



**Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα  
Θεσσαλονίκης  
Σχολή Τεχνολογίας Γεωπονίας  
Τμήμα Φυτικής Παραγωγής**

**ΘΕΜΑ: ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΣ-ΑΛΛΗΛΟΠΑΘΕΙΑ ΑΓΡΙΑΣ  
ΑΓΚΙΝΑΡΑΣ ΜΕ ΑΓΡΙΟ ΣΙΝΑΠΙ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ  
ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΝΤΙΖΕΛ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ  
ΤΩΝ ΣΠΟΥΔΑΣΤΩΝ:  
ΠΑΡΑΣΧΟΥΔΗΣ ΑΠΟΣΤΟΛΟΣ  
ΣΑΒΒΟΠΟΥΛΟΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ  
ΣΙΑΜΑΝΗ ΕΥΡΥΔΙΚΗ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΔΡ. ΚΙΤΣΙΟΣ ΔΗΜΑΣ  
ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2010**

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστούμε θερμά τον επίκουρο κύριο Κίτσιο Δήμα για την ανάθεση του σημαντικού αυτού ερευνητικού θέματος και για την πολύτιμη βοήθεια & καθοδήγησή του κατά τη διάρκεια και ολοκλήρωση της εργασίας αυτής.

Παράλληλα ευχαριστούμε όλο το προσωπικό που εργάζεται στο θερμοκήπιο της Γεωργίας, για την παροχή εργαλείων που ήταν αναγκαίο να χρησιμοποιηθούν κατά τη διάρκεια του πειραματικού μέρους της εργασίας.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Αγριαγκινάρα.....	2
1.1 Η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας για βιομάζα.....	5
1.2 Παραγωγή χλωρομάζας και ενσιρώματος.....	6
1.3 Θρεπτική αξία αγριαγκινάρας για ζωοτροφή.....	6
1.4 Οι ιδιότητες του λαδιού της αγριαγκινάρας, για παραγωγή βιοντίζελ .....	10
1.5 Συμπεράσματα.....	11
1.6 Παράρτημα- Είκονες.....	13
2. Βιοκαύσιμα.....	22
2.1 Εισαγωγή.....	22
2.2 Ιστορικά στοιχεία βιοκαυσίμων.....	23
2.3 Χαρακτηριστικά.....	24
2.4 Νομοθεσία.....	25
2.5 Τεχνολογία παραγωγής βιοκαυσίμων.....	25
2.6. Παραγωγή και κατανάλωση βιοκαυσίμων στην Ευρώπη.....	27
2.7 Υποσχέσεις και ερωτηματικά.....	36
2.8 Το ζήτημα του κόστους.....	37
2.9 Ανταγωνισμός με τις καλλιέργειες για τρόφιμα.....	38
2.1.0 Στην Ελλάδα.....	41
2.1.1 Τα μειονεκτήματα της χρήσης των βιοκαυσίμων.....	41
2.1.2 Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των βιοκαυσίμων.....	41
3. Το Βιοντίζελ.....	46
3.1 Παραγωγή & χρήση.....	48
3.2 Βιοντίζελ αντί για τροφή.....	56
3.3 Η αλλαγή του κλίματος.....	59
3.4 Βιοντίζελ έναντι πετρελαίου.....	61
4. Ευρωπαϊκός οργανισμός περιβάλλοντος.....	64
5. Ιστορική αναδρομή.....	66
6. Πειραματικές εργασίες.....	67
6.1 Υλικά και Μέθοδοι.....	67
7 Αποτελέσματα και συζήτηση.....	69.
8. Συμπεράσματα.....	71
9. Βιβλιογραφία.....	75

## 1. Αγριαγκινάρα

Εναλλακτική πρώτη ύλη για βιοκαύσιμα, βιομάζα και ζωοτροφή για βιολογική κτηνοτροφία

### Η παραγωγή του φυτού και οι ιδιότητές του

Ψάχνοντας για φθηνότερη πρώτη ύλη από το φρέσκο φυτικό λάδι, έχει κατά καιρούς προταθεί η χρήση χρησιμοποιημένων μαγειρικών ελαίων. Παρά ταύτα, τα χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια σαν υπολειμματικό προϊόν παρουσιάζουν δυσκολίες στη συλλογή και την τιμολόγηση κι έτσι δεν μπορούν να αποτελέσουν βασική πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοκαυσίμου σε μεγάλη κλίμακα. Έτσι παρουσιάστηκε η ανάγκη για την ανεύρεση ελαιούχων καλλιεργειών χαμηλού κόστους και με ιδιότητες ελαίων κατάλληλες για την παραγωγή βιοκαυσίμου (biodiesel).

Η αγριαγκινάρα (*Cynara cardunculus* L.), γνωστή και ως cynara στους χώρους των ενεργειακών φυτών, θα μπορούσε να αποτελέσει μία τέτοια εναλλακτική καλλιέργεια και πιστεύουμε ότι θα δώσει προοπτική και ελπίδα για τη διατήρηση ή/και ενίσχυση του απειλούμενου αγροτικού εισοδήματος στη χώρα μας.

Πρόκειται για ένα πολυετές, βαθύρριζο, χειμερινό αλλά και ανοιξιότιμο φυτό, με ενδιαφέρουσες παραγωγικές ιδιότητες. Ανήκει στην οικογένεια των Compositae και παράγει ταξιανθίες «κεφάλια», όπου αναπτύσσονται πολλοί ελαιούχοι καρποί (γνωστοί ως «σπόρια»), όπως ακριβώς παρατηρείται και στον ηλίανθο, ο οποίος ανήκει στην ίδια οικογένεια.

Οι μελέτες για τις δυνατότητες αυτού του φυτού για την παραγωγή βιομάζας χρονολογούνται από το 1980 και από τότε διάφορα ερευνητικά προγράμματα χρηματοδοτούμενα από την Ε.Ε. έχουν διεξαχθεί(\*).

(\*)Η ομάδα της Agricon Hellas, συμμετέχοντας την περίοδο 1990 -1996 σε Ευρωπαϊκό πρόγραμμα (A.I.R.) απέκτησε εμπειρία για τις αποδόσεις και τις αγρονομικές ιδιότητες των εναλλακτικών φυτών, όπως ονομάζονταν τότε, τα εκτός των κυρίων καλλιεργειών φυτά. Συνεχίζοντας την έρευνα μέχρι σήμερα έχουν απομονώσει τις κατάλληλες ποικιλίες για τις ελληνικές κλιματικές συνθήκες επιλέγοντας τις δύο καλύτερες ανάμεσα σε είκοσι που είχαν αποτελέσματα πολύ κατώτερα των δύο επιλεγθεισών ποικιλιών.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι η χρήση της αγριαγκινάρας ως ενεργειακής καλλιέργειας, σε διάφορες χώρες της Μεσογείου, αποδείχθηκε αποδοτική.

Όσον αφορά την απόδοση ανά στρέμμα, είναι στενά συσχετισμένη με τις βροχοπτώσεις κατά τον κύκλο ανάπτυξης του φυτού. Σε μεσογειακές συνθήκες (450 mm βροχής/έτος), η αγριαγκινάρα, καλλιεργούμενη ως πολυετής καλλιέργεια, αποδίδει κατά μέσο όρο στην Ισπανία 1,7 t/στρ. βιομάζας με 12% υγρασία (δηλαδή 1,5 t/στρ. ξερής βιομάζας), ενώ στην Ελλάδα σε πειράματα αξιόπιστα (Θήβα) και σε ποτιστική καλλιέργεια έχει καταμετρηθεί σοδειά ως και 3,3 t/στρ. ξερής βιομάζας. Οι σπόροι αντιπροσωπεύουν περίπου το 11% της βιομάζας (δηλαδή 185 kg σπόροι/στρ./έτος σε ξηρική καλλιέργεια και 360 kg/στρ./έτος σε ποτιστική) στο τέλος του κύκλου ανάπτυξης (Ιούλιος – Αύγουστος). Οι σπόροι περιέχουν 25% του ξηρού βάρους σε λάδι. Το κέλυφος αντιπροσωπεύει το 45% (w/w) του σπόρου και η ψίχα το 55% (w/w). Η τελευταία περιέχει 20% πρωτεΐνη.

Όπως υποστηρίζει, εξάλλου, ο καθηγητής Γεωργίας του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Ν. Δαναλάτος, ο οποίος έχει μια μεγάλη ερευνητική εμπειρία στο συγκεκριμένο αντικείμενο και γνώση της διεθνούς βιβλιογραφίας, «σύμφωνα με ασφαλή ερευνητικά αποτελέσματα του Εργαστηρίου Γεωργίας, η ετήσια απόδοση της αγριαγκινάρας ανέρχεται σε 1,3-2,0 τόνους ξηρής βιομάζας και περί τους 8 τόνους το στρέμμα χλωρής βιομάζας, με πολύ χαμηλές εισροές και κόστος παραγωγής, για παραγωγή στερεού βιοκαυσίμου, ενώ μπορεί να παράγει και περί τα 150 - >300 κιλά / στρ. σπόρο, που μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για ενεργειακούς σκοπούς (βιοντίζελ).

Επίσης, ως φυτό καλά προσαρμοζόμενο στις ελληνικές συνθήκες, με μεγάλη παραγωγικότητα κάτω από χαμηλές εισροές και πολύ μικρές φυτοπροστατευτικές απαιτήσεις, θα βοηθούσε πολύ στην αποδοχή του από τους γεωργούς, το να περιληφθεί στα επιλέξιμα φυτά της Βιολογικής Γεωργίας».

Η αγριαγκινάρα χαρακτηρίζεται ως ιδιαίτερος φιλοπεριβαλλοντικό φυτό (οικολογικό) διότι προσφέρει τα πιο κάτω ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΑΡΑΔΟΤΕΑ:

1. Προστασία από τη διάβρωση των εδαφών, λόγω του ότι δεν χρειάζεται να ξανααμπούμε στο χωράφι για καλλιέργεια για δέκα χρόνια.
2. Λόγω του βαθύτατου ριζικού συστήματός της αξιοποιεί τα βαθύτερα μόνιμα υγρά σημεία των εδαφών (οικονομία αρδευτικού ύδατος, φυσικών πόρων).
3. Εμπλουτισμός των εδαφών με οργανική ουσία (μετά την εκρίζωση της καλλιέργειας, μετά από ένα, δύο ή και πέντε χρόνια ο εμπλουτισμός σε οργανική ουσία αυξάνει λογαριθμικά).
4. Όπως αναφέρθηκε χαμηλές εισροές.
5. Φθινή πρώτη ύλη για τη βιολογική κτηνοτροφία και την παραγωγή πράσινου πετρελαίου (βιοντίζελ).
6. Πολύ θετικό ενεργειακό ισοζύγιο καλλιέργειας.

#### 1.1 Η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας για βιομάζα

Η αγριαγκινάρα σπέρνεται με πνευματική μηχανή κατά τον μήνα Οκτώβριο σαν ξηρική όπως το σιτάρι. Ο σπόρος της είναι ακριβώς των ιδίων διαστάσεων όπως του σιταριού.

Είναι μια πολυετής πόα, ενδημική της Μεσογείου. Ο κύκλος ανάπτυξής της είναι άριστα προσαρμοσμένος στο ιδιαίτερο καθεστώς βροχόπτωσης της Μεσογείου, όπου οι βροχές είναι κυρίως συγκεντρωμένες κατά το φθινόπωρο και την άνοιξη, ενώ το καλοκαίρι επικρατεί μακρά περίοδος ξηρασίας. Τότε επιβιώνει αποξηραίνοντας την υπέργεια βιομάζα της. Ο φυσικός κύκλος του φυτού είναι ο εξής: Φυτρώνει από το πρέμνο το φθινόπωρο, δημιουργώντας μία ροζέτα φύλλων, η οποία αναπτύσσεται σταθερά κατά τη διάρκεια του χειμώνα και των αρχών της άνοιξης. Μετά αναπτύσσει το κύριο στέλεχος, το οποίο φέρει και τα κεφάλια με το σπόρο. Όταν ωριμάσουν οι σπόροι τον Ιούλιο ή Αύγουστο, η υπέργεια βιομάζα ξεραίνεται, ενώ οι ρίζες παραμένουν ζωντανές. Αργότερα το καλοκαίρι έρχεται η ώρα της συλλογής. Στη συνέχεια ακολουθούν οι πρώτες βροχές του φθινοπώρου (Σεπτέμβριο - Οκτώβριο) και το φυτό αναβλαστάνει από το πρέμνο και έτσι συνεχίζεται ο ετήσιος κύκλος για πάνω από 10 χρόνια.

## 1.2 Παραγωγή γλωρομάζας και ενσίρωματος

1. Στο βλαστικό στάδιο της ροζέτας (άνοιξη), τα φυτά έχουν υψηλή διατροφική αξία για την εκτροφή μηρυκαστικών ζώων.
2. Αυτή η χρήση της αγριαγκινάρας είναι συμβατή με τη χρήση της τελικής βιομάζας για ενέργεια το καλοκαίρι. Τα αποθέματα των ριζών υποστηρίζουν την ανάπτυξη νέων φύλλων, που επιτρέπουν την ολοκλήρωση του κύκλου ανάπτυξης της καλλιέργειας μέσα στον ίδιο χρόνο.
3. Παρόλα αυτά, με τη διπλή αυτή χρήση η τελική παραγωγή βιομάζας για ενέργεια μειώνεται.
4. Σε πειράματα που έγιναν στην Ελλάδα (Δαναλάτος), η γλωρή μάζα που παράγεται κατά τη διάρκεια της έκπτυξης της τρυφερής βλάστησης (Οκτώβριος – Φεβρουάριος) κυμαίνεται περί τους 4 τόνους ενσίρωμα ανά στρέμμα.
5. Δεδομένων των μικρών απαιτήσεων σε φυτοπροστατευτικές παρεμβάσεις (ζιζάνια, έντομα, μύκητες), η χρήση του για βιολογική καλλιέργεια ενδείκνυται έντονα έναντι των σιτηρών, λόγω και της έλλειψης κόστους εγκατάστασης και καλλιέργειας κάθε χρόνο.

## 1.3 Θρεπτική αξία αγριαγκινάρας για ζωοτροφή

Η χορτονομή είναι υψηλής ποιότητας, με χημική σύσταση (Cecilia Cajarville, 1996 - Πηγή: J. Fernández U.P. Madrid):

1. Ξηρά Ουσία 13%
2. Οργανική ουσία 82% της Ξ.Ο.
3. Ινώδεις ουσίες 13% της Ξ.Ο.
4. Πρωτεΐνη 13-15% της Ξ.Ο.
5. ADF 16-17% της Ξ.Ο.
6. ADL 2,6 – 3,5% της Ξ.Ο.

Λιπαρές ουσίες 2,8% της Ξ.Ο. για πράσινη χορτονομή και 1,4% της Ξ.Ο. για ενσίρωμα  
Υψηλός συντελεστής πεπτικότητας: για την Ξηρά Ουσία 78,3% και για την Οργανική Ουσία 86,1%

Υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο: 0,97 UFL (Milk forage units) και 0,98 UFC (Meat forage units)

Moderate ingestion coefficient: 64 g of Dry Matter/kg of metabolic weight PV (0,75) [possibly due to high moisture content (87,7%)]

Η χορτονομή παρουσιάζει πολύ καλό δυναμικό για ενσίρωση, το οποίο αποδίδεται στην υψηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα (27%), τιμές pH χαμηλότερες από 4,3, αμμωνιακό άζωτο χαμηλότερο από 0,27% της Ξ.Ο., υψηλές συγκεντρώσεις γαλακτικού οξέος (9-17% επί ξηρού) και μόνο ίχνη βουτυρικού οξέος. Το υπόλειμμα περιέχει διαλυτά σάκχαρα περίπου 15%.

Θερμογόνος αξία της βιομάζας αγριαγκινάρας, για παραγωγή ενέργειας

Η βιομάζα της αγριαγκινάρας αποτελείται από αρκετά φυτικά τμήματα (φύλλα, στελέχη, κ.λπ.), τα οποία έχουν διαφορετικό θερμιδικό περιεχόμενο (πίνακας 1).



## Πίνακας 1.

Θερμογόνο αξία της βιομάζας φυτού αγριαγκινάρας.

- Κατώτερα φύλλα (21,0%). HCV: 2.655 kcal/kg (11.114 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 558 Mcal/t (2.336 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 2.449 kcal/kg (10.251 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 514 Mcal/t (2.152 MJ/t) της συνολικής βιομάζας.
- Φύλλα στελέχους (12,1 %). HCV: 4.096 kcal/kg (17.146 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 496 Mcal/t (2.076 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 3.809 kcal/kg (15.944 kJ/kg) of fraction and 460 Mcal/t (1.926 kJ/t) της συνολικής βιομάζας.
- Στελέχη και κλαδιά (21,9 %). HCV: 4.204 kcal/kg (17.598 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 921 Mcal/t (3.855 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 3.914 kcal/kg (16.384 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 857 Mcal/t (3.587 kJ/t) της συνολικής βιομάζας.
- Capitulum (45 %). Το capitulum αποτελείται από τη σπερματοθήκη, τα βράκτια, τον πάππο και τους σπόρους. - Σπερματοθήκη (9,5 %). HCV: 3.605 kcal/kg (15.090 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 342 Mcal/t (1.432 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 3.333 kcal/kg (13.952 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 316 Mcal/t (1.323 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. - Βράκτια (13,2 %). HCV: 4.181 kcal/kg (17.502 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 551 Mcal/t (2.306 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 3.878 kcal/kg (16,233 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 512 Mcal/t (2.143 Mcal/t) της συνολικής βιομάζας. - Πάππος (9,1 %). HCV: 4,353 kcal/kg (18.222 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 396 Mcal/t (1.658 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 4.043 kcal/kg (16,924 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 368 Mcal/t (1.540 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. - Σπόροι (13,2 %). HCV: 5.576 kcal/kg (23.341 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 736 Mcal/t (3.081 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 5.208 kcal/kg (21.801 kJ/kg) του τμήματος αυτού και 687 Mcal/t (2.876 MJ/t) της συνολικής βιομάζας.
- Όλο το φυτό (100 %). HCV 4.000 Mcal/t (16,744 MJ/t) της συνολικής βιομάζας. LCV: 3.714 Mcal/t (15.547 MJ/t) της συνολικής βιομάζας.

Σημ.: Οι τιμές αφορούν 1 kg Ξηράς Ουσίας.

Ο αριθμός σε παρένθεση μετά το κάθε τμήμα αφορά τη συμμετοχή κάθε φυτικού τμήματος στο σύνολο της βιομάζας του φυτού.

HCV (High Calorific Value): Υψηλή Θερμιδική Αξία

LCV (Low Calorific Value) Χαμηλή Θερμιδική Αξία

#### 1.4 Οι ιδιότητες του λαδιού της αγριαγκινάρας, για παραγωγή βιοντίζελ

Οι σπόροι της αγριαγκινάρας περιέχουν κατά μέσο όρο 25% λάδι, ενώ έχουν καταμετρηθεί ποσοστά ως 33% (στην Ελλάδα). Το προφίλ λιπαρών οξέων του λαδιού αγριαγκινάρας είναι όμοιο με αυτό του ηλιελαίου: 11% παλμιτικό, 4% στεαρικό, 25% ολεϊκό, 60% λινολεϊκό. Το λάδι εύκολα εξάγεται με ψυχρή συμπίεση (20-25 °C). Κατ' αυτόν τον τρόπο η σύνθεση του ελαίου δεν αλλάζει και μπορεί έτσι να χρησιμοποιηθεί και για διατροφικές εφαρμογές. Πολλοί είναι οι ερευνητές που ασχολήθηκαν με την παραγωγή βιοντίζελ (biodiesel) από λάδι αγριαγκινάρας, μέσω μετεστεροποίησης είτε με αιθανόλη είτε με μεθανόλη, παρουσία καλύτη. Οι ιδιότητες του βιοντίζελ από αγριαγκινάρα τηρούν τις προδιαγραφές EN 14214. Το βιοντίζελ που παράγεται από αιθανόλη έχει καταγραφεί ως πλεονεκτικότερο σε σχέση με το βιοντίζελ που παράγεται από μεθανόλη (πίν. 2,3).

Μια που το τελικό προϊόν της αγριαγκινάρας αποτελείται από δύο ενεργειακές πρώτες ύλες: λιγνοκυτταρική βιομάζα και ελαιούχους σπόρους, μπορούμε να σχεδιάσουμε μια διπλή διοχέτευση, μία για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα και μία για την παραγωγή βιοντίζελ. Κατ' αυτόν τον τρόπο μπορεί το κόστος του λαδιού να είναι χαμηλότερο σε σχέση με άλλες φυτείες, οι οποίες είναι εξολοκλήρου ελαιοπαραγωγικές, όπως η ελαιοκράμβη και ο ηλίανθος.

### 1.5 Συμπεράσματα

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι η καλλιέργεια της αγριαγκινάρας διαθέτει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

1. Είναι πολυετής. Έτσι έχει έξοδα εγκατάστασης μόνο τον πρώτο χρόνο, ενώ και για τις υπόλοιπες συγκομιδές απαιτεί μειωμένες δαπάνες.
2. Δεν απειλείται σοβαρά από εχθρούς και ζιζάνια, οπότε αντιμετωπίζει πιο αποτελεσματικά το δυσεπίλυτο για τη βιολογική γεωργία, πρόβλημα της καταπολέμησης των ζιζανίων.
3. Παράγει 4-6 τόνους χλωρή μάζα το στρέμμα, ανάλογα με το σχέδιο διαχείρισης. Επειδή η ετήσια βιομάζα παράγεται από πολύ ισχυρό, πολυετές ριζικό σύστημα, οι απειλές από οποιουδήποτε εχθρούς είναι μικρής επίπτωσης στο ενσίρωμα.
4. Για τον παραπάνω λόγο, είναι κατάλληλη καλλιέργεια για αντικατάσταση του σιταριού στο πρόγραμμα της βιολογικής γεωργίας, γιατί, αφενός εξασφαλίζει στον παραγωγό ένα σοβαρό εισόδημα από το ενσίρωμα, αφετέρου αποτελεί μια από τις λίγες πρώτες ύλες για τη βιολογική κτηνοτροφία (N. Δαναλάτος).
5. Μπορεί να καλλιεργηθεί και ως ποτιστική, δίνοντας μέχρι 9 τόνους χλωρή μάζα/στρ.
6. Εναλλακτικά παράγει και ξηρή βιομάζα και ελαιούχο σπόρο (N. Δαναλάτος).

Καταλήγοντας, παραθέτουμε την άποψη του καθηγητή κ. Ν.Γ. Δαναλάτου, σχετικά με την αγριαγκινάρα και τις ενεργειακές καλλιέργειες:

«Πρέπει να προωθηθούν εναλλακτικές πηγές εισοδήματος για τους αγρότες και για το σκοπό αυτό θα μπορούσε να γίνει προσπάθεια να ενταχθούν ως επιλέξιμες για καλλιέργειες ενεργοποίησης δικαιωμάτων, καθώς και κατ' εξαίρεση δυνάμενες να καλλιεργηθούν στις εκτάσεις αγρανάπαυσης της μεθοδολογίας Α του προγράμματος μείωσης της νιτρορύπανσης, ορισμένες ενεργειακές καλλιέργειες όπως η αγριαγκινάρα, της οποίας η παραγωγή αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ζωοτροφή, και μάλιστα βιολογικής κατεύθυνσης, ενισχύοντας έτσι το ελλειμματικό οπλοστάσιο πρώτων υλών της βιολογικής κτηνοτροφίας».

Πιστεύουμε, λοιπόν, ότι θα μπορούσε να βοηθηθεί αποφασιστικά η γεωργία μας, αν αυτή η τόσο σημαντική καλλιέργεια ενσωματωνόταν έγκαιρα στα τρέχοντα προγράμματα της βιολογικής γεωργίας και της μείωσης νιτρορύπανσης και της κατανάλωσης νερού, καθώς και στα σχέδια βελτίωσης. Μια πρόταση, που στηρίζεται στην υπερδεκαετή εμπειρία μας, αλλά και σε επαρκή βιβλιογραφία, την οποία θέτουμε στη διάθεση των αρμοδίων.

1.6 Παράρτημα – Εικόνες



Εικόνα 1. Οκτώβριος: Αναβλαστάνει μετά τη δίμηνη καλοκαιρινή διάπαυση



Εικόνα 2. Στάδιο φυτρώματος σπορόφυτου. Οκτώβριος



Εικόνα 3. Κατά τη διάρκεια του χειμώνα αναπτύσσει ροζέτα και κυριαρχεί απέναντι στα υπόλοιπα ζιζάνια.



Εικόνα 4. Αγριαγκινάρα KANTO (παχύφυλλη) σε στάδιο συγκομιδής χλωρομάζας





Εικόνα 5. ΚΑΝΤΟ σε φάση ωρίμανσης κεφαλών, έτοιμη για συγκομιδή σπόρου.



Εικόνα 6. Αγριαγκινάρα διπλής παραγωγικής κατεύθυνσης (λάδι-χλωρομάζα-βιομάζα).

ΑΝΘΟΣ: ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΠΥΤΙΑΣ (ΖΥΜΗ)



Εικόνα 7. Ιούνιος: Από το αποξηραμένο άνθος παίρνουμε εκχύλισμα το οποίο αποτελεί πρωτότυπη φυτικής προέλευσης βιολογική ζύμη (πυτιά) για παρασκευή τυριών εντελώς ιδιαίτερης γεύσης.





Εικόνα 8. Αρχές Μαρτίου 2006: απόλυτη κυριαρχία πάνω στα χειμωνιάτικα και εαρινά ζιζάνια και αύξηση γονιμότητας εδαφών (παρατηρήστε ανάπτυξη αμέσως γειτονικών ζιζανίων).



## ▶ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ CYNARA: ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ

- Βιοντήζελ μπορεί να παραχθεί από λάδι cynara ακολουθώντας κοινές διαδικασίες (μετεστεροποίηση με μεθανόλη ή αιθανόλη παρουσία καλύτη).
- Οι ιδιότητες του βιοντήζελ cynara πληρούν τις ευρωπαϊκές προδιαγραφές για τα βιοκαύσιμα (EN-14214).



Properties	Ethyl esters	Methyl esters	EN-14214
Density 15°C (g cm <sup>-3</sup> )	0.8794	0.889	0.86-0.90
Viscosity 40° (mm <sup>2</sup> s <sup>-1</sup> )	4.479	5.101	3.5-5
Flash point (°C)	184	182	> 101
Cloud point (°C)	-5	-4	-
Cold filter plugging point (°C)	-10	-10	≤ -10**
Cetane number	66	59	> 51
Carbon residue (% m/m)	0.28	0.36	< 0.3
Iodine index	109	117	<120(140*)
Phosphorus (mg kg <sup>-1</sup> )	< 5	< 5	< 10
Sulphur (% m/m)	< 0.02	< 0.02	< 0.02

*J. Fernández U.P.M.*

*Εικόνα 10. Βιοντίζελ παραγόμενο από λάδι αγριαγκινάρας που καλύπτει τις προδιαγραφές της EN-14214 της Ε.Ε.*

## 2. Βιοκαύσιμα

Βιοκαύσιμα (αγγλ. biofuels) ονομάζονται τα καύσιμα εκείνα στερεά, υγρά ή αέρια τα οποία προέρχονται από τη βιομάζα, το βιοδιασπώμενο δηλαδή κλάσμα προϊόντων ή αποβλήτων διαφόρων ανθρώπινων δραστηριοτήτων.

---

### 2.1 Εισαγωγή

Τα βιο-καύσιμα αποτελούν μία φυσική και ανανεώσιμη εναλλακτική μορφή καυσίμων. Τα σπουδαιότερα βιο-καύσιμα είναι το βιο-ντίζελ (biodiesel) και η βιο-αιθανόλη (bioethanol). Το βιο-ντίζελ (FAME, Fatty Acid Methyl Esters) χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του πετρελαίου που χρησιμοποιείται για την κίνηση οχημάτων, αυτούσιο ή σε αναλογία βιο-ντίζελ/συμβατικό ντίζελ:20/80. Για την παραγωγή του βιο-ντίζελ χρησιμοποιούνται γεωργικά προϊόντα πλούσια σε έλαια και τριγλυκερίδια όπως οι σπόροι της ελαιοκράμβης (Basic napes), του ηλιάνθου (Helianthus annulus), του βαμβακιού (Gossipier hirsute), της σόγιας (Lysine max), του αραβόσιτου (Zeal Mays) και τη άγριας αγκινάρας (Candara carunculous). Η βιο-αιθανόλη χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο της βενζίνης (που χρησιμοποιείται για την κίνηση οχημάτων), μετά από ανάμιξη της με τη συμβατική βενζίνη σε ποσοστό 5-20%. Για την παραγωγή της βιο-αιθανόλης χρησιμοποιούνται γεωργικά προϊόντα που είναι πλούσια σε σάκχαρα, άμυλο ή κυτταρίνη. Στα φυτά αυτά ανήκουν το ζαχαροκάλαμο (Saccharin officinal), τα ζαχαρότευτλα (Beta vulgarism), το ζαχαρούχο σόργο (Sorghum bicolor), ο αραβόσιτος, το μαλακό σιτάρι (Tritium festive), το δίστιχο κριθάρι (Horde vulgar), καθώς και τα αυτοφυή καλάμι (Ardor don ax) και switch grass (Panic verbatim). Η προέλευση από ανανεώσιμους πόρους (καλλιεργούμενα φυτά) και η σχεδόν άριστη συμβατότητα με τις ήδη χρησιμοποιούμενες μηχανές αναφέρονται ανάμεσα στα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα των βιο-καυσίμων. Τα τελευταία χρόνια η έρευνα για την ανάπτυξη εναλλακτικών του πετρελαίου καυσίμων έχει ενταθεί λόγω της προοπτικής εξάντλησης των συμβατικών καυσίμων και των αυξημένων προβλημάτων ρύπανσης της ατμόσφαιρας (αιθαλομίχλη) και αύξηση της θερμοκρασίας εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου από τη χρήση τους (το 25% των εκπομπών διοξειδίου το άνθρακα στην ατμόσφαιρα προκαλείται από την κίνηση των οχημάτων). Αντίθετα, η χρησιμοποίηση

των βιο-καυσίμων έχει ελάχιστες επιπτώσεις στην ατμόσφαιρα (διότι το διοξείδιο του άνθρακα που απελευθερώνεται από τα οχήματα χρησιμοποιείται ξανά από τα ενεργειακά φυτά) και γενικότερα στο περιβάλλον. Επιπλέον, η χρησιμοποίηση γεωργικών προϊόντων για την παραγωγή βιο-καυσίμων έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της ενεργειακής εξάρτησης της χώρας που τα παράγει, ενώ ταυτόχρονα δημιουργεί προοπτικές σε πολλούς καλλιεργητές, ώστε να στραφούν σε εναλλακτικές γεωργικές καλλιέργειες, δεδομένου ότι παραδοσιακές καλλιέργειες, λόγω του περιορισμού των επιδοτήσεων, δεν είναι πλέον ανταγωνιστικές. Η οδηγία 2003/30/ΕΚ της Ευρωπαϊκής Ένωσης θέτει ποσοτικούς στόχους για την παραγωγή υγρών βιο-καυσίμων. Σύμφωνα με την παραπάνω οδηγία τα κράτη μέλη πρέπει ως την 31-12-2010 να αντικαταστήσουν με βιο-καύσιμα στις αγορές τους το 5,75% της συνολικής ποσότητας συμβατικού πετρελαίου κίνησης και βενζίνης.

---

## 2.2 Ιστορικά στοιχεία Βιοκαυσίμων

Ιστορικά τα πρώτα καύσιμα που χρησιμοποιήθηκαν από τον άνθρωπο ανήκαν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Έτσι το ξύλο, το λίπος, τα φυτικά λάδια αλλά και τα αποστάγματα ώντας οργανικής προέλευσης εμπίπτουν στην κατηγορία των βιοκαυσίμων. Η μεγάλη ανάγκη σε φθηνά καύσιμα μεγάλου ενεργειακού περιεχομένου μετά την βιομηχανική επανάσταση, η οποία συνεχίζει αυξανόμενη έως σήμερα, ενίσχυσε σημαντικά τη χρήση ορυκτών καυσίμων, άνθρακα αρχικά και πετρελαϊκών παραγώγων αργότερα, σε βάρος των παραδοσιακών βιοκαυσίμων. Τα προβλήματα θέρμανσης του πλανήτη (βλ. φαινόμενο του θερμοκηπίου), τα οποία σχετίζονται άμεσα με το περιεχόμενο των καυσίμων σε άνθρακα και το εκπεμπόμενο κατά την καύση διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>) έχουν δημιουργήσει κατά τα τελευταία χρόνια ένα κλίμα στροφής προς βιοκαύσιμα τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα.



### 2.3 Χαρακτηριστικά

Τα βιοκαύσιμα προερχόμενα από οργανικά προϊόντα και θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO<sub>2</sub> στο συνολικό κύκλο ζωής τους σε σχέση με τα συμβατικά ορυκτά καύσιμα, στοιχείο που εξαρτάται άμεσα από την προέλευση τους, τη χρήση τους αλλά και τον τρόπο παραγωγής και διανομής τους. Κατά την καύση τους τα καύσιμα αυτά εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες CO<sub>2</sub> με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης. Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν έχει δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα στην οποία επανέρχεται μετά την καύση κι έτσι το ισοζύγιο εκπομπών σε όλο τον κύκλο ζωής του βιοκαυσίμου είναι θεωρητικά μηδενικό. Στην πράξη επειδή κατά την παραγωγή και διακίνηση της πρώτης ύλης αλλά και των ίδιων των βιοκαυσίμων υπεισέρχονται και άλλες δραστηριότητες κατά τις οποίες παράγονται εκπομπές CO<sub>2</sub> το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι από πολύ μεγάλο έως μηδαμινό. Για να αποφανθεί κανείς ασφαλώς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου ζωής.

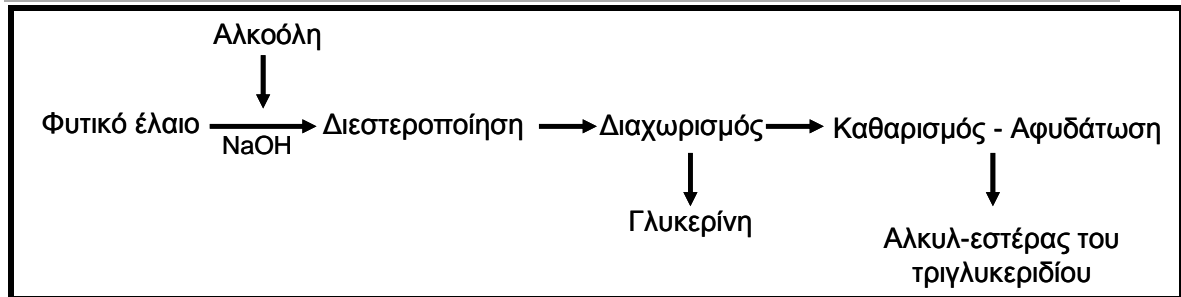
## 2.4 Νομοθεσία

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

## 2.5 Τεχνολογία παραγωγής βιο-καυσίμων

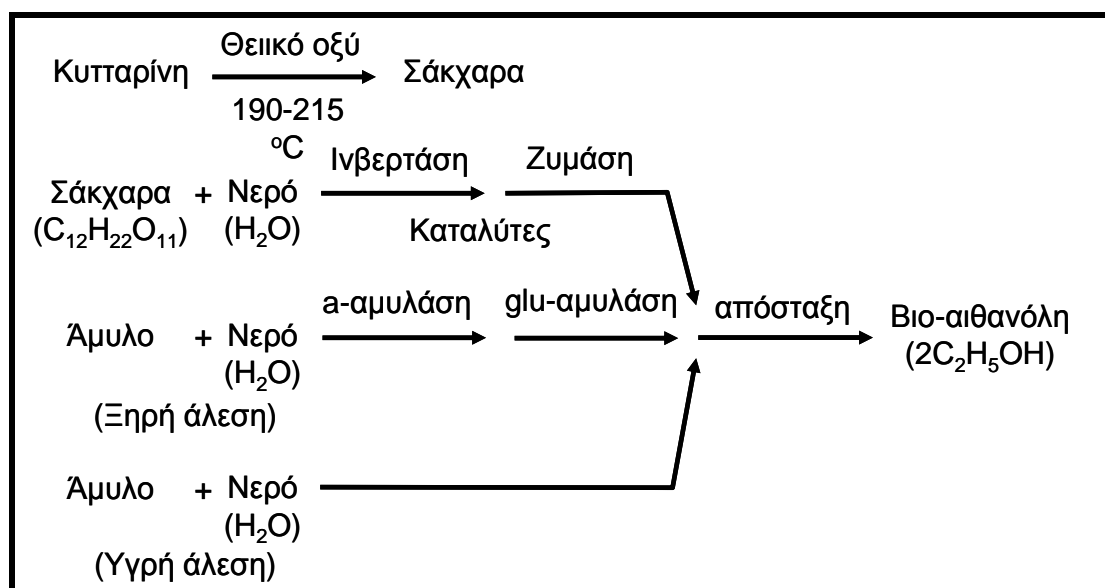
Κατά την παραγωγή του βιο-ντίζελ, το φυτικό έλαιο αναμειγνύεται με μία αλκοόλη (μεθανόλη ή αιθανόλη) και παράγεται ο μεθυλ-εστέρας ή αιθύλ-εστέρας του τριγλυκεριδίου και γλυκερίνη (Σχήμα 1). Η χημική αυτή αντίδραση πραγματοποιείται παρουσία καταλυτών όπως το NaOH και σε συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας (120 °C). Στη συνέχεια, μετά τον καθαρισμό και την απομάκρυνση των μορίων νερού, ο αλκυλ-εστέρας του τριγλυκεριδίου αποτελεί άριστο αποκατάστατο του συμβατικού

πετρελαίου κίνησης, ενώ η γλυκερίνη μπορεί να χρησιμοποιηθεί στη φαρμακευτική βιομηχανία.



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής βιο-ντίζελ από φυτικά έλαια.

Κατά τη διεργασία παραγωγής βιο-αιθανόλης από αλεσμένα κυτταρινούχα, αμυλούχα ή σακχαρούχα προϊόντα χρησιμοποιείται το θειικό οξύ, ένζυμα όπως η ινβερτάση και η α-αμυλάση προκειμένου να μετατραπούν οι σύνθετοι υδατάνθρακες σε απλούστερους (Σχήμα 2). Στη συνέχεια ακολουθεί μία διαδικασία μικροβιακής ζύμωσης και απόσταξη προκειμένου να παραληφθεί σχεδόν καθαρή αλκοόλη. Η διεργασία ολοκληρώνεται με αφυδάτωση ώστε να παραληφθεί άνυδρη αιθανόλη.

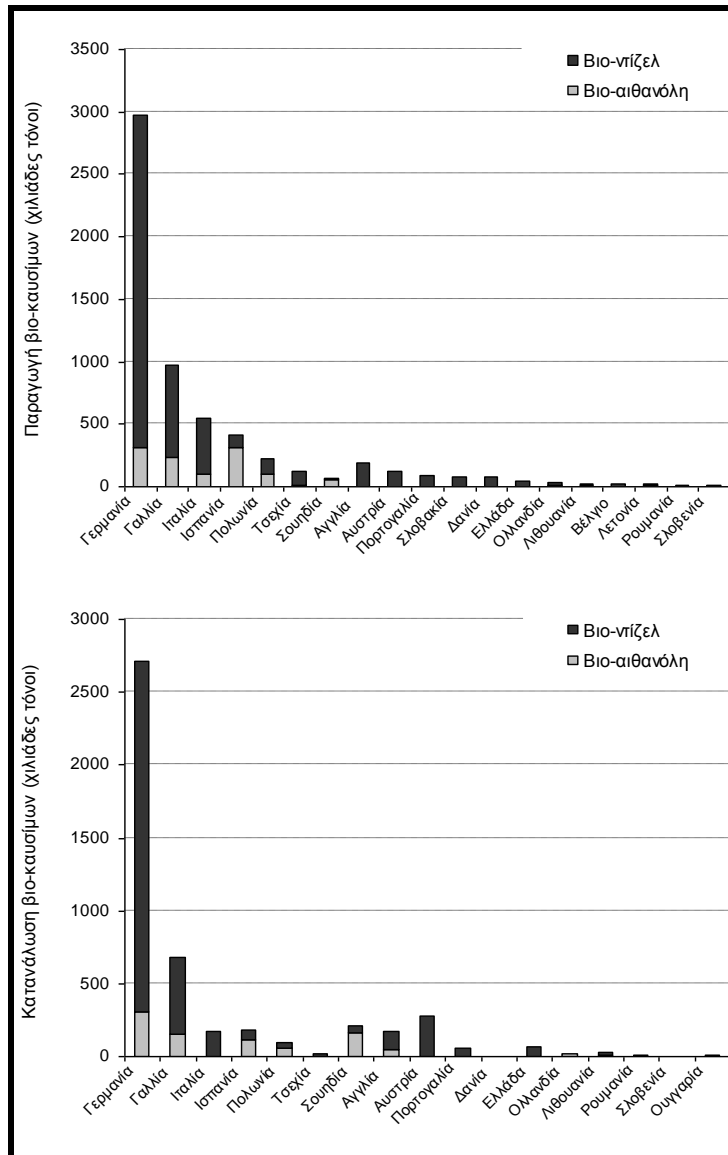


Σχήμα 2. Σχηματική απεικόνιση της διαδικασίας παραγωγής βιο-αιθανόλης από κυτταρίνη, σάκχαρα και άμυλο.

Αποτελεί γεγονός σήμερα, πως το κόστος παραγωγής των βιο-καυσίμων είναι υψηλότερο του κόστους παραγωγής των συμβατικών. Διεξάγεται όμως, σε παγκόσμια κλίμακα, έρευνα σχετικά με τους τρόπους παραγωγής των βιο-καυσίμων, ώστε το τελικό κόστος τους να είναι ανταγωνιστικό του σημερινού τελικού κόστους των συμβατικών καυσίμων.

#### 2.6 Παραγωγή και κατανάλωση βιο-καυσίμων στην Ευρώπη

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση η ελαιοκράμβη (σπόροι πλούσιοι σε έλαια) αποτελεί την κυριότερη καλλιέργεια που χρησιμοποιείται για την παραγωγή του βιο-ντίζελ, ενώ τα ζαχαρότευτλα και το μαλακό σιτάρι τις καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιο-αιθανόλης. Από τα κράτη-μέλη της Ε.Ε., η Γερμανία κατέχει την πρώτη θέση σε παραγωγή και κατανάλωση βιο-καυσίμων, ενώ σε παγκόσμιο επίπεδο η Ευρωπαϊκή Ένωση παράγει το μεγαλύτερο ποσοστό βιο-ντίζελ (Σχήμα 3). Στην Ελλάδα κατά το 2006 παρήχθησαν 42 χιλιάδες τόνοι βιο-ντίζελ και καταναλώθηκαν περίπου 70 χιλιάδες τόνοι, ενώ δε παράγεται ακόμη βιο-αιθανόλη. Εκτιμάται ότι, με βάση τη συνολική ποσότητα καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές, το 2010 οι ανάγκες της χώρας μας σε βιο-καύσιμα θα υπερβούν τους 350 χιλιάδες τόνους.



Σχήμα 3. Παραγωγή και κατανάλωση βιο-καυσίμων στην Ευρώπη κατά το 2006.

## Αναμενόμενα οφέλη και πιθανές επιπτώσεις από την παραγωγή και χρήση των βιο-καυσίμων

Τα οφέλη από την παραγωγή και τη χρησιμοποίηση των βιο-καυσίμων μπορεί να είναι οικονομικά, ενεργειακά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά.

Πολλές παραδοσιακές γεωργικές καλλιέργειες δεν είναι πλέον ανταγωνιστικές, λόγω του περιορισμού των επιδοτήσεων από την Ε.Ε. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία προοπτικών ανάπτυξης νέων καλλιεργειών με σκοπό την παραγωγή ενέργειας. Ειδικότερα, στις γεωργικές περιοχές της χώρας μας, η καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών και η δημιουργία βιομηχανίας επεξεργασίας αυτών θα έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία νέων θέσεων απασχόλησης και την αύξηση του εισοδήματος του πληθυσμού. Επίσης, η ανάπτυξη καλλιεργειών με σκοπό την παραγωγή ενέργειας θα συμβάλει στη διατήρηση του αγροτικού πληθυσμού σε αυτές τις περιοχές. Επιπλέον, λόγω του ότι τα βιο-καύσιμα παράγονται από γεωργικές πρώτες ύλες, πιθανώς θα μειωθεί σταδιακά η εξάρτηση της χώρας μας από το εισαγόμενο πετρέλαιο. Τέλος, η χρησιμοποίηση βιο-καυσίμων θα συμβάλει στη μείωση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αέριων ρύπων στην ατμόσφαιρα, συστατικά που ευθύνονται κατά κύριο λόγο για την επιδείνωση του 'φαινομένου του θερμοκηπίου' και κατά συνέπεια της υπερθέρμανσης του πλανήτη μας.

Παρόλα αυτά, εκτός από τα οφέλη από την παραγωγή και χρήση των βιο-καυσίμων πιθανώς να υπάρξουν και οικονομικές ή περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Η εκτεταμένη χρήση των δημητριακών (όπως ο αραβόσιτος και το σιτάρι) για την παραγωγή βιο-καυσίμων (κυρίως βιο-αιθανόλης) έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση των τιμών των τροφίμων και των ζωοτροφών που χρησιμοποιούν τα προϊόντα αυτά ως πρώτες ύλες. Επιπλέον, η καλλιέργεια ενεργειακών φυτών απαιτητικών σε εισροές (άρδευση και λίπανση) μειώνει τα αποθέματα πόσιμου νερού και επιβαρύνει περισσότερο το περιβάλλον με νιτρικά. Τέλος, υπάρχει το ενδεχόμενο ρύπανσης πλησίον των βιομηχανικών μονάδων παραγωγής βιο-καυσίμων κατά τη βιομηχανική επεξεργασία των πρώτων υλών, κυρίως λόγω της παραγωγής υγρών αποβλήτων που έχουν υψηλό ρυπαντικό φορτίο.

Δυνατότητα προσαρμογής και δημιουργία υποδομών στην Ελλάδα για την παραγωγή και χρήση των βιο-καυσίμων

Σύμφωνα με την ισχύουσα οδηγία της Ε.Ε. (η Ελληνική νομοθεσία εναρμονίστηκε με τον Ν. 3423/2005, ΦΕΚ 304/Α/13.12.2005) θα πρέπει και στην

Ελλάδα να χρησιμοποιούνται τα βιο-καύσιμα, έως το ποσοστό του 5,75%, ενώ εκτιμάται ότι το ποσοστό αυτό θα αυξηθεί στο 10% μέχρι το 2020. Τα βιο-καύσιμα αυτά θα πρέπει να παράγονται στη χώρα μας ή να εισάγονται. Με δεδομένη την Ευρωπαϊκή Οδηγία, η καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών θα μπορούσε να αποτελέσει μια διέξοδο για πολλούς καλλιεργητές της χώρας μας, οι οποίοι πρέπει να στραφούν σε εναλλακτικές γεωργικές καλλιέργειες, ιδίως μετά τις αλλαγές της αγροτικής πολιτικής της Ε.Ε. Συνολικά έχει ολοκληρωθεί η κατασκευή δέκα βιομηχανικών μονάδων για την παραγωγή βιο-ντίζελ, ενώ μέχρι το τέλος του 2008 αναμένεται να ολοκληρωθεί η μετατροπή δύο εργοστασίων της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης (Λάρισα και Ξάνθη) σε εργοστάσια παραγωγής βιο-αιθανόλης.

Για την παραγωγή των βιο-καυσίμων στη χώρα μας αρχικά πρέπει να απαντηθούν μερικά βασικά ερωτήματα όπως 1. το ποιες καλλιέργειες είναι οι καταλληλότερες (δηλαδή απαιτούν χαμηλές εισροές και μπορούν να αξιοποιήσουν εδάφη χαμηλής γονιμότητας), 2. σε ποιες περιοχές θα καλλιεργηθούν (καταλληλότερες κλιματολογικές συνθήκες), 3. ποιες είναι οι απαιτούμενες εκτάσεις και 4. πως με την αποτελεσματικότερη άσκηση της γεωργίας και την αξιοποίηση των παραπροϊόντων το τελικό κόστος των βιο-καυσίμων θα είναι ανταγωνιστικό των συμβατικών καυσίμων. Γεγονός αποτελεί το ότι οι κλιματολογικές συνθήκες της Ελλάδας είναι κατάλληλες για την καλλιέργεια των περισσότερων ενεργειακών φυτών τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτη ύλη για την παραγωγή των βιο-καυσίμων.

Είναι τα βιοκαύσιμα ενεργειακή λύση για το πρόβλημα της ενέργειας;

Τα βιολογικά καύσιμα ή βιοκαύσιμα προέρχονται από βιομάζα - οργανισμοί που ζούσαν πρόσφατα ή τα μεταβολικά υποπροϊόντα τους όπως είναι τα περιττώματα από αγελάδες κλπ. Είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, αντίθετα από άλλους φυσικούς πόρους όπως είναι το πετρέλαιο, ο άνθρακας, και τα πυρηνικά καύσιμα.

Τα γεωργικά προϊόντα που χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα για χρήση ως βιολογικά καύσιμα περιλαμβάνουν το καλαμπόκι και τη σόγια, πρώτιστα στις Ηνωμένες Πολιτείες, το λιναρόσπορο καθώς και το συναπόσπορο, κυρίως στην Ευρώπη. Το ζαχαροκάλαμο στη Βραζιλία, το φοινικέλαιο στη Νοτιοανατολική Ασία καθώς και άλλα φυτά όπως το *jatropha* στην Ινδία.

Επίσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα βιοδιασπώμενα απόβλητα από τη βιομηχανία, τη γεωργία, τη δασονομία και τις οικογενειακές δραστηριότητες. Τέτοια παραδείγματα περιλαμβάνουν το άχυρο, την ξυλεία, το λίπασμα, τους φλοιούς του ρυζιού, τα λύματα, τα βιοδιασπάσιμα απόβλητα, και τα περισεύματα των τροφίμων, που μπορούν να μετατραπούν σε βιοαέριο μέσω της αναερόβιας χώνευσης. Η βιομάζα που χρησιμοποιείται ως καύσιμος ύλη αποτελείται συχνά από μερικώς χρησιμοποιούμενα υλικά, όπως είναι ο φλοιός και τα ζωικά απόβλητα. Η ποιότητα της ξυλείας ή της φυτικής βιομάζας δεν επηρεάζει άμεσα την αξία της ως πηγή ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα είναι αυτήν την περίοδο σημαντικά μικρότερης σημασίας από άλλες μορφές ανανεώσιμης ενέργειας λόγω της υψηλής χρήσης ορυκτών καυσίμων για την παραγωγή τους. Η δε καύση των βιολογικών καυσίμων παράγει διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια του θερμοκηπίου. Όμως η κοπή των δέντρων από τα δάση ή των φυτών για χρήση ως βιολογικά καύσιμα, χωρίς να γίνει αντικατάσταση αυτής της βιομάζας δεν θα είχε μια επίδραση πάνω στη μείωση του άνθρακα. Πολλοί επιστήμονες θεωρούν ότι ένας τρόπος για να μειωθεί η ποσότητα του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα είναι να χρησιμοποιηθούν τα βιοκαύσιμα για να αντικαταστήσουν τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Έχει γίνει αρκετή έρευνα για να γίνει χρησιμοποιηθούν μικροάλγη σαν μια πηγή ενέργειας, με εφαρμογές στο βιοντίζελ, την αιθανόλη, τη μεθανόλη, το μεθάνιο, και



ακόμη και την παραγωγή υδρογόνου. Τα τελευταία χρόνια αναπτύσσεται ραγδαία η παραγωγή των βιοκαυσίμων με σκοπό να αντικαταστήσουν το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο, που συνήθως εστιάζεται στη χρήση μιας φτηνής οργανικής ένωσης (συνήθως κυτταρίνης, γεωργικά λύματα και απόβλητα). Η παραγωγή βιοκαυσίμων θεωρείται αποδοτική αν τα υγρά ή αέρια που παράγονται προσφέρουν με την καύση τους καθαρή ενέργεια. Ένα πλεονέκτημα των βιοκαυσίμων πάνω στους περισσότερους άλλους τύπους καυσίμων είναι ότι είναι βιοδιασπάσιμα, και σχετικά αβλαβή για το περιβάλλον εάν χυθούν.

Τα βιοκαύσιμα δεν είναι αθώα όπως φαίνονται με μια πρώτη ματιά οδηγούν στην καταστροφή των δασών

Ως πρόσφατα οι υποστηρικτές των βιοκαυσίμων δεν είχαν συναντήσει μεγάλα εμπόδια: μόνο την αντίδραση των πετρελαϊκών κυκλωμάτων, τα οποία δεν θέλουν να δουν να αμφισβητείται το μονοπώλιο τους. Μερικές φορές είχαν επισημάνει ενδεχόμενες οικονομικές και οικολογικές απορυθμίσεις από μια μαζική παραγωγή καυσίμων προερχόμενων από ζαχαροκάλαμο, καλαμπόκι ή παντζάρια (για παραγωγή αιθανόλης) και από φοινικόδεντρα, σόγια, κόλσα ή ηλιόσπορους (για βιοέλαιο). Αλλά ήταν λίγες και χωρίς απήχηση, εν μέσω χειροκροτημάτων για την εμφάνιση καθαρών υποκατάστατων του πετρελαίου.

Η εποχή αυτή έχει περάσει. Πολλές αμφισβητήσεις έρχονται από πολλούς ορίζοντες. Η πιο διάσημη είναι του Φιντέλ Κάστρο. Μετά την υπογραφή, στα τέλη Μαρτίου, μιας συμφωνίας συνεργασίας και προώθησης των βιοκαυσίμων ανάμεσα στις ΗΠΑ και την Βραζιλία, ο κουβανός ηγέτης επανειλημμένα επιτέθηκε, στην "καταστροφική ιδέα να μετατραπούν τα τρόφιμα σε καύσιμα", κάτι που θα μπορούσε να οδηγήσει σε πρώιμο θάνατο δισεκατομμύρια ανθρώπους από την πείνα.

Επίσης, ο πρόεδρος των ΗΠΑ ανακοίνωσε πριν λίγους μήνες ότι θα πενταπλασιάσει την ποσότητα των αμερικανικών βιοκαυσίμων και ότι μέχρι το 2017 θα χρησιμοποιούνται για το 24% των εθνικών μεταφορών.

Ταυτόχρονα, ορισμένοι αναλυτές καλούν σε ανακωχή πέντε χρόνων, αναφερόμενοι σε μια επερχόμενη οικολογική και ανθρώπινη καταστροφή. Υπάρχει πλέον και μια ευρωπαϊκή συμμαχία, με το όνομα «biofuelwatch», η οποία ζητεί να εγκαταλειφθούν

οι στόχοι της Ευρωπαϊκής Ένωσης(10% καύσιμα φυτικής προέλευσης στα ρεζερβουάρ μας ως το 2020).

Ο στόχος αυτός, σύμφωνα με τους οικολόγους, θα προωθήσει ποικιλίες με χαμηλές ενεργειακές αποδόσεις, ενώ θα έχει ως αποτέλεσμα την αποδάσωση και την απώλεια της βιοποικιλίας και συγχρόνως θα ενισχύσει τις τοπικές διενέξεις για την χρήση των εδαφών γράφουν, ενώ οι ίδιοι μιλούν πλέον για «αγρό-καύσιμα».

Στην πραγματικότητα τα βιοκαύσιμα επιτρέπουν στους πολιτικούς των πλουσίων χωρών να μην αντιμετωπίσουν ένα επικίνδυνο ζήτημα: την ιλιγγιώδη αύξηση των εκπομπών αερίων, οι οποίες ευθύνονται για το φαινόμενο του θερμοκηπίου - εκπομπές οι οποίες συνδέονται με τις συγκοινωνίες και την αποτελεσματικότητα της μετακίνησης των ανθρώπων και των εμπορευμάτων. Η ανεπιφύλακτη αυτή πολιτική στήριξη έχει συμβάλει να ριζωθεί η ιδέα πως τα νέα αυτά καύσιμα θα μπορούσαν να υποκαταστήσουν χωρίς ζημιές τη βενζίνη και το πετρέλαιο.

Κι όμως, τίποτα δεν είναι πιο λάθος. Καταρχήν η ενεργειακή τους απόδοση είναι άνιση. Τα φυτά τα οποία είναι πραγματικά αποδοτικά ζουν μόνο σε τροπικές περιοχές: όπως είναι το ζαχαροκάλαμο για την αιθανόλη και τα φοινικόδεντρα για πετρέλαια. Η απόδοση του ζαχαροκάλαμου είναι διπλάσια του καλαμποκιού. Οι μέθοδοι καλλιέργειας αμφισβητούνται,

Θα ήταν οικονομικά παρανοϊκό να αφιερωθεί πολλή ενέργεια μέσω της εντατικής χρήσης λιπασμάτων για να παραχθεί ενέργεια, λένε ειδικοί των καλλιεργειών. Οι δε γεωπόνοι φοβούνται έναν ανταγωνισμό εδαφών για τα τέσσερα F: food (τρόφιμα), feed (ζωοτροφές), fiber (υφάσματα), fuel (καύσιμα). Τα βιοκαύσιμα αντιπροσωπεύουν λιγότερο του 1% της παραγόμενης ενέργειας στον κόσμο και η επιρροή τους στις τιμές των αγροτικών προϊόντων ήδη γίνεται αισθητή.

Πολλές χώρες όμως έχουν θέσει φιλόδοξους στόχους; την ανάπτυξη τους για τα επόμενα χρόνια. Θα χρειάζονταν δύο πλανήτες για να γεμίσουν και τα στομάχια και τα ρεζερβουάρ, και να διατηρηθεί και η βιοποικιλία στο μέλλον, είναι η άποψη των ειδικών.

Από την άλλη πλευρά έχουν ήδη ξεκινήσει οι καταστροφές στα δάση της Νοτιοανατολικής Ασίας. Στην Ινδονησία και στη Μαλαισία τα δάση ήδη γίνονται καπνός για να μείνει χώρος για φυτείες φοινικόδεντρων. Η απώλεια της βιοποικιλότητας είναι τεράστια και πολύτιμοι απορροφητήρες (ή πηγάδια όπως αλλιώς λέγονται) του διοξειδίου του άνθρακα καταργούνται.

Αλλά και το περιβάλλον των πλουσίων χοίρων πλήττεται. Σπς ΗΠΑ οι καλλιέργειες καλαμποκιού για αιθανόλη επεκτείνονται προς τη Δύση, χάρη στη χρήση του υδροφόρου ορίζοντα. Επίσης, τα λιπάσματα, τα φυτοφάρμακα και η διάβρωση του εδάφους επεκτείνονται μαζί τους. Είναι μια πολιτική τρελή, ακριβή και κακή για το περιβάλλον, υποστηρίζουν οι οικολόγοι.

Μια άλλη παράμετρος είναι η αύξηση των τιμών των γεωργικών προϊόντων. Οι γεωργοί εγκαταλείπουν τις παραδοσιακές τους καλλιέργειες για να φυτέψουν φυτά που θα χρησιμοποιηθούν ως βιοκαύσιμα. Σαν συνέπεια αυτού του γεγονότος είναι ότι από τις αρχές του 2006 η τιμή του καλαμποκιού έχει διπλασιαστεί. Η τιμή του σιταριού επίσης είναι η υψηλότερη της δεκαετίας, ενώ τα παγκόσμια αποθέματα έχουν αγγίξει το χαμηλότερο επίπεδο της τελευταίας 25ετίας. Ήδη έχουν ξεσπάσει ταραχές για τα τρόφιμα στο Μεξικό και οι πληροφορίες φέρουν τους φτωχούς ανά τον κόσμο να υφίστανται επιπλέον στερήσεις. Το αμερικανικό υπουργείο Γεωργίας προειδοποιεί ότι σε περίπτωση ξηρασίας ή πολύ φτώχεις σοδειάς θα αντιμετωπίσουμε αστάθεια ανάλογη εκείνης της δεκαετίας του '70. Σύμφωνα με την αρμόδια υπηρεσία του ΟΗΕ, ο βασικός λόγος είναι η αυξημένη ζήτηση για αιθανόλη, καύσιμο που μπορεί να παραχθεί από καλαμπόκι και σιτάρι. Οι αγρότες ναι μεν θα ανταποκριθούν στις καλύτερες τιμές καλλιεργώντας περισσότερο, αλλά δεν είναι σαφές ότι μπορούν να καλύψουν τη ζήτηση. Ακόμη κι αν το καταφέρουν, θα το κάνουν οργώνοντας παρθένα γη.

Οι αυξημένες τιμές για αγροτικά αγαθά -για τις οποίες εν μέρει ευθύνεται η ζήτηση για βιοκαύσιμα που προέρχονται από προϊόντα καλλιέργειας- ωθούν προς τα πάνω τις ανά τον κόσμο τιμές τροφίμων και απελευθερώνουν μια νέα πηγή πληθωριστικών πιέσεων. Η αύξηση στις τιμές τροφίμων ασκεί ήδη πιέσεις μεταξύ καταναλωτών σε ορισμένα μέρη του κόσμου -ειδικότερα σε σχετικά φτωχές χώρες, όπως η Ινδία και η Κίνα. Και όπως αναφέρθηκε πιο πάνω ένας από τους βασικούς λόγους για την άνοδο του πληθωρισμού με βάση τις τιμές τροφίμων είναι η ζήτηση για αιθανόλη και

βιοκαύσιμα, τα οποία προέρχονται από καλαμπόκι, φοινικέλαιο, ζάχαρη και άλλου είδους προϊόντα εσοδείας. Αυτή η ζήτηση έχει ωθήσει προς τα πάνω την τιμή των συγκεκριμένων εμπορευμάτων, συμβάλλοντας σε υψηλότερο κόστος για παραγωγούς διαφόρων ειδών, από βοδινό μέχρι αβγά και αναψυκτικά.

Σύμφωνα με μια έκθεση του ΟΗΕ, το 98% των τροπικών δασών της Ινδονησίας θα καταστραφεί έως το 2022. Πριν από πέντε χρόνια, οι ίδιες υπηρεσίες προέβλεπαν ότι η καταστροφή θα επέλθει το 2032. Αλλά υπολόγιζαν χωρίς την παραγωγή φοινικέλαιου για βιοκαύσιμα με προορισμό την ευρωπαϊκή αγορά. Καθώς τα δάση καίγονται, μετατρέπονται σε διοξείδιο του άνθρακα. Κάθε τόνος φοινικόδενδρου παράγει 33 τόνους αερίων ή δεκαπλάσια ποσότητα μόλυνσης από αυτήν που παράγει το πετρέλαιο. Ο αντίκτυπος είναι αισθητός σε ολόκληρο τον κόσμο. Στη Βραζιλία, οι παραγωγοί της ζάχαρης μετακινούνται προς νέες παρθένες εκτάσεις, ενώ οι παραγωγοί σόγιας σαρώνουν τα τροπικά δάση του Αμαζονίου. Μετά την υπογραφή της συμφωνίας για τα βιοκαύσιμα μεταξύ των προέδρων Μπους και Λούλα, η κατάσταση ενδέχεται να επιδεινωθεί αισθητά. Οι πληθυσμοί της Νότιας Αμερικής, της Ασίας και της Αφρικής έχουν ήδη αρχίσει να διαμαρτύρονται για την εισβολή των παραγωγών βιοκαυσίμων στη γη τους. Αίτηση που υπογράφουν συνολικά 250 οργανώσεις καλεί τις κυβερνήσεις να σταματήσουν την καταστροφή. Ενθαρρυμένοι, όμως, από την κυβερνητική πολιτική, οι παραγωγοί έχουν κάνει τεράστιες επενδύσεις στον τομέα. Για να τους σταματήσεις χρειάζεται μάχη. Και η μάχη πρέπει να δοθεί.

Ίσως η λύση είναι τα βιοκαύσιμα της δεύτερης γενιάς. Αλλά αυτά δεν θα υπάρξουν πριν από δυο έως τρεις δεκαετίες. Ως τότε η ζημιά στη βιοποικιλότητα θα είναι σημαντική. Και ανεπανόρθωτη.

## 2.7 Υποσχέσεις και ερωτηματικά

Τα βιοκαύσιμα γνωρίζουν αυξημένη δημοσιότητα τον τελευταίο καιρό, καθώς η συγκυρία «συνωμοτεί» υπέρ τους (ακριβό πετρέλαιο, ρωσο-ουκρανική διαμάχη για το φυσικό αέριο που τρώμαξε την Ευρώπη) και οι κυβερνήσεις -μεταξύ αυτών και η ελληνική που πρόσφατα προώθησε σχετικό νομοθετικό πλαίσιο- αναζητούν εναλλακτικές λύσεις ενεργειακής τροφοδοσίας, για λόγους ενεργειακής ασφάλειας κυρίως.

Όμως μπορούν τα βιοκαύσιμα όντως να ανταγωνισθούν το πετρέλαιο;

Σύμφωνα με προβλέψεις της Διεθνούς Υπηρεσίας Ενέργειας (IEA), η αιθανόλη μέχρι το 2010 μπορεί να αποτελέσει το 5% των μεταφορικών καυσίμων παγκοσμίως, νούμερο όχι εντυπωσιακό αλλά σημαντικό αν υπολογίσει κανείς ότι εδώ και 100 χρόνια κανένα άλλο καύσιμο δεν έχει καταφέρει να ανταγωνισθεί τη βενζίνη και το ντίζελ.

Σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ, το βασικό ερώτημα δεν είναι αν τα βιοκαύσιμα «δουλεύουν» αλλά πώς μπορούν να αναπτυχθούν περαιτέρω. Η συναίνεση που διαμορφώνεται διεθνώς είναι ότι πράγματι τα βιοκαύσιμα αντιπροσωπεύουν σοβαρές εναλλακτικές λύσεις για τα συμβατικά καύσιμα ή τουλάχιστον μπορούν να λειτουργήσουν συμπληρωματικά προς αυτά.

Ο στόχος της ενεργειακής και της αγροτικής πολιτικής είναι πλέον να μεγιστοποιηθούν τα οφέλη των βιοκαυσίμων, με το μικρότερο δυνατό κόστος για τις κυβερνήσεις, τις κοινωνίες και τη φύση. Προς το παρόν πάντως παραμένουν αβεβαιότητες σχετικά με το αληθινό παραγωγικό δυναμικό των βιοκαυσίμων (αιθανόλης και βιοντίζελ), το κόστος τους και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις τους.

Τα βιοκαύσιμα σήμερα προέρχονται κυρίως από αγροτικές καλλιέργειες, όπως καλαμποκιού, σταριού, σόγιας και ζαχαρότευτλων. Συχνά ανακατεύονται με συμβατικά καύσιμα στους κινητήρες των οχημάτων. Μίγματα βενζίνης με αιθανόλη όπως η E10 (που περιέχει 10% βιοκαύσιμο) διακινούνται ήδη σε πολλά βενζινάδικα στον κόσμο και χρησιμοποιούνται από τα συμβατικά αυτοκίνητα -

χωρίς συχνά να το ξέρουν οι οδηγοί! Όμως για να αυξηθεί το μίγμα της αιθανόλης πάνω από 10%, χρειάζονται κάποιες μικρές και φθηνές τροποποιήσεις στους κινητήρες των αυτοκινήτων.

## 2.8 Το ζήτημα του κόστους

Ακόμα πάντως παραμένει χαμηλή η χρήση βιοκαυσίμων στις μεταφορές. Η μεγαλύτερη αξιοποίηση γίνεται σήμερα στις ΗΠΑ (η αιθανόλη αποτελεί το 2% των μεταφορικών καυσίμων) και στη Βραζιλία (πάνω από 30%). Τα βιοκαύσιμα είναι συνήθως ακριβά, μέχρι και τρεις φορές ακριβότερα από το πετρέλαιο, αν και η «ψαλίδα» έχει μικρύνει με την τελευταία άνοδο των τιμών του πετρελαίου. Το γενικά πάντως υψηλό κόστος τους έχει αποτρέψει την ευρεία χρήση τους μέχρι τώρα, αν και χάρη σε συνεχείς τεχνικές βελτιώσεις -και όσο το πετρέλαιο ακριβαίνει- γίνονται όλο και πιο ελκυστικά. Όσο αυξάνει η παραγωγή τους, τόσο αναμένεται η τιμή τους να πέφτει.

Πέρα από τη συμβολή τους στην ενεργειακή ασφάλεια μιας χώρας (η οποία θα εξαρτάται λιγότερο από το πετρέλαιο και το φυσικό αέριο), τα βιοκαύσιμα μειώνουν τις εκπομπές «αερίων του θερμοκηπίου» και άλλα επιβλαβή αέρια, ενώ βελτιώνουν και την ενεργειακή αποδοτικότητα (κατανάλωση ανά χιλιόμετρο) των αυτοκινήτων. Την επόμενη δεκαετία μάλιστα θα αναπτυχθούν βιοκαύσιμα νέας γενιάς, όπως αυτά που θα προέρχονται από τα πράσινα μέρη των φυτών, και οι τιμές θα πέσουν κι άλλο.

Πολλά υποσχόμενη είναι η παραγωγή βιοκαυσίμων στις αναπτυσσόμενες χώρες. Ήδη στη Βραζιλία -όπου λειτουργούν 29.000 βενζινάδικα που προμηθεύουν αιθανόλη και όπου τα αυτοκίνητα τα οποία διαθέτουν κινητήρες που καίνε και αιθανόλη, ξεπέρασαν το 2005 για πρώτη φορά τις πωλήσεις ΙΧ με αμιγώς συμβατικούς κινητήρες- το κόστος παραγωγής αιθανόλης από ζαχαρότευτλα (μέθοδο που προωθεί και η Ελλάδα, με τη συνεργασία της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης) είναι πια σχεδόν ίδιο με το κόστος της βενζίνης. Όσο πιο ζεστό κλίμα έχει μια χώρα, τόσο αυξάνονται οι αποδόσεις ανά στρέμμα για τα φυτά που «γεννούν» βιοκαύσιμα και η τιμή των τελευταίων πέφτει ανάλογα. Παράλληλα αναπτύσσονται σταθμοί συμπαραγωγής αιθανόλης και ηλεκτρισμού.

Όμως υπάρχει μια αναντιστοιχία ανάμεσα στις χώρες όπου οι χώρες τα βιοκαύσιμα μπορούν να παραχθούν με μικρό κόστος (π.χ. Βραζιλία) και σε αυτές όπου η ζήτηση αυξάνεται ραγδαία ή το κόστος παραγωγής βιοκαυσίμων είναι μεγάλο. Αν οι ανάγκες σε βιοκαύσιμα των τελευταίων χωρών, την επόμενη δεκαετία, καλυφθούν -εν μέρει τουλάχιστον- με εισαγωγές από χώρες παραγωγής φθηνών βιοκαυσίμων, όλοι -παραγωγοί και χρήστες- θα ωφεληθούν, σύμφωνα με τον ΟΟΣΑ. Είναι σίγουρο ότι σταδιακά θα αναπτυχθεί ένα διεθνές εμπόριο βιοκαυσίμων, έστω και συμπληρωματικά στην εγχώρια παραγωγή.

Θετικό ρόλο μπορεί να παίξει και η διαφοροποίηση των αγροτικών καλλιεργειών που μετατρέπονται σε βιοκαύσιμα. Επειδή αυτά τα φυτά είναι ευάλωτα στις ξηρασίες ή άλλα ακραία καιρικά φαινόμενα, είναι σωστή τακτική να καλλιεργείται μια ποικιλία ενεργειακών φυτών για βιοκαύσιμα.

#### 2.9 Ανταγωνισμός με τις καλλιέργειες για τρόφιμα

Νέες τεχνολογίες εξάλλου αναπτύσσονται με στόχο να επιτρέψουν την αξιοποίηση όλου του φυτού και όχι μόνο μερικών τμημάτων του, ώστε να βελτιωθεί η οικονομική και περιβαλλοντική αποδοτικότητα των ενεργειακών φυτών (οι οικολόγοι έχουν ασκήσει επικρίσεις ότι με το τωρινό καθεστώς, υπάρχει σπατάλη). Παράλληλα σταδιακά θα καταστεί εφικτή η καλλιέργεια τέτοιων φυτών σε νέες περιοχές, όπως χορταριασμένα λιβάδια, μειώνοντας έτσι τον αναπόφευκτο ανταγωνισμό των καλλιεργειών που προορίζονται για βιοκαύσιμα με όσες προορίζονται για τροφή ανθρώπων και ζώων.

Μια βασική ανησυχία για τα βιοκαύσιμα είναι ακριβώς ότι η εκτεταμένη χρήση τους θα στερήσει πολύτιμη γη από άλλες αναγκαίες χρήσεις, κυρίως για τροφή και πρώτες ύλες ένδυσης (π.χ. βαμβάκι), μειώνοντας την προσφορά τους και αναπόφευκτα ωθώντας προς τα πάνω τις τιμές τροφίμων και των ρούχων στην αγορά. Σύμφωνα την Διεθνή Υπηρεσία Ενέργειας, μια αντικατάσταση κατά 5% του ντίζελ και της βενζίνης στην ΕΕ θα απαιτήσει περίπου το 15% της διαθέσιμης αγροτικής γης για την παραγωγή ενεργειακών φυτών.

Η όλη εικόνα περιπλέκεται από τις αγροτικές επιδοτήσεις σε πολλές χώρες. Σε μερικές περιπτώσεις οι αγρότες παίρνουν κίνητρα για να μην καλλιεργούν τη γη τους και να κρατούν έτσι υπό έλεγχο την προσφορά, ώστε να στηρίζουν την τιμή

ενός αγροτικού προϊόντος στην αγορά. Όμως αυτά τα κίνητρα πλέον μπορεί να αντικατασταθούν -και ήδη αυτό συμβαίνει σε μερικές χώρες- από άλλα κίνητρα που τους ενθαρρύνουν να παράγουν ενεργειακά φυτά, προσφέροντας ένα έξτρα εισόδημα στους αγρότες και διευρύνοντας τελικά την καλλιεργήσιμη γη, που μέχρι τώρα αδρανούσε.

Είναι «πράσινα» τα βιοκαύσιμα;

Ένα κεντρικό ερώτημα -που θέτουν οι περιβαλλοντικές οργανώσεις- είναι αν όντως τα βιοκαύσιμα είναι «πράσινα». Από τη μια, η αιθανόλη και το βιοντίζελ εκπέμπουν, όταν καίγονται, λιγότερα «αέρια θερμοκηπίου» (μονοξείδιο του άνθρακα, διοξείδιο του θείου κ.α.), αλλά από την άλλη εκπέμπουν υψηλότερους υδρογονάνθρακες και τοξικά συστατικά, όπως οι αλδεϋδες από την αιθανόλη. Έτσι, το τελικό αποτέλεσμα στο περιβάλλον είναι πολύπλοκο.

Ένα ακόμα πλεονέκτημα των βιοκαυσίμων είναι ότι μπορούν να μειώσουν τα απόβλητα μέσω ανακύκλωσης, είτε τα γεωργικά απόβλητα είτε ακόμη και χρησιμοποιημένα λάδια μηχανών που μπορούν να μετατραπούν σε βιοντίζελ. Παρόλα αυτά, ακόμα παραμένει ανοικτό το τελικό (καθαρό) αποτέλεσμα της επέκτασης της καλλιέργειας και χρήσης των ενεργειακών φυτών πάνω στα οικοσυστήματα. Αν η χρήση τους γενικευθεί, τότε οι απαιτήσεις σε γη θα γίνουν τεράστιες και αυτό δεν θα είναι βιώσιμη εξέλιξη. Είναι προς το παρόν ασαφές ποιο είναι το βιώσιμο επίπεδο παραγωγής των βιοκαυσίμων.

Παρά τις επιφυλάξεις αυτές, η Διεθνής Υπηρεσία Ενέργειας (IEA) εκτιμά ότι μέχρι το τέλος του 21ου αιώνα τα μισά ή και παραπάνω από τα συμβατικά μεταφορικά καύσιμα παγκοσμίως θα αντικατασταθούν από βιοκαύσιμα, αν και το τι ακριβώς θα συμβεί, θα εξαρτηθεί από παράγοντες όπως οι διατροφικές ανάγκες του πληθυσμού της Γης και η παραγωγικότητα της καλλιεργήσιμης γης.

Πάντως για την επόμενη πενταετία, η IEA εκτιμά ότι η χρήση των βιοκαυσίμων διεθνώς θα υπερδιπλασιασθεί, ανεβάζοντας το μερίδιο της αιθανόλης στη συνολική βενζίνη στο 4 - 5% παγκοσμίως, συνιστώντας ανταγωνισμό για τα προϊόντα της βιομηχανίας πετρελαιοειδών, για πρώτη φορά εδώ κι έναν αιώνα ουσιαστικά.



### 2.1.0 Στην Ελλάδα

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

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

Πρόκειται για την οδηγία 2003/30 για τα βιοκαύσιμα που ορίζει ότι έως το 2010 το 5,75% των καυσίμων που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές πρέπει να προέρχεται από βιοκαύσιμα, και την οδηγία 2001/77 για την ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ, που καθορίζει ότι έως το 2010 η βιομάζα πρέπει να συμμετέχει σε ποσοστό 1,2% στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας της χώρας.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της μελέτης, προκειμένου οι αγρότες να διατηρήσουν το ίδιο καθαρό εισόδημα με αυτό που έχουν σήμερα καλλιεργώντας βαμβάκι, καλαμπόκι καπνό, τεύτλα ή σιτηρά αλλά και οι μονάδες επεξεργασίας που θα δημιουργηθούν να είναι βιώσιμες, θα πρέπει οι παραγωγοί να λάβουν σημαντικά υψηλότερη επιδότηση από αυτή που δίδεται σήμερα από την Ε. Ε. για την καλλιέργεια ενεργειακών φυτών, δηλαδή 4,5 ευρώ το στρέμμα.

Ωστόσο η απαιτούμενη επιδότηση θα είναι χαμηλότερη των ποσών που δίδονται για τις «συμβατικές» καλλιέργειες που προαναφέρθηκαν. Ασφαλώς υπάρχει πάντα η «λύση» της εισαγωγής φθηνής πρώτης ύλης για βιομάζα από τρίτες χώρες, προκειμένου να παρασκευαστούν εγχωρίως τα αναγκαία από τις κοινοτικές οδηγίες

βιοκαύσιμα. Ωστόσο, άλλες χώρες, όπως οι ΗΠΑ, επιδοτούν αδρά την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα.

### 2.1.1 Τα μειονεκτήματα της χρήσης των βιοκαυσίμων

1. Αύξηση των τιμών των αγροτικών προϊόντων
2. Καταστροφή των τροπικών δασών
3. Υποσιτισμός και πείνα σε φτωχές χώρες από την έλλειψη βασικών αγαθών
4. Ενδεχόμενη παγκόσμια οικονομική αστάθεια
5. Νέες πηγές πληθωριστικών πιέσεων
6. Μαζικές μετακινήσει πληθυσμών
7. Διατάραξη του οικοσυστήματος σε ολόκληρο τον πλανήτη

### 2.1.2 Τα πλεονεκτήματα της χρήσης των βιοκαυσίμων

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

αλλά και με τη δημιουργία σύγχρονων καθετοποιημένων μονάδων, των λεγόμενων βιο-δυλιστηρίων.



## Βιοκαύσιμα: οι άσπονδοι φίλοι της Ευρώπης

### Ανάγκη διαχωρισμού των "καλών" και "κακών" βιοκαυσίμων

"Πριν από μερικά χρόνια τα βιοκαύσιμα θεωρούνταν η λύση στο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής. Σήμερα, κάποιιοι θεωρούν ότι τα βιοκαύσιμα, ακόμα και υπό το πρίσμα της κλιματικής αλλαγής, δεν αποτελούν μέρος της λύσης αλλά μέρος του προβλήματος". Μ'αυτά τα λόγια συνόψισε η ευρωβουλευτής Dorette Corbey τις αντικρουόμενες απόψεις που υπάρχουν για τα καύσιμα φυτικής προέλευσης, κατά την έναρξη εργαστηρίου με θέμα τη διασφάλιση της παραγωγής καυσίμων που να σέβονται το περιβάλλον.

Τις εργασίες του εργαστηρίου που πραγματοποιήθηκε την περασμένη Τρίτη διηύθυνε η Ολλανδέζα Dorette Corbey, μέλος της Σοσιαλιστικής Ομάδας του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου. Έλαβαν μέρος ευρωβουλευτές, εκπρόσωποι της Ευρωπαϊκής Επιτροπής και του Συμβουλίου, επιστήμονες, αντιπρόσωποι μη κυβερνητικών οργανώσεων και εταιριών δραστήριων στον τομέα των βιοκαυσίμων, ακόμη και από χώρες όπως είναι η Βραζιλία (μεγάλη παραγωγός βιοαιθανόλης) και η Μαλαισία (παραγωγός φοινικέλαιου).

Τα βιοκαύσιμα, μέσα καταπολέμησης της κλιματικής αλλαγής...

Το Ευρωπαϊκό Συμβούλιο έθεσε ως στόχο τον Μάρτιο του 2007 να χρησιμοποιούν τα κράτη-μέλη μέχρι το 2020 στα μέσα μεταφοράς τους ποσοστό τουλάχιστον 10% βιοκαυσίμων.

Τι είναι όμως τα βιοκαύσιμα; Μέχρι σήμερα τα πιο συνηθισμένα βιοκαύσιμα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη. Τα βιοκαύσιμα (ή αγροκαύσιμα) φτιάχνονται από φυτά και χρησιμοποιούνται κυρίως στον τομέα των μεταφορών. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε αυτούσια (εάν ο κινητήρας είναι προσαρμοσμένος) ή αναμειγμένα με ντίζελ ή πετρέλαιο.

Θεωρητικά τα βιοκαύσιμα μπορούν να παραχθούν από κάθε οργανική ουσία που περιέχει άμυλο, ζάχαρη και λίπη. Σήμερα τα βιοκαύσιμα παράγονται κατά κύριο λόγο από καταναλώσιμα φυτά, όπως είναι το καλαμπόκι, η σόγια, το ζαχαρότευτλο και ο

καρπός του φοινικόδεντρου -πρόκειται για τα λεγόμενα "βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς". Στο μέλλον, εφόσον υπάρχει η απαιτούμενη τεχνολογία, τα "βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς" θα αποτελούνται από άλλου είδους βιομάζα, όπως απόβλητα ή φύκια.

Τα βιοκαύσιμα θα μπορούσαν να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του πλανήτη και τη μείωση της εξάρτησης της Ευρώπης από τις εισαγωγές πετρελαίου και φυσικού αερίου αφενός, και να βοηθήσουν στην καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και της υπερθέρμανσης του πλανήτη αφετέρου.

...αλλά και με αρνητικές επιπτώσεις

Ωστόσο, κατά τη διάρκεια του περασμένου έτους αυξήθηκαν οι επιστημονικές ενδείξεις ως προς τις αρνητικές επιπτώσεις της χρήσης βιοκαυσίμων (αν και αρκετές έρευνες είναι αντιφαντικές).

Για παράδειγμα, η παραγωγή βιοκαυσίμων από μόνη της απαιτεί την κατανάλωση μεγάλων ποσοτήτων ενέργειας, ενώ η εντατική καλλιέργεια απελευθερώνει νιτρικό οξύ, το οποίο είναι επιβλαβές για την ατμόσφαιρα.

Στα αρνητικά της εντατικής καλλιέργειας συγκαταλέγονται η υποβάθμιση των βιοτόπων και της βιοποικιλότητας, η μεγάλη κατανάλωση νερού και η αποψίλωση δασικών εκτάσεων (καθώς μειώνεται η έκταση της καλλιεργήσιμης γης).

Πιθανόν είναι επίσης να προκύψουν στο μέλλον εδαφικές διαμάχες και έλλειψη φαγητού σε αναπτυσσόμενες χώρες, καθώς με την παραγωγή των βιοκαυσίμων αυξάνονται οι τιμές.

Μείωση των εκπομπών κατά τουλάχιστον 50% ζητά η κοινοβουλευτική επιτροπή

Ένα από τα θέματα που συζητήθηκαν στο εργαστήριο ήταν το κατά πόσο τα βιοκαύσιμα μπορούν να μειώσουν τις εκπομπές αερίων που συμβάλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου -σε σχέση με το πετρέλαιο και το ντίζελ- προκειμένου να διαπιστωθεί η χρησιμότητά τους. Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή υποστήριξε τη μελλοντική μείωση των εκπομπών κατά τουλάχιστον 30%, ενώ η κοινοβουλευτική επιτροπή Περιβάλλοντος κατά τουλάχιστον το ήμισυ. Η αναντιστοιχία αυτή κρίθηκε από πολλούς συμμετέχοντες ως αντιφατική.

Ο πρόεδρος της κοινοβουλευτικής επιτροπής Γεωργίας και Ανάπτυξης της Υπαίθρου Neil Parish (από την Ομάδα του Ευρωπαϊκού Λαϊκού Κόμματος και των Ευρωπαίων Δημοκρατών) είπε χαρακτηριστικά: "Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων είναι η επιπλέον ενεργειακή ασφάλεια, αν όμως ο μόνος τρόπος για να πραγματοποιήσουμε τους στόχους μας είναι η εισαγωγή βιοκαυσίμων, τότε τα αποθέματα είναι το ίδιο επισφαλή με εκείνα του πετρελαίου ή του φυσικού αερίου".

### 3. Το βιοντίζελ

Ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, είναι το βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα), όπως είναι τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη, ανήκει δε στην κατηγορία των βιοκαυσίμων και για πρώτη φορά παράχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80 στη Νότια Αφρική.

Το βιοντίζελ προέρχεται από οποιοδήποτε λιπαρό έλαιο φυτικό που μπορούμε να σκεφτούμε. Ακόμα και το ελαιόλαδο, καλαμποκέλαιο, όλα τα φυτικά λάδια, αλλά και τα ζωικά. Σε χώρες όπως η Ιρλανδία, χώρες που έχουν ανεπτυγμένη κτηνοτροφία, φτιάχνουν βιοντίζελ και από τα λίπη που μένουν στα σφαγεία, τα οποία συνήθως απορρίπτονται. Ο τρόπος μετατροπής αυτών των ελαίων στο βιοντίζελ είναι πολύ απλός και μάλιστα μπορεί να γίνει με ελάχιστες συσκευές, που μπορεί να το κάνει ο οποιοσδήποτε.

Το πρόβλημα δεν είναι να το φτιάξεις μόνο, γιατί φτιάχνεται και με απλά μέσα. Το πρόβλημα είναι να έχει τις απαιτούμενες προδιαγραφές. Γιατί τώρα πια, επειδή είναι επίσημο καύσιμο, υπάρχουν συγκεκριμένες προδιαγραφές, ούτως ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από όλα τα οχήματα χωρίς πρόβλημα. Και τα νεώτερα που είναι πιο ευαίσθητα στις ιδιότητές του. Μάλιστα, αυτή η ευκολία του να το φτιάχνεις και η ιδιότητά του να υποκαθιστά το σύνηθες ντίζελ έχει χρησιμοποιηθεί και σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης. Στην Σερβία, επί παραδείγματι, κατά την διάρκεια του πολέμου επειδή τους είχαν αποκλείσει ως προς το πετρέλαιο, δημιούργησαν ορισμένα απλά εργοστάσια παραγωγής βιοντίζελ, από τα τοπικά φυτικά λάδια που είχανε, για να τα έχουν τουλάχιστον για να μπορούν να κινήσουν τα τανκς.

Το καθαρό βιοντίζελ έχει ορισμένες ιδιότητες που είναι πολύ καλύτερες ιδιότητες τριβής από τα κανονικά καύσιμα. Δηλαδή, χρησιμοποιώντας βιοντίζελ ο κινητήρας δεν φθείρεται τόσο πολύ όσο όταν χρησιμοποιούμε πετρέλαιο. Αλλά έχει και μια άλλη ιδιότητα: είναι ισχυρότερος διαλύτης. Οπότε ορισμένα πλαστικά μέρη, κάποιες σωληνώσεις, κάποια πλαστικά μέρη, τα οποία υπάρχουν στο αυτοκίνητο, που δεν είναι μέρος του κινητήρα, αλλά είναι κυρίως οι σωλήνες και τέτοια πράγματα, διαλύονται. Οπότε για να κάψουν καθαρό βιοντίζελ τα αυτοκίνητα πρέπει να έχουν ειδικά πλαστικά, τα οποία δεν θα τα επηρεάζει. Αλλά σε μικρές ποσότητες μπορεί να το χρησιμοποιούμε για οποιοδήποτε όχημα.

Το βιοντίζελ είναι πάρα πολύ καλό στο να μειώνει τις εκπομπές του μαύρου καπνού που παράγεται από πετρελαιοκινητήρες που καίνε κακής ποιότητας ντίζελ. Αυτό είναι το ένα όφελος. Το άλλο που έχει, είναι ότι επειδή παράγεται από φυτικά λάδια, από βιολογικά προϊόντα δηλαδή, είναι βιοαποικοδομήσιμο. Δηλαδή, αν βρεθεί στο περιβάλλον, στην θάλασσα ή στο έδαφος, δεν πρόκειται να έχουμε τα προβλήματα ρύπανσης που συνήθως έχουμε με τις πετρελαιοκηλίδες, οι οποίες καταστρέφουν τις ακτές μας, 'τρώνε' τα ψάρια, τα πουλιά και τα λοιπά. Διότι ακριβώς επειδή είναι στην ουσία ελαιόλαδο, δεν έχει αλλάξει τίποτα. Είναι τροφή για τους μικροοργανισμούς. Δηλαδή σε δύο με τρεις ώρες θα έχει εξαφανιστεί. Θα το έχουν φάει οι μικροοργανισμοί που υπάρχουν στην θάλασσα.

Για τον λόγο αυτό έχει υιοθετηθεί σε διάφορα μέρη του κόσμου, κυρίως εκεί που έχουν αυξημένη περιβαλλοντική συνείδηση. Σαν παράδειγμα στην Καλιφόρνια όπου υπάρχουν πολλοί θαλάσσιοι ελέφαντες. Είναι ένα είδος μεγάλης φώκιας που είναι σαν εθνικό ζώο. Δηλαδή, το βλέπει κανείς και μέσα στα λιμάνια ακόμα, τα οποία τα ενοχλούσε πάρα πολύ το πετρέλαιο. Γι' αυτό έχουν περάσει νόμους, όπου σε μεγάλες περιοχές δεν μπορεί να προσεγγίσει οποιοδήποτε σκάφος, είτε ιδιωτικό, είτε εμπορικό σκάφος ή ακόμα και τα γιοτ, παρά μόνο αν καίει βιοντίζελ. Γιατί με αυτόν τον τρόπο αποφεύγουν την ρύπανση της θάλασσας και της πανίδας. Το ίδιο ισχύει και για τα εθνικά τους πάρκα, όπου πάλι τα πούλμαν που πάνε στο Yellow Stone και τα λοιπά, καίνε βιοντίζελ για να μπορεί να αποφευχθεί η ρύπανση.



### 3.1 Παραγωγή και χρήση

Στην Ευρώπη η παραγωγή του πρώτου βιοντίζελ στην Αυστρία (μία από τις χώρες με τη μεγαλύτερη παραγωγή) πραγματοποιήθηκε σε μια πιλοτική μονάδα το 1985, ενώ το 1990 ξεκίνησε η εμπορευματοποίηση του. Το 1991 το πρώτο βιοντίζελ έγινε ευρέως αποδεκτό, εξασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα καυσίμου.

Η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον αναπτυσσόμενο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους. Σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, υπάρχει ανάγκη προώθησης όλων των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών, και όχι μόνο. Η Ευρωπαϊκή Ένωση προτείνει ποσοστό συμμετοχής των βιοκαυσίμων στην αγορά καυσίμων μέχρι 20% έως το 2012.

Έτσι, ήδη χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, ενώ στις ΗΠΑ η χρήση του αυξάνεται συνεχώς. Θεωρείται το πλέον διαδεδομένο βιοκαύσιμο, το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο αυτούσιο όσο και σε διάφορες αναλογίες σε μείγματα με το συμβατικό ντίζελ. Στην Ευρώπη προγραμματίστηκε η χρήση βιοκαυσίμων στα καύσιμα κίνησης σε ποσοστό τουλάχιστον 2% από τις αρχές του 2006, με στόχο την αύξηση τους σε ποσοστό 5,75% μέχρι το τέλος του 2010, με βάση την οδηγία 2003/30/EC της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό σημαίνει ότι το βιοντίζελ θα πρέπει να προστεθεί στο ντίζελ κίνησης τουλάχιστον στα ποσοστά αυτά, αφού είναι πρακτικά το μόνο χρησιμοποιούμενο βιοκαύσιμο που προσφέρεται για ανάμειξη με το συμβατικό ντίζελ.

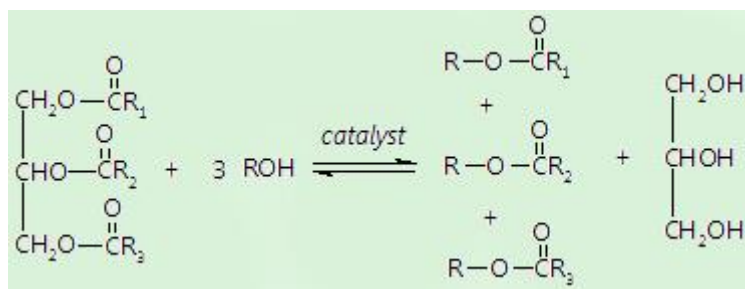
Για να παραχθεί βιοντίζελ μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε πολλές πρώτες ύλες. Η πρώτη ύλη που κυρίως χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του βιοντίζελ ήταν το έλαιο ελαιοκράμβης, που θεωρείται ιδανική πρώτη ύλη για το βόρειο ευρωπαϊκό κλίμα. Επίσης, χρησιμοποιήθηκε το ηλιέλαιο, κυρίως στη Γαλλία και στην Ιταλία. Στην Ασία χρησιμοποιήθηκαν το φοινικέλαιο (Μαλαισία) και το σογιέλαιο (Αμερική).

Η μέθοδος παραγωγής βιοντίζελ που εφαρμόζεται παγκόσμια σε βιομηχανικό επίπεδο συνίσταται στην αντίδραση (μετεστεροποίηση) των τριγλυκεριδίων με κάποια αλκοόλη μικρού μοριακού βάρους. Τα τριγλυκερίδια είναι τριεστέρες της γλυκερόλης, δηλ. της 1,2,3-προπανοτριόλης, με λιπαρά οξέα (μονοκαρβοξυλικά οξέα μεγάλης ανθρακικής αλυσίδας) και αποτελούν το κύριο συστατικό (σε ποσοστό μέχρι και 98% κ.β.) των φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών. Στον Πίνακα 1 δίνεται η σύσταση των τριγλυκεριδίων ορισμένων γνωστών φυτικών ελαίων και ζωικών λιπών.

Πίνακας 1. Τυπική σύσταση διαφόρων ελαίων και λιπών.

Ελαια και Λίπη	14:0	16:0	18:0	18:1	18:2	18:3	20:0	22:1
Σογιέλαιο	-	6-10	2-5	20-30	50-60	5-11	-	-
Καλαμποκέλαιο	1-2	8-12	2-5	19-49	34-62	ίχνη	-	-
Φυστικέλαιο	-	8-9	2-3	50-65	20-30	-	-	-
Ελαιόλαδο	-	9-10	2-3	73-84	10-12	ίχνη	-	-
Βαμβακέλαιο	0-2	20-25	1-2	23-35	40-50	ίχνη	-	-
Safflower(1)	-	5.9	1.5	8.8	83.8	-	-	-
Safflower(2)	-	4.8	1.4	74.1	19.7	-	-	-
Κραμβέλαιο(2)	-	4.3	1.3	59.9	21.1	13.2	-	-
Κραμβέλαιο(3)	-	3.0	0.8	13.1	14.1	9.7	7.4	50.7
Βούτυρο	7-10	24-26	10-13	28-31	1-2.5	.2-.5	-	-
Λαρδί	1-2	28-30	12-18	40-50	7-13	0-1	-	-
Tallow	3-6	24-32	20-25	37-43	2-3	-	-	-
Linseed Oil	-	4-7	2-4	25-40	35-40	25-60	-	-
Κίτρινο Λίπος	2.43	23.24	12.96	44.32	6.97	0.67	-	-

Ως αλκοόλη χρησιμοποιείται συνήθως η μεθανόλη λόγω του χαμηλού κόστους και των φυσικών και χημικών πλεονεκτημάτων που διαθέτει. Ειδικοί καταλύτες (βάσεις, οξέα και ένζυμα) βοηθούν την αντίδραση, η οποία πραγματοποιείται σε χαμηλές ή υψηλές θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια της αντίδρασης μετεστεροποίησης τα λιπαρά τμήματα του τριγλυκεριδίου αντικαθίστανται από το υδροξύλιο της αλκοόλης οπότε παράγονται αλκυλεστέρες λιπαρών οξέων και ως ενδιάμεσα διγλυκερίδια και μονογλυκερίδια, τα οποία με τη σειρά τους δίνουν νέους αλκυλεστέρες. Στο τέλος της αντίδρασης έχουν παραχθεί οι αλκυλεστέρες των λιπαρών οξέων (μεθυλεστέρες εφόσον ως αλκοόλη έχει χρησιμοποιηθεί η μεθανόλη), οι οποίοι αποτελούν το βιοντίζελ, και γλυκερίνη ως παραπροϊόν. Ακολουθεί κατάλληλος διαχωρισμός των προϊόντων και καθαρισμός του παραγόμενου βιοντίζελ. Στο Σχήμα 1 φαίνεται συνοπτικά η αντίδραση μετεστεροποίησης τριγλυκεριδίου με αλκοόλη.



Τριγλυκερίδιο      Αλκοόλη      Εστέρες      Γλυκερίνη

Σχήμα 1: Αντίδραση Μετεστεροποίησης Τριγλυκεριδίου

### Κατάλυση μετεστεροποίησης

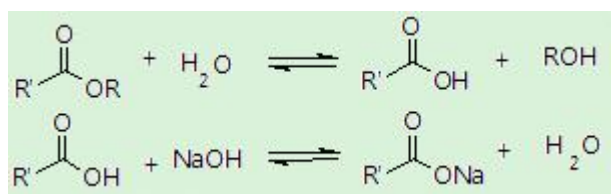
Το είδος του καταλύτη που χρησιμοποιείται στην αντίδραση μετεστεροποίησης είναι σημαντικός παράγοντας, αφού καθορίζει την ποιότητα που πρέπει να έχουν οι πρώτες ύλες. Οι συνθήκες της αντίδρασης (θερμοκρασία, πίεση και αναλογίες των ποσοτήτων των αντιδραστηρίων) καθώς και τα στάδια διαχωρισμού των προϊόντων επίσης καθορίζονται από την ποιότητα των πρώτων υλών σε συνδυασμό με το είδος του καταλύτη. Οι διεργασίες στις οποίες βασίζεται η έως τώρα ανάπτυξη των μονάδων παραγωγής βιοντίζελ πρώτης γενιάς σε ολόκληρο τον κόσμο χρησιμοποιούν ως καταλύτες κυρίως ισχυρές βάσεις ( NaOH ή KOH , CH<sub>3</sub>ONa κ.ά.), οι οποίες διαλύονται στη μεθανόλη, σπανίως δε ισχυρά οξέα (πυκνό H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>).

Μηχανισμοί της βασικής και της όξινης ομογενούς κατάλυσης.

Στην περίπτωση των υδροξειδίων η αντίδραση γίνεται κοντά στο σημείο ζέσης της μεθανόλης, σε θερμοκρασίες 60° έως 64°C, οπότε η πίεση στο χώρο της αντίδρασης δεν υπερβαίνει το 1 bar , ο χρόνος που απαιτείται είναι περίπου μία (1) ώρα, ενώ η μοριακή αναλογία μεθανόλης / λαδιού που προτείνεται είναι ίση με 6/1. Ένα αδύνατο σημείο της διεργασίας αυτής είναι η παρουσία των καταλυτών στο μίγμα. Η έκπλυση των δύο φάσεων αυξάνει το κόστος παραγωγής και δημιουργεί απόβλητα. Ακόμα, η φάση της γλυκερίνης αποκτά σκούρο καστανό χρώμα και απαιτείται περαιτέρω επεξεργασία για την παραγωγή διαυγούς γλυκερίνης υψηλής αξίας.

Ένα επιπλέον πρόβλημα σχετικό με τη χρήση των υδροξειδίων αποτελεί η αντίδραση του καταλύτη με τα ελεύθερα οργανικά (λιπαρά) οξέα (FFAs) τα οποία περιέχονται

κυρίως σε έλαια χαμηλής ποιότητας (όπως είναι τα απόβλητα έλαια βιομηχανιών ραφινάρισματος λαδιών και τα τηγανέλαια) ή δημιουργούνται από την υδρόλυση των τριγλυκεριδίων λόγω του νερού που περιέχεται στα έλαια αυτά, με αποτέλεσμα να παράγονται σαπούνια (Σχήμα 2). Η παραγωγή σαπουνιών προκαλεί το σχηματισμό τζελ, αύξηση του ιξώδους του προϊόντος και σημαντική αύξηση του κόστους διαχωρισμού και καθαρισμού.



Σχήμα 2 : Υδρόλυση εστέρων και σαπωνοποίησή τους

Έτσι απαιτείται προεπεξεργασία των ελαίων αυτών με σκοπό την απομάκρυνση της περιεχόμενης υγρασίας και την όξινη εστεροποίηση των ελεύθερων λιπαρών οξέων πριν οδηγηθούν στη βασική μέθοδο παραγωγής βιοντίτζελ (Σχήμα 3).



Σχήμα 3 : Εστεροποίηση ελεύθερων λιπαρών οξέων

Συνεπώς, η χρήση ισχυρών ομογενών βάσεων απαιτεί σχετικά καθαρή πρώτη ύλη, δηλ. λάδι με πάρα πολύ χαμηλή οξύτητα (περιεκτικότητα σε ελεύθερα λιπαρά οξέα μικρότερη από 0,5% κ.β.) και απαλλαγμένο από υγρασία, η οποία όχι μόνο στο λάδι αλλά και στον καταλύτη και στην χρησιμοποιούμενη αλκοόλη πρέπει συνολικά (δηλ. στο αντιδρών μίγμα) να βρίσκεται σε ποσοστό μικρότερο του 0,1-0,3% κ.β., κάτι που αυξάνει σημαντικά το κόστος του παραγόμενου βιοντίτζελ, το οποίο στην περίπτωση αυτή οφείλεται κατά 70% περίπου στο κόστος της πρώτης ύλης (ραφινάρισμένα ή στη χειρότερη περίπτωση εξουδετερωμένα έλαια). Στην περίπτωση των ισχυρών οξέων δεν εμφανίζεται το πρόβλημα της παραγωγής σαπουνιών, η αντίδραση γίνεται στους 60° έως 64°C , αλλά απαιτεί περίπου 50 ώρες για να ολοκληρωθεί, ενώ χρειάζεται μοριακή αναλογία μεθανόλης / λαδιού ίση με 30/1.

Μέθοδος	Θερμοκρασία	FFAs*	Χρόνος αντίδρασης	Μοριακή αναλογία Μεθανόλης / ελαίου
Βασική	60 - 65 °C	>0.5%κ.β.	1 - 1.5h	6 / 1
Όξινη	60 - 65 °C	<0.5%κ.β.	40 - 50h	30 / 1

\*FFAs : Free Fatty Acids (Ελεύθερα Λιπαρά Οξέα)

Παρόλο, λοιπόν, που οι συμβατικές διεργασίες απαιτούν χαμηλές θερμοκρασίες για την αντίδραση, η συνεχής κατανάλωση του καταλύτη που επιβαρύνει οικονομικά τη διεργασία και συμβάλλει στη ρύπανση του περιβάλλοντος, η απαίτηση για συνεχή καθαρισμό του ρεύματος παραγωγής και οι χαμηλές αποδόσεις προϊόντων όταν χρησιμοποιούνται όξινα έλαια, οδήγησαν την έρευνα στην ανεύρεση νέων, οικονομικά αποδοτικών και ευέλικτων διεργασιών παραγωγής βιοντίζελ, οι οποίες χρησιμοποιούν στερεούς ετερογενείς καταλύτες για τη μετεστεροποίηση, δημιουργώντας έτσι μια νέα εποχή για την τεχνολογία παραγωγής βιοντίζελ.

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, το βιοντίζελ είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές ντίζελ είναι πολύ χαμηλές. Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξειδία του θείου (SO<sub>x</sub>) στα καυσαέρια, τα οποία αποτελούν έναν από τους

κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική.

Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.), που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε ακουστούς υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ' ό,τι στο συμβατικό ντίζελ. Επιπλέον, η καύση του βιοντίζελ δεν αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από τα φυτά κατά τη φωτοσύνθεση.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι βιοντίζελ, όπως είναι το B100, το οποίο είναι καθαρό βιοντίζελ (απαιτεί μεγάλες αλλαγές για καύση στους κινητήρες), το B20, που είναι ένα από τα πλέον συνηθισμένα μείγματα του με συμβατικό ντίζελ (20% βιοντίζελ, 80% ντίζελ) κ.ά. Το βιοντίζελ και η αιθανόλη είναι δύο από τα σημαντικότερα είδη βιοκαυσίμων. Πρωταθλητής σε αυτή την προσπάθεια αναδεικνύεται προς το παρόν η Βραζιλία, που με τις απέραντες φυτείες ζαχαροκάλαμου, τη μεγάλη βροχόπτωση και το φθινό εργατικό δυναμικό παράγει τη μεγαλύτερη ποσότητα αιθανόλης παγκοσμίως και έχει αντικαταστήσει με αυτήν το 20% στην κατανάλωση καυσίμων για μεταφορές. Ουσιαστικά η αιθανόλη είναι ένα είδος αλκοόλης (οινοπνεύματος), που μπορεί να καεί με καθαρό τρόπο ως καύσιμο υψηλών οκτανίων, και αυτή της Βραζιλίας παράγεται από το ζαχαροκάλαμο. Συνήθως η αιθανόλη αναμειγνύεται με τη βενζίνη σε ποσοστό 10% αιθανόλη - 90% βενζίνη, μείγμα που είναι γνωστό ως E10, ενώ υπάρχουν και άλλοι τύποι, όπως το E85 (85% αιθανόλη και 15% βενζίνη).

Στην Ελλάδα ξεκίνησε ένα μικρό πρόγραμμα πειραματικής χρήσης του βιοντίζελ. Κατ' αρχήν με τέσσερα λεωφορεία του Δήμου Αμαρουσίου τα οποία έτρεξαν κάπου 3.000 χιλιόμετρα με γαλάκτωμα, σε σύγκριση με το κανονικό πετρέλαιο και τα

αποτελέσματα ήταν πάρα πολύ καλά. Τελευταία τρέχει ένα άλλο πειραματικό πρόγραμμα σε συνεργασία του ΕΜΠ με την ΒΡ και την ΕΘΕΛ, με πέντε αστικά λεωφορεία Μερσεντές. Οι ερευνητές κοιτάζουν τις εκπομπές καθώς και την κατανάλωση. Τα αποτελέσματα για την ώρα είναι πάρα πολύ καλά.



### 3.2 Βιοντίζελ αντί για τροφή

Ο ειδικός αντιπρόσωπος του ΟΗΕ για το δικαίωμα στη διατροφή έχει πει λέει ότι αν υλοποιηθεί το σχέδιο των Μπους και Λούλα (ο πρόεδρος της Βραζιλίας) για τα βιοκαύσιμα, τότε 260 εκατομμύρια στρέμματα γης που καλλιεργούνται σήμερα για προϊόντα διατροφής θα διατεθούν για την παραγωγή βιοαιθανόλης και βιοντίζελ. Για να γεμίσει ένα ντεπόζιτο χωρητικότητας 50 λίτρων με βιοαιθανόλη, πρέπει να καούν 232 κιλά καλαμποκιού. Με αυτή την ποσότητα, ένα παιδί στη Ζάμπια ή το Μεξικό ζει για ένα χρόνο.

Ο ίδιος παραδέχεται μεν ότι η τελική ενέργεια από την βιοαιθανόλη μπορεί να είναι πιο καθαρή, αλλά όταν αναλυθεί ο κύκλος ζωής του βιοκαυσίμου προκύπτει ότι χρειάζεται τόσο νερό και τόση ενέργεια ώστε τα όποια πλεονεκτήματα εξανεμίζονται.

Αυτό που ενδιαφέρει πάνω απ' όλα όμως είναι οι επιπτώσεις στην πείνα. Η τιμή του σιταριού στην παγκόσμια αγορά διπλασιάστηκε μέσα σε λίγους μήνες, η τιμή του καλαμποκιού στο Μεξικό υπερτετραπλασιάστηκε μέσα σε δύο χρόνια. Αυτό οδηγεί σε εκτοπισμό των αγροτών από τη γη τους. Τριάντα οκτώ από τις 53 αφρικανικές χώρες είναι υποχρεωμένες να εισάγουν τρόφιμα. Πέρυσι, η Μπουρκίνα Φάσο εισήγαγε 230.000 τόνους προϊόντων διατροφής. Αν οι τιμές τους εξακολουθήσουν να αυξάνονται με αυτόν τον αλματώδη ρυθμό, οι χώρες αυτές δεν θα μπορέσουν να εισάγουν πλέον αυτά που χρειάζονται. Εκατομμύρια άνθρωποι θα πεθάνουν. Στη Δύση, βέβαια, οι άνθρωποι θα κυκλοφορούν με άνεση με τα αυτοκίνητά τους.

Όμως η νέα αυτή πηγή ενέργειας έχει οδηγήσει σε αύξηση της τιμής των τροφίμων και δεν έχει βοηθήσει στον περιορισμό των καυσαερίων, που εντείνουν το φαινόμενο του θερμοκηπίου, σύμφωνα με μια έκθεση της αρμόδιας υπηρεσίας του ΟΗΕ.

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) του ΟΗΕ εκτιμά ότι η κρατική εύνοια στην παραγωγή και χρήση βιοκαυσίμων στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ, απειλεί να διατηρήσει σε υψηλά επίπεδα τις τιμές των τροφίμων.

Και όπως αναφέρει η έκθεση του FAO ενώ τα βιοκαύσιμα θα περιορίσουν κατ' ελάχιστο την κατανάλωση ορυκτών καυσίμων μέσα στην ερχόμενη δεκαετία, από την άλλη θα έχουν δεινές συνέπειες στις τιμές των τροφίμων και τη διατροφική

ασφάλεια», αναφέρεται στην ετήσια μελέτη του FAO.

Αν, για παράδειγμα, η ζήτηση για βιοκαύσιμα αυξηθεί κατά 30% μέχρι το 2010, η τιμή των ζαχαρότευτλων θα ανέλθει κατά 26%, του καλαμποκιού κατά 11% και των μαγειρικών ελαίων κατά 6%, σύμφωνα με το FAO. Τα μέλη περιβαλλοντικών και ανθρωπιστικών οργανώσεων κατηγορούν τα βιοκαύσιμα για την αύξηση στις διεθνείς τιμές τροφίμων. Οι παγκόσμιες δαπάνες για εισαγωγές τροφίμων αναμένεται να αυξηθούν κατά 26%, στα 1,03 τρισ. δολάρια το 2008.

Τέλος ο ειδικός απεσταλμένος του ΟΗΕ, Ζαν Ζιγκλέρ, χαρακτήρισε τη χρήση εύφορης γης για την παραγωγή καυσίμων: «έγκλημα κατά της ανθρωπότητας». Η έκθεση του FAO αποφεύγει να χρησιμοποιήσει τόσο σκληρή γλώσσα, ενώ δεν καθορίζει την ακριβή συνεισφορά των βιοκαυσίμων στην εκτίναξη των τιμών των τροφίμων.

Η έκθεση αποκαλύπτει, όμως, ότι η αύξηση στην καλλιέργεια βιοκαυσίμων έχει οδηγήσει μεγάλο αριθμό κατοίκων της Γης στα όρια της πείνας. Την ίδια ώρα, ο FAO διαλύει το μύθο που θέλει την καλλιέργεια βιοκαυσίμων να οδηγεί σε μείωση των εκπομπών καυσαερίων. Αν και οι ίδιες οι σοδειές απορροφούν διοξείδιο του άνθρακα, το καύσιμα και το νερό που απαιτείται για την καλλιέργειά τους, μειώνει δραστικά τη θετική τους συνεισφορά.

Με την εξαίρεση της Βραζιλίας, η καλλιέργεια ειδικών σοδειών για την παραγωγή βιοκαυσίμων είναι οικονομικά εφικτή, μόνο χάρη σε κρατικές επιδοτήσεις. «Είναι ανάγκη να επανεξετασθεί ριζικά η σημερινή πολιτική ενθάρρυνσης καλλιεργειών βιοκαυσίμων, με τα κρατικά κεφάλαια να διοχετεύονται σε καλλιέργειες «δεύτερης γενιάς», που αφορούν μη-φυτικές πηγές βιοκαυσίμων, όπως τα φύκια και το άχυρο», αναφέρει η έκθεση.

Η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας αφορά τη μετακίνηση σε ποσοστό 29%, ενώ μόλις 0,9% των καυσίμων αυτών προέρχεται από την καλλιέργεια βιοκαυσίμων, ποσοστό που σύμφωνα με τη Διεθνή Υπηρεσία Ενέργειας (IEA) μπορεί να ανέλθει στο 3,2 το 2030.

Μήπως υπάρχει άλλη λύση;

Η Mercedes έχει ήδη ένα προχωρημένο πρόγραμμα που συνίσταται στην καλλιέργεια *jatropha*, ενός θάμνου που φύεται σε άγονη γη και δεν ανταγωνίζεται τα φυτά που χρησιμοποιούνται για διατροφή. Και δεν αποκλείεται να καταστεί δυνατόν να χρησιμοποιούνται για την κίνηση των αυτοκινήτων γεωργικά απόβλητα ή τα άχρηστα τμήματα ενός φυτού.

### 3.3 Η αλλαγή του κλίματος

Το διοξείδιο του άνθρακα είναι ένα φυσικό αέριο που υπάρχει στην ατμόσφαιρα. Τα φυτά με την ανάπτυξή τους απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα, που, σε συνδυασμό με το νερό, δημιουργεί απλά σάκχαρα. Αυτά μετατρέπονται στη συνέχεια σε περισσότερο σύνθετες ενώσεις που αποτελούν τα συστατικά στοιχεία του φυτού. Η ενέργεια που χρειάζεται για τη διεργασία αυτή (φωτοσύνθεση) προέρχεται από τον ήλιο.



Όταν μαραίνεται ένα φυτό, όταν καίγεται ή τρώγεται από τα ζώα, το διοξείδιο του άνθρακα επιστρέφει πάλι στην ατμόσφαιρα. Ο κύκλος του άνθρακα συμβάλλει στη δημιουργία σταθερού περιβάλλοντος για όλα τα έμβια όντα, δηλαδή και για μας!

Τα προϊστορικά δάση απορρόφησαν εκατομμύρια τόνους διοξείδιο του άνθρακα από την ατμόσφαιρα. Καθώς μεταβαλλόταν ο πλανήτης, τα δάση θάφτηκαν κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, και ο άνθρακας παρέμενε παγιδευμένος μέσα στα δέντρα.



Κατά τη διάρκεια εκατομμυρίων ετών η θερμότητα και η πίεση μετέβαλαν τα δέντρα σε πετρέλαιο, άνθρακα και φυσικό αέριο. Στα τελευταία εκατό χρόνια εξαντλήσαμε, σε ενέργεια και μεταφορές, τα μισά από τα αποθέματα του πλανήτη σε ορυκτά καύσιμα - ελευθερώνοντας με ταχείς ρυθμούς εκατομμύρια τόνους διοξειδίου του άνθρακα και πάλι στην ατμόσφαιρα.



Καθώς δεν υπάρχουν στον πλανήτη μας αρκετά φυτά ώστε να απορροφήσουν αυτό το πλεόνασμα σε διοξείδιο του άνθρακα, το αέριο αυτό κατέληγε στην ατμόσφαιρα. Το διοξείδιο του άνθρακα αφήνει να περάσει το φως του ήλιου, αντανακλά όμως τη θερμότητα και πάλι πίσω, στην επιφάνεια της γης. Τούτο προκαλεί σιγά σιγά την άνοδο της θερμοκρασίας της γης.

Η αύξηση της θερμοκρασίας ο πλανήτη μπορεί να έχει ως αποτέλεσμα την άνοδο της στάθμης των θαλασσών, τη διάβρωση των ακτών και την εμφάνιση πλημμυρών. Μπορεί να προκαλέσει ξηρασία, με συνέπειες για τον εφοδιασμό με νερό και για τις καλλιέργειες. Μπορεί επίσης να συνεπάγεται ακραία καιρικά φαινόμενα, όπως καταιγίδες και τυφώνες, που προξενούν σοβαρές βλάβες σε κτίρια, δρόμους και υποδομή (επικοινωνίες, δίκτυα ύδρευσης και ηλεκτρισμού).



Για την επιβράδυνση της αλλαγής του κλίματος, όλες οι χώρες στην Ευρώπη συμφώνησαν να περιορίσουν τη χρήση ενέργειας ώστε να μειωθεί η ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα που παράγουν. Πρόκειται επίσης να αυξήσουν τη χρήση των ανανεώσιμων ενεργειακών πόρων.

### 3.4 Βιοντίζελ έναντι πετρελαίου

Η ανάγκη για τη χρήση εναλλακτικών και ανανεώσιμων καυσίμων έναντι του πετρελαίου και των προϊόντων του έχει αρχίσει να παίζει έναν πολύ σημαντικό ρόλο στον ανεπτυγμένο κόσμο, τόσο για περιβαλλοντικούς όσο και για οικονομικούς και διαχειριστικούς λόγους. Η Ευρωπαϊκή Ένωση και ασφαλώς η Ελλάδα εξαρτώνται σημαντικά από μεγάλες εισαγωγές ορυκτών καυσίμων. Έτσι, σύμφωνα με το Διεθνή Οργανισμό Ενέργειας, υπάρχει ανάγκη προώθησης όλων των εναλλακτικών καυσίμων στον τομέα των μεταφορών και όχι μόνο. Η Ευρωπαϊκή ένωση προτείνει ποσοστό συμμετοχής των βιοκαυσίμων στην αγορά καυσίμων μέχρι 20% έως το 2012.



Ένα υποσχόμενο βιοκαύσιμο, παραπλήσιο και άριστο υποκατάστατο του συμβατικού ντίζελ, είναι το βιοντίζελ, το οποίο προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα) όπως είναι τα φυτικά έλαια και τα ζωικά λίπη. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλη την Ευρώπη, ενώ στις ΗΠΑ η χρήση του είναι συνεχώς αυξανόμενη. Θεωρείται ως το πλέον διαδεδομένο βιοκαύσιμο το οποίο μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο αυτούσιο όσο και σε διάφορες αναλογίες σε μίγματα με το συμβατικό ντίζελ. Στην Ευρώπη προγραμματίζεται η χρήση βιοκαυσίμων στα καύσιμα κίνησης σε ποσοστό τουλάχιστον 2 % από 1/1/2006 με στόχο την αύξησή τους σε ποσοστό 5.75 % μέχρι 31/12/2010 με βάση την οδηγία 2003/30/EC της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Αυτό σημαίνει ότι το βιοντίζελ θα πρέπει να προστεθεί στο ντίζελ κίνησης τουλάχιστον στα ποσοστά αυτά, αφού είναι πρακτικά το μόνο χρησιμοποιούμενο βιοκαύσιμο που προσφέρεται για ανάμιξη με το συμβατικό ντίζελ.

### Ποια είναι τα πλεονεκτήματα του βιοντίζελ;

Ως προϊόν ανανεώσιμων πηγών ενέργειας το βιοντίζελ είναι καθαρό, μη τοξικό και βιοαποικοδομήσιμο καύσιμο, δεν περιέχει αρωματικές ενώσεις και οι εκπομπές των ρυπαντών οξειδίων του θείου, μονοξειδίου του άνθρακα, άκαυστων υδρογονανθράκων και αιθάλης που προέρχονται από την καύση του στις μηχανές ντίζελ είναι πολύ χαμηλές. Η παρουσία του θείου στα καύσιμα ευθύνεται για τα οξείδια του θείου (SOx) στα καυσαέρια τα οποία αποτελούν έναν από τους κυριότερους ρύπους του ντίζελ. Στο βιοντίζελ η περιεκτικότητα σε θείο είναι πάρα πολύ μικρή, σχεδόν μηδενική. Επίσης, το βιοντίζελ περιέχει αρκετό οξυγόνο (περίπου 10% κ.β.) που καθιστά την καύση λιγότερο ατελή, με αποτέλεσμα η περιεκτικότητα των καυσαερίων σε μονοξείδιο του άνθρακα (CO), σε άκαυστους υδρογονάνθρακες (H/C) και σε αιθάλη να είναι πολύ μικρότερη απ' ότι στο συμβατικό ντίζελ. Επιπλέον, η καύση του βιοντίζελ δεν αυξάνει το επίπεδο του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα (το οποίο είναι υπεύθυνο για το φαινόμενο του θερμοκηπίου), αφού η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που απελευθερώνεται κατά τη διάρκεια της καύσης αφομοιώνεται στη συνέχεια από το φυτό κατά τη φωτοσύνθεση. Ο παρακάτω πίνακας συνοψίζει το τυπικό προφίλ εκπομπών από την καύση του καθαρού βιοντίζελ (B100), αλλά και ενός από τα πλέον συνηθισμένα μίγματα του με συμβατικό ντίζελ το οποίο αποτελείται από 20% βιοντίζελ και 80% ντίζελ (B20), χρησιμοποιώντας ως αναφορά τις εκπομπές από την καύση του πετρελαϊκού ντίζελ.

Εκπομπές % για B100 και B20 σε σύγκριση με του συμβατικού ντίζελ		
Εκπομπή	B100*	B20*
Μονοξείδιο του άνθρακα	-48%	-12%
Άκαυστοι υδρογονάνθρακες	-67%	-20%
Σωματίδια	-47%	-12%
Οξείδια του αζώτου	+10%	+2%
Οξείδια του Θείου	-100%	-20%
Τοξικά αέρια	-60% έως -90%	-12% έως -20%

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

Εκτός από το γεγονός ότι πλεονεκτεί ως ανανεώσιμο καύσιμο το βιοντίζελ εμφανίζει παρόμοιες φυσικοχημικές ιδιότητες με το συμβατικό ντίζελ, ενώ σε κάποιες περιπτώσεις έχει και καλύτερα χαρακτηριστικά από αυτό, όπως μεγαλύτερο σημείο ανάφλεξης οπότε είναι ασφαλέστερο στη χρήση, μικρότερη ποσότητα θείου αλλά μεγαλύτερη λιπαντική ικανότητα λόγω του οξυγόνου που περιέχει και μεγαλύτερο αριθμό κετανίου. Η μείωση του περιεχόμενου θείου που επιβάλλεται στα ορυκτά καύσιμα έχει αρνητική επίδραση στη λίπανση του κινητήρα γιατί μειώνονται οι λιπαντικές ενώσεις του θείου. Έτσι, τα διυλιστήρια κάνουν χρήση πανάκριβων και ταυτόχρονα μη βιοαποικοδομήσιμων πρόσθετων για την επαναφορά της λιπαντικότητας του καυσίμου. Η προσθήκη, όμως, του βιοντίζελ στο πετρελαϊκό ντίζελ, ακόμα και σε περιεκτικότητες μικρότερες από 1% κ.β., επαναφέρει τη λιπαντική ικανότητα του καυσίμου, οπότε με τη χρήση του βιοντίζελ παρατείνεται η ζωή του πετρελαιοκινητήρα και τα διυλιστήρια εξοικονομούν αρκετά χρήματα. Ο μεγαλύτερος αριθμός κετανίου που παρουσιάζει το βιοντίζελ έναντι του συμβατικού ντίζελ αντισταθμίζει το γεγονός ότι κατά την καύση του το βιοντίζελ απελευθερώνει ενέργεια μικρότερη από την ενέργεια που απελευθερώνει το συμβατικό ντίζελ. Έτσι η απόδοση ενός πετρελαιοκινητήρα που κινείται με καθαρό βιοντίζελ κυμαίνεται τουλάχιστον στα επίπεδα του συμβατικού ντίζελ. Επίσης, το βιοντίζελ είναι κατάλληλο για τους ήδη υπάρχοντες πετρελαιοκινητήρες, όπου δεν χρειάζεται να γίνει σχεδόν καμία μετατροπή ακόμα και αν χρησιμοποιηθεί αμιγές βιοντίζελ.



#### 4. Ευρωπαϊκός οργανισμός Περιβάλλοντος

Στοιχεία από άλλες χώρες (22/09/2005):

1. Η Γαλλία, μια χώρα με ιστορία στα Βιοκαύσιμα από το 1936 έχει καταφέρει να εξασφαλίσει την απαραίτητη γεωργική παραγωγή για τη λειτουργία 13 εργοστασίων Βιοαιθανόλης και τεσσάρων εργοστασίων Βιοντίζελ. Οι δημόσιες μεταφορές σε 30 πόλεις χρησιμοποιούν το καύσιμο Dieter που είναι ανάμειξη 30% Βιοντίζελ με κανονικό ντίζελ. Εταιρεία που ανήκει σε γεωργούς που παράγει και εμπορεύεται έτοιμη ανάμειξη Βιοντίζελ με ορυκτό ντίζελ ετοιμάζεται να αυξήσει την παραγωγή της στον 1εκ τόνους το χρόνο. Άλλα εργοστάσια υπό ανέγερση θα παράγουν 300000 τόνους Βιοαιθανόλης
2. Στην Αυστρία υπάρχει 100% φορολογική απαλλαγή και οι δημόσιες συγκοινωνίες στην πόλη Gartz (135 λεωφορεία) λειτουργούν με βάση το Βιοντίζελ που κατασκευάζεται από τα χρησιμοποιημένα λάδια των εστιατορίων της πόλης.
3. Στη Σουηδία προσφέρουν δωρεάν στάθμευση και μειωμένη άδεια κυκλοφορίας ενώ οι προσφορές του Δήμου της Στοκχόλμης απαιτούν χρήση οχημάτων που λειτουργούν με Βιοκαύσιμα. Ταυτόχρονα σε ολόκληρη τη Σουηδία κυκλοφορούν 8000 οχήματα που βασίζονται στα Βιοκαύσιμα.

Το ενδιαφέρον για την παραγωγή Βιοκαυσίμων είναι παγκόσμιο:

1. Στις ΗΠΑ το Υπουργείο Ενέργειας έχει εξαγγείλει το μεγαλύτερο εργοστάσιο Βιοκαυσίμων στην Βόρεια Αμερική με παραγωγή 100000 τόνων Βιοντίζελ που θα το τροφοδοτούν 144000 εκτάρια φυτειών. Ο στόχος που έχει θέσει το Κογκρέσο δεν διαφέρει και πολύ από αυτό της Ευρωπαϊκής Ένωσης και ανέρχεται σε 8 δις. τόνους δηλαδή 5% των αναγκών μέχρι το 2012.
2. Στην Βραζιλία η μεγαλύτερη εταιρεία πετρελαίων της χώρας ετοίμασε πρόγραμμα για αύξηση της παραγωγής Βιοαιθανόλης από τα 2εκ λίτρα που είναι τώρα σε 9,2 μέχρι το 2010. Η κυβέρνηση χρησιμοποιεί Ιάπωνες ειδικούς για την επέκταση της παραγωγής της χώρας.

3. Στην Αυστρία εκτός από την υπάρχουσα παραγωγή, μια μεγάλη εταιρεία παραγωγής τροφίμων ετοιμάζεται να κτίσει εργοστάσιο παραγωγής Βιοαιθανόλης αξίας 105εκ ευρώ που θα παράγει 200000κυβ. μέτρα καυσίμου.
4. Στην Ισπανία μια χώρα με παραγωγή 260 εκ λίτρων, η μεγαλύτερη ευρωπαϊκή εταιρεία παραγωγής Βιοαιθανόλης ετοιμάζεται να θέσει σε λειτουργία το εργοστάσιο παραγωγής 200εκ λίτρων Βιοαιθανόλης με πρόγραμμα για ανέγερση ακόμη δύο εργοστασίων τα επόμενα δύο χρόνια.
5. Στην Βρετανία εταιρεία που εμπορεύεται ήδη Βιοντίζελ σε συνεργασία με γνωστή αλυσίδα υπεραγορών, ετοιμάζονται να λειτουργήσουν από κοινού εργοστάσιο παραγωγής 100000 τόνων Βιοντίζελ. Η εμπορία του Βιοντίζελ αναμένεται να ανέλθει στους 3εκ τόνους. Ταυτόχρονα εταιρεία εμπορίας ζαχάρεως έχει αρχίσει σχεδιασμούς για την ανέγερση εργοστασίου Βιοαιθανόλης με προγραμματισμένη παραγωγή πέραν των 50000 τόνων. Μικρότερες ποσότητες παράγονται ήδη από άλλες εταιρείες.
6. Οι δύο μεγαλύτερες εταιρείες παραγωγής φοινικόλαδου της Μαλαισίας κατασκευάζουν εργοστάσιο παραγωγής Βιοντίζελ 1 εκ τόνων, στο Ρότερνταμ της Ολλανδίας.
7. Με νόμο που έχει τεθεί σε εφαρμογή στην Ταϊλάνδη, η χώρα στοχεύει στην παραγωγή 1.5 δις τόνων ενώ η Φιλιππίνες μελετούν την παραγωγή βιοκαυσίμων από ινδοκάρυδο.

## 5. Ιστορική αναδρομή

Εξετάζοντας το παρελθόν της παραγωγής του βιοντίζελ παρατηρούμε ότι αυτό δεν είναι ένα καινούργιο καύσιμο, αφού οι πρώτες ενέργειες έγιναν το 1981 στη Νότια Αφρική. Στην Ευρώπη, οι χώρες μεγαλύτερης παραγωγής είναι η Αυστρία και η Γερμανία. Στην Αυστρία, η παραγωγή του πρώτου βιοντίζελ πραγματοποιήθηκε σε μια πιλοτική μονάδα το 1985, ενώ το 1990 ξεκίνησε η εμπορευματοποίησή του. Το 1991 το πρώτο βιοντίζελ έγινε ευρέως αποδεκτό εξασφαλίζοντας υψηλή ποιότητα καυσίμου. Η πρώτη ύλη που χρησιμοποιήθηκε για την παραγωγή του βιοντίζελ ήταν κυρίως το έλαιο ελαιοκράμβης, που θεωρείται ιδανική πρώτη ύλη για το ευρωπαϊκό κλίμα. Επίσης χρησιμοποιήθηκε το ηλιέλαιο, κυρίως στη Γαλλία και την Ιταλία. Σε άλλες περιοχές χρησιμοποιήθηκε το φοινικέλαιο (Μαλαισία) και το σογιέλαιο (Αμερική).

## **6 Πειραματικές εργασίες**

### **6.1. Υλικά & μέθοδοι**

Το πείραμα εγκαταστάθηκε στο Αγρόκτημα του Αλεξάνδρειου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Θεσσαλονίκης (Α.Τ.Ε.Ι.Θ.) κατά το έτος 2008. Η φύτευση των 2 ποικιλιών αγριαγκινάρας έγινε στις 20/10/2008.

Οι διαστάσεις των κύριων πειραματικών τεμαχίων ήταν 3 x 2.5 m. Για κάθε πειραματικό τεμάχιο σπάρθηκαν 3 γραμμές και οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών ήταν 70 cm. Στη συνέχεια έγινε η σπορά του άγριου σιναπιού σε 3 πυκνότητες (15, 30, 40 φυτά/m<sup>2</sup>) (υπό τεμάχια). Η ποσότητα του σπόρου που χρησιμοποιήθηκε ήταν 2, 4 και 8 gr/m<sup>2</sup>. Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε ήταν αυτό των υποδιαμεμένων τεμαχίων όπου οι δύο ποικιλίες αποτελούσαν τα κύρια τεμάχια ενώ οι πυκνότητες του αγριοσιναπιού τα υποτεμάχια. Κάθε επέμβαση είχε τέσσερις επαναλήψεις. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν η Candara scolymus και η Candara carunculosa.

Ως βασική λίπανση χρησιμοποιήθηκαν 10kg N/στρέμμα σε μορφή θειοφωσφορικής αμμωνίας και 5 kg N/ στρέμμα σε μορφή νιτρικής αμμωνίας ως επιφανειακή λίπανση. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών στα πειραματικά τεμάχια (μάρτυρας) αφαιρέθηκαν τα ζιζάνια. Στις 6/5/2009, λίγο πριν την άνθηση, έγινε δειγματοληψία όπου αξιολογήθηκε ο αριθμός φυτών και το νωπό βάρος των καλλιεργούμενων φυτών και των ζιζανίων. Η δεύτερη δειγματοληψία έγινε στην ωρίμανση όπου αξιολογήθηκε η απόδοση και το βάρος 1000 κόκκων.

I	II	III
3	4	2
2	1	5
4	5	1
6	3	6
5	6	3
4	2	1

## 7 Αποτελέσματα και συζήτηση

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής έδειξαν ότι ο ανταγωνισμός-αλληλοπάθεια μεταξύ αγριοσιναπιού (*S. arvensis*) και της αγριαγκινάρας αρχίζει το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου. Γενικά η ποικιλία αγριαγκινάρας Candara carunculosa παρουσίασε μεγαλύτερη ανταγωνιστική ικανότητα σε σχέση με την ποικιλία Candara scolymus.

**Πίνακας 1.**

Ποικιλίες/πυκνότητα ζιζανίου	Απόδοση σε καρπό gr/m <sup>2</sup>			
	I	II	III	MO
Candara scolymus				
Μάρτυρας	<b>230,2</b>	<b>233,3</b>	<b>248,5</b>	<b>237,3</b>
15 φυτά αγριοσιναπιού/m <sup>2</sup>	<b>120,5</b>	<b>152,3</b>	<b>164,5</b>	<b>145,7</b>
30 φυτά αγριοσιναπιού/m <sup>2</sup>	<b>85,2</b>	<b>90,5</b>	<b>100,4</b>	<b>92,1</b>
40 φυτά αγριοσιναπιού/m <sup>2</sup>	<b>14,8</b>	<b>27,5</b>	<b>15,8</b>	<b>19,4</b>

Η παρουσία 40 φυτών αγριοσιναπιού/m<sup>2</sup> μείωσε το συνολικό βάρος των ποικιλιών αγριαγκινάρας Candara scolymus και Candara carunculosa κατά 42 και 28%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με το μάρτυρα (χωρίς ζιζάνιο). Ωστόσο, η μείωση στις πυκνότητες 30 και 15 φυτά αγριοσιναπιού/m<sup>2</sup> ήταν 26%, 16% και 14%, 8%, αντίστοιχα.

Η απόδοση των ποικιλιών Candara scolymus και Candara carunculosa μειώθηκε εξαιτίας του ανταγωνισμού του 40 φυτών/ m<sup>2</sup> αγριοσιναπιού κατά 92 και 78%, αντίστοιχα σε σύγκριση με το μάρτυρα (χωρίς ζιζάνιο) (Πίνακας 1,2). Η μείωση της απόδοσης της αγριαγκινάρας εξαιτίας του ανταγωνισμού της του αγριοσιναπιού προήλθε κυρίως από τη μείωση του αριθμού φυτών και δευτερευόντως από τη μείωση του βάρους 1000 κόκκων. Αυτό επιβεβαιώνεται από το γεγονός ότι η παρουσία 40 φυτών αγριοσιναπιού/m<sup>2</sup> μείωσε τον αριθμό φυτών των ποικιλιών

Candara scolymus και Candara carunculosa 27 και 20%, ενώ το βάρος 1000 κόκκων κατά 8 και 10%, αντίστοιχα. Τα δεδομένα αυτά δείχνουν ότι τα συστατικά της απόδοσης των ποικιλιών αγριαγκινάρας δεν επηρεάστηκαν κατά τον ίδιο τρόπο εξαιτίας του ανταγωνισμού του αγριοσιναπιού, πράγμα που αναμενόταν ως αποτέλεσμα της διαφορετικής ανταγωνιστικής ικανότητας μεταξύ των ποικιλιών αγριαγκινάρας και του ζιζανίου.

**Πίνακας 2.**

Ποικιλίες	Απόδοση σε καρπό gr/m <sup>2</sup>			
	I	II	III	MO
Candara carunculosa				
Μάρτυρας	<b>358,1</b>	<b>371,7</b>	<b>340,5</b>	<b>356,7</b>
15 φυτά αγριοσιναπιού/m <sup>2</sup>	<b>280,5</b>	<b>257,3</b>	<b>263,3</b>	<b>267,1</b>
30 φυτά αγριοσιναπιού/m <sup>2</sup>	<b>140,4</b>	<b>127,3</b>	<b>154,2</b>	<b>140,6</b>
40 φυτά αγριοσιναπιού/m <sup>2</sup>	<b>76,5</b>	<b>66,8</b>	<b>87,3</b>	<b>76,8</b>

Η παρουσία 30 φυτών αγριοσιναπιού/m<sup>2</sup> μείωσε την απόδοση των ποικιλιών αγριαγκινάρας Candara scolymus και Candara carunculosa κατά 61 και 58%, αντίστοιχα, σε σύγκριση με το μάρτυρα (χωρίς ζιζάνιο). Αντίθετα, η αντίστοιχη μείωση από την παρουσία 15 φυτών αγριοσιναπιού/m<sup>2</sup> ήταν 39 και 25%, αντίστοιχα (Πίνακας 1,2).

Οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών αγριαγκινάρας σχετικά με την επίδρασή τους στην ανάπτυξη του ζιζανίου αγριοσιναπί θα πρέπει να οφείλονται όχι μόνο στην διαφορετική ανταγωνιστική τους ικανότητα αλλά και πιθανώς σε διαφορές ικανότητας να εκκρίνουν ουσίες με αλληλοπαθητικές ιδιότητες.

## 8. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της εργασίας αυτής επιτρέπουν την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

1) Η απόδοση, ο αριθμός φυτών και το συνολικό βάρος των ποικιλιών αγριαγκινάρας *Candara scolymus* και *Candara carunculosa* μειώθηκαν σημαντικά εξαιτίας του ανταγωνισμού του ζιζανίου αγριοσινάπι.

2) Ο ανταγωνισμός-αλληλοπάθεια μεταξύ του αγριοσιναπιού και των ποικιλιών αγριαγκινάρας *Candara scolymus* και *Candara carunculosa* φάνηκε ότι αρχίζει το πρώτο δεκαήμερο του Απριλίου.

3) Η σειρά ανταγωνιστικής-αλληλοπαθητικής ικανότητας των ποικιλιών αγριαγκινάρας έναντι του ζιζανίου ήταν και *Candara carunculosa* > *Candara scolymus*.

4) Η μείωση της απόδοσης της αγριαγκινάρας εξαιτίας του ανταγωνισμού-αλληλοπάθειας του αγριοσιναπιού προήλθε κυρίως από τη μείωση του αριθμού φυτών και δευτερευόντως από τη μείωση του βάρους 1000 κόκκων.



## ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΤΕΜΑΧΙΟΥ



**Εικόνα 1:** Πειραματικό τεμάχιο κατά τη διάρκεια αφαίρεσης των ζιζανίων



**Εικόνα 2:** Διαχωρισμός των σπόρων άγριας αγκινάρας





**Εικόνα 3: Πειραματικό τεμάχιο μάρτυρας**





**Εικόνα 4: Αφαίρεση ζιζανίων**



**Εικόνα 5: Πειραματικά τεμάχια**

## 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 1) <http://www.agricon.gr/PDF/enimerotiko.pdf>
  - 2) Antolin, G., F. Tinaut, Y. Briceno, V. Castano, C. Perez, and A. Ramirez. 2002. Optimization of biodiesel production by sunflower oil transesterification, *Bioresource Technol.* 83:111–114.
- Ανώνυμος, 2006. Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στη Ελλάδα. Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας. Πικέρμι Αττικής. Σελ. 45.
- Bouaid, A., Y. Diaz, M. Martinez, and J. Aracil. 2005. Pilot plant studies of biodiesel production using *Basic carinata* as raw material. *Catalysis Today* 106:193-196.
- Cardone, M., M. Mazzoncini, S. Menini, V. Rocco, A. Senatore, M. Seggiani, and S. Vitolo. 2003. *Basic carinata* as an alternative oil crop for the production of biodiesel in Italy: agronomic evaluation, fuel production by transesterification and characterization. *Biomass and Bioenergy* 25:623-636.
- Goodrum, J.W. 2002. Volatility and boiling points of biodiesel from vegetable oils and tallow. *Biomass and Bioenergy* 22:205-211.
- Ευρωπαϊκή Ένωση 2003. Οδηγία 2003/30/ΕΚ για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στις μεταφορές.
- Κοντός, Α. 2007. Η καρποφορία μιας προσπάθειας. Εκδοτικός Οργανισμός Λιβάνη. Αθήνα. Σελ. 205.
- Ma, F. and M. Hanna. 1999. Biodiesel production: a review. *Bioresource Technol.* 70:1-15.
- National Biodiesel Board. 2004. U.S. Biodiesel Production Capacity. [http://www.biodiesel.org/pdf\\_files/Capacity.PDF](http://www.biodiesel.org/pdf_files/Capacity.PDF).
- Noureddini, H. and D. Zhn. 1997. Kinetics of transesterification of Soybean Oil. *Applied Eng. Agric.* 74:1457-1463.
- Omata, F., A. Dimian, and A. Bliet. 2003. Fatty acid esterification by reactive distillation. Part 1: equilibrium-based design. *Chem. Eng. Sci.* 58:3159-3174.
- Peterson, C., D. Reece, B. Hammond, J. Thompson, and S. Beck. 1997. Processing, Characterization, and Performance of Eight Fuels from Lipids. *Applied Eng. Agric.* 13:71-79.

Peterson, C., J. Cook, J. Thompson, and J. Taberski. 1999. Continuous Flow Biodiesel Production. *Applied Eng. Agric.* 18:5-11.

- 3) <http://www.physics4u.gr/energy/biofuels.html>
- 4) <http://www.physics4u.gr/energy/biodiesel.html>
- 5) <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?type=IM-PRESS&reference=20080229STO22603&language=EL>
- 6) [http://www.biofuels.gr/biodiesel\\_1.html](http://www.biofuels.gr/biodiesel_1.html)
- 7) [http://www.learn-energy.net/kidscorner/el/o11/climate\\_change.html](http://www.learn-energy.net/kidscorner/el/o11/climate_change.html)
- 8) <http://www.cyprusgreens.org/issues/biodieselnews1.htm>