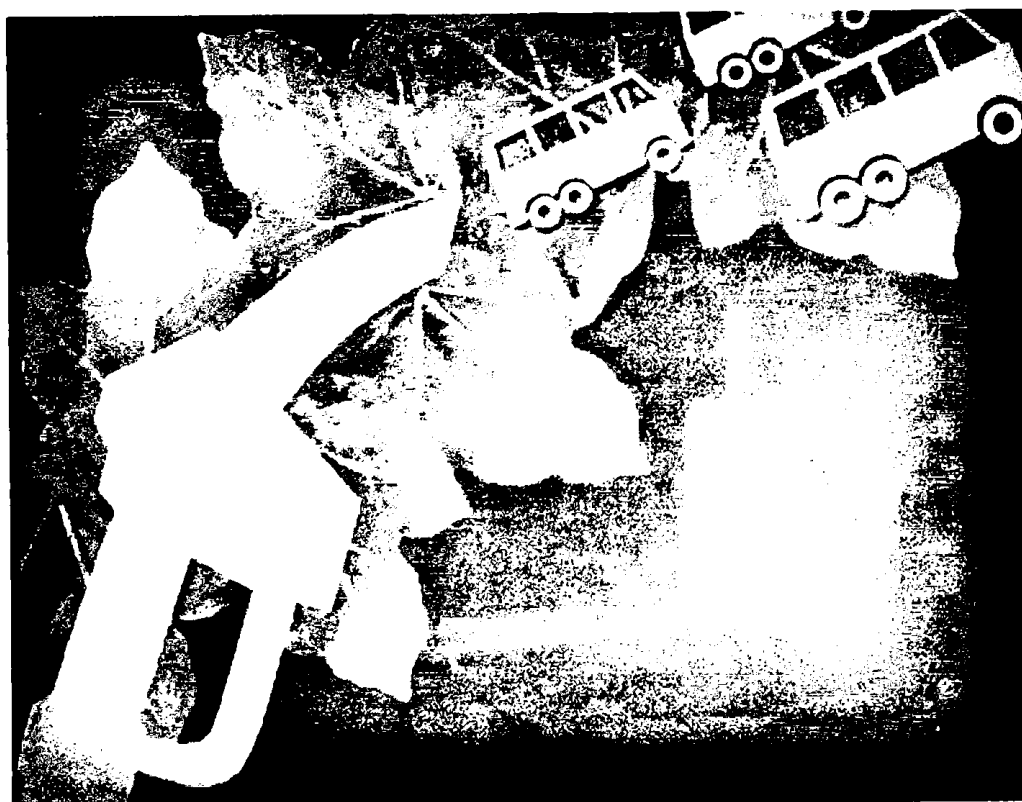


Δ.Π.Μ.Σ.
«ΑΓΡΟΧΗΜΕΙΑ ΚΑΙ ΒΙΟΛΟΓΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ»

ΝΙΚΟΛΑΟΣ Χ. ΔΑΛΛΑΣ

«ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ: ΠΑΝΑΚΕΙΑ Ή ΧΙΜΑΙΡΑ»



ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΙΔΙΚΕΥΣΗΣ

ΙΩΑΝΝΙΝΑ 2011



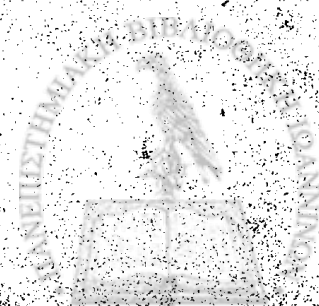
100-443886-1

1. The first step in the process of the investigation is to identify the problem or the area of interest. This is done by conducting a literature review and by consulting with experts in the field. The next step is to develop a research plan, which includes a statement of the problem, a list of objectives, and a description of the methods to be used. The third step is to collect data, which is done by conducting experiments or by gathering information from other sources. The fourth step is to analyze the data, which is done by using statistical methods or by other means. The final step is to draw conclusions, which are based on the results of the analysis.

On 12/15/54, the respondent was interviewed by the writer and advised that the above information was correct and that he had no other information to add.

Αφιερωμένο στο μπουμπούκι μου

Αφιερώνω στο μπλουζούκι μου



Πρόλογος

Η παρούσα διατριβή εκπονήθηκε στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων και είναι ένα επιστημονικό κείμενο, αποτέλεσμα προσπάθειας συλλογής υλικού και μελέτης για την όσο καλύτερη ανταπόκριση στο θέμα.

Ασφαλώς και η γνώση απαιτεί « παιδείας και πόνου πολλού και χρόνου μακρού και δαπάνης ου μικράς και τύχης δείσται λαμπράς » από την άλλη όμως αποτελεί και δύναμη. Πράγματι οι νέοι δρόμοι που ανοίγονται είναι πολλοί και ενδιαφέροντες, γεμίζοντάς με χαρά για τον κλάδο που επέλεξα. Ένα κλάδο ευρύ και συνεχώς αναπτυσσόμενο που δίνει πολλές ευκαιρίες και για δημιουργία και για επαγγελματική αποκατάσταση.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω, ιδιαίτερα, τον καθηγητή κ. **Φίλιππο Πομώνη** για την επιστημονική του καθοδήγηση καθώς και την συνεχή επίβλεψη της μεταπτυχιακής διατριβής από τον ορισμό του θέματος μέχρι την πλήρη διεκπεραίωσή της.

Περίληψη

Αντικείμενο της παρούσας διατριβής αποτέλεσε η βιβλιογραφική μελέτη, η συλλογή και παράθεση στοιχείων για μια από τις «νεότερες» ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που όμως έχει διχάσει όσο καμία άλλη την επιστημονική κοινότητα: τα βιοκαύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα έχουν προβληθεί ως μια λύση στο εντεινόμενο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και της μείωσης των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Φυτά που δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα και κατόπιν μετατρέπονται σε καύσιμη ύλη της οποίας οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα δεσμεύονται ξανά από τα φυτά που καλλιεργούνται για βιοκαύσιμα. Μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας δηλαδή που θεωρητικά δεν εντείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και δίνει διεξόδους στην αγροτική οικονομία. Συγκρινόμενα με τα ορυκτά καύσιμα, παρουσιάζουν περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα στη χρήση τους, ενώ εξετάζοντας όλο τον κύκλο ζωής τους μπορεί να εμφανίσουν και σημαντικότερα μειονεκτήματα.

Τα τελευταία χρόνια, ο συνδυασμός περιβαλλοντικών, οικονομικών, εθνικών και γεωπολιτικών παραμέτρων σε παγκόσμιο επίπεδο, οδήγησε στη θέσπιση διαφόρων μέτρων και κινήτρων για την αύξηση της χρήσης τους. Ωστόσο, οι έρευνες και η πρακτική δείχνουν ότι το μοντέλο παραγωγής των βιοκαυσίμων και η βιασύνη για επέκταση μαζικής κλίμακας ουσιαστικά θα επιδεινώσει ακόμη περισσότερο την περιβαλλοντική και κοινωνική κρίση, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες.

Η εξέταση και η αποτίμηση, όμως, τόσο των πλεονεκτημάτων, όσο κυρίως των μειονεκτημάτων από τη ραγδαία αύξηση της χρήσης των βιοκαυσίμων, θα συμβάλλει στη διατήρηση του ανανεώσιμου χαρακτήρα τους και στην αποτροπή δημιουργίας σοβαρών περιβαλλοντικών/κλιματικών προβλημάτων με μη αναστρέψιμες οικονομικές και κοινωνικές συνέπειες.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο Πρώτο	5
1.1 Η Ενεργειακή Κρίση	5
1.2 Ενεργειακή Γεωργία	7
1.3 Ορισμός των Βιοκαυσίμων	9
1.4 Βιοκαύσιμα Πρώτης Γενιάς	10
1.5 Κατηγορίες Βιοκαυσίμων Πρώτης Γενιάς	12
1.5.1 Φυτά που καλλιεργούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς.	14
1.6 Βιοκαύσιμα Δεύτερης Γενιάς	31
1.7 Βιοκαύσιμα Τρίτης Γενιάς	33
1.8 Βιοκαύσιμα Τέταρτης Γενιάς	36
1.9 Η Παρούσα Κατάσταση στον Χώρο των Βιοκαυσίμων	39
Κεφάλαιο Δεύτερο	45
2.1 Τι Οδηγεί στην Ανάπτυξη των Βιοκαυσίμων	45
2.1.1 Κλιματικές αλλαγές	45
2.1.2. Τεχνολογία και καινοτομία	45
2.1.3. Ενεργειακή Ασφάλεια	46
2.1.4. Αγροτική Ανάπτυξη	46
2.2 Τα Πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων	47
2.2.1 Περιβαλλοντικά οφέλη	47
2.2.2 Οικονομικά και Κοινωνικά Οφέλη	48
2.2.1. Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών	49
2.2.2. Κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών	50
2.3 Μειονεκτήματα Βιοκαυσίμων	52
2.3.1 Τα βιοκαύσιμα απειλούν να επιταχύνουν την αύξηση της θερμοκρασίας της γης.	54
2.3.2. Εκπομπές του οξειδίου του αζώτου από τη γεωργία:	56
2.3.3. Βιοποικιλότητα και δευτερεύουσες κλιματικές επιπτώσεις της αυξημένης χρήσης νιτρικών λιπασμάτων	57
2.3.4. Εκπομπές εδαφικού άνθρακα από τη γεωργία	58
2.3.5. Εκπομπές άνθρακα από υποβάθμιση τύρφης	61
2.3.6. Βιοκαύσιμα, αποψίλωση και υπερθέρμανση του πλανήτη:	62
2.3.7. Προβλέψεις για τα αποθέματα βιοκαυσίμων και συσχέτιση με τη κλιματολογική αλλαγή	65
2.3.8. Οι εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής των αερίων του θερμοκηπίου	66
2.3.9. Πολιτικές πιστοποίησης για τα βιοκαύσιμα	69
2.3.10 Τρόφιμα και Βιοκαύσιμα.	70
2.4 Διείδυση Βιοκαυσίμων στην Ελληνική Αγορά.	73
2.4.1 Εισαγωγή	73
2.4.2 Γενικά	74
2.4.3 Επενδύσεις σε Βιοντίζελ στην Ελλάδα	75
2.4.4 Επενδύσεις σε Βιοαιθανόλη	79
Συμπεράσματα	81
Επίλογος	85
Βιβλιογραφία	86



Κατάλογος πινάκων

Πίνακας 1: Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά και οι αποδόσεις τους ανά στρέμμα σε σπόρο και καύσιμο	28
Πίνακας 2: . Στρεμματικές αποδόσεις και ενεργειακό περιεχόμενο ενεργειακών καλλιεργειών για την παραγωγή στερεών καυσίμων	29
Πίνακας 3: Κοστολόγηση των κυριότερων καλλιεργειών για παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα	29
Πίνακας 4: Κοστολόγηση των κυριότερων καλλιεργειών για παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ελλάδα	30
Πίνακας 5 Οικονομικές επιβαρύνσεις στην Ε.Ε. το 2006 και πρόβλεψη για το 2020	71
Πίνακας 6 Οι αιτίες αύξησης των τιμών των τροφίμων το 2008	72
Πίνακας 7 Παγκόσμια παραγωγή σιτηρών και η κατανομή τους.....	72
Πίνακας 8 Η αύξηση των τιμών των τροφίμων εξαιτίας των βιοκαυσίμων (2008)	72
Πίνακας 9 Ελληνικές εταιρείες παραγωγής Βιοντίζελ	75
Πίνακας 10 Ελληνικές εταιρείες εισαγωγής βιοντίζελ	77
Πίνακας 11 Παραγωγή βιοντίζελ από εγχώριες πρώτες ύλες – κατανομή 2008.....	78

Κεφάλαιο Πρώτο

1.1 Η Ενεργειακή Κρίση

Βάση των στοιχείων της Ετήσιας Έκθεσης της BP για το Παγκόσμιο Ενεργειακό Ισοζύγιο του 2007 ¹ και των στοιχείων του Παγκόσμιου Οργανισμού Ενέργειας του (WEC) ² 2007, τα παγκόσμια αποθέματα του αργού πετρελαίου ανέρχονται σε 1208 δισεκατομμύρια βαρέλια και του φυσικού αερίου, λιθάνθρακα και ουρανίου, σε ισοδύναμα βαρέλια αργού πετρελαίου, σε 1141, 2958 και 339 δισεκατομμύρια αντιστοίχως. Το 2006 η κατανάλωση του αργού πετρελαίου, φυσικού αερίου, λιθάνθρακα και ουρανίου ήταν 31, 18, 23 και 5 δισεκατομμύρια ισοδύναμα βαρέλια αντιστοίχως. Η διάρκεια ζωής των αποθεμάτων ανέρχεται για το αργό, φυσικό αέριο, λιθάνθρακα και ουράνιο σε 39, 68, 130 και 68 χρόνια αντιστοίχως.

Η διάρκεια ζωής των ενεργειακών αποθεμάτων καθορίζεται από την προσφορά και την ζήτηση. Αν η παραγωγή δεν ανταποκρίνεται στην ζήτηση τότε οι τιμές ανεβαίνουν για να μειωθεί η ζήτηση και ως εκ τούτου η διάρκεια ζωής των εκμεταλλεύσιμων αποθεμάτων αυξάνεται, ενώ οι τιμές αυξάνονται, όταν καταναλωθεί το 50% του κληρονομηθέντος ενεργειακού αποθέματος. Τα παγκόσμια αποθέματα, όπως αυτά έχουν εκτιμηθεί από τους γεωεπιστήμονες, εκπεφρασμένα σε ισοδύναμα βαρέλια πετρελαίου είναι: α) για το αργό πετρέλαιο τα 2200 δισεκ. βαρέλια, β) για το φυσικό αέριο τα 1831 δισεκ. βαρέλια γ) για τον λιθάνθρακα τα 4084 δισεκ. βαρέλια βάσει των στοιχείων της BP, η τα 2716 δισεκ. βαρέλια βάση των μελετών του διεθνούς ινστιτούτου CALTECH της Καλιφόρνιας και δ) για το ουράνιο τα 519 δισεκ. βαρέλια. Χρονικά η κορύφωση της παραγωγής (Peak Production) κάθε ενεργειακής πρώτης ύλης, που αντιστοιχεί με την κατανάλωση του 50% του αποθέματος, υπολογίζεται ότι έλαβε χώρα για το μεν αργό πετρέλαιο, το έτος 2005, του φυσικού αερίου κυμαίνεται μεταξύ των ετών 2012 η 2021, ανάλογα με τον βαθμό αντικατάστασης - διεύρυνσής του στη χρήση πετρελαίου, του λιθάνθρακα μεταξύ των ετών 2021 η 2025 και του ουρανίου το 2035.

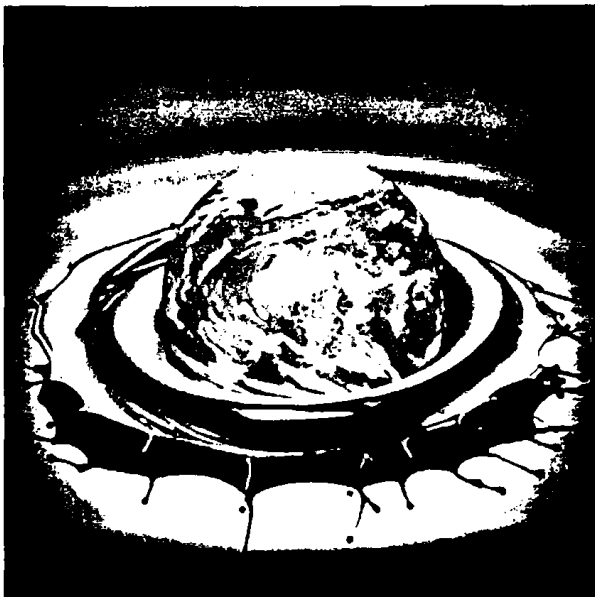
Η κορύφωση της παραγωγής συνοδεύεται πάντα με την κατακόρυφο αύξηση των τιμών. Είναι φανερό ότι πριν το 2025 η ανθρωπότητα θα αντιμετωπίσει μεγάλη ενεργειακή κρίση λόγω έλλειψης φθηνών ενεργειακών πρώτων υλών. Ήδη οι τιμές του αργού



πετρελαίου ανέβηκαν από τα \$11/βαρέλι το 2000 στα \$100+/βαρέλι το 2008, η τιμή του φυσικού αερίου από το \$1,5/GJ το 1997 στα \$9,15/ GJ το 2008 ενώ το υγροποιημένο φυσικό αέριο πωλείται στην Ιαπωνία προς \$19/GJ, που ενεργειακά ισοδυναμεί προς \$107/βαρέλι, το μεταλλουργικό κοκ από \$65/τόνος το 2006 στα \$200/τόνος το 2008, ο λιθάνθρακας από \$55/τόνο το 2006 στα \$116/τόνος με προοπτικές τα \$145/τόνο, στα τέλη του 2008 και το ουράνιο από \$15/kg το 2005 στα \$190/ kg το 2008. Είναι φανερό ότι πολύ πριν το 2025 οι τιμές όλων των ενεργειακών πρώτων υλών θα υπερδιπλασιαστούν. 3

Ο ελληνικός λιγνίτης, τα εκμεταλλεύσιμα αποθέματα του οποίου εκτιμώνται βάσει των στοιχείων του Ινστιτούτο Γεωλογικών και Μεταλλευτικών ερευνών σε 4,5 δισεκ. τόνους, μπορεί να ικανοποιήσει τις ανάγκες της Ελλάδας για 60 χρόνια. Αυτή η χρονική διάρκεια στηρίζεται σε μία ετήσια παραγωγή της τάξης των 60 εκατομ. τόνων και αύξηση της ετήσιας ζήτησης κατά 2%. Το κόστος εξόρυξης και μεταφοράς του ελληνικού λιγνίτη υπολογίζεται σε \$20/τόνο, γεγονός που τον καθιστά θερμιδικά την φθηνότερη ενεργειακή πρώτη ύλη για ηλεκτροπαραγωγή. Με δεδομένο ότι πολύ σύντομα η ανθρωπότητα θα αντιμετωπίσει ενεργειακή κρίση, η χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας καθίσταται αναγκαία για να αντιμετωπιστεί, στο μέτρο του δυνατού, η επερχόμενη έλλειψη των μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Για την Ελλάδα όσον αφορά την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, η συμμετοχή του λιγνίτη σε ποσοστό 50 έως 60% με την χρήση των ήδη υφισταμένων νέων τεχνολογιών καύσης και με συμπαραγωγή ενέργειας και θερμότητας είναι αναγκαία.

Το υπόλοιπο 40% έως 50% της ηλεκτρενέργειας μπορεί και πρέπει να καλυφθεί από τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, ήτοι την αξιοποίηση των υδάτινων πόρων, της γεωθερμίας, της βιομάζας, τα φωτοβολταϊκά και την αιολική ενέργεια. Αυτός ο συνδυασμός της χρήσης ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, για ηλεκτροπαραγωγή μειώνει τις εκπομπές του CO₂ ,στην ατμόσφαιρα, περισσότερο από



70%, ήτοι περισσότερο από το όριο μείωσης των εκπομπών του CO₂ κατά 50% που έχει θέσει ως στόχο η ΕΕ για το 2050.

Επίσης, ο συνδυασμός των ανανεώσιμων και μη ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα οδηγήσει στην παραγωγή φθηνής κιλοβατώρας διότι, το υψηλό κόστος της παραγόμενης κιλοβατώρας από την χρήση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας θα εξισορροπηθεί από το χαμηλό κόστος της λιγνιτικής κιλοβατώρας. Επιπροσθέτως, θα δημιουργηθούν χιλιάδες νέες θέσεις εργασίας, θα μειωθεί το τεράστιο έλλειμμα του εμπορικού μας ισοζυγίου και τελικά θα αποφευχθεί η ενεργειακή εξάρτηση της χώρας μας. Όσον αφορά το πρόβλημα της κίνησης - μεταφοράς, η έρευνα για την ανακάλυψη νέων κοιτασμάτων υδρογονανθράκων στην Ελλάδα είναι αδήριτος ανάγκη.

Εκτιμήσεις που πηγάζουν από έλληνες γεωλόγους αναφέρουν ως πιθανά και εκμεταλλεύσιμα αποθέματα την ποσότητα των 3 έως 5 δισεκ. βαρελιών. Αν τελεσφορήσουν οι έρευνες από την ανακάλυψη υδρογονανθράκων τότε, με βάση τις ετήσιες ανάγκες σε πετρέλαιο, οι οποίες ανέρχονται σε περίπου 140 εκατομμύρια βαρέλια ετησίως, καλύπτονται οι εγχώριες απαιτήσεις για τα επόμενα 30 - 35 χρόνια. 4

1.2 Ενεργειακή Γεωργία

Οι Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας καλούνται να διαδραματίσουν σημαντικό ρόλο στο συνεχώς μεταβαλλόμενο γεωπολιτικό χάρτη της ενέργειας. Η βιομάζα έχει αναγνωρισθεί ως μια από τις πιο σημαντικές ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, κυρίως λόγω των πολλαπλών πλεονεκτημάτων που απορρέουν τόσο από την παραγωγή αλλά και από την αξιοποίησή της για ενέργεια και άλλα προϊόντα.

Η ιδιαίτερη σημασία που αποδίδεται σε αυτή αντανακλάται στα επίσημα έγγραφα της ευρωπαϊκής και παγκόσμιας ενεργειακής πολιτικής (Λευκή Βίβλος, COM (1997)/599, Πράσινη Βίβλος COM (2000)/769, Οδηγία για ηλεκτροπαραγωγή από ΑΠΕ 2001/77EC, Συμφωνία για το Πρωτόκολλο του Κιότο (UNFCC Kyoto Protocol), Οδηγία για Βιοκαύσιμα 2003/30/EC, Οδηγία για τις εκπομπές αερίων ρύπων του θερμοκηπίου 2003/87/EC. Η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς, περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών ή και υγρών καυσίμων (δασική βιομάζα, φυτικά υπολείμματα, ζωικά απόβλητα, απορρίμματα και ενεργειακές καλλιέργειες). Ο



ρόλος της βιομάζας στη μερική αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων θα είναι καθοριστικός αφού ως το 2010 η βιομάζα θα πρέπει να καλύπτει το 8% των ενεργειακών αναγκών από 4% που είναι σήμερα. Ειδικότερα για τις μεταφορές, η Ευρωπαϊκή οδηγία για την αύξηση του ποσοστού χρήσης βιοκαυσίμων στις μεταφορές (2003/30/EK) όριζε «τιμές αναφοράς» για μερίδιο αγοράς των βιοκαυσίμων στο 2% το έτος 2005 και ορίζει μερίδιο αγοράς 5,75% το έτος 2010.

Η ανάπτυξη της παραγωγής βιοκαυσίμων αναμένεται ότι θα προσφέρει νέες ευκαιρίες διαφοροποίησης του εισοδήματος και της απασχόλησης σε αγροτικές περιοχές. Ήδη από το 2006 εφαρμόζεται στη χώρα μας η νέα κοινή αγροτική πολιτική (ΚΑΠ) σύμφωνα με την οποία οι επιδοτήσεις αποσυνδέονται από το ύψος της παραγωγής και μεταφέρονται στον ίδιο το γεωργό, με αποτέλεσμα πολλές από τις παραδοσιακές εκτατικές καλλιέργειες να καθίστανται αντισυμβατικές, χωρίς να υπάρχουν εναλλακτικές λύσεις. Οι ενεργειακές καλλιέργειες φαίνεται να αποτελούν μια ομάδα καλλιεργειών που μπορούν να δώσουν διέξοδο στα προβλήματα που αναμένεται να αντιμετωπίσει σύντομα ο Έλληνας αγρότης. Λαμβάνοντας υπόψη τα πολλαπλά οφέλη της ενεργειακής αξιοποίησης της βιομάζας αλλά και τις ιδιαιτερότητες του ελληνικού αγροτικού τομέα, οι καλλιέργειες αυτές αντιπροσωπεύουν μια ελκυστική λύση τόσο για την παραγωγή ενέργειας και υγρών καυσίμων όσο και για την αύξηση της ανταγωνιστικότητας του αγροτικού χώρου, την ενίσχυση της απασχόλησης και την προστασία του περιβάλλοντος.

Στα συνολικά πλεονεκτήματα, θα πρέπει φυσικά να συμπεριλάβουμε και τα πολλαπλασιαστικά οφέλη όπως την αύξηση των θέσεων εργασίας, τη συγκράτηση του πληθυσμού στην περιφέρεια, την αναδιάρθρωση των καλλιεργειών, την αύξηση του γεωργικού εισοδήματος και την μείωση των ενεργειακών αναγκών από ορυκτά καύσιμα. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες (European Biomass Industry Association, 2004), για παραγωγή ενέργειας από βιομάζα ύψους 133 MTOE ετησίως στην Ευρώπη, το 2020, θα δημιουργηθούν 1.500.000 νέες θέσεις εργασίας. 5

1.3 Ορισμός των Βιοκαυσίμων

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. 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 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_2), έχουν δημιουργήσει κατά τα τελευταία χρόνια ένα κλίμα στροφής προς τα βιοκαύσιμα, τα οποία καλούνται να υποκαταστήσουν σταδιακά τα συμβατικά καύσιμα.

Τα βιοκαύσιμα, προερχόμενα από οργανικά προϊόντα, θεωρούνται ανανεώσιμα καύσιμα. Ως ανανεώσιμα καύσιμα έχουν το χαρακτηριστικό των χαμηλότερων εκπομπών CO_2 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 εκπέμπουν περίπου ίσες ποσότητες CO_2 με τα αντίστοιχα πετρελαϊκής προέλευσης. Επειδή όμως είναι οργανικής προέλευσης ο άνθρακας τον οποίο περιέχουν, έχει δηλαδή, δεσμευτεί κατά την ανάπτυξη της οργανικής ύλης από την ατμόσφαιρα στην οποία επανέρχεται μετά την καύση, 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_2 , το τελικό όφελος από τα καύσιμα αυτά μπορεί να είναι από πολύ μεγάλο έως μηδαμινό.

Για να αποφανθεί κανείς ασφαλώς για τα περιβαλλοντικά οφέλη κάποιου βιοκαυσίμου πρέπει να πραγματοποιήσει εξειδικευμένη ανάλυση κύκλου ζωής. Σε μια προσπάθεια να προωθηθεί η χρήση των βιοκαυσίμων στον τομέα των μεταφορών στην



Ευρώπη, η Ευρωπαϊκή Ένωση υιοθέτησε την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ. Σύμφωνα με την κοινοτική οδηγία 2003/30/ΕΚ βιοκαύσιμο θεωρείται κάθε υγρό ή αέριο καύσιμο το οποίο παράγεται από βιομάζα και χρησιμοποιείται στις μεταφορές, 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 βάση 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 χωρίς όμως 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. 6

1.4 Βιοκαύσιμα Πρώτης Γενιάς

Βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται υπό χαμηλή αναλογία μαζί με συμβατικά καύσιμα ήδη στα περισσότερα οχήματα και μπορεί να διανέμονται μέσω της υφιστάμενης υποδομής. Ορισμένα αυτοκίνητα πετρελαίου ντίζελ είναι δυνατόν να κινούνται κατά 100% με βιοντίζελ (B100) ενώ είναι ήδη διαθέσιμα σε πολλές χώρες στον κόσμο «βιοκαύσιμα» αυτοκίνητα. Συνεπώς η αντικατάσταση ποσοστού πετρελαίου ντίζελ ή βενζίνης με βιοκαύσιμα αποτελεί τον απλούστερο τρόπο ώστε στον τομέα των

μεταφορών να πραγματοποιηθεί άμεση συμβολή στους στόχους Κιότο, ιδιαιτέρως λόγω του ότι τα οφέλη θα ήταν δυνατόν να εφαρμοστούν σε ολόκληρο το στόλο οχημάτων.

Η ανάπτυξη υποκατάστατου για το πετρέλαιο ντίζελ έχει ιδιαίτερη σημασία στο ευρωπαϊκό πλαίσιο, δεδομένου ότι επί του παρόντος η ΕΕ αποτελεί καθαρό εισαγωγέα πετρελαίου ντίζελ ενώ εξάγει βενζίνη. Όμως, μολονότι χρησιμοποιούνται οι πλέον πρόσφατες τεχνολογίες, το κόστος των βιοκαυσίμων των παραγόμενων στην ΕΕ θα καταστήσει δύσκολο τον ανταγωνισμό τους προς τα ορυκτά καύσιμα. Με τις διαθέσιμες επί του παρόντος τεχνολογίες το παραγόμενο στην ΕΕ βιοκαύσιμο φθάνει σε ίσα επίπεδα προς τιμές πετρελαίου περίπου 60 € ανά βαρέλι ενώ η βιοαιθανόλη γίνεται ανταγωνιστική με τιμές πετρελαίου περίπου 90 € ανά βαρέλι.

Τα βιοκαύσιμα είναι δυνατόν να χρησιμοποιούνται ως εναλλακτικό καύσιμο για τις μεταφορές όπως συμβαίνει και με άλλες εναλλακτικές λύσεις σαν το υδροποιημένο φυσικό αέριο (LNG), το συμπιεσμένο φυσικό αέριο (CNG), το υγραέριο (LPG) και το υδρογόνο. Η ενθάρρυνση πάντως της χρήσης των διαθέσιμων σήμερα βιοκαυσίμων θα είναι δυνατόν να θεωρηθεί ως ενδιάμεσο βήμα προς τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου, το διαφορισμό των πηγών ενέργειας για μεταφορές και την προετοιμασία της οικονομίας της ΕΕ για άλλες εναλλακτικές λύσεις στον τομέα των μεταφορών οι οποίες δεν είναι ακόμη ώριμες. Υιοθετώντας ενεργώς τη γενική τάση προς τα βιοκαύσιμα και διασφαλίζοντας την αειφόρο παραγωγή τους, η ΕΕ μπορεί να εκμεταλλευθεί και να εξαγάγει την εμπειρία και τη γνώση της αποδύομένη ταυτόχρονα σε έρευνα για να εξασφαλιστεί η παραμονή της στην πρωτοπορία των τεχνικών εξελίξεων.

Η χάραξη σαφούς στρατηγικής για την ΕΕ θα προωθήσει επίσης τη μείωση του κόστους παραγωγής. Ο εφοδιασμός με πρώτες ύλες αποτελεί κρίσιμο παράγοντα για την επιτυχία της στρατηγικής στον τομέα των βιοκαυσίμων. Έτσι, ορισμένες από τις διατάξεις της Κοινής Γεωργικής Πολιτικής θα αναθεωρηθούν και θα αναπροσαρμοστούν, εφόσον είναι αναγκαίο. Η αναμενόμενη αύξηση του παγκοσμίου εμπορίου βιοκαυσίμων θα συμβάλει επίσης στη σταθερότητα του εφοδιασμού της ΕΕ και άλλων μερών του κόσμου. Η κατασκευή εργοστασίων για την παραγωγή εναλλακτικών καυσίμων, η εισαγωγή νέων τύπων κινητήρων και η αναπροσαρμογή του συστήματος διανομής καυσίμων συνεπάγονται βραχυπρόθεσμες επενδύσεις οι οποίες απαιτούν σταθερές προοπτικές όσον αφορά τη ζήτηση από την αγορά. Αυτό συνεπάγεται ότι μέτρα προς την πλευρά της

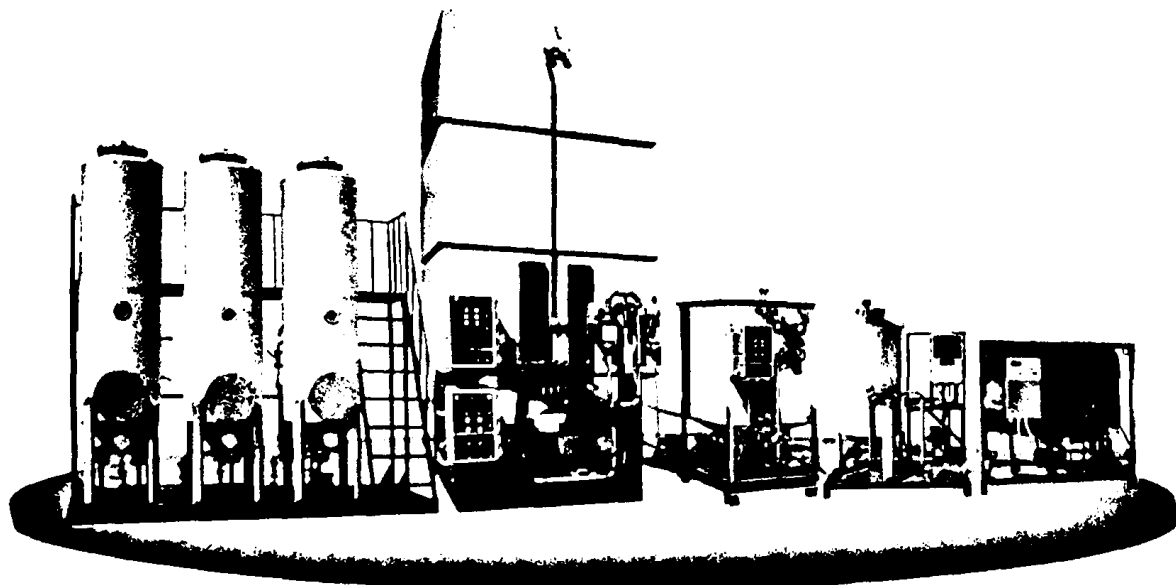


ζήτησης πρέπει να συμπληρώνονται από αποτελεσματικό σύστημα κινήτρων βασιζόμενων στην αγορά. Μεσοπρόθεσμα θα απαιτηθούν συμπληρωματικές επενδύσεις ώστε να τεθούν σε χρήση νέες τεχνολογίες και πρώτες ύλες. Για να προκύψει το μέγιστο όφελος από τις σημερινές και μελλοντικές ευκαιρίες, η Επιτροπή δεσμεύεται να ενθαρρύνει την αγορά βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς, μέτρο που θα συμπληρωθεί με νέες τεχνολογίες μόλις αυτές τεθούν σε λειτουργία. 7

1.5 Κατηγορίες Βιοκαυσίμων Πρώτης Γενιάς

Τα βιοκαύσιμα πρώτης γενιάς αναφέρονται στα καύσιμα που έχουν παραχθεί από πηγές όπως άμυλο, ζάχαρη, ζωικά λίπη και φυτικά έλαια.. Το πετρέλαιο λαμβάνονται με τις συμβατικές τεχνικές της παραγωγής. Μερικά από τα πιο δημοφιλή είδη πρώτης γενιάς βιοκαυσίμων είναι:

Βιοντίζελ: Αυτό είναι το πιο κοινό είδος του βιοκαυσίμου που χρησιμοποιείται συνήθως στις ευρωπαϊκές χώρες. Αυτό το είδος του βιοκαυσίμου που παράγεται κυρίως χρησιμοποιώντας μια διαδικασία που ονομάζεται μετεστεροποίηση. Αυτό το είδος



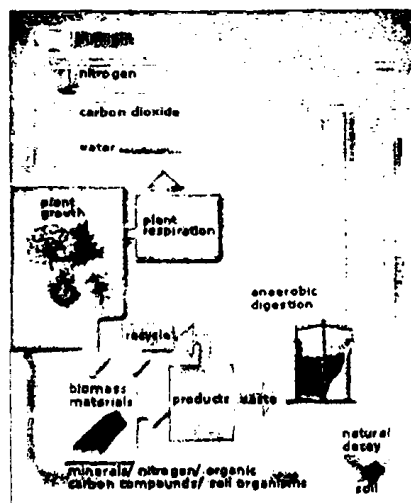
πετρελαίου παράγεται μετά την ανάμειξη της βιομάζας με μεθανόλη και υδροξείδιο του νατρίου. Η χημική αντίδραση αυτών παράγει το βιοντίζελ. Το βιοντίζελ χρησιμοποιείται πολύ συχνά για τους διάφορους κινητήρες diesel, μετά την ανάμειξη του με το ορυκτό

ντίζελ. Τώρα, σέ πολλές χώρες, οι κατασκευαστές του ντίζελ κινητήρα εξασφαλίζουν ότι ο κινητήρας δουλεύει καλά ακόμα και με το βιοντίζελ.

Φυτικά έλαια: Αυτά τα είδη του πετρελαίου μπορεί να είναι είτε χρησιμοποιηθούν για το μαγείρεμα ή ακόμα και ως καύσιμο. Το κύριο γεγονός το οποίο καθορίζει τη χρήση του πετρελαίου είναι η ποιότητα. Το έλαιο καλής ποιότητας είναι αυτό που γενικά χρησιμοποιείται για το μαγείρεμα. Φυτικά έλαια μπορούν να χρησιμοποιηθούν ακόμη και στους περισσότερους από τους παλιούς κινητήρες ντίζελ. Στις περισσότερες χώρες, τα υπολείμματα φυτικών ελαίων χρησιμοποιούνται κυρίως για την παραγωγή βιοντίζελ.



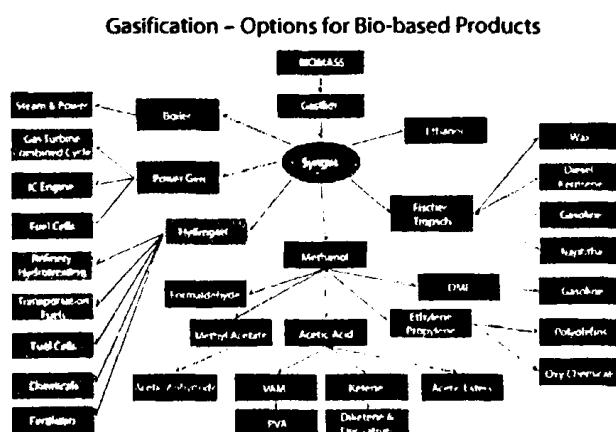
Βιοαέριο: Το βιοαέριο παράγεται κυρίως από την αναερόβια ζύμωση των οργανικών υλικών. Το βιοαέριο μπορεί επίσης να παραχθεί με τη βιοαποικοδόμηση των αποβλήτων υλικών, τα οποία συλλέγονται σε ειδικούς ταμιευτήρες και τα οποία αποδίδουν βιοαέριο. Το υπολείμματα ή τα υποπροϊόντα μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν ως κοπριά ή λιπάσματα για γεωργική χρήση. Το βιοαέριο που παράγεται είναι πολύ πλούσιο σε μεθάνιο το οποίο μπορεί εύκολα να ανακτηθεί με τη χρήση μηχανικών συστημάτων βιολογικού καθαρισμού. Μια λιγότερο καθαρή μορφή του βιοαερίου είναι το αέριο που προκύπτει από την υγειονομική ταφή το οποίο παράγεται με τη χρήση της αναερόβιων οργανισμών που απαντιούνται στη φύση, αλλά η κυριότερη απειλή είναι ότι αυτά τα αέρια μπορεί να αποτελέσουν σοβαρή απειλή εάν διαφύγουν στην ατμόσφαιρα.



Bioalcohols: Είναι αλκοόλες που παράγονται από ένζυμα και μικροοργανισμούς μέσα από τη διαδικασία της ζύμωσης των αμύλων και τη ζάχαρης. Η αιθανόλη είναι ο πιο κοινός τύπος bioalcohol ενώ βουτανόλη και προπανόλη είναι μερικά από τα λιγότερο γνωστά. Η βιοβουτανόλη είναι ο πιο κοινός τύπος βιοαερίου που μπορεί άμεσα να αντικαταστήσει την βενζίνη αφού μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στους διάφορους βενζινοκινητήρες. Η βουτανόλη παράγεται χρησιμοποιώντας τη διαδικασία της ζύμωσης

ABE, και ορισμένα από τα πειράματα έχουν επίσης αποδείξει ότι βουτανόλη είναι από τα πιο αποδοτικά ενεργειακά καύσιμα και μπορεί να χρησιμοποιηθεί άμεσα στους διάφορους βενζινοκινητήρες.

Syngas: Αυτό είναι ένα αέριο που παράγεται μετά τη συνδυασμένη διαδικασία της αεριοποίησης, καύσης και της πυρόλυσης. Τα βιοκαυσίμων που χρησιμοποιούνται στη διαδικασία αυτή μετατρέπονται σε μονοξείδιο του άνθρακα και στη συνέχεια σε ενέργεια από την πυρόλυση. Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, πολύ λίγο είναι το οξυγόνο που παρέχεται για να διατηρήσει υπό έλεγχο την καύση. Στο τελευταίο στάδιο που είναι γνωστό ως αεριοποίηση, τα οργανικά υλικά μετατρέπονται σε αέρια όπως το μονοξείδιο του άνθρακα και το υδρογόνο. Το Syngas αέριο που προκύπτει μπορεί να χρησιμοποιηθεί για διάφορους σκοπούς. 8



1.5.1 Φυτά που καλλιεργούνται για την παραγωγή βιοκαυσίμων πρώτης γενιάς.

Ελαιοκράμβη

Η ελαιοκράμβη είναι ετήσιο φυτό, και ανήκει στη οικογένεια των Σταυρανθών ή Βρασσικίδων. Πολλαπλασιάζεται με σπόρο και καλλιεργείται κυρίως σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή ελαίου και σε μικρότερη έκταση για τα φύλλα της (για ανθρώπινη κατανάλωση, ζωοτροφή και λίπανση). Μετά τη εξαγωγή του ελαίου, τα υπολείμματα της (η λεγόμενη πίτα)



χρησιμοποιούνται στην κτηνοτροφία καθώς έχουν πλούσια περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη. Η ελαιοκράμβη θεωρείται παγκοσμίως ως το τρίτο σημαντικότερο ελαιοπαραγωγό φυτό, μετά τη σόγια και το φοινικέλαιο. Ο μικρός στρογγυλός σπόρος της έχει κατά μέσο όρο μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι (30-50%) και η πίτα της είναι πολύ πλούσια σε πρωτεΐνη (10-45%). Οι τεχνικές καλλιέργειες είναι όμοιες με εκείνες των χειμερινών σιτηρών.

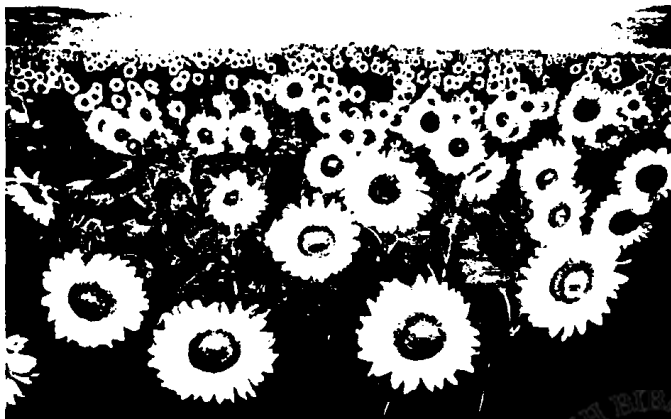
Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην εφαρμογή ζιζανιοκτόνων (προ και μεταφυτρωτικών) καθώς το φυτό είναι πολύ ευαίσθητο στα ζιζάνια στα πρώτα στάδια της ανάπτυξής του. Προσοχή πρέπει επίσης να δοθεί κατά την συγκομιδή ώστε η υγρασία του σπόρου να κυμαίνεται από 9-12%. Έχει πολύ μεγάλη σημασία ο χρόνος συγκομιδής της ελαιοκράμβης, για την αποφυγή της απώλειας του σπόρου από τις υψηλές θερμοκρασίες που συνοδεύονται από τα ξηρά και τα θερμά ρεύματα.

Από πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στις μεσογειακές περιοχές, και πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα, στην Ιταλία, και στην Ισπανία (Ευρωπαϊκό δίκτυο για την ελαιοκράμβη: FAIR CT98-1946) προκύπτουν θετικά αποτελέσματα, όσον αφορά στην προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα της καλλιέργειας στις παραπάνω εδαφοκλιματικές συνθήκες. Συγκεκριμένα, οι αποδόσεις σε σπόρο καθώς και σε ξηρή βιομάζα, ανάλογα με την ποικιλία, τις καλλιεργητικές τεχνικές και τις επικρατούσες εδαφοκλιματικές συνθήκες κυμάνθηκαν από 120 έως 250 κιλά/στρέμμα και 300 ως 800 κιλά/στρέμμα, αντίστοιχα.

Από ένα στρέμμα ελαιοκράμβη παράγονται κατά μέσο όρο 120-250 κιλά σπόρος με αντίστοιχη παραγωγή 43-90 λίτρα βιοντίζελ 9

Ηλίανθος

Ο ηλίανθος είναι ένα ετήσιο φυτό και ανήκει στην οικογένεια Compositae. Σύμφωνα με τον FAO, η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε στα 24,2 εκατ. τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε 195 εκατ. στρέμματα. Από αυτό, περισσότερα από 100 εκατ. στρέμματα



καλλιεργήθηκαὶ στην Ευρώπη και 1,7 εκατ. στην Ιταλία (0,17 εκατ. στρέμματα στην Ελλάδα)

Στην Ελλάδα, ο ηλίανθος θεωρείται σημαντικό φυτό, και η καλλιέργεια του συγκεντρώνεται κυρίως στο βορειο-ανατολικό μέρος της χώρας. Καλλιεργείται κυρίως ως πηγή φυτικού ελαίου διατροφής. Η συνολική καλλιεργημένη έκταση, καθώς και η συνολική παραγωγή με ηλίανθος σχεδόν διπλασιάστηκαν (2 εκατ. στρέμματα το 1991 και 3,6 εκατ. στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή των 0,033 εκατ. τόνων και 0,050 εκατ. τόνων αντίστοιχα (ΕΣΥΕ). Ο ηλίανθος μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σαν πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοντίζελ. Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ25) είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοντίζελ (1.504.000 τόνοι το 2003) σε παγκόσμιο επίπεδο, (Biofuels Barometer-June 2004, EUROBSERVER).

Από ένα στρέμμα ηλίανθου παράγονται κατά μέσο όρο 1120-210 κιλά σπόρος με αντίστοιχη παραγωγή 43-75 λίτρα βιοντίζελ. 10

Γλυκός Σόργος

Το γλυκό σόργο είναι ένα μονοετές φυτό, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα, υψηλό ποσοστό σε διαλυτά σάκχαρα και κυτταρίνες, και σχετικά χαμηλές απαιτήσεις σε άρδευση και λίπανση. Προσαρμόζεται εύκολα σε διάφορα είδη εδαφών και σε ποικίλες κλιματικές συνθήκες.

Στην Ευρώπη, έχουν εξεταστεί πολλές ποικιλίες. Οι αποδόσεις τους ποικίλουν, ανάλογα με την περιοχή, τις κλιματικές συνθήκες, τη γονιμότητα του εδάφους και τις καλλιεργητικές τεχνικές, που εφαρμόζονται. Το γλυκό σόργο καλλιεργήθηκε στην Ελλάδα, για σειρά ετών, με σκοπό τη μελέτη της παραγωγικότητας του σε διάφορους τύπους εδαφών (περιθωριακά και γόνιμα) καθώς και την επίδραση διαφόρων



καλλιεργητικών τεχνικών στις τελικές αποδόσεις. Τα κύρια συμπεράσματα από την πολυετή έρευνα συνοψίζονται παρακάτω.

Το γλυκό σόργο μπορεί να καλλιεργηθεί από τις βορειότερες ως τις νοτιότερες περιοχές της Ελλάδας, σε εύφορα αλλά και υποβαθμισμένα εδάφη. Από τους παράγοντες που εξετάστηκαν, η άρδευση αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων, ενώ η αζωτούχος λίπανση δεν έδειξε να επηρεάζει καθοριστικά τις αποδόσεις.

Η αναλογία σε σάκχαρα, ποικίλει από 9-13,2 % επί του χλωρού βάρους των στελεχών, οι δε αποδόσεις με βάση την παραγωγή φτάνουν τους 1,2 τόνους/στρέμμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα ποσότητα σακχάρων επιτυγχάνεται στις αρχές του Σεπτεμβρίου για τις πρώιμες ποικιλίες, και περίπου δεκαπέντε μέρες αργότερα για τις όψιμες. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα, που βασίζονται στο χλωρό βάρος των στελεχών και στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, μπορεί να εξασφαλιστεί, θεωρητικά, μέση παραγωγή 675 λίτρων αιθανόλης/στρέμμα.

Επιπλέον, μετά την επεξεργασία της πρώτης ύλης, μένουν μεγάλες ποσότητες υπολείμματος, υψηλής θερμογόνου δύναμης, οι οποίες μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες, τόσο της παραγωγής, όσο και της μετατροπής του σόργου σε αλκοόλη.

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση πραγματοποιούνται έρευνες με σκοπό τη διερεύνηση της δυνατότητας αξιοποίησης του γλυκού σόργου για την παραγωγή βιοαιθανόλης. 11

Σιτάρι & Κριθάρι

Το σιτάρι και το κριθάρι είναι ετήσια φυτά, τα οποία ανήκουν στην οικογένεια των δημητριακών. Το σιτάρι θεωρείται παγκοσμίως ως το σημαντικότερο φυτό μεταξύ των άλλων δημητριακών, με συνολική παραγωγή 573,5 εκατομμυρίων τόνων το 2002. Το κριθάρι, χρησιμοποιείται κυρίως σαν ζωοτροφή και στην παραγωγή αλκοολούχων ποτών. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή του κριθαριού έφθασε στους 136,5 εκατομμύρια τόνους το 2002.



Τα τελευταία πέντε χρόνια, υπάρχει έντονη δραστηριότητα στη χρήση του σιταριού και του κριθαριού ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Ισπανία έχει τη

σημαντικότερη ενεργοποίηση στον τομέα της βιοαιθανόλης. Εκτιμάται ότι η δυναμικότητα της παραγωγής βιοαιθανόλης θα φθάσει στα 500 εκατομμύρια λίτρα (σε τρία εργοστάσια) το 2004, με πρώτη ύλη σιτάρι και κριθάρι.

Στη Γαλλία (2002) τα σιτηρά για παραγωγή βιοαιθανόλης αντιπροσώπευαν το 20% (56.600 τόνους). Αξίζει να σημειωθεί ότι τα τελευταία επτά χρόνια, η καλλιεργούμενη έκταση με σιτάρι για βιοαιθανόλη σχεδόν τριπλασιάστηκε (από 4.600 εκτάρια το 1993 σε 11.900 εκτάρια το 1999). Από ένα στρέμμα σιτάρι παράγονται κατά μέσο όρο 240 λίτρα βιοαιθανόλης.

Στην Ελλάδα, το σιτάρι (σκληρό και μαλακό) είναι το πιο διαδεδομένο ετήσιο φυτό και η καλλιέργεια του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση (σκληρό και μαλακό) ήταν 6,6 εκατομμύρια



στρέμματα το σκληρό και 1,9 εκατομμύρια στρέμματα το μαλακό (2000), με παραγωγή 1,8 και 0,5 εκατομμυρίων τόνων, αντίστοιχα. Η συνολική παραγωγή του σιταριού στην Ελλάδα ξεπέρασε τα 2 εκατομμύρια τόνους το 2002. Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής αυτής χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, καθώς και για ζωοτροφή.

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

Η καλλιέργεια του κριθαριού είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργημένη έκταση ήταν 1,2 εκατ. στρέμματα το 2000, με ετήσια παραγωγή 0,29 εκατ. τόνων, αντίστοιχα.

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις κριθαριού κυμαίνονται από 150-700 κιλά/στρέμμα, και οι αποδόσεις σε σπόρου % του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού (Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 23-54%. 12

Ζαχαρότευτλα

Τα ζαχαρότευτλα είναι ένας διетής τύπος τεύτλου, που καλλιεργείται εμπορικά λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των ριζών του σε σάκχαρα. Οι ρίζες των τεύτλων περιέχουν μέχρι 20% σάκχαρα (επί χλωρού βάρους), κάνοντας το τη δεύτερη πιο σημαντική πηγή σακχάρων μετά από το ζαχαροκάλαμο. Η συνολική παγκόσμια παραγωγή έφθασε τους 257 εκατ. τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε περισσότερα από 60 εκατομμύρια στρέμματα. Από αυτά τα 5,5 εκατ. στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις Η.Π.Α. και περισσότερο από 40 εκατ. στρέμματα στην Ευρώπη.



Στην Ελλάδα, η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι διάσπαρτη σε όλη τη χώρα. Αν και η συνολική παραγωγή τους μειώθηκε ελάχιστα, η συνολική καλλιεργημένη έκταση αυξήθηκε βαθμιαία (0,40 εκατομμύρια στρέμματα το 1991 και 0,43 εκατ. στρέμματα το 1999), με μια ετήσια παραγωγή 2,6 και 2,4 εκατ. τόνους, αντίστοιχα.

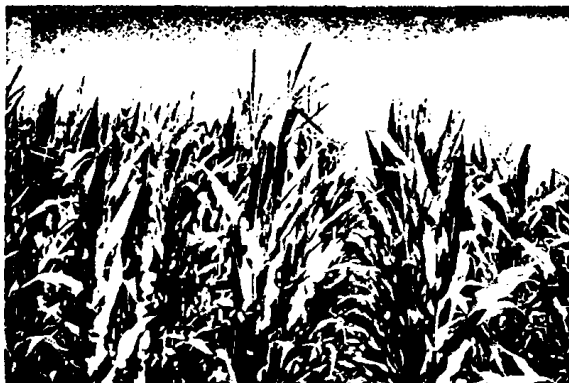
Σύμφωνα με τον FAO, οι ελληνικές μέσες αποδόσεις ζαχαρότευτλων ανέρχονται σε 6,250 κιλά/στρέμμα. Αξίζει να αναφερθεί ότι, αυτές οι αποδόσεις είναι μεταξύ των υψηλότερων στις ευρωπαϊκές χώρες.

Το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα χρησιμοποιείται για ανθρώπινη κατανάλωση, καθώς και για ζωοτροφή.

Τα τελευταία χρόνια, τα ζαχαρότευτλα χρησιμοποιούνται και σαν πρώτη ύλη για παραγωγή βιοαιθανόλης. Η Γαλλία είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός βιοαιθανόλης από ζαχαρότευτλα στον κόσμο. Εκτιμάται ότι το 2003, το 80% (226.400 τόνοι) της παραγόμενης βιοαιθανόλης προήλθε από ζαχαρότευτλα και το υπόλοιπο από άλλα δημητριακά φυτά. Από 1 στρέμμα ζαχαρότευτλα παράγονται κατά μέσο όρο 600 λίτρα βιοαιθανόλης. 13

Αραβόσιτος

Η παγκόσμια παραγωγή αραβοσίτου έφθασε στους 604 εκατομμύρια τόνους το 2002, καλλιεργούμενη σε 1.383 εκατ. στρέμματα. Από αυτά, πάνω από 280 εκατ. στρέμματα καλλιεργήθηκαν στις Η.Π.Α. και 134 εκατ. στρέμματα στην Ευρώπη (2,2 εκατ. στρέμματα στην Ελλάδα).



Στην Ελλάδα, ο αραβόσιτος θεωρείται σημαντικό φυτό κι η καλλιέργεια του είναι εκτεταμένη σε όλη τη χώρα. Η συνολική καλλιεργούμενη έκταση παρέμεινε σχεδόν σταθερή την τελευταία δεκαετία (2,3 εκατ. στρέμματα το 1991 και 2,1 εκατ. στρέμματα το 1999), με ετήσια παραγωγή 2,3 και 2 εκατ. τόνους αντίστοιχα.

Σύμφωνα με το Ινστιτούτο Σιτηρών Θεσσαλονίκης οι ελληνικές μέσες αποδόσεις αραβοσίτου κυμαίνονται από 600-1800 κιλά/στρέμμα. Οι αντίστοιχες αποδόσεις σε σπόρο (% του συνολικού βάρους του υπέργειου τμήματος του φυτού-Δείκτης συγκομιδής) κυμαίνονται από 35-50%.

Τα τελευταία δεκαπέντε χρόνια, ο αραβόσιτος χρησιμοποιείται κι ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης με κυριότερη παραγωγό χώρα τις Η.Π.Α. Η παραγωγή βιοαιθανόλης τα τελευταία δεκατέσσερα χρόνια έχει υπερτριπλασιαστεί κι από 8 εκατ. τόνους το 1989 έφτασε στους 28 εκατ. τόνους το 2003. Σήμερα, λειτουργούν 73 αμερικανικά εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης ενώ άλλα 16 είναι υπό κατασκευή.

Το 2001, η αντίστοιχη βιομηχανία βιοαιθανόλης των Η.Π.Α. απασχολούσε περισσότερα από 200.000 άτομα (άμεσα και έμμεσα) στη χώρα, εξοικονομώντας έτσι 2 δισεκατομμύρια δολάρια ετησίως από την άποψη των εισαγωγών πετρελαίου. Τα συνολικά οφέλη για την γεωργική οικονομία είναι περίπου 4,5 δισεκατομμύρια δολάρια.

Υπολογίζεται ότι 2001, περίπου 12% της βενζίνης που διατέθηκε στις Η.Π.Α. περιείχε βιοαιθανόλη ως προσθετικό καυσίμου. Από 1 στρέμμα αραβόσιτο παράγονται κατά μέσο όρο 270 λίτρα βιοαιθανόλης. 14

Ευκάλυπτος

Οι φυτείες ευκαλύπτων χαρακτηρίζονται από γρήγορους ρυθμούς ανάπτυξης, μετά την συγκομιδή. τα δύο σημαντικότερα είδη ευκαλύπτων για τις μεσογειακές χώρες είναι οι *Eucalyptus globulus* Labill και *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.

Στη χώρα μας, βάσει της έρευνας προσαρμοστικότητας, που έχει προηγηθεί (Metro 1969, Πανέτσος 1975, Μαντζίρης 1980, Dalianis et al., 1996), φαίνεται ότι το καταλληλότερο είδος ευκαλύπτου που πληρεί τις προδιαγραφές των ενεργειακών



καλλιεργειών είναι ο *E. camaldulensis* (Ευκάλυπτος η ρυγχωτή), καθόσον παρουσιάζει μεγαλύτερη ικανότητα προσαρμογής σε διάφορα μικροπεριβάλλοντα σε σχέση με τα άλλα είδη ευκαλύπτου ταχυσυαυξία εύκολη πρεμνοβλάστηση μετά από κοπή οποιαδήποτε εποχή του έτους, και μεγάλη παραγωγικότητα σε βιομάζα.

Και τα δύο είδη πάντως σε όξινα εδάφη επέδειξαν ευρωστία και υψηλή παραγωγικότητα, η δε ανάπτυξη τους συνεχίζονταν καθ' όλη την διάρκεια του έτους (Dalianis and Djouras, 1997).

Σε πειραματικές εφαρμογές αρδευόμενου *E. camaldulensis*, διαχειριζόμενου με διετή περίτροπο χρόνο, απέδωσε κατά μέσο όρο τριών διαδοχικών περιτρόπων 64 τόνους/στρέμμα/έτος και 28 τόνους/στρέμμα/έτος, χλωρής βιομάζας και ξηρής ουσίας, αντίστοιχα. Παρατηρήθηκε αύξηση των αποδόσεων ξηρής ουσίας κατά την συγκομιδή του τρίτου περίτροπου χρόνου κατά 46% σε σχέση με το δεύτερο περίτροπο χρόνο. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν 1000 και 2000 φυτά ανά στρέμμα. Στο τέλος του τρίτου διετούς περίτροπου χρόνου οι αποδόσεις σε ξηρά ουσία κατέγραψαν υψηλές τιμές 25 τόνων/στρέμμα/έτος.

Όσον αφορά στις επεμβάσεις του ευκαλύπτου σε ξηρή βιομάζα και την αντίστοιχη θερμογόνο δύναμη, το εκτιμώμενο ενεργειακό δυναμικό ενέρχεται σε 1,29 ΤΙΠ/στρέμμα/έτος. 15

Ψευδακακία

Η ψευδακακία είναι φυτό ψυχανθές, πολυετές, δενδρώδες, που χαρακτηρίζεται από ταχύτατη ανάπτυξη του υπέργειου μέρους, σημαντική παραγωγή βιομάζας και εξαιρετική αναβλάστηση μετά την κοπή. Το ενδιαφέρον για την ψευδακακία αυξάνει τόσο στην Ευρώπη, όσο και στη Ασία. Στη



διάρκεια μιας 20ετίας, οι αναδασωμένες με ψευδακακία εκτάσεις, στις δυο αυτές περιοχές, αυξήθηκαν από 3.370.000 στρέμματα σε 18.900.000, χωρίς να περιλαμβάνεται η Κίνα (Keresztesi, 1990). Η ψευδακακία εξ' αιτίας του ταχύτατου ρυθμού ανάπτυξης, της υψηλής πυκνότητας του ξύλου και της χαμηλής περιεκτικότητας σε υγρασία, σε σχέση με άλλα είδη, θεωρείται πολύ παραγωγικό φυτό σε βιομάζα.

Στην Ελλάδα πραγματοποιήθηκαν πειράματα, των οποίων το αντικείμενο μελέτης ήτα η προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα του φυτού σε διάφορες κλιματικές και εδαφικές συνθήκες. Εξετάστηκε επίσης η επίδραση διαφορετικών επιπέδων λίπανσης, άρδευσης και πυκνοτήτων φύτευσης στις αποδόσεις του φυτού σε βιομάζα.

Από πειραματικές καλλιέργειες του Κ.Α.Π.Ε. λήφθηκαν αποδόσεις ξηρής ουσίας κατά τον πρώτο χρόνο 0,5 και 0,8 τόνοι/στρέμμα/έτος σε άγονο και γόνιμο έδαφος αντίστοιχα. Στο δεύτερο περίτροπο οι αποδόσεις αυξήθηκαν στο γόνιμο έδαφος, ενώ μειώθηκαν στο άγονο. Στον τρίτο περίτροπο ο μέσος όρος των αποδόσεων στο γόνιμο έδαφος έφθασε τους 1,7 τόνους ξηρής ουσίας/στρέμμα ανά έτος. Η πυκνότητα φύτευσης ήτα 1000 και 2000 φυτά/στρέμμα κατά την εγκατάσταση, ο δε περίτροπος χρόνος σε 2 έτη.

Το ενεργειακό δυναμικό της ψευδακακίας είναι τυπικό των πλατύφυλλων φυτών της εύκρατης ζώνης και κυμαίνεται, για το ξύλο της, γύρω στα 19,44 MJ/kg. 16

Καλάμι

το καλάμι ανήκει στα αγροστώδη πολυετή φυτά με C3 φωτοσυνθετικό μηχανισμό. Συναντάται συνήθως κοντά σε ποτάμια και λίμνες, γενικά σε αγρούς με υψηλή περιεκτικότητα σε υγρασία, ωστόσο μπορεί να καλλιεργηθεί σε ευρεία κλίμακα εδαφικών και κλιματικών συνθηκών. θεωρείται ένα πολύ δυναμικό φυτό και



πολλαπλασιάζεται κυρίως με ριζώματα, μπορεί όμως να πολλαπλασιαστεί και με μοσχεύματα.

Από τη βιβλιογραφία αναφέρονται αποδόσεις 2-2,5 τόνων/στρέμμα ξηρού βάρους στη νότια Γαλλία (Toblez,1940), ενώ στη νότια Ιταλία περίπου 3,5 τόνων/στρέμμα (Matzke,1988).

Σε πρόσφατες μελέτες, ορισμένες από τις οποίες έχουν διεξαχθεί στην Ελλάδα, έχει επιβεβαιωθεί η δυνατότητα του φυτού να παράγει αξιόλογες ποσότητες βιομάζας. Οι αποδόσεις που καταγράφηκαν στο σύνολο των πειραματικών αγρών (στις ελληνικές εδαφοκλιματικές συνθήκες) κυμάνθηκαν από 0,5 έως 3 τόνους ανά στρέμμα σε ξηρή ουσία (Christou, 1998, Christou, 2000 a,b).

Σημαντική διακύμανση στις αποδόσεις παρατηρήθηκε για τα διαφορετικά επίπεδα άρδευσης που εφαρμόστηκαν. Είναι προφανές, ότι τα υψηλά επίπεδα άρδευσης οδήγησαν στην επίτευξη των υψηλότερων αποδόσεων. Είναι ενδεικτικό ότι η αζωτούχος λίπανση δεν διαφοροποίησε σημαντικά τις αποδόσεις.

Η καταλληλότερη εποχή της συγκομιδής για το καλάμι, είναι σε άμεση συνάρτηση με τα κλιματολογικά χαρακτηριστικά κάθε περιοχής και εντοπίζεται στο διάστημα από Ιανουάριο έως και τις αρχές Μαρτίου.

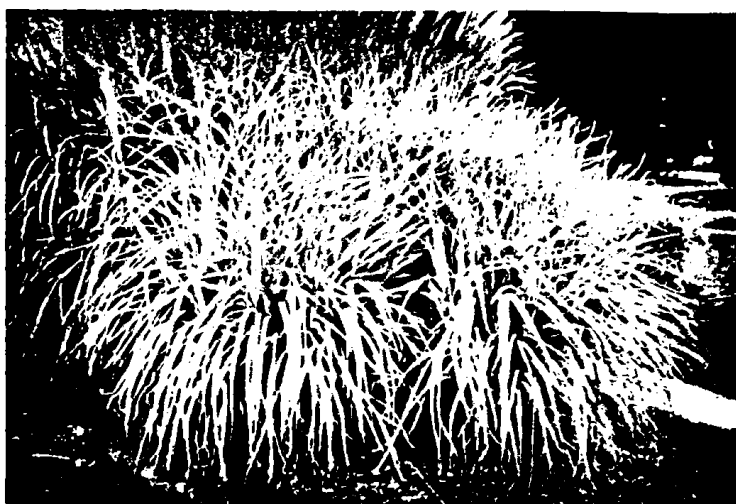
Η θερμογόνος άξια του φυτού ανήλθε σε 18,6 MJ/kg ξηρής ουσίας και η περιεκτικότητα σε τέφρα 6,9% σε ξηρή βάση. Με βάση αυτές τις εκτιμήσεις και τις

αποδόσεις σε ξηρό βάρος, που έχουν επιτευχθεί μέχρι σήμερα, εκτιμάται ότι, κατά μέσο όρο, το ενεργειακό δυναμικό του καλαμιού μπορεί να φθάσει τους 1,29 ΤΙΠ/στρέμμα/έτος.

Από τις αναλύσεις του καυσίμου και κυρίως από τα επίπεδα του καλίου, νατρίου και χλωρίου, προέκυψε ότι οι ιδιότητες του προσομοιάζουν με εκείνες του άχυρου και επομένως οι τεχνολογίες θερμοχημικής μετατροπής του άχυρου είναι πλέον κατάλληλες για το φυτό αυτό. 17

Μίσχανθος

Ο μίσχανθος είναι ένα αγροστώδες, πολυετές, ριζωματώδες φυτό, που κατάγεται από τις χώρες της νοτιο-ανατολικής Ασίας και καλλιεργείται στην Ευρώπη, εδώ και πολλά χρόνια, σαν καλλωπιστικό φυτό.



Χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές αποδόσεις σε ξηρή και χλωρή ουσία, χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία και ανθεκτικότητα σε ασθένειες και παθογόνα. Επιπλέον, παρουσιάζει υψηλή αποτελεσματικότητα χρήσης νερού και νιτρικών.

Στη νότια Ευρώπη και ειδικότερα στην Ελλάδα, παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα, σε αρδευόμενες εκτάσεις, έχει καλές αποδόσεις και η περιεκτικότητα του σε υγρασία είναι σχετικά χαμηλή.

Οι αποδόσεις του μίσχανθου διαφοροποιούνται ανάλογα με την περιοχή και τις κλιματικές συνθήκες. Μια γενική εκτίμηση είναι ότι οι αποδόσεις αυξάνουν σημαντικά από το δεύτερο έτος μετά την εγκατάσταση.

Στην Ελλάδα, από τα μέχρι τώρα δεδομένα, που συλλέχθηκαν από τα σχετικά πειράματα, προέκυψε ότι το ύψος της φυτείας μπορεί να φτάσει τα 3 μέτρα και η παραγωγή ξηρής ουσίας κυμαίνεται από 0,8 έως 3 τόνους/στρέμμα/έτος (Christou, 1998, Christou, 1999).

Η άρδευση αποτελεί περιοριστικό παράγοντα για την επίτευξη της μέγιστης παραγωγής. Η εφαρμογή αζωτούχου λιπάνσεως στην αρχή της καλλιεργητικής προόδου δεν επηρέασε την ανάπτυξη του φυτού και την παραγωγή βιομάζας, αν και σχετικά καλύτερα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν με υψηλά επίπεδα λίπανσης. Στις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας, όταν η καλλιέργεια δεν αρδεύεται, η ανάπτυξη των φυτών επιβραδύνεται και οι αποδόσεις εκμηδενίζονται.

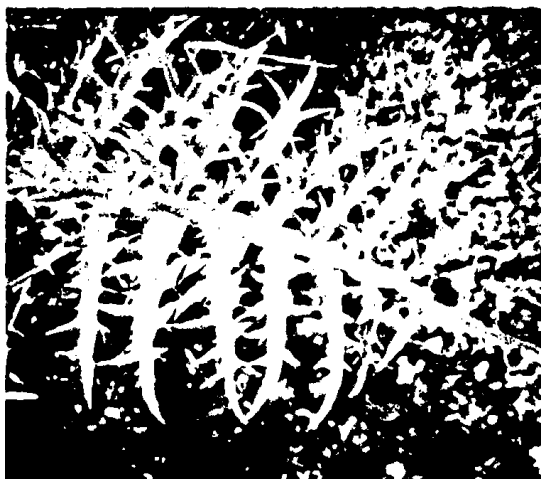
Ευνοϊκή περίοδος, για τη συγκομιδή του μίσχανθου, θεωρείται το διάστημα από τέλη Νοεμβρίου έως και τέλη Φεβρουαρίου, όταν το φυτό ξεραίνεται με φυσικό τρόπο στον αγρό.

Σύμφωνα με αναλύσεις δειγμάτων μίσχανθου, τα στελέχη έχουν υψηλή θερμιδική αξία (μέση τιμή 17,3 MJ/kg ξηρού βάρους). Η περιεκτικότητα σε τέφρα των στελεχών (μέση τιμή 1,64% επί του ξηρού βάρους) είναι σχετικά χαμηλή, αυξάνοντας τη θερμιδική τους αξία. τα φύλλα είναι κατώτερης ποιότητας καύσιμο λόγω της μεγαλύτερης περιεκτικότητας τους σε τέφρα (μέση τιμή 7,66% επί του ξηρού βάρους).

Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται η πιθανότητα χρησιμοποίησής του, ως ενεργειακή καλλιέργεια, αλλά και για την κατασκευή δομικών υλικών. 18

Αγριαγκινάρα

Η αγριαγκινάρα είναι ένα πολυετές είδος αγκαθιού, που καλλιεργείται παραδοσιακά σε κάποιες περιοχές της μεσογειακής ζώνης. Όπως όλα τα είδη αγκαθιών, είναι πολύ καλά προσαρμοσμένη στο ξηρό κλίμα των μεσογειακών χωρών. Επειδή δε είναι χειμερινό φυτό δίνει το μέγιστο των αποδόσεων, ακόμα και χωρίς άρδευση, εκμεταλλευόμενη τις βροχοπτώσεις



του φθινοπώρου και του χειμώνα. Επιπλέον, λόγω του εύρωστου ριζικού συστήματος που διαθέτει, προστατεύει από τη διάβρωση τα επικλινή και άγονα εδάφη. Από πειράματα, που έχουν πραγματοποιηθεί τα τελευταία χρόνια, τόσο στην Ισπανία όσο και στην Ελλάδα, αποδεικνύεται ότι η αγριαγκινάρα είναι ένα φυτό με πολύ καλή προσαρμοστικότητα και

υψηλές αποδόσεις. Σε πειράματα που διεξάχθηκαν στην Ελλάδα, το τελικό ύψος του φυτού έφθασε τα 2,6 μέτρα (Dalianis, 1996). Η παραγωγή ξηράς ουσίας, ανάλογα με την πυκνότητα φύτευσης επί των γραμμών, κυμάνθηκε από 1,7 έως 3,3 τόνους/στρέμμα, ενώ με αντίστοιχα πειράματα στην Ισπανία, οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 0,4 έως 1,5 τόνους/στρέμμα.

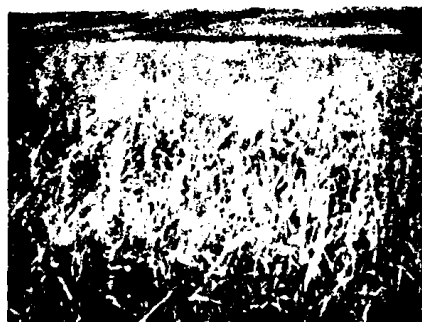
Η ζιζανοκτονία είναι απαραίτητη μόνο κατά το έτος εγκατάστασης της φυτείας. Στη συνέχεια η μεγάλη φυλλική επιφάνεια της φυτείας δεν επιτρέπει στα ζιζάνια να αναπτυχθούν. Η καταλληλότερη εποχή συγκομιδής της αγριαγκινάρας στην Ελλάδα εντοπίζεται στο διάστημα από τέλη Ιουλίου έως και τις αρχές Σεπτεμβρίου, ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες.

Η θερμογόνο δύναμη, για τα διάφορα μέρη του φυτού, κυμαίνεται από 14,53 MJ/kg ξηρού βάρους, για τα φύλλα και τα βράκτια φύλλα και σε 24,73 MJ/kg ξηρού βάρους για τους σπόρους. Αυτό συμβαίνει λόγω της υψηλής περιεκτικότητας των σπόρων σε έλαια. Τα φύλλα παρουσιάζουν μεγάλη περιεκτικότητα σε τέφρα, περίπου 14%. Στα υπόλοιπα φυτικά μέρη, το ποσοστό της τέφρας κυμαίνεται από 3,3% ως 5,3%. Με βάση τη θερμογόνο δύναμη των διαφόρων φυτικών τμημάτων και τις αντίστοιχες αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα το ενεργειακό δυναμικό της καλλιέργειας, ανάλογα με τις καλλιεργητικές τεχνικές, ποικίλει από 0,6 ως 1,2 ΤΙΠ/στρέμμα/έτος.

Πιθανές χρήσεις: Παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και βιοελαίου. 19

Switch grass

Είναι ένα πολυετές, αγροστώδες φυτό. Συναντάται κυρίως στη βόρειο και κεντρική Αμερική αλλά επίσης έχει βρεθεί στη νότιο Αμερική και την Αφρική. Η καλλιέργεια του παρουσιάζει αρκετά πλεονεκτήματα αφού μπορούν να παραχθούν σημαντικές ποσότητες βιομάζας ακόμη και σε συνθήκες μειωμένων εισροών (λίπανση, ζιζανοκτονία). Οι αρδευτικές ανάγκες του φυτού είναι χαμηλές αφού χαρακτηρίζεται από αποδοτική χρήση του νερού. Πειράματα που



έχουν εκτελεστεί έδειξαν ότι αρδεύσεις συνολικού ύψους 400mm είναι αρκετές για ικανοποιητική παραγωγή (Elbersen, 2000a, b).

Η λίπανση μπορεί να έχει σημαντική επίπτωση στην παραγωγή αφού η απόδοση καλλιεργειών που δε δέχθηκαν αζωτούχο λίπανση κυμάνθηκε περί τους 1,4 τόνους ξηρής βιομάζας το στρέμμα ενώ την ίδια περίοδο οι στρεμματικές αποδόσεις καλλιέργειας που εφαρμόστηκε λίπανση 4 και 12 kg αζώτου το στρέμμα ήταν 2,1 και 2,5 τόνοι ξηρής βιομάζας, αντίστοιχα.

Τέλος η άρδευση κατά την περίοδο Μαΐου-Ιουλίου (έναρξη άνθησης) φαίνεται να έχει ένα σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις του φυτού. Στην περιοχή της κεντρικής Ελλάδας όπου οι βροχοπτώσεις είναι σπάνιες αυτή την περίοδο, οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 1,7 τόνους ξηρής βιομάζας για τα μη αρδευόμενα φυτά έως τους 2,1 τόνους για την αρδευόμενη καλλιέργεια.

Πιθανές χρήσεις: Παραγωγή υγρών ή στερεών βιοκαυσίμων ή βιομηχανικές πρώτες ύλες. 20

Κυτταρινούχο Σόργο

Το κυτταρινούχο σόργο είναι ετήσιο φυτό με υψηλές αποδόσεις σε βιομάζα. Αντίθετα με το γλυκό, το κυτταρινούχο σόργο έχει σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα και το ενεργειακό δυναμικό του βασίζεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητά του σε λιγνοκυτταρινούχα συστατικά.



Στην Ιταλία αναφέρεται ότι η περιεκτικότητα σε σάκχαρα του γλυκού σόργου (Wray) ήταν 41% του ξηρού βάρους των στελεχών (0,9 τόνοι/στρέμμα ζυμώσιμα σάκχαρα), ενώ στα υβρίδια κυτταρινούχου σόργου ποικίλει από 9-12% επί του ξηρού βάρους (0,2 τόνοι/στρέμμα ζυμώσιμα σάκχαρα) και το μεγαλύτερο μέρος των στελεχών αποτελείται από λιγνοκυτταρινούχες ουσίες (2 τόνοι/στρέμμα). Στην Ελλάδα, οι αποδόσεις σε ξηρό βάρος φτάνουν τους 2,8 τόνους/στρέμμα.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι το κυτταρινούχο σόργο παρουσιάζει μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα, το οποίο αποτελεί φαινόμενο που επιφέρει σημαντικά προβλήματα στην καλλιέργεια του γλυκού σόργου .

Πιθανές χρήσεις: Διάφορα υβρίδια καλλιεργούνται στην Γαλλία, Ιταλία και Ελλάδα κάτω από διαφορετικές καλλιεργητικές τεχνικές, με σκοπό την αξιολόγηση της παραγωγικότητας και της πιθανότητας χρήσης τους, σαν πρώτη ύλη, για την παραγωγή χαρτοπολτού και για ενεργειακούς σκοπούς.

Πίνακας 1: Παραγόμενα βιοκαύσιμα από διάφορα φυτά και οι αποδόσεις τους ανά στρέμμα σε σπόρο και καύσιμο

Βιοκαύσιμο	Πρώτη Ύλη	Απόδοση (kg/στρέμμα)	Απόδοση σε βιοκαύσιμο (lt/στρέμμα)
Βιοντήζελ	Ηλιάνθος	120-210	43-75
	Ελαιοκράμβη	120-250	43-90
Βιοαιθανόλη	Βαμβάκι	120-160	18-25
	Σόγια	160-240	29-44
	Σιτάρι	150-800	45-240
	Αραβόσιτος	900	270
	Τεύτλα	6000	600
	Σόργο	7000-10000	675-900

Πηγή: ΚΑΠΕ Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο, Τμήμα Βιομάζας

Πίνακας 2: . Στρεμματικές αποδόσεις και ενεργειακό περιεχόμενο ενεργειακών καλλιεργειών για την παραγωγή στερεών καυσίμων

Καλλιέργεια	Θερμογόνος δύναμη (MJ/kg)	Απόδοση σε ξηρή βιομάζα (τόννοι/στρέμμα)	Ενεργειακό δυναμικό (ΤΗΠ/στρέμμα)
Ευκάλυπτος	19	1,8-3,2	0,8-1,3
Ψευδακακία	19,4	0,24-1,34	0,1-0,6
Καλάμι	18,6	2-3	0,9-1,3
Μίσχανθος	17,3	0,8-3	0,3-1,2
Αγριαγκινάρα	14,5	1,7-3,3	0,6-1,1
Switchgrass	17,4	2,6	1,1

Πηγή: ΚΑΠΕ Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο, Τμήμα Βιομάζας

Πίνακας 3: Κοστολόγηση των κυριότερων καλλιεργειών για παραγωγή βιοντίζελ στην Ελλάδα

€/στρ	Ελαιοκράμβη (ποτιστική)	Ελαιοκράμβη (Ξηρική)	Ηλίανθος
Ενοίκιο εδάφους	28,5	35	28,5
Όργωμα	9	12,61	11,19
Προετοιμασία εδάφους	10	9,03	7,53
Βασική λίπανση	10,76	23,95	24,98
Σπορά	9,2	16,8	20,62
Επιφανειακή λίπανση		7,78	10,25
Ζιζανιοκτονία	8,1	31,96	12,81
Σκαλίσματα		53,95	20,10
Άρδευση	30	33,47	31,18
Συγκομιδή	17,4	46,65	17,4
Λοιπές			
Κόστος καλλιεργητικών επεμβάσεων	94,46	236,20	156,06
Συνολικό κόστος παραγωγής (€/στρ)	122,96	271,2	184,56

Μέση απόδοση (kg/στρ)	7	7,9	1,172
Μέση τιμή (€/t)	20	36,12	132
Επιδότησεις (€/στρ)	4,5		56,32
Ακαθάριστο εισόδημα (€/στρ)	144,5	285,35	211,02
Κέρδος (€/στρ)	21,54	14,15	26,46

Πηγή: ΚΑΠΕ Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο, Τμήμα Βιομάζας

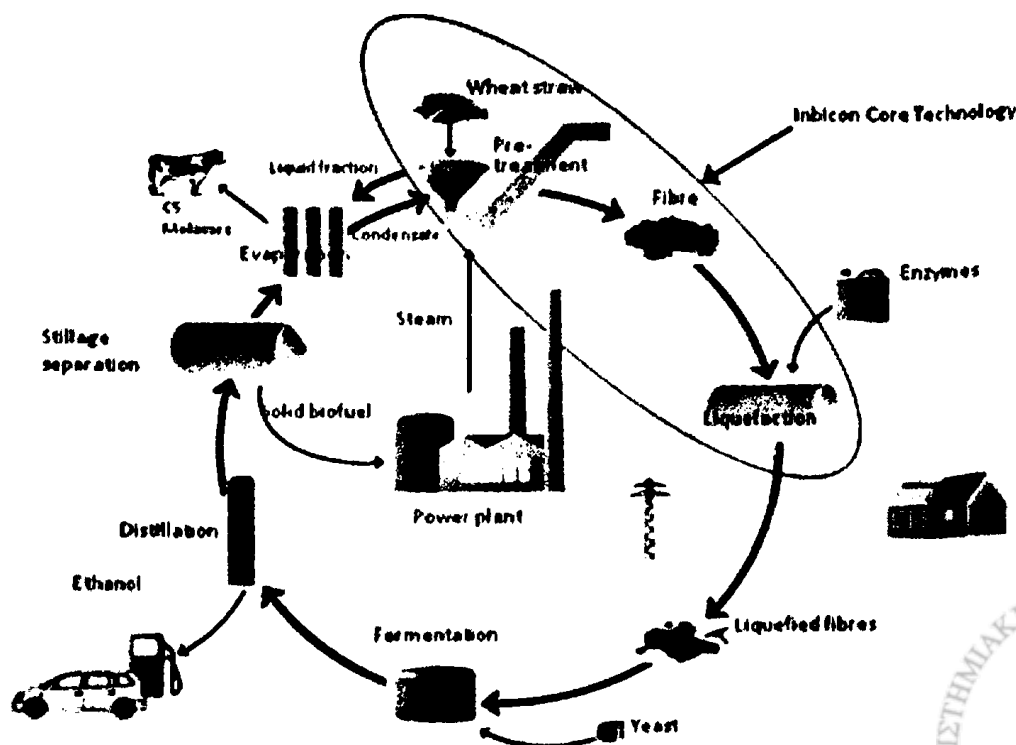
Πίνακας 4: Κοστολόγηση των κυριότερων καλλιεργειών για παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ελλάδα

€/στρ	Ελαιοκράμβη (ποτιστική)	Ελαιοκράμβη (Ξηρική)	Ηλίανθος
Ενοίκιο εδάφους	28,5	35	28,5
Όργωμα	9	12,61	11,19
Προετοιμασία εδάφους	10	9,03	7,53
Βασική λίπανση	10,76	23,95	24,98
Σπορά	9,2	16,8	20,62
Επιφανειακή λίπανση		7,78	10,25
Ζιζανιοκτονία	8,1	31,96	12,81
Σκαλίσματα		53,95	20,10
Άρδευση	30	33,47	31,18
Συγκομιδή	17,4	46,65	17,4
Λοιπές			
Κόστος καλλιεργητικών επεμβάσεων	94,46	236,20	156,06
Συνολικό κόστος παραγωγής (€/στρ)	122,96	271,2	184,56
Μέση απόδοση (kg/στρ)	7	7,9	1,172
Μέση τιμή (€/t)	20	36,12	132
Επιδότησεις (€/στρ)	4,5		56,32
Ακαθάριστο εισόδημα (€/στρ)	144,5	285,35	211,02
Κέρδος (€/στρ)	21,54	14,15	26,46

Πηγή: ΚΑΠΕ Ενεργειακές καλλιέργειες στον ευρωπαϊκό και ελληνικό χώρο, Τμήμα Βιομάζας

1.6 Βιοκαύσιμα Δεύτερης Γενιάς

Μια από τις πιο υποσχόμενες τεχνολογίες βιοκαυσίμου δεύτερης γενεάς – η λιγνοκυτταρινική διεργασία – έχει ήδη προχωρήσει αρκετά. Στην ΕΕ έχουν δημιουργηθεί τρία κοινοτικά εργοστάσια, στη Σουηδία, την Ισπανία και τη Δανία. Άλλες τεχνολογίες για τη μετατροπή της βιομάζας προς υγρά βιοκαύσιμα (BtL) περιλαμβάνουν το βιοντίζελ Fischer-Tropsch και το βιο-DME (διμεθυλαιθέρας). Στη Γερμανία και τη Σουηδία λειτουργούν εργοστάσια επίδειξης. Το συνθετικό φυσικό αέριο (SNG) είναι δυνατόν να παράγεται τόσο από ορυκτές όσο και από ανανεώσιμες πηγές. Το ανανεώσιμο SNG παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη μείωση του CO₂ και θα ήταν δυνατόν να αποτελέσει αποφασιστικό βήμα προς την ανάπτυξη άλλων αερίων καυσίμων.



Η υψηλού επιπέδου ομάδα CARS5 προσδιόρισε τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς ως ιδιαίτερος υποσχόμενα και σύστησε να δοθεί ουσιαστική στήριξη στην ανάπτυξή τους. Επίσης η ομάδα συμπέρανε ότι περαιτέρω εξελίξεις πολιτικής πρέπει να λαμβάνουν υπόψη και να αντικατοπτρίζουν τα οφέλη από άποψη κλιματικής μεταβολής για τις διάφορες τεχνολογίες βιοκαυσίμων και διεργασίες παραγωγής. Με σκοπό την προετοιμασία για τη μεγάλης κλίμακας χρήση ανταγωνιστικών από άποψη κόστους βιοκαυσίμων, απαιτείται η συνέχιση της έρευνας και ανάπτυξης προκειμένου να καταστούν επιτυχείς οι νέες τεχνολογίες. Το ευρωπαϊκό πλατύβαθρο τεχνολογίας βιοκαυσίμων και άλλα τεχνολογικά πλατύβαθρα είναι δυνατόν να παίζουν ζωτικό ρόλο στην επιτυχία του σκοπού αυτού. Επίσης πρέπει να ενθαρρυνθούν οι εργασίες για την ανάπτυξη αποκλειστικών πρώτων υλών και την αύξηση της σειράς πρώτων υλών που είναι δυνατόν να χρησιμοποιείται στην παραγωγή βιοκαυσίμων. Για να προωθηθούν οι βέλτιστες πρακτικές και να διευκολυνθούν μακροπρόθεσμα οι επενδύσεις ιδιωτικού τομέα θα απαιτηθεί εταιρική σχέση μεταξύ όλων των ενδιαφερομένων. Η υψηλού επιπέδου ομάδα CARS21 συγκροτήθηκε από τον αντιπρόεδρο Verheugen για να εξετάσει τις προκλήσεις ανταγωνιστικότητας που αντιμετωπίζει η ευρωπαϊκή αυτοκινητοβιομηχανία.

Η ομάδα εξέδωσε την έκθεσή της στις 12 Δεκεμβρίου έτους 2005: <http://www.europa.eu.int/comm/enterprise/automotive/pagesbackground/competitiveness/cars21finalreport.pdf> 22

Από την άποψη αυτή η Ευρωπαϊκή Τράπεζα Επενδύσεων θα ήταν δυνατόν να βοηθήσει στην ανάπτυξη και την κλιμάκωση οικονομικώς βιώσιμων έργων και τεχνολογιών. Η εξέλιξη θα παρακολουθείται σε επίπεδο ΕΕ με σκοπό την παροχή στήριξης κατά την κατάλληλη στιγμή για την αναβάθμιση έργων επίδειξης σε δράσεις εμπορικής κλίμακας. Ταυτοχρόνως πρέπει να παρέχονται εγγυήσεις όσον αφορά τα περιβαλλοντικά οφέλη για όλες τις νέες διεργασίες ενώ πρέπει να αρθούν όλα τα μη τεχνικού επιπέδου εμπόδια για την αποδοχή τους. Επίσης οι προηγμένες τεχνολογίες βιοκαυσίμου θα ήταν δυνατόν να αποτελέσουν ενδιάμεσο βήμα για την κατά τρόπο ανανεώσιμο παραγωγή υδρογόνου, που προσφέρει την προοπτική μεταφορών σχεδόν χωρίς εκπομπές.

Η μικρής κλίμακας οργανωμένη προσπάθεια του Εθνικού Εργαστηρίου Ανανεώσιμης Ενέργειας (NREL) στο Κολοράντο είναι η μακροβιότερη. Μέσα σε μία εβδομάδα μπορεί να μετατρέψει έναν τόνο βιομάζας -τεμαχισμένους βλαστούς καλαμποκιού, κεχρί Panicum



virgatum, ξύλο- σε 265 λίτρα αιθανόλη. Εκτός από την κυτταρίνη και την ημικυτταρίνη, όλες αυτές οι πρώτες ύλες περιέχουν και μια ουσία, τη λιγνίνη, η οποία συγκρατεί τα μόρια της κυτταρίνης ενισχύοντας τη δομή των φυτών ώστε να μένουν όρθια για να απορροφούν το ηλιακό φως. Η κολλώδης λιγνίνη καθιστά επίσης δύσκολη τη διάσπαση της φυτικής ύλης, κάτι που τα εργοστάσια πολτοποίησης και παραγωγής χαρτιού γνωρίζουν πολύ καλά. «Υπάρχει η γνωστή έκφραση ότι από τη λιγνίνη μπορείς να φτιάξεις τα πάντα εκτός από Χρήματα» λέει ο Άντι Έιντεν, επικεφαλής ερευνητής του προγράμματος της αιθανόλης. 23

Πολλές φορές, για να διαχωριστούν τα μόρια της κυτταρίνης από τη λιγνίνη, προηγείται επεξεργασία της πρώτης ύλης με οξύ και θερμότητα. Στη συνέχεια αναμειγνύεται με εξειδικευμένα ένζυμα που διασπούν την κυτταρίνη σε σάκχαρα. Το αποτέλεσμα αυτής της διαδικασίας είναι μια σκούρα καφέ κολλώδης ουσία με ένα ελαφρώς γλυκό άρωμα σαν της μελάσας, που ρίχνεται στις δεξαμενές ζύμωσης, όπου αναλαμβάνουν δράση οι μικροοργανισμοί για την παρασκευή αλκοόλης. Με την τρέχουσα διαδικασία, μόνο το 45% του ενεργειακού περιεχομένου της βιομάζας μετατρέπεται σε αλκοόλη, σε σύγκριση με ένα διυλιστήριο πετρελαίου, που αποσπά από το αργό πετρέλαιο το 85% της περιεχόμενης ενέργειας.

Για να μπορέσει η κυτταρινική αιθανόλη να συναγωνιστεί τη βενζίνη, θα πρέπει να βελτιωθεί η αποδοτικότητά της. Για το λόγο αυτό οι ερευνητές αναζητούν ισχυρότερες χημικές ενώσεις για τη διάσπαση της κυτταρίνης. Μια πιθανή λύση αποτελούν τα γενετικά τροποποιημένα μικρόβια και ένζυμα από τα σωθικά των τερμιτών, αυτών των φυσικών εργοστασίων παραγωγής ενέργειας από κυτταρίνη. Παρόλα αυτά οι προοπτικές που παρουσιάζονται είναι μεγάλες. Αξιοποιώντας την κυτταρίνη του καλαμποκιού και όχι μόνο τον αμυλούχο κόκκο του, μπορούμε να διπλασιάσουμε την παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι. Από δέκα στρέμματα κεχριού του είδους *Panicum virgatum* θα παράγεται τόση αιθανόλη όση κι από δέκα στρέμματα καλλιέργειας ζαχαροκάλαμου. 24

1.7 Βιοκαύσιμα Τρίτης Γενιάς

Η GreenFuel Technologies στο Κέμπριτζ της Μασαχουσέτης ηγείται αυτού του εγχειρήματος. Η εταιρεία ιδρύθηκε από τον Άιζακ Μπέρζιν, Χημικό του Πανεπιστημίου



ΜΠΤ, και έχει αναπτύξει την εξής διαδικασία: Χρησιμοποιεί φύκια μέσα σε πλαστικούς σωλήνες, με τη βοήθεια των οποίων απορροφά το CO₂ που αναδύουν οι καμινάδες των σταθμών ηλεκτροπαραγωγής. Τα φύκια δεν περιορίζουν απλώς τα αέρια ενός εργοστασίου που είναι υπεύθυνα για την υπερθέρμανση του πλανήτη, αλλά ταυτόχρονα καταβροχθίζουν και άλλους ρύπους.

Από κάποια φύκια παράγεται και άμυλο, το οποίο μετά από επεξεργασία τους δίνει αιθανόλη ενώ από άλλα παίρνουμε σταγονίδια ελαίου, που μετά από βρασμό μετατρέπονται σε βιοντίζελ ή ακόμα και σε καύσιμα αεριοθούμενων. Όμως το καλύτερο από όλα είναι ότι, υπό κατάλληλες συνθήκες, τα φύκια διπλασιάζουν τον όγκο τους μέσα σε λίγες ώρες. Κι ενώ δέκα στρέμματα καλαμποκιού παράγουν σχεδόν 2.500 λίτρα αιθανόλη το χρόνο και δέκα στρέμματα σόγιας δίνουν 560 λίτρα βιοντίζελ, δέκα στρέμματα από φύκια μπορούν, θεωρητικά, να μας αποφέρουν πάνω από 45.000 λίτρα βιοκαύσιμα το χρόνο. «Η συγκομιδή καλαμποκιού και σόγιας γίνεται μία φορά το χρόνο» λέει ο Μπέρζιν. «Τα φύκια δίνουν σοδειά κάθε μέρα, ενώ αποδείξαμε ότι μπορούν να καλλιεργηθούν σε μεγάλο εύρος κλιματικών συνθηκών και ποιότητας εδαφών».

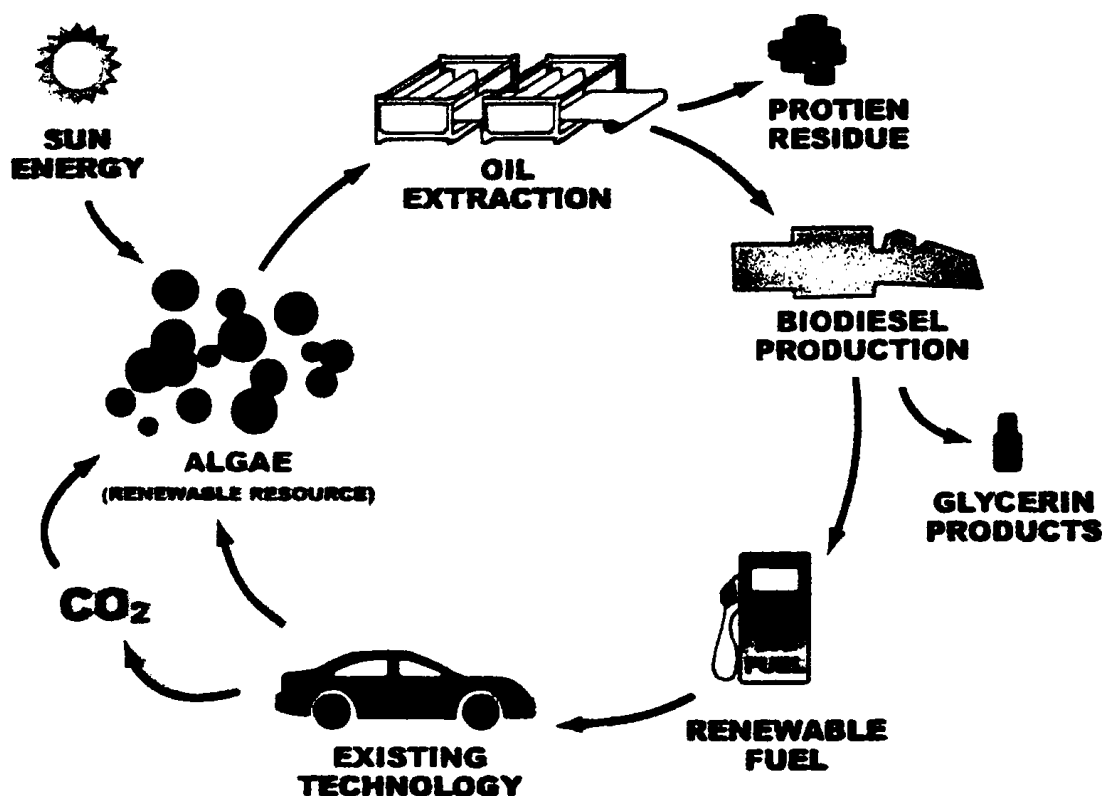
Η εταιρεία του Μπέρζιν συνεταιρίστηκε με την Arizona Public Service (APS), τη μεγαλύτερη επιχείρηση κοινής ωφέλειας στην Αριζόνα, προκειμένου να παράγει δοκιμαστικά φύκια. Το ενεργειακό αγρόκτημα, όπως χαρακτηριστικά το αποκαλεί η GreenFuel, δεν είναι τίποτα εντυπωσιακό: ένα συγκρότημα από κοντέινερ και κινητά γραφεία πλάι σε ένα πλαστικό θερμοκήπιο μεγαλύτερο από ένα γήπεδο ποδοσφαίρου σε μήκος και με πλάτος 15 μέτρα. Έξω από το θερμοκήπιο κρέμονται σαν γιγαντιαίοι γυμνοσάλιαγκες πάνω σε γάντζους, σειρές από μεγάλους πλαστικούς σωλήνες που περιέχουν ένα αναβράζον, φωτεινό πράσινο υγρό.

Η εταιρεία, όμως, κρατάει καλά φυλαγμένα τα μυστικά της. Έχει ωστόσο σοβαρούς λόγους για αυτό. Μόνο μια ντουζίνα, περίπου, άνθρωποι στον πλανήτη γνωρίζουν πώς να καλλιεργούν φύκια σε τόσο μεγάλη πυκνότητα, σύμφωνα με τον Μάρκου Γκέι της GreenFuel. Οι ειδικοί στα φύκια, κομπάρσοι, ανέκαθεν, όπως και το αντικείμενο της μελέτης τους, αναλαμβάνουν πλέον πρωταγωνιστικούς ρόλους. Η μεγαλύτερη πρόκληση γι' αυτούς, όπως και στην περίπτωση της κυτταρινικής αιθανόλης, είναι πώς θα μειώσουν το κόστος των καυσίμων από φύκια. «Τελικά, έχει νόημα να μετατρέψουμε τα φύκια σε καύσιμο, μόνο αν αυτό είναι πιο οικονομικό από το πετρέλαιο κίνησης» τονίζει ο Γκέι.



«Αν ξεπερνάμε το κόστος του πετρελαίου κίνησης ακόμα και στο ελάχιστο, αποτύχαμε». (Το αυξημένο κόστος σε συνδυασμό με τεχνικά προβλήματα ανάγκασε τον Ιούλιο του 2007 την GreenFuel να θέσει προσωρινά εκτός λειτουργίας το βιοαντιδραστήρα Redhawk).

Περίπλοκα ζητήματα, όπως τα αποθέματα, η αποδοτικότητα και πάνω από όλα η τιμή της βενζίνης, θα καθορίσουν το μέλλον της αιθανόλης και του βιοντίζελ. Προς το παρόν τα πράσινα καύσιμα ασκούν μια αδιαμφισβήτητη γοητεία. Στο γκαράζ των γραφείων του στο κέντρο του Φίνιξ, ο αρχιμηχανικός της APS, Ρέι Χομπς, ο οποίος ηγείται της πρωτοβουλίας που έχει αναλάβει η εταιρεία για τα καύσιμα, προσπερνά ένα μικρό στόλο από ηλεκτρικά και υβριδικά αυτοκίνητα, ακόμα κι ένα λεωφορείο με κινητήρα υδρογόνου. Ανεβαίνει σε ένα φορτηγάκι Ford και βάζει μπροστά τη μηχανή. Σε αντίθεση με τα κλασικά πετρελαιοκίνητα, τα καυσάριά του είναι ανύπαρκτα και το μόνο που αναδίδει είναι μια ελαφριά οσμή πετρελαίου από το βιοκαύσιμο από φύκη που παράγεται στο

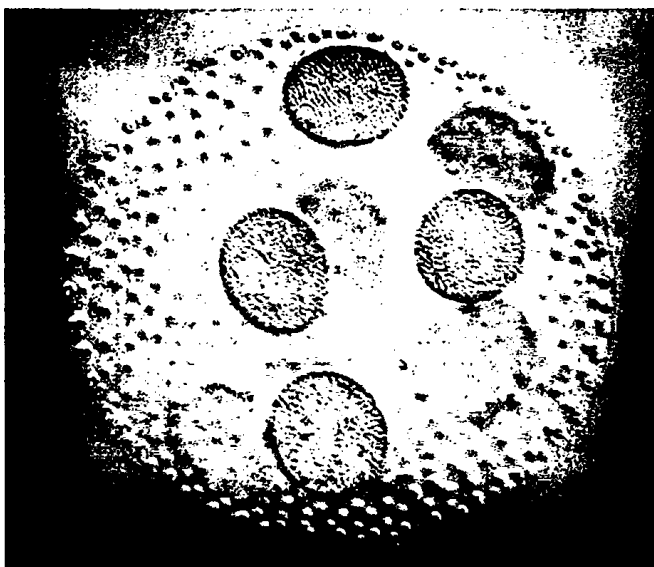


πilotικό εργοστάσιο Redhawk.

Επιπλέον, το λεπτόρρευστο έλαιο του φυτού έχει μειώσει κάπως το ενοχλητικό κρο-

τάλισμα του πετρελαιοκινητήρα. «Εγώ το βλέπω ως εξής: Είναι σαν να είμαι σε ένα ποτάμι, πάνω σε ένα κανό» εξηγεί ο Χομπς. «Τι προτιμώ; Να τραβήξω κουπί αντίθετα στο ρεύμα ή να πάω όπου με βγάλει; Επιλέγοντας τα φύκια, ακολουθώ το ρεύμα. Στη φύση υπάρχουν διαδικασίες που έχουν σμιλευτεί, έχουν εξελιχθεί προς όφελός μας. Αυτές τις διαδικασίες μπορούμε να τις επιταχύνουμε και να τις κάνουμε πιο αποτελεσματικές, να δαμάσουμε αυτή την ενέργεια. Δεν έχουμε την πολυτέλεια να παρακολουθούμε γενεές επί γενεών να χασομερούν. Πρέπει να δράσουμε τώρα».

Ο Χομπς λέει ότι έχει δεχτεί πολλά τηλεφωνήματα από εταιρείες παραγωγής ενέργειας που ενδιαφέρονται να χτίσουν ένα δικό τους εργοστάσιο παραγωγής φυκών προκειμένου να βελτιώσουν τις εκπομπές τους, και είναι συνεπείς προς τους κανονισμούς που αφορούν τα ανανεώσιμα καύσιμα. Τα φυτικά καύσιμα φαίνεται ότι δελέασαν ακόμα και τα πλούσια σε πετρέλαιο κράτη της Μέσης Ανατολής, όπου τα Ηνωμένα Αραβικά Εμιράτα



προωθούν μια πρωτοβουλία ανανεώσιμης ενέργειας αξίας 180 εκατομμυρίων ευρώ που περιλαμβάνει και βιοκαύσιμα. Σημάδι, πιθανότατα, ότι ακόμα και οι σείχηδες συνειδητοποιούν πια ότι η εποχή του πετρελαίου δεν θα διαρκέσει για πάντα. 25

1.8 Βιοκαύσιμα Τέταρτης Γενιάς

Η εταιρεία του Craig Venter (Synthetic Genomics) επεξεργάζεται μέσω της γενετικής μηχανικής μικροοργανισμούς ώστε να παράγουν καύσιμα από διοξείδιο του άνθρακα σε βιομηχανική κλίμακα.

Παραθέτω αυτούσιο το άρθρο της Telegraph 08/06/2007 έγκυρης και έγκριτης εφημερίδας της Μεγάλης Βρετανίας. Ο Craig Venter, αμερικανός βιολόγος που έσπασε το

ανθρώπινο γονιδίωμα το 2000, έχει καταθέσει αίτηση σε περισσότερα από 100 εθνικά γραφεία για την πατέντα δημιουργίας ενός ιδιαίτερου βακτηρίου από εργαστηριακό DNA.

Είναι ένα κομμάτι της προσπάθειας ώστε να δημιουργηθεί ένα μικρόβιο που θα παρασκευάζει υδρογόνο και βιοκαύσιμα και συγχρόνως να απορροφά διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια που επιδρούν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Το όνομα με το οποίο το αποκαλεί *Mycoplasma Laboratorium*.

Ένας μοναδικός μύκητας που παράγει τα βασικά συστατικά του ντίζελ, ανακαλύφθηκε να ζει σε δέντρα των δασών της βροχής, σύμφωνα με νέα έρευνα που δημοσιεύεται στο περιοδικό "Microbiology". Ο μύκητας είναι, εν δυνάμει, μια τελείως νέα πηγή "πράσινης" ενέργειας και οι επιστήμονες ήδη εργάζονται για να αναπτύξουν πλήρως το ενεργειακό δυναμικό του. "Είναι ο μόνος οργανισμός που έχει ποτέ βρεθεί να παράγει τέτοιο σημαντικό συνδυασμό συστατικών των καυσίμων", δήλωσε ο υπεύθυνος της έρευνας Γκάρι Στρόμπελ, καθηγητής στο κρατικό πανεπιστήμιο της Μοντάνα των ΗΠΑ, ο οποίος χαρακτήρισε "τελείως απρόσμενη και εντυπωσιακή" την ανακάλυψη.

Ο μύκητας μπορεί να παράγει αυτά τα συστατικά των καυσίμων από κυτταρίνη, πράγμα που τον καθιστά την καλύτερη πηγή βιοκαυσίμων από οποιαδήποτε άλλη χρησιμοποιείται τώρα". Ο μύκητας παράγει έναν αριθμό διαφορετικών μορίων από υδρογόνο και άνθρακα (υδρογονάνθρακων και διαφόρων παραγώγων τους), που υπάρχουν στο πετρέλαιο ντίζελ, το οποίο, γι' αυτό το λόγο, ονομάζεται "μυκο-ντίζελ". Ο μύκητας ζει μέσα στο δέντρο Ούλμο στο βροχοδάσος της Παταγωνίας στο απώτατο άκρο της Νότιας Αμερικής. Όταν οι ερευνητές καλλιέργησαν το μύκητα στο εργαστήριο, παρήγαγε καύσιμες ουσίες ακόμη πιο όμοιες με το ντίζελ από ό,τι παράγει στο φυσικό του περιβάλλον.

Πολλά μικρόβια παράγουν υδρογονάνθρακες, ενώ οι μύκητες που ζουν στο ξύλο, φαίνονται να παράγουν μια μεγάλη γκάμα εύφλεκτων ουσιών. Οι καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται σήμερα για βιοκαύσιμα, πρέπει πρώτα να υποστούν επεξεργασία πριν μετατραπούν από μικρόβια σε χρήσιμες καύσιμες ουσίες. Όμως ο μύκητας φτιάχνει μυκο-ντίζελ απευθείας από την κυτταρίνη, το βασικό συστατικό των φυτών και του χαρτιού. Αυτό σημαίνει ότι, με τη χρήση του μύκητα, ένα στάδιο στην παραγωγή βιοκαυσίμων (αυτό της επεξεργασίας) μπορεί να παραλειφθεί και η όλη διαδικασία να γίνει ταχύτερη και φθηνότερη.

Η κυτταρίνη και η λιγνίνη (η "κόλλα" που συγκρατεί τους ιστούς της κυτταρίνης και επιτρέπει στο φυτό να ορθωθεί) αποτελούν εκείνο το μέρος των φυτών που τα περισσότερα ζώα δεν μπορούν να χωνέψουν. Περίπου 430 εκατ. τόνοι φυτικών αποβλήτων παράγονται από ένα μόνο μεγάλο αγρόκτημα ετησίως - μια τεράστια ποσότητα κατάλληλη για ανακύκλωση. Με τις τρέχουσες διαδικασίες παραγωγής βιοκαυσίμων, αυτά τα απόβλητα μετατρέπονται, με τη βοήθεια ενζύμων κελλουλάσης, από κυτταρίνη σε ζάχαρη, που στη συνέχεια, μέσω μικροβίων, υφίσταται ζύμωση και γίνεται αιθανόλη, η οποία αποτελεί ένα από τα βιοκαύσιμα. Ο μύκητας, που μόλις ανακαλύφθηκε, μπορεί να χωνέψει την κυτταρίνη. Αν και παράγει λιγότερο μυκο-ντίζελ όταν τρέφεται με κυτταρίνη, σε σύγκριση με την μετατροπή κυτταρίνης σε ζάχαρα, σύμφωνα με τους ερευνητές, η αποδοτικότητά του μπορεί να αυξηθεί μέσω γενετικών τροποποιήσεων. 26

1.9 Η Παρούσα Κατάσταση στον Χώρο των Βιοκαυσίμων

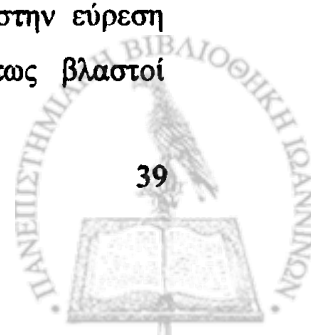
Όταν ο εκρηκτικός Σκοτσέζος Ντάριο Φροντσίτι οδήγησε στη νίκη το γυαλιστερό, σε μαύρο και πορτοκαλί χρώμα, αγωνιστικό του στους φετινούς αγώνες Ιντιανάπολις 500, πρόσθεσε μια παράδοση πινελιά στην ιστορία του αγωνίσματος. Έγινε ο πρώτος οδηγός που κέρδισε την κούρσα καίγοντας καθαρή αιθανόλη, δηλαδή καθαρό οινόπνευμα πολλών οκτανίων από καλαμπόκι. Το Ίντι 500 το έριξε, λοιπόν, στο ποτό, ένδειξη ότι το ενδιαφέρον στρέφεται έντονα προς τα βιοκαύσιμα, δηλαδή τα ντόπιας παραγωγής υποκατάστατα του πετρελαίου και της βενζίνης που προέρχονται από καλλιέργειες καλαμποκιού, σόγιας και ζαχαροκάλαμου.

Οι υποστηρικτές τους διατείνονται ότι τα ανανεώσιμα αυτά καύσιμα θα μπορούσαν να αναστήσουν την ετοιμοθάνατη αγροτική οικονομία των ΗΠΑ, να θέσουν τέλος στην εξάρτηση από τη Μέση Ανατολή και το κυριότερο, να περιστείλουν τις ραγδαία αυξανόμενες εκπομπές διοξειδίου του αν Ντίζελ. Η φράση-κλειδί στην προκειμένη περίπτωση είναι «θα μπορούσε». Τα βιοκαύσιμα, με τον τρόπο που διατίθενται προς το παρόν στις ΗΠΑ, ευεργετούν σε μεγάλο βαθμό κάποιους αγρότες, καθώς και γεωργικές εταιρείες κολοσσούς, όπως είναι η Archer Daniels Midland και η Cargill.

Στη Βραζιλία τριάντα χρόνια μετά την εγκαινίαση ενός ταχύρυθμου προγράμματος υποκατάστασης της βενζίνης με αιθανόλη από ζαχαροκάλαμο, ανακοίνωσε πέρυσι ότι, χάρη στην αιθανόλη και στην αύξηση της εγχώριας παραγωγής πετρελαίου, σταμάτησε την εισαγωγή πετρελαίου.

Οι επενδυτές, με πρωταγωνιστές το διάσημο πρόεδρο της Virgin Atlantic Ρίτσαρντ Μπράνσον και το γνωστό από τη Microsystems Βινόντ Κόσλα, έγιναν κοινωνοί αυτού του οράματος, προσφέροντας περισσότερα από 51 δισεκατομμύρια ευρώ σε εταιρείες ανανεώσιμης ενέργειας. «Μπορούμε να παράγουμε αιθανόλη ακόμη και με απίστευτα απλοϊκές μεθόδους» δηλώνει ο Ναθάνιελ Γκριν, επικεφαλής ερευνητής του μη κερδοσκοπικού Συμβουλίου Προστασίας Φυσικών Πόρων. «Υπάρχουν όμως δρόμοι που μπορούν να μας οδηγήσουν σε ένα μέλλον με συνολικά οφέλη, με πλούσια άγρια φύση και αποθέματα άνθρακα στο έδαφος».

Ο Γκριν συμφωνεί με όσους ισχυρίζονται ότι το κλειδί βρίσκεται στην εύρεση τρόπων παραγωγής καυσίμου από μη εδώδιμα μέρη των φυτών, όπως βλαστοί



καλαμποκιού, από ποώδη φυτά, ταχυαυξή δέντρα, ακόμα και φύκια. Ο Γκριν διατείνεται ότι μια τέτοια προσέγγιση, σε συνδυασμό με αποδοτικότερα οχήματα και πιο έντονη δράση σε επίπεδο κοινοτήτων, «μπορεί να εξαλείψει τη ζήτηση βενζίνης έως το 2050». Πριν από έναν αιώνα, το πρώτο αυτοκίνητο που κατασκεύασε ο Χένρι Φορντ λειτουργούσε με αλκοόλη, ενώ ο Ρούντολφ Ντίζελ τροφοδότησε τον ομώνυμο κινητήρα με αραχιδέλαιο. Και οι δύο αυτοί εφευρέτες, όμως, σύντομα ανακάλυψαν ότι ένα λίτρο πετρέλαιο, με λίγη διύλιση, απέδιδε πολύ περισσότερη ενέργεια από τα φυτικά καύσιμα και, σαν να μην έφτανε αυτό, ήταν και πιο οικονομικό.

Έτσι, με την εμφάνιση του πετρελαίου τα φυτικά καύσιμα έμειναν στα αζήτητα. Και μόνο σε δύσκολες περιόδους-όπως το 1973, με το εμπάργκο πετρελαίου του ΟΠΕΚ- τόσο οι ΗΠΑ όσο και άλλες χώρες κατέφυγαν ξανά στην αιθανόλη, την οποία ανέμειξαν με βενζίνη, ώστε να αυξήσουν τα αποθέματα. Η αλκοόλη ως καύσιμο επανήλθε πανηγυρικά στο προσκήνιο μόλις το 2000, κυρίως ως πρόσθετο για λιγότερο ρυπογόνα μείγματα βενζίνης. Οι θιασώτες της αιθανόλης τονίζουν ότι η αμερικανική βιομηχανία πετρελαίου καρπωνόταν για ολόκληρες δεκαετίες τεράστιες επιχορηγήσεις δισεκατομμυρίων ευρώ ετησίως μέσω της μείωσης φόρων, καθώς και δεκάδες δισεκατομμύρια ευρώ για την προστασία των πετρελαιοφόρων περιοχών στη Μέση Ανατολή, πολύ πριν ξεσπάσει ο πόλεμος στο Ιράκ. Κι ενώ τα κονδύλια για το πετρέλαιο καταλήγουν στις πλουσιότερες επιχειρήσεις του κόσμου, οι επιχορηγήσεις για την αιθανόλη Χρησιμοποιούνται για την αναγέννηση πόλεων στην καρδιά της ενδοχώρας, όπως είναι το Ουόχου, στη Νεμπράσκα.

Το καλοκαίρι του 2007, που σύμφωνα με τις προβλέψεις τα 16 εργοστάσια παραγωγής αιθανόλης στη Νεμπράσκα θα κατανάλωναν το ένα τρίτο της σοδειάς των ΗΠΑ, το κόστος του καλαμποκιού διπλασιάστηκε, ξεπερνώντας για ένα σύντομο διαστήματα τρία ευρώ για κάθε δοχείο των 35 περίπου λίτρων, και οι καλλιεργητές έτριβαν τα χέρια τους στην προοπτική κερδών που θα ξεπερνούσαν τις προσδοκίες τους. Παρά τη ραγδαία ανάπτυξή της, δύσκολα γεμίζει κανείς το ντεπόζιτό του με αιθανόλη στις ΗΠΑ και εξακολουθεί να χρησιμοποιείται κυρίως ως πρόσθετο βενζίνης.

Μόνο 1.200 πρατήρια καυσίμων, διάσπαρτα κυρίως στη ζώνη του καλαμποκιού, πουλάνε αιθανόλη τύπου E85 (85% αιθανόλη και 15% βενζίνη), την οποία μπορούν να χρησιμοποιήσουν μόνο ειδικά σχεδιασμένες μηχανές. Η αιθανόλη καταναλώνεται γρηγορότερα από τη βενζίνη, παραμένει όμως ανταγωνιστική λόγω της χαμηλότερης τιμής της.



Η Κρίστιν Βίτζκι μεγάλωσε σε μια φάρμα στη δυτική Νεμπράσκα και σήμερα είναι τεχνική υπεύθυνη σε ένα από τα πιο καινούργια και σύγχρονα εργοστάσια παραγωγής αιθανόλης στις ΗΠΑ, το εργοστάσιο E3 BioFuels στο Μιντ της Νεμπράσκα, που αριθμεί 564 κατοίκους. Έχει αφιερώσει αρκετό μέρος της καριέρας της στη μετατροπή τροφίμων σε καύσιμη ύλη και πιστεύει ότι πρόκειται για μια πολύ συμφέρουσα ιδέα από όλες τις απόψεις. «Αν φτάσουμε στο σημείο να μην αναγκαζόμαστε να εξάγουμε καλαμπόκι και να το χρησιμοποιούμε σε τέτοιο βαθμό, ώστε να πάψουμε να εξαρτιόμαστε από το εισαγόμενο πετρέλαιο, θα είναι κάτι φανταστικό» ισχυρίζεται.

Μέσα στις δεξαμενές και στους αγωγούς του εργοστασίου ακολουθούνται οι τυπικές διαδικασίες ενός μεγάλου αποστακτηρίου οι άνθρωποι, εξάλλου, ανέκαθεν μετέτρεπαν τα σιτηρά σε αλκοόλ. Το καλαμπόκι αλέθεται, αναμειγνύεται με νερό και θερμαίνεται, ενώ με την προσθήκη ενζύμων το άμυλο διασπάται σε σάκχαρα. Μέσα στη δεξαμενή ζύμωσης, οι σακχαρομύκητες (μαγιά) μετατρέπουν τα σάκχαρα σε αλκοόλη, η οποία στη συνέχεια διαχωρίζεται από το νερό με απόσταξη. Ότι περισσεύει από αυτή τη διαδικασία, δηλαδή τα υπολείμματα της απόσταξης, χρησιμοποιείται ως τροφή για τις αγελάδες, ενώ ένα μέρος από τα πλούσια σε άζωτο λύματα διοχετεύεται στα χωράφια για λίπασμα.

Στο Σάο Πάολο της Βραζιλίας οκτώ λωρίδες κυκλοφορίας πήζουν από την κίνηση εξαιτίας των αυτοκινήτων που οι μηχανές τους, σε αντίθεση με τους εκνευρισμένους οδηγούς τους, βρίσκονται σε κατάσταση ραστώνης καταναλώνοντας το αποκαλούμενο και στη Βραζιλία αλκοόλ, το οποίο παράγεται στη βραζιλιάνικη ζώνη του ζαχαροκάλαμου, η οποία διαρκώς εξαπλώνεται. Εκεί, από τη δεκαετία του '20 κιόλας, κάποια αυτοκίνητα καίνε αιθανόλη, όμως τη δεκαετία του '70 η χώρα έφτασε να εισάγει το 75% του πετρελαίου της.

Όταν το εμπάργκο πετρελαίου του ΟΠΕΚ επέφερε βαρύτατο πλήγμα στην εθνική οικονομία, ο τότε δικτάτορας της Βραζιλίας, στρατηγός Ερνέστο Γκάιζελ, αποφάσισε να κόψει τις πετρελαϊκές συνήθειες της χώρας. Έδωσε γενναίες επιδοτήσεις και χρηματοδότησε την κατασκευή καινούργιων εργοστασίων παρασκευής αιθανόλης, έδωσε στην Petrobras, την κρατική επιχείρηση πετρελαίου, εντολή να εγκαταστήσει δεξαμενές και αντλίες αιθανόλης σε όλη τη χώρα και παρείχε στη βραζιλιάνικη αυτοκινητοβιομηχανία φορολογικά κίνητρα για το σχεδιασμό και την κατασκευή αυτοκινήτων που θα έκαιγαν καθαρή αιθανόλη. Έως τα μέσα της δεκαετίας του '80 σχεδόν



όλα τα αυτοκίνητα που πωλούνταν στη Βραζιλία καταλάωναν αποκλειστικά αλκοόλη. Οι Βραζιλιάνοι οδηγοί, λάτρεις της Φόρμουλα 1, αποδέχθηκαν τα αυτοκίνητα αυτά. Σε αυτό συνέτεινε και το γεγονός ότι η καθαρή αιθανόλη έχει σχεδόν 113 οκτάνια.

Αυτό αναφλέγεται σε πολύ μεγαλύτερη συμπίεση από τη βενζίνη κι αυτό επιτρέπει στους κινητήρες αλκοόλης να αποδίδουν πολύ μεγαλύτερη ισχύ. Και το καλύτερο από όλα ήταν ότι οι κρατικές επιχορηγήσεις είχαν ως αποτέλεσμα να μειωθεί σημαντικά η τιμή της. Ωστόσο, υπήρχαν και προβλήματα: Οι χαμηλές τιμές του πετρελαίου, που μέχρι τις αρχές της δεκαετίας του '90 είχαν οδηγήσει την κυβέρνηση σε σταδιακή κατάργηση των επιδοτήσεων, σε συνδυασμό με τις υψηλές τιμές της ζάχαρης είχαν ως αποτέλεσμα να αφαιρέσουν από τα ζαχαρουργεία, ή αλλιώς ουζίνιας, κάθε κίνητρο παραγωγής του καυσίμου. Εκατομμύρια οδηγοί αυτοκινήτων με κινητήρες αλκοόλης, όπως ο μηχανικός επίβλεψης της Volkswagen - Brazil, Ρότζερ Γκιέρμι, έμειναν στα κρύα του λουτρού. «Άτομα σαν κι εμένα αναγκάζονταν να περιμένουν σε τεράστιες ουρές πάνω από δύο ώρες για να βάλουν καύσιμα» λέει ο Γκιέρμι από το γραφείο του στο επιβλητικό εργοστάσιο της Volkswagen στο Σάο Μπερνάρντου ντου Κάμπου. «Η εμπιστοσύνη των καταναλωτών στο πρόγραμμα για την αλκοόλη κλονίστηκε». Όταν μετά από μία δεκαετία οι τιμές του πετρελαίου άρχισαν να αυξάνονται, οι Βραζιλιάνοι θέλησαν να επιστρέψουν στην κατανάλωση αλκοόλης, αλλά έχοντας πικρή πείρα, δεν ήθελαν να δεσμευτούν απόλυτα. Έτσι, τα αφεντικά του Γκιέρμι του έθεσαν μία πρόκληση: να βρει ένα φτηνό τρόπο ώστε ένα αυτοκίνητο να καίει και τα δύο καύσιμα. Η ομάδα του Γκιέρμι συνεργάστηκε με μηχανικούς της Magneti Marelli, η οποία προμηθεύει με συστήματα καυσίμων τη Volkswagen, προκειμένου να αναπτύξουν ένα νέο λογισμικό για τον εγκέφαλο του κινητήρα, ικανό να ρυθμίζει αυτόματα την αναλογία αέρα-καυσίμου και την προανάφλεξη για κάθε δυνατό μείγμα βενζίνης και αλκοόλης. Το 2003 η Volkswagen λανσάρισε το πρώτο όχημα τεχνολογίας TotalFlex της Βραζιλίας, τη βελτιωμένη έκδοση ενός αυτοκινήτου πόλης που έμοιαζε με μπάλα ποδοσφαίρου και ονομάστηκε Gol (που, όπως θα μαντέψατε, σημαίνει «γκολ!»).

Το αυτοκίνητο κέρδισε αμέσως οπαδούς και σύντομα το παράδειγμα ακολουθήθηκε και από τις υπόλοιπες αυτοκινητοβιομηχανίες της Βραζιλίας. Σήμερα σχεδόν το 85% των αυτοκινήτων που πωλούνται στη Βραζιλία είναι ευέλικτα: μικρά, σπορ μοντέλα που κινούνται σαν βολίδες ανάμεσα στα βαριά φορτηγά που αφήνουν καυσαέριο στο Σάο



Πάολο. Κι αφού κάθε λίτρο αλκοόλης που μπαίνει στα ντεπόζιτα κοστίζει κατά μέσο όρο 38 λεπτά φτηνότερα από τη βενζίνη, τα περισσότερα από αυτά τα αυτοκίνητα έχουν χρόνια να κινηθούν με συμβατικά καύσιμα. Το κλειδί για τη ραγδαία αύξηση της ζήτησης αιθανόλης στη Βραζιλία είναι το ζαχαροκάλαμο και όχι η τεχνολογία των κινητήρων.

Από αυτό το φυτό, τροπικό αγροστόδες, ταχείας ανάπτυξης παράγεται η ζάχαρη, βασικό εξαγωγίμο προϊόν της χώρας από τον 16ο αιώνα. Και ενώ το άμυλο από τους κόκκους του καλαμποκιού πρέπει να διαχωριστεί σε σάκχαρα με την προσθήκη ακριβών ενζύμων προκειμένου να γίνει η ζύμωση, το 20% του καλαμιού στο ζαχαροκάλαμο είναι ήδη σάκχαρο και η ζύμωσή του ξεκινά σχεδόν αμέσως μετά τη συγκομιδή. Τα 10 στρέμματα ζαχαροκάλαμου αποδίδουν 5.700- 7.600 λίτρα αιθανόλη, ποσότητα υπερδιπλάσια από αυτή που παίρνουμε από το καλαμπόκι. Η Usina Sao Martinho, ένα από τα μεγαλύτερα ζαχαουργεία και διυλιστήρια αιθανόλης στον κόσμο, βρίσκεται στην καρδιά της σμαραγδένιας ερήμου, όπως χαρακτηριστικά αποκάλεσε ένας ντόπιος αρθρογράφος την κύρια περιοχή καλλιέργειας ζαχαροκάλαμου στο κεντρικό Σάο Πάολο. Κάθε χρόνο αυτό το εργοστάσιο- μαμούθ μετατρέπει επτά εκατομμύρια τόνους ζαχαροκάλαμο σε 300 εκατομμύρια λίτρα αιθανόλη για τα βραζιλιάνικα αυτοκίνητα και σε 500.000 τόνους ζάχαρη, που προορίζονται κυρίως για τη Σαουδική Αραβία. Ακόμα, για να ανταποκριθεί στην αυξανόμενη ζήτηση αιθανόλης εντός κι εκτός της Βραζιλίας, η εταιρεία χτίζει μια μονάδα αιθανόλης με παραγωγική δυναμικότητα τριών εκατομμυρίων τόνων στην ταχύτατα αναπτυσσόμενη πολιτεία του ζαχαροκάλαμου, την Γκόιας.

Τα χωράφια στη σμαραγδένια έρημο δίνουν μέχρι κι επτά σοδειές πριν χρειαστεί να ξαναφυτευτούν, και τα διυλιστήρια ανακυκλώνουν τα λύματά τους μετατρέποντάς τα σε λίπασμα. Όπως και τα περισσότερα ουζίνιας της Βραζιλίας, το Sao Martinho δεν χρησιμοποιεί ούτε ορυκτά καύσιμα ούτε ηλεκτρικό ρεύμα. Η θέρμανση και η ενέργεια προέρχονται από την καύση των υπολειμμάτων ζαχαροκάλαμων, των λεγόμενων μπαγκάσε, που συνήθως παράγουν ένα μικρό πλεόνασμα ενέργειας.

Ακόμα και τα φορτηγά που μεταφέρουν ζαχαροκάλαμα και τα γεωργικά μηχανήματα καίνε ένα μείγμα πετρελαίου και αιθανόλης, ενώ το δημοφιλές αεροψεκαστικό Ipanema, ένα πανέμορφο μικρό αεροπλάνο, είναι το πρώτο αεροσκάφος σταθερών πτερυγίων που καίει καθαρή αλκοόλη. «Έχουμε εμμονή με την απόδοση» δηλώνει ο Αζενόρ Κούινα Παβάν, διευθυντής του εργοστασίου. Κι ενώ ο ενεργειακός δείκτης της αιθανόλης από



καλαμπόκι φλερτάρει με τον ισοσκελισμό, «καταναλώνοντας μία μονάδα ορυκτών καυσίμων παράγουμε οκτώ μονάδες αιθανόλης» αναφέρει ο Ιζαιας Μασέντο, ένας από τους επιφανείς ειδικούς στο ζαχαροκάλαμο.

Σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των επιστημόνων, η παραγωγή και η καύση αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο προκαλούν 55-90% λιγότερες εκπομπές CO₂ από ότι η βενζίνη. Ο Μασέντο οραματίζεται ακόμα υψηλότερες επιδόσεις. «Μπορούμε να επιτύχουμε τις ίδιες αποδόσεις καταναλώνοντας τα δύο τρίτα ή τα μισά μπαγκάσε, να χρησιμοποιήσουμε αποτελεσματικότερα τα τρακτέρ μέσα στο χωράφι και να προσεγγίσουμε επίπεδα 12 και 13 μονάδων». 27

Κεφάλαιο Δεύτερο

2.1 Τι Οδηγεί στην Ανάπτυξη των Βιοκαυσίμων

Τα βιοκαύσιμα υπάρχουν πάνω από 100 χρόνια αλλά ήταν αδύνατον να ανταγωνιστούν τα καύσιμα που προέρχονται από ακατέργαστο πετρέλαιο. Οι νέες κυβερνητικές πολιτικές, οι επιδοτήσεις και φοροελαφρύνσεις ενεργοποιούν την παραγωγή βιοκαυσίμων που έχει διπλασιαστεί από το 2008 και προβλέπεται να διπλασιαστεί ξανά έως το 2011. Υπάρχει μια σειρά λόγων που οδηγούν τις κυβερνήσεις στην προώθηση των βιοκαυσίμων.

2.1.1 Κλιματικές αλλαγές

Οι μεταφορές συμβάλλουν σημαντικά στις κλιματικές αλλαγές, αποδίδοντας το 25% των παραγόμενων, από ανθρωπογενής δραστηριότητες, εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου παγκοσμίως. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να βοηθήσουν στη μείωση τη επίδρασης των μεταφορών στις κλιματικές αλλαγές γιατί τα φυτά από τα οποία προέρχονται απορροφούν CO₂ καθώς μεγαλώνουν. 28

2.1.2. Τεχνολογία και καινοτομία

Σε αντίθεση με άλλα καύσιμα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, όπως το υδρογόνο, οι υποδομές για την παραγωγή και διανομή τους έχουν ήδη τεθεί σε λειτουργία. Επιπλέον τα βιοκαύσιμα είναι συμβατά με τα οχήματα που κυκλοφορούν και την τεχνολογία παραγωγής ενέργειας.

Το 2006, \$26 δισεκατομμύρια επενδύθηκαν στα βιοκαύσιμα. Η Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας, εκτιμά ότι μεταξύ του 2005 και 2030 η αύξηση της παραγωγής των βιοκαυσίμων στο 4% των παγκόσμιων μεταφορών θα κοστίσει \$160 δισεκατομμύρια ενώ για το 7% \$225 δισεκατομμύρια. 28

2.1.3. Ενεργειακή Ασφάλεια

Οι ενεργειακές ανάγκες αυξάνονται παγκοσμίως. Ο πληθυσμός της γης έχει διπλασιαστεί τις τελευταίες 4 δεκαετίες και αναμένεται να ξεπεράσει τα 9 δισεκατομμύρια έως το 2050. Η ραγδαία ανάπτυξη, κυρίως της Κίνας και της Ινδίας, αυξάνει την ποιότητα ζωής και αυτό οδηγεί σε αύξηση των αναγκών για ενέργεια και μεταφορές.

Το 2000 υπήρχαν 900 εκατομμύρια αυτοκίνητα στους δρόμους ενώ αναμένεται να ξεπεράσουν τα 2 δισεκατομμύρια έως το 2050. Τα φυσικά καύσιμα (πετρέλαιο, άνθρακας και αέριο) αναμένεται να είναι οι κυρίαρχες πηγές ενέργειας για το εγγύς μέλλον. Αλλά η παραγωγή έχει ήδη εξαντληθεί σε πολλές μεγάλες πετρελαιοπαραγωγές χώρες και νέες πηγές ανακαλύπτονται σε μέρη όπου υπάρχουν περιβαλλοντικά θέματα και σε χώρες με πολιτική αστάθεια.

Αυτό έχει οδηγήσει σε αύξηση των τιμών του πετρελαίου. Τα βιοκαύσιμα θεωρούνται από τις κυβερνήσεις ως ασφαλής πηγή ενέργειας και ως ένας τρόπος μείωσης της εξάρτησης από τα εισαγόμενα φυσικά καύσιμα. Η Βραζιλία έχει αντικαταστήσει το 15% της κατανάλωσης πετρελαίου με βίαιθανόλη σύμφωνα με τη Διεθνής Επιτροπή Ενέργειας. 28

2.1.4. Αγροτική Ανάπτυξη

Τα βιοκαύσιμα μπορούν να συμβάλλουν στην αύξηση των εισοδημάτων των αγροτών. Η παγκοσμιοποίηση και βιομηχανοποίηση της αγροτικής παραγωγή έχουν μειώσει τις τιμές των αγροτικών προϊόντων. Η αυξανόμενη ζήτηση για βιοκαύσιμα έχει οδηγήσει σε αύξηση των αγροτικών προϊόντων. Στις ανεπτυγμένες χώρες αυτό δημιουργεί θέσεις εργασίας και μειώνει την ανάγκη επιδοτήσεων για τους αγρότες. 29

2.2 Τα Πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων

2.2.1 Περιβαλλοντικά οφέλη

Υπάρχει μια γενική ομολογία για τα παγκόσμια οφέλη από τη χρήση της βιομάζας και των βιοκαυσίμων (αέρια θερμοκηπίου), τα οποία όμως δεν έχουν δημοσιοποιηθεί επαρκώς και έτσι δεν έχουν γίνει κατανοητά στους λήπτες των αποφάσεων και το ευρύ κοινό. Το κλειδί για την επιτυχημένη ανάπτυξη της βιοϊσχύος είναι η αποδοτική χρήση της πηγής με σύγχρονα συστήματα μετατροπής που μεγιστοποιούν την παραγόμενη ενέργεια και ελαχιστοποιούν τα υποπροϊόντα των διεργασιών μετατροπής.

Οι τομείς στους οποίους η βιομάζα έχει θετικές συνέπειες αναλύονται παρακάτω:

1. Ποιότητα του αέρα

Τα περιβαλλοντικά οφέλη όσον αφορά τον ατμοσφαιρικό αέρα είναι ευρύτερα. Με την προώθηση της αγροτικής και δασικής βιομάζας και των βιοκαυσίμων στην παραγωγή ενέργειας εξασφαλίζονται εξαιρετικά χαμηλά ποσοστά ρύπων NO_x , COX και άλλων ρυπαντών υπεύθυνων για το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Αυτό οφείλεται στο ότι η φυτική βιομάζα εξαιτίας της σύστασης της και εξαιτίας της αρχής διατήρησης της μάζας, εκπέμπει με την καύση της ακριβώς την ίδια ποσότητα CO_2 με την ποσότητα που θα εξέπεμπε με την λειτουργία της αναπνοής ως φυτό σε ανάπτυξη. Απελευθερώνεται δηλαδή το CO_2 που έχει απορροφηθεί κατά τη ζωή του φυτού με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης.

Επιπρόσθετα το μεγαλύτερο ποσοστό CO_2 εγκλωβίζεται στις ρίζες και έτσι οι ποσότητες που απελευθερώνονται στον αέρα με την καύση των αγροτικών υπολειμμάτων, που σπάνια περιλαμβάνουν ρίζες, είναι ελάχιστες. Αυτές μάλιστα περιορίζονται ακόμη περισσότερο μέσω της ελεγχόμενης καύσης και της χρήσης φίλτρων και άλλων μεθόδων καθαρισμού καυσαερίων. Έτσι η ρύπανση είναι σημαντικά χαμηλότερη από την καύση άλλων υλών (πετρέλαιο, λιγνίτης). Επίσης, δεν υπάρχει εναπόθεση άχρηστων υλών και παραπροϊόντων σε σύγκριση με τις άλλες μορφές καυσίμων της βιομηχανίας ενέργειας, ενώ η εδαφική φθορά σε άνθρακα και χημικά είναι μηδενική.

2. Ποιότητα του νερού

Γενικά, οι ενεργειακές καλλιέργειες αναπτύσσονται σε μη αξιοποιημένες γεωργικές εκτάσεις. Συνήθως δε, δεν αντικαθιστούν βοσκότοπους, υδροβιότοπους, φυσικά δάση ή



γεωργική γη ύψηλης παραγωγικότητας, ενώ απαιτούν λιγότερα (έως καθόλου) παρασιτοκτόνα και ζιζανιοκτόνα σε σχέση με τις άλλες καλλιέργειες, μειώνοντας έτσι την απορροή χημικών στα επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα. Τα συστήματα των ριζών συγκρατούν το χώμα και μειώνουν τη διάβρωση, βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα των επιφανειακών υδάτων, φιλτράρουν τα γεωργικά χημικά εμποδίζοντας τα να εισέλθουν στα ρυάκια, και ανακόπτουν τα θρεπτικά στοιχεία από το να εισέλθουν στα υπόγεια ύδατα.

3. Χρήσεις γης

Τα περιβαλλοντικά οφέλη επί του εδάφους είναι κυρίως τοπικά. Η συγκέντρωση των υπολειμμάτων των αγροτικών καλλιεργειών δημιουργεί με τον καιρό εστίες παρασίτων για τους αγρούς, οι οποίες είναι βλαβερές για την αποδοτικότητα τους και κατ' επέκταση για την οικονομία των αγροτών. Έτσι οι αγρότες αναγκάζονται να αφιερώνουν επιπλέον χρόνο και κόπο για το διασκορπισμό ή το θάψιμο όσο το δυνατό μεγαλύτερων ποσοτήτων, ώστε να ελαχιστοποιηθεί η μολυσματική επιρροή της σήψης. Δεν είναι λίγες οι φορές που οι αγρότες καίνε ανεξέλεγκτα τα υπολείμματα αυτά. Αξιοποιώντας την αγροτική βιομάζα απαλλάσσεται ο αγρότης από αυτές τις εστίες των παρασίτων. Όχι μόνο οι αγροτικές μορφές, αλλά και οι υπόλοιπες μορφές βιομάζας (οργανικές, βιομηχανικές) αποτελούν συνήθως εστία χημικής (έδαφος, υδροφόροι ορίζοντες) και αισθητικής μόλυνσης οπότε η απομάκρυνση και ταυτόχρονη αξιοποίηση τους, μόνο βελτίωση επιφέρει στην ποιότητα ζωής των κοινωνιών. 30

2.2.2 Οικονομικά και Κοινωνικά Οφέλη

Σημαντικά είναι και τα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη. Γίνεται εύκολα αντιληπτό ότι ένας πολύ μεγάλος αριθμός αγροτών θα μπορούσε να εμπλακεί στην διαδικασία αξιοποίησης της βιομάζας. Μάλιστα, η ευκαιρία αυτή για απασχόληση δίνεται σε μια «νεκρά» για τον αγρότη περίοδο, αφού μετά την συλλογή καρπού και την κοπή των στελεχών δεν απασχολείται για πολύ καιρό σε αγροτικές εργασίες. Είναι λοιπόν φανερό ότι αναζωογονούνται οικονομικά υποβαθμισμένες αγροτικές περιοχές, και μάλιστα με το πλεονέκτημα για τον αγρότη του ελέγχου των τιμών μιας και αυτός θα μπορεί να ελέγχει τις διαθέσιμες ποσότητες βιομάζας. Δημιουργείται λοιπόν μια πολύ ενδιαφέρουσα πρόταση καταπολέμησης της ανεργίας.

Από τη βιομάζα μπορεί να ωφεληθεί η ενεργειακή ασφάλεια των κρατών καθώς, με τη διερεύνηση του φάσματος των πηγών τροφοδοσίας τους, οι χώρες οχυρώνονται, ενδυναμώνουν την οικονομία τους, και βελτιώνουν το εμπορικό τους ισοζύγιο. Τέλος, δεν είναι πλέον επιθυμητή για την κάλυψη των ενεργειακών αναγκών η κατασκευή μεγάλων σταθμών ηλεκτροπαραγωγής, ειδικά στις περισσότερο απομακρυσμένες περιοχές. Οι μικρές εγκαταστάσεις βιοϊσχύος έχουν μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορούν να λειτουργούν με τις τοπικά παραγόμενες πρώτες ύλες. Συμπερασματικά, η χρήση της βιομάζας επιφέρει τριπλό όφελος στον αγροτικό πληθυσμό, αφού διατηρεί τον πλούτο κοντά, αμείβει τους αγρότες για την παραγωγή των καυσίμων βιομάζας και παρέχει καθαρή ενέργεια. 30

2.2.1. Περιβαλλοντικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών

Η αξιοποίηση της βιομάζας για παραγωγή ενέργειας παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς είναι υλικό ανεξάντλητο, όντας η ίδια μια «αποθήκη» ηλιακής ενέργειας. Ακόμη, θεωρείται καύσιμο «ΟΟ₂ — ουδέτερο» αφού το ΟΟ₂ που παράγεται κατά την καύση τους, δεσμεύεται και πάλι από τα φυτά με τη φωτοσύνθεση, ενώ συμμετέχει πολλαπλά στο ισοζύγιο του ΟΟ₂ δίνοντας τη δυνατότητα δέσμευσης άνθρακα σε οργανική μορφή (στα φυτά και τους άλλους οργανισμούς) και εξοικονόμησης ισοδύναμου ποσού CO₂.

Τα περιβαλλοντικά οφέλη σχετικά με την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών είναι:

- Θετική συνεισφορά σχετικά με το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Η αντικατάσταση των ορυκτών καυσίμων με βιομάζα που είναι ουδέτερα σε εκπομπές CO₂ καθώς η ποσότητα του ΟΟ₂ που απελευθερώνεται στην ατμόσφαιρα μετά την καύση της, αφομοιώνεται από το φυτό κατά την φωτοσύνθεση.
- Προστασία έναντι της διάβρωσης του εδάφους. Το πλούσιο υπέργειο τμήμα και το ριζικό σύστημα των ενεργειακών καλλιεργειών (ειδικά των πολυετών), ελαχιστοποιεί τις δυσμενείς επιπτώσεις της διάβρωσης του εδάφους και βελτιώνει τη δομή του.

- Διαχείριση νερού. Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξη τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως ο ευκάλυπτος και το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη.
- Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα. Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στην προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.
- Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων. Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπροσθέτως, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα και ως εκ τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων είναι πολύ μικρή.
- Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας. Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών. 30

2.2.2. Κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών

Εκτός από τα προαναφερθέντα οφέλη, οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να φέρουν μια μικρή επανάσταση στον αγροτικό κόσμο και να αποτελέσουν αιτία αναγέννησης της αγροτικής υπαίθρου. Τα νέα οικονομικά δεδομένα, η καθετοποίηση στην παραγωγή του τελικού προϊόντος και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε εναλλακτικές μορφές καθαρής ενέργειας, θα εξαφανίσουν τα αρνητικά σενάρια εγκατάλειψης - ερημοποίησης των χωραφιών καθώς και τον μαρασμό των περιοχών της περιφέρειας. Τώρα δημιουργούνται προοπτικές βιώσιμης ανάπτυξης, ανασυγκρότησης και



- Διαχείριση νερού. Στο πλαίσιο της ενεργειακής γεωργίας δίνεται η ευκαιρία να επιλεγούν είδη που αξιοποιούν το νερό αποδοτικά, ή και σε πολλές περιπτώσεις είδη που αξιοποιούν τις χειμερινές βροχοπτώσεις για την ανάπτυξη τους και δεν απαιτούν επιπλέον άρδευση, παρουσιάζοντας ικανοποιητική ανάπτυξη και παραγωγικότητα σε βιομάζα. Η αγριαγκινάρα μπορεί να καλλιεργηθεί ξηρικά και να αντικαταστήσει τα χειμερινά σιτηρά όπως το σιτάρι και το κριθάρι. Άλλα φυτά, όπως ο ευκάλυπτος και το καλάμι, μπορούν να αναπτυχθούν ικανοποιητικά χωρίς άρδευση, αν και όταν αρδεύονται η παραγωγή τους σε βιομάζα είναι υψηλότερη.
- Χαμηλές εισροές σε λιπάσματα. Οι ενεργειακές καλλιέργειες απαιτούν χαμηλότερα επίπεδα λίπανσης σε σχέση με τα ετήσια φυτά που προορίζονται για τροφή και μπορούν να συντελέσουν στην προστασία του περιβάλλοντος με μείωση της χρήσης λιπασμάτων.
- Μείωση της χρήσης φυτοφαρμάκων. Οι ενεργειακές καλλιέργειες παρουσιάζουν υψηλή φυτοκάλυψη και με την εγκατάστασή τους στον αγρό περιορίζουν την ανάπτυξη ζιζανίων. Επιπροσθέτως, δεν προσβάλλονται από σοβαρές ασθένειες και έντομα και ως εκ τούτου, η χρήση μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων είναι πολύ μικρή.
- Εκμετάλλευση εδαφών χαμηλής γονιμότητας. Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτικές λύσεις σε εγκαταλελειμμένες περιοχές χαμηλής γονιμότητας καθώς προσαρμόζονται εύκολα και αποδίδουν ικανοποιητικά σε μεγάλο εύρος εδαφών. 30

2.2.2. Κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη ενεργειακών καλλιεργειών

Εκτός από τα προαναφερθέντα οφέλη, οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να φέρουν μια μικρή επανάσταση στον αγροτικό κόσμο και να αποτελέσουν αιτία αναγέννησης της αγροτικής υπαίθρου. Τα νέα οικονομικά δεδομένα, η καθετοποίηση στην παραγωγή του τελικού προϊόντος και οι συνεχώς αυξανόμενες ανάγκες σε εναλλακτικές μορφές καθαρής ενέργειας, θα εξαφανίσουν τα αρνητικά σενάρια εγκατάλειψης - ερημοποίησης των χωραφιών καθώς και τον μαρασμό των περιοχών της περιφέρειας. Τώρα δημιουργούνται προοπτικές βιώσιμης ανάπτυξης, ανασυγκρότησης και



ανασύστασης τής παραδοσιακής γεωργίας και των εμπλεκομένων σε αυτήν.

Συγκεκριμένα τα κοινωνικο-οικονομικά οφέλη από την ανάπτυξη των ενεργειακών καλλιεργειών είναι:

- *Προσφορά εναλλακτικών καλλιεργητικών λύσεων.* Οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να προσφέρουν εναλλακτικές λύσεις για τους αγρότες, λαμβάνοντας υπόψη ότι ήδη υπάρχουν κάποια είδη επιδοτήσεων.
- *Ενδυνάμωση του γεωργικού χώρου.* Με την ανάπτυξη καλλιεργειών για ενέργεια, θα δημιουργηθεί ανάγκη για προμήθεια νέων ποικιλιών, βελτίωση καλλιεργητικών μεθόδων και εξοπλισμού, που θα υποστηρίξουν την παραγωγή και αποθήκευση των νέων φυτών. Αυτό θα δώσει ώθηση στη φθίνουσα γεωργική οικονομία και θα οδηγήσει στην ανάπτυξη της εγχώριας γεωργικής βιομηχανίας.
- *Αύξηση του αγροτικού εισοδήματος.* Η διείσδυση των ενεργειακών καλλιεργειών στην εσωτερική αγορά μπορεί να εξασφαλίσει ικανοποιητικό αγροτικό εισόδημα σε σχέση με ορισμένες συμβατικές καλλιέργειες και να ενισχύσει τη διαφοροποίηση των δραστηριοτήτων των γεωργών.
- *Μείωση των περιφερειακών ανισοτήτων και αναζωογόνηση των λιγότερο ανεπτυγμένων γεωργικών οικονομιών.* Η παραγωγή και εκμετάλλευση των ενεργειακών καλλιεργειών θα συντελέσει στην ανάπτυξη οικονομικών δραστηριοτήτων στις αγροτικές περιοχές. Η εισροή επομένως, νέων κεφαλαίων θα βελτιώσει τη ζωή των τοπικών κοινωνιών και θα στηρίξει την ανάπτυξη σε λιγότερο ανεπτυγμένες περιοχές της χώρας.
- *Εξασφάλιση αειφόρου περιφερειακής ανάπτυξης.* Η δημιουργία αγοράς για παραγωγή βιοκαυσίμων, θερμότητας και ηλεκτρισμού στην περιφέρεια, θα συμβάλει στην παραμονή του πληθυσμού στις αγροτικές περιοχές, με τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας και την εξασφάλιση πρόσθετων εισοδημάτων στην τοπική κοινωνία.
- *Μείωση της εξάρτησης από το πετρέλαιο.* Η χρήση καλλιεργειών για ενεργειακούς σκοπούς οδηγεί στην ανάπτυξη στρατηγικών εθνικών προϊόντων και ελαττώνει την εξάρτηση από τις εισαγωγές πετρελαίου. 31

2.3 Μειονεκτήματα Βιοκαυσίμων

Μια πληρέστερη εικόνα των επιπτώσεων στο περιβάλλον από τη χρήση των βιοκαυσίμων μπορούμε να πάρουμε εξετάζοντας όλο τον κύκλο ζωής τους. Με τον τρόπο αυτό εντοπίζονται οι γενικότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και κατά συνέπεια και τα μειονεκτήματα από τη χρήση των βιοκαυσίμων:

- Η παραγωγή των βιοκαυσίμων, κατά την επεξεργασία της πρώτης ύλης, χρειάζεται ενέργεια που λαμβάνεται από ορυκτά καύσιμα. Επίσης, στην παραγωγή /καλλιέργεια της πρώτης ύλης, στη συγκομιδή και τη μεταφορά της, καθώς και στη μεταφορά και διανομή των βιοκαυσίμων, χρησιμοποιούνται, τουλάχιστον προς το παρόν, μηχανήματα και οχήματα που κινούνται με ορυκτά καύσιμα και κατά συνέπεια εκπέμπουν διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Για ορισμένους, αυτό ανατρέπει την άποψη ότι τα βιοκαύσιμα είναι ουδέτερα σε εκπομπές άνθρακα.
- Η ευρεία και εντατική καλλιέργεια ενεργειακών φυτών οδηγεί σε μονοκαλλιέργεια, υποβάθμιση των χρήσεων γης και σημαντικές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα (απομάκρυνση πουλιών και εντόμων), στην παροχή νερού (λόγω αυξημένων απαιτήσεων στην άρδευση των ενεργειακών καλλιεργειών) και στην ποιότητα του εδάφους.
- Η χρήση λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων, που βασίζονται σε ενώσεις του αζώτου, του θείου και της αμμωνίας αυξάνει την οξύτητα του εδάφους και των νερών, δημιουργώντας παράλληλα σε αυτό συνθήκες ευτροφισμού.
- Οι κινητήρες που καίνε βιοντίζελ εκπέμπουν περισσότερα οξείδια του αζώτου (NO_x) σε σύγκριση με την καύση πετρελαίου κίνησης.
- Η παραγωγή των βιοκαυσίμων μπορεί να είναι περισσότερο δαπανηρή από άλλους τρόπους μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (CO₂).
- Σε μια παγκοσμιοποιημένη αγορά πρώτων υλών και καυσίμων, που ήδη υπάρχει, και σε ένα παγκοσμιοποιημένο σύστημα μεταφοράς και υπολογισμού εκπομπών και δικαιωμάτων εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, που τείνει να διαμορφωθεί, είναι πολύ πιθανό τα οφέλη από τα πλεονεκτήματα από τη χρήση των βιοκαυσίμων να τα καρπωθούν οι αναπτυγμένες χώρες, μειώνοντας τις εκπομπές του κλάδου των μεταφορών, ενώ τα μειονεκτήματα από την καλλιέργεια των φυτών και την

παραγωγή της πρώτης ύλης, να βλάψουν τις χώρες του Τρίτου Κόσμου που θα διαθέσουν μεγάλες εκτάσεις για ενεργειακές καλλιέργειες. Έτσι, μπορεί οι αναπτυγμένες χώρες να φαίνεται ότι επιτυγχάνουν τους στόχους τους ως προς το Πρωτόκολλο του Κιότο και ταυτόχρονα αναπτυσσόμενες χώρες να παρουσιάζονται με αυξημένες εκπομπές, λόγω αυξημένης χρήσης λιπασμάτων, διάβρωσης του εδάφους και επεξεργασίας της πρώτης ύλης για την παραγωγή «καθαρών» βιοκαυσίμων.

- Τέλος, η αυξανόμενη ζήτηση καυσίμων μπορεί να οδηγήσει φτωχές, αναπτυσσόμενες τροπικές και υποτροπικές χώρες, όπου ευνοείται η καλλιέργεια πολύ αποδοτικών (μέχρι και δέκα φορές περισσότερο από τις αντίστοιχες καλλιέργειες σε εύκρατες περιοχές) ενεργειακών φυτών, στον περιορισμό των εκτάσεων που παράγουν τρόφιμα για την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ωστόσο, μια τέτοια πρακτική θα έχει ολέθριες συνέπειες στους κατοίκους των περιοχών αυτών, αφού η παραγωγή βιοκαυσίμων ελάχιστα ή και καθόλου δεν θα βελτιώσει τα έσοδα και το βιοτικό τους επίπεδο, ενώ ταυτόχρονα θα στερηθούν τα λίγα αλλά απαραίτητα για την επιβίωσή τους τρόφιμα. 32

2.3.1 Τα βιοκαύσιμα απειλούν να επιταχύνουν την αύξηση της θερμοκρασίας της γης.

Η συμβολή της γεωργίας και η χρήση της γης μετατρέπονται σε ανθρωπογεννητική κλιματολογική αλλαγή: Η υπερθέρμανση του πλανήτη προκαλείται από ανθρώπινες εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου, εκ των οποίων τα τρία πιο σημαντικά είναι το διοξείδιο του άνθρακα, το μεθάνιο και το οξείδιο του αζώτου. Οι περισσότερες από αυτές τις εκπομπές αποδίδονται στην καύση των ορυκτών καυσίμων, ενώ στη γεωργία και την αποψίλωση των δασών αποδίδεται τουλάχιστον το ένα τρίτο αυτών, σύμφωνα με την πρόσφατη έκθεση Stern Review 33. Τα ποσοστά που αποδίδονται για τις μη διοξειδούχες του άνθρακα εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου και για την αποψίλωση των δασών είναι 14% και 18% αντίστοιχα.

Η έκθεση (Stern Review) τονίζει ότι οι συνολικές εκπομπές από τη χρήση της γης θα είναι μεγαλύτερες, αφού δεν υπάρχει παγκόσμια εκτίμηση για τις εκπομπές άνθρακα του εδάφους ως αποτέλεσμα της γεωργίας και της αλλαγής της χρήσης της γης. Επιπλέον, ούτε το Stern Review, ούτε κάποια από τις IPCC Αναφορές Αξιολόγησης που εκδόθηκαν ως σήμερα, εκτιμά τις παγκόσμιες εκπομπές από την οξείδωση της τύρφης και τις φωτιές. Παρακάτω θα εξετάσουμε τις πληροφορίες σχετικά με τους διαφορετικούς τύπους και πηγές των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου που συνδέονται με τη γεωργία και την αλλαγή στη χρήση της γης και τον αντίκτυπο της μεγάλης επέκτασης των βιοκαυσίμων.

Η μεγάλης κλίμακας επέκταση των βιοκαυσίμων θα μπορούσε να μειώσει τις εκπομπές των ορυκτών καυσίμων κατά μικρή αναλογία, παρόλο που οποιαδήποτε τέτοια κέρδη θα εξαλείφονταν και με το παραπάνω αν ο παγκόσμιος τομέας μεταφοράς συνεχίσει να αυξάνεται με τους σημερινούς και προβλεπόμενους ρυθμούς. Η Διεθνής Αρχή Ενέργειας δηλώνει ότι σήμερα τα βιοκαύσιμα υπολογίζονται στο 1% των καυσίμων της παγκόσμιας μεταφοράς. Προβλέπουν ότι θα ανέλθουν πιθανά στο 8% ως το 2030 και ότι ακόμα η χρήση του ορυκτέλαιου στην παγκόσμια μεταφορά θα αυξηθεί αναμφισβήτητα 34, λόγω της συνολικής ανάπτυξης στη χρήση καυσίμων μεταφοράς. Όσο θα συνεχίζει να αυξάνεται η χρήση ενέργειας τα βιοκαύσιμα δε θα μπορούν να μειώσουν σίγουρα τη χρήση των ορυκτών καυσίμων. Ωστόσο, τα ποσοστά εκείνα της ΔΑΕ αναφέρονται μόνο στην αντικατάσταση του ορυκτού πετρελαίου και του ντίζελ. Δεν υπολογίζουν τη χρήση του ορυκτού καυσίμου που συνδέεται με την παραγωγή καυσίμων, δηλαδή τα ορυκτά καύσιμα



που χρησιμοποιούνται στα γεωργικά μηχανήματα και εξοπλισμό, την παραγωγή λιπασμάτων, την παραγωγή εντομοκτόνων, τη μεταφορά και κατά τη διαδικασία απόσταξης και διύλισης.

Παρόλο που τα βιοκαύσιμα θα αντικαταστήσουν κάποια ορυκτά καύσιμα, το συνολικό ποσό θα είναι πιθανώς μικρό. Το ενδιαφέρον μας έγκειται στο ότι η μικρή μείωση στη χρήση ορυκτών καυσίμων που προέρχονται από εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εξαιτίας της εξάπλωσης των βιοκαυσίμων θα είναι εις βάρος των μεγάλων αυξήσεων στις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου εξαιτίας της αποψίλωσης, της αλλαγής της χρήσης της γης, των εκπομπών οξειδίου του αζώτου, των εκπομπών άνθρακα από την απώλεια οργανικού άνθρακα του εδάφους, των καύσεων των τυρφών και της οξείδωσης και της ενδεχόμενης απώλειας των μεγαλύτερων δεξαμενών αποθήκευσης του άνθρακα.

Η ικανότητά μας να σταθεροποιήσουμε τις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα και να αποφύγουμε χειρότερο αντίκτυπο της υπερθέρμανσης του πλανήτη, εξαρτάται από την ικανότητα του οικοσυστήματός μας να συνεχίζει να λειτουργεί ως δεξαμενή αποθήκευσης άνθρακα δηλαδή, να συνεχίζει να απορροφά μεγάλες ποσότητες άνθρακα από την ατμόσφαιρα, συμπεριλαμβανομένης μιας αξιοπρόσεκτης αναλογίας ανθρωπογεννητικών εκπομπών. Αν τα οικοσυστήματα καταστραφούν η υποβιβαστούν έτσι ώστε να μην μπορούν να λειτουργήσουν πλέον ως δεξαμενές αποθήκευσης άνθρακα, τότε θα χάσουμε τελείως την ικανότητά μας να σταθεροποιήσουμε το κλίμα.

Ανησυχούμε ιδιαιτέρως εξαιτίας της ισχυρής απόδειξης ότι τα αποτελέσματα της αποψίλωσης και της υποβάθμισης του οικοσυστήματος μπορεί να μην είναι ευθύγραμμα, δηλαδή και η γεωργική εντατικοποίηση και η επέκταση θα μπορούσαν να προκαλέσουν μεγάλες, μη αναστρέψιμες κλιματολογικές αλλαγές και πιθανόν κατάρρευση που θα μπορούσε να προκαλέσει εξίσου μη αναστρέψιμες κλιματολογικές αναδράσεις. Αυτό εξετάζεται λεπτομερώς παρακάτω.

Επιπλέον ανησυχούμε πολύ για το ότι δεν έχει γίνει πράγματι έρευνα για το αν η μεγάλη σε κλίμακα επέκταση των βιοκαυσίμων ίσως επιφέρει “χαμηλής δυνατότητας, μεγάλου αντίκτυπου” αποτελέσματα όπως η μετατροπή ολόκληρου ή μέρους του δάσους του Αμαζονίου σε ένα μη αναστρέψιμο κύκλο ολοκαυτώματος ή ερημοποίησης και αν είναι έτσι, για το αν είναι υψηλής ή χαμηλής πιθανότητας.

Οι αποδείξεις ότι τα βιοκαύσιμα μετριάζουν τις κλιματολογικές αλλαγές είναι σπάνιες και αντιμαχόμενες, ιδιαιτέρως όταν κοιτάζουμε πέρα από το μικρό επίπεδο (Βλέπε παρακάτω τη συζήτησή μας για τις εκτιμήσεις του κύκλου ζωής των αερίων του θερμοκηπίου). Αντιθέτως υπάρχουν αυξανόμενες αποδείξεις ότι μια αλλαγή στα βιοκαύσιμα θα μπορούσε να επιταχύνει κατά πολύ την υπερθέρμανση του πλανήτη.

2.3.2. Εκπομπές του οξειδίου του αζώτου από τη γεωργία:

Το οξείδιο του αζώτου είναι το τρίτο πιο σημαντικό αέριο που ευθύνεται για την ανθρωπογεννητική αύξηση της θερμοκρασίας της γης. Το ενδεχόμενο να επηρεάζει την αύξηση θερμοκρασίας είναι γύρω στις 296 φορές μεγαλύτερο από αυτό του διοξειδίου του άνθρακα και έχει μεγάλη διάρκεια ζωής στην ατμόσφαιρα, περίπου 120 χρόνια.

Οι ατμοσφαιρικές συγκεντρώσεις του N_2O έχουν αυξηθεί κατά 17% από την βιομηχανική επανάσταση. Σύμφωνα με αναφορά του 2006 από τον Οργανισμό Περιβαλλοντικής Προστασίας των Ηνωμένων Πολιτειών 35, οι ετήσιες παγκόσμιες ανθρωπογεννητικές εκπομπές N_2O ισούνται με 3.114 δισεκατομμύρια τόνους εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα (που ισούνται με 849.55 εκατομμύρια τόνους άνθρακα).

Πέρα από αυτό, οι γεωργικές εκπομπές N_2O ευθύνονται για 2.615 δις τόνους διοξειδίου του άνθρακα. Σύμφωνα με το Stern Review, οι συνολικές γεωργικές εκπομπές (μη συμπεριλαμβανομένης της αποψύλωσης) αυξήθηκαν κατά 10% μέσα στη δεκαετία του 1990 και αναμένονται να αυξηθούν κατά 30% επιπλέον ως το 2020 χωρίς να λογαριάζουμε μια αύξηση στην παραγωγή βιοκαυσίμων. Το μεγαλύτερο μέρος αυτής της αύξησης οφείλεται στη μεγαλύτερη χρήση λιπασμάτων, ιδιαιτέρως σε τροπικά μέρη, δηλαδή σε πρακτικές που συνδέονται κυρίως με την παραγωγή εντατικής μονοκαλλιέργειας. Μόνο στην Ασία οι εκπομπές N_2O έχουν αυξηθεί κατά 250% 36.

Προσθέτοντας την ίδια ποσότητα λιπάσματος σε ένα εκτάριο τροπικού εδάφους ισούται με 10- 100 φορές την ποσότητα των εκπομπών του N_2O κάνοντας το ίδιο σε εύκρατα εδάφη 37. Επιπλέον, αναμένεται ευρέως ότι οι εντατικές μονοκαλλιέργειες θα παρέχουν τον όγκο της αυξανόμενης παραγωγής βιοκαυσίμων παγκοσμίως.

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας των Ηνωμένων Εθνών έχει δηλώσει ξεκάθαρα ότι η αυξανόμενη παραγωγή σοδειάς συνδέεται άμεσα και με την άρδευση και



με τη μεγαλύτερη χρήση λιπάσματος 38. Πράγματι, όλα τα αισιόδοξα σενάρια για την αύξηση της παγκόσμιας παραγωγής βιομάζας για την βιοενέργεια βασίζονται στην αύξηση της παραγωγής που αναπόφευκτα σημαίνει μεγαλύτερες εκπομπές N_2O .

Εκτός από τη χρήση λιπάσματος, η μετατροπή των δασών σε καλλιεργήσιμη γη, το μακροχρόνιο φύτεμα οσπρίων (όπως τα σπέρματα σόγιας) και η αποσύνθεση οργανικού ιζήματος έχουν αναγνωριστεί ως σημαντικές πηγές γεωργικών εκπομπών N_2O 39. Οι εκπομπές N_2O από τη γεωργία εξαιτίας της σχεδιασμένης επέκτασης της παραγωγής βιοκαυσίμων δεν έχει αποτελέσει παράγοντα σε κανένα από τα σενάρια εκπομπών αλλά είναι σαφώς πιθανό να είναι παγκόσμιας σημασίας.

2.3.3. Βιοποικιλότητα και δευτερεύουσες κλιματικές επιπτώσεις της αυξημένης χρήσης νιτρικών λιπασμάτων

Οι συνέπειες της αυξημένης νιτρικής λίπανσης δεν είναι ακόμα γνωστές σε όλο τους το φάσμα. Οι άνθρωποι έχουν διπλασιάσει την ποσότητα του βιολογικά διαθέσιμου αζώτου παγκοσμίως, ενώ προκύπτουν όλο και περισσότερα στοιχεία, σύμφωνα με τα οποία αυτό έχει καταστρεπτικές επιδράσεις στη βιοποικιλότητα. Τα χερσαία οικοσυστήματα πλήττονται, καθώς η βροχή μεταφέρει αζωτούχες ενώσεις σε απέραντες εκτάσεις και ποτίζοντας με άζωτο το έδαφος, οδηγεί σε μαρασμό διάφορα είδη φυτών, τα οποία ήταν προσαρμοσμένα σε περιβάλλον χαμηλού αζώτου.

Τα οικοσυστήματα γλυκού ύδατος υποφέρουν από ευτροφισμό, ενώ το UNEP (United Nations Environmental Program – Πρόγραμμα του ΟΗΕ για το Περιβάλλον) έχει ήδη προειδοποιήσει ότι οι υποξικές «νεκρές ζώνες» στους ωκεανούς αυξάνονται ταχέως σε μέγεθος και αριθμό και συνδέονται σε μεγάλο βαθμό με τις γεωργικές νιτρικές διαρροές και τη χρήση νιτρικών λιπασμάτων 40. Οι επιστήμονες δεν γνωρίζουν πλήρως τις επιδράσεις της υπερφόρτωσης των οικοσυστημάτων με άζωτο. Συνεπώς, είναι αδύνατο να προβλεφθεί και το πώς αυτό θα επηρεάσει την ικανότητα του οικοσυστήματος να απορροφήσει και να δεσμεύσει άνθρακα από την ατμόσφαιρα.

Σύμφωνα με μια πρόσφατη μελέτη, η οποία δημοσιεύθηκε στο Proceedings of the National Academy of Sciences (Πρακτικά της Εθνικής Ακαδημίας Επιστημών), τα υψηλά επίπεδα αζωτούχων ενώσεων στη βροχή έχουν σαν αποτέλεσμα τα τυφώδη έλη να



εκπέμπουν περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα, συμβάλλοντας έτσι στην αύξηση θερμοκρασίας του πλανήτη 41. Ο συγγραφέας προειδοποιεί : «Σήμερα υπάρχουν σημάδια τα οποία δείχνουν πως οι αζωτούχες ενώσεις στον αέρα κάνουν τα τυρφώδη έλη να εκπέμπουν περισσότερο διοξείδιο του άνθρακα από ότι δεσμεύουν, και μπορούν να μετατραπούν από παγίδα άνθρακα σε πηγή άνθρακα, επιδεινώνοντας έτσι το φαινόμενο του θερμοκηπίου.»

Επιπλέον, ενώ οι εδαφικές εκπομπές πρωτοξειδίου του αζώτου, που συνδέονται με την εισροή λιπασμάτων, μπορούν να μετρηθούν μπορούμε να πούμε ότι λίγα γνωρίζουμε σχετικά με τις παρόμοιες εδαφικές εκπομπές σε ευρύτερες περιοχές που έχουν λιπανθεί, όχι άμεσα αλλά έμμεσα, μέσω της βροχόπτωσης. Αυτό που μας απασχολεί είναι ότι η αντικατάσταση μιας αυξανόμενης αναλογίας ορυκτών καυσίμων με βιοενέργεια θα επιταχύνει παγκοσμίως την αγροτική εντατικοποίηση. 42 Φοβούμαστε πως οι συνέπειες για τον κύκλο αζώτου του πλανήτη θα μπορούσαν να επηρεάσουν σημαντικά τόσο τη βιοποικιλότητα όσο και το κλίμα του πλανήτη. Πολλές από αυτές τις επιδράσεις δεν έχουν γίνει ακόμη πλήρως αντιληπτές.

Πρόκειται για μια εξαιρετικά επικίνδυνη στρατηγική. Ωστόσο, είναι γνωστό ότι τα μεγάλης κλίμακας βιοκαύσιμα θα αυξήσουν την ποσότητα του αζώτου που είναι διαθέσιμη στη βιόσφαιρα. Αυτό θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στη βιοποικιλότητα και στις εκπομπές πρωτοξειδίου του αζώτου του πλανήτη. Τέλος, σύμφωνα με την προαναφερθείσα μελέτη, θα αυξήσει και τις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα από τα τυρφώδη έλη. Κανείς δεν μπορεί να προβλέψει το πλήρες εύρος αυτών των επιπτώσεων. Παρόλα αυτά, γνωρίζουμε αρκετά ώστε να μπορούμε να πούμε ότι χρειάζεται μεγάλη προσοχή όσον αφορά στην υιοθέτηση μεγάλης κλίμακας μονοκαλλιιεργειών για καύσιμα, ως τρόπου άμβλυνσης της κλιματικής αλλαγής – ακόμη και αν η ευρεία αποψίλωση των δασών και η αποσύνθεση τύρφης θα μπορούσαν να αποφευχθούν.

2.3.4. Εκπομπές εδαφικού άνθρακα από τη γεωργία

Δεν υπάρχουν εκτιμήσεις σε παγκόσμιο επίπεδο, όσον αφορά στις εδαφικές εκπομπές άνθρακα. Ωστόσο, η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή εκτιμά πως οι εδαφικές εκπομπές άνθρακα ευθύνονται ιστορικά για 55 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα.



Οι εδαφικές εκπομπές άνθρακα ποικίλουν ανάλογα με τον τύπο του εδάφους, το κλίμα και τις μεθόδους καλλιέργειας της γης.

Μια μελέτη εκτιμά πως, όταν σε εύκρατες ζώνες η φυσική βλάστηση μιας περιοχής μετατρέπεται σε καλλιεργήσιμη γη, τότε οι εκπομπές από την απώλεια εδαφικού οργανικού άνθρακα ανέρχονται στους 3 τόνους ανά εκτάριο, ποσό που αυξάνεται εξαιρετικά όταν πρόκειται για τυρφώδη εδάφη. Σύμφωνα με μια έρευνα Wells-to-Wheels 43, η οποία πραγματοποιήθηκε από το Κοινό Συμβούλιο Έρευνας της Ευρωπαϊκής Ένωσης, μαζί με το EUROCAR (European Council for Automotive Research and Development—Ευρωπαϊκό Συμβούλιο για την Έρευνα και την Ανάπτυξη της Βιομηχανίας Αυτοκίνησης) και το CONCAWE 44 (CONservation Clean Air and Water in Europe): «Έχουμε ήδη προειδοποιήσει πως η αύξηση αρόσιμης περιοχής θα προκαλούσε απώλεια εδαφικού οργανικού άνθρακα από βοσκοτόπια ή δάση και υποθέτουμε πως κάτι τέτοιο δεν θα επιτραπεί. Ωστόσο, ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας του ΟΗΕ ισχυρίζεται πως η διάδοση των βιοκαυσίμων μπορεί κάλλιστα να οδηγήσει σε επέκταση της καλλιέργειας, ιδίως στη Βόρεια Αμερική και την Κεντρική Ευρώπη 45.

Κάποιοι πρόσφατοι ισχυρισμοί σχετικά με τη μεγάλη δυνατότητα καλλιέργειας βιοκαυσίμων παγκοσμίως, μιλούν για εκτεταμένο όργωμα βοσκότοπων. Για παράδειγμα, μια Εξέταση (Quickscan) του 2006 των δυνατοτήτων παγκόσμιας βιοενέργειας ως το 2050, λέει 46 : «Παράγοντα κλειδί αποτέλεσε η περιοχή όπου η γη είναι για γεωργική παραγωγή, αλλά προς το παρόν χρησιμοποιείται για βοσκή.» Η μελέτη Wells-to-Wheels που αναφέρθηκε παραπάνω, προειδοποιεί πως το όργωμα περιοχών που χρησιμοποιούνταν πολλά χρόνια για βοσκή, μπορεί να προκαλέσει σε μεγάλο βαθμό εκπομπές άνθρακα.

Παρόλο που η καλλιέργεια με τη μέθοδο no-till (συντηρητική μέθοδος οργώματος που έχει ως στόχο την διατήρηση της μηχανικής σύστασης του εδάφους) έχει προταθεί ως τρόπος αύξησης του εδαφικού οργανικού άνθρακα, ο οποίος περιέχεται στη γη, μια πρόσφατη μελέτη πάνω στη no-till παραγωγή σόγιας, καλαμποκιού και σιτάλευρου στην Πάμπα της Αργεντινής, δείχνει ότι οι επιπλέον εκπομπές πρωτοξειδίου του αζώτου, που συνδέονται με αυτή τη μέθοδο καλλιέργειας, μπορούν να υποσκελίσουν τα οποιαδήποτε οφέλη που σχετίζονται με τη συσσώρευση εδαφικού οργανικού άνθρακα και να οδηγήσουν σε αυξημένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίων 47.

Σύμφωνα εξάλλου με την ίδια μελέτη, τα πλεονεκτήματα της συσσώρευσης εδαφικού οργανικού άνθρακα ήταν πολύ μικρότερα από αυτά που πρότεινε η Διακυβερνητική Επιτροπή για την Κλιματική Αλλαγή. Σε αυτό το πλαίσιο, αυτή η μελέτη είναι πολύ σημαντική, καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό σόγιας που φυτρώνει στην Αργεντινή, τη Βραζιλία, τη Χιλή και άλλες χώρες, καλλιεργείται με μέθοδο no-till, ενώ αναμένεται μεγάλη επέκταση καλλιέργειας σόγιας για βιοκαύσιμα, την ώρα που σε κάποιες χώρες, όπως η Αργεντινή και η Παραγουάη, έχει ήδη ξεκινήσει.

Οι μέθοδοι no-till συνδέονται με μεγαλύτερη χρήση νιτρικών λιπασμάτων για παραγωγή δημητριακών (όπως ο αραβόσιτος, που χρησιμοποιείται όλο και περισσότερο για βιοαιθανόλη), με μεγαλύτερη συγκράτηση νερού, με μεγαλύτερη εδαφική συμπίκνωση και συγκράτηση εδαφικού ύδατος, τα οποία επίσης αυξάνουν τις εκπομπές πρωτοξειδίου του αζώτου, όπως από τις μονοκαλλιέργειες σόγιας. Επιπλέον διάφορες μελέτες συνδέουν τις μονοκαλλιέργειες σπέρματος σόγιας με τις υψηλές εκπομπές N₂O, ακόμη και αν χρησιμοποιούνται λίγα ή καθόλου νιτρικά λιπάσματα. Αυτό ίσως να οφείλεται στο υψηλό ποσοστό βιολογικής νιτρικής δέσμευσης στα ψυχανθή 48.

Τέλος, η χρήση της γης για παραγωγή βιοκαυσίμων θα πρέπει συγκριθεί με την εναλλακτική, η οποία επιτρέπει στη φυσική βλάστηση να αναπαραχθεί. Ο καθηγητής Renton Righelato, μικροβιολόγος και σύμβουλος σε θέματα τροφικής αλυσίδας στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή, ισχυρίζεται πως, σταματώντας την παραγωγή στην καλλιεργήσιμη γη της Βραζιλίας και επιτρέποντας τη φυσική αναζωογόνηση του δάσους (όπου αυτό είναι δυνατό), θα μπορούσαν να δεσμευτούν 20 τόνοι διοξειδίου του άνθρακα ανά εκτάριο, τα επόμενα 50-100 χρόνια 49.

Σύμφωνα με μια μελέτη της Macedo et al 50, η οποία δε συνυπολογίζει τις εκπομπές από την αλλαγή χρήσης της γης, τα αποθέματα CO₂, σε σύγκριση με την αντίστοιχη χρήση πετρελαίου, ανέρχονται σε 13 τόνους ανά εκτάριο. Αυτό σημαίνει ότι, όπου δεν υπάρχει αλλαγή στη χρήση της γης, η δέσμευση του εδαφικού άνθρακα από τη φυσική αναζωογόνηση της βλάστησης, θα ήταν τουλάχιστον δύο φορές πιο αποτελεσματική για την άμβλυνση των κλιματικών αλλαγών από ότι η χρήση της γης για παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο.

2.3.5. Εκπομπές άνθρακα από υποβάθμιση τύρφης

Γύρω στα 550 δισεκατομμύρια τόνους άνθρακα- 30% όλου του άνθρακα του εδάφους-αποθηκεύονται σε παγκόσμιους τυρφώνες (Η τύρφη είναι ένα χαλαρό, οργανογενές (οργανικής προέλευσης) και οργανικό (οργανικής σύστασης) καύσιμο ίζημα, που σχηματίζεται με συσσώρευση περισσότερο ή λιγότερο αποσυντεθειμένων και χουμοποιημένων φυτικών συστατικών στα έλη και σε συνθήκες έλλειψης ατμοσφαιρικού αέρα. Ο σχηματισμός και η απόθεση τύρφης αναφέρονται ως **τυρφογένεση**. Σε φυσική κατάσταση η περιεκτικότητα της τύρφης σε νερό είναι >75% κ.β. και σε ανόργανα συστατικά <50% κ.β. (στην ξηρή μάζα). Η τύρφη αποτελεί το αρχικό ίζημα, από το οποίο προέρχονται όλοι οι άλλοι γαιάνθρακες.). 51

Αποξηραίνοντας τους οξειδωμένους μολύβδους της τύρφης, όπου ο άνθρακας στην τύρφη ήταν σκεπασμένος με νερό και επομένως εκτεθειμένος στην ατμόσφαιρα, αντιδρά με οξυγόνο του αέρα για να σχηματίσει διοξείδιο του άνθρακα. Η αποξηραμένη τύρφη είναι συχνά επιρρεπής στις φωτιές, κάτι που μπορεί να επιταχύνει κατά πολύ τις εκπομπές άνθρακα. Το κόψιμο της τύρφης, η αποξήρανση και η μετατροπή είναι ένα παγκόσμιο πρόβλημα που οφείλεται εν μέρει στη γεωργική επέκταση.

Η καταστροφή της τύρφης είναι πιο γρήγορη και εκτεταμένη στη νοτιοανατολική Ασία, με την Ινδονησία και μόνο να κατέχει το 60% όλων των τροπικών τυρφώνων στον κόσμο. Η επέκταση του φοινικέλαιου είναι ιδιαίτερα γρήγορη σε περιοχές τυρφώνων και στην Ινδονησία και στη Μαλαισία, και οι επιστήμονες αναμένουν ότι σχεδόν όλη η τύρφη θα αποξηρανθεί κυρίως για φυτεύσεις μέσα στα επερχόμενα χρόνια και δεκαετίες. Αυτό θα οδηγήσει τελικά στην εκπομπή όλου του άνθρακα που βρίσκεται στην τύρφη της νοτιοανατολικής Ασίας-ως 42 δις τόνοι 52. Η κυβέρνηση της Ινδονησίας σχεδιάζει μία αύξηση 43 πτυχών στην παραγωγή φοινικέλαιου, ανταποκρινόμενη ευρέως στην αυξανόμενη παγκόσμια ζήτηση για βιοκαύσιμα, προορίζοντας περίπου 20 εκατ. εκτάρια περισσότερης γης να μετατραπούν σε φυτείες φοινικέλαιου, καθώς και περαιτέρω εκχωρήσεις για ζαχαροκάλαμα και *Jatropha* για βιοκαύσιμα.

Μια πρόσφατη μελέτη από την Wetlands International, την Delft Hydraulics και την Alterra 53 εκτιμά ότι ένας τόνος βιοντίζελ παρασκευασμένο από φοινικέλαιο από τους τυρφώνες της Νότιο-ανατολικής Ασίας συνδέεται με την εκπομπή 10-30 τόνων διοξειδίου



του άνθρακα. Αφού λάβουμε υπόψη τις εκπομπές από τις καύσεις της τύρφης και την απώλεια της χωρητικότητας δεξαμενών άνθρακα, εκτιμούμαι ότι ένας τόνος βιοντίζελ από φοινικέλαιο από τη Νότιο-ανατολική Ασία θα ισοδυναμούσε επομένως με 8-10 φορές του κύκλου ζωής των εκπομπών άνθρακα από την ποσότητα του ορυκτού ντίζελ που αυτό αντικαθιστά.

Οι τυρφώνες της Νότιο-ανατολικής Ασίας είναι μια από τις μεγαλύτερες δεξαμενές αποθήκευσης άνθρακα παγκοσμίως και η καταστροφή τους είναι μια από τις μεγαλύτερες πηγές εκπομπών άνθρακα παγκοσμίως- με την εκπομπή πάνω από 2.57 δις τόνων άνθρακα να έχουν απελευθερωθεί στην χειρότερη περίοδο πυρκαγιών ως σήμερα(1997/1998) 54.

Η σχεδιασμένη επέκταση παραγωγής βιοκαυσίμων από τους τυρφώνες της Νότιο-ανατολικής Ασίας καθιστά εκ των πραγμάτων την καταστροφή αυτής της μεγάλης δεξαμενής αποθήκευσης άνθρακα αναπόφευκτη. Ακόμα και αν όλοι οι άλλοι τύποι βιοκαυσίμων παρήγαγαν αποθέματα CO₂ (κάτι που απέχει πολύ από την πραγματικότητα) εκείνα με δυσκολία θα αντιστάθμιζαν τις για πάνω από 6 χρόνια παγκόσμιες εκπομπές ορυκτών καυσίμων και τη μόνιμη απώλεια μιας από τις πιο ζωτικές δεξαμενές αποθήκευσης άνθρακα του εδάφους. Η πιο άμεση απόδειξη ότι η επέκταση των βιοκαυσίμων επιταχύνει την υπερθέρμανση του πλανήτη είναι αυτή της Νότιο-ανατολικής Ασίας.

2.3.6. Βιοκαύσιμα, αποψύλωση και υπερθέρμανση του πλανήτη

Τα ποσοστά του FAO επιβεβαιώνουν ότι η αγροτική επέκταση γίνεται εις βάρος των φυσικών κατοικιών, συμπεριλαμβάνοντας τα δάση, ιδιαιτέρως στη λατινική Αμερική, την Αφρική κάτω από τη Σαχάρα και τη νοτιοανατολική Ασία 55. Δεδομένου ότι η επέκταση της μονοκαλλιέργειας, μεγαλύτερο μέρος της οποίας προορίζεται για σόγια, φοινικέλαιο και ζαχαροκάλαμο, γίνεται ήδη εις βάρος των δασών και άλλων ζωτικών οικοσυστημάτων ως τώρα, φαίνεται πολύ πιθανό ότι η περαιτέρω επέκταση της μονοκαλλιέργειας στο Νότο παγκοσμίως θα επιταχύνει την αποψύλωση και την καταστροφή των οικοσυστημάτων- καθώς και την καταστροφή βιοποικιλιών παραδοσιακών αγροτικών συστημάτων, πάνω στα οποία εκατομμύρια άνθρωποι βασίζουν τον βιοπορισμό τους και την επισιτιστική τους ασφάλεια.

Το Σεπτέμβριο του 2006, η NASA δημοσίευσε μια μελέτη η οποία έδειξε ότι οι ρυθμοί της αποψίλωσης του Αμαζονίου συσχετίζεται με την τιμή της σόγιας 56. Η επέκταση των βιοκαυσίμων είναι πιθανό να ανεβάσει την τιμή της σόγιας και η απόδειξη της NASA προτείνει ότι αυτό θα διεγείρει την επιταχυνόμενη καταστροφή του Αμαζονίου. Το δάσος του Αμαζονίου διατηρεί περίπου 100-120 δις τόνους άνθρακα και αν καταστρεφόταν η απονεκρωνόταν θα αύξανε δραματικά την υπερθέρμανση του πλανήτη.

Υπάρχει ισχυρή απόδειξη ότι τα παλαιά δάση συνεχίζουν να διαχωρίζουν σημαντικές ποσότητες άνθρακα από την ατμόσφαιρα 57. Η δυνατότητά μας να σταθεροποιούμε τις συγκεντρώσεις αερίων του θερμοκηπίου στην ατμόσφαιρα εξαρτάται από τη δυνατότητα των οικοσυστημάτων να συνεχίζουν να διαχωρίζουν τον άνθρακα. Αν τα οικοσυστήματα αυτά καταρρεύσουν η καταστραφούν σε μεγάλη κλίμακα, τότε δε θα υπάρχει τρόπος να σταματήσουμε το φαινόμενο του θερμοκηπίου πριν ξεφύγει από κάθε έλεγχο. Σε αυτό το πλαίσιο, πρόσφατη απόδειξη σχετικά με την τρωτότητα του δάσους του Αμαζονίου και ο βασικός της ρόλος στη ρύθμιση του προσχέδιου των βροχοπτώσεων σε μεγάλα τμήματα του Βόρειου Ημισφαιρίου είναι ιδιαίτερα ανησυχητικό.

Το δάσος του Αμαζονίου 'ανακυκλώνει' το 50-80% της ετήσιας βροχόπτωσής του μέσω εξατμισοδιαπνοής, δηλαδή διατηρεί το δικό του υδρολογικό κύκλο. Η αποψίλωση και ιδιαίτερα η μετατροπή σε αγρό αμειψισποράς, αποδεικνύονται να έχουν σημαντική επίδραση στην υπερθέρμανση και την αποξήρανση περιοχών, ακόμα χειρότερη και από τη μετατροπή σε βοσκοτόπι 58.

Παραθέτουμε ένα απόσπασμα από το Woods Hole Research Institute, το οποίο βρισκόταν στην πρώτη θέση της μελέτης του κύκλου του άνθρακα του Αμαζονίου, του υδρολογικού κύκλου και της ευπάθειας στην αποψίλωση και στην κλιματολογική αλλαγή: «Ο κίνδυνος πυρκαγιάς και ξηρασίας ενισχύεται από την αποψίλωση που αφήνει το δάσος έκθετο και από τους γεωργούς και κτηνοτρόφους που βάζουν φωτιές για να αντικαταστήσουν τα τροπικά δάση με σπορές και βοσκοτόπια. Ένα απότομο, καθοδικό σπείρωμα ξηρασίας, πυρκαγιάς και περαιτέρω ξηρασίας θα μπορούσε να εξαπλωθεί σε μεγάλο τμήμα του Αμαζονίου, αντικαθιστώντας το πλούσιο σε είδη τροπικό δάσος με βλάστηση τύπου Σαβάνα.» 59

Μηχανισμούς ανάδρασης έχει ήδη επιδείξει η NASA τα αερολύματα από τις πυρκαγιές των δασών καταστέλλουν τη βροχόπτωση ορισμένων σύννεφων προκαλώντας μεγαλύτερη ξηρασία και φωτιές.

Διάφορες μελέτες προτείνουν ότι η σύνδεση ανάμεσα στην εξατμισοδιαπνοή και στη βροχόπτωση είναι αποφασιστικής σημασίας για την τροπική βλάστηση και ότι “η αλλαγή της βλάστησης μπορεί να είναι αιφνιδιαστική, καταστροφική και διαρκής”, με πιθανότητα μεγάλα τμήματα του Αμαζονίου να αποξηραίνονται γρήγορα να καίγονται και να μετατρέπονται σε Σαβάνα 60. Δεν είναι πλήρως κατανοητές όλες οι μέθοδοι και επομένως δεν είναι δυνατόν να πούμε πόσο κοντά είναι ο Αμαζόνιος στο κατώφλι πέρα από το οποίο η μεγάλης κλίμακας απονέκρωση γίνεται αναπόφευκτη ή πόσο ευπαθή είναι τα διαφορετικά τμήματα του Αμαζονίου. Είναι ιδιαίτερος ανησυχητικό ότι αναφέρθηκαν συνθήκες υπερβολικής ξηρασίας σε μεγάλα τμήματα του Αμαζονίου και το 2005 και το 2006. Ο Αμαζόνιος απονεκρώνεται.

Όπως έχει πει ο καθηγητής Philip Fearnside του Εθνικού Ινστιτούτου Έρευνας του Αμαζονίου της Βραζιλίας: «Με κάθε δέντρο που πέφτει αυξάνουμε την πιθανότητα να φτάσουμε στο σημείο ανατροπής». 61

Υπάρχει απόδειξη ότι η αποψίλωση του Αμαζονίου προκαλεί αποξήρανση σε μεγάλη περιοχή όπως ως το Βόρειο Μεξικό και το Τέξας, και μία απονέκρωση του δάσους, ευρέως πιθανολογούμενη, θα κατέστρεφε τη γεωργία σε μεγάλο τμήμα της Λατινικής Αμερικής και των νότιων ΗΠΑ. Η αποψίλωση της κεντρικής Αφρικής από την άλλη έχει συνδεθεί με μειωμένη βροχόπτωση σε μεγάλο τμήμα των κεντροδυτικών ΗΠΑ, ενώ η απώλεια του δάσους στην νοτιοανατολική Ασία φαίνεται να αλλάζει τη βροχόπτωση στην Κίνα και στη Βαλκανική χερσόνησο με δραστικές επιπτώσεις για τη γεωργία σε πολύ μεγάλες περιοχές 62.

Η διεθνής κοινότητα έχει επικεντρωθεί στο δάσος του Αμαζονίου εξαιτίας της ισχυρής απόδειξης ότι η περαιτέρω μετατροπή σε αγρούς αμειψισποράς μπορεί να προκαλέσει καταστροφικούς και μη αναστρέψιμους κλιματολογικούς μηχανισμούς ανάδρασης. Η επέκταση της σόγιας, του φοινικέλαιου και του ζαχαροκάλαμου παρόλα αυτά συνδέεται επίσης με την αποψίλωση σε πολλές περιοχές της Ασίας, της Λατινικής Αμερικής και της Αφρικής με καταστροφικές συνέπειες όπως εκπομπές άνθρακα, απώλεια δεξαμενών αποθήκευσης άνθρακα και τάσεις αποξήρανσης και υπερθέρμανσης κατά



περιοχές. Η επέκταση της σόγιας συνδέεται με την αποψίλωση στο Pantanal, το ατλαντικό δάσος της νοτίου Αμερικής και ένα τμήμα του δάσους Paranaense στην Παραγουάη και τη βόρεια Αργεντινή. Στην Αργεντινή περισσότερα από 500.000 εκτάρια δάσους μετατράπηκαν σε φυτείες σόγιας ανάμεσα στο 1998-2002. 63

Η επέκταση των ζαχαροκάλαμων έχει αντίκτυπο σε πολλά δάση συμπεριλαμβανομένων του Αμαζονίου του Pantanal, του ατλαντικού δάσους της νοτίου Αμερικής, των τροπικών δασών στην Ουγκάντα και στις Φιλιππίνες. Το φοινικέλαιο συνδέεται με τη μακροσκελή αποψίλωση στη νοτιοανατολική Ασία, την Κολομβία, το Εκουαδόρ, τη Βραζιλία, την κεντρική Αμερική, την Ουγκάντα, το Καμερούν και αλλού.

Ο επιφανειακός άνθρακας του εδάφους που διατηρείται σε φυτεία ώριμου φοινικέλαιου είναι μόνο ένα μικρό τμήμα από αυτό που αποθηκεύουν τα παλαιά δάση: Αρχέγονα δάση στην Ινδονησία έχουν βρεθεί να συγκρατούν 306 τόνους άνθρακα ανά εκτάριο, ενώ οι φυτείες ώριμου φοινικέλαιου διατηρούν 63 τόνους ανά εκτάριο αλλά δεν αναμένεται να επιζήσουν παραπάνω από 25 χρόνια. 64

Όσο δεν υπάρχουν αποδεδειγμένες διασφαλίσεις ότι η επέκταση των βιοκαυσίμων δε θα προκαλέσει περαιτέρω αποψίλωση ή καταστροφή του οικοσυστήματος πουθενά στον κόσμο, ο κίνδυνος που περιλαμβάνεται είναι πολύ υψηλός. Μικρής κλίμακας αποθέματα αερίων του θερμοκηπίου τα οποία μπορούν να υπολογιστούν σε μικρο-μελέτες δεν ξεπερνούν τον πραγματικό κίνδυνο πρόκλησης καταστροφικής απονέκρωσης του δάσους του Αμαζονίου και αλλού, η οποία θα προκαλούσε μαζικές απελευθερώσεις άνθρακα, άλλες μη αναστρέψιμες κλιματολογικές αναδράσεις και πιθανώς να διαταράξει τα προσχέδια βροχόπτωσης και επομένως τη γεωργία σε πολύ μεγάλες περιοχές.

2.3.7. Προβλέψεις για τα αποθέματα βιοκαυσίμων και συσχέτιση με τη κλιματολογική αλλαγή.

Οι στρατηγικές αποφάσεις δεν πρέπει να βασίζονται σε μελέτες που προτείνουν ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων μπορεί να αυξηθεί σημαντικά ιδιαιτέρως στη Λατινική Αμερική, την Ασία και την Αφρική χωρίς να έχει επίδραση στα οικοσυστήματα ή στα αποθέματα τροφίμων δε λαμβάνουν υπόψη τις κλιματολογικές αλλαγές. Εκείνες οι μελέτες

προβάλλουν έντονα τις παροδικές κλιματολογικές συνθήκες και τις τάσεις καλλιέργειας των περασμένων 20 ετών στα μέσα αυτού του αιώνα. 65

Πιστεύουμε ότι οι στρατηγικές αποφάσεις δεν πρέπει να βασίζονται σε μελέτες οι οποίες προβλέπουν τις μελλοντικές τάσεις της γεωργίας χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τις προβλέψεις για την κλιματολογική αλλαγή του IPCC. Το Summary for Policymakers 66 του IPCC το 2007 προβλέπει σημαντική αποξήρανση σε μεγάλα τμήματα της βόρειας και νότιας Αφρικής, της Βραζιλίας και τμημάτων των γειτονικών χωρών, της Χιλής και Αργεντινής, της Κεντρικής Αμερικής, μεγάλων τμημάτων της Αυστραλίας, της Μέσης Ανατολής, της Ευρώπης και της κεντρικής Ασίας, με περιοδική αποξήρανση σε μεγάλα τμήματα της νότιας και νοτιοανατολικής Ασίας.

Μαζί με την αύξηση της θερμοκρασίας εκείνες οι τάσεις αποξήρανσης θα μειώσουν αναπόφευκτα την παραγωγή της γεωργίας σε πολλές χώρες όπου η επέκταση της μονοκαλλιέργειας για τα βιοκαύσιμα προωθείται πιο ισχυρά. Πρόσφατα αποτελέσματα από μία μελέτη κλιματολογικού μοντέλου για τη Βραζιλία προτείνει ότι η κλιματολογική αλλαγή θα καταστήσει την καλλιέργεια της σόγιας, του καλαμποκιού και του καφέ αδύνατη σε μεγάλα τμήματα της Βραζιλίας, ιδιαίτερα στο βορρά 67. Οι προβλέψεις που έγιναν για συνεχόμενες αυξήσεις της σοδειάς σε εκείνες τις χώρες αντιμάχονται σαφώς με τα μοντέλα των κλιματολογικών αλλαγών.

Στην Ευρώπη, οι σοδειές κραμβέλαιου ανά εκτάριο μειώνονται για 3 χρόνια συνεχόμενα εξαιτίας των ακραίων επιπτώσεων του καιρού. Η κλιματολογική αλλαγή αναμένεται να κάνει πιο έντονες τις ακραίες καιρικές τάσεις 68. Οι μειωμένες σοδειές ανά εκτάριο είτε θα οδηγήσουν στην επέκταση των αγρών αμειψισποράς σε γη με φυσική βλάστηση είτε σε μειωμένη παραγωγή, είτε και στα δυο.

2.3.8. Οι εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής των αερίων του θερμοκηπίου

Οι περισσότερες αποδείξεις που παρουσιάζουν ότι τα βιοκαύσιμα μειώνουν τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου βασίζονται στις εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής των αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες αντιμετωπίζουν τις εκπομπές που συνδέονται με την παραγωγή βιοκαυσίμων εντός πολύ στενών παραμέτρων αγνοώντας γενικότερα την ευρύτερη εικόνα της αλλαγής της χρήσης της γης και αγνοώντας συχνά τις εκπομπές του

οργανικού άνθρακα του εδάφους και σε μερικές περιπτώσεις τις εκπομπές του οξειδίου του αζώτου. Μόνο ένας περιορισμένος αριθμός εκτιμήσεων του κύκλου ζωής έχουν αξιολογηθεί από ομότιμους και υπάρχει παντελής έλλειψη αποδείξεων για κάποιες πρώτες ύλες όπως το φοινικέλαιο ή τα *Jatropha*.

Πολλές εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής τονίζουν σημαντικές απροσδιοριστίες ιδιαιτέρως όσον αφορά τη συνεισφορά των υποπροϊόντων και τις εκπομπές του οξειδίου του αζώτου του εδάφους 69.

Η αιθανόλη των δημητριακών είναι ένα από τα βιοκαύσιμα για το οποίο περισσότερες ερευνητικές αποδείξεις είναι διαθέσιμες. Μία εκτίμηση 6 διαφορετικών αναλύσεων από τον Alexander Farrell et al που δημοσιεύθηκε στο Science τον Ιανουάριο του 2006 70 αποκαλύπτει μία ευρεία κλίμακα από μεθόδους που χρησιμοποιούνται και διαφορετικά αποτελέσματα στα οποία καταλήγουν. Οι συγγραφείς αυτού του άρθρου καταλήγουν στο ότι η αιθανόλη των δημητριακών επιφέρει μικρά αποθέματα αερίων του θερμοκηπίου της τάξης του 13% σε σύγκριση με το πετρέλαιο, αλλά μόνο αν αγνοηθεί η διάβρωση του εδάφους και η μετατροπή της γης. Αυτή η μελέτη με τη σειρά της έχει επικριθεί από κάποιους επιστήμονες 71.

Ο Alexander Farrell και οι συνεργάτες του προς απάντηση αυτής της επίκρισης δήλωσαν ότι: «Συμπεριλαμβάνοντας τις ανάλογες ποσότητες όπως η διάβρωση του εδάφους και η κλιματολογική αλλαγή στο ίδιο μέτρο σύγκρισης απαιτεί μία αυθαίρετη απόφαση της σχετικής τους αξίας». Επιπλέον η διάβρωση του εδάφους συνεπάγεται την απώλεια του οργανικού άνθρακα του εδάφους και μία ανάγκη να χρησιμοποιηθεί επιπλέον ενέργεια και λίπασμα (με περισσότερες εκπομπές οξειδίου του αζώτου) ώστε να μπορούμε να καλλιεργούμε τη γη. Δεν πιστεύουμε ότι οι μελέτες που αγνοούν τον αντίκτυπο της κλιματολογικής αλλαγής και τη διάβρωση του εδάφους ότι θα έπρεπε να είναι η βάση για χάραξη πολιτικής. 72

Οι εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής γενικά δεν υπολογίζουν την αλλαγή της χρήσης της γης η οποία ευθύνεται για τις μεγαλύτερες εκπομπές άνθρακα που συνδέονται με την παραγωγή βιοκαυσίμων (βλέπε παραπάνω). Οι LCAs δεν μπορούν να υπολογίσουν τα έμμεσα αποτελέσματα της αποψίλωσης και της καταστροφής του οικοσυστήματος. Κάποιος θα μπορούσε να υπολογίσει τις εκπομπές που συνδέονται με την παραγωγή αιθανόλης δημητριακών αλλά αυτά τα δημητριακά μπορούν να καλλιεργηθούν εις βάρος



της σόγιας και ως αποτέλεσμα οι φυτείες της σόγιας στη νότια Αμερική μπορεί να εξαπλώνεται και ίσως προκαλέσουν μεγαλύτερη αποψίλωση καταλήγοντας σε πολύ μεγάλες εκπομπές άνθρακα. Ομοίως, κάποιος θα μπορούσε να υπολογίσει τις εκπομπές από τις φυτείες σόγιας οι οποίες αντικαθιστούν την παραδοσιακή γεωργική γη, χωρίς τότε να υπολογίζει τις εκπομπές από την αποψίλωση στις οποίες μπορούμε να καταλήξουμε από την αντικατάσταση των τοπικών κοινοτήτων. 73

Δεδομένου ότι οι LCAs δεν υπολογίζουν εκείνο τον ευρύτερο αντίκτυπο, εμείς δεν μπορούμε να βασιστούμε σε αυτό παίρνοντας μία ιδέα για τον πλήρη αντίκτυπο της κλιματολογικής αλλαγής από την παραγωγή βιοκαυσίμων. Ούτε μπορούν οι LCAs να ευθύνονται για τις αβεβαιότητες στο δευτερογενή κλιματολογικό αντίκτυπο από τη γονιμότητα που επιφέρει το άζωτο ή στους μηχανισμούς ανάδρασης από την αποψίλωση.

74

2.3.9. Πολιτικές πιστοποίησης για τα βιοκαύσιμα

Υπάρχει ένας αποδεδειγμένος σύνδεσμος ανάμεσα στην επέκταση της μονοκαλλιέργειας και την αποψίλωση και γνωρίζουμε ότι περαιτέρω αποψίλωση μπορεί να καταλήξει σε μη γραμμικές αναδράσεις που θα ήταν αδύνατο να τις σταματήσουμε και που θα μπορούσε στη χειρότερη περίπτωση να θέσει την υπερθέρμανση του πλανήτη εκτός ελέγχου και να καταστρέψει τη γεωργία και τις ζωές εκατοντάδων εκατομμυρίων ανθρώπων. Όπως προαναφέραμε, αυτό το ρίσκο δεν μπορούμε να το πάρουμε.

Δεν πρόκειται για απλούς αρνητικούς αντίκτυπους οι οποίοι μπορούν να μειωθούν. Δεν είναι συγκρίσιμοι με την περιορισμένη μόλυνση σε μια μικρή περιοχή, για παράδειγμα, η οποία θα μπορούσε να μετριαστεί.

Υπάρχουν πολλές προτάσεις για πιστοποίηση, αν και δεν είναι σαφές το πώς θα μπορούσαν να ενισχυθούν και δεν υπάρχει συμφωνία για το τι θα έπρεπε να συμπεριληφθεί και με ποιο τρόπο θα ελεγχόταν η συμμόρφωση. 75

Καμία από αυτές τις προτάσεις, παρόλα αυτά, δεν αντιμετωπίζει τις μακροπρόθεσμες επιδράσεις της παραγωγής των βιοκαυσίμων, όπως αναφέρθηκε παραπάνω. Ο αντίκτυπος της αποψίλωσης θα είναι ο ίδιος είτε τα βιοκαύσιμα εξαπλωθούν άμεσα εις βάρος των αρχέγονων δασών, είτε αυτά αντικαταστήσουν άλλους τύπους καλλιέργειας μέσα σε εκείνα τα δάση.

Υπάρχει ένας σταθερός σύνδεσμος ανάμεσα στον δείκτη τιμών χονδρικής πώλησης και στους ρυθμούς αποψίλωσης, και δεν υπάρχουν αξιόπιστες προτάσεις για το πώς μπορεί να σπάσει αυτός ο σύνδεσμος. Ούτε μπορεί η πιστοποίηση να καταστήσει την επέκταση της μονοκαλλιέργειας βιώσιμη ή να την κάνει φιλική ως προς το κλίμα. 76

2.3.10 Τρόφιμα και Βιοκαύσιμα.

Σήμερα, τα βιομηχανικά βιοκαύσιμα παράγονται από καλαμπόκι, σιτάρι, ζαχαροκάλαμο και σπορέλαια όπως το φοινικέλαιο, η σόγια και το κραμβέλαιο. Η αυξανόμενη ζήτηση καλλιεργειών για την παραγωγή καυσίμων τις κάνει να ανταγωνίζονται τις καλλιέργειες για τρόφιμα, αυξάνει τις τιμές των τροφίμων και επηρεάζει το είδος και την ποσότητα της τροφής των κατοίκων των χωρών του αναπτυσσόμενου κόσμου. Είναι ένα σημαντικό πρόβλημα σε έναν κόσμο όπου ένα δισεκατομμύριο άνθρωποι ήδη πεινούν.

Παρ' όλα αυτά, το 2008, τα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) δεσμεύτηκαν ότι μέχρι το 2020 το 10% των καυσίμων τους για μεταφορικές ανάγκες θα προέρχεται από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Τα κράτη μέλη θα καλύψουν σχεδόν όλη τη δέσμευσή τους με βιομηχανικά βιοκαύσιμα, δηλαδή ο στόχος του 10% ουσιαστικά είναι στόχος παραγωγής βιοκαυσίμων. Η κατανάλωση βιομηχανικών βιοκαυσίμων στην ΕΕ θα τετραπλασιαστεί, ενώ σχεδόν τα δύο τρίτα τους μάλλον θα εισαχθούν, κυρίως από τις αναπτυσσόμενες χώρες. Ο στόχος του 10% δεν είναι ο μόνος λόγος αύξησης της κατανάλωσης βιοκαυσίμων στην ΕΕ.

Το 2006, υπολογίστηκε με συντηρητικούς υπολογισμούς ότι η βιομηχανία βιοκαυσίμων της ΕΕ υποστηριζόταν από οικονομικά κίνητρα αξίας 4,4 δισεκατομμυρίων ευρώ. Υποθέτοντας ότι θα διατηρηθεί το ίδιο ύψος επιδοτήσεων, η βιομηχανία θα επιδοτηθεί με περίπου 13,7 δισεκατομμύρια ευρώ το χρόνο για να επιτύχει το στόχο του 2020. Τα επιχειρήματα κατά των βιομηχανικών βιοκαυσίμων πολλαπλασιάζονται εδώ και αρκετά χρόνια. Η έκθεση «Πόσα γεύματα βγάζει το λίτρο;» το επιβεβαιώνει με στοιχεία που συλλέχθηκαν στις χώρες όπου εργάζεται η ActionAid.

Η έκθεση επικεντρώνεται σε δυο γενικές επιπτώσεις.

1. Επιπτώσεις στις τιμές των τροφίμων και στην πείνα Σύμφωνα με συντηρητικούς υπολογισμούς, τα βιοκαύσιμα είναι υπεύθυνα για τουλάχιστον 30% της παγκόσμιας ανόδου των τιμών των τροφίμων το 2008 Εκτιμάται ότι το 2008 η κρίση των τροφίμων οδήγησε άλλα 100 εκατομμύρια ανθρώπους στη φτώχεια και άλλα 30 εκατομμύρια ανθρώπους στην πείνα. Αν επιτευχθούν όλοι οι στόχοι των βιοκαυσίμων παγκοσμίως, προβλέπεται ότι οι τιμές των τροφίμων μπορεί να αυξηθούν ως και 76% επιπλέον, μέχρι το



2020. Υπολογίζεται ότι τότε άλλα 600 εκατομμύρια άνθρωποι θα πεινάσουν λόγω των βιομηχανικών βιοκαυσίμων.

2. Τοπικές επιπτώσεις και πείνα Τα βιομηχανικά βιοκαύσιμα έχουν καταστροφικές επιπτώσεις σε τοπικό επίπεδο τόσο στη διαθεσιμότητα των τροφίμων όσο και στο δικαίωμα των ανθρώπων να έχουν δική τους γη στις κοινότητες στις οποίες παράγονται. Η κατάληψη γης για την παραγωγή βιοκαυσίμων έχει πάρει τεράστιες διαστάσεις. Μόνο σε πέντε αφρικανικές χώρες, 1,1 εκατομμύριο εκτάρια παραχωρήθηκαν για παραγωγή βιομηχανικών βιοκαυσίμων – μια περιοχή ίση με την επιφάνεια του Βελγίου. Όλα τα βιοκαύσιμα που παράγονται εκεί εξάγονται. Εταιρείες της ΕΕ ήδη έχουν αποκτήσει ή έχουν κάνει αίτηση για να αποκτήσουν τουλάχιστον πέντε εκατομμύρια εκτάρια γης στις αναπτυσσόμενες χώρες, όπου θα παράγουν βιομηχανικά βιοκαύσιμα – μια έκταση μεγαλύτερη από τη Δανία. Οι τοπικές επιπτώσεις κυμαίνονται από τη μετακίνηση πληθυσμών, την αύξηση των τοπικών τιμών των τροφίμων και την έλλειψη τροφής, μέχρι τις υποσχέσεις των εταιρειών που δεν τηρήθηκαν για ευκαιρίες εργασίας, αλλά και την ανυπαρξία συναίνεσης και αποζημίωσης των κατόχων γης. Κάποιοι έχουν περιγράψει αυτή την αρπαγή γης ως νεοαποικιοκρατία εις βάρος των φτωχών χωρών. 77

Πίνακας 5: Οικονομικές επιβαρύνσεις στην Ε.Ε. το 2006 και πρόβλεψη για το 2020

Table 1: Main EU industrial biofuel subsidies in 2006 and 2020¹¹

€ millions	2006 costs to the EU taxpayer	2020 projected costs to the EU tax payer
Tax exemptions for producers	2.960	9.506
Agricultural support	1.448	4.216
Total subsidy	4.408	13.722

Πηγή: www.actionaid.com report: Meals per gallon, the impact of industrial biofuels on people and global hunger

Πίνακας 6: Οι αιτίες αύξησης των τιμών των τροφίμων το 2008
Table 2: Causes of the 2008 global food price increase

Causes of the 2008 global food price increase	Study by Don Mitchell (see footnote) ¹⁶	Purdue University study ¹⁷
Shifting commodity consumption patterns	Little impact	An impact but mainly due to oil demand from China
Rising oil prices	10%	Significant impact because linked with biofuels and costs of food production
Climatic events	Little impact	No in the short-term
Decline of the US dollar	15%	Significant impact
Speculation	Little impact	Inconclusive
Biofuels	75%	Significant impact and strong links with rising oil prices

Πηγή: www.actionaid.com report: Meals per gallon, the impact of industrial biofuels on people and global hunger

Πίνακας 7: Παγκόσμια παραγωγή σιτηρών και η κατανομή τους
Table 3: World cereals production and 'end use'

Million tonnes	2007/08	2008/09	% change	Change 07/08-08/09
Total production	2,132	2,287	+1.3%	155 million tonnes
Total utilisation of which*	2,120	2,202	-	-
To food	1,013	1,029	+1.5%	+16 million tonnes
To animal feed	748	773	+3.3%	+25 million tonnes
To other uses	359	401	+11.7%	+42 million tonnes

*Utilisation is a combination of production and the use of stocks from the previous year (stocks of cereals went up from 2007/08 to 2008/09 by about 80 million tonnes).

Πηγή: www.actionaid.com report: Meals per gallon, the impact of industrial biofuels on people and global hunger

Πίνακας 8: Η αύξηση των τιμών των τροφίμων εξαιτίας των βιοκαυσίμων (2008)

Table 4: 2008 food price rises due to industrial biofuels^{22, 23, 24}

Agency/Institution	Date	% rise in food prices due to biofuels
IMF	April 2008	20-30%
IFPRI	May 2008	30%
FAO	June 2008	'A significant factor'
OECD	July 2008	'A significant element'
Donald Mitchell	April 2008	75%

Πηγή: www.actionaid.com report: Meals per gallon, the impact of industrial biofuels on people and global hunger



2.4 Διείσδυση Βιοκαυσίμων στην Ελληνική Αγορά.

2.4.1 Εισαγωγή

Η Οδηγία 2003/30/EK του Ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου και του Συμβουλίου της 8ης Μαΐου 2003 στοχεύει στην προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων προς αντικατάσταση του πετρελαίου κίνησης ή της βενζίνης στις μεταφορές σε κάθε Κράτος Μέλος, προκειμένου να συμβάλει στην ικανοποίηση των δεσμεύσεων του πρωτοκόλλου του Κιότο σχετικά με τις κλιματικές αλλαγές, τη φιλική προς το περιβάλλον ασφάλεια του εφοδιασμού και την προώθηση των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Στα πλαίσια αυτής της αρχής τα Κράτη Μέλη θα πρέπει να διασφαλίσουν ότι μια ελάχιστη αναλογία βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων διατίθεται στις αγορές τους και καθορίζουν εθνικούς ενδεικτικούς στόχους.

Η Οδηγία καθορίζει τιμή αναφοράς έως τις 31-12-2005 το 2% βάσει του ενεργειακού περιεχομένου επί του συνόλου της βενζίνης και του πετρελαίου κίνησης που διατίθεται προς χρήση στις μεταφορές. Έως τις 31-12-2010 το ποσοστό αυτό θα πρέπει να έχει ανέλθει σε 5,75%.

Επιπλέον, σύμφωνα με το άρθρο 4 της Οδηγίας τα Κράτη Μέλη πρέπει να υποβάλλουν κάθε έτος Έκθεση στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή σχετικά με τα μέτρα που ελήφθησαν για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων προς αντικατάσταση ορυκτών καυσίμων στις μεταφορές τους εθνικούς πόρους (resources) που διατέθηκαν για την παραγωγή βιομάζας για ενεργειακές χρήσεις εκτός των μεταφορών και τις συνολικές πωλήσεις καυσίμων για τις μεταφορές και το μερίδιο των βιοκαυσίμων αυτούσιων ή αναμειγμένων - που διατέθηκαν στην αγορά, κατά το προηγούμενο έτος αναφέροντας και τυχόν έκτακτα περιστατικά που έχουν επηρεάσει την εμπορία βιοκαυσίμων στη χώρα. Στην πρώτη Έκθεση τα Κράτη Μέλη επισημαίνουν το επίπεδο των εθνικών ενδεικτικών τους στόχων για την πρώτη φάση, ενώ στην Έκθεση που καλύπτει το έτος 2006 επισημαίνουν το επίπεδο των εθνικών ενδεικτικών τους στόχων για τη δεύτερη φάση.

Με σκοπό την ενσωμάτωση της εν λόγω Οδηγίας στο εθνικό δίκαιο και την ομαλή και απρόσκοπτη εισαγωγή των βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στην εγχώρια αγορά, ξεκίνησε στις αρχές του 2004, με πρωτοβουλία του Υπουργείου



Ανάπτυξης κύκλος επαφών με όλους τους εμπλεκόμενους φορείς, ο οποίος συνεχίζεται μέχρι και σήμερα. Τα πρώτα αποτελέσματα της ανωτέρω συνεχιζόμενης διαβούλευσης παρουσιάστηκαν στην 1η Εθνική Έκθεση, η οποία υποβλήθηκε στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Ιούλιο 2004.

Στην 2η έκθεση, υποβληθείσα στην Ευρωπαϊκή Επιτροπή τον Σεπτέμβριο 2006, αναλύθηκαν επικαιροποιημένα στοιχεία διαθέσιμα μέχρι την περίοδο υποβολής της το πλαίσιο σχεδιασμού των αναγκών δράσεων στους τομείς των καυσίμων και βιοκαυσίμων, ενώ περιλαμβάνονται και συμπεράσματα μελετών που εκπόνησε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για τα βιοκαύσιμα και τις ενεργειακές καλλιέργειες, καθώς και το νομοθετικό και κανονιστικό πλαίσιο που τέθηκε μέχρι τότε σε ισχύ. Στην παρούσα 3η έκθεση παρουσιάζονται επικαιροποιημένα σχετικά στοιχεία με βάση τα στατιστικά δεδομένα του έτους 2005. 78

2.4.2 Γενικά

Μεταξύ των πιθανών βιοκαυσίμων που απαριθμούνται στην οδηγία 2003/30/ΕΚ, τα προσφορότερα για την Ελλάδα είναι το βιοντίζελ και η βιοαιθανόλη, ενώ έχει εκδηλωθεί ενδιαφέρον και για τα καθαρά φυτικά έλαια.

Για το έτος 2005 οι καταναλώσεις καυσίμων κίνησης για μεταφορές στην Ελλάδα ανήλθαν σε 2.055.000 τόνους για το πετρέλαιο κίνησης και 3.888.000 τόνους για τις βενζίνες (αμόλυβδη και LRP). Την ίδια χρονική περίοδο, δεν διακινήθηκαν ούτε καταναλώθηκαν βιοκαύσιμα στο εσωτερικό της χώρας, εκτός από μία μικρή ποσότητα βιοντίζελ, ανερχόμενη σε 420 τόνους, που διακινήθηκε τις τελευταίες ημέρες του έτους. Στη συνέχεια, παρουσιάζονται αναλυτικά, οι καταναλώσεις και οι εκτιμήσεις καταναλώσεων μέχρι το έτος 2010 για το πετρέλαιο κίνησης και τις βενζίνες, για χρήση στις μεταφορές. 79

2.4.3 Επενδύσεις σε Βιοντίζελ στην Ελλάδα

Το βιοντίζελ παράγεται μέσω εστεροποίησης από πρώτες ύλες φυτικά έλαια (αλλά και ζωικά λίπη) και μεθανόλη. Από αυτή τη διαδικασία παράγεται και γλυκερίνη ως παραπροϊόν. Το βιοντίζελ δεν παρουσιάζει τεχνικές δυσχέρειες κατά τη διαχείρισή του,

Πίνακας 9: Ελληνικές εταιρείες παραγωγής Βιοντίζελ

A/A	Εταιρεία	Προέλευση Βιοντίζελ	Ετήσια δυναμικότητα έτους 2008 (MT)
1	ΕΛ.ΒΙ. – ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΟΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Β.Ε.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	79.200
2	ΠΑΥΛΟΣ Ν. ΠΕΤΤΑΣ Α.Β.Ε.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	99.000
3	VERT OIL Α.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	10.450
4	AGROINVEST Α.Ε.Β.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	230.000
5	STAFF COLOUR – ENERGY Α.Β.Ε.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	11.000
6	ΕΚΚΟΚΚΙΣΤΗΡΙΑ – ΚΛΩΣΤΗΡΙΑ ΒΟΡΕΙΟΥ ΕΛΛΑΔΟΣ Α.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	6.600
7	ΒΙΟΝΤΗΖΕΛ Ε.Π.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	21.000
8	ΕΛΙΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΑ Α.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	73.300
9	ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑ ΠΑΠΑΝΤΩΝΙΟΥ Α.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	9.000

10	MIL OIL HELLAS A.E.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	9.900
11	ΦΥΤΟΕΝΕΡΓΕΙΑ Α.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	21.000
12	GF ENERGY A.E.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	99.000
13	ΜΑΝΟΣ Α.Ε.	Εγχώρια μονάδα παραγωγής	33.000
ΣΥΝΟΛΟ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑΣ (για τις εγχώριες μονάδες παραγωγής)			702.450

Πηγή: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kVL3DzJ101U%3D&tabid=292>, 6^η Εθνική Έκθεση
 οπότε μπορεί να διατεθεί χωρίς προβλήματα μέσω της υπάρχουσας υποδομής της αγοράς πετρελαίου κίνησης. Σε πρώτη φάση, από το τέλος Δεκεμβρίου 2005, το βιοντίζελ αναμιγνύεται στα διυλιστήρια ή στις εταιρείες εμπορίας πετρελαιοειδών με το πετρέλαιο κίνησης σε ποσοστό που σήμερα κυμαίνεται στο 2% κατ' όγκο, αλλά μπορεί να ανέλθει μέχρι και 5% κατ' όγκο (όπως προβλέπει και το πρότυπο EN 590:2004) κάτι που αναμένεται προς τις αρχές του 2007, ενώ διατίθεται από το υπάρχον δίκτυο διανομής πετρελαίου κίνησης σε όλη τη εγχώρια αγορά. Αργότερα, μετά την επίλυση κάποιων τεχνικών και θεσμικών θεμάτων, σχεδιάζεται να κυκλοφορήσουν και μίγματα βιοντίζελ με πετρέλαιο κίνησης με ποσοστό ανάμιξης άνω του 5% κατ' όγκο, καθώς και αυτούσιο βιοντίζελ.

Σχετικά με την εγχώρια παραγωγή βιοντίζελ, το πρώτο εργοστάσιο από την εταιρία ΕΛ.ΒΙ - ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΟΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Β.Ε.Ε. στο Κιλκίς με ετήσια δυναμικότητα 45.000 τόνους ξεκίνησε να λειτουργεί το Δεκέμβριο 2005. Ακολούθησαν, τα εργοστάσια της εταιρίας VERT OIL Α.Ε. στη Θεσσαλονίκη με ετήσια δυναμικότητα 25.000 τόνους και έναρξη παραγωγής τον Ιούλιο 2006, της εταιρίας ΠΑΥΛΟΣ Ν. ΠΕΤΤΑΣ Α.Β.Ε.Ε. στην Πάτρα με ετήσια δυναμικότητα 45.000 τόνους και έναρξη παραγωγής τον ίδιο μήνα, της εταιρίας AGROINVEST Α.Ε. στη Φθιώτιδα με ετήσια δυναμικότητα 200.000 τόνους και έναρξη παραγωγής τον Νοέμβριο 2006, ενώ της εταιρίας ΕΛΙΝΟΙΑ Α.Ε. στο Βόλο με



ετήσια δυναμικότητα 80.000 τόνους αναμένεται να ξεκινήσει παραγωγή εντός του Δεκεμβρίου 2006. Η κατασκευή του πρώτου εργοστασίου χρηματοδοτήθηκε από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Ανταγωνιστικότητα" που αντλεί πόρους από το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης, ενώ η κατασκευή του τρίτου και του τελευταίου εργοστασίου χρηματοδοτήθηκε μέσω του Αναπτυξιακού Νόμου 3299/2004.

Πίνακας 10: Ελληνικές εταιρείες εισαγωγής βιοντίζελ

A/A	Εταιρεία	Προέλευση Βιοντίζελ
14	MOTOP OIA (ΕΛΛΑΣ) ΔΙΥΛΙΣΤΗΡΙΑ ΚΟΡΙΝΘΟΥ Α.Ε.	Εισαγωγή από εταιρείες Ε.Ε.
15	BIODIESEL Α.Ε.	Εισαγωγή από εταιρείες Ε.Ε.
16	DP LUBRIFICANTI SRL	Απευθείας εισαγωγή από Μονάδες Παραγωγής Ε.Ε.
17	CAFFARO CHIMICA SRL	Απευθείας εισαγωγή από Μονάδες Παραγωγής Ε.Ε.

Πηγή: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kVL3DzJ101U%3D&tabid=292>, 6^η Εθνική Έκθεση

Επιπροσθέτως, σύμφωνα με τα μέχρι στιγμής διαθέσιμα στοιχεία, βρίσκονται σε στάδιο μελέτης κατασκευής, σε διάφορα σημεία της χώρας, άλλες οκτώ μονάδες παραγωγής βιοντίζελ, με δυναμικότητες: τρεις των 5.000 τόνων, τρεις των 11.000 τόνων, μία των 22.000 τόνων και μία των 100.000 τόνων, με εκτιμώμενη έναρξη παραγωγής στο δεύτερο εξάμηνο του 2007, το νωρίτερο. Κάποιες από τις μονάδες αυτές αναμένεται να χρηματοδοτηθούν από το Επιχειρησιακό Πρόγραμμα "Ανταγωνιστικότητα" που αντλεί πόρους από το Γ' Κοινοτικό Πλαίσιο Στήριξης.

Παράλληλα, πολλές ακόμη εταιρίες έχουν εκφράσει σοβαρό ενδιαφέρον για την κατασκευή και άλλων μονάδων παραγωγής βιοντίζελ, μικρής μεσαίας και μεγάλης ετήσιας

δυναμικότητας, σε διάφορα σημεία της χώρας, με εκτιμώμενη έναρξη παραγωγής εντός του 2008.

Οι πρώτες ύλες που χρησιμοποιούν οι ανωτέρω μονάδες παραγωγής βιοντίζελ είναι τόσο εισαγόμενα λάδια (κραμβέλαιο, σογιέλαιο, κλπ.) σε ποσοστό 70-80% περίπου, όσο και εγχώρια λάδια (βαμβακέλαιο, ηλιέλαιο, χρησιμοποιημένα μαγειρικά έλαια και τηγανέλαια, κλπ.) σε ποσοστό 10-20% περίπου. Παράλληλα πολλαπλασιάζονται οι προσπάθειες για εντατικοποίηση των εγχώριων καλλιεργειών ηλίανθου και ελαιοκράμβης με στόχο οι εγχώρια παραγόμενες πρώτες ύλες να ξεπεράσουν σε ποσοστό τις εισαγόμενες.

Επιπροσθέτως, σε περίπτωση που οι εγχώρια παραγόμενες ποσότητες δεν επαρκούν, μπορούν να πραγματοποιηθούν και εισαγωγές ποσοτήτων βιοντίζελ, τόσο από άλλα κράτη μέλη της Ε.Ε. όσο και από τρίτες χώρες.

Πίνακας 11: Παραγωγή βιοντίζελ από εγχώριες πρώτες ύλες – κατανομή 2008

Παραγωγή βιοντίζελ από εγχώριες πρώτες ύλες – κατανομή 2008				
		Απόδοση βιοντίζελ (χιλιόλιτρα)	Κατανεμόμενη ποσότητα βιοντίζελ (χιλιόλιτρα)	Ποσοστό επί της συνολικής κατανεμόμενης ποσότητας βιοντίζελ (123.000 χλτ)
Ενεργειακές καλλιέργειες (στρέμματα)	116.725	11.672	36.900	30%
Βαμβακόσπορος (κιλά)	900.000	126		
Τηγανέλαια, χρησιμοποιημένα φυτικά και ζωικά λίπη (τόνοι)	3.999	3.799	7.134	6%

Πηγή: <http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kVL3DzJ101U%3D&tabid=292>, 6^η Εθνική Έκθεση

Επισημαίνεται ότι το βιοντίζελ κίνησης που διατίθεται στην Ελλάδα πρέπει να καλύπτει τις προδιαγραφές του προτύπου ΕΛΟΤ EN 14214. Σύμφωνα με το σχεδιασμό, αρχικά, στο πρώτο στάδιο εφαρμογής το βιοντίζελ προορίζεται μόνο για ανάμιξη με το πετρέλαιο κίνησης σε ποσοστό μέχρι 5% κατ' όγκο. Θα ακολουθήσει, σε δεύτερο στάδιο, η διάθεσή του ως αυτούσιο στη λιανική αγορά, καθώς και η ανάμιξή του σε μεγαλύτερο ποσοστό με το πετρέλαιο κίνησης, προοριζόμενο για στόλους αυτοκινήτων (όπως οχήματα δημόσιων μεταφορών, κλπ.). Παράλληλα εξετάζεται η δυνατότητα χρησιμοποίησης του βιοντίζελ ως καυσίμου θέρμανσης ή για βιομηχανική χρήση ή ακόμη και για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας, όπως προβλέπει ο Ν. 3468/2006 «Παραγωγή Ηλεκτρικής Ενέργειας από Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας και Συμπαραγωγή Ηλεκτρισμού και Θερμότητας Υψηλής Απόδοσης και λοιπές διατάξεις» (ΦΕΚ Α' 129) που ψηφίστηκε πρόσφατα.

Η διάθεση βιοντίζελ στην Ελλάδα ξεκίνησε τον Δεκέμβριο 2005, όταν οι πρώτες ποσότητες διακινήθηκαν από την εταιρία ΕΛ.ΒΙ.-ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΒΙΟΠΕΤΡΕΛΑΙΑ Α.Β.Ε.Ε. προς τα διυλιστήρια της χώρας, για ανάμιξη με το πετρέλαιο κίνησης. Το μίγμα 2% κατ' όγκο βιοντίζελ σε πετρέλαιο κίνησης διατέθηκε σε όλους τους τελικούς καταναλωτές από τον Φεβρουάριο 2006 και συνεχίζει να διατίθεται μέχρι σήμερα, κανονικά. Το ποσοστό ανάμιξης αυτό αναμένεται να αυξηθεί σε 3,5% κατ' όγκο περί το τέλος του 2006, ενώ θα αγγίξει το 5% εντός του 2007.

Επιπλέον, οι ποσότητες του αποφορολογημένου, κάθε έτος βιοντίζελ κατανέμονται, μετά από σχετική πρόσκληση προς υποβολή αιτήσεων και διαδικασία αξιολόγησης και κατανομής βάσει κριτηρίων, στους ενδιαφερομένους να συμμετέχουν στην κατανομή, παραγωγούς ή εμπόρους-εισαγωγείς. Σημειώνεται ότι το μίγμα βιοντίζελ με πετρέλαιο κίνησης που διακινείται απαλλάσσεται από τον Ειδικό Φόρο Κατανάλωσης κατά το κατ' όγκο ποσοστό ανάμιξης του βιοντίζελ. 80

2.4.4 Επενδύσεις σε Βιοαιθανόλη

Αντίθετα με το βιοντίζελ, η βιοαιθανόλη παρουσιάζει τεχνικές δυσχέρειες, για τον ελλαδικό χώρο, όταν αναμιγνύεται με βενζίνη, οι σημαντικότερες των οποίων είναι ο διαχωρισμός παρουσία νερού υπό ψυχρές συνθήκες και η υψηλή τάση ατμών (RVP) ειδικά



στις βενζίνες θερινών προδιαγραφών. Για το λόγο αυτό προκρίνεται η μετατροπή της βιοαιθανόλης σε ETBE (Ethyl Tertiary Butyl Ether / Αιθυλο τριτοταγής-βουτυλαιθέρας) και χρήση του τελευταίου ως συστατικό ανάμιξης στις βενζίνες, σε αντικατάσταση του MTBE (Methyl Tertiary Butyl Ether / Μεθυλο- τριτοταγής-βουτυλαιθέρας) που χρησιμοποιείται τώρα. Το ποσοστό ανάμιξης ETBE (και MTBE) σε βενζίνη μπορεί να ανέλθει μέχρι 15% κατ' όγκο, ενώ για τη βιοαιθανόλη το ποσοστό αυτό ανέρχεται μόνο μέχρι 5% κατ' όγκο, όπως προβλέπει το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 228:2004.

Περί τα τέλη του 2006, η εταιρία «ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α.Ε.» ανακοίνωσε την απόφαση του διοικητικού Συμβουλίου της να μετατρέψει δύο από τα πέντε εργοστάσια παραγωγής ζάχαρης που κατέχει, σε Λάρισα και Ξάνθη, σε μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης (καθώς και ζωοτροφών υψηλής θρεπτικής αξίας και ταυτόχρονη συμπαραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας), ετήσιας δυναμικότητας 150.000 m³ βιοαιθανόλης έκαστο, με πρώτες ύλες ζαχαρότευτλα, καλαμπόκι και σιτηρά που ήδη καλλιεργούνται, χρονικό ορίζοντα ολοκλήρωσης και έναρξης παραγωγής 18-24 μήνες από την έναρξη εργασιών, δηλαδή περί τα τέλη του 2009 ή αρχές του 2010 και χρηματοδότηση από επιδότηση της απόσυρσης ποσόστωσης παραγωγής ζάχαρης από την Ε.Ε., σύμφωνα με την νέα Κ.Ο.Α. ζάχαρης.

Ο διεθνής διαγωνισμός για την εξεύρεση Στρατηγικού Επενδυτή για το εν λόγω έργο τερματίστηκε το Νοέμβριο 2008 χωρίς να ολοκληρωθεί Το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 15376:2008, με τις τελικές προδιαγραφές για τη βιοαιθανόλη εκδόθηκε στις 27 Μαρτίου 2008. Έχει κινηθεί η διαδικασία για την ενσωμάτωση του νέου προτύπου στην εθνική νομοθεσία ως Απόφαση του Ανώτατου Χημικού Συμβουλίου, ώστε να καταστεί δυνατή η διάθεση του προϊόντος στην εγχώρια αγορά. Σύμφωνα με τα παραπάνω, η εισαγωγή και διάθεση της βιοαιθανόλης στην ελληνική αγορά καυσίμων δεν αναμένεται να ξεκινήσει πριν το 2010. 81

Συμπεράσματα

Τα βιοκαύσιμα έχουν προβληθεί ως μια λύση στο εντεινόμενο πρόβλημα της κλιματικής αλλαγής και της μείωσης των αποθεμάτων ορυκτών καυσίμων. Φυτά που δεσμεύουν διοξείδιο του άνθρακα και κατόπιν μετατρέπονται σε καύσιμη ύλη της οποίας οι εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου θα δεσμεύονται ξανά από τα φυτά που καλλιεργούνται για βιοκαύσιμα. Μια ανανεώσιμη μορφή ενέργειας δηλαδή που θεωρητικά δεν εντείνει το φαινόμενο του θερμοκηπίου και δίνει διεξόδους στην αγροτική οικονομία. Ωστόσο, οι έρευνες και η πρακτική δείχνουν ότι το μοντέλο παραγωγής των βιοκαυσίμων και η βιασύνη για επέκταση μαζικής κλίμακας ουσιαστικά θα επιδεινώσει την περιβαλλοντική και κοινωνική κρίση, ιδιαίτερα στις αναπτυσσόμενες χώρες. Τα βιοκαύσιμα ήδη προσβάλλουν την παραγωγή τροφίμων και τα ζωτικά οικοσυστήματα του παγκόσμιου Νότου, ενώ τα όποια οφέλη από τον περιορισμό των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου ουσιαστικά εξαλείφονται λόγω της εντατικής παραγωγής και της μετατροπής της γης σε καλλιεργούμενες εκτάσεις.

Το πρώτο πράγμα που έκανε αισθητές τις αρνητικές συνέπειες των βιοκαύσιμα ήταν τα ακριβότερα τρόφιμα. Ήδη έχει εκτιμηθεί ότι η ραγδαία αύξηση την βιομηχανίας των βιοκαυσίμων πιθανότατα θα κρατήσει τις τιμές των τροφίμων ανεβασμένες τουλάχιστο για την επόμενη δεκαετία (ΟΟΣΑ/FAO, 2007). Αυτό οφείλεται από τη μία στη παγκόσμια αύξηση της τιμής των δημητριακών λόγω της εξάπλωσης των ενεργειακών καλλιεργειών κι από την άλλη στην αυξημένες τιμές πρώτων υλών όπως το καλαμπόκι, που αντί να προορίζεται για ζωοτροφή, χρησιμοποιείται πια για να παράγει αιθανόλη. Το μεγαλύτερο μερίδιο αυτών των συνεπειών θα το υποστούν οι πληθυσμοί αναπτυσσόμενων χωρών οι οποίοι θα αντικρίσουν την διαθέσιμη καλλιεργήσιμη γη των χωρών τους να μετατρέπεται σε τεράστιες μονοκαλλιέργειες ενεργειακών φυτών.

Πέρα από το να ανεβάζουν τις τιμές των τροφίμων τα βιοκαύσιμα ευνοούν τις μονοκαλλιέργειες φοινικέλαιου, σόγιας και ζαχαροκάλαμου η οποίες είναι συνδεδεμένες με την καύση και αποψίλωση τροπικών δασών και άλλων ζωτικών οικοσυστημάτων. Μόνο στη Βραζιλία το 80% των αερίων του θερμοκηπίου δεν προέρχεται από αυτοκίνητα ή τη βιομηχανία αλλά από την καύση δασών του Αμαζονίου για την επέκταση της μονοκαλλιέργειας της σόγιας και του καλαμποκιού. Η μεγάλη πλειοψηφία της πρώτης ύλης



για τη παραγωγή βιοκαυσίμων προέρχεται από τέτοιες χώρες των Τροπικών. Αυτό σημαίνει πως οι μονάδες επεξεργασίας και παραγωγής, που βρίσκονται και στην Ελλάδα και προμηθεύονται την πρώτη ύλη τους από εκεί παράγουν βιοκαύσιμα τα οποία προωθούνται ως οικολογική λύση αλλά προέρχονται από εκτάσεις οι οποίες μέχρι πρότινος ήταν παρθένο τροπικό δάσος που συνεισέφερε στην απορρόφηση των αερίων του θερμοκηπίου. Η επέκταση των καλλιεργειών για βιοκαύσιμα επιδρούν επιπλέον στα κλιματικά συστήματα μεγάλων εκτάσεων εκ των οποίων τη σταθερότητα εξαρτάται ο κύκλος της βροχής και τελικά η σταθερότητα του παγκόσμιου κλίματος. Οπότε πέρα από την έκλυση αερίων του θερμοκηπίου λόγω αποψίλωσης εντείνεται και ο κίνδυνος ερημοποίησης, λειψυδρίας και τελικής κατάρρευσης ζωτικών οικοσυστημάτων όπως τα δάση του Αμαζονίου με παγκόσμιες συνέπειες.

Πολύ σημαντικό στοιχείο είναι ότι τέτοιες βιομηχανικού τύπου μονοκαλλιέργειες υψηλών εισροών ευθύνονται για το 14% των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, περίπου όσο και από τα μεταφορικά μέσα. Μερίδιο σε αυτό έχει, και το διοξείδιο του αζώτου-300 φορές πιο ισχυρό αέριο θερμοκηπίου από το διοξείδιο του άνθρακα -το οποίο προέρχεται από την χρήση χημικών λιπασμάτων. Επιπρόσθετα, οι μονοκαλλιέργειες προσβάλλουν την φυσική και αγροτική βιοποικιλότητα από την οποία εξαρτώνται πολλές ζωτικές φυσικές διεργασίες όπως ο κύκλος του άνθρακα, του αζώτου, του νερού καθώς και η γονιμότητα του εδάφους. Όλα αυτά μεγεθύνονται ακόμη περισσότερο αν αναλογιστούμε ότι η παραγωγή βιοκαυσίμων έχει καταστεί το τέλει άλλοθι για την επέκταση των γενετικά τροποποιημένων καλλιεργειών με το πρόσχημα της αυξημένης απόδοσης και της μη επικινδυνότητας λόγω του ότι προορίζονται για καύσιμα και όχι για τροφή.

Πέρα από την αύξηση των τιμών των τροφίμων και το περιορισμό των διαθέσιμων εκτάσεων για καλλιέργεια τροφής οι εξάπλωση των ενεργειακών φυτών έχει εκτοπίσει ήδη χιλιάδες αγρότες από τους τόπους τους (υπολογίζονται 1 εκατομμύριο μόνο στην Βραζιλία). Οι μεγάλες μονοκαλλιέργειες από μόνες τους μειώνουν τις θέσεις εργασίας και δημιουργούν ακραίο συγκεντρωτισμό γης και εισοδήματος. Πρόσφατα, το μόνιμο φόρουμ των Ηνωμένων Εθνών για τα θέματα ιθαγενών προειδοποίησε ότι ως και 60 εκατομμύρια αυτόχθονες κινδυνεύουν να εκδιωχθούν από τη γη τους για να δημιουργηθούν καλλιέργειες φυτών που παράγουν βιοκαύσιμα. Οι φτωχοί αγρότες αναπόφευκτα θα οδηγηθούν στις

φτωχο-συνοικίες των πόλεων καθώς μεγάλες αγροτικές επιχειρήσεις τους παίρνουν τη γη για να παράγουν κέρδος από το “χρυσωρυχείο” των βιοκαυσίμων.

Παρόλο που έχουν ήδη αναγνωριστεί οι δυσμενείς περιβαλλοντικές επιπτώσεις των βιοκαυσίμων 1ης γενιάς αυτά συνεχίζουν να προωθούνται ως σοβαρές λύσεις λόγω της ελπίδας ότι θα αντικατασταθούν από νέες τεχνολογίες παραγωγής τους που τώρα αναπτύσσονται. Οι μελέτες ωστόσο δείχνουν ότι μένει για να αποδειχθεί μέσα στην επόμενη δεκαετία αν αυτές οι τεχνολογίες θα αποδώσουν καθώς υπάρχουν μεγάλες αμφιβολίες για τη δυνατότητα χρήσης ως πρώτη ύλη των υπολειμμάτων βιομάζας σε μεγάλη κλίμακα. Η μεταφορά πρώτης ύλης σε τέτοιες μεγάλες μονάδες παραγωγής βιοκαυσίμων 2ης γενιάς δημιουργεί ένα υψηλό ελάχιστο κόστος παραγωγής το οποίο δύσκολα θα μπορεί να μειωθεί και θα ισχύει μόνο για καλλιέργειες όπου τα φυτικά υπολείμματα είναι ήδη διαθέσιμα στη φυσική τους θέση (in situ). Όλα αυτά χωρίς να λάβουμε υπ’ όψιν τις αυξημένες εισροές που θα απαιτούνται για την αναπλήρωση της χαμένης φυτικής μάζας, η οποία ειδικά θα προοριζόνταν για την ανακύκλωση της ύλης στο έδαφος και την διατήρηση της γονιμότητας του εδάφους. Επιπρόσθετα, η εξάπλωση δεντροκαλλιιεργειών (ευκάλυπτος, λεύκα κ.α.) κατά προτίμηση γενετικά τροποποιημένων μπορεί μόνο να πιέσει τα ήδη υπάρχοντα οικοσυστήματα με τα ίδιο αντίκτυπο που θα έχει και η εξάπλωση οποιασδήποτε βιομηχανικής μονοκαλλιέργειας. Οι έρευνες (ΟΟΣΑ, ΙΕΑ) δείχνουν ότι ακόμη κι αν επιτευχθεί η εμπορική χρήση 2ης γενιάς βιοκαυσίμων, που παραμένει ακόμα στην θεωρία, θα μπορέσουν να καλύψουν λιγότερο του 15% των αναγκών για καύσιμα όταν τα βιοκαύσιμα 1ης γενιάς θα κάλυπταν το 11%. Ωστόσο ακόμα και αυτός ο στόχος επιτευχθεί, λόγω της αυξανόμενης απαίτησης για καύσιμα μεταφορών η τελική μείωση στη χρήση ορυκτών καυσίμων και στις εκπομπές αερίων δεν θα ήταν καθόλου σημαντική αλλά απλά θα ρύθμιζε την αύξηση της ζήτησης

Παρ’ όλες τις προθέσεις για μια πιο δίκαιη διεύθυνση της παραγωγής των βιοκαυσίμων οι επενδύσεις και ο τρόπος με τον οποίο έχει οριστεί η ατζέντα τους δεν αφήνει πολλά περιθώρια για αειφορικές αλλαγές. Η Ε.Ε. προτείνει βιώσιμα πρότυπα και ρυθμίσεις για την πιστοποίηση των βιοκαυσίμων. Ωστόσο τους κανόνες του παιχνιδιού για το που, πόσο και ποιοι θα καλλιεργήσουν ενεργειακές καλλιέργειες καθώς και ποιες μακρο-οικονομικές και κοινωνικές επιπτώσεις θα έχει, είναι κάτι που δεν μπορεί να καλυφθεί και ούτε συμπεριλαμβάνονται σε τέτοια μέτρα. Μεγάλοι γαιοκτήμονες



αποφασισμένοι να εκχερσώσουν δασικές εκτάσεις και να εκδιώξουν φτωχούς αγρότες ευδοκιμούν από καιρό και δεν πρόκειται να επηρεαστούν ή να επιστρέψουν πίσω αυτές που ήδη εκμεταλλεύονται. Επίσης, κλειστές αγορές σε μια ήπειρο δεν αποκλείουν την αποδοχή σε μια άλλη, ενώ οι επενδύσεις μεγάλων εταιρειών στην νέα αγορά δύσκολα θα επιτρέψουν να επηρεαστεί η παροχή πρώτης ύλης.

Έχει υπολογιστεί από την κυβέρνηση των ΗΠΑ ότι με τις σημερινές τάσεις η παγκόσμια κατανάλωση ενέργειας θα αυξηθεί κατά 71% από το 2003 μέχρι το 2030. Η περισσότερη από αυτή θα προέρχεται από ορυκτά καύσιμα και μόλις 9% από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας συμπεριλαμβανομένων και των βιοκαυσίμων. Οπότε πρέπει να τεθεί το ζήτημα στη βάση του. Η παγκόσμια αλλαγή κλίματος δεν πρόκειται να διορθωθεί με την χρήση των βιομηχανικών βιοκαυσίμων. Σε μικρή και μόνο κλίμακα η τοπική παραγωγή-κατανάλωση θα μπορούσε να παίξει κάποιο ρόλο στην κάλυψη ενεργειακών αναγκών μικρών κοινοτήτων. Αν προσπαθήσουμε να αντικαταστήσουμε ένα σημαντικό μέρος των ορυκτών καυσίμων με βιοκαύσιμα ο ήδη δριμύς αντίκτυπος θα είναι μη ανατρέψιμος. Θα πρέπει να υπάρξει μια ριζοσπαστική μετατροπή των τρόπου κατανάλωσης στο παγκόσμιο Βορρά. Ο μόνος τρόπος για να σταματήσει η παγκόσμια αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου είναι η μετάβαση από τις εκτατικές βιομηχανικές καλλιέργειες στην μικρής-κλίμακας βιολογική γεωργία, και τη μείωση της παγκόσμιας κατανάλωσης καυσίμων. “Η Γη δεν πρόκειται να μας δώσει την παραπάνω βιομάζα που χρειάζεται για να συνεχίσουμε να καταναλώνουμε όπως ήδη κάνουμε. Ίσως για λίγο ακόμη θα μπορούμε να συνεχίσουμε να την κλέβουμε από τις φτωχές χώρες των τροπικών, τα αποτελέσματα όμως είναι ήδη καταστροφικά, κι αυτό ισχύει για ολόκληρη την ανθρωπότητα.” Καθηγητής Tad Patzek, Πανεπιστήμιο Berkley, Καλιφόρνια

Ανησυχούμε πολύ για το ότι η επέκταση των βιοκαυσίμων επιταχύνει την κλιματολογική αλλαγή μέσα από την αποψίλωση, την καταστροφή του οικοσυστήματος, τις απώλειες του οργανικού άνθρακα του εδάφους και τις ευρύτερες επιδράσεις της αυξημένης χρήσης του αζωτούχου λιπάσματος. Δεν θεωρούμε πώς οι εκτιμήσεις για τον κύκλο ζωής των αερίων του θερμοκηπίου, οι οποίες εξετάζουν μόνο το μικρό-επίπεδο, μπορούν να συλλάβουν εκείνες τις ευρύτερες επιδράσεις. Ακόμα και στο μικρό-επίπεδο, υπάρχει μικρή επιστημονική ομοφωνία και μεγάλες αβεβαιότητες.

Επίλογος

Οι στρατηγικές για τα βιοκαύσιμα αναπτύσσονται χωρίς να έχει γίνει κάποια ευδοκιμούσα ανάλυση για τον κίνδυνο: οι επιδράσεις από τα 'σενάρια της χειρότερης περίπτωσης, (worst case scenario) όπως η ολοσχερής καταστροφή των τυρφώνων της Νότιο-ανατολικής Ασίας ή η μη αναστρέψιμη απονέκρωση του δάσους του Αμαζονίου, είναι τέτοιου μεγέθους που σίγουρα δεν αξίζουν διακινδύνευσης. Οι πολιτικές αναπτύσσονται βασιζόμενες σε μικρό-μελέτες, ενώ ο ευρύτερος αντίκτυπος στο παγκόσμιο κλίμα και στο οικοσύστημα έχει αγνοηθεί και οι κίνδυνοι πιθανών καταστροφικών επιδράσεων, ανεξάρτητα από το αν είναι χαμηλών ή υψηλών πιθανοτήτων, δεν έχουν εξεταστεί.

Κατά την απουσία αποδεδειγμένων διασφαλίσεων, πιστεύω ότι οι κίνδυνοι από την προώθηση της επέκτασης των βιοκαυσίμων σε μεγάλη κλίμακα βασιζόμενη σε μονοκαλλιέργειες παραμένουν μη αποδεκτά υψηλοί και μπορεί να αποτελέσει χίμαιρα.

Στην Ελλάδα σήμερα η στροφή προς τη χρήση βιοκαυσίμων είναι πλέον πραγματικότητα. Η χρήση όμως των βιοκαυσίμων συνδέεται άμεσα αλλά και εξαρτάται από την προμήθεια των απαραίτητων πρώτων υλών. Η πραγματική πρόκληση όμως από εδώ και πέρα θα είναι η αξιοποίηση των νέων συνθηκών που έχουν διαμορφωθεί προς όφελος της ελληνικής γεωργίας και της εγχώριας παράγωγής η οποία αναμένεται και πρέπει να παίζει καθοριστικό ρόλο στην παραγωγή των πρώτων υλών με τις καλλιέργειες ενεργειακών φυτών.

Με την συμβολή όλων των σχετικών, με τον τομέα των βιοκαυσίμων, φορέων αλλά και την εφαρμογή μιας ουσιαστικής Κοινής Αγροτικής Πολιτικής και χάρη στις μεγάλες δυνατότητες για υψηλές στρεμματικές αποδόσεις ενεργειακής βιομάζας στην Ελλάδα, οι Έλληνες αγρότες μπορούν να βρουν μια ενδιαφέρουσα εναλλακτική καλλιέργεια μέσα από την προοπτική παραγωγής βιοκαυσίμων. Αρκεί να ακολουθηθεί κάποιος κεντρικός σχεδιασμός και να μην γίνει άναρχα με μοναδικό στόχο το παροδικό κέρδος και την μη αναστρέψιμη καταστροφή του περιβάλλοντος.

Βιβλιογραφία

1. [http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports and publications/statistical energy review 2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_r
eview of world energy full review 2008.pdf](http://www.bp.com/liveassets/bp_internet/globalbp/globalbp_uk_english/reports_and_publications/statistical_energy_review_2008/STAGING/local_assets/downloads/pdf/statistical_review_of_world_energy_full_review_2008.pdf)
2. http://www.worldenergy.org/documents/ser2007_final_online_version_1.pdf
3. Energy, Technology and Climate: Running Out of Gas David Goodstein Published in New Dimensions in Bioethics, Yale University Press <http://www.its.caltech.edu/~dg/Essay2.pdf>
4. ΛΙΓΝΙΤΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ: ΙΔΙΟΤΗΤΕΣ, ΧΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ Κ.
ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ - Θ. ΚΩΤΗΣ
http://library.tee.gr/digital/m2069/m2069_papanikolaou.pdf
5. Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες, Κ. Κίττας, Θ. Γέμτος, Σ. Φουντάς, Θ.
Μπαρτζάνας, Ανανεώσιμες πηγές ενέργειας-Η θέση τους στο νέο ενεργειακό τοπίο της
χώρας και στην περιοχή της Θεσσαλίας (ΤΕΕ – ΚΔΘ, Λάρισα, 29 Νοεμ.-1 Δεκεμ., 2007
6. Biofuels for Transport Global Potential and Implications for Sustainable Energy and
Agriculture By Worldwatch Institute
7. Στρατηγική της ΕΕ για τα βιοκαύσιμα [http://eur-
lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0034:FIN:EL:PDF](http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0034:FIN:EL:PDF)
8. <http://biofuel.org.uk/first-generation-biofuels.html>
9. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/18/37/lang,el/>
10. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/19/38/lang,el/>
11. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/20/39/lang,el/>
12. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/20/39/lang,el/>
13. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/22/41/lang,el/>
14. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/20/39/lang,el/>
15. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/35/67/lang,el/>
16. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/36/68/lang,el/>
17. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/37/69/lang,el/>
18. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/38/70/lang,el/>
19. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/39/71/lang,el/>
20. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/40/72/lang,el/>
21. <http://www.epirusbiosis.gr/content/view/41/73/lang,el/>
22. [http://www.europa.eu.int/com/enterprise/automotive/pagesbackground/competitiveness/cars
21finalreport.pdf](http://www.europa.eu.int/com/enterprise/automotive/pagesbackground/competitiveness/cars21finalreport.pdf).



23. U.S. Department of Energy. Biopower Technical Strategy Workshop. Summary report. Denver Colorado. December 2,3-2009
24. Sustainable Production of Second-Generation Biofuels – © OECD/IEA 2010
http://www.iea.org/papers/2010/second_generation_biofuels.pdf
25. The MIT Energy Research Council – web.mit.edu/erc/spotlightsalg-all.htm
26. Newspaper. Daily Telegraph. June 08-2007
27. National Geographic. Biofuels Issue. October 2007
28. International Energy Agency. World Energy Outlook 2008.
<http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2008/weo2008.pdf>
29. Στρατηγική της ΕΕ για τα βιοκαύσιμα <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2006:0034:FIN:EL:PDF>
30. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels
Jason Hill Erik Nelson David Tilman Stephen Polasky and Douglas Tiffany Departments of *Ecology, Evolution, and Behavior and Applied Economics, University of Minnesota, St. Paul, MN 55108; and Department of Biology, St. Olaf College, Northfield, MN 55057
Contributed by David Tilman, June 2, 2006
<http://www.pnas.org/content/103/30/11206.full.pdf>
31. The Social Costs and Benefits of Biofuels: The Intersection of Environmental, Energy and Agricultural Policy Harry de Gorter and David R. Just Harry de Gorter, Department of Applied Economics and Management, Cornell University, Ithaca, NY; David R. Just, Department of Applied Economics and Management, Cornell University, Ithaca, NY
<http://aepp.oxfordjournals.org/content/32/1/4.full.pdf>
32. «Βιοκαύσιμα και περιβάλλον σε όλο τον κύκλο ζωής» Δρ Γιώργος Αγερίδης - Μυρσίνη Χρήστου, «Τα βιοκαύσιμα και ο αναπτυξιακός τους ρόλος για τη βιομηχανία και τον αγροτικό τομέα» ΤΕΕ/ΤΚΜ, Διημερίδα, Θεσσαλονίκη 3 & 4 Νοεμβρίου 2006.
<http://library.certh.gr/libfiles/PDF/EKETA-CD-88-BIOKAVSIMA-KAI-PERIBALLON-by-AGERIDHS-G-at-BIOKAVSIMA-DIHMERIDA-3-4-NOV-2006-TEE-TKM-PP-6-Y-2006.pdf>
33. Stern Review Report on the Economics of Climate Change, 2006,
http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economic_climate_change/stern_review_report.cfm
34. Global Oil Outlook: Demand and Supply, Claude Mandil, Executive Director, International Energy Authority, 12th February 2007,
http://www.iea.org/textbase/speech/2007/mandil/london_ip.pdf

35. Global Anthropogenic Non-CO₂ Greenhouse Gas Emissions: 1990-2020, U.S. Environmental Protection Agency, 2006, Table 1-2.,
<http://www.epa.gov/nonco2/econinv/downloads/GlobalAnthroEmissionsReport.pdf>
36. Mosier, A. R. and Zhu, Z. L. (2000) 'Changes in patterns of fertiliser nitrogen use in Asia and its consequences for N₂O emissions from agriculture systems', Nutrient Cycling in Agroecosystems, vol 57, no 1, pp107-117
37. Intergovernmental Panel on Climate Change, Climate Change 2001: The Scientific Basis, Chapter 4, 4.2.1.2., http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/136.htm Livestock's Long Shadow: Environmental Issues and Options, published by the United Nations Food and Agriculture Organisation, p.50
http://www.virtualcentre.org/en/library/key_pub/longshad/A0701E00.pdf
38. Emission of nitrous oxide from soils used for agriculture, JR Freney, Nutrient Cycling in Agroecosystems, Volume 49, Numbers 1-3 / July, 1997 also See UNEP Press release "Dead Zones Emergin as Big Threat to 21st Century Fish Stocks", UNEP News Release 2004/14, http://www.unep.org/GC/GCSSVIII/PressRelease_E2.asp
39. Nitrogen rain makes bogs contribute to climate change, Håkan Rydin, 2006, <http://www.chemlin.net/news/2006/dec2006/nitrogen.htm>
40. see for example Andre Faaij, Global Potential for Biofuels, presentation to the IEA and the United Nations Foundation, June 2005, where he says: "Most optimistic scenario: intensive agriculture concentrated on better quality soils"
http://www.unfoundation.org/files/misc/biofuels_presentations/Faaij_Biofuels_files/framehtm
41. 'Biofuels for Transportation: Global Potential and Implications for Sustainable Agriculture and Energy in the 21st Century',
http://www.bioenergyworld.com/americas/2006/IMG/pdf/Biofuels_for_Transport_Worldwatch_Institute.pdf
42. Jenkinson, D.S. et al (1987) Modelling the turnover of organic matter in long-term experiments at Rothamsted. INTECOL Bulletin 15, 1-8. Abstract:
http://eco.wiz.unikassel.de/model_db/mdb/jenkinson.html
43. Wells-to-Wheels Report 2006, JRC-IES, download from <http://ies.jrc.cec.eu.int/wtw.html>
44. see (6), p.51.
45. A quickscan of global bioenergy potential to 2050, Published in Progress in Energy and Combustion Science (2006, inpress) Edward M.W. Smeets, André P.C. Faaij, Iris M. Lewandowski and Wim C. Turkenburg 2006,

- <http://www.bioenergytrade.org/t40reportspapers/otherreportspublications/fairbiotradeprojec t20012004/00000098ae0d94705.html>
46. Changes in Soil Organic Carbon Contents and Nitrous Oxide Emissions after Introduction of No-Till in Pampean Agroecosystems Haydée S. Steinbach* and Roberto Alvarez, Published in J Environ Qual 35:3-13 (2006),
<http://jeq.scijournals.org/cgi/content/abstract/35/1/3>
47. Monitoring CO₂, CH₄, and N₂O Emissions from Soil in Agricultural Fields in Central Missouri, Nsalambi Nkongolo et.al, <http://a-c-s.confex.com/a-cs/usda/techprogram/P29204.HTM>
48. <http://www.worldlandtrust.org/news/2005/06/just-how-green-are-biofuels.htm>
49. Macedo, Copersucar Technological Centre, Greenhouse Gas Emissions and Avoided Emissions in the Production and Utilization of Sugar Cane, Sugar and Ethanol in Brazil: 1990-1994 see Policies and practices in Indonesian wetlands, Wetlands International, 2005, <http://www.tropenbos.nl/news/mini%20symposium%20Wardojo/Marcel%20Silvius%20-%20Tropenbos2-7-'06.pdf>
50. http://www.biofuelwatch.org.uk/SE_Asia_palm_biodiesel_analysis.doc
51. "Peat CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia", Hooijer, Silvius, Wösten and Page, 2006 <http://www.wetlands.org/publication.aspx?ID=51a80e5f-4479-4200-9be066f1aa9f9ca9>
52. Page, S.E., F. Siegert, J. O. Rieley, V. Boehm Hans-Dieter, A. Jaya, and S. Limin. 2002. The amount of carbon released from peat and forest fires in Indonesia during 1997. Nature 420: 61. 65
53. see(6), p. 90
54. Cropland expansion changes deforestation dynamics in the southern Brazilian Amazon, Douglas C. Morton et al, PNAS 2006 103: 14637-14641 ,
<http://www.pnas.org/cgi/content/abstract/0606377103v1?ck=nck>
55. Old-Growth Forests Can Accumulate Carbon in Soils, Guoyi Zhou et a;, Science 1 December 2006:, Vol. 314. no. 5804, p. 1417, DOI: 10.1126/science.1130168#
56. same as (24)
57. Amazon Scenarios, Woods Hole Research Centre,
http://www.whrc.org/southamerica/amaz_scen.htm for example Climatic variability and vegetation vulnerability in Amazonia L. R. Hutyrá et al, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 32, L24712, doi:10.1029/2005GL024981, 2005

58. A new climate-vegetation equilibrium state for Tropical South America Marcos Daisuke Oyama and Carlos Alfonso Nobre, GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS, VOL. 30, NO. 23, 2199, doi:10.1029/2003GL018600, 2003
<http://www.ecoearth.info/shared/reader/welcome.aspx?Linkid=58636>
59. <http://news.mongabay.com/2005/0919-nasa.html>
60. UNEP Press Release, 29th November 2005,
<http://www.pnuma.org/informacion/noticias/2005-11/29nov05e.doc>
61. Carbon Sequestration and Trace Gas Emissions in Slash-and-Burn and Alternative Land Uses in the Humid Tropics, Alternatives to Slash And Burn Working Group, October 1999, see
<http://www.asb.cgiar.org/pdfwebdocs/Climate%20Change%20WG%20reports/Climate%20Change%20WG%20report.pdf>
62. see for example (45): That report states that it is based on the presumption that there will be no climate change between now and 2050.
63. Climate Change 2007: The Physical Science Basis, Summary for Policy Makers, Intergovernmental Panel on Climate Change, <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>
64. see <http://www.globalenvision.org/library/1/1462/>
65. Commodity Intelligence Report, 21st June 2006, U.S. Department of Agriculture and Foreign Agricultural Service,
http://www.pecad.fas.usda.gov/highlights/2006/06/europe_20_june_2006/
66. Note: A European study, on the other hand, “Energy and greenhouse gas balance for Europe - an update” by CONCAWE ad hoc group on Alternative Fuels, Report 2/02 http://www.senternovem.nl/mmfiles/26601_tcm24-124161.pdf suggested that uncertainties were such that it was impossible to say whether greenhouse gas savings from rapeseed methyl ester were 7% or 58%, neither figure including soil organic carbon losses.
67. “Ethanol can contribute to energy and environmental goals” by Alexander Farrell et al, Science Vol 311, 27.1.2006. Source:
<http://rael.berkeley.edu/EBAMM/FarrellEthanolScience012706.pdf>
68. LETTERS Energy Returns on Ethanol Production Cutler J. Cleveland, Charles A. S. Hall, Robert A. Herendeen, Nathan Hagens, Robert Costanza, Kenneth Mulder, Lee Lynd, Nathanael Greene, Bruce Dale, Mark Laser, Dan Lashof, Michael Wang, Charles Wyman, Robert K. Kaufmann, Tad W. Patzek, Alexander E. Farrell, Richard J. Plevin, Brian T. Turner, Andrew D. Jones, Michael O'Hare, and Daniel M. Kammen (23 June 2006) Science 312 (5781), 1746. [DOI: 10.1126/science.312.5781.1746]

69. The FAO Food Outlook No. 2, December 2006 states: "The price depressing effect of large stocks could be offset by continued strength in feed grain prices, which, eventually should stimulate oilmeal demand. The futures market tends to point into this direction: by late November 2006, the CBOT March contract for soybeans was about US\$50 per tonne (or 23 percent) higher than the corresponding value of 2005 and, since September 2006, the development of soybean futures prices has been strongly influenced by maize futures." , <http://www.fao.org/docrep/009/j8126e/j8126e00.htm>
70. <http://www.sciencedaily.com/releases/2007/04/070403143622.htm>
71. N2O release from agro-biofuel production negates global warming reduction by replacing fossil fuels', P.Crutzen et al, Atmospheric Chemistry and Physics, <http://tinyurl.com/ywbft6>
72. The FAO Food Outlook No. 2, December 2006 states: "The price depressing effect of large stocks could be offset by continued strength in feed grain prices, which, eventually should stimulate oilmeal demand. The futures market tends to point into this direction: by late November 2006, the CBOT March contract for soybeans was about US\$50 per tonne (or 23 percent) higher than the corresponding value of 2005 and, since September 2006, the development of soybean futures prices has been strongly influenced by maize futures. <http://www.fao.org/docrep/009/j8126e/j8126e00.htm>
73. same as 72
74. "How meaningful are 'greenhouse gas standards' for biofuels in a global market?" Almuth Ernstring, http://www.biofuelwatch.org.uk/docs/biofuel_lcas_and_global_warming.pdf
75. "Paving the Way for Agrofuels: EU policy, sustainability criteria and climate calculations", Transnational Institute and others, September 2007, <http://tinyurl.com/2qntwy>
76. Response to public consultation on carbon and sustainability reporting under the Renewable Transport Fuel Obligation (RTFO), biofuelwatch, Sept 2007, <http://tinyurl.com/3ypt4w>
77. www.actionaid.com report: Meals per gallon, the impact of industrial biofuels on people and global hunger
78. ΟΔΗΓΙΑ 2003/30/ΕΚ ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ της 8ης Μαΐου 2003 σχετικά με την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές
<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:123:0042:0046:EL:PDF>
79. 6η ΕΘΝΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ (ΕΤΟΥΣ 2009) ΣΧΕΤΙΚΑ ΜΕ ΤΗΝ ΠΡΟΩΘΗΣΗ ΤΗΣ ΧΡΗΣΗΣ ΤΩΝ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ Ή ΑΛΛΩΝ ΑΝΑΝΕΩΣΙΜΩΝ ΚΑΥΣΙΜΩΝ ΓΙΑ ΜΕΤΑΦΟΡΕΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ ΤΗΝ ΠΕΡΙΟΔΟ 2005-2010 (ΑΡΘΡΟ 4 ΤΗΣ ΟΔΗΓΙΑΣ 2003/30/ΕΚ)



ΑΘΗΝΑ ΑΠΡΙΛΙΟΣ 2010.

<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=kVL3DzJ101U%3D&tabid=292>

80. 3η Εθνική Έκθεση σχετικά με την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για μεταφορές στην Ελλάδα, την περίοδο 2005-2010. (Άρθρο 4 της οδηγίας 2003/30/ΕΚ) Αθήνα Δεκέμβριος 2006

http://www.ypan.gr/docs/3rd_Biofuels_Report_Greece.pdf

81. same as 79