγγας που περιέχει 20 μL από το δείγμα μας για να ξεπλυθεί ο θάλαμος. Γεμίζουμε ξανά τη σύριγγα με το δείγμα μας και την εισάγουμε στον βρόγχο αφήνοντας όμως τώρα τη σύριγγα πάνω και περιστρέφουμε την βαλβίδα οδηγώντας το δείγμα με τη βοήθεια της κινητής φάσης στη στήλη. Ο όγκος του δείγματος που εισάγεται είναι ακριβής και επαναλήψιμος συμβάλλοντας έτσι στη ποιότητα του χρωματογραφικού διαχωρισμού.

Η αναλυτική στήλη που χρησιμοποιείται πρέπει να είναι υψηλής πιστότητας για να δίνει ακριβή και επαναλήψιμα αποτελέσματα. Αποτελείται από τον εξωτερικό κύλινδρο και από το υλικό πλήρωσης (στατική φάση) το οποίο βρίσκεται στο εσωτερικό του κυλίνδρου.

Το υλικό πλήρωσης που χρησιμοποιήθηκε σ' αυτή την εργασία είναι η αμινοτροποποιημένη πήκτη διοξειδίου του πυριτίου (silica gel) το οποίο έχει χαμηλό κόστος και δεν καταστρέφεται εύκολα.

Ο ανιχνευτής για την υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης είναι το σύστημα το οποίο ανιχνεύει τα εκλούόμενα μόρια και στέλνει ένα σήμα ανάλογο με τη συγκέντρωσή τους στον καταγραφέα. Τοποθετείται αμέσως μετά την στατική φάση για να ανιχνεύσει τα συστατικά όπως αυτά εξέρχονται από την στήλη. Για τα δείγματα μας χρησιμοποιήθηκε ανιχνευτής δείκτη διάθλασης [23].

Οι ανιχνευτές **δείκτη διάθλασης (RI)** μετρούν την ικανότητα των μορίων των δειγμάτων να διαθλούν το φως. Για τους περισσότερους ανιχνευτές δείκτη διάθλασης, το φως πηγαίνει από μια κυψελίδα σε έναν φωτοανιχνευτή. Η αρχή λειτουργίας του ανιχνευτή δείκτη διάθλασης στηρίζεται στη μέτρηση της μεταβολής του δείκτη διάθλασης του εκλουστικού που εξέρχεται από τη στήλη και περνά μέσα

από την κυψελίδα συνεχούς ροής. Η ευαισθησία της ανίχνευσης εξαρτάται από τη διαφορά στο δείκτη διάθλασης που μπορεί να επιτευχθεί ανάμεσα στην κινητή φάση και στο δείγμα. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σε ισοκρατικά συστήματα έκλουσης.

Η λειτουργία τους στηρίζεται στη χρήση συστήματος δύο διαδρομών, όπου η πλευρά που περιέχει το δείγμα συγκρίνεται συνεχώς με την πλευρά αναφοράς η οποία δεν περιέχει το δείγμα. Η παρουσία δείγματος στην κυψελίδα έχει ως αποτέλεσμα τη διάθλαση του φωτός σε διαφορετική γωνία. Η εκτροπή της οπτικής δέσμης από την φωτοαντίσταση (είναι ένας αισθητήρας του οποίου η αντίσταση ποικίλλει με την ένταση του φωτός και μάλιστα όταν η ένταση του φωτός αυξάνεται, μειώνεται η αντίσταση) προκαλεί εμφάνιση ηλεκτρικού σήματος. Η διαφορά των δύο σημάτων καταγράφεται ως κορυφή. Η επιφάνεια της κορυφής στο χρωματογράφημα είναι ανάλογη με τη συγκέντρωση της ουσίας στο δείγμα.

Το σήμα του ανιχνευτή αυτού εξαρτάται από την θερμοκρασία. Έτσι με μεταβολή στην θερμοκρασία του χώρου στον οποίο βρίσκεται το όργανο επηρεάζεται η βασική γραμμή.

Ο ανιχνευτής πρέπει να έχει γρήγορο χρόνο απόκρισης στις αλλαγές της συγκέντρωσης της κινητής φάσης γιατί διαφορετικά παρατηρείται παραμόρφωση των κορυφών.

Η απόκριση του ανιχνευτή για κάθε ένα από τα συστατικά του δείγματος απεικονίζεται στην οθόνη του υπολογιστή και καταγράφεται σε χαρτί και αποτελεί το χρωματογράφημα του διαχωρισμού το οποίο είναι ένα γράφημα της απόκρισης του ανιχνευτή σε σχέση με τον χρόνο.

Κεφάλαιο 5

Πειραματικό Μέρος

5.1 Γενικά

Η **πρώτη ύλη** που χρησιμοποιήθηκε στα πειράματα είναι η ψίχα χαρουπιού την οποία προμηθευτήκαμε από τον χαρουπόμυλο του κυρίου Γιαννούλη στην περιοχή του Δήμου Φρε. Στην βιοτεχνία αυτή γίνεται ο διαχωρισμός της ψίχας από τον σπόρο. Οι συνθήκες φύλαξης δεν ήταν κατάλληλες, φυλασσόταν στο δάπεδο ενός στάβλου με υγρασία. Το δείγμα της ψίχας που παραλήφθηκε για τις ανάγκες αυτής της εργασίας, τοποθετήθηκε σε αδιαφανή πλαστική σακούλα και αποθηκεύτηκε στο εργαστήριο περιβαλλοντικής χημείας και χημικών διεργασιών του τμήματος Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος του Τ.Ε.Ι Κρήτης σε θερμοκρασία περιβάλλοντος.

- ☞ Για την ανάλυση όλων των δειγμάτων της εκχύλισης και της ζύμωσης χρησιμοποιήθηκε σύστημα υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης που βρίσκεται στο Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (Μ.Α.Ι.Χ.).
- ☞ Πριν την εισαγωγή των δειγμάτων στο σύστημα υγρής χρωματογραφίας έγινε προκατεργασία τους με διήθηση έτσι ώστε να μην υπάρξει κίνδυνος μπλοκαρίσματος της αναλυτικής στήλης ή προσρόφηση ανεπιθύμητων ουσιών που θα παρεμποδίσουν τον προσδιορισμό των προς ανάλυση σακχάρων (φρουκτόζη, γλυκόζη, σουκρόζη).

5.2 Προσδιορισμός ποσοστού υγρασίας στην ψίχα του χαρουπιού

Ξήρανση χαρουπιού για τον προσδιορισμό του ποσοστού της υγρασίας

Σκοπός του πειράματος είναι ο προσδιορισμός του % ποσοστού της υγρασίας που περιέχεται στην ψίχα του χαρουπιού.

Όργανα & Σκεύη:

- Φούρνος
- Αναλυτικός ζυγός
- Ποτήρι ζέσεως

Πρώτη Ύλη:

- Ψίχα χαρουπιού

Ρυθμίζουμε τον φούρνο στους 105°C για να ξηράνουμε το δείγμα μας. Προσδιορίζουμε τη μάζα του κενού ποτηριού και κατόπιν προσθέτουμε ποσότητα ψίχας χαρουπιού περίπου 50 – 55 g και προσδιορίζουμε τη μικτή μάζα με ακρίβεια 1 mg. Στη συνέχεια τοποθετούμε το ποτήρι ζέσεως με την ψίχα χαρουπιού στον φούρνο.

Η ξήρανση διαρκεί ένα 24ωρο. Αφού αφήσουμε το δείγμα να επανέλθει στη θερμοκρασία δωματίου, καλύπτοντας το ποτήρι ζέσεως με χαρτί, ζυγίζουμε το δείγμα μας στον αναλυτικό ζυγό.

Από τα αποτελέσματα των ζυγίσεων προκύπτουν τα δεδομένα του παρακάτω πίνακα.

	<u>1^ο πείραμα</u>	<u>2^ο πείραμα</u>	<u>3^ο πείραμα</u>
Μάζα κενού ποτηριού ζέσεως	33,3 g	33,3 g	33,3 g
Μικτή μάζα πριν την ξήρανση	51,7 g	52,9 g	55,5 g
Μικτή μάζα μετά την ξήρανση	48,9 g	50 g	52,7 g
Καθαρό βάρος ξηρής ψίχας	15,6 g	16,7 g	19,4 g
Ποσοστό υγρασίας	5,4%	5,5%	5%
Μέσος όρος υγρασίας	5,3%		

5.3 Προσδιορισμός πειραματικών συνθηκών θερμοκρασίας

Προσδιορισμός θερμοκρασίας απιονισμένου νερού στους 65 °C

Σκοπός του πειράματος ήταν ο προσδιορισμός των ενδείξεων των εστιών θέρμανσης για πραγματική θερμοκρασία 60 - 70 °C.

Όργανα & Σκεύη:

- κωνική φιάλη των 250mL
- αναδευτήρας
- ογκομετρικός κύλινδρος
- θερμόμετρο
- εστίες θέρμανσης VELP scientific και Falc

Αντιδραστήρια:

- Απιονισμένο νερό 100mL

Μετρήσαμε 100mL απιονισμένο νερό σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο. Τοποθετήσαμε τα 100mL απιονισμένο νερό σε έναν αναδευτήρα και τα θερμάναμε σε εστίες θέρμανσης (VELP scientific και Falc). Με το θερμόμετρο μετρήσαμε τη θερμοκρασία του νερού.

Αναδευτήρας	Ταχύτητα ανάδευσης (rpm)	Ένδειξη θερμοκρασίας VELP (°C)	Πραγματική θερμοκρασία (°C)
VELP	4	70	45
VELP	4	80	51,5
VELP	4	85	58,8
VELP	4	95	62
VELP	4	100	66
FALC	2,5	70	66

Παρατηρήσεις:

- Εμείς θέλουμε η θερμοκρασία του απιονισμένου νερού να κυμαίνεται από 60 – 70 °C.
- Έχοντας αυξήσει τη θερμοκρασία της εστίας θέρμανσης στους 100°C με την πάροδο του χρόνου το θερμόμετρο έδειχνε 67 °C.
- Προσέχουμε να μην ακουμπήσει το θερμόμετρο μας στη βάση της κωνικής φιάλης ώστε να μην δημιουργηθούν σφάλματα στις μετρήσεις.

5.4 Πειράματα εκχύλισης – ζύμωσης

Εκχύλιση των σακχάρων 10, 20, 50 και 100 g από την ψίχα του χαρουπιού σε θερμοκρασία 65 °C

Όργανα & σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν:

- Θερμόμετρο,
- εστία θέρμανσης VELP, FALC,

- κωνικές φιάλες των 250mL,
- ογκομετρικός κύλινδρος,
- φίλτρο χάρτου,
- χωνί,
- αναλυτικός ζυγός,
- αναδευτήρας

Αντιδραστήρια:

- χαρούπι 10, 20, 50, 100g
- απιονισμένο νερό

Ζυγίσαμε 10g, 20g, 50g και 100g χαρουπιού τα οποία είχαμε τοποθετήσει σε 2 κωνικές φιάλες, στη συνέχεια προσθέσαμε 100mL απιονισμένο νερό σε κάθε μία φιάλη και αναδεύσαμε. Τοποθετήσαμε 2 αναδευτήρες στις κωνικές φιάλες και θερμάναμε στις εστίες θέρμανσης FALC και VELP.

	Ταχύτητα ανάδευσης rpm	Ένδειξη θερμοκρασίας (°C)	Πραγματική Θερμοκρασία °C	Χρόνος
Για 10 g χαρουπιού Εστία θέρμανσης Falc	4	70 °C		09:40
	4	70 °C	48 °C	09:44
	4	70 °C	59 °C	09:49
	4	70 °C	66 °C	09:55
	4	70 °C	67 °C	09:59
	4	70 °C	69 °C	10:01
	4	70 °C	69 °C	10:05
	4	70 °C	69 °C	10:09
	4	70 °C	70 °C	11:20
	Για 20 g χαρουπιού Εστία θέρμανσης Velp	2	70 °C	42 °C
2		80 °C	45 °C	09:47
2		80 °C	52 °C	09:51
1,5		90 °C	57 °C	09:58
1,5		90 °C	61 °C	10:06
1,5		100 °C	63 °C	10:07
1,5		100 °C	65 °C	10:11
1,5		100 °C	64,8 \approx 65 °C	10:13
1,5		105 °C	67 °C	10:15
1,5		105 °C	73 °C	11:20

Αφήσαμε για 1 ώρα και 10 λεπτά τα διαλύματα στις εστίες θέρμανσης και πήραμε τις τελευταίες ενδείξεις του θερμομέτρου στις 11:20. Διηθούμε τα διαλύματα και συμπληρώνουμε με απιονισμένο νερό.

Παρατηρήσεις:

- ➔ Επιβεβαιώθηκαν οι ενδείξεις της θερμοκρασίας των εστιών για πραγματική θερμοκρασία 65 – 70 °C του προηγούμενου πειράματος.
- ➔ Το πείραμα της εκχύλισης των σακχάρων 50 και 100 g από την ψίχα χαρουπιού δεν δούλεψε γιατί η ποσότητα ήταν πολύ μεγάλη και καθιστούσε αδύνατη την εκχύλιση, την διήθηση και στη συνέχεια την λήψη δείγματος. Για το λόγο αυτό αποφασίσαμε να περιορίσουμε τις εκχυλίσεις στα επόμενα πειράματα σε μάζα 5, 10, 20 και 30 g.
- ➔ Επίσης λόγω έλλειψης δυνατότητας ελέγχου του τελικού όγκου του εκχυλίσματος λόγω εξάτμισης του νερού κατά τη διάρκεια του πειράματος αποφασίστηκε η χρήση συμπυκνωτή ατμών (ψυκτήρας) για τα επόμενα πειράματα.

Εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα του χαρουπιού με θέρμανση στους 65 °C για 1 & 3 ώρες

Σκοπός του πειράματος είναι η εκχύλιση της φρουκτόζης, της γλυκόζης και της σουκρόζης που περιέχονται στη σύσταση της ψίχας του χαρουπιού, με θέρμανση στους 65 °C για 1 και 3 ώρες, ώστε να παρατηρηθεί και να συγκριθεί η απόδοση της εκχύλισης σε διαφορετικές συνθήκες όπως ο χρόνος.

Όργανα & Σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν:

- ➔ κωνικές φιάλες των 250mL
- ➔ αναλυτικός ζυγός
- ➔ εστίες θέρμανσης Velp & Falc
- ➔ φίλτρο χαρτιού για διήθηση
- ➔ μαγνητικός αναδευτήρας
- ➔ χωνί
- ➔ ποτήρι ζέσεως
- ➔ ψυκτήρας
- ➔ πουάρ
- ➔ μαγνητική ράβδος ανάδευσης

- ➔ κωνικές φιάλες με εσμίρισμα

Αντιδραστήρια:

- ➔ χαρουπόψιχα 5, 10, 20 & 30g
- ➔ 100mL απιονισμένο νερό
- ➔ 1mL αιθανόλη

1^ο πείραμα:

Ζυγίσαμε 5g, 10g, 20g και 30g χαρουπόψιχας στον αναλυτικό ζυγό και τα τοποθετήσαμε σε κωνικές φιάλες με εσμίρισμα των 250mL προσθέτοντας 100mL απιονισμένο νερό. Συνδέσαμε τις φιάλες με το εσμίρισμα με τον ψυκτήρα ανοίγοντας την παροχή του νερού και θερμάναμε τα δείγματα μας στις εστίες θέρμανσης. Η εκχύλιση των σακχάρων από χαρουπόψιχα πραγματοποιήθηκε **για 1 ώρα και 5 λεπτά**. Μετά την εκχύλιση διηθήσαμε τα δείγματα μας.

Στη συνέχεια πήραμε 4mL από το διηθημένο δείγμα και προσθέσαμε 1mL αιθανόλη σε ένα μπουκαλάκι. Σφραγίσαμε τα δείγματα μας και τα τοποθετήσαμε στην κατάψυξη στους -18 °C.

Παρατηρήσεις:

→ Μετά τη διήθηση πήραμε 4mL από τα διηθημένα δείγματα και προσθέσαμε από 1mL αιθανόλης στο καθένα. Η προσθήκη αιθανόλης γίνεται για την αποφυγή κάθε ανεπιθύμητης μικροβιακής δραστηριότητας στο δείγμα. Η ποσότητα της αιθανόλης που προστίθεται λαμβάνεται υπόψιν στους υπολογισμούς.

2^ο πείραμα:

Ζυγίσαμε 5g, 10g, 20g, 30g χαρουπόψιχας στη ζυγαριά Bel και τα τοποθετήσαμε σε 4 κωνικές φιάλες με εσμίρισμα προσθέτοντας 100 mL απιονισμένο νερό στη κάθε κωνική φιάλη. Τοποθετήσαμε σε κάθε κωνική φιάλη μια ράβδο ανάδευσης και τις τοποθετήσαμε πάνω στις εστίες θέρμανσης **για 180 min** με θερμοκρασία 65 °C. Συνδέσαμε τις κωνικές φιάλες με τους ψυκτήρες και ανοίξαμε την παροχή του νερού και στη συνέχεια τις εστίες θέρμανσης. Μετά την εκχύλιση των δειγμάτων μας διηθήσαμε τα δείγματα παίρνοντας 4 mL διηθημένου δείγματος και προσθέτοντας 1

mL absolute ethanol σε 4 μπουκαλάκια αντίστοιχα. Τα κλείσαμε αναδεύσαμε και τα τοποθετήσαμε στην κατάψυξη.

Εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα του χαρουπιού σε θερμοκρασία δωματίου για 1 & 3 ώρες

Όργανα & Σκεύη που χρησιμοποιήθηκαν:

- κωνικές φιάλες των 250mL
- αναλυτικός ζυγός
- συσκευές ανάδευσης Velp & Falc
- φίλτρο χαρτιού
- χωνί
- μαγνητική ράβδος ανάδευσης
- θερμόμετρο
- σιφώνιο
- πουάρ
- ζυγαριά Bel
- ογκομετρικός κύλινδρος

Αντιδραστήρια:

- χαρούπι 5, 10, 20 & 30 g
- απιονισμένο νερό
- αιθανόλη

1^ο πείραμα:

Αρχικά ζυγίσαμε στον αναλυτικό ζυγό 5g, 10g, 20g και 30g χαρουπιού, τα τοποθετήσαμε σε 2 κωνικές φιάλες. Στη συνέχεια προσθέσαμε με ογκομετρική φιάλη για περισσότερη ακρίβεια 100mL H₂O στις κωνικές φιάλες. Τοποθετήσαμε τα δείγματα στους μαγνητικούς αναδευτήρες χωρίς θερμότητα, σε θερμοκρασία δωματίου. Αφήνουμε τα δείγματα **για 1:10 λεπτά** με συνεχή ανάδευση και σε θερμοκρασία δωματίου, μετά την εκχύλιση διηθούμε. Παίρνουμε 4mL από το

διηθημένο δείγμα και προσθέτουμε 1mL αιθανόλης. Τοποθετούμε το δείγμα στην κατάψυξη.

2^ο πείραμα:

Ζυγίσαμε 5g, 10g, 20g και 30g χαρουπόψιχας σε κωνικές φιάλες και προσθέσαμε από 100mL απιονισμένο νερό καθώς και την ράβδο ανάδευσης. Τοποθετήσαμε τα δείγματα μας στους μαγνητικούς αναδευτήρες χωρίς θερμότητα **για 3 ώρες**. Τοποθετήσαμε στις δύο κωνικές φιάλες αλουμινόχαρτο κατά τη διάρκεια της εκχύλισης. Στη συνέχεια διηθήσαμε και πήραμε 4mL από το διηθημένο δείγμα και προσθέσαμε 1mL αιθανόλης. Τοποθετήσαμε τα δείγματα μας σε μπουκαλάκια και στην συνέχεια στην κατάψυξη.

3^ο πείραμα:

Ζυγίσαμε στη ζυγαριά Bel 5 g, 10 g, 20 g, 30 g χαρουπόψιχας και τα τοποθετήσαμε σε 4 κωνικές φιάλες των 250 mL προσθέτοντας από 100 mL απιονισμένο νερό στην κάθε κωνική φιάλη. Τοποθετήσαμε μια ράβδο ανάδευσης σε κάθε φιάλη και έπειτα στον μαγνητικό αναδευτήρα Velp και Falc **για 3 ώρες**. Μετά την εκχύλιση σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες διηθήσαμε τα δείγματα μας και πήραμε 4 mL από το καθένα προσθέτοντας 1 mL αιθανόλη και βάλαμε τα δείγματα στην κατάψυξη.

Ταυτόχρονη εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα χαρουπιού και ζύμωση με 5 g μαγιά

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη της ταυτόχρονης εκχύλισης και ζύμωσης των σακχάρων που περιέχονται στην ψίχα του χαρουπιού με την προσθήκη μαγιάς για την παραγωγή αιθανόλης.

Συνθήκες:

140g χαρούπι σε 500mL απ. H₂O + 5g μαγιά, ζύμωση σε θερμοκρασία δωματίου
Λήψη δείγματος 1h, 3h, 6h, 10h, 24h

Ζυγίσαμε: 140,3 g χαρουπόψιχας

5,004 g μαγιά

500 mL απιονισμένο H₂O

Όργανα & σκεύη:

- γυάλινη φιάλη των 3000mL
- μαγνητικός αναδευτήρας falc
- παγίδα (trap) παρακολούθησης έκφυσης αερίου CO₂
- μαγνητική ράβδος ανάδευσης
- ζυγαριά
- πιπέτα
- πουάρ

Αντιδραστήρια:

- 140g χαρούπι
- 5g μαγιά
- 500mL απ. H₂O
- 0,1mL μεταδιθειώδες κάλιο

Πορεία παρασκευής δ/τος μεταδιθειώδους καλίου

Ζυγίσαμε 5,1g μεταδιθειώδες κάλιο σε ένα μικρό ποτήρι ζέσεως και προσθέσαμε 40mL απιονισμένο νερό, έπειτα αναδεύουμε μέχρι να διαλυθεί. Στη συνέχεια τοποθετήσαμε το διάλυμα σε ογκομετρικό κύλινδρο και συμπληρώσαμε με απιονισμένο νερό μέχρι τα 50mL. Η συγκέντρωση του τελικού δ/τος μεταδιθειώδους καλίου είναι 10% (w/v).

Το μεταδιθειώδες κάλιο στην αγορά είναι γνωστό ως μεταμπισουλφίτ και μετά την παρασκευή του αδειάζεται σε ένα μπουκάλι το οποίο σφραγίζουμε και στη συνέχεια το φυλάσσουμε στο ψυγείο.

Το μεταδιθειώδες κάλιο προστίθεται σε μικρή ποσότητα στα δείγματα μας πριν τα τοποθετήσουμε στην κατάψυξη για να παρεμποδίσει την δημιουργία ανεπιθύμητων ζυμώσεων όπως π.χ. τη μετατροπή της αιθανόλης σε οξικό οξύ.

Πορεία ζύμωσης

Βάζουμε στη γυάλινη φιάλη των 3000mL τα 140,3g χαρουπόψιχας, τα 5g μαγιά και τα 500mL απιονισμένο νερό. Κλείνουμε την φιάλη καλά με το πώμα και με ένα σωληνάκι την συνδέουμε με την παγίδα (trap). Αφού έχουμε τοποθετήσει την ράβδο

ανάδευσης μέσα στο δείγμα μας, τοποθετούμε τη φιάλη στον μαγνητικό αναδευτήρα falc με ανάδευση 4rpm, χωρίς θερμότητα. Για τον προσδιορισμό των σακχάρων παίρνουμε 1,5mL από το δείγμα μετά από συγκεκριμένο χρόνο και προσθέτουμε 0,1 mL μεταδιθειώδες κάλιο, αναδεύουμε και τοποθετούμε το δείγμα στην κατάψυξη στους -20 °C. Η έναρξη του πειράματος έγινε στις 10:25 με θερμοκρασία δωματίου τους 20 °C.

<u>Αριθμός δειγμάτων</u>	<u>Χρόνος εκχύλισης/ ζύμωσης</u>	<u>Θερμοκρασία δωματίου</u>
Δείγμα 1	1 ώρα	21,5 °C
Δείγμα 2	3 ώρες	22 °C
Δείγμα 3	6 ώρες	21 °C
Δείγμα 4	9 ώρες	20 °C
Δείγμα 5	25 ώρες & 20 λεπτά	19 °C

Ταυτόχρονη εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα χαρουπιού και ζύμωση με 1 g ζυμομύκητες

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη της ταυτόχρονης εκχύλισης και ζύμωσης των σακχάρων, της φρουκτόζης, της γλυκόζης και της σουκρόζης, που περιέχονται στην ψίχα του χαρουπιού με την προσθήκη ζυμομυκήτων για την παραγωγή αιθανόλης.

Συνθήκες:

140g χαρούπι σε 500mL απ.Η₂O + 1g ζυμομύκητες

ζύμωση σε θερμοκρασία δωματίου

Λήψη δείγματος 1h, 3h, 6h, 10h, 24h

Ζυγίσαμε: 140.261g χαρούπι

1g ζυμομύκητες

500mL απιονισμένο νερό

Όργανα & Σκεύη:

- γυάλινη φιάλη των 3000mL
- παγίδα (trap)
- ζυγαριά
- μαγνητικός αναδευτήρας falc
- μαγνητική ράβδος ανάδευσης (stirring bar)
- ογκομετρικός κύλινδρος
- πουάρ
- πιπέτα

Αντιδραστήρια:

- 140g χαρούπι
- 1g ζυμομύκητες
- 500mL απ. H₂O
- 0,1mL μεταδιθειώδες κάλιο

Ζυγίσαμε 140,3g χαρούπι, 1g ζυμομύκητες, 500mL H₂O τα τοποθετήσαμε μαζί με την ράβδο ανάδευσης στη γυάλινη φιάλη τη σφραγίσαμε με το πώμα και τη βάλουμε να αναδεύεται στον μαγνητικό αναδευτήρα falc χωρίς θερμότητα με ανάδευση. Ώρα έναρξης πειράματος στις 10:25.

<u>Αριθμός Δείγματος</u>	<u>Χρόνος εκχύλισης/ ζύμωσης</u>	<u>Θερμοκρασία Δωματίου</u>
6 ^ο δείγμα	1 ώρα	21 °C
7 ^ο δείγμα	3 ώρες	21 °C
8 ^ο δείγμα	6 ώρες	21 °C
9 ^ο δείγμα	23 ώρες & 15 λεπτά	21 °C
10 ^ο δείγμα	30 ώρες & 34 λεπτά	21 °C
11 ^ο δείγμα	≈48 ώρες	21 °C

↳ Δείγματα: παίρνουμε 1,5mL δείγματος και προσθέτουμε 0,1mL μεταδιθειώδες κάλιο τα τοποθετούμε στο μπουκαλάκι και αναδεύουμε. Τοποθετούμε το δείγμα μας στην κατάψυξη.

Ταυτόχρονη εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα χαρουπιού και ζύμωση με 3 g ζυμομύκητες

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη της ταυτόχρονης εκχύλισης και ζύμωσης των σακχάρων που περιέχονται στη ψίχα του χαρουπιού, αυξάνοντας την ποσότητα των ζυμομυκήτων που προστέθηκαν σε σχέση με προηγούμενο πείραμα, για την παραγωγή αιθανόλης

Συνθήκες:

140 g χαρουπιού σε 500mL απιονισμένο νερό + 3 g ζυμομύκητες, Ζύμωση σε θερμοκρασία δωματίου

Όργανα & Σκεύη:

- γυάλινη φιάλη των 3000mL
- παγίδα (trap)
- ζυγαριά Bel

- μαγνητικός αναδευτήρας Velp
- μαγνητική ράβδος ανάδευσης (stirring bar)
- ογκομετρικός κύλινδρος
- πουάρ
- πιπέτα
- ποτήρι ζέσεως
- θερμόμετρο
- σιφώνιο

Αντιδραστήρια:

- 140,150 g χαρούπι
- 3,048 g ζυμομύκητες
- 500mL απ. H₂O

Ζυγίσαμε 140,2g χαρούπι, και 3g ζυμομύκητες στον αναλυτικό ζυγό. Σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο μετρήσαμε 500mL απιονισμένο H₂O τα τοποθετήσαμε μαζί με την ράβδο ανάδευσης στη γυάλινη φιάλη τη σφραγίσαμε με το πώμα και τη συνδέσαμε με την παγίδα. Τοποθετήσαμε τη φιάλη στον μαγνητικό αναδευτήρα Velp.

Ώρα ανάδευσης 13:35, θερμοκρασία δωματίου 23 °C, Velp 2 rpm.

Αριθμός δείγματος	Χρόνος ζύμωσης	Θερμοκρασία δωματίου	rpm
37	2ώρες&15λεπτά	22 °C	2
38	20 ώρες	23 °C	2
39	24 ώρες	23 °C	1
40	28 ώρες	23,5 °C	1
41	45 ώρες	24 °C	1
42	51 ώρες	23,5 °C	1

Εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα χαρουπιού για 1 ώρα σε θερμοκρασία δωματίου και επακόλουθη ζύμωση με 1 g ζυμομύκητες

Σκοπός του πειράματος είναι η εκχύλιση πρώτα των σακχάρων για 1 ώρα, η διήθηση του δείγματος και στη συνέχεια η προσθήκη ζυμομυκήτων στο διήθημα για την παρατήρηση της απόδοσης σε αιθανόλη σε σχέση με τα πειράματα ταυτόχρονης εκχύλισης και ζύμωσης.

Συνθήκες:

140 g χαρούπι σε 500 mL απιονισμένο νερό, εκχύλιση σε θερμοκρασία δωματίου για 1h, διήθηση, μέτρηση όγκου διηθήματος. Διήθημα + 1 g ζυμομύκητες

Όργανα- Σκεύη:

- Ζυγαριά Bel
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Φιάλη 3000 mL
- Μαγνητικός αναδευτήρας Falc
- Μαγνητική ράβδος ανάδευσης
- Διηθητικό χαρτί
- Μεγάλο χωνί
- Θερμόμετρο

→ Κωνική φιάλη των 500mL

→ Παγίδα

Αντιδραστήρια- Υλικά:

→ 140,2 g χαρουπόψιχας

→ 500 mL απιονισμένο νερό

→ 1 g ζυμομύκητες

→ 0,1 mL μεταδιθειώδες κάλιο σε κάθε δείγμα

→ 15mL μεταδιθειώδες κάλιο στο τελικό δείγμα των 265mL

Ζυγίσαμε στην ζυγαριά Bel 140,158 g χαρούπι και με ένα ογκομετρικό κύλινδρο παραλάβαμε 500 mL απιονισμένο νερό. Τοποθετήσαμε το χαρούπι και τα 500 mL απιονισμένο νερό στη γυάλινη φιάλη των 3000mL. Τοποθετήσαμε μέσα την μαγνητική ράβδο και κλείσαμε με το πώμα. Βάλαμε τη φιάλη με το δείγμα μας στον μαγνητικό αναδευτήρα Falc, η ώρα έναρξης της εκχύλισης είναι 10:23 και διαρκεί 1h, σε θερμοκρασία δωματίου. Ώρα λήξης της εκχύλισης 10:15. Μετά τη 1h διηθήσαμε το δείγμα μας με διηθητικό χαρτί και το μεγάλο χωνί σε μια κωνική φιάλη των 500 mL. Ο όγκος του διηθήματος μετρήθηκε 280 mL σε ογκομετρικό κύλινδρο των 500mL. Στα 280mL διηθήματος προσθέσαμε 1 g ζυμομύκητες και με τη μαγνητική ράβδο τα τοποθετήσαμε στη φιάλη των 3000mL για να γίνει η ζύμωση. Συνδέσαμε με σωληνάκι τη φιάλη με την παγίδα. Η φιάλη τοποθετήθηκε στο μαγνητικό αναδευτήρα Falc στα 3rpm. Ώρα έναρξης ζύμωσης 17:20 και η θερμοκρασία δωματίου 22 °C.

Αριθμός δείγματος	Χρόνος ζύμωσης	Θερμοκρασία δωματίου
12	1 ώρα	23 °C
13	3 ώρες	24 °C
14	16 ώρες	24 °C
15	19ώρες&30λεπτά	24 °C
16	26ώρες&40λεπτά	24 °C

Παρατηρήσεις:

- Για κάθε δείγμα παίρνουμε 1,5 mL από το δείγμα και προσθέτουμε 0,1 mL μεταδιθειώδες κάλιο. Αναδεύουμε και τοποθετούμε τα δείγματα στην κατάψυξη
- Στις 20:20 (31/1/05) παρατηρήσαμε στην παγίδα φυσαλίδες που δείχνουν πως γίνεται η ζύμωση
- Στις 09:30 (1/2/05) δεν παρατηρούμε φυσαλίδες στην παγίδα στις στροφές που έχουμε ρυθμίσει τον μαγνητικό αναδευτήρα (3rpm). Αυξάνοντας όμως τις στροφές παρατηρούμε φυσαλίδες. Αυτό μας δείχνει ότι γίνεται η ζύμωση απλά πραγματοποιείται πολύ αργά.
- Μετά τη λήψη του τελευταίου δείγματος το διήθημα που περίσσεψε 265mL διήθημα + 15mL μεταδιθειώδες κάλιο που το προσθέσαμε, αναδεύσαμε το μπουκάλι και το φυλάξαμε στην κατάψυξη (1/2/05)

Εκχύλιση σακχάρων από την ψίχα χαρουπιού σε θερμοκρασία δωματίου για 1 ώρα και κατόπιν ζύμωση με 5g μαγιά

Σκοπός του πειράματος είναι η μελέτη της εκχύλισης των σακχάρων που περιέχονται στη ψίχα του χαρουπιού σε θερμοκρασία δωματίου για 1 ώρα και στη συνέχεια ζύμωση τους με την προσθήκη μαγιάς για την παραγωγή αιθανόλης.

Συνθήκες:

140 g χαρούπι σε 500mL απιονισμένο νερό εκχύλιση σε θερμοκρασία δωματίου για 1 ώρα, διήθηση, μέτρηση όγκου διηθήματος. Διήθημα + 5g μαγιάς, ζύμωση σε θερμοκρασία δωματίου.

Όργανα & Σκεύη:

- Ζυγαριά Bel
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- Φιάλη των 3000mL
- Θερμόμετρο
- Μαγνητικός αναδευτήρας Velp
- Μαγνητική ράβδος ανάδευσης
- Διηθητικό χαρτί
- Μεγάλο χωνί
- Παγίδα
- Πουάρ

Αντιδραστήρια - Υλικά:

- 140g χαρουπόψιχας
- 500mL απιονισμένο νερό
- 5,024g μαγιά
- 0,1mL μεταδιθειώδες κάλιο για κάθε δείγμα
- 12mL μεταδιθειώδες κάλιο για τον μεγάλο όγκο δείγματος

Ζυγίσαμε στη ζυγαριά Bel 140g χαρουπιού και σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο 500 mL απιονισμένο νερό, τα τοποθετήσαμε με μια μαγνητική ράβδο στη φιάλη των 3000 mL. Η φιάλη σφραγίστηκε με το πώμα και αναδύεται στον μαγνητικό αναδευτήρα Velp. Ώρα έναρξης της εκχύλισης 12:45, με θερμοκρασία δωματίου 24 °C. Ώρα λήξης 13:45. Μετά την εκχύλιση διηθήσαμε ώρα 13:50. Ο όγκος του διηθήματος είναι 235 mL. Στα 235 mL προσθέσαμε 5g μαγιά και μαζί με την μαγνητική ράβδο τοποθετήσαμε το δείγμα μας στη φιάλη των 3000 mL η οποία αναδύεται στον

μαγνητικό αναδευτήρα Velp, συνδεδεμένη με σωληνάκι με την παγίδα. Η ζύμωση ξεκίνησε στις 19:12 με θερμοκρασία δωματίου 24 °C. Μετά τη λήψη του τελευταίου δείγματος το διήθημα που έμεινε μετρήθηκε ο όγκος του 230mL και προσθέσαμε 12 mL μεταδιθειώδες κάλιο σε ένα δοχείο, αναδεύσαμε και το τοποθετήσαμε στην κατάψυξη.

Αριθμός δείγματος	Χρόνος ζύμωσης	Θερμοκρασία δωματίου
17	1ώρα&20λεπτά	24 °C
18	15 ώρες	24 °C
19	18 ώρες	24 °C
20	21ώρες	23 °C
21	25 ώρες	24,5 °C

Παρατηρήσεις:

- Για κάθε δείγμα παίρνουμε 1,5 mL από το δείγμα και προσθέτουμε 0,1 mL μεταδιθειώδες κάλιο
- Στο δείγμα αριθμός 17 20:30, 24 °C, 2/2/05 παρατηρήσαμε τις πρώτες φυσαλίδες στην παγίδα

Ζύμωση ζάχαρης με 3 g ζυμομύκητες

Σκοπός του πειράματος είναι η σύγκριση της παραγωγής αιθανόλης από τη ζύμωση της ζάχαρης εμπορίου σε σχέση με την ζύμωση της ψίχας του χαρουπιού.

Συνθήκες:

50g ζάχαρης σε 500mL απιονισμένο νερό, θερμοκρασία δωματίου +3g ζυμομύκητες

Όργανα & Σκεύη:

- φιάλη των 3000mL
- Θερμόμετρο

- Παγίδα
- Πιπέτα
- Μαγνητική ράβδος ανάδευσης
- Ζυγαριά Bel
- Σιφώνιο
- Ογκομετρικός κύλινδρος
- πουάρ

Υλικά- Αντιδραστήρια:

- 50g ζάχαρης
- 500mL απιονισμένο νερό
- 3,2g ζυμομύκητες
- μεταδιθειώδες κάλιο

Ζυγίσαμε στη ζυγαριά Bel 50 g ζάχαρης εμπορίου και 3,2 g ζυμομύκητες. Σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο μετρήσαμε 500 mL απιονισμένο νερό. Τα τοποθετούμε στη φιάλη των 3000 mL με μια ράβδο ανάδευσης και σφραγίζουμε την φιάλη με το πώμα. Τη φιάλη την τοποθετούμε στον μαγνητικό αναδευτήρα Velp. Η φιάλη είναι συνδεδεμένη με την παγίδα.

Ώρα έναρξης 12:10, rpm:2, 22 °C :θερμοκρασία δωματίου

Αριθμός δείγματος	Χρόνος ζύμωσης	Θερμοκρασία δωματίου
28	4 ώρες	22 °C
29	22 ώρες	22 °C
30	28 ώρες	23 °C
31	47 ώρες	22 °C
32	52 ώρες	22 °C
33	72 ώρες	21 °C
34	76 ώρες & 40 λεπτά	21 °C
35	94 ώρες	21 °C
36	99 ώρες	22 °C

- Τελικός όγκος 500 mL + 25mL μεταδιθειώδες κάλιο και το φυλάξαμε σε 2 μπουκαλάκια στην κατάψυξη στις 21/2/05
- Πρώτες φυσαλίδες στις 13:45, 17/2/05, σταμάτησαν οι φυσαλίδες στις 19/2/05 μετά τη λήψη του δείγματος

5.5 Μέτρηση των αλκοολικών βαθμών των εκχυλισμάτων της ψίχας του χαρουπιού μετά από τη ζύμωση σε διάφορες πειραματικές συνθήκες

Για την μέτρηση των αλκοολικών βαθμών χρησιμοποιήθηκε το αλκοολόμετρο Gay –Lussac το οποίο μας δείχνει την % αλκοόλη.

Αρχικά διηθήσαμε τα δείγματα μας με χωνί και φίλτρο χαρτιού για να απομακρυνθούν τα αιωρούμενα σωματίδια. Για καλύτερη απομάκρυνση των ανεπιθύμητων ουσιών και τον βέλτιστο καθαρισμό των προς μέτρηση δειγμάτων μας προχωρήσαμε σε φυγοκέντρηση. Η φυγόκεντρος T23D που χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται στο Μεσογειακό Αγρονομικό Ινστιτούτο Χανίων (Μ.Α.Ι.Χ.).

Ζυγίσαμε αρχικά ξεχωριστά το βάρος 4 φιαλιδίων (falcon tubes) μαζί με το καπάκι και το δείγμα για να γνωρίζουμε το ακριβές βάρος των φιαλιδίων αφού πρέπει να ζυγίζουν το ίδιο με ακρίβεια δεύτερου δεκαδικού.

Τοποθετήσαμε τα φιαλίδια με το ίδιο βάρος ανά ζεύγη το ένα απέναντι στο άλλο στις τέσσερις υποδοχές του οργάνου (φυγόκεντρος). Έτσι με την αύξηση των στροφών στη φυγόκεντρο τα αιωρούμενα σωματίδια στα διαλύματα καθιζάνουν στον πυθμένα των φιαλιδίων και μένει το διάλυμα καθαρό. Οι στροφές στο όργανο είναι 3500 – 4000 rpm και η διάρκεια της διαδικασίας είναι πέντε λεπτά.

Στη συνέχεια αδειάζουμε το περιεχόμενο των φιαλιδίων σε ένα ογκομετρικό κύλινδρο, χρειαζόμαστε μεγάλο όγκο για τον προσδιορισμό των αλκοολικών βαθμών περίπου 200 - 250 mL δείγματος. Βυθίζουμε στον ογκομετρικό κύλινδρο το αλκοολόμετρο και προσδιορίζουμε τους % αλκοολικούς βαθμούς.

- ❶ 4 % αλκοόλη βρέθηκε στα 50 g ζάχαρης + 3 g ζυμομύκητες
- ❷ 2 - 3 % αλκοόλη μετρήθηκε στα 3 g ζυμομύκητες (24/2/05)
- ❸ 2 - 3 % αλκοόλη μετρήθηκε στα 5 g μαγιά (2/2/05)
- ❹ περίπου 2% αλκοόλη μετρήθηκε στο 1 g ζυμομύκητες (1/2/05)

5.6 Υπολογισμοί από την ξήρανση της ψίχας του χαρουπιού και από την ανάλυση των δειγμάτων με την χρωματογραφική μέθοδο υψηλής απόδοσης

Υπολογισμός του μέσου όρου του ποσοστού της υγρασίας

1^ο πείραμα:

Το βάρος του δείγματος πριν την ξήρανση είναι 51,7 g (υγρασία + πρώτη ύλη), ενώ μετά την ξήρανση είναι 48,9 g (καθαρή μάζα).

$$51,7 \text{ g} - 48,9 \text{ g} = 2,8 \text{ g υγρασίας}$$

Στα 51,7 g χαρουπόψιχας έχουμε 2,8 g υγρασίας

στα 100 g χαρουπόψιχας έχουμε $x\% = ?$ υγρασία

$$X = 2,8 \frac{100}{51,7} \Rightarrow X = 5,4\%$$

2^ο πείραμα:

Το βάρος του δείγματος πριν την ξήρανση είναι 52,9 g, ενώ μετά την ξήρανση είναι 50 g.

$$52,9 \text{ g} - 50 \text{ g} = 2,9 \text{ g υγρασίας}$$

Στα 52,9 g χαρουπόψιχας έχουμε 2,9g υγρασίας

Στα 100 g χαρουπόψιχας έχουμε $x\%=?$ υγρασία

$$X = 2,9 \frac{100}{52,9} \Rightarrow X = 5,5\%$$

3^ο πείραμα:

Ξηραίνουμε το δείγμα μας στους 105 °C για να βρούμε το ποσοστό της υγρασίας.

Στα 55,5 g χαρουπόψιχας έχουμε 2,8g υγρασίας

Στα 100 g χαρουπόψιχας έχουμε $x\%=?$ υγρασία

$$X = 2,8 \frac{100}{55,5} \Rightarrow X = 5\%$$

Ο μέσος όρος προκύπτει από την πρόσθεση των αποτελεσμάτων των τριών πειραμάτων δια το πλήθος τους.

$$X = \frac{5,4 + 5,5 + 5}{3} \% \Rightarrow X = 5,3\%$$

Υπολογισμός της ποσότητας σουκρόζης, φρουκτόζης και γλυκόζης που εκχυλίστηκαν από την χαρουπόψιχα σε διάφορες πειραματικές συνθήκες:

Οι ποσοτικοί προσδιορισμοί των σακχάρων της φρουκτόζης, της γλυκόζης και της σουκρόζης έγιναν βάσει πρότυπων δειγμάτων. Χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς πρότυπα φρουκτόζης, γλυκόζης και σουκρόζης όπου βάσει της μάζας των σακχάρων των προτύπων και το εμβαδόν της κορυφής τους στο χρωματογράφημα προσδιορίσαμε τη μάζα των σακχάρων του δείγματος μας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν 1,8983g φρουκτόζης, 1,4903g γλυκόζης, 0,3035g σουκρόζης για την παρασκευή πρότυπων διαλυμάτων τους σε τελικό όγκο 100mL, όπου είχαμε αναλογία ακετονιτριλίου με νερό 50:50 κατ' όγκο, τα οποία έδωσαν κορυφές σε χρωματογραφήματα HPLC με εμβαδόν $2,01659 \cdot 10^4$ για τη φρουκτόζη,

1,66759 • 10⁴ για τη γλυκόζη και 3276,6 για τη σουκρόζη. Με σύγκριση των εμβαδών με τα αντίστοιχα που προέκυψαν με τα δείγματα μας έγινε προσδιορισμός της συγκέντρωσης της φρουκτόζης, γλυκόζης και σουκρόζης.

Συνθήκες πειράματος:

Εκχύλιση 20 g ψίχας χαρουπιού σε θερμοκρασία 65 °C για 3 ώρες, υπό συνεχή ανάδευση.

Το ποσοστό της υγρασίας που προσδιορίστηκε στην ψίχα του δέντρου της χαρουπιάς είναι 5,3%.

Φρουκτόζη:

1,8983g φρουκτόζης σε 100mL διαλύτη αντιστοιχεί σε εμβαδόν 2,01659 • 10⁴

χ=?g φρουκτόζης σε 100 mL διαλύτη αντιστοιχούν σε εμβαδόν 1,24432 • 10⁴

$$X = 1,8983g \frac{1,24432 \cdot 10^4 \text{ mAU} \cdot s}{2,01659 \cdot 10^4 \text{ mAU} \cdot s} \Rightarrow X = 1,2g$$

1,2 g φρουκτόζης σε 100 mL διαλύτη

Ο διαλύτης όμως περιέχει 20% αιθανόλη

Στα 80 mL H₂O υπάρχουν 1,2 g φρουκτόζης

Στα 100 mL H₂O υπάρχουν x=; g φρουκτόζης

$$X = 1,2 \frac{100}{80} \Rightarrow X = 1,5g \text{ φρουκτοζης}$$

Επομένως υπολογίζουμε τα g φρουκτόζης ανά 100mL νερού έπειτα από την αραίωση του δείγματος όπου είναι:

$$\text{Βαρ}_\chi = 1,2g \cdot \frac{5\text{ml}}{4\text{ml}} \Rightarrow \text{Βαρ}_\chi = 1,5g$$

Στη συνέχεια γίνεται αναγωγή των g φρουκτόζης σε ξηρό βάρος:

Σε 100 g χαρουπόψιχας έχουμε 94,7 g ξηρής ψίχας

Σε 20 g έχουμε χ=?% g ξηρής ψίχας

$$X = 94,7 \frac{20}{100} \Rightarrow X = 18,9g \text{ ξηρης ψιχας}$$

Αρα σε 18,9g ξηρής ψίχας περιέχονται 1,5g φρουκτόζης.

Συνθήκες Πειράματος:

140 g ψίχας χαρουπιού σε 500 mL απιονισμένο νερό, εκχύλιση για 1 ώρα σε θερμοκρασία δωματίου, διήθηση και στη συνέχεια μέτρηση του όγκου του διηθήματος, διήθημα + 1 g ζυμομύκητες, ζύμωση σε Θερμοκρασία δωματίου.

Βρέθηκε 5,3% το ποσοστό της υγρασίας στην ψίχα του δέντρου της χαρουπιάς.

$$100 - 5,3 = 94,7 \text{ g ξηρης ψιχας χαρουπιου}$$

Σε 100 g ψίχας χαρουπιού έχω 94,7 g ξηρής ψίχας χαρουπιού

Σε 140 g ψίχας χαρουπιού $\chi=?$ g ξηρής ψίχας χαρουπιού

$$X = 94,7 \frac{140}{100} \Rightarrow X = 132,5g$$

Δείγμα:

1,5 mL διήθημα 1 ώρα μετά την προσθήκη ζυμομυκήτων + 0,1 mL μεταδιθειώδες κάλιο

Στα 1,6 mL δείγματος έχουμε 1,5 mL διήθημα

Στα 100 mL δείγματος έχουμε $\chi=?$ mL διηθήματος

$$\chi = 93,75 \text{ mL διηθήματος}$$

Φρουκτόζη:

1,8983 g φρουκτόζης σε 100 mL διαλύτη αντιστοιχεί σε $2,01659 \cdot 10^4$ περιοχή

$\chi=?$ g φρουκτόζης σε 100 mL διαλύτη αντιστοιχεί σε $3,82871 \cdot 10^4$ περιοχή

$$\chi = 3,6 \text{ g φρουκτόζης σε 100 mL διαλύτη + μεταδιθειώδες κάλιο}$$

Όμως σε 100mL διηθήματος + μεταδιθειώδες κάλιο υπάρχουν 93,75 mL διηθήματος

Άρα έχω 3,6 g φρουκτόζης σε 93,75 mL διηθήματος

$X=?$ g φρουκτόζης σε 500 mL διηθήματος

$x = 19,2$ g φρουκτόζης σε 500 mL διηθήματος

19,2 g φρουκτόζης σε 132,5 g ξηρού χαρουπιού

$x=?$ g φρουκτόζης σε 100 g ξηρού χαρουπιού

$x = 14,5$ g φρουκτόζης / 100 g ξηρού χαρουπιού 1 ώρα μετά τη ζύμωση με 1 g ζυμομύκητες.

Υπολογισμοί απόδοσης της εκχύλισης των σακχάρων συνολικά (φρουκτόζη, γλυκόζη, σουκρόζη) από 5, 10,20, και 30g ψίχας χαρουπιού

Στον παρακάτω πίνακα δίνονται τα αποτελέσματα των g φρουκτόζης, γλυκόζης και σουκρόζης των δειγμάτων μας βάσει υπολογισμών που πραγματοποιήθηκαν από τα g των σακχάρων των προτύπων και το εμβαδόν των κορυφών των χρωματογραφημάτων τους με το εμβαδόν των κορυφών των αντίστοιχων χρωματογραφημάτων των δειγμάτων μας, λαμβάνοντας υπόψιν στους υπολογισμούς την αραίωση των δειγμάτων και την υγρασία που περιέχεται στην ψίχα του χαρουπιού.

	g σακχάρων/ 100mL νερού			
g ψίχας χαρουπιού	Φρουκτόζη	Γλυκόζη	Σουκρόζη	Σύνολο g σακχάρων
	Εκχύλιση σε 65°C για 1 ώρα			
5	0,4	0,2	1,4	2
10	0,9	0,4	2,8	4,1
20	1,7	1	5,5	8,2
30	2	1,3	7,1	10,4
	Εκχύλιση σε θερμοκρασία δωματίου για 1 ώρα			
5	0,4	0,2	1,5	2,1
10	0,8	0,4	2,9	4,1
20	1,5	0,8	5,5	7,8
30	2,2	1,2	7,6	11
	Εκχύλιση σε θερμοκρασία 65°C για 3 ώρες			
5	0,4	0,4	1,3	2,1
10	0,7	0,4	2,4	3,5
20	1,5	1,1	4	6,6
30	1,5	3,4	3,5	8,4
	Εκχύλιση σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες			
5	0,5	0,3	1,7	2,5
10	0,8	0,5	2,5	3,8
20	1,5	1	5	7,5
30	2	1,5	6,9	10,4

Πείραμα εκχύλισης των σακχάρων σε 65°C για 1ώρα

Στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 2g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού χ=;

$$\chi = 40\%$$

Στα 10g ψίχας χαρουπιού έχουμε 4,1g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi=;$

$$\chi = 41\%$$

Στα 20g ψίχας χαρουπιού έχουμε 8,2g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi=;$

$$\chi = 41\%$$

Στα 30g ψίχας χαρουπιού έχουμε 10,4g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi=;$

$$\chi = 35\%$$

Πείραμα εκχύλισης των σακχάρων σε θερμοκρασία δωματίου για 1ώρα

Στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 2,1g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi=;$

$$\chi = 42\%$$

Στα 10g ψίχας χαρουπιού έχουμε 4,1g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi=;$

$$\chi = 41\%$$

Στα 20g ψίχας χαρουπιού έχουμε 7,8g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi=;$

$$\chi = 39\%$$

Στα 30g ψίχας χαρουπιού έχουμε 11g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 37\%$$

Πείραμα εκχύλισης των σακχάρων σε θερμοκρασία 65°C για 3 ώρες

Στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 2,1g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 42\%$$

Στα 10g ψίχας χαρουπιού έχουμε 3,5g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 35\%$$

Στα 20g ψίχας χαρουπιού έχουμε 6,6g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 33\%$$

Στα 30g ψίχας χαρουπιού έχουμε 8,4g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 28\%$$

Πείραμα εκχύλισης σακχάρων σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες

Στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 2,5g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 50\%$$

Στα 10g ψίχας χαρουπιού έχουμε 3,8g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 38\%$$

Στα 20g ψίχας χαρουπιού έχουμε 7,5g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 38\%$$

Στα 30g ψίχας χαρουπιού έχουμε 10,4g σακχάρων

Στα 100g ψίχας χαρουπιού $\chi =$;

$$\chi = 35\%$$

Θεωρητικοί υπολογισμοί g αιθυλικής αλκοόλης (οινόπνευμα) τα οποία παράγονται από τα g σακχάρων της φρουκτόζης, της γλυκόζης και της σουκρόζης ύστερα από την ανάλυση τους με την υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζεται η θεωρητική απόδοση σε g αιθανόλης από την ζύμωση των σακχάρων για διάφορες πειραματικές συνθήκες.

gσακχάρων/100g ξηρού χαρουπιού			
	Σουκρόζη	Φρουκτόζη	Γλυκόζη
140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό + 5g μαγιά			
	2,2	17,5	17,4
	1,6	17,1	16,3
	1,4	16,1	5,4
	0,7	7,2	1,6
Σύνολα	5,9	57,9	40,7
140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό + 1g ζυμομύκητες			
	9,6	12,7	13,5
	6,2	14,3	14,9
	2,4	16,6	14,1
	1,4	0,8	3,7
Σύνολα	19,6	44,4	46,2
140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό, εκχύλιση 1 ώρα, διήθηση, ζύμωση διηθήματος + 1g ζυμομυκήτων			
	3,6	14,5	14,4
	1,4	16	14,3
	1,2	0,7	3,1
	1,1	0,7	3,3
Σύνολα	7,3	31,9	35,1
140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό, εκχύλιση 1 ώρα, διήθηση, ζύμωση διηθήματος + 5g μαγιάς			
	1,3	16,6	14,6
	1	0,8	3,1
	1,4	0,8	3,3
	1,1	0,9	3,3
Σύνολα	4,8	19,1	24,3

ζύμωση 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό + 3g ζυμομυκήτων			
	2,8	16,8	16,9
	1,5	4,1	0,5
	0,5	4	1,7
	0,8	3,5	1,3
Σύνολα	5,6	28,4	20,4
ζύμωση 50g ζάχαρης σε 500mL νερό + 3g ζυμομυκήτων			
	0,5	16,5	17,9
	0	13,7	10
	0	12,2	7,7
	0,2	7,4	1,7
Σύνολα	0,7	49,8	37,3

Ατομικά βάρη:

C=12, H=1, O=16.

Μοριακά βάρη:

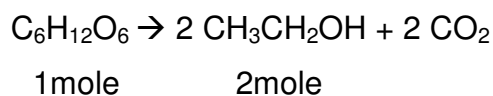
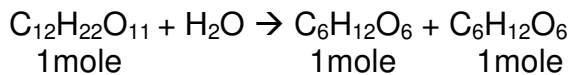
Σουκρόζης (C₁₂H₂₂O₁₁) = 342

Φρουκτόζης (C₆H₁₂O₆) = 180

Γλυκόζης (C₆H₁₂O₆) = 180

Αιθανόλης (CH₃CH₂OH) = 46

Με υδρόλυση της σουκρόζης παράγεται 1 μόριο γλυκόζης και 1 μόριο φρουκτόζης όπου με αλκοολική ζύμωση παράγουν αιθανόλη.



Με βάση τα παραπάνω υπολογίζουμε:

Πείραμα ζύμωσης 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 5g μαγιάς:

Από 1 mole σουκρόζης, δηλαδή 342g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g.

από 342g σουκρόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 5,9g σουκρόζης \rightarrow χ=;

$$\chi = 92 \frac{5,9g}{342g} \Rightarrow \chi = 1,6g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole φρουκτόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g

Άρα: από 180g φρουκτόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 57,9g φρουκτόζης \rightarrow χ=;

$$\chi = 92g \frac{57,9g}{180g} \Rightarrow \chi = 29,6g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole γλυκόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g

από 180g γλυκόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 40,7g γλυκόζης \rightarrow χ=;

$$\chi = 92 \frac{40,7g}{180g} \Rightarrow \chi = 20,8g \text{ αιθανόλης}$$

Επομένως από την ζύμωση 140g ψίχας χαρουπιού με την προσθήκη 5g μαγιάς παράγονται από την πρόσθεση των g αιθανόλης όλων των σακχάρων **52g αιθανόλης**.

Πείραμα ζύμωσης 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων

Από 1 mole σουκρόζης, δηλαδή 342g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g.

από 342g σουκρόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 19,6g σουκρόζης \rightarrow χ=;

$$\chi = 92 \frac{19,6g}{342g} \Rightarrow \chi = 5,3g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole φρουκτόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92g$

από 180g φρουκτόζης $\rightarrow 92g$ αιθανόλης
από 44,4g φρουκτόζης $\rightarrow \chi = ;$

$$\chi = 92g \frac{44,4g}{180g} \Rightarrow \chi = 22,7g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole γλυκόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92g$

από 180g γλυκόζης $\rightarrow 92g$ αιθανόλης
από 46,2g γλυκόζης $\rightarrow \chi = ;$

$$\chi = 92 \frac{46,2g}{180g} \Rightarrow \chi = 23,6g \text{ αιθανόλης}$$

Επομένως από την ζύμωση 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων παράγονται **51,6g αιθανόλης**.

Πείραμα 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό, εκχύλιση 1 ώρα, διήθηση, ζύμωση διηθήματος με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων

Από 1 mole σουκρόζης, δηλαδή 342g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92g$.

από 342g σουκρόζης $\rightarrow 92g$ αιθανόλης
από 7,3g σουκρόζης $\rightarrow \chi = ;$

$$\chi = 92 \frac{7,3g}{342g} \Rightarrow \chi = 2g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole φρουκτόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92g$

από 180g φρουκτόζης $\rightarrow 92g$ αιθανόλης
από 31,9g φρουκτόζης $\rightarrow \chi = ;$

$$\chi = 92g \frac{31,9g}{180g} \Rightarrow \chi = 16,3g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole γλυκόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92g$

από 180g γλυκόζης → 92g αιθανόλης
από 35,1g γλυκόζης → χ=;

$$\chi = 92 \frac{35,1g}{180g} \Rightarrow \chi = 17,9g \text{ αιθανολης}$$

Επομένως από το πείραμα αυτό παράγονται **36,2g αιθανόλης**.

**Πείραμα 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό, εκχύλιση 1 ώρα, διήθηση,
ζύμωση διηθήματος με την προσθήκη 5g μαγιάς**

Από 1 mole σουκρόζης, δηλαδή 342g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g.

Άρα: από 342g σουκρόζης → 92g αιθανόλης
από 4,8g σουκρόζης → χ=;

$$\chi = 92 \frac{4,8g}{342g} \Rightarrow \chi = 1,3g \text{ αιθανολης}$$

Από 1 mole φρουκτόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g

από 180g φρουκτόζης → 92g αιθανόλης
από 19,1g φρουκτόζης → χ=;

$$\chi = 92g \frac{19,1g}{180g} \Rightarrow \chi = 9,8g \text{ αιθανολης}$$

Από 1 mole γλυκόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g

από 180g γλυκόζης → 92g αιθανόλης
από 24,3g γλυκόζης → χ=;

$$\chi = 92 \frac{24,3g}{180g} \Rightarrow \chi = 12,4g \text{ αιθανολης}$$

Επομένως από το πείραμα αυτό παράγονται **23,5g αιθανόλης**.

**Πείραμα ζύμωσης 50g ζάχαρης σε 500mL νερό με την προσθήκη 3g
ζυμομυκήτων**

Από 1 mole σουκρόζης, δηλαδή 342g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g.

από 342g σουκρόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 0,7g σουκρόζης \rightarrow $x=$;

$$x = 92 \frac{0,7g}{342g} \Rightarrow x = 0,2g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole φρουκτόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g

Άρα: από 180g φρουκτόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 49,8g φρουκτόζης \rightarrow $x=$;

$$x = 92g \frac{49,8g}{180g} \Rightarrow x = 25,5g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole γλυκόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g

από 180g γλυκόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 37,3g γλυκόζης \rightarrow $x=$;

$$x = 92 \frac{37,3g}{180g} \Rightarrow x = 19,1g \text{ αιθανόλης}$$

Επομένως από το πείραμα αυτό παράγονται **44,8g αιθανόλης.**

**Πείραμα ζύμωσης 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 3g
ζυμομυκήτων**

Από 1 mole σουκρόζης, δηλαδή 342g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92$ g.

από 342g σουκρόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 5,6g σουκρόζης \rightarrow $x=$;

$$x = 92 \frac{5,6g}{342g} \Rightarrow x = 1,5g \text{ αιθανόλης}$$

Από 1 mole φρουκτόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92\text{g}$

από 180g φρουκτόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 28,4g φρουκτόζης \rightarrow x ;

$$x = 92\text{g} \frac{28,4\text{g}}{180\text{g}} \Rightarrow x = 14,5\text{g αιθανόλης}$$

Από 1 mole γλυκόζης, δηλαδή 180g, παράγονται 2 mole αιθανόλης, δηλαδή $2 \cdot 46 = 92\text{g}$

από 180g γλυκόζης \rightarrow 92g αιθανόλης
από 20,4g γλυκόζης \rightarrow x ;

$$x = 92 \frac{20,4\text{g}}{180\text{g}} \Rightarrow x = 10,4\text{g αιθανόλης}$$

Επομένως από το πείραμα αυτό παράγονται **26,4g αιθανόλης**.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται τα g αιθανόλης που παράγονται συνολικά από τα σάκχαρα της σουκρόζης, φρουκτόζης και γλυκόζης μετά από πρόσθεση τους.

Σουκρόζη	Φρουκτόζη	Γλυκόζη	g αιθανόλης
1,6 g	29,6 g	20,8 g	52
5,3 g	22,7 g	23,6 g	51,6
2 g	16,3 g	17,9 g	36,2
1,3 g	9,8 g	12,4 g	23,5
0,2 g	25,5 g	19,1 g	44,8
1,5 g	14,5 g	10,4 g	26,4

Τα παραπάνω αποτελέσματα αφορούν θεωρητικούς υπολογισμούς των g αιθανόλης που παράγονται από τη ζύμωση των σακχάρων της φρουκτόζης, της γλυκόζης και της σουκρόζης.

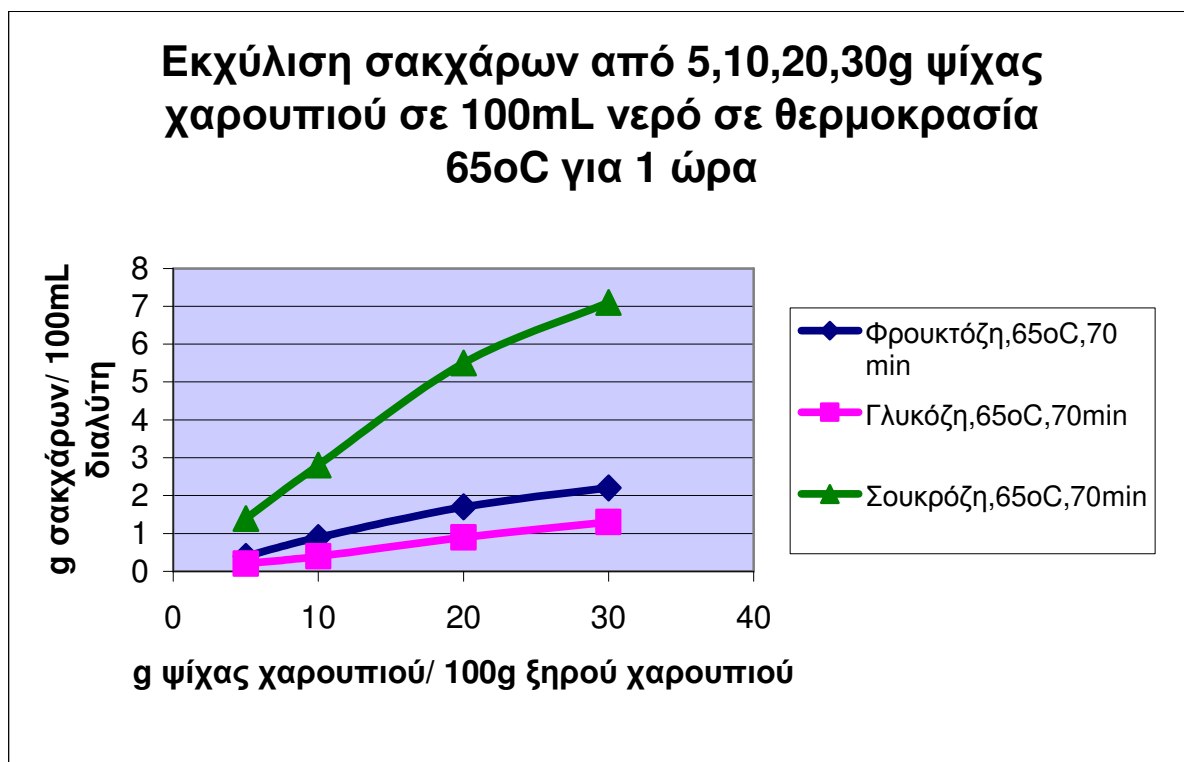
Παρατηρούμε ότι διαφέρουν από τα αποτελέσματα από τη μέτρηση των αλκοολικών βαθμών με το αλκοολόμετρο του Gay-Lussac που παρουσιάζονται στην παράγραφο 5.5, τα οποία δείχνουν την πραγματική περιεκτικότητα σε αιθανόλη.

Η % αιθανόλη που μετρήσαμε με το αλκοολόμετρο είναι μικρότερη (2-3%) σε σχέση με την θεωρητική απόδοση και αυτό μπορεί να οφείλεται στη δημιουργία ανεπιθύμητων ζυμώσεων όπως τη μετατροπή της αιθανόλης σε οξικό οξύ, ενώ

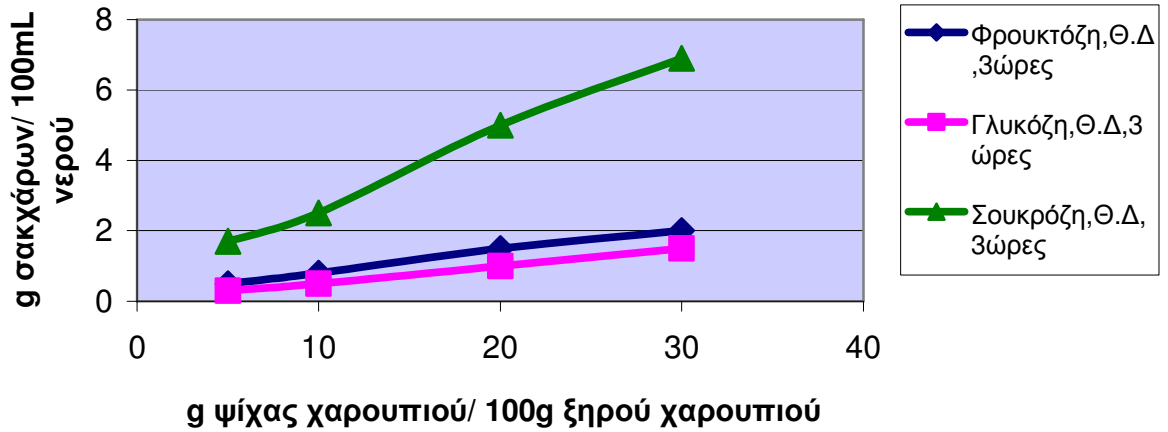
μπορεί να συνέβαιναν παράπλευρες αντιδράσεις οι οποίες μείωσαν το ποσοστό της μετατροπής των σακχάρων σε αιθανόλη.

5.7 Γραφικές παραστάσεις

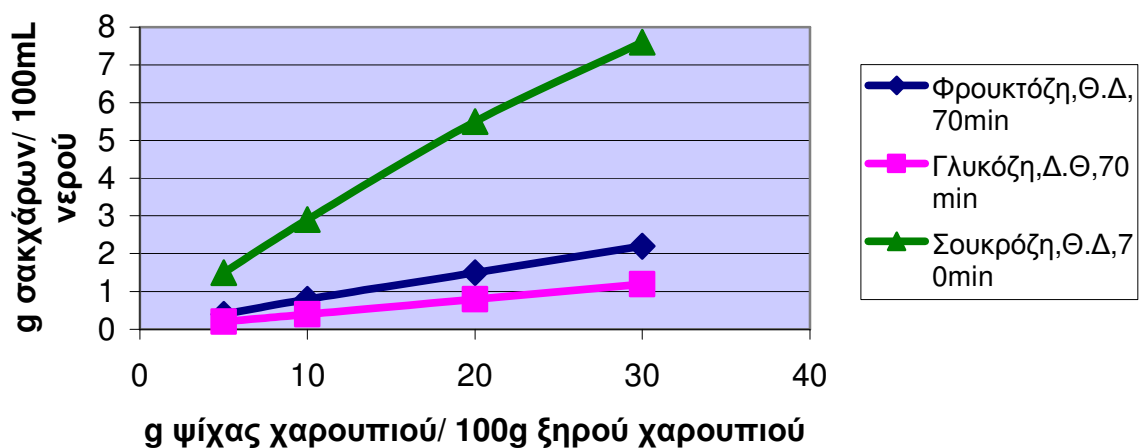
5.7.1 Γραφικές παραστάσεις από εκχύλιση



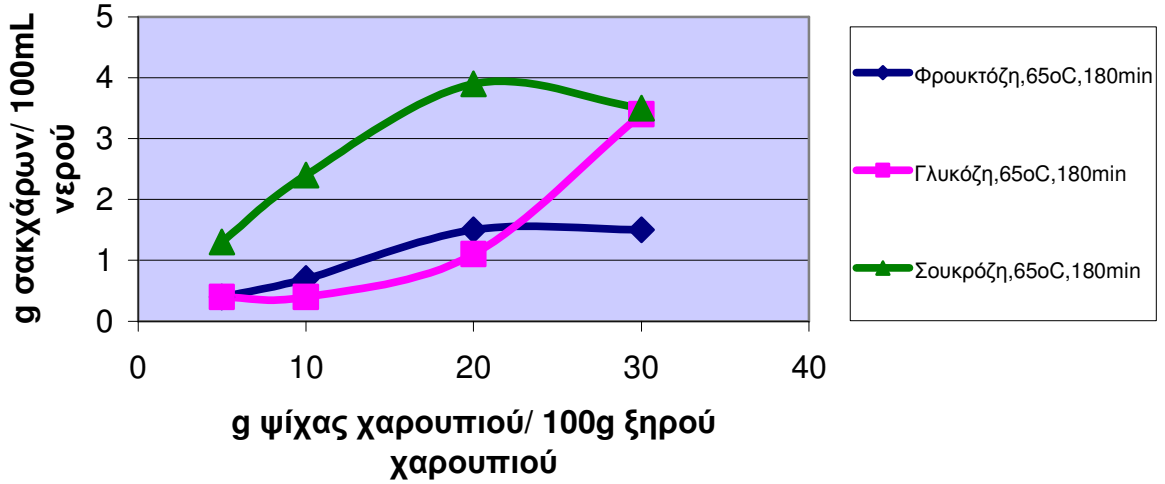
**Εκχύλιση σακχάρων από 5,10,20,30g ψίχας
χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία
δωματίου για 3 ώρες**



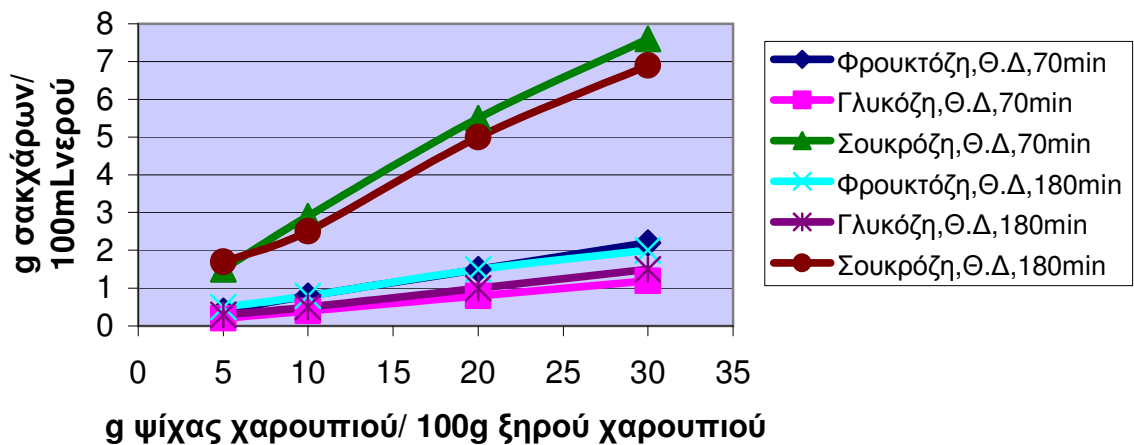
**Εκχύλιση σακχάρων από 5,10,20,30g ψίχας
χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία
δωματίου για 1 ώρα**



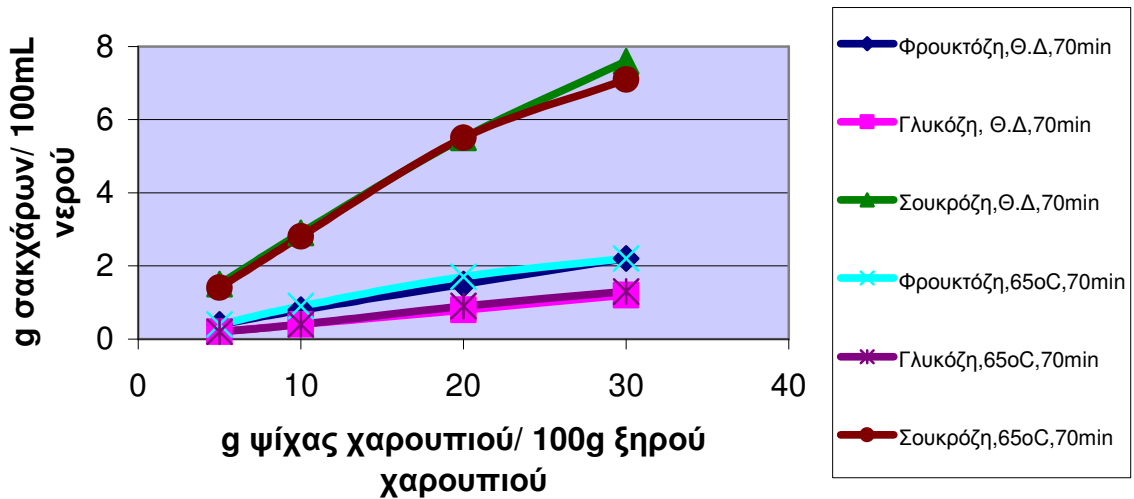
Εκχύλιση σακχάρων από 5,10,20,30g ψίχας χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία 65οC για 3 ώρες



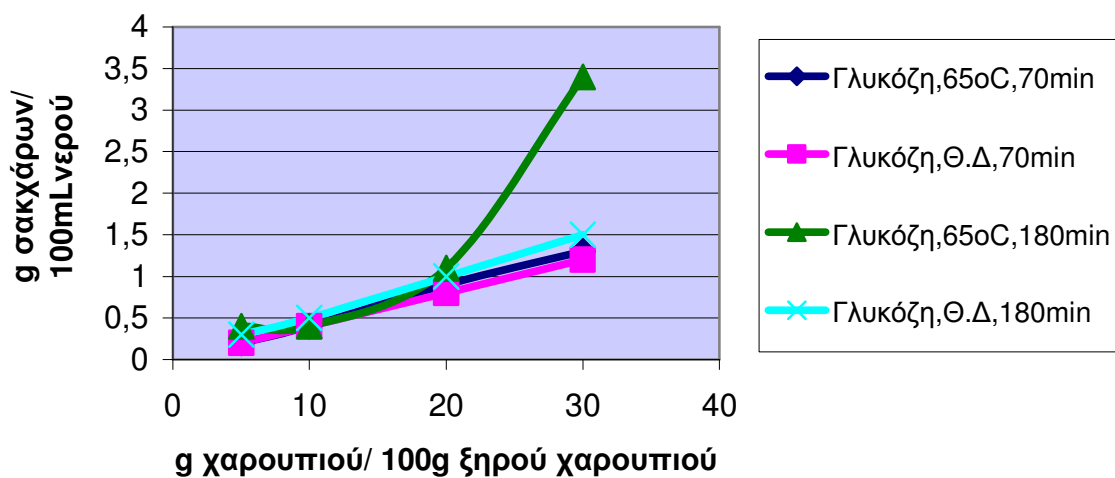
Εκχύλιση σακχάρων από 5,10,20,30g ψίχας χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία δωματίου για 1 & 3 ώρες



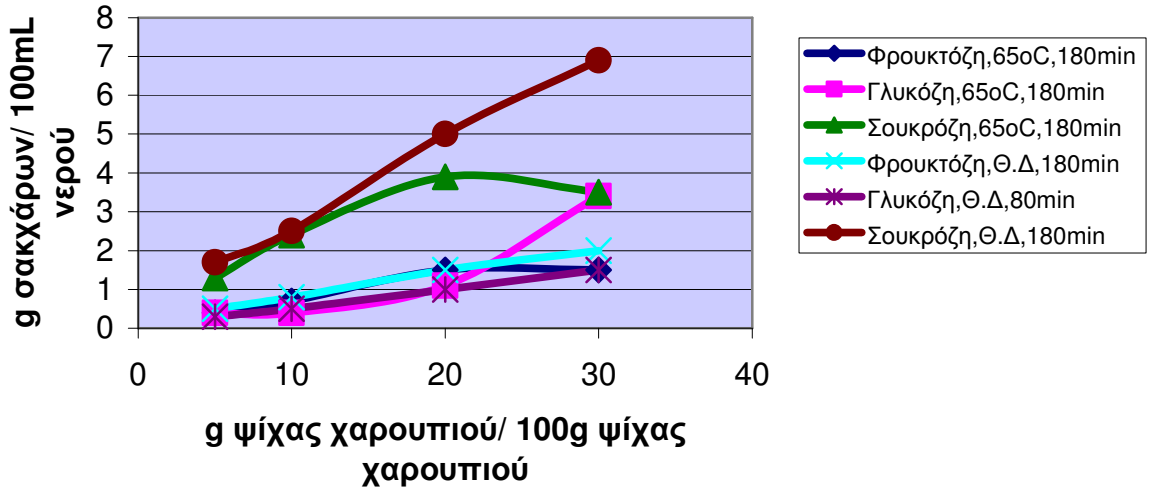
**Εκχύλιση σακχάρων από 5,10,20,30g ψίχας
χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία
δωματίου και σε θερμοκρασία 65oC για 1 ώρα**



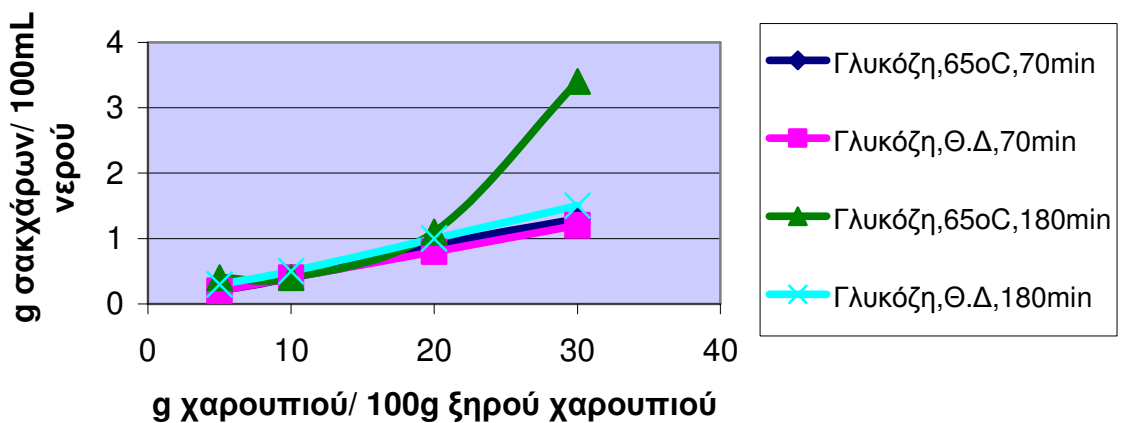
**Εκχύλιση γλυκόζης από 5,10,20,30g ψίχας
χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία
δωματίου για 1&3 ώρες & σε 65oC για 1&3
ώρες**



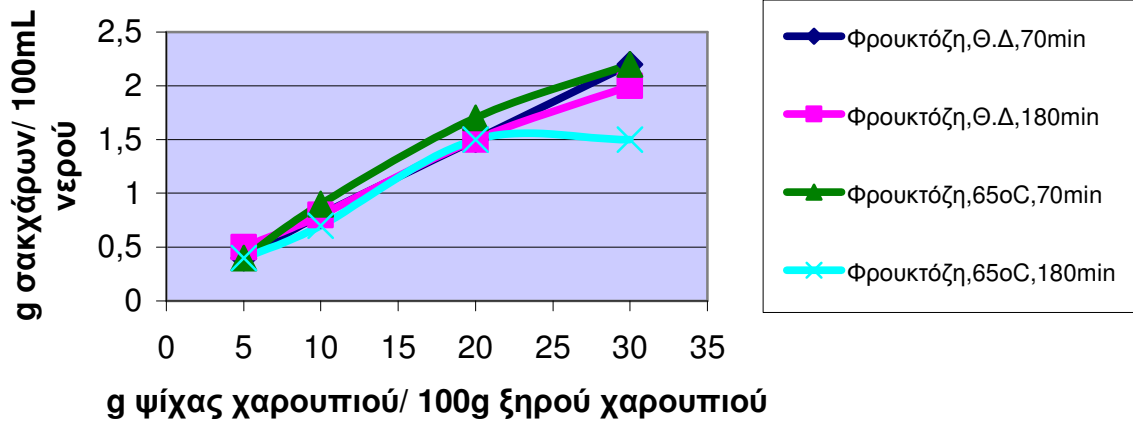
Εκχύλιση σακχάρων από 5,10,20,30g ψίχας χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες και σε 65oC για 3 ώρες



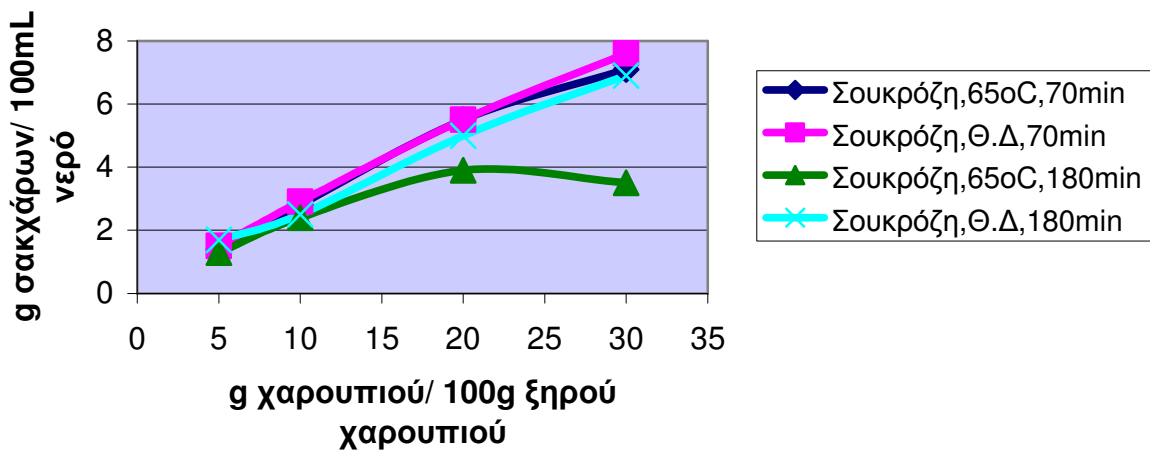
Εκχύλιση γλυκόζης από 5,10,20,30g ψίχας χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία δωματίου για 1&3 ώρες & σε 65oC για 1&3 ώρες



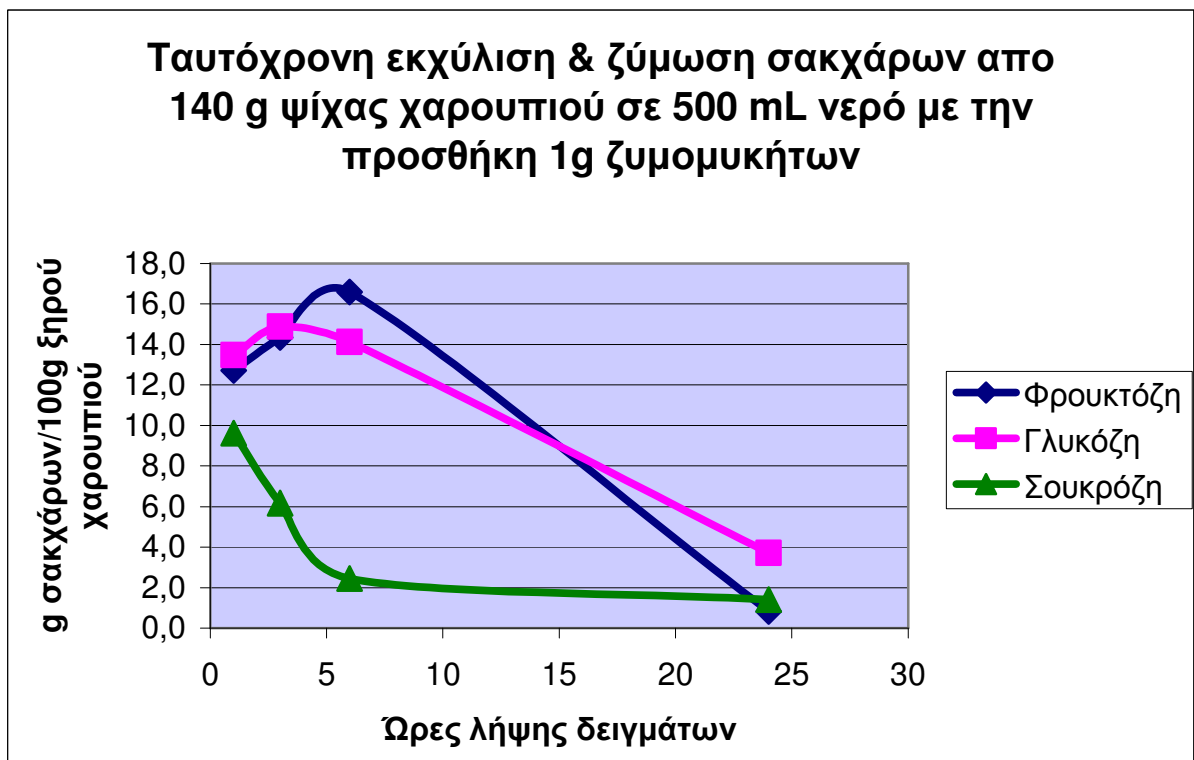
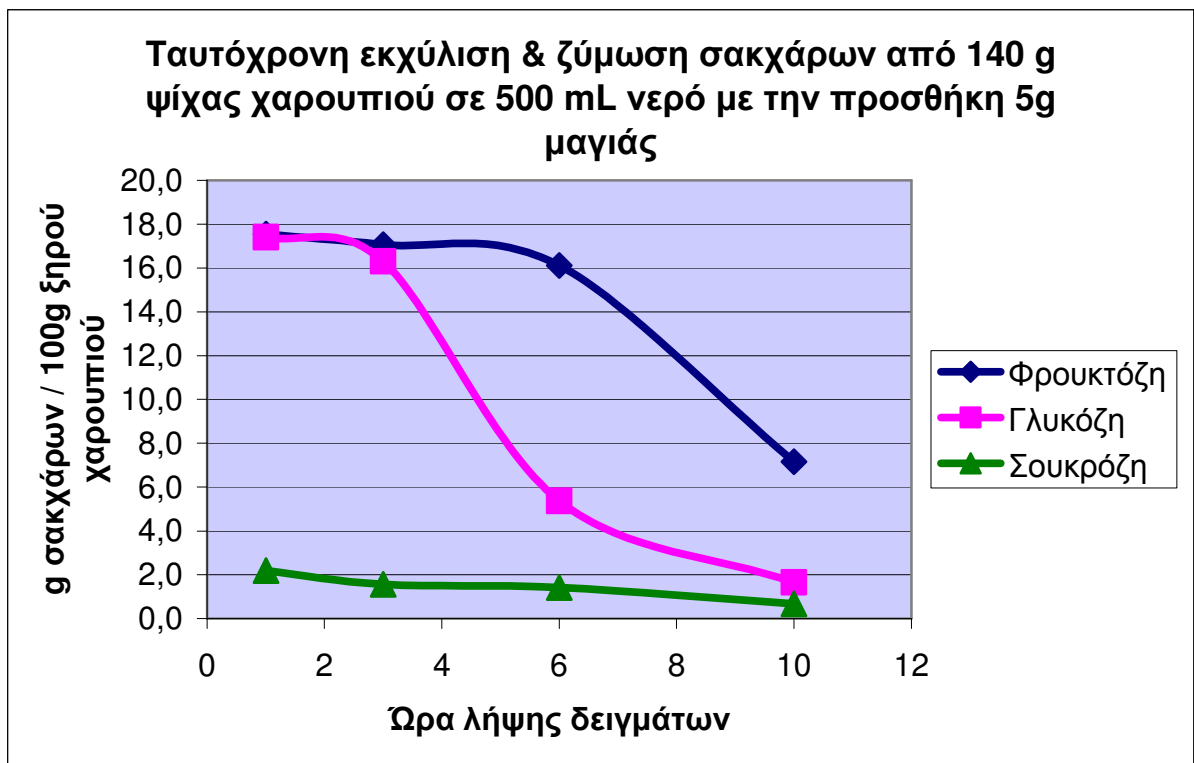
**Εκχύλιση φρουκτόζης από 5,10,20,30g ψίχας
χαρουπιού σε 100mL νερό σε θερμοκρασία
δωματίου για 1&3 ώρες και σε 65οC για 1&3
ώρες**



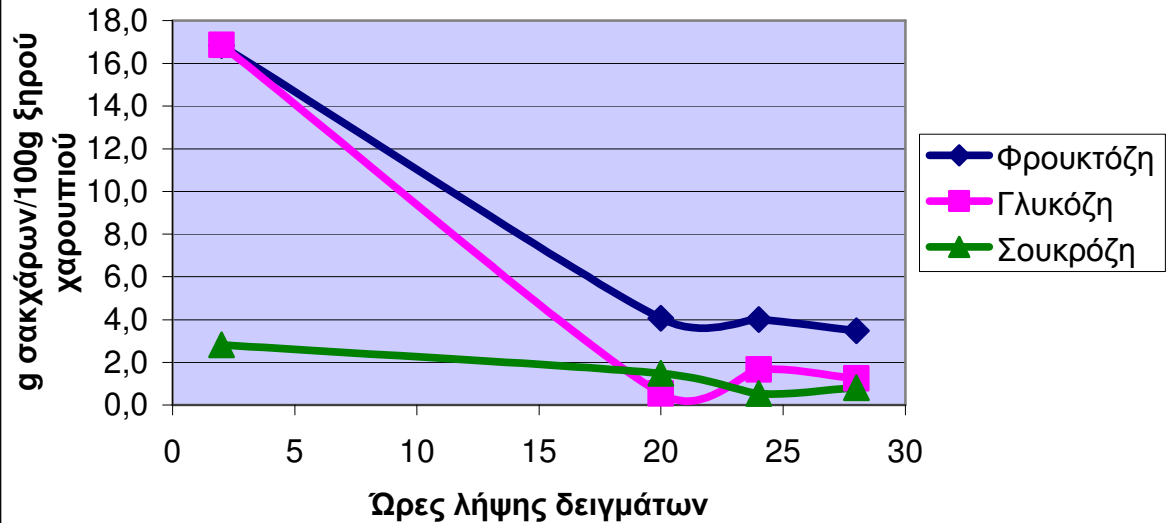
**Εκχύλιση σουκρόζης από 5,10,20,30g ψίχας
χαρουπιού σε 100mL νερού σε θερμοκρασία
δωματίου για 1&3 ώρες και σε 65οC για 1&3
ώρες**



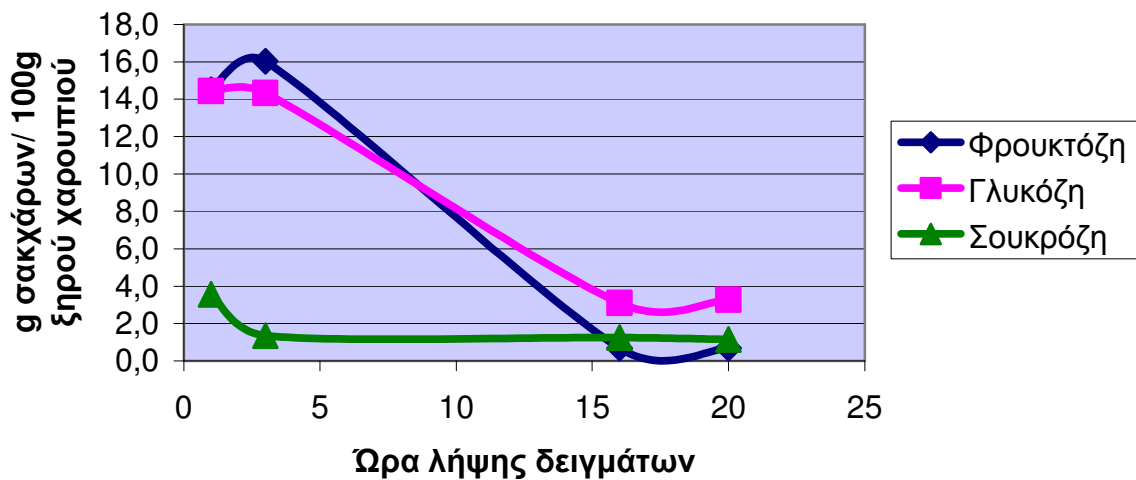
5.7.2 Γραφικές παραστάσεις από ζύμωση



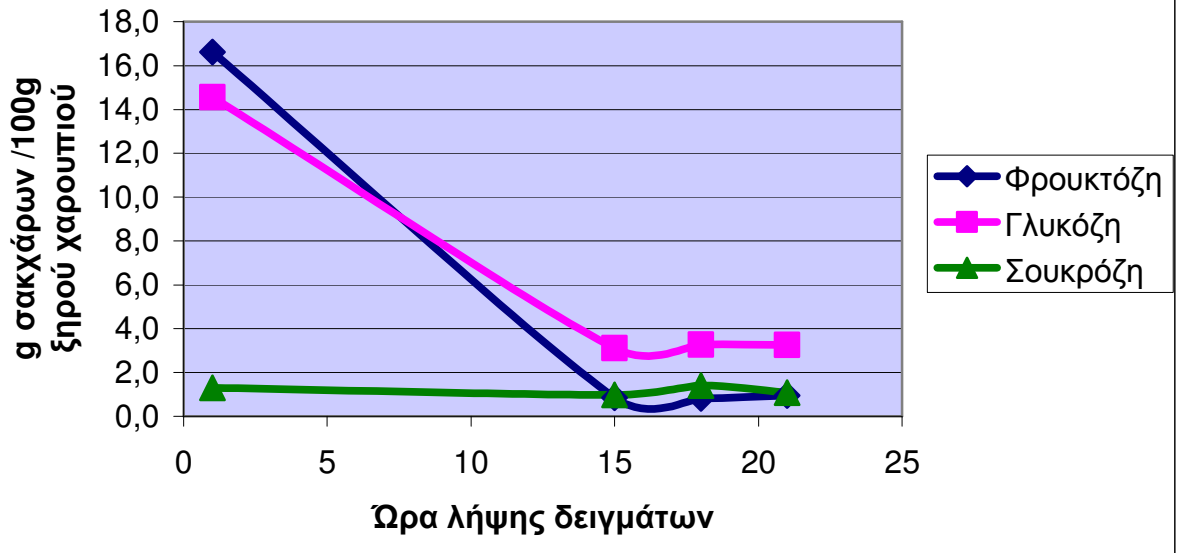
Ταυτόχρονη εκχύλιση & ζύμωση σακχάρων από 140 g ψίχας χαρουπιού σε 500 mL νερό με την προσθήκη 3 g ζυμομυκήτων



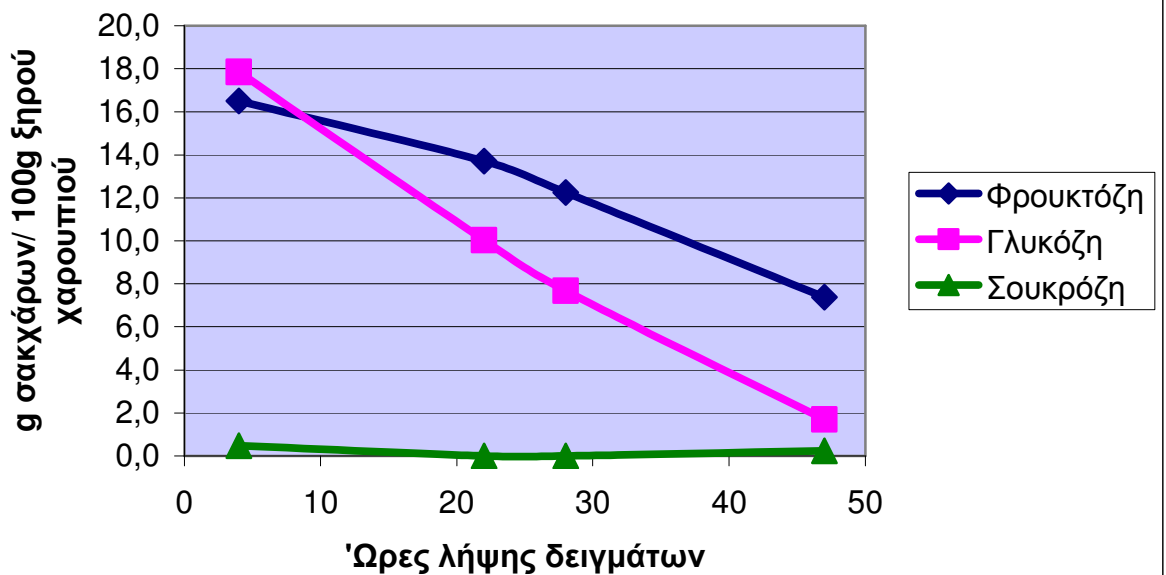
Εκχύλιση σακχάρων από 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία δωματίου, διήθηση, ζύμωση διηθήματος με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων



Εκχύλιση σακχάρων από 140g ψίχας χαρουπιού σε 500mL νερό σε θερμοκρασία δωματίου για 1 ώρα, διήθηση, ζύμωση διηθήματος με την προσθήκη 5g μαγιάς



Ζύμωση 50g ζάχαρης σε 500mL νερό με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων



5.7.3 Χρωματογραφήματα

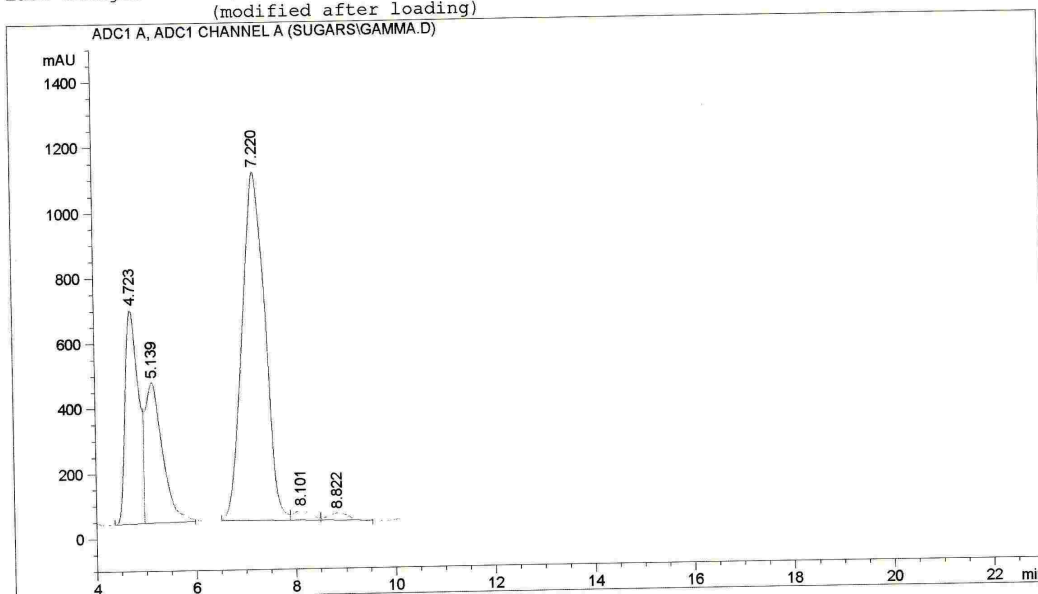
Εκχύλιση 20g χαρουπιού σε 65 °C για 3 ώρες

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\GAMMA.D

Sample name: Gamma

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 12:42:33 μμ
Sample Name     : Gamma
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.723	PV	0.2848	1.24432e4	657.39935	21.4139
2	5.139	VB	0.3329	1.01798e4	432.04221	17.5187
3	7.220	BV	0.5250	3.40641e4	1071.18152	58.6218
4	8.101	VV	0.3595	754.32104	30.61048	1.2981
5	8.822	VB	0.4483	666.73962	22.86135	1.1474

Totals : 5.81083e4 2214.09491

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

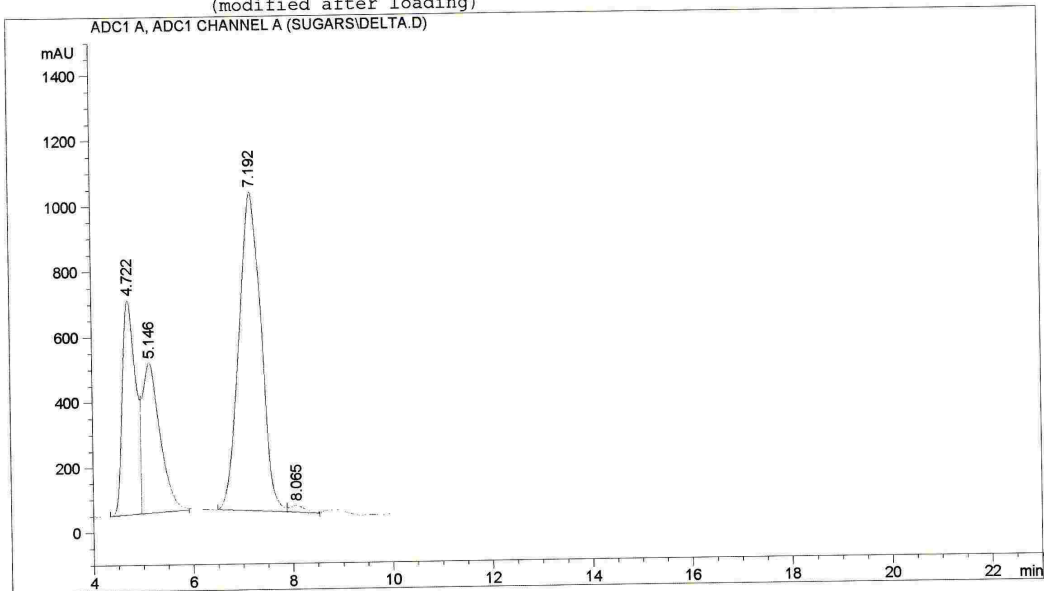
Εκχύλιση 30g χαρουπιού σε 65°C για 3 ώρες

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\DELTA.D

Sample Name: Delta

```

=====
Injection Date : 10/4/2005 12:29:54 μμ
Sample Name   : Delta
Location     : Vial 4
Acq. Operator : Yiota
Method       : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed  : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
               (modified after loading)
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.722	PV	0.2843	1.24337e4	658.46545	22.9556
2	5.146	VB	0.3435	1.12379e4	462.53091	20.7478
3	7.192	BV	0.4925	3.00459e4	977.70917	55.4716
4	8.065	VB	0.2857	446.86151	21.56596	0.8250

Totals : 5.41644e4 2120.27149

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

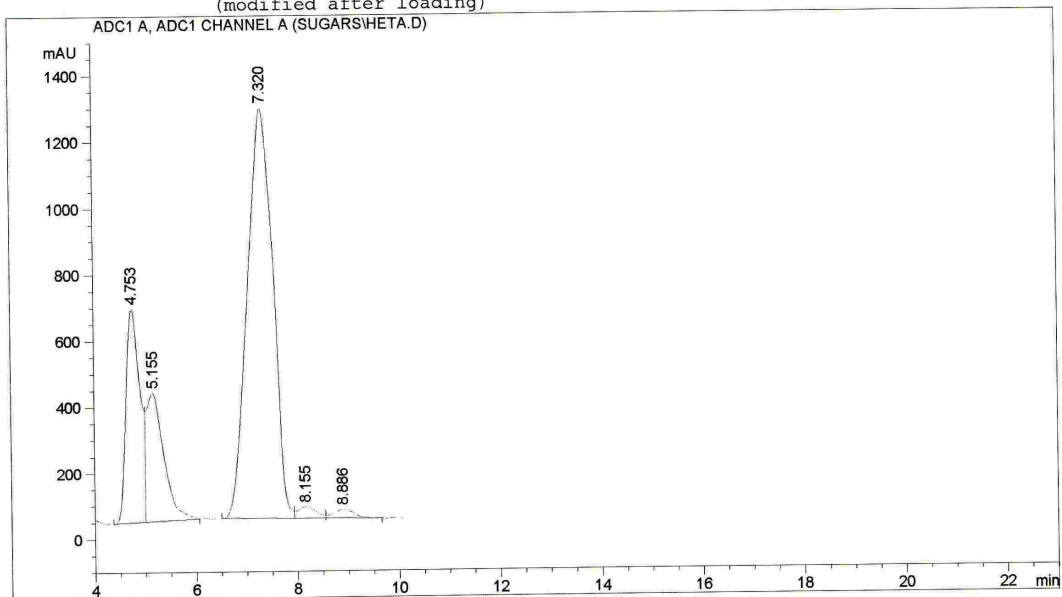
Εκχύλιση 20 g χαρουπιού σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\HETA.D

Sample Name: Heta

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 1:22:43 μμ
Sample Name     : Heta
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.753	PV	0.2923	1.25495e4	647.06854	18.8734
2	5.155	VB	0.3349	9183.01270	389.76535	13.8105
3	7.320	BV	0.5884	4.31795e4	1239.60217	64.9384
4	8.155	VV	0.3986	870.76367	33.79910	1.3096
5	8.886	VP	0.3703	710.19739	26.19941	1.0681

Totals : 6.64930e4 2336.43458

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

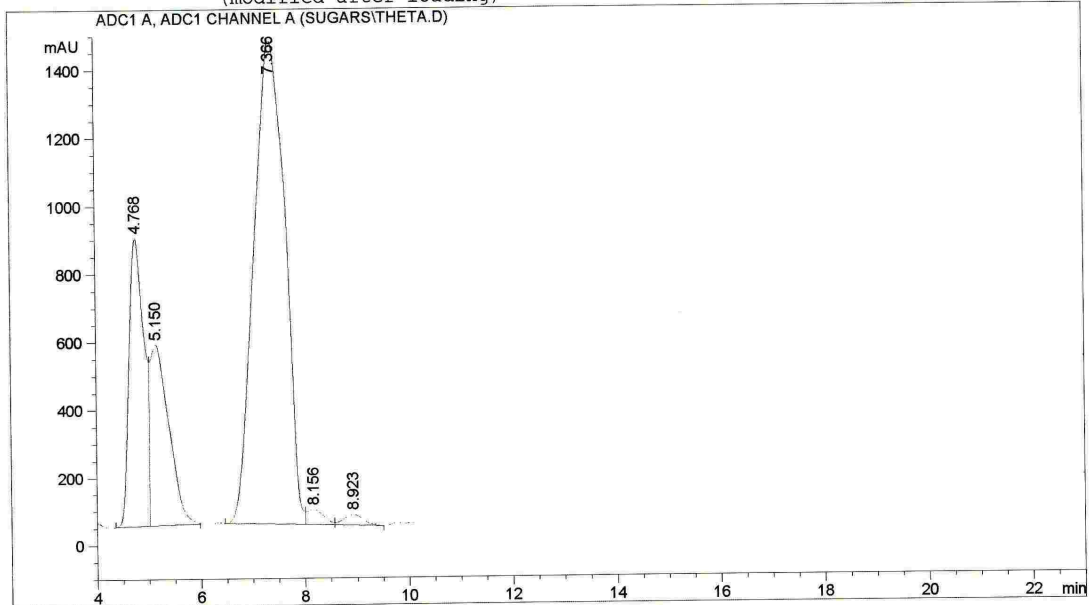
Εκχύλιση 30 g χαρουπιού σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\THETA.D

Sample Name: Theta

```

=====
Injection Date : 10/4/2005 11:50:00 µm
Sample Name    : Theta                      Location : Vial 4
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 10/4/2005 10:57:28 µm by Yiota
                (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.768	PV	0.3041	1.73292e4	849.08313	18.9479
2	5.150	VB	0.3468	1.31454e4	534.70404	14.3733
3	7.366	BV	0.6270	5.91624e4	1429.14429	64.6886
4	8.156	VV	0.3428	980.50165	43.86305	1.0721
5	8.923	VP	0.4194	839.64380	31.05606	0.9181

Totals : 9.14572e4 2887.85057

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

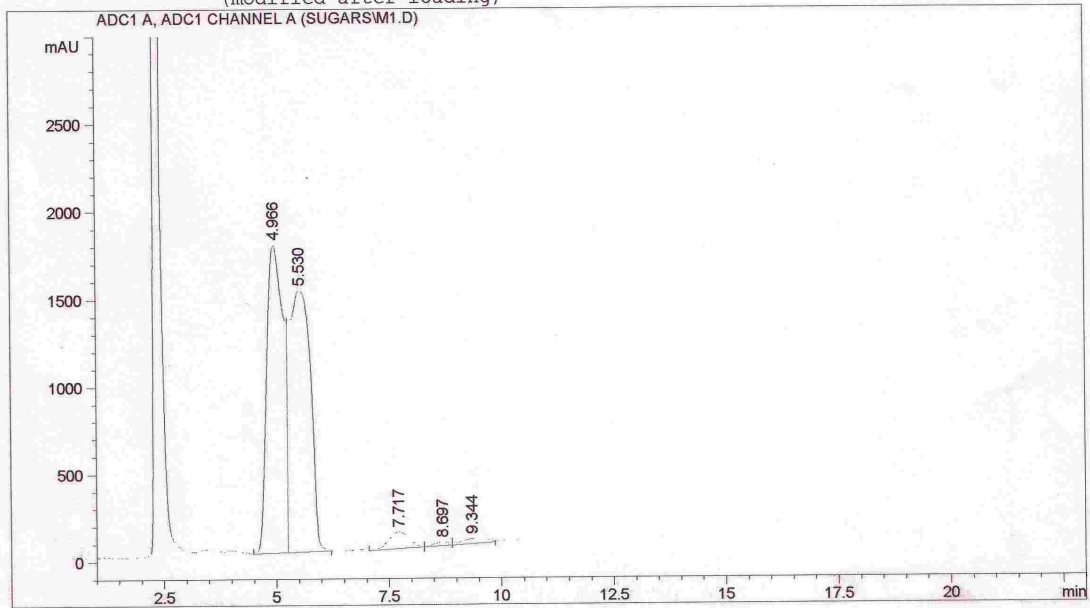
**Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 5g μαγιά σε
θερμοκρασία δωματίου (δείγμα 1)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M1.D

Sample Name: M1

```

=====
Injection Date   : 12/3/2005 11:00:43 pm
Sample Name     : M1
Location        : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Acq. Method     : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 10:25:19 pm by Yiota
                  (modified after loading)
Analysis Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 11:12:19 pm by Yiota
                  (modified after loading)
=====
    
```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.966	PV	0.3914	4.63100e4	1763.56433	46.5403
2	5.530	VV	0.5054	4.83839e4	1499.84729	48.6245
3	7.717	PV	0.4664	3082.15112	96.54880	3.0975
4	8.697	VV	0.3129	536.85339	21.38064	0.5395
5	9.344	VBA	0.5066	1192.29309	29.56051	1.1982

Totals : 9.95051e4 3410.90157

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

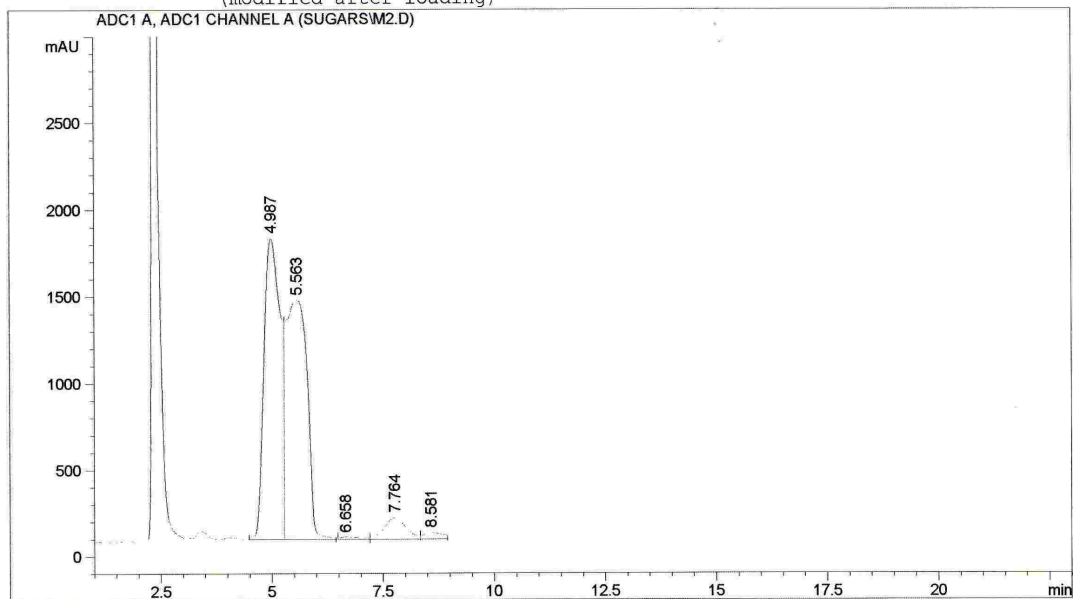
**Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 5g μαγιά σε
θερμοκρασία δωματίου (δείγμα 2)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M2.D

Sample Name: M2

```

=====
Injection Date : 12/3/2005 11:24:23 μμ
Sample Name    : M2                               Location : Vial 4
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                (modified after loading)
=====
  
```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
  
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.987	BV	0.3905	4.50389e4	1737.28259	46.8491
2	5.563	VB	0.5142	4.53589e4	1380.91833	47.1819
3	6.658	BV	0.4325	460.40802	14.00540	0.4789
4	7.764	VV	0.5060	4190.62061	125.69199	4.3590
5	8.581	VBA	0.3869	1087.38501	39.16663	1.1311

Totals : 9.61362e4 3297.06494

Results obtained with enhanced integrator!

=====
*** End of Report ***

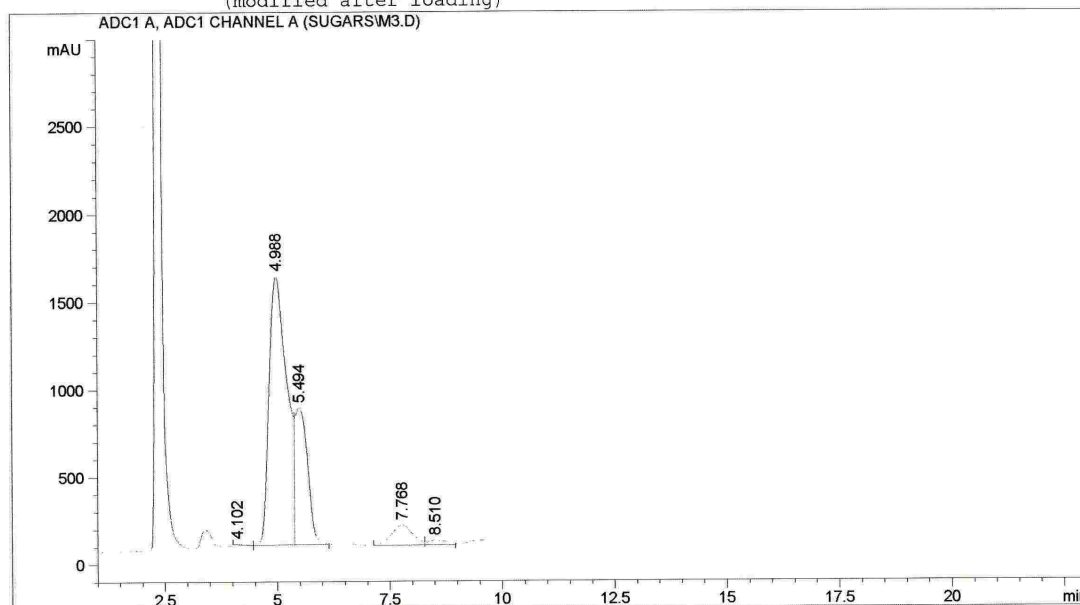
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 5g μαγιά σε θερμοκρασία δωματίου (δείγμα 3)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M3.D

Sample Name: M3

```

=====
Injection Date : 12/3/2005 11:36:02 pm
Sample Name    : M3                               Location : Vial 4
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 12/3/2005 11:12:19 pm by Yiota
                (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.102	BP	0.2168	103.10027	6.69083	0.1657
2	4.988	VV	0.4088	4.25370e4	1537.58215	68.3513
3	5.494	VB	0.3033	1.49266e4	786.93317	23.9850
4	7.768	PV	0.4839	3810.28564	116.39630	6.1226
5	8.510	VV	0.3757	855.96600	29.74897	1.3754

Totals : 6.22329e4 2477.35142

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

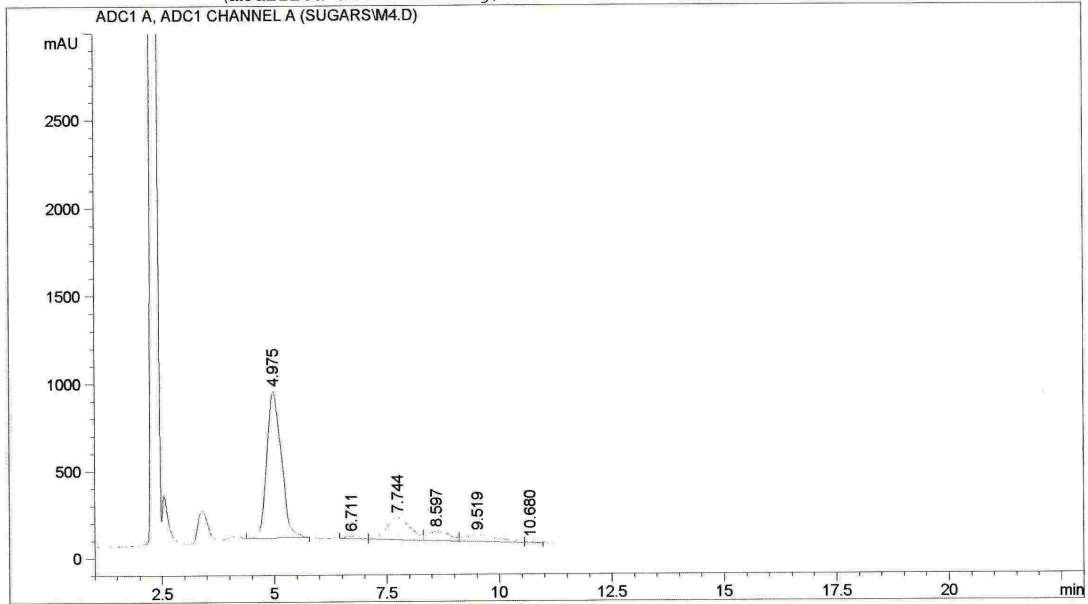
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 5g μαγιά σε θερμοκρασία δωματίου (δείγμα 4)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M4.D

Sample Name: M4

```

=====
Injection Date   : 12/3/2005 11:48:00 pm
Sample Name     : M4                               Location : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 11:12:19 pm by Yiota
                  (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.975	VB	0.3296	1.88839e4	838.90027	67.4880
2	6.711	BV	0.2842	339.93042	15.29814	1.2149
3	7.744	VV	0.5309	4580.56836	126.07259	16.3702
4	8.597	VV	0.4849	1822.07507	51.86309	6.5118
5	9.519	VV	0.6665	2186.67310	41.38358	7.8148
6	10.680	VB	0.2332	167.95967	10.24959	0.6003

Totals : 2.79811e4 1083.76724

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

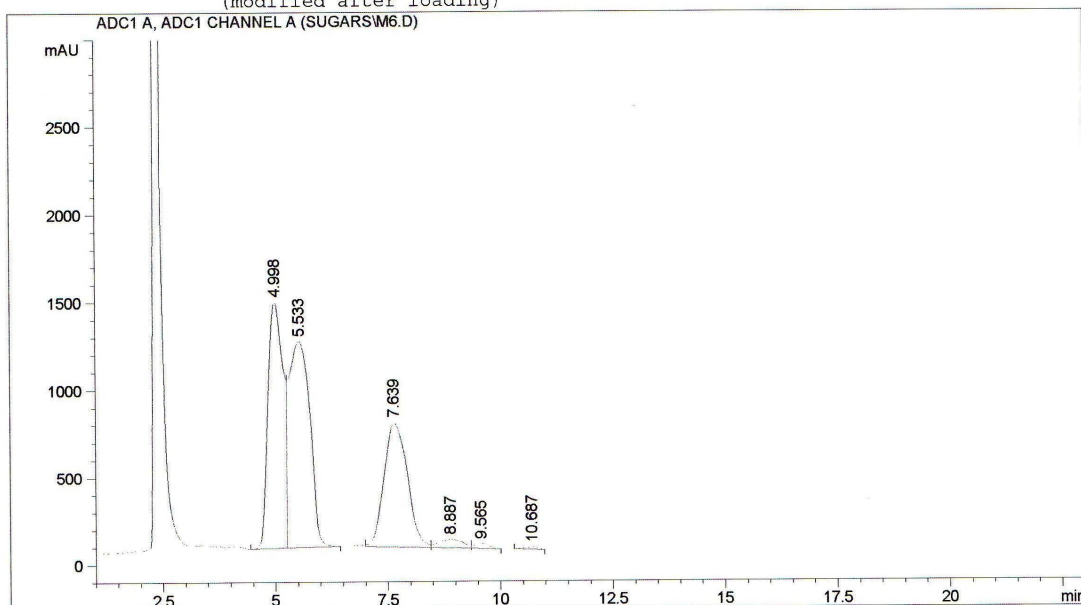
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων σε θερμοκρασία δωματίου (δείγμα 6)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M6.D

Sample Name: M6

```

=====
Injection Date : 12/3/2005 12:02:27 μμ
Sample Name    : M6                               Location : Vial 4
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.998	VV	0.3606	3.35476e4	1409.72852	33.6529
2	5.533	VP	0.5066	3.74700e4	1179.70496	37.5877
3	7.639	BV	0.5896	2.58014e4	717.37506	25.8824
4	8.887	VV	0.4863	1901.92419	51.56574	1.9079
5	9.565	VB	0.3090	633.94598	30.06814	0.6359
6	10.687	PBA	0.2905	332.11081	16.88199	0.3332

Totals : 9.96870e4 3405.32440

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

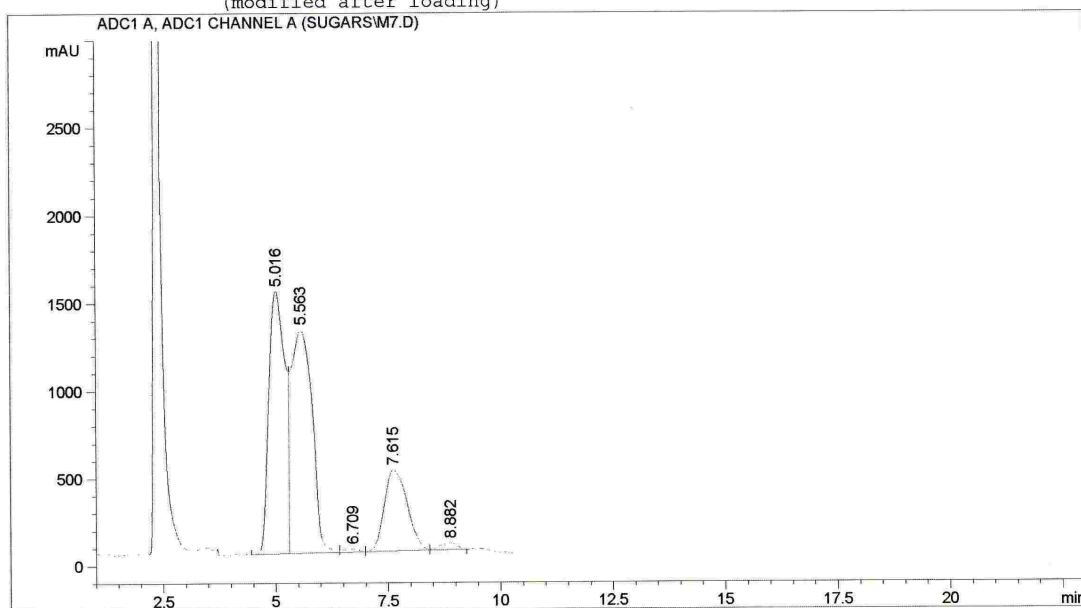
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων σε θερμοκρασία δωματίου (δείγμα 7)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M7.D

Sample Name: M7

```

=====
Injection Date : 12/3/2005 12:14:27 μμ
Sample Name    : M7                               Location : Vial 4
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                (modified after loading)
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	5.016	VV	0.3795	3.78581e4	1505.06702	38.9004
2	5.563	VV	0.5139	4.13690e4	1280.43677	42.5079
3	6.709	VV	0.3129	486.25891	19.63994	0.4996
4	7.615	VV	0.5676	1.65618e4	467.20264	17.0177
5	8.882	VP	0.4001	1045.58191	37.86608	1.0744

Totals : 9.73207e4 3310.21245

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

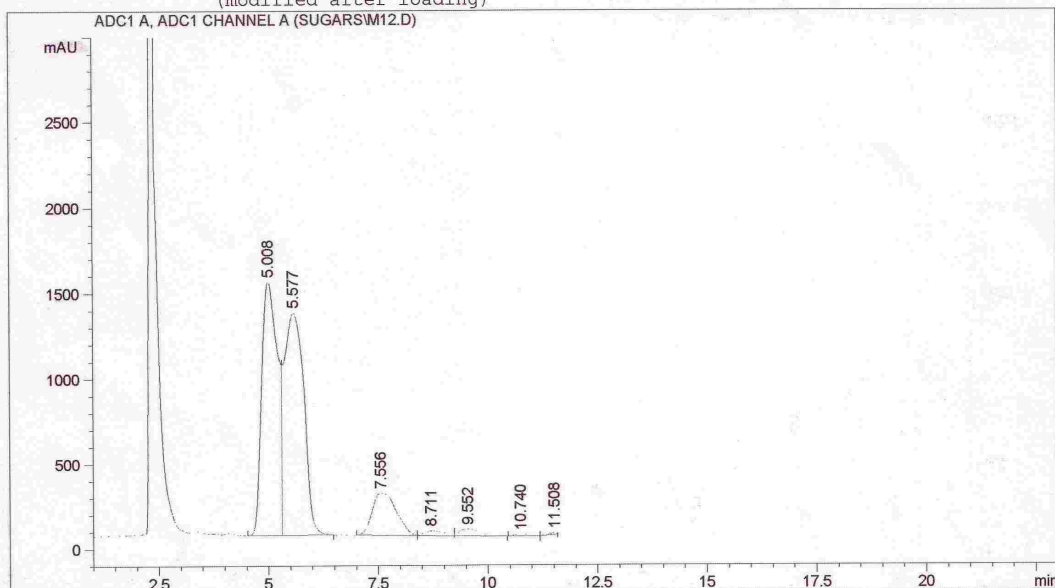
**Εκχύλιση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία
δωματίου, διήθηση και μέτρηση όγκου διηθήματος και κατόπιν ζύμωση του
διηθήματος με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων (δείγμα 12)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M12.D

Sample Name: M12

```

=====
Injection Date   : 12/3/2005 12:58:34 μμ
Sample Name     : M12                               Location : Vial 4
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                (modified after loading)
=====
    
```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier    : 1.0000
Dilution      : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	5.008	BV	0.3832	3.82871e4	1487.83569	42.2554
2	5.577	VP	0.4838	4.01084e4	1307.66003	44.2655
3	7.556	BV	0.5896	9583.78613	248.68134	10.5771
4	8.711	VV	0.4724	974.03448	28.52237	1.0750
5	9.552	VB	0.4851	1252.94263	41.51860	1.3828
6	10.740	PP	0.2942	256.30081	11.36276	0.2829
7	11.508	VBA	0.2073	146.22496	12.06941	0.1614

Totals : 9.06088e4 3137.65020

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

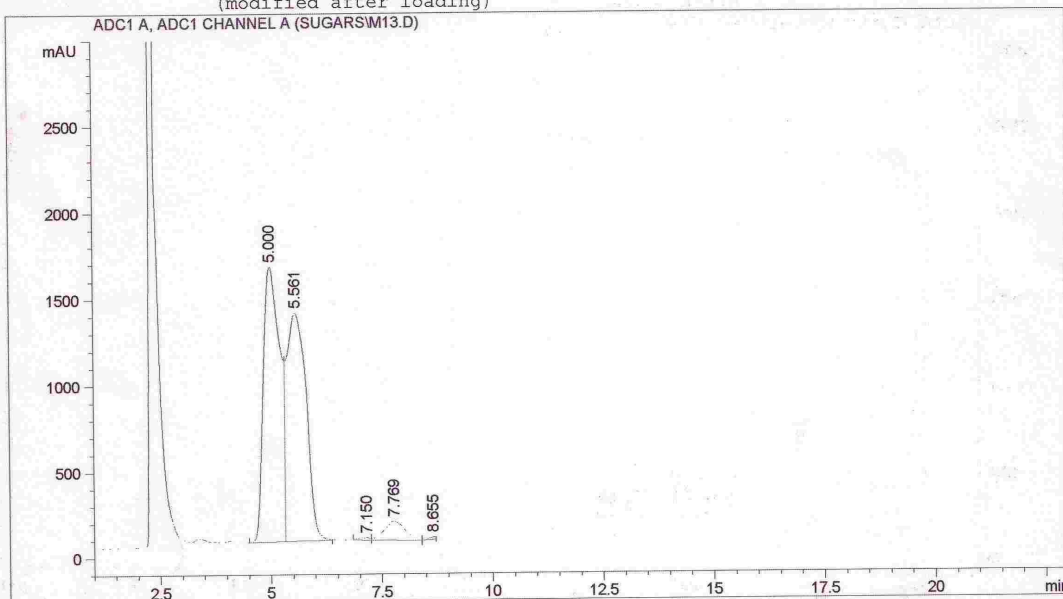
**Εκχύλιση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία
δωματίου, διήθηση και μέτρηση όγκου διηθήματος και κατόπιν ζύμωση του
διηθήματος με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων (δείγμα 13)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M13.D

Sample Name: M13

```

=====
Injection Date   : 12/3/2005 1:12:24 μμ
Sample Name     : M13
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
Location        : Vial 4
=====
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

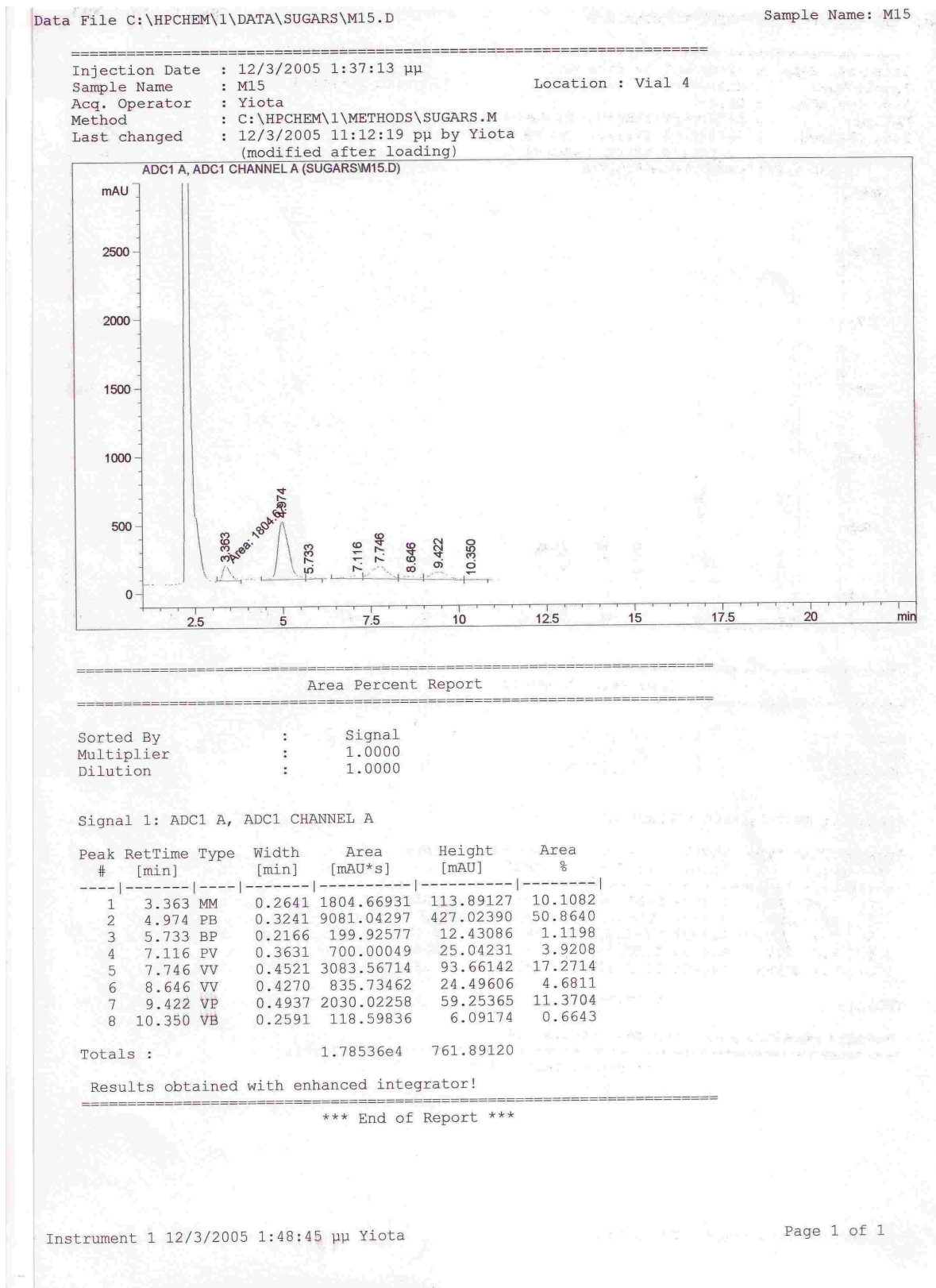
Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	5.000	PV	0.3940	4.23047e4	1597.44360	49.0848
2	5.561	VB	0.4720	3.98199e4	1327.17371	46.2018
3	7.150	BV	0.2258	276.07593	16.44835	0.3203
4	7.769	VP	0.4924	3625.35083	112.37895	4.2064
5	8.655	VBA	0.1647	160.97632	15.81941	0.1868

Totals : 8.61870e4 3069.26403

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

**Εκχύλιση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία
δωματίου, διήθηση και μέτρηση όγκου διηθήματος και κατόπιν ζύμωση του
διηθήματος με την προσθήκη 1g ζυμομυκήτων (δείγμα 15)**

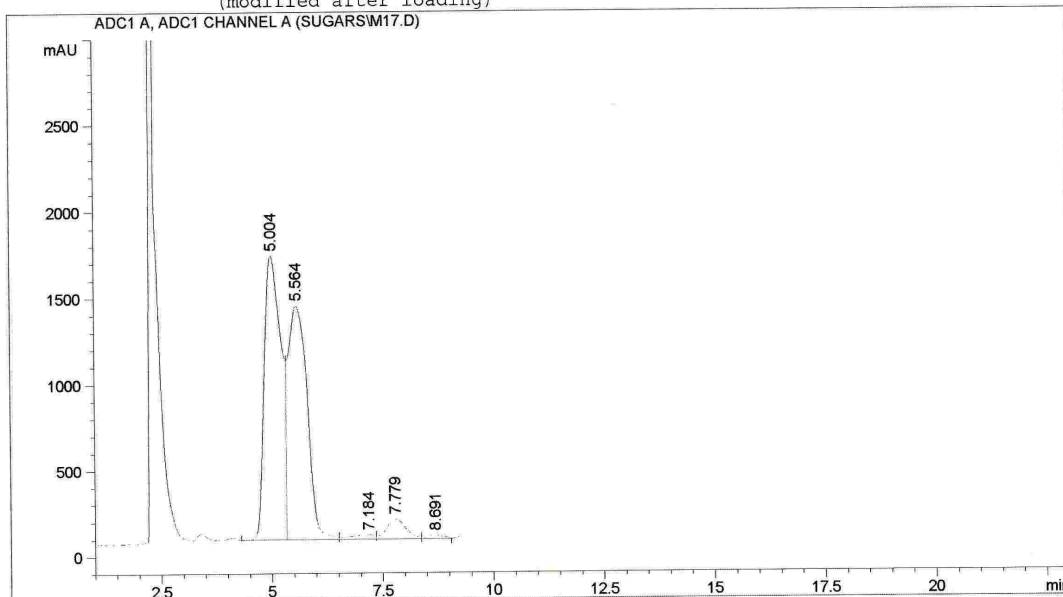


**Εκχύλιση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία
δωματίου, διήθηση και μέτρηση όγκου διηθήματος και κατόπιν ζύμωση του
διηθήματος με την προσθήκη 5g μαγιάς (δείγμα 17)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M17.D

Sample Name: M17

```
=====
Injection Date   : 12/3/2005 1:50:57 μμ
Sample Name     : M17
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
Location        : Vial 4
=====
```



=====
Area Percent Report
=====

```
Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	5.004	VV	0.3980	4.38913e4	1651.86511	49.0639
2	5.564	VB	0.4632	4.04896e4	1360.36865	45.2613
3	7.184	BV	0.4966	1046.82031	26.23094	1.1702
4	7.779	VV	0.4648	3484.30493	115.22346	3.8949
5	8.691	VP	0.3384	545.40186	21.39302	0.6097

Totals : 8.94574e4 3175.08118

Results obtained with enhanced integrator!

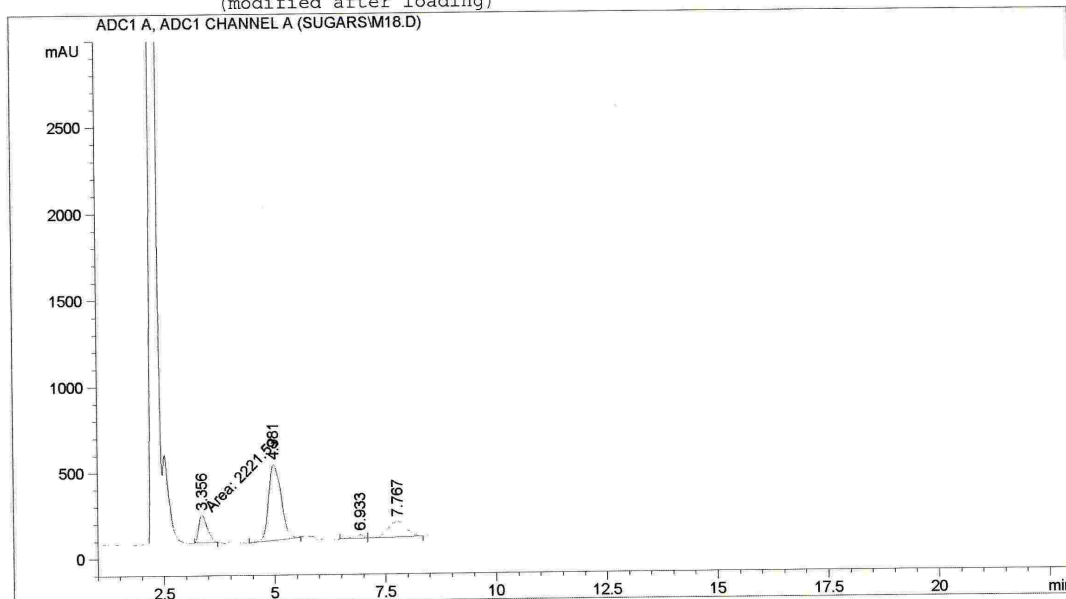
=====
*** End of Report ***
=====

**Εκχύλιση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία
δωματίου, διήθηση και μέτρηση όγκου διηθήματος και κατόπιν ζύμωση του
διηθήματος με την προσθήκη 5g μαγιάς (δείγμα 18)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M18.D

Sample Name: M18

```
=====
Injection Date   : 12/3/2005 2:02:28 μμ
Sample Name     : M18                               Location  : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
=====
```



=====
Area Percent Report
=====

```
Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	3.356	MM	0.2302	2221.52588	160.81108	15.9704
2	4.981	PB	0.2853	8661.84180	440.80374	62.2694
3	6.933	BV	0.2629	401.00061	21.17624	2.8828
4	7.767	VP	0.4305	2625.90991	91.32527	18.8775

Totals : 1.39103e4 714.11633

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

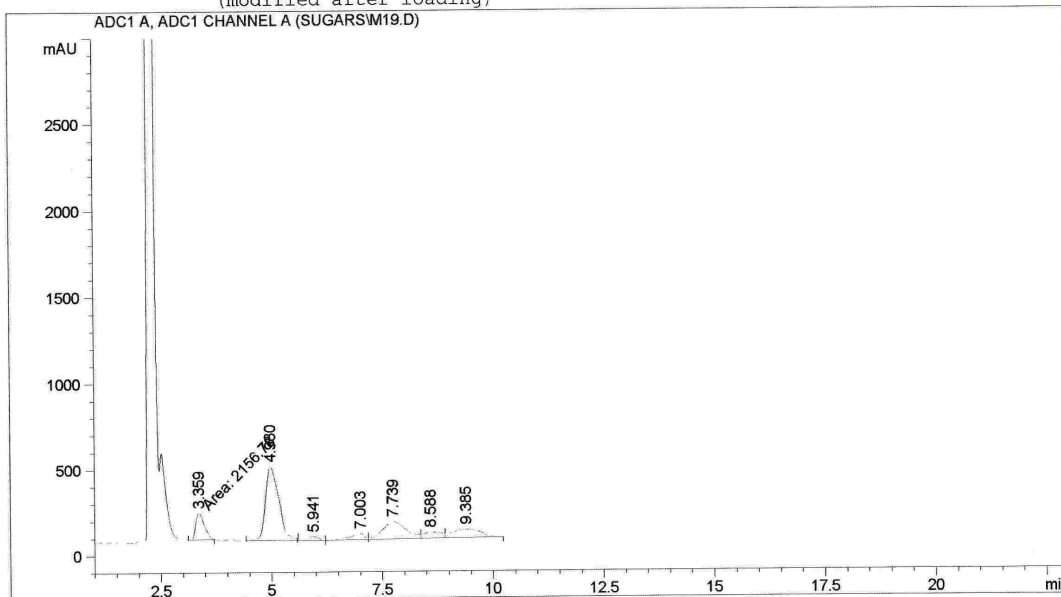
**Εκχύλιση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό για 1 ώρα σε θερμοκρασία
δωματίου, διήθηση και μέτρηση όγκου διηθήματος και κατόπιν ζύμωση του
διηθήματος με την προσθήκη 5g μαγιάς (δείγμα 19)**

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M19.D

Sample Name: M19

```

=====
Injection Date   : 12/3/2005 2:13:38 μμ
Sample Name     : M19                               Location : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 12/3/2005 11:12:19 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
=====
    
```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	3.359	MM	0.2297	2156.78076	156.48839	10.9645
2	4.980	BB	0.3286	9122.27051	431.61557	46.3753
3	5.941	BP	0.3201	530.85193	22.51597	2.6987
4	7.003	VV	0.3079	794.50940	34.34831	4.0391
5	7.739	VV	0.5303	3776.99390	100.99245	19.2013
6	8.588	VV	0.3751	1036.19727	36.73804	5.2678
7	9.385	VBA	0.5352	2252.92603	49.94892	11.4533

Totals : 1.96705e4 832.64766

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

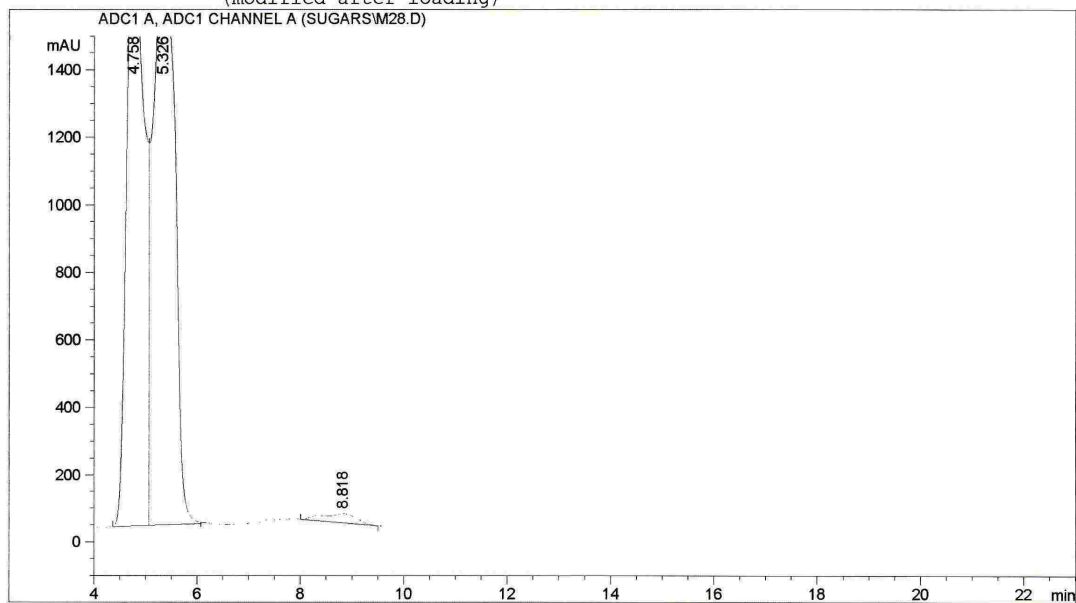
Ζύμωση 50g ζάχαρης σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 28)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M28.D

Sample Name: M28

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 2:28:28 μμ
Sample Name     : M28                               Location  : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.758	BV	0.3173	4.35890e4	1961.25244	46.1122
2	5.326	VB	0.3776	4.96451e4	1768.05859	52.5189
3	8.818	BPA	0.6396	1294.03699	28.40106	1.3689

Totals : 9.45281e4 3757.71210

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

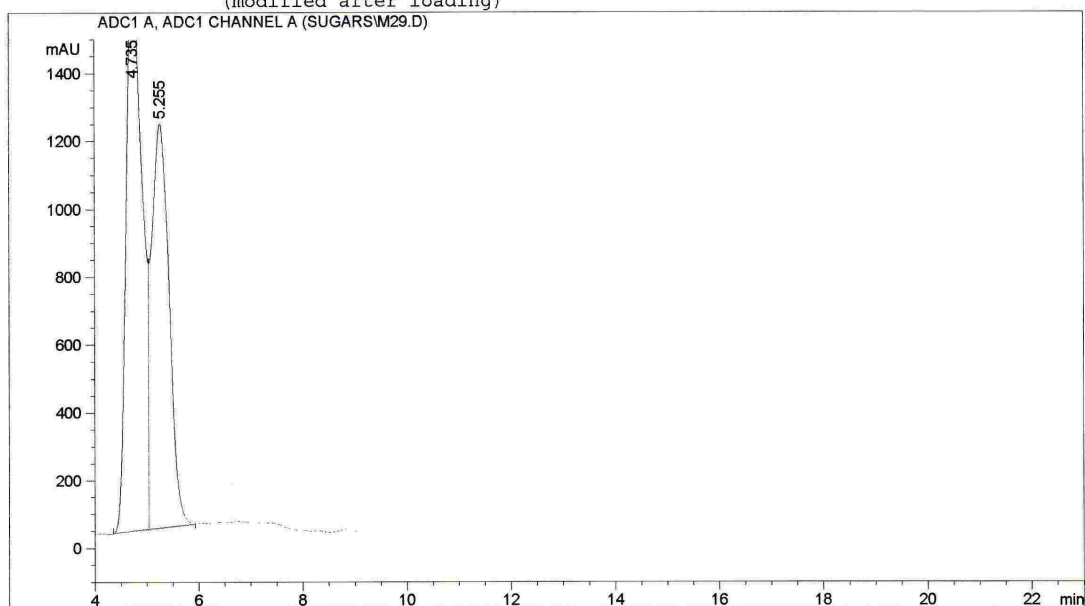
Ζύμωση 50g ζάχαρης σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 29)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M29.D

Sample Name: M29

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 2:40:40 μμ
Sample Name     : M29                               Location  : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.735	PV	0.2938	3.62046e4	1761.59656	56.4934
2	5.255	VB	0.3623	2.78818e4	1194.41516	43.5066

Totals : 6.40864e4 2956.01172

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

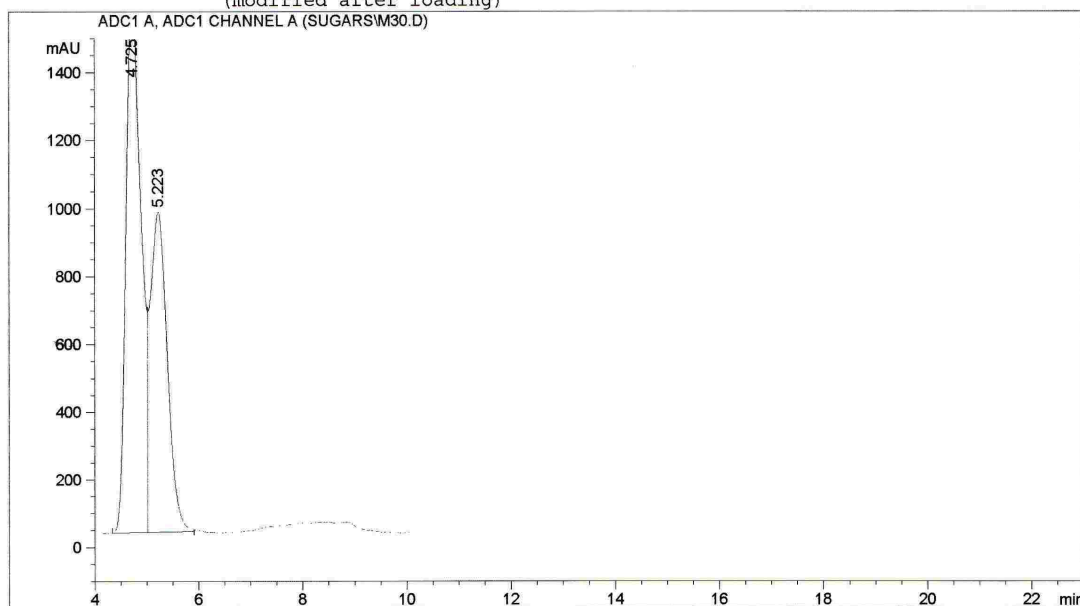
Ζύμωση 50g ζάχαρης σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 30)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M30.D

Sample Name: M30

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 2:51:35 μμ
Sample Name     : M30
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
                  (modified after loading)
Location        : Vial 4
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.725	BV	0.2842	3.23286e4	1638.50903	60.2643
2	5.223	VB	0.3446	2.13161e4	946.95319	39.7357

Totals : 5.36447e4 2585.46222

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

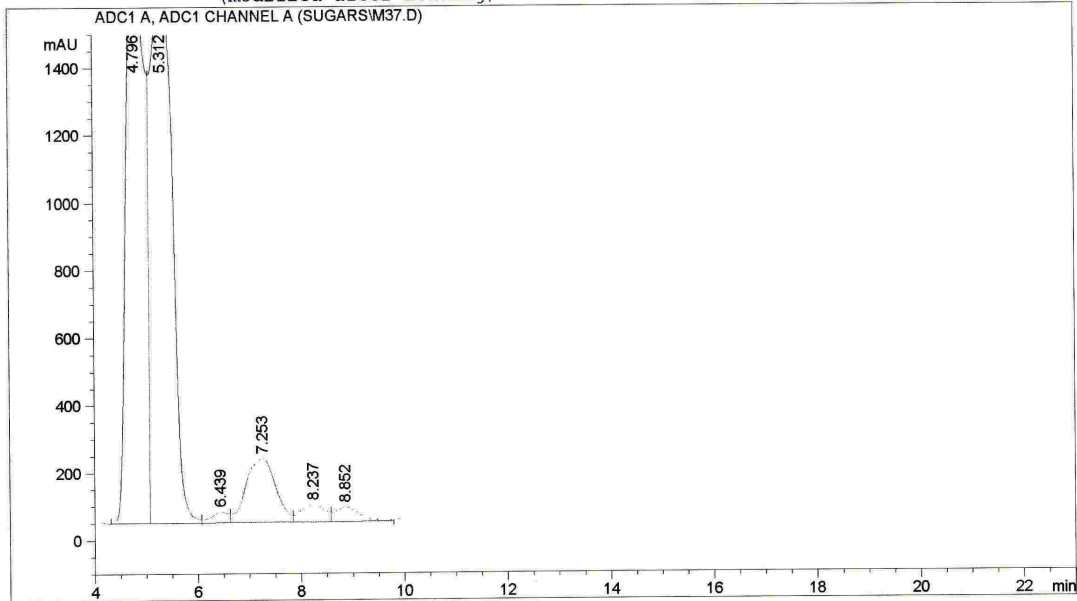
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 37)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M37.D

Sample Name: M37

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 11:20:10 pm
Sample Name     : M37
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 pm by Yiota
                  (modified after loading)
Location        : Vial 4
    
```



=====
Area Percent Report
=====

```

Sorted By       : Signal
Multiplier      : 1.0000
Dilution        : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.796	PV	0.3557	4.44572e4	1854.62183	43.2100
2	5.312	VB	0.4314	4.69054e4	1671.37158	45.5895
3	6.439	BV	0.3124	766.59454	33.32607	0.7451
4	7.253	VV	0.5597	7567.53125	190.41272	7.3552
5	8.237	VV	0.5077	1693.03210	50.42565	1.6455
6	8.852	VV	0.5209	1496.62354	43.33950	1.4546

Totals : 1.02886e5 3843.49735

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

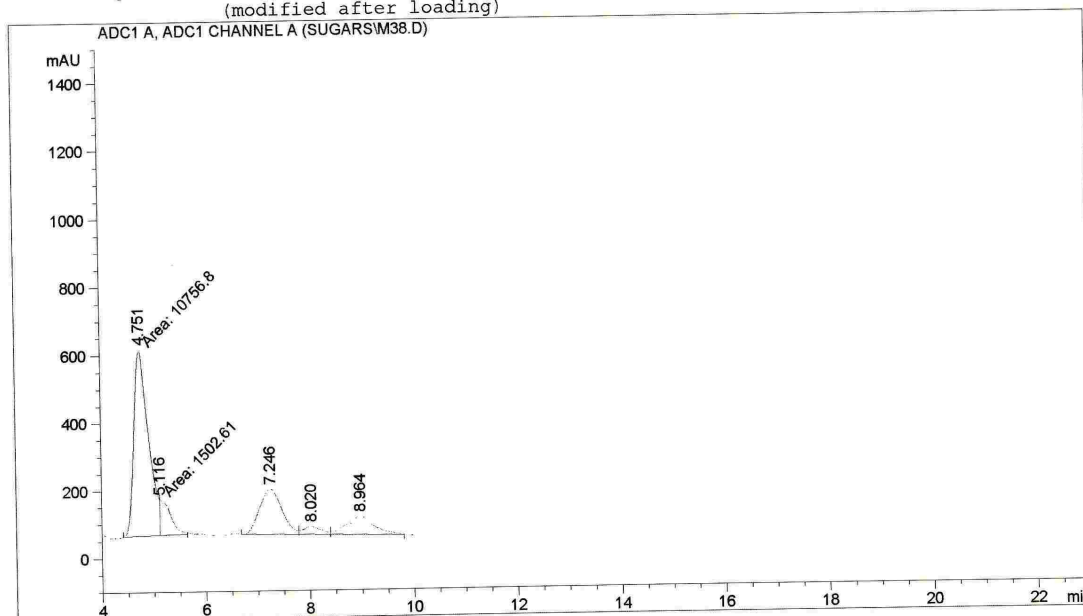
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 38)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M38.D

Sample Name: M38

```

=====
Injection Date : 10/4/2005 11:35:26 pm           Location : Vial 4
Sample Name    : M38
Acq. Operator  : Yiota
Method         : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed   : 10/4/2005 10:57:28 pm by Yiota
                (modified after loading)
    
```



Area Percent Report

```

Sorted By      : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.751	MF	0.3261	1.07568e4	549.75183	57.1399
2	5.116	FM	0.2351	1502.61230	106.54516	7.9819
3	7.246	BV	0.4537	3980.59351	134.34856	21.1449
4	8.020	VV	0.3564	574.24408	23.22704	3.0504
5	8.964	VB	0.5244	2011.08545	53.76441	10.6829

Totals : 1.88253e4 867.63700

Results obtained with enhanced integrator!

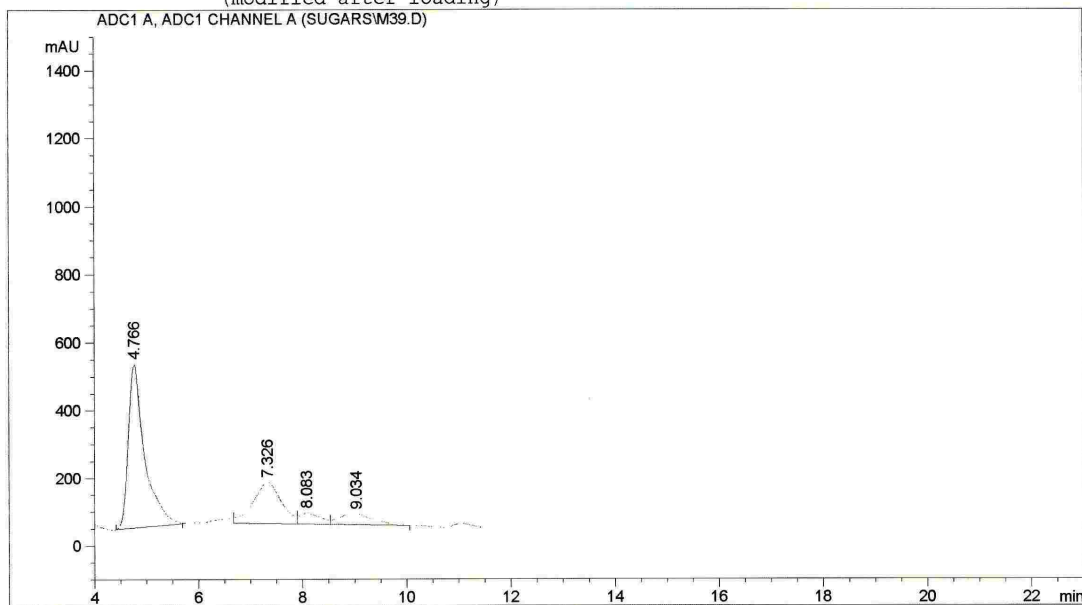
*** End of Report ***

Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 39)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M39.D

Sample Name: M39

=====
Injection Date : 10/4/2005 3:03:50 μμ
Sample Name : M39 Location : Vial 4
Acq. Operator : Yiota
Method : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed : 10/4/2005 10:57:28 μμ by Yiota
(modified after loading)



=====
Area Percent Report
=====

Sorted By : Signal
Multiplier : 1.0000
Dilution : 1.0000

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.766	PB	0.3109	1.05745e4	484.03867	60.1714
2	7.326	BV	0.5439	4626.02100	123.25183	26.3232
3	8.083	VV	0.3867	919.82983	32.84949	5.2341
4	9.034	VP	0.5812	1453.60938	32.04359	8.2714

Totals : 1.75740e4 672.18358

Results obtained with enhanced integrator!

=====
*** End of Report ***

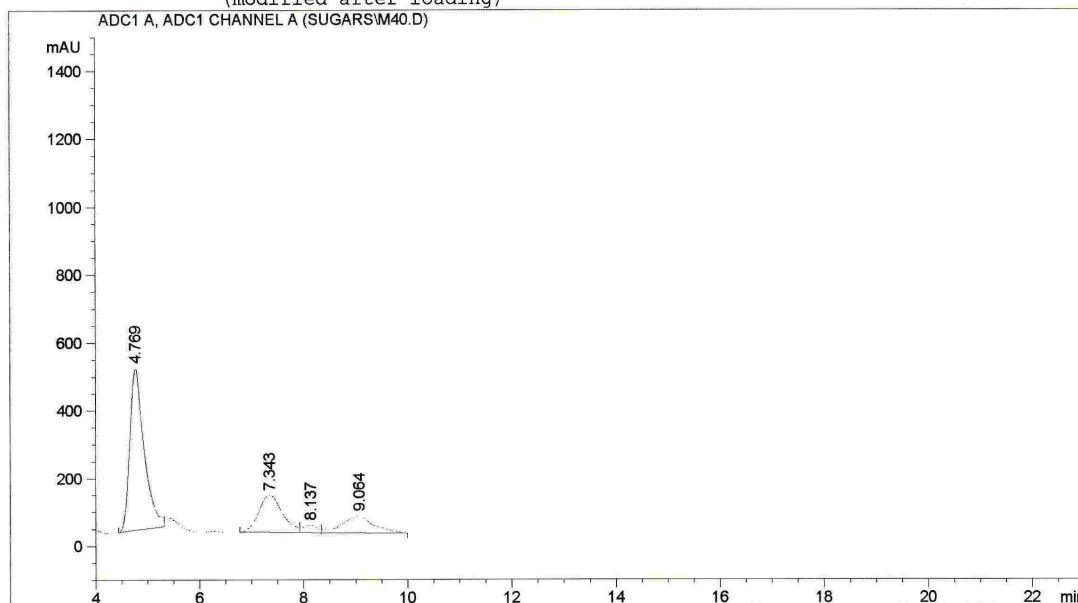
Ζύμωση 140g χαρουπιού σε 500mL νερό, σε θερμοκρασία δωματίου, με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων (δείγμα 40)

Data File C:\HPCHEM\1\DATA\SUGARS\M40.D

Sample Name: M40

```

=====
Injection Date   : 10/4/2005 3:17:05 µμ
Sample Name     : M40                      Location : Vial 4
Acq. Operator   : Yiota
Method          : C:\HPCHEM\1\METHODS\SUGARS.M
Last changed    : 10/4/2005 10:57:28 µμ by Yiota
                  (modified after loading)
=====
    
```



Area Percent Report

```

=====
Sorted By       : Signal
Multiplier     : 1.0000
Dilution       : 1.0000
    
```

Signal 1: ADC1 A, ADC1 CHANNEL A

Peak #	RetTime [min]	Type	Width [min]	Area [mAU*s]	Height [mAU]	Area %
1	4.769	PB	0.2780	9191.69727	478.78336	60.1731
2	7.343	PV	0.4759	3483.51489	110.47679	22.8047
3	8.137	VV	0.2892	431.31564	22.54391	2.8236
4	9.064	VBA	0.5702	2168.89917	50.79412	14.1986

Totals : 1.52754e4 662.59819

Results obtained with enhanced integrator!

*** End of Report ***

Κεφάλαιο 6

Προοπτικές και συμπεράσματα βάσει των πειραμάτων

6.1 Προοπτικές

☞ Η ψίχα του χαρουπιού είναι πολύ πλούσια σε σάκχαρα περίπου 40% κ/β όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία [15] και μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα για την παραγωγή αιθανόλης με απλές διαδικασίες ώστε στη συνέχεια να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο κίνησης των οχημάτων.

☞ Η εισχώρηση των βιοκαυσίμων (βιοαιθανόλη και βιοντίζελ) στην ελληνική αγορά καθώς και στις υπόλοιπες χώρες- μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι επιτακτική αφού η Ε.Ε. έχει θέσει ως στόχο η διείσδυση των βιοκαυσίμων να ανέλθει στο 2% μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου του 2005, ενώ στο 5,75% μέχρι το 2010. Σε αντίθετη περίπτωση τα κράτη μέλη που δεν θα συμμορφωθούν θα έχουν να αντιμετωπίσουν οικονομικά πρόστιμα, τα οποία θα τους επιβληθούν από την Ε.Ε. αφού οι στόχοι της Ε.Ε δεν έχουν προαιρετικό χαρακτήρα.

☞ Στη Κρήτη υπάρχουν σήμερα 10 μικρές βιοτεχνίες επεξεργασίας χαρουπιού οι οποίες είναι [16]:

ΝΟΜΟΣ	ΠΕΡΙΟΧΗ	ΙΔΙΟΚΤΗΤΗΣ
Χανίων	Αποκόρωνας	Γιαννούλης
Ρεθύμνου	Επισκοπή	Εύοσμος
Ρεθύμνου	Ατσιπόπουλο	Αφοι. Τζανιδάκη
Ρεθύμνου	Ατσιπόπουλο	Κουφάκης
Ηρακλείου	Εσταυρωμένος	Σαρρής
Ηρακλείου	Β.Ι.Π.Ε. Ηρακλείου	Φαρσάρης
Ηρακλείου	Β.Ι.Π.Ε. Ηρακλείου	Ταλιάνης
Ηρακλείου	Φοινικιά	Καραβαγκλής
Ηρακλείου	Γκαράζο	Μαραθιανός
Λασιθίου	Νεάπολη	Μαραθιανός

Πίνακας :Υπάρχοντες χαρουπόμυλοι σήμερα στη Κρήτη

Στις βιοτεχνίες αυτές προσκομίζεται ο καρπός μετά τη συλλογή του όπου αλέθεται και διαχωρίζεται η ψίχα από το σπόρο. Ο σπόρος συνήθως πωλείται σε μία βιομηχανία επεξεργασίας στην Αθήνα, ενώ η ψίχα διατίθεται για ζωοτροφή στους κτηνοτρόφους της περιοχής (όπου χορηγείται είτε αυτούσια είτε κατόπιν ανάμιξης με άλλες ζωοτροφές).

Μια αύξηση της καλλιέργειας του δέντρου της χαρουπιάς με σκοπό την χρησιμοποίηση της ψίχας του για την παραγωγή σακχάρων με προοπτική την παραγωγή αιθανόλης ως καύσιμο θα είχε ως αποτέλεσμα την οικονομία στο πετρέλαιο που εισάγουμε από το εξωτερικό και παράλληλα θα ενισχύσει τις βιοτεχνίες αυτές, αφού οι περισσότερες δουλεύουν τώρα εποχιακά.

☞ Εκτός από την προοπτική αύξησης της αγοράς για το χαρούπι γενικά, τα φυτά παραγωγής αιθανόλης ασκούν επίδραση στις τοπικές τιμές της καλλιέργειας με

την εναλλακτική αυτή τους χρήση. Έτσι η αξία του χαρουπιού υπολογίζεται να αυξηθεί στις περιοχές όπου θα βρίσκονται κοντά στις εγκαταστάσεις μετατροπής του χαρουπιού σε αιθανόλη λόγω της ζήτησης του από τις βιομηχανίες μετατροπής, η ζήτηση αυτή θα επηρεάζει την τιμή της καλλιέργειας είτε οι γεωργοί διαθέτουν την παραγωγή τους στις εγκαταστάσεις αιθανόλης είτε όχι. Για τον λόγο αυτό η αιθανόλη που παράγεται από την ψίχα του χαρουπιού εκτός από τα κοινωνικά και περιβαλλοντικά οφέλη που παρέχει, ενισχύει επίσης τις αγορές για τους παραγωγούς χαρουπιού, εξασφαλίζοντας τους ένα σταθερό εισόδημα στο μέλλον.

☞ Σημαντική θα είναι η δημιουργία εισοδήματος στους κατοίκους απομακρυσμένων περιοχών και τους ιδιοκτήτες άγονων ή ημιάγονων εδαφών όπου θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν τα δέντρα της χαρουπιιάς.

☞ Επιπλέον η δημιουργία στην χώρα μας εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαιθανόλης θα ενίσχυε τον τομέα της απασχόλησης με την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας.

☞ Οι εκπομπές έχουν μειωθεί με την τοποθέτηση των καταλυτικών μετατροπέων στα συστήματα εξάτμισης των οχημάτων τα οποία μειώνουν το μονοξείδιο του άνθρακα, τον υδρογονάνθρακα, και τις εκπομπές οξειδίων του αζώτου. Το ποσό διοξειδίου του άνθρακα που παράγεται καίγοντας συμβατικά καύσιμα πρέπει να μειωθεί λόγω της θέρμανσης στην ατμόσφαιρα που προκαλούν. Η αιθανόλη-συνδυασμένη με βενζίνη θεωρείται ως βιώσιμη εναλλακτική λύση για να χαμηλώσουν περαιτέρω τα επίπεδα εκπομπών.

☞ Επίσης η Ε.Ε. δίνει κίνητρα φορολογικής μορφής με οδηγία που προβλέπει τη φορολόγηση των βιολογικών καυσίμων σε πολύ μικρότερο ποσοστό από την ανάλογη φορολογία των πετρελαϊκών καυσίμων. Έτσι, η αιθανόλη που προέρχεται από γεωργικές πρώτες ύλες θα φορολογείται μόνο με το 10% (ή και λιγότερο) του αντίστοιχου φόρου που αναλογεί στα πετρελαϊκά καύσιμα.

6.2 Συμπεράσματα

☞ Το σύστημα συνεχούς ανάδευσης των διαλυμάτων είναι το βέλτιστο για την πραγματοποίηση των πειραμάτων και της εκχύλισης των σακχάρων (φρουκτόζη, γλυκόζη και σουκρόζη) και της ζύμωσης τους για την παραγωγή αιθανόλης. Για το λόγο αυτό σε όλα τα πειράματα οι φιάλες με τα διαλύματα τοποθετήθηκαν στους μαγνητικούς αναδευτήρες Velp και Falc.

- ☐ Το βέλτιστο σύστημα εκχύλισης με θέρμανση λειτουργεί για πραγματικές θερμοκρασίες 65-70 °C. Χαμηλότερες ή υψηλότερες θερμοκρασίες δεν είναι αποδοτικές για την εκχύλιση των σακχάρων που περιέχονται στην πρώτη ύλη.
- ☐ Όσον αφορά τα πειράματα εκχύλισης των σακχάρων με θερμότητα η καλύτερη διεξαγωγή του πειράματος επιτυγχάνεται με τη χρήση συμπυκνωτή ατμών (ψυκτήρα), χωρίς την τοποθέτηση ψυκτήρων στις κωνικές φιάλες παρατηρήθηκε εξάτμιση του νερού, γεγονός που επηρεάζει τον τελικό όγκο του δείγματος.
- ☐ Η εκχύλιση των σακχάρων πραγματοποιήθηκε με συνεχή ανάδευση και θέρμανση στους 65 °C καθώς και με συνεχή ανάδευση του δείγματος σε θερμοκρασία δωματίου για 1 και για 3 ώρες. Από την ανάλυση των δειγμάτων με την υγρή χρωματογραφική μέθοδο υψηλής απόδοσης εξάγεται το συμπέρασμα ότι δεν υπάρχει μεγάλη διαφορά ανάμεσα στις δυο μεθόδους πραγματοποίησης της εκχύλισης, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι υψηλή και με τις δύο μεθόδους. Αυτό φαίνεται και από τις γραφικές παραστάσεις που απεικονίζονται στην παράγραφο 5.7.1. Άρα μπορεί να εφαρμόζεται η εκχύλιση των σακχάρων σε θερμοκρασία δωματίου καθώς με την διαδικασία αυτή αποφεύγεται η χρονοβόρα θέρμανση των διαλυμάτων μας.
- ☐ Από την ανάλυση των εκχυλισμένων σακχάρων με την μέθοδο διαχωρισμού της υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης, υπολογίσαμε την μάζα των σακχάρων και παρατηρήσαμε πως η σουκρόζη βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα στην ψίχα του χαρουπιού με μέσο όρο 4 g / 100mL νερού και ακολουθεί η φρουκτόζη με μέσο όρο σακχάρων τα 1,2 g / 100mL νερού, ενώ η γλυκόζη έχει τη μικρότερη μάζα με μέσο όρο τα 0,8g / 100mL νερού.
- ☐ Η εκχύλιση των σακχάρων από 30g ψίχας χαρουπιού δουλεύει χωρίς να υπάρχει κορεσμός λόγω της μεγάλης μάζας του χαρουπιού σε αντίθεση με το πείραμα των 50g ψίχας χαρουπιού το οποίο δεν ήταν δυνατή η εκχύλιση των 3 σακχάρων και στη συνέχεια η διήθηση του διαλύματος .
- ☐ Από την εκχύλιση των σακχάρων σε θερμοκρασία δωματίου για 1ώρα από 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 42% απόδοση, στα 10 g έχουμε 41%, στα 20 g έχουμε 39,7, ενώ στα 30g έχουμε 37%. Από την εκχύλιση σε θερμοκρασία 65°C για 3 ώρες στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 42% απόδοση, στα 10g ψίχας χαρουπιού έχουμε 35%, στα 20g ψίχας χαρουπιού 33% απόδοση, ενώ στα 30g ψίχας

χαρουπιού 28%. Για την εκχύλιση σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ώρες στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 50%, στα 10g έχουμε 38% απόδοση και στα 20g ψίχας η απόδοση είναι 38%, στα 30g ψίχας έχουμε 35%. Από την εκχύλιση σε 65 °C για 1 ώρα έχουμε στα 5g ψίχας χαρουπιού έχουμε 40%, στα 10g έχουμε 41% απόδοση και στα 20g ψίχας η απόδοση είναι 41%, στα 30g ψίχας έχουμε 35%. Παρατηρούμε πως για μικρότερη μάζα πρώτης ύλης όπως στα 5 και 10g πρώτης ύλης επιτυγχάνουμε τη βέλτιστη εκχύλιση των σακχάρων.

☞ Από την ανάλυση με την υγρή χρωματογραφία υψηλής απόδοσης στα δείγματα του πειράματος της ζύμωσης 50g ζάχαρης εμπορίου σε 500mL νερό με την προσθήκη 3g ζυμομυκήτων παρατηρήθηκε πως δεν υπήρχε καθόλου σουκρόζη στο 2^ο και στο 3^ο δείγμα, στο 1^ο δείγμα η σουκρόζη ήταν 0,5, ενώ στο 4^ο δείγμα βρέθηκε μικρή ποσότητα 0,2g σουκρόζης.

☞ Κατά την ζύμωση η σουκρόζη καταλύεται από το ένζυμο ινβερτάση το οποίο βρίσκεται στους ζυμομύκητες που προστίθονται και μετατρέπεται στα απλά σάκχαρα γλυκόζη και φρουκτόζη. Για τον λόγο αυτό παρατηρείται στα γραφήματα της παραγράφου 5.7.2. μείωση της σουκρόζης κατά την διαδικασία της ζύμωσης των σακχάρων, ενώ κατά την εκχύλιση της βρίσκεται σε μεγαλύτερη ποσότητα. Η σουκρόζη που είναι δισακχαρίτης δεν μετατρέπεται απευθείας σε αιθανόλη και διοξειδίο του άνθρακα. Η γλυκόζη και η φρουκτόζη στα οποία διασπάται μετατρέπονται στη συνέχεια σε αιθανόλη.

☞ Η μείωση της μάζας των σακχάρων κατά τη ζύμωση οφείλεται στην χρήση τους από τα ένζυμα για τον μεταβολισμό τους αλλά και γιατί μετατρέπονται σε αιθανόλη και διοξειδίο του άνθρακα.

☞ Το ποσοστό αιθανόλης στα πειράματα ζύμωσης της ψίχας του χαρουπιού με την προσθήκη 1 g ζυμομυκήτων υπολογίστηκε 1% και βρέθηκε χαμηλότερο από αυτό των πειραμάτων ζύμωσης με την προσθήκη 3 g ζυμομυκήτων και 5 g μαγιάς που υπολογίστηκε στο 2-3% ύστερα από ανάλυση των αλκοολούχων διαλυμάτων.

☞ Συγκρίνοντας την %αιθανόλη από την ζύμωση της ψίχας του χαρουπιού παρατηρούμε πως δεν έχει μεγάλη διαφορά από την περιεκτικότητα της ζάχαρης εμπορίου σε αιθανόλη, η οποία ζυμώθηκε με την προσθήκη 3 g ζυμομυκήτων και έδειξε ένα ποσοστό της τάξεως του 4%.

☞ Βάσει θεωρητικών υπολογισμών τα g αιθανόλης βρέθηκαν περισσότερα σε σχέση με την μέτρηση της αιθανόλης με το αλκοολόμετρο Gay Lussac.

☰ Πραγματοποιήθηκε διήθηση και φυγοκέντρωση των αλκοολούχων διαλυμάτων για τον διαχωρισμό της αιθανόλης από το ζυμωθέν διάλυμα. Το διάλυμα αυτό είναι μίγμα αιθανόλης και νερού. Δεν πραγματοποιήθηκε στη συνέχεια απομάκρυνση του νερού, που όμως για μια πιθανή χρήση της αιθανόλης ως καύσιμο στις μηχανές εσωτερικής καύσης θα πρέπει το στάδιο αυτό να πραγματοποιηθεί.

Αναφορές

[1] Γ. Βουρδουμπάς, Χανιά 2002, «Εισαγωγή στις τεχνολογίες της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας».

[2] World Energy Council, survey of energy resources, Biomass, (Website:<http://www.worldenergy.org/wec-geis/publications/reports/ser/biomass/biomass.asp>)

[3] Ερευνητικό πρόγραμμα ALTENER I, «Μελέτη Σκοπιμότητας για την Εκμετάλλευση των ήπιων μορφών Ενέργειας στη Κρήτη», Σύνδεσμος Τοπικών Ενώσεων Δήμων και Κοινοτήτων Κρήτης, Εργαστήριο Ανάλυσης και Σχεδιασμού Διεργασιών ΕΜΠ, Eurostatus Σύμβουλοι Επιχειρήσεων.

[4] Ευρωπαϊκή έρευνα, άρθρο: Βιομάζα η ενέργεια που παράγεται από τα φυτά, Γεγονότα και δράσεις
(website:<http://europa.eu.int/comm/research/leaflets/energy/el/04.html>)

[5] Μηχανοδίκτυο mxd.g, άρθρο: Ενέργεια από βιομάζα
(website:<http://www.mxd.g/article.php?sid=544&mode=thread>)

[6] Hawaii Biomass Energy Program, Biomass Energy Fact Sheet
(http://www.state.hi.us/dbedt/ert/bioma_hi.html)

[7] Oregon Renewable Energy Resources
(website:<http://egov.oregon.gov/ENERGY/RENEW/Biomass/Environment.shtml>)

[8] Union of concerned scientists, Clean energy, How biomass energy works
(http://www.ucsusa.org/clean_energy/renewable_energy/page.cfm?pageID=78)

[9] Department of transport, International Resource Costs of Bioethanol (web site:http://www.dft.gov.uk/stellent/groups/dft_roads/documents/page/dft_roads_024054-04.hcsp)

[10] Presentation from v.d Wijngaart's, Engineering services, From crop to electricity
(website:http://europa.eu.int/comm/research/energy/pdf/biomass09_vanderwijngaart.pdf)

[11] Ethanol in Brazil, Evolution phases (website:www.ficci.com/ficci/media-room/speeches-presentations/2002/aug/aug14-ethnol.ppt.ppt)

[12] <http://www.ethanol-crfa.ca/made.htm>

[13] Ethanol India, green fuels, Useful information & Resources, Ethanol Worldwide
(web site:http://www.ethanolindia.net/ethanol_world.html)

[14] Exol, The ethanol process, How ethanol is made

(web site:<http://www.exolmn.com/process.htm>)

[15] Battle, I. and J. Tous. 1997. Carob tree. *Ceratonia siliqua* L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 17. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

[16] Ευρωπαϊκό πρόγραμμα ALTENER, «Αξιοποίηση του χαρουπιού για την παραγωγή βιοαιθανόλης», Γ.Βουρδουμπάς, Π.κεφάλας, Γ.Καλιακάτσος, Δ.Μακρής, Νοέμβριος 2002.

Γ.Βουρδουμπά «Δημιουργία ενεργειακών φυτειών στη Κρήτη. Η αξιοποίηση του χαρουπιού για παραγωγή αιθανόλης». Πρακτικά 4^{ου} Εθνικού συνεδρίου για τις Η.Μ.Ε. (1992) σελ.ΒΙΟ 48-53.

[17]Clackamas Community College, Anaerobic Reactions, Pyruvic Acid (web site:<http://dl.clackamas.cc.or.us/ch106-07/anaerobi.htm>)

[18] Elmhurst College, Chemistry department, sucrose (web site:<http://www.elmhurst.edu/~chm/vchembook/546sucrose.html>)

[19] Σ. Μιχελής, Οργανική Χημεία, Εκδόσεις Σαβάλλα.

[20] LC Resources, HPLC (web site:http://www.lcresources.com/courses/getting_started/1a01.htm)

[21] Ι. Παπαδογιάννη και Β. Σαμανίδου. «Ενόργανη χημική ανάλυση». Εκδόσεις Πήγασος, 2001, 2^η έκδοση, σελίδες 263-303.

[22] LC Resources, HPLC (web site:http://www.lcresources.com/courses/getting_started/1b01.htm)

[23] University of Kentucky College of Pharmacy, High Performance Liquid Chromatography, detectors, users guide (web site:<http://kerouac.pharm.uky.edu/asrg/hplc/detectors.html>)

Παράρτημα

Νομοθεσία

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Τι είναι, τι προβλέπει

Το Πρωτόκολλο του Κιότο προέκυψε από τη Σύμβαση-Πλαίσιο για τις Κλιματικές Αλλαγές που είχε υπογραφεί στη Διάσκεψη του Ρίο, τον Ιούνιο του 1992, από το σύνολο σχεδόν των κρατών (η Ελλάδα κύρωσε τη Σύμβαση αυτή, κάνοντάς την νόμο του Κράτους τον Απρίλιο του 1994). Στόχος της Σύμβασης είναι "η σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα, σε επίπεδα τέτοια ώστε να προληφθούν επικίνδυνες επιπτώσεις στο κλίμα από τις ανθρώπινες δραστηριότητες". Λίγα χρόνια μετά, και συγκεκριμένα το 1997, καθορίστηκε στα πλαίσια της Σύμβασης αυτής ένα σημαντικό νομικό εργαλείο για τον έλεγχο των εκπομπών, γνωστό και ως Πρωτόκολλο του Κιότο. Κεντρικός άξονας του Πρωτοκόλλου του Κιότο είναι οι νομικά κατοχυρωμένες δεσμεύσεις των βιομηχανικά αναπτυγμένων κρατών να μειώσουν τις εκπομπές έξι (6) αερίων του θερμοκηπίου (διοξείδιο του άνθρακα, μεθάνιο, υποξείδιο του αζώτου, υδροφθοράνθρακες, πλήρως φθοριομένοι υδρογονάνθρακες και εξαφθοριούχο θείο), την περίοδο 2008-2012, σε ποσοστό 5,2% σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Δεν υπάρχουν ποσοτικοί στόχοι για αναπτυσσόμενες χώρες. Το Πρωτόκολλο προβλέπει τον εξής καταμερισμό ευθυνών ανά χώρα [1]:

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2008-2012	
Ευρωπαϊκή Ένωση (των 15), Βουλγαρία, Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Ρουμανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	-8%
Η.Π.Α	-7%
Καναδάς, Ιαπωνία, Ουγγαρία, Πολωνία	-6%
Κροατία	-5%
Νέα Ζηλανδία, Ουκρανία, Ρωσία	0%
Νορβηγία	+1%
Αυστραλία	+8%
Ισλανδία	+10%

Πίνακας Α: Προβλεπόμενη μείωση εκπομπών για τα έτη 2008-20012

Το Πρωτόκολλο χρειαζόταν την υπογραφή ενός σημαντικού αριθμού χωρών με εξίσου σημαντικές εκπομπές αερίων για να γίνει τελικά διεθνής δεσμευτικός νόμος. Το φθινόπωρο του 2004, η Ρωσία προχώρησε στην επικύρωσή του και έτσι από τις 16 Φεβρουαρίου 2005 το Πρωτόκολλο αποτελεί διεθνή δεσμευτικό νόμο για τις 128 χώρες που το έχουν επικυρώσει.

ΕΥΕΛΙΚΤΟΙ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟΥ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ

Μία χώρα μπορεί να πετύχει τους στόχους που της ορίζει το Πρωτόκολλο είτε μειώνοντας τις εκπομπές της, είτε, εναλλακτικά, χρησιμοποιώντας παράλληλα και κάποιους από τους λεγόμενους "ευέλικτους μηχανισμούς" που διαθέτει το Πρωτόκολλο. Συνοπτικά, οι μηχανισμοί αυτοί είναι οι εξής τρεις [1]:

ι. Εμπορία εκπομπών

Μία βιομηχανικά αναπτυγμένη χώρα που έχει μειώσει τις εκπομπές της πέραν των αρχικών στόχων που προβλέπει το Πρωτόκολλο, μπορεί να "πουλήσει" αυτή την επιπλέον μείωση σε άλλη χώρα που αντιμετωπίζει δυσκολίες στο να πετύχει το στόχο της.

ii. Δημιουργία ενός "Μηχανισμού Καθαρής Ανάπτυξης"

Ο τελικός στόχος αυτού του μηχανισμού είναι οι αναπτυσσόμενες χώρες να αναπτύξουν καθαρές τεχνολογίες για να μειώσουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Ο Μηχανισμός Καθαρής Ανάπτυξης παρέχει κίνητρα έτσι ώστε οι βιομηχανικά αναπτυσσόμενες χώρες να χρηματοδοτήσουν προγράμματα για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στις αναπτυσσόμενες χώρες. Έτσι, μια βιομηχανικά αναπτυσσόμενη χώρα, αντί να μειώσει τις δικές της εκπομπές, μπορεί να βοηθήσει στη μείωση των εκπομπών σε κάποια φτωχότερη χώρα όπου η μείωση αυτή είναι ευκολότερη και φθηνότερη.

iii. Από κοινού υλοποίηση

Παρεμφερές εργαλείο με τον Μηχανισμό Καθαρής Ανάπτυξης. Σε αντίθεση όμως μ' αυτόν αφορά όχι τις αναπτυσσόμενες χώρες, αλλά μόνο εκείνες που έχουν δεσμευτεί σε μειώσεις μέσω του Πρωτοκόλλου του Κιότο (όπως π.χ. οι χώρες της Ανατολικής Ευρώπης).

ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΟ ΤΟΥ ΚΙΟΤΟ - ΕΙΝΑΙ ΑΡΚΕΤΟ:

Το Πρωτόκολλο του Κιότο έχει σχεδιαστεί ως ένα πρώτο βήμα στον δρόμο της ριζικής μείωσης των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου που απαιτείται για την αποτροπή των κλιματικών αλλαγών. Αυτή τη στιγμή είναι το μόνο διεθνές νομικό εργαλείο που κινείται στη σωστή κατεύθυνση. Δεν πρέπει να ξεχνάμε βέβαια ότι, ακόμη κι αν εφαρμοστεί στο ακέραιο, το Πρωτόκολλο του Κιότο στη σημερινή του μορφή, θα περιορίσει την αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας κατά 0,06 °C ως το 2050, όταν στο ίδιο διάστημα η αναμενόμενη αύξηση της μέσης θερμοκρασίας θα είναι 1 °C με 2 °C. Ενδεικτική είναι η προειδοποίηση των Ηνωμένων Εθνών σύμφωνα με την οποία για να εξλειφθεί η απειλή των κλιματικών αλλαγών απαιτείται παγκοσμίως μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου κατά 50-70% μέσα στις επόμενες δεκαετίες. Είναι σαφές λοιπόν ότι το Πρωτόκολλο αυτό δεν είναι παρά ένα πρώτο αναγκαίο βήμα προς την εξεύρεση μιας λύσης. Ο δρόμος όμως είναι ακόμη μακρύς [1].

1. Διοξείδιο του άνθρακα (CO_2), μεθάνιο (CH_4), υποξείδιο του αζώτου (N_2O), υδροφθοράνθρακες (HFC), υπερφθοράνθρακες (PFC) και εξαφθοριούχο θείο (SF_6). Τα τελευταία τρία (HFC, PFC, SF_6) εμφανίζονται συχνά και ως μια ενιαία ομάδα γνωστή ως φθοριούχα αέρια. Το CO_2 συνιστά το μεγαλύτερο μέρος των εκπομπών και προέρχεται κυρίως από την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων (πετρέλαιο, φυσικό αέριο, κάρβουνο).

Γιατί μόνο οι βιομηχανικές χώρες πρέπει να μειώσουν τις εκπομπές τους σύμφωνα με το Κιότο; Οι χώρες όπως η Κίνα, η Ινδία και η Βραζιλία θέτουν επίσης προβλήματα εκπομπής.

Η συμφωνία του Κιότο αναγνωρίζει ότι οι αναπτυσσόμενες χώρες συμβάλλουν λιγότερο στην αλλαγή κλίματος αλλά πιθανώς να υποφέρουν περισσότερο από τα αποτελέσματά της. Δεν είναι απαραίτητο να δεσμευτούν σε συγκεκριμένους στόχους αλλά πρέπει να εκθέσουν τα επίπεδα εκπομπών τους και να αναπτύξουν εθνικά προγράμματα μετριασμού της αλλαγής κλίματος.

Οι αναπτυσσόμενες χώρες έχουν μερικές υποχρεώσεις σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο αλλά παγκοσμίως συμφωνήθηκε να υιοθετηθεί μια βαθμιαία προσέγγιση – βάζοντας τις ανεπτυγμένες (ή «βιομηχανοποιημένες») χώρες, που είναι οι πιο υπεύθυνες για το πρόβλημα, να κάνουν το πρώτο βήμα. Το αποτέλεσμα αυτού του πρώτου βήματος είναι οι δεσμευτικοί στόχοι στο πρωτόκολλο του Κιότο. Η Κίνα και η Ινδία, ήδη σημαντικοί ρυπαντές με τεράστιους πληθυσμούς και αυξανόμενες οικονομίες, επικύρωσαν και οι δύο το πρωτόκολλο [11].

Είναι το πρωτόκολλο του Κιότο εφαρμόσιμο? Τι θα συμβεί στις χώρες που θα αποτύχουν να υλοποιήσουν τους στόχους τους?

Δεδομένου ότι το Κιότο είναι μια νομική συμφωνία, υπάρχουν ποινικές ρήτρες. Οι κυβερνήσεις που αποτυγχάνουν να φθάσουν στους στόχους τους θα πρέπει να εμφανιστούν σε μια διάσκεψη των υπογεγραμμένων συμβαλλόμενων μερών και να λογοδοτήσουν για την αποτυχία τους. Εάν φανεί ότι υπήρξαν αλαζόνες με τις

ευθύνες τους μπορεί να αποκλειστούν από τις τρεις μορφές συμφωνιών εμπορικών συναλλαγών με άλλες χώρες στο πρωτόκολλο.

Μια περαιτέρω τιμωρία είναι ότι στην επόμενη περίοδο των μειώσεων μετά από το 2012, οποιοδήποτε έλλειμμα στο στόχο της πρώτης περιόδου προστίθεται σε οποιοδήποτε νέο και πολλαπλασιάζεται με το 1.3 [II].

Το πρωτόκολλο του Κιότο σταματά μέχρι στιγμής το 2012 – τι θα συμβεί στη συνέχεια;

Το πρωτόκολλο του Κιότο δηλώνει ότι από το 2005 οι χώρες πρέπει να αρχίσουν να συζητούν τι έρχεται μετά από την πρώτη περίοδο υποχρέωσης του πρωτοκόλλου του Κιότο που τελειώνει το 2012. Οι αρχικές άτυπες συζητήσεις έχουν αρχίσει ήδη από τον Δεκέμβριο του 2004 στη διάσκεψη των συμβαλλόμενων μερών στο Μπουένος Άϊρες και θα συνεχίσουν.

Οι περικοπές εκπομπής του CO₂ που συμφωνούνται για αυτήν την πρώτη περίοδο του Κιότο δεν είναι ακόμα αρκετά ουσιαστικές για να αποτρέψουν τις χειρότερες επιδράσεις. Επιπλέον, οι χώρες πρέπει να εξασφαλίσουν ότι επιτυγχάνουν τους στόχους τους με την εφαρμογή των πρόσθετων μέτρων οποιαδήποτε είναι απαραίτητο. Στον επόμενο κύκλο η WWF θεωρεί ότι οι βιομηχανικές χώρες πρέπει να συμφωνήσουν για πολύ βαθύτερες περικοπές εκπομπών εάν πρόκειται να αποφύγουμε την επικίνδυνη αλλαγή κλίματος και να συνεχίσουμε αρκετά κάτω από μια αύξηση 2 βαθμών C (επάνω από τα προβιομηχανικά επίπεδα) [II].

Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο από την Ελλάδα

Η Ελλάδα υπέγραψε το Πρωτόκολλο τον Απρίλιο του 1998, παράλληλα με τα υπόλοιπα Κράτη Μέλη της Ε.Ε. και την Ευρωπαϊκή Επιτροπή. Όλα τα Κ-Μ της Ε.Ε. κύρωσαν το Πρωτόκολλο το Μάιο του 2002. Η Ελλάδα το κύρωσε με το **Νόμο 3017/2002 (Φ.Ε.Κ Α'117)**. Η Ελλάδα δεσμεύεται να περιορίσει την αύξηση των εκπομπών της στο +25% για το διάστημα 2008-2012, προκειμένου να συνεισφέρει στο κοινό στόχο της Ε.Ε. για 8% μείωση των εκπομπών της για το αυτό διάστημα [III].

ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ & ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΠΡΑΓΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ

Αν και ο συνολικός στόχος της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η μείωση των εκπομπών κατά 8%, ο διακανονισμός των επιμέρους υποχρεώσεων ανάμεσα στα κράτη μέλη παρουσιάζει σημαντικές διαφοροποιήσεις. Οι επιμέρους στόχοι παρουσιάζονται στο παρακάτω πίνακα [III]:

ΚΑΤΑΜΕΡΙΣΜΟΣ ΥΠΟΧΡΕΩΣΕΩΝ ΜΕΙΩΣΗΣ ΤΩΝ ΕΚΠΟΜΠΩΝ ΣΤΟ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟ ΤΗΣ Ε.Ε.			
Λουξεμβούργο	-28%	Γαλλία, Φινλανδία	0%
Γερμανία, Δανία	-21%	Σουηδία	+4%
Αυστρία	-13%	Ιρλανδία	+13%
Βρετανία	-12,5%	Ισπανία	+15%
Εσθονία, Λετονία, Λιθουανία, Σλοβακία, Σλοβενία, Τσεχία	- 8%	Ελλάδα	+25%
Βέλγιο	- 7,5%	Πορτογαλία	+27%
Ιταλία	- 6,5%		
Ουγγαρία, Πολωνία, Ολλανδία	- 6%		

Όπως φαίνεται, στην Ελλάδα έχει επιτραπεί να αυξήσει τις εκπομπές των αερίων του θερμοκηπίου κατά 25% μέχρι το 2010 σε σχέση με τα επίπεδα του 1990. Όμως, σύμφωνα με στοιχεία του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, μέχρι το 2002 οι εκπομπές της χώρας μας είχαν ήδη αυξηθεί κατά 26,5%, ενώ σύμφωνα με τις προβλέψεις, η αύξηση των εκπομπών κατά το 2010 θα ανέρχεται στο +35,8%. Η μη τήρηση των στόχων θα έχει οδυνηρές συνέπειες για τη χώρα μας, αφού σε μία τέτοια περίπτωση προβλέπονται αυστηρά πρόστιμα. Γι' αυτό και είναι επιτακτική η ανάγκη να προωθηθούν μέτρα που θα συμβάλλουν στην εξοικονόμηση ενέργειας, στην ταχεία ανάπτυξη των καθαρών πηγών ενέργειας και εν τέλει στη μείωση των επικίνδυνων αερίων που αποσταθεροποιούν την ατμόσφαιρα της Γης και πυροδοτούν τις κλιματικές αλλαγές.

Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας: η Επιτροπή ζητά από τα κράτη μέλη μεγαλύτερη προσήλωση στην επίτευξη των στόχων για το 2010

Η Επιτροπή εξέδωσε μια νέα ανακοίνωση με τίτλο «Το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην Ε.Ε.», με την οποία αξιολογείται η πρόοδος της Ε.Ε. των 15 στην επίτευξη, αφενός, του στόχου 22% στην κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από

ανανεώσιμες πηγές μέχρι το 2010 και, αφετέρου, του ευρύτερου στόχου 12% όσον αφορά το μερίδιο χρησιμοποίησης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας για όλους τους σκοπούς. Το 2001, το μερίδιο της ανανεώσιμης ενέργειας έφθασε στο 6%, έναντι 40% για το πετρέλαιο, 23% για το φυσικό αέριο, 15% για τα στερεά καύσιμα και 16% για την πυρηνική ενέργεια. Ελάχιστα κράτη μέλη έχουν μέχρι σήμερα θέσει σε εφαρμογή ένα «ελκυστικό» πλαίσιο για τη χρησιμοποίηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Λόγω των μέχρι σήμερα πενιχρών αποτελεσμάτων, η Επιτροπή καλεί τα κράτη μέλη να συμβάλουν στην εκπλήρωση των στόχων του 2010 με την εφαρμογή κατάλληλων μέτρων και προτείνει νέες συγκεκριμένες δράσεις σε εθνικό και κοινοτικό επίπεδο. «Η παρούσα ανακοίνωση εκδίδεται την κατάλληλη στιγμή, τώρα που η Ευρώπη αντιμετωπίζει μια νέα αύξηση των τιμών του πετρελαίου και λαμβάνει μέτρα για τη μείωση των εκπομπών που προκαλούν το φαινόμενο του θερμοκηπίου.

Αξιολόγηση της προόδου που συντελέστηκε στην Ε.Ε. των 15 για την επίτευξη των εθνικών στόχων για το 2010, όσον αφορά την κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές

Με βάση τις υφιστάμενες εθνικές πολιτικές και μέτρα, αναμένεται ότι το 2010 η Ε.Ε. των 15 θα επιτύχει μερίδιο ανανεώσιμων πηγών στη συνολική κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας της τάξης 18-19%, αντί του στόχου του 22%. Η ανάλυση δείχνει ότι μόνο τέσσερα κράτη μέλη (Γερμανία, Δανία, Ισπανία και Φινλανδία) βρίσκονται σε καλό δρόμο για την επίτευξη των εθνικών στόχων τους. Οι χώρες αυτές έχουν θέσει σε εφαρμογή ένα «ελκυστικό» πλαίσιο για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ωστόσο, και άλλα κράτη μέλη έχουν λάβει προσφάτως νέα νομοθετικά μέτρα, τα οποία θα καταστήσουν ενδεχομένως δυνατή την επίτευξη των εθνικών τους στόχων.

Αξιολόγηση των προοπτικών επίτευξης του στόχου 12% όσον αφορά το μερίδιο των ανανεώσιμων πηγών στη συνολική κατανάλωση ενέργειας στην Ε.Ε. των 15 μέχρι το 2010

Προκειμένου να επιτευχθεί ο στόχος του 12% μέχρι το 2010, είναι σκόπιμο να ληφθούν μέτρα όχι μόνο στον τομέα της ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά και στους τομείς των μεταφορών και της θέρμανσης, καθώς επίσης και για την αύξηση της ενεργειακής απόδοσης. Για τους τομείς αυτούς έχει εκδοθεί σειρά οδηγιών, μεταξύ

άλλων, για την προώθηση των βιοκαυσίμων, τις ενεργειακές επιδόσεις των κτιρίων και την ενθάρρυνση της συμπαραγωγής θερμότητας-ηλεκτρισμού. Στην καλύτερη περίπτωση, με την πλήρη εφαρμογή της νομοθεσίας αυτής, οι προβλέψεις ομιλούν για μερίδιο 10%. Απαιτούνται επιπλέον παρεμβάσεις στον τομέα της θέρμανσης για να επιτευχθεί ο στόχος του 12%. Η χρήση των βιοκαυσίμων προωθείται ήδη ενεργά με φορολογικές απαλλαγές στη Γερμανία, την Αυστρία, την Ισπανία, τη Γαλλία, την Ιταλία, το Ηνωμένο Βασίλειο και τη Σουηδία. Ωστόσο, οι προσπάθειες για την ανάπτυξη του τομέα αυτού πρέπει να συνεχιστούν.

Προτάσεις για συγκεκριμένες δράσεις σε εθνικό και κοινοτικό επίπεδο

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή θεωρεί ότι οι προσπάθειες που έχουν καταβληθεί βρίσκονται μεν στον σωστό δρόμο, αλλά δεν αρκούν, θα πρέπει να αναπτυχθούν βελτιωμένοι μηχανισμοί στήριξης. Συγκεκριμένα, εκτιμάται ότι απαιτούνται επενδύσεις ύψους 10 έως 15 δις ευρώ ετησίως για την επίτευξη του στόχου του 12% στην Ε.Ε. των 15. Οι επενδύσεις αυτές μπορούν να προέλθουν από το δημόσιο τομέα, αλλά και από τον ιδιωτικό τομέα. Η Επιτροπή θα εισηγηθεί νέες συγκεκριμένες δράσεις, ειδικότερα, ένα συντονισμένο πρόγραμμα για τη βιομάζα ώστε να προωθηθεί η παραγωγή ενέργειας από βιομάζα στην Ε.Ε., μια ενισχυμένη προσπάθεια υπέρ των βιοκαυσίμων.

Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΚΑΙ Η ΛΕΥΚΗ ΒΙΒΛΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η ΠΡΑΣΙΝΗ ΒΙΒΛΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Στην Πράσινη Βίβλο της Ευρωπαϊκής Επιτροπής «προς μια ευρωπαϊκή στρατηγική για την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού» τίθεται ο στόχος της υποκατάστασης κατά 20% των συμβατικών καυσίμων με εναλλακτικά καύσιμα στον τομέα των οδικών μεταφορών μέχρι το 2020. Τα εναλλακτικά αυτά καύσιμα για να είναι σε θέση να διεισδύσουν στην αγορά θα πρέπει να είναι ευρέως διαθέσιμα και ανταγωνιστικά κάτι που τώρα δεν ισχύει. Στο ψήφισμα της 18^{ης} Ιουνίου 1998 το ευρωκοινοβούλιο ζήτησε αύξηση του μεριδίου των βιοκαυσίμων στην αγορά σε 2% κατά τα επόμενα 5 χρόνια μέσω μιας δέσμης μέτρων που συμπεριλαμβάνει και φορολογικές απαλλαγές [IV].

Η ΛΕΥΚΗ ΒΙΒΛΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑ

Η Λευκή Βίβλος της Επιτροπής "Η ευρωπαϊκή πολιτική μεταφορών με ορίζοντα το έτος 2010: η ώρα των επιλογών" συνάγει ότι μεταξύ 1990 και 2010 οι εκπομπές CO₂ που οφείλονται στις μεταφορές θα αυξηθούν κατά 50 % φτάνοντας τους 1113 εκατομμύρια τόνους, και αποδίδει την κύρια ευθύνη για τούτο στις οδικές μεταφορές, στις οποίες αναλογεί το 84 % των οφειλόμενων στις μεταφορές εκπομπών CO₂. Από οικολογική σκοπιά, η Λευκή Βίβλος συνιστά συνεπώς τη μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο (98 % σήμερα) στον τομέα των μεταφορών με τη χρησιμοποίηση εναλλακτικών καυσίμων όπως τα βιοκαύσιμα [IV].

Βιοκαύσιμα

Πρώθηση της ενεργειακής απόδοσης

Σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές [V]:

- 📖 Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο του Γκέτεμποργκ της 15ης και 16ης Ιουνίου 2001 συμφώνησε μια κοινοτική στρατηγική για τη βιώσιμη ανάπτυξη που συνίσταται σε σειρά μέτρων, τα οποία περιλαμβάνουν την ανάπτυξη των βιοκαυσίμων.
- 📖 Υπάρχει ευρύ φάσμα βιομάζας ικανής να παράγει βιοκαύσιμα, από γεωργικά και δασικά προϊόντα, από απόβλητα και κατάλοιπα της δασοκομίας, της δασοκομικής βιομηχανίας και της γεωργικής βιομηχανίας τροφίμων.
- 📖 Η ευρύτερη χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές αποτελεί μέρος της δέσμης μέτρων που απαιτούνται για τη συμμόρφωση προς το πρωτόκολλο του Κιότο, και οποιασδήποτε πολιτικής για την τήρηση περαιτέρω απαιτήσεων στον τομέα αυτόν.
- 📖 Η αυξημένη χρήση των βιοκαυσίμων στις μεταφορές αποτελεί ένα εκ των εργαλείων με τα οποία η Κοινότητα μπορεί να περιορίσει την εξάρτησή της από εισαγόμενη ενέργεια και να επηρεάσει την αγορά καυσίμων για τις μεταφορές και, ως εκ τούτου, την ασφάλεια του ενεργειακού εφοδιασμού, μεσοπρόθεσμα και μακροπρόθεσμα. Ωστόσο, το εν λόγω επιχείρημα δεν θα πρέπει να μειώνει κατ' ουδένα τρόπο τη σημασία της συμμόρφωσης προς

την κοινοτική νομοθεσία σχετικά με την ποιότητα των καυσίμων, τις εκπομπές των οχημάτων και την ποιότητα του αέρα.

- 📖 Ως αποτέλεσμα των τεχνολογικών εξελίξεων, τα περισσότερα οχήματα που κυκλοφορούν σήμερα στην Ευρωπαϊκή Ένωση είναι ικανά να χρησιμοποιούν χωρίς πρόβλημα μίγματα χαμηλής περιεκτικότητας βιοκαυσίμων. Οι τελευταίες τεχνολογικές εξελίξεις επιτρέπουν τη χρησιμοποίηση μεγαλύτερων ποσοστών βιοκαυσίμων στο μίγμα. Υπάρχουν χώρες που ήδη χρησιμοποιούν μίγματα βενζίνης και βιοκαυσίμων, περιεκτικότητας 10 % και άνω σε αιθανόλη.
- 📖 Τα οχήματα προσφέρουν τη δυνατότητα χρήσης βιοκαυσίμων σε υψηλότερη συγκέντρωση. Σε μερικές πόλεις υπάρχουν ήδη οχήματα που λειτουργούν με καθαρά βιοκαύσιμα και, σε ορισμένες περιπτώσεις, αυτό έχει συμβάλει στη βελτίωση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές. Τα κράτη μέλη θα μπορούσαν συνεπώς να προωθήσουν περαιτέρω τη χρήση των βιοκαυσίμων στα δημόσια μέσα μεταφοράς.
- 📖 Η προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων στις μεταφορές αποτελεί ενδιάμεσο στάδιο προς την ευρύτερη εφαρμογή της βιομάζας, παρέχοντας τη δυνατότητα περαιτέρω ανάπτυξης των βιοκαυσίμων στο μέλλον.
- 📖 Η βιοαιθανόλη όταν χρησιμοποιείται σε οχήματα σε καθαρή μορφή ή ως μίγμα, θα πρέπει να τηρεί τις ισχύουσες ποιοτικές προδιαγραφές προς εξασφάλιση της βέλτιστης απόδοσης των κινητήρων.
- 📖 Η προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων, τηρουμένων των βιώσιμων γεωργικών και δασοκομικών πρακτικών που ορίζονται στους κανόνες της κοινής γεωργικής πολιτικής, θα μπορούσε να δημιουργήσει νέες ευκαιρίες για την βιώσιμη αγροτική ανάπτυξη σε μια κοινή γεωργική πολιτική με σαφέστερο στόχο την αγορά, η οποία θα είναι περισσότερο προσανατολισμένη προς την ευρωπαϊκή αγορά και προς το σεβασμό της ακμάζουσας ζωής της υπαίθρου και της πολυλειτουργικής γεωργίας και θα μπορούσε να ανοίξει μια νέα αγορά για τα καινοτόμα γεωργικά προϊόντα των σημερινών και των μελλοντικών κρατών μελών.
- 📖 Στο ψήφισμά του της 8ης Ιουνίου 1998, το Συμβούλιο ενέκρινε τη στρατηγική και το σχέδιο δράσης της Επιτροπής για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και ζήτησε ειδικά μέτρα στον τομέα των βιοκαυσίμων.

- 📖 Τα εναλλακτικά καύσιμα θα είναι σε θέση να διεισδύσουν στην αγορά, μόνον εάν είναι ευρέως διαθέσιμα και ανταγωνιστικά.
- 📖 Στο ψήφισμά του της 18ης Ιουνίου 1998, το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο ζήτησε αύξηση του μεριδίου των βιοκαυσίμων στην αγορά σε 2 % κατά τα επόμενα πέντε χρόνια, μέσω μιας δέσμης μέτρων, συμπεριλαμβανομένης της φορολογικής απαλλαγής, των οικονομικών ενισχύσεων της μεταποιητικής βιομηχανίας και της θέσπισης ενός υποχρεωτικού ποσοστού βιοκαυσίμων για τις εταιρείες πετρελαιοειδών.
- 📖 Η βέλτιστη μέθοδος αύξησης του μεριδίου των βιοκαυσίμων στις εθνικές αγορές και την κοινοτική αγορά εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα των πόρων και των πρώτων υλών, από τις εθνικές και κοινοτικές πολιτικές για την προώθηση των βιοκαυσίμων, από τις φορολογικές ρυθμίσεις και από τη δέουσα συμμετοχή όλων των ενδιαφερομένων παραγόντων/ μερών.
- 📖 Οι εθνικές πολιτικές για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων δεν θα πρέπει να οδηγούν στην απαγόρευση της ελεύθερης διακίνησης των καυσίμων τα οποία πληρούν τις εναρμονισμένες περιβαλλοντικές προδιαγραφές, όπως καθορίζονται στην κοινοτική νομοθεσία.
- 📖 Η προώθηση της παραγωγής και χρήσης βιοκαυσίμων θα μπορούσε να συμβάλει στη μείωση της εξάρτησης από τις εισαγωγές ενέργειας και των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον, βιοκαύσιμα σε καθαρή μορφή ή σε μίγμα μπορούν καταρχήν να χρησιμοποιούνται στα υπάρχοντα μηχανοκίνητα οχήματα και με τα υπάρχοντα συστήματα διανομής καυσίμων. Η πρόσμειξη των βιοκαυσίμων με ορυκτά καύσιμα θα διευκόλυνε την ενδεχόμενη μείωση του κόστους στο σύστημα διανομής στην Κοινότητα.
- 📖 Πρέπει να προωθηθεί η έρευνα και η τεχνολογική ανάπτυξη στον τομέα της βιωσιμότητας των βιοκαυσίμων.
- 📖 Η αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων θα πρέπει να συνοδεύεται από εμπειριστατωμένη ανάλυση των περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών της συνεπειών, ώστε να εξακριβωθεί η σκοπιμότητα της αύξησης του μεριδίου των βιοκαυσίμων σε σχέση με εκείνο των συμβατικών καυσίμων.
- 📖 Πρέπει να προβλεφθεί η δυνατότητα ταχείας προσαρμογής του καταλόγου βιοκαυσίμων, του ποσοστού ανανεώσιμης περιεκτικότητας και του χρονοδιαγράμματος εισαγωγής των βιοκαυσίμων στην αγορά καυσίμων για

τις μεταφορές, προς την τεχνική πρόοδο και προς τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων κατά την πρώτη φάση της εισαγωγής.

📖 Η ενθάρρυνση της προώθησης των βιοκαυσίμων πρέπει να είναι συμβατή με τους στόχους ασφάλειας εφοδιασμού και τους περιβαλλοντικούς στόχους, καθώς και με τους συναφείς στόχους και τα μέτρα πολιτικής που ισχύουν σε κάθε κράτος μέλος. Προς το σκοπό αυτό τα κράτη μέλη δύνανται να εξετάσουν αποτελεσματικούς από άποψη κόστους τρόπους δημοσιοποίησης των δυνατοτήτων της χρήσης βιοκαυσίμων.

Η **Οδηγία 2003/30/ΕΚ** του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8^{ης} Μαΐου του 2003 σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές έχει ως στόχο να προάγει τη χρήση βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων προς αντικατάσταση του πετρελαίου ντίζελ ή της βενζίνης στις μεταφορές σε κάθε κράτος μέλος, προκειμένου να συμβάλει στην επίτευξη των στόχων όπως η τήρηση των δεσμεύσεων σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές, η φιλική προς το περιβάλλον ασφάλεια του εφοδιασμού και η προώθηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Τα κράτη μέλη θα πρέπει να διασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθενται στις αγορές τους και καθορίζουν, προς τούτο, εθνικούς ενδεικτικούς στόχους. Μια τιμή αναφοράς για τους στόχους αυτούς είναι 2 %, υπολογιζόμενη βάσει του ενεργειακού περιεχομένου, επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ που διατίθεται στις αγορές τους προς χρήση στις μεταφορές έως τις 31 Δεκεμβρίου 2005. Μια τιμή αναφοράς για τους στόχους αυτούς είναι 5,75 % υπολογιζόμενη βάσει του ενεργειακού περιεχομένου, επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου ντίζελ, προς χρήση στις μεταφορές, που διατίθενται στις αγορές τους μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2010.

Για τους σκοπούς της οδηγίας 2003/30/ΕΚ ισχύουν οι ακόλουθοι ορισμοί [V]:

- ☞ "βιοκαύσιμα": υγρό ή αέριο καύσιμο για τις μεταφορές το οποίο παράγεται από βιομάζα.
- ☞ "βιομάζα": το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα προϊόντων, αποβλήτων και καταλοίπων από γεωργικές (συμπεριλαμβανομένων φυτικών και ζωικών

ουσιών), δασοκομικές και συναφείς βιομηχανικές δραστηριότητες, καθώς και το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα των βιομηχανικών και αστικών αποβλήτων.

Σύμφωνα με την οδηγία η βιοαιθανόλη θεωρείται Βιοκαύσιμο:

→ "βιοαιθανόλη": αιθανόλη η οποία παράγεται από βιομάζα ή/και από το βιοαποικοδομήσιμο κλάσμα αποβλήτων, για χρήση ως βιοκαύσιμο.

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να διατίθενται υπό τις ακόλουθες μορφές:

→ ως αμιγή βιοκαύσιμα, ή με υψηλή περιεκτικότητα σε παράγωγα πετρελαιοειδών, σύμφωνα με συγκεκριμένα ποιοτικά πρότυπα που ισχύουν για τις μεταφορές.

→ ως βιοκαύσιμα αναμεμιγμένα με παράγωγα πετρελαιοειδών, σύμφωνα με τα συναφή ευρωπαϊκά πρότυπα που δίνουν τις σχετικές με τα καύσιμα μεταφορών τεχνικές προδιαγραφές (EN 228 και EN 590).

Η πρώτη μελέτη-έκθεση για την ανάπτυξη της αγοράς των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα

Το Υπουργείο Ανάπτυξης ολοκλήρωσε την πρώτη μελέτη-έκθεση για την ανάπτυξη της αγοράς των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα. Η μελέτη εκπονήθηκε από το Εργαστήριο Τεχνολογίας Καυσίμων και Λιπαντικών της Σχολής Χημικών Μηχανικών του Ε.Μ.Π., με την ενεργό συμμετοχή της αρμόδιας Δ/νσης του Υπουργείου και του Κ.Α.Π.Ε. Η μελέτη θα αποσταλεί στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σύμφωνα με την απαίτηση της Οδηγίας 2003/30/ΕΚ [VI].

Τα βιοκαύσιμα που μπορεί να αξιοποιηθούν στις μεταφορές της χώρας μας είναι το βιοντίζελ (που υποκαθιστά το ντίζελ κίνησης) και η βιοαιθανόλη (που υποκαθιστά τη βενζίνη). Σύμφωνα με την Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/30/ΕΚ πρέπει το 2005 να επιτύχουμε διείσδυση βιοκαυσίμων τουλάχιστον 2% των συνολικά διακινούμενων καυσίμων για μεταφορές. Το ποσοστό αυτό πρέπει το 2010 να ανέλθει στο 5,75%. Η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι κατά βάση οι ενεργειακές καλλιέργειες και τα φυτικά έλαια. Έτσι οι ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή πρώτων υλών που χρησιμοποιούνται για παραγωγή βιοκαυσίμων προβάλλουν ως μία ισχυρή εναλλακτική λύση για τους Έλληνες αγρότες, που μπορεί να τους

εξασφαλίσουν σταθερό και αυξανόμενο εισόδημα στο μέλλον. Για να γίνει αυτό απαιτείται σχέδιο, οργάνωση και προσοχή.

Το κόστος παραγωγής των βιοκαυσίμων δεν είναι ακόμα ανταγωνιστικό προς τα συμβατικά καύσιμα. Για αυτό η Ευρωπαϊκή Οδηγία 2003/96/ΕΚ επιτρέπει την αποφορολόγηση τους, δηλαδή την ολική ή μερική κατάργηση του Ειδικού Φόρου Κατανάλωσης (Ε.Φ.Κ.), ώστε το κόστος τους για τον τελικό καταναλωτή να μπορεί να ανταγωνιστεί το κόστος του συμβατικών καυσίμων [VI].

Πέρα όμως των ωφελειών για τον ελληνικό αγροτικό πληθυσμό, η ανάπτυξη της αγοράς των βιοκαυσίμων έχει πολλαπλασιαστικά οφέλη για την ελληνική οικονομία [VI]:

1. Συναλλαγματικό όφελος λόγω της μείωσης των εισαγωγών καυσίμων.
2. Μείωση της ενεργειακής εξάρτησης από το πετρέλαιο.
3. Περιβαλλοντικά οφέλη όπως καθαρότερη καύση βιοντίζελ κατά 75% σε σχέση με το συμβατικό ντίζελ και καύσιμο ελεύθερο από θείο και άρα με περιορισμένες εκπομπές σε διοξείδιο του θείου.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας, πολλά υποσχόμενης εναλλακτικής πηγής ενέργειας, κινδυνεύει λόγω της απραξίας των χωρών μελών της Ε.Ε.

Η εκμετάλλευση της βιομάζας, πολλά υποσχόμενης εναλλακτικής πηγής ενέργειας, κινδυνεύει λόγω της απραξίας των χωρών μελών της Ε.Ε. Η οργάνωση προστασίας του Περιβάλλοντος ,Παγκόσμιο Ταμείο για τη φύση (W.W.F), με ανακοίνωση που εξέδωσε στις Βρυξέλλες, τονίζει ότι η βιομάζα θα μπορούσε να εξασφαλίσει το 15% της ζήτησης των βιομηχανικών χωρών σε ηλεκτρική ενέργεια από σήμερα έως το 2020, έναντι του 1% που εξασφαλίζεται με τα σημερινά επίπεδα εκμετάλλευσής της. Το μεγάλο πλεονέκτημα της βιομάζας έναντι άλλων ανανεώσιμων μορφών ενέργειας όπως της αιολικής ή της ηλιακής, είναι ότι μπορεί να αποθηκευθεί και να χρησιμοποιηθεί όταν χρειάζεται και μπορεί να εξασφαλίσει μία συνεχή παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας χωρίς διακυμάνσεις. Όπως υπολογίζουν οι υπεύθυνοι της οργάνωσης, η υλοποίηση του στόχου για την κάλυψη του 15% των ενεργειακών αναγκών θα επέτρεπε τη μείωση των ετήσιων εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε ποσότητα που κυμαίνεται μεταξύ 500 και 1.800 εκατομμυρίων τόνων [VII].

Έθνικη έκθεση για το επίπεδο διεύθυνσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010

Η οδηγία 2001/77/ΕΚ "Για την προαγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας που παράγεται από ανανεώσιμες πηγές στην εσωτερική αγορά ηλεκτρικής ενέργειας" προβλέπει στο παράρτημα της για την Ελλάδα ενδεικτικό στόχο κάλυψης από ανανεώσιμες ενεργειακές πηγές, περιλαμβανομένων των μεγάλων υδροηλεκτρικών έργων, σε ποσοστό της ακαθάριστης κατανάλωσης ενέργειας κατά το έτος 2010 ίσο με 20,1%. Ο στόχος αυτός είναι συμβατός με τις διεθνείς απαιτήσεις της χώρας που απορρέουν από το πρωτόκολλο του Κιότο που υπογράφηκε το Δεκέμβριο του 1997 στη σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος. Το πρωτόκολλο του Κιότο προβλέπει για την Ελλάδα συγκράτηση του ρυθμού αύξησης κατά το έτος 2010 του CO₂ και άλλων αερίων που επιτείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου κατά 25% σε σχέση με το έτος 1990. Με δεδομένο ότι κατά το έτος 2010 η ακαθάριστη κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας θα έχει φθάσει τις 72 TWh υφίσταται ανάγκη συμμετοχής των εν λόγω μη συμβατικών ενεργειακών πηγών σε επίπεδο τάξης 14 TWh [VIII].

Βασικά στοιχεία ηλεκτρικού συστήματος έτους 2002

Η αιολική ενέργεια, τα μικρά υδροηλεκτρικά έργα, η βιομάζα και τα φωτοβολταϊκά έδειξαν την παρουσία τους με ποσοστό τάξης 2,4% ενώ οι εισαγωγές-εξαγωγές κάλυψαν το υπόλοιπο 3%.

Εξέλιξη θεσμικού πλαισίου ανανεώσιμων πηγών ενέργειας

Με το Ν. 3017/2002 «Κύρωση του Πρωτοκόλλου του Κιότο στη Σύμβαση-πλαίσιο των Ηνωμένων Εθνών για την αλλαγή του κλίματος» η Ελληνική Βουλή επισημοποίησε τη δέσμευση της χώρας για δράσεις αντιστρατευόμενες την τάση επιδείνωσης του φαινομένου του θερμοκηπίου. Η αξιολόγηση του συνόλου των αιτήσεων έγινε από τη Ρ.Α.Ε (Ρυθμιστική Αρχή Ενέργειας) με την τεχνική υποστήριξη του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας [VIII].

Πίνακας :Ισχύς και αριθμός εγκαταστάσεων βιομάζας για τις οποίες έχουν εκδοθεί άδειες παραγωγής μέχρι την 1 Σεπτεμβρίου 2003 (ισχύς σε MW) [VIII].

Περιφέρεια		Βιομάζα
Ανατολική Μακεδονία	Ισχύς	9.50
	Αριθμός	1
Αττική	Ισχύς	35.38
	Αριθμός	4
Βόρειο Αιγαίο	Ισχύς	0.00
	Αριθμός	0
Δυτική Ελλάς	Ισχύς	0.37
	Αριθμός	1
Ήπειρος	Ισχύς	16.09
	Αριθμός	2
Θεσσαλία	Ισχύς	2.07
	Αριθμός	2
Κεντρική Μακεδονία	Ισχύς	12.54
	Αριθμός	4
Κρήτη	Ισχύς	5.42
	Αριθμός	1
Νησιά Ιονίου	Ισχύς	5.42
	Αριθμός	2
Νότιο Αιγαίο	Ισχύς	0.50
	Αριθμός	1
Πελοπόννησος	Ισχύς	19.54
	Αριθμός	4
Στερεά Ελλάς	Ισχύς	0.00
	Αριθμός	0

Αναφορές παραρτήματος

[I] Geenpeace, άρθρο για το Πρωτόκολλο του Κιότο
(website:http://www.geenpeace.g/pages/climate/Kyoto/Kyoto_2.htm)

[II] WWF, άρθρο για το Πρωτόκολλο του Κιότο
(website:www.panda.org/news_facts/publications/general/publication.cfm?uNewsID=18471&uLangID=1 - 20κ)

[III] Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, Κέντρο πληροφόρησης, Πρωτόκολλο του Κιότο
(website:<http://www.minenv.g/4/g404.htm>)

[V] Μ. Βουτυράκης, Ecocrete.g, άρθρο : Η Πράσινη & η Λευκή βίβλος για την ενέργεια και η στρατηγική της Ελλάδας, Αύγουστος 2004
(website:http://www.ecocrete.g/index.php?option=com_content&task=view&id=683&Itemid=0)

[IV] Οδηγία 2003/30/EK, Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο & Συμβούλιο της 8^{ης} Μαΐου 2003, Προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων για τις μεταφορές
(website:http://www.europa.eu.int/smartapi/cgi/sga_doc?smartapi!celexplus!prod!DocNumber&lg=el&type_doc=Directive&an_doc=2003&nu_doc=30)

[VI] PlantManagement online, άρθρο για την Ενέργεια, Μελέτη – Έκθεση για την ανάπτυξη της αγοράς των βιοκαυσίμων στην Ελλάδα
(website:<http://www.plantmanagement.g/online/article.asp?returnPage=SECTION&group=3§ion=22&articleid=2564>)

[VII] B2B Renewable Energies, άρθρο: Η εκμετάλλευση της βιομάζας, Ιούνιος 2004
(website:<http://www.b2brenenergy.com/modules.php?op=modload&name=News&file=article&sid=166&mode=thread&order=0&thold=0>)

[VIII] Υπουργείο Ανάπτυξης, Γενική Διεύθυνση Ενέργειας, Διεύθυνση Ανανεώσιμων Πηγών & Εξοικονόμησης Ενέργειας, 2^η Διεθνή Έκθεση για το επίπεδο διείσδυσης της ανανεώσιμης ενέργειας το έτος 2010 (Άρθρα 3 & 6 Οδηγίας 2001/77/EK, Αθήνα 2003.