



ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΑΓΡΟΤΙΚΗΣ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΟΡΓΑΝΩΣΗ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΕΩΝ ΤΡΟΦΙΜΩΝ & ΓΕΩΡΓΙΑΣ
ΣΥΝΕΡΓΑΖΟΜΕΝΟ ΤΜΗΜΑ: ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΤΡΟΦΙΜΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Ελένη Πετρή

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Π. Σολδάτος, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Κ. Τσιμπούκας, Καθηγητής ΓΠΑ

Σ. Ροζάκης, Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα, 2012

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΛΕΤΗ ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ
ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ**

Ελένη Πετρή

ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:

Π. Σολδάτος, Καθηγητής ΓΠΑ (επιβλέπων)

Κ. Τσιμπούκας, Καθηγητής ΓΠΑ

Σ. Ροζάκης, Επικ. Καθηγητής ΓΠΑ

Αθήνα, 2012

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα της διπλωματικής μου εργασίας, καθηγητή κ. Πέτρο Σολδάτο, για τη στήριξη, επίβλεψη, υπομονή και κατανόηση κατά την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Πρόκειται για οικονομο-τεχνική μελέτη της αξιολόγησης της αξιοποίησης ανεκμετάλλευτων ή υποχρησιμοποιούμενων εδαφών, με σκοπό την καλλιέργεια ενός νέου ενεργειακού φυτού, του γλυκού σόργου.

Το φυτό αυτό έχει ήδη μελετηθεί παγκοσμίως κατά τα τελευταία χρόνια με σκοπό την εκτίμηση της οικονομικότητας και των περιβαλλοντικών και κοινωνικών πλεονεκτημάτων του, αξιολογείται δε ως ένα από τα πλέον υποσχόμενα στον τομέα της πράσινης ενέργειας. Στην Ελλάδα έχει ήδη δοκιμαστεί από προηγούμενη πειραματική καλλιέργεια Ευρωπαϊκού Ερευνητικού Προγράμματος (ΚΑΠΕ) με πολύ καλές αποδόσεις.

Εξετάζεται η τεχνική εφικτότητα, αποδοτικότητα και οικονομική συνεισφορά της καλλιέργειας του γλυκού σόργου στην τοπική κοινωνία, καθώς και οι περιβαλλοντικές (αγροτικές) επιπτώσεις της εισαγωγής ενός νέου φυτού σε σημαντικές εκτάσεις. Εν συνεχεία εκτιμάται η οικονομικότητα παραγωγής βιοαιθανόλης από την παραγόμενη βιομάζα, με βάση βιβλιογραφικά δεδομένα.

Η παρούσα μονάδα κρίνεται βιώσιμη, θα είναι δε η πρώτη του είδους της στην Ελλάδα για παραγωγή καύσιμης αιθανόλης, αποτελώντας το πρώτο βήμα για την εισαγωγή και εγκατάσταση της ανάλογης τεχνογνωσίας για μελλοντικές μονάδες ίδιας τεχνολογίας μετατροπής.

ABSTRACT

This techno-economic study is evaluating the viability of using untapped or underutilized land in order to cultivate a new energy plant, sweet sorghum.

This plant has been studied worldwide in recent years in order to assess the cost effectiveness and the environmental and social advantages. It is evaluated as one of the most promising plant in the field of green energy. It has already been tested in Greece by previous experimental cultivation European Research Project (CRES) with very good returns.

This study examines the technical feasibility, economic efficiency and contribution of cultivation of sweet sorghum in the local community and the environmental (rural) impact of the introduction of a new plant in large quantities. Then the economic viability of production of bio-ethanol produced from biomass is been assessed based on bibliographic data.

This bioethanol plant is examined to be viable; it is the first of its kind in Greece for fuel ethanol production, representing the first step in the deployment of relevant knowledge for future units with the same technology.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ I : ΕΙΣΑΓΩΓΗ	8
1.1 ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ	8
1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ	9
ΚΕΦΑΛΑΙΟ II : ΑΓΟΡΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	11
2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ; ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ	11
2.2 Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΓΟΡΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	12
2.2.1 Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ	13
2.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	15
2.4 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ	17
2.4.1 ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ III : ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ	23
3.1 ΓΙΑΤΙ ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ;	23
3.2 ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV : ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ – ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ	31
4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ	31
4.2 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΗΣ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	33
ΚΕΦΑΛΑΙΟ V : ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ	38
5.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	38
5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ	39
5.2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ	39
5.2.2 ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	41
5.2.3 ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	41
5.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ	42
5.4 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ – ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI : ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	45
6.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ	45
6.2 ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ	49
6.2.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ	49
6.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ	51
6.2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)	51
ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII : ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ –ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ –ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	53
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	56

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Το 1874, ο Ιούλιος Βερν στη νουβέλα του “Το μυστηριώδες νησί” αναφέρει “πιστεύω ότι το νερό κάποια μέρα θα χρησιμοποιείται ως καύσιμο, ότι το υδρογόνο και το οξυγόνο που το αποτελούν, ανεξάρτητα ή μαζί, θα αποτελέσουν μια ανεξάντλητη πηγή θερμότητας και φωτός τέτοιας έντασης που το κάρβουνο δεν θα μπορεί να αντέξει. Πιστεύω λοιπόν πως όταν τα αποθέματα κάρβουνου εξαντληθούν, το νερό θα είναι εκείνο που θα μας ζεσταίνει. Το νερό θα είναι το κάρβουνο του μέλλοντος”. Και όντως... Η ενεργειακή κρίση που παρατηρήθηκε έναν αιώνα μετά, τη δεκαετία του '70, έστρεψε το ενδιαφέρον της διεθνούς επιστημονικής κοινότητας στην αναζήτηση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Το 1973 λόγω της πετρελαϊκής κρίσης ο στρατηγός Γκάζελ στην Βραζιλία έβαλε σε ισχύ ένα 30ετές πρόγραμμα υποκατάστασης της βενζίνης από αιθανόλη. Μέσω του προγράμματος χρηματοδοτήθηκε η κατασκευή εργοστασίων παραγωγής αιθανόλης, η εγκατάσταση αντλιών αιθανόλης στα πρατήρια καυσίμων της χώρας και δόθηκαν φορολογικά κίνητρα για τα αλκοολοκίνητα οχήματα. Η Βραζιλία ανακοίνωσε ότι χάρη στην αύξηση της εγχώριας παραγωγής βιοαιθανόλης, η χώρα σταμάτησε την εισαγωγή βενζίνης και καθίσταται πλέον ενεργειακά αυτόνομη με 315 εργοστάσια.

Λίγα χρόνια μετά, εξαιτίας της πτώσεως της τιμής του πετρελαίου, το παγκόσμιο ενδιαφέρον για την ανάπτυξη και παραγωγή νέων, φιλικών προς το περιβάλλον, μορφών ενέργειας, μειώθηκε. Τη δεκαετία του 1990 η νέα κρίση εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, κατέστησε σαφές ότι η λύση στο παγκόσμιο πρόβλημα των κλιματικών αλλαγών έγκειται στην αλλαγή του ενεργειακού μοντέλου. Τα ρυπογόνα ορυκτά καύσιμα (πετρέλαιο, λιγνίτης, φυσικό αέριο) πρέπει να αντικατασταθούν από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και πρέπει επίσης να προωθηθούν μέτρα εξοικονόμησής της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΠΑΡΟΥΣΑ ΜΕΛΕΤΗ

Η παρούσα μελέτη αφορά στη δημιουργία μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης, ως πρόσθετο βενζίνης, από πρώτη ύλη βιομάζα προερχόμενη από ενεργειακή καλλιέργεια γλυκού σόργου.

Το προτεινόμενο επενδυτικό σχέδιο περιλαμβάνει την κατασκευή και λειτουργία ενός εργοστασίου παραγωγής αιθανόλης στην περιοχή του Νομού Ηλείας, με στόχο να αποτελέσει την πρώτη και πρότυπη μονάδα του είδους της στην Ελλάδα.

Αφετηρία του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου είναι οι προσπάθειες σε εθνικό, ευρωπαϊκό και παγκόσμιο επίπεδο για την καταπολέμηση της κλιματικής αλλαγής και της αυξανόμενης εξάρτησης από ορυκτά καύσιμα, μέσω της ανάπτυξης ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Τα βιοκαύσιμα διεθνώς βρίσκονται σε κατακόρυφη άνοδο, κυρίως στις ΗΠΑ, και πολλές άλλες χώρες (Κίνα, Ινδία, Αργεντινή, Αυστραλία, Καναδάς κλπ). Έτσι η Βιο-Αιθανόλη(το σημαντικότερο βιο-καύσιμο) από 50 εκατομμύρια μ³ το 2007, πέρασε στα 74 εκ. μ³ το 2009, και στα 85 εκ. μ³ το 2010. Ανάλογη ήταν και η αύξηση του βιο-ντιζελ, καθώς από 9 εκατομ. τόνους το 2007, πέρασε στους 16 εκ. τόνους το 2010.

Ενώ αυτά συμβαίνουν διεθνώς η Ευρωπαϊκή Ένωση παρουσιάζει μειωμένη αύξηση της ίδιας παραγωγής και αυξημένες εισαγωγές βιο-καυσίμων. Η πολύ μικρή παραγωγή βιο-αιθανόλης, 4.3 εκ. μ³, της Ε.Ε. οφείλεται στο υψηλό κόστος παραγωγής στη Βόρεια και Κεντρική Ευρώπη, σε σχέση με αυτό της Βραζιλίας και των ΗΠΑ (πρακτικά η Ε.Ε. δεν έχει καμιά αξιόλογη εγκατάσταση παραγωγής βιο-αιθανόλης εμπορικού μεγέθους). Αυτό οφείλεται στις υψηλές τιμές των καρπών και των τεύτλων από τις οποίες παράγουν την αλκοόλη πρώτης γενιάς οι Ευρωπαίοι.

Η νότια Ευρώπη λόγω κλιματικών συνθηκών μπορεί να παράγει αλκοόλη πρώτης γενιάς από πρώτες ύλες που δεν ευδοκιμούν τόσο στις βορειότερες χώρες, αλλά και αλκοόλη δεύτερης γενιάς από πρώτες ύλες με πολύ μεγαλύτερη παραγωγικότητα από αυτήν των βορείων, όπως έδειξαν πειράματα της Ε.Ε. πανευρωπαϊκά.

Η Ελλάδα μπορεί να παράγει βιοκαύσιμα και συγκεκριμένα βιο-αιθανόλη σε ανταγωνιστικές τιμές για διάθεση στην Ευρωπαϊκή αγορά, αλλά και με σεβασμό στα κριτήρια βιωσιμότητας της Ε.Ε.

1.2 ΒΑΣΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΤΟΥ ΕΠΕΝΔΥΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΟΥ

Ο κύριος μέτοχος της παρούσας μονάδας μπορεί να είναι κάποια από της ελληνικές εταιρίες παραγωγής ή και διάθεσης πετρελαιοειδών και η οποία θα έχει την ευθύνη της διανομής της παραγόμενης βιοαιθανόλης στους τελικούς χρήστες (εταιρίες εμπορίας καυσίμων ή απευθείας τα πρατήρια της εταιρίας). Η διάθεση της αιθανόλης θα γίνεται σε μίγμα με τη βενζίνη είτε αυτούσια είτε αφού μετατραπεί πρώτα σε ΕΤΒΕ.

Η επιχείρηση έχει ως στόχο την παραγωγή κατά έτος 7.500.000 λίτρων βιοαιθανόλης με πρώτο έτος παραγωγής το 2013. Η παραγωγή αυτή σε πρώτη φάση θα προέρχεται από μια γραμμή παραγωγής με πρώτη ύλη το γλυκό σόργο. Η λειτουργία της μονάδας θα είναι για 365 ημέρες το χρόνο με δυνατότητα εκμετάλλευσής της και τον υπόλοιπο χρόνο με επιπλέον γραμμές παραγωγής.

Η αιθανόλη θα παράγεται σε μονάδα εγκατεστημένη στο νομό Ηλείας αξιοποιώντας ανεκμετάλλευτα ή υποχρησιμοποιούμενα εδάφη (καμένες αγροτικές εκτάσεις). Η δυναμικότητα του εργοστασίου παραγωγής θα είναι 7.500.000 λίτρα το έτος. Η παραγωγή και λειτουργία της μονάδας θα είναι σε 24ωρη βάση. Η παραγωγική διαδικασία θα βασίζεται σε διεργασίες και τεχνολογίες δοκιμασμένες σε διεθνές επίπεδο. Συγκεκριμένα, οι διεργασίες παραγωγής αφορούν σε βιομηχανική μετατροπή (αλκοολική ζύμωση) της πρώτης ύλης προς αιθανόλη. Η πρώτη ύλη του γλυκού σόργου (σακχαρούχος βιομάζα) θα υπόκειται σε

τέτοια προκατεργασία, ώστε τα περιεχόμενα σάκχαρα να ζυμώνονται κατευθείαν προς αιθανόλη. Η αιθανόλη θα διαχωρίζεται με απόσταξη από το υδατικό διάλυμα της ζύμωσης. Πέρα όμως από το κύριο προϊόν της μονάδας, την αιθανόλη, από τις διεργασίες θα παράγονται και πολύτιμα υποπροϊόντα, όπως το στερεό υπόλειμμα της απόσταξης και η απορριπτόμενη βιομάζα από την προκατεργασία του γλυκού σόργου. Το μεν πρώτο, μετά από κατάλληλη επεξεργασία, συνιστά υψηλής αξίας ζωοτροφή (DDG) που θα μεταπωλείται προς χρήση σε κτηνοτροφικές μονάδες. Το δε δεύτερο υποπροϊόν, η βαγάση, θα αξιοποιείται ενεργειακά με καύση παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και διάθεσή της στο δίκτυο.

Η πηγή της πρώτης ύλης θα είναι ενεργειακές καλλιέργειες στην ευρύτερη περιοχή γύρω από τη μονάδα (μέγιστη απόσταση 20km) και σε έκταση 10.000στρ. Οι προμηθευτές της μονάδας σε βιομάζα θα είναι αγρότες της περιοχής που, μέσω της συμβολαιακής γεωργίας, θα εξασφαλίζουν αγοραστή για την παραγωγή του, ενώ και η μονάδα θα εξασφαλίζει τις πηγές προμήθειάς της.

Με την προτεινόμενη ετήσια παραγωγή των 7.500.000 λίτρων η επιχείρηση έχει ως στόχο την κάλυψη μέρους μόνο των αναγκών της Ελλάδας σε βιοαιθανόλη, όπως αυτές καθορίζονται από τις εθνικές υποχρεώσεις της χώρας προς την Ευρωπαϊκή Ένωση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II

ΑΓΟΡΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

2.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ; ΙΣΤΟΡΙΑ ΚΑΙ ΟΡΙΣΜΟΙ

Η βιοαιθανόλη είναι αιθανόλη (οινόπνευμα) που προέρχεται από την αλκοολική ζύμωση σακχάρων υδρολυμένων πολυσακχαριτών (π.χ. άμυλο, κυτταρίνη). Σε αυτήν την διαδικασία η γλυκόζη, μαζί με νερό, μετατρέπεται σε αιθανόλη, διοξείδιο του άνθρακα και νερό. Η χρήση της ως καύσιμο πραγματοποιείται με εξώθερμη αντίδραση καύσης, παράγοντας διοξείδιο του άνθρακα και νερό.

Γενικά ο όρος βιοαιθανόλη αναφέρεται στην αιθανόλη που χρησιμοποιείται ως συστατικό στα καύσιμα μεταφορών. Χρησιμοποιείται ως καύσιμο που υποκαθιστά το πετρέλαιο μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από τους πετρελαϊκούς πόρους, ενώ ο κύκλος ζωής της βιοαιθανόλης θεωρείται ότι έχει μηδαμινές εκπομπές άνθρακα.

Η βιοαιθανόλη μπορεί να παραχθεί από πολλές διαφορετικές ενεργειακές καλλιέργειες όπως το καλαμπόκι, ο σίτος, το κριθάρι, το ζαχαροκάλαμο, το σακχαρότευτλο, και φυσικά το γλυκό σόργο.

Η χρήση της αιθανόλης ως καύσιμου κίνησης ξεκίνησε στην αρχή του 20ου αιώνα και εγκαταλείφθηκε μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο. Το ενδιαφέρον για την αιθανόλη αναβίωσε μετά από την πρώτη πετρελαϊκή κρίση.

Το 1975 η κυβέρνηση της Βραζιλίας χρηματοδότησε ένα πρόγραμμα για την παραγωγή αιθανόλης από ζαχαροκάλαμο. Από τότε η βραζιλιάνικη βιομηχανία αιθανόλης αναπτύχθηκε ραγδαία. Στις ΗΠΑ η μεγάλης κλίμακας παραγωγή αιθανόλης από καλαμπόκι άρχισε το 1978 με σταθερά αυξητική πορεία, η οποία έχει επιταχυνθεί τα τελευταία χρόνια λόγω της κυβερνητικής πολιτικής και των οικονομικών κινήτρων.

Πιο πρόσφατα, χώρες όπως ο Καναδάς, η Αυστραλία, η Κίνα, η Γαλλία, η Ισπανία και η Σουηδία άρχισαν να προωθούν την παραγωγή και τη χρήση της βιοαιθανόλης.

Στην Ε.Ε. η παραγωγή αιθανόλης αναμένεται να επεκταθεί σημαντικά στα ερχόμενα έτη λόγω των πολιτικών της Ευρωπαϊκής Επιτροπής.

Οι διάφορες χώρες της Ε.Ε. είτε θα επεκτείνουν την υπάρχουσα ικανότητα παραγωγής (Ισπανία, Γαλλία, Σουηδία) είτε θα δημιουργήσουν νέες μονάδες παραγωγής (π.χ. UK, Γερμανία, οι Κάτω Χώρες, Βέλγιο, Πολωνία).

2.2 Η ΔΙΕΘΝΗΣ ΑΓΟΡΑ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Οι ΗΠΑ είναι ο παγκόσμιος ηγέτης (και κύριος χρήστης) της βιοαιθανόλης για περισσότερο από 25 έτη, παράγοντας περίπου τις μισές ποσότητες της παγκόσμιας παραγωγής το 2004. Όλα τα πρατήρια καυσίμων στις ΗΠΑ πωλούν βιοαιθανόλη ή βενζόλη, σε μίγμα 25% βιοαιθανόλη /75% βενζίνη (E25). Η Βραζιλία είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής και παραγωγός βιοαιθανόλης στον κόσμο. Η ανάπτυξη της αγοράς της Βραζιλίας είναι μια σχετικά πρόσφατη τάση καθώς η παραγωγική ικανότητα βιοαιθανόλης της Βραζιλίας αυξήθηκε από 4 δισ. λίτρα το 1996 σε 14 δισεκατομμύρια λίτρα το 2004.

Άλλες χώρες που παράγουν και κάνουν χρήση βιοαιθανόλης είναι η Αυστραλία, ο Καναδάς, η Κίνα, η Κολομβία, η Δομινικανή Δημοκρατία, η Γαλλία, η Γερμανία, η Ινδία, η Τζαμάικα, το Μαλάουι, η Πολωνία, η Νότια Αφρική, η Ισπανία, η Σουηδία, η Ταϊλάνδη, η Φιλιππίνες και η Ζάμπια.

Το 2009, η παραγωγή της βιοαιθανόλης έφθασε κατ' εκτίμηση στα 76 δισεκατομμύρια λίτρα, με μια αύξηση 10% κατά τη διάρκεια του 2008. Οι ΗΠΑ και η Βραζιλία συντέλεσαν στο 88% της παγκόσμιας παραγωγής βιοαιθανόλης το 2009. Το μεγαλύτερο μέρος της αύξησης της παραγωγής εμφανίστηκε στις ΗΠΑ, με σημαντικές αυξήσεις να εμφανίζονται στον Καναδά, τη Γερμανία, και τη Γαλλία ενώ η παραγωγή στη Βραζιλία μειώθηκε. Το Βέλγιο (αύξηση 230%) και το Ηνωμένο Βασίλειο (160%) εμφάνισαν υψηλή παραγωγή, με 120 και 110 εκατομμύριο λίτρα, αντίστοιχα. Μετά από μια σημαντική κάμψη στην αγορά βιοαιθανόλης στις ΗΠΑ το 2008, η παραγωγή στις ΗΠΑ αυξήθηκε κατά 16% σε περίπου 41 δισεκατομμύρια λίτρα το 2009. Σύμφωνα με μια εκτίμηση, η βιοαιθανόλη στις ΗΠΑ (που ως επί το

πλείστον βασίζεται στο καλαμπόκι) εκτόπισε περισσότερα από 360 εκατομμύρια βαρέλια εισαγόμενου πετρελαίου για την παραγωγή βενζίνης.

Οι αυξανόμενες τιμές ζάχαρης, σε συνδυασμό με τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες στις σημαντικότερες περιοχές παραγωγής, οδήγησαν σε μια πτώση στην παραγωγή βιοαιθανόλης της Βραζιλίας από 27.1 δισεκατομμύριο λίτρα το 2008 σε 26.3 δισεκατομμύριο λίτρα το 2009. Στην πραγματικότητα σχεδόν όλη η αιθανόλη που παράγεται στη Βραζιλία προέρχεται από το ζαχαροκάλαμο, με ένα πολύ μικρό ποσοστό να παράγεται από το καλαμπόκι. Τα τελευταία χρόνια λαμβάνεται υπόψη η δυνατότητα του γλυκού σόργου να υποβάλλεται σε επεξεργασία διαδοχικά με το ζαχαροκάλαμο, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί ο χρόνος λειτουργίας των εγκαταστάσεων.

Όλα τα πρατήρια καυσίμων στη Βραζιλία πωλούν καθαρή βιοαιθανόλη και βενζόλη σε μίγμα βενζίνης 25% βιοαιθανόλη/75% (v/v). Αυτοκίνητα με ευελιξία καυσίμου (FFV), που μπορούν να χρησιμοποιήσουν καθαρή βιοαιθανόλη, βενζίνη, ή οποιοδήποτε μίγμα των δύο, παρέχουν την ευελιξία επιλογής καυσίμου με βάση την τιμή πρατηρίου. Έχουν υιοθετηθεί ευρέως από τους οδηγούς και αντιπροσωπεύουν περισσότερο από το 95% όλων των νέων αυτοκινήτων που πωλούνται στη Βραζιλία. Τα τελευταία χρόνια, το διεθνές εμπόριο καύσιμης αιθανόλης έχει διαδοθεί, με τη Βραζιλία να είναι ο κορυφαίος εξαγωγέας. Εντούτοις, η βραζιλιάνικη εξαγωγή βιοαιθανόλης μειώθηκε κατά σχεδόν 31% το 2009. Η διεθνής ζήτηση μειώθηκε σε ένα μεγάλο μέρος λόγω της παγκόσμιας οικονομικής κρίσης.

2.2.1 Η ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΥΡΩΠΗ

Η βιοαιθανόλη θεωρείται ως ένα από τα κύρια βιοκαύσιμα στην Ευρώπη. Η τρέχουσα παραγωγή είναι κατά ένα μεγάλο μέρος βασισμένη στη ζύμωση καρπών πλούσιων σε σάκχαρα ή άμυλο. Στον ακόλουθο πίνακα αναφέρονται τα στοιχεία παραγωγής στις χώρες της ΕΕ.

Χώρα	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Αυστρία	-	-	-	15	89	180
Βέλγιο	-	-	-	-	-	143
Τσεχία	-	-	15	33	76	112
Φιλανδία	3	13	-	-	50	4
Γαλλία	101	144	293	539	1,000	1,250
Γερμανία	25	165	431	394	568	750
Ουγγαρία	-	35	34	30	150	150
Ιρλανδία	-	-	-	7	10	2
Ιταλία	-	8	128	60	60	72
Λετονία	12	12	12	18	20	15
Λιθουανία	-	8	18	20	20	30
Ολλανδία	14	8	15	14	9	-
Πολωνία	48	64	120	155	200	166
Σλοβακία	-	-	-	30	94	118
Ισπανία	254	303	402	348	317	465
Σουηδία	71	153	140	120	78	175
Ηνωμένο Βασίλειο	-	-	-	20	75	70
ΣΥΝΟΛΟ	528	913	1,608	1,803	2,816	3,702

Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ευρώπη (σε εκατομμύρια λίτρα)

Η εκπλήρωση του στόχου της Οδηγίας της ΕΚ για το 2010 για αντικατάσταση 5,75% του πετρελαίου και βενζίνης στο τομέα των μεταφορών δημιουργεί μια απαίτηση για ποσότητα βιοκαυσίμων ύψους 760 PJ. Υποθέτοντας ότι η βιοαιθανόλη αντιστοιχεί στη μισή από αυτή τη ποσότητα, η απαίτηση για αιθανόλη το 2010 στην Ευρώπη θα κυμαίνεται σε περίπου 14,5 εκατομμύρια τόνους (ή 18 εκατομμύρια m³).

Επιπλέον η ζήτηση βιοαιθανόλης θα αυξηθεί στα επόμενα έτη λόγω της οδηγίας για τις ΑΠΕ. Προκειμένου να εκπληρωθεί η αυξανόμενη απαίτηση για βιοαιθανόλη, δύο στρατηγικές μπορούν να εφαρμοστούν:

- η χρήση νέων διαδικασιών που χρησιμοποιούν κυτταρινούχα βιομάζα ως πρώτη ύλη (δηλ. βιοαιθανόλη 2ης γενιάς)
- η χρήση καινοτόμων σακχαρούχων φυτών για την παραγωγή συμβατικής βιοαιθανόλης (δηλ. βιοαιθανόλη 1ης γενιάς), αλλά μέσω οικονομικά βιώσιμων διαδικασιών.

Αν και η αγορά της βιοαιθανόλης παρουσιάζει μεγάλη ανάπτυξη τα τελευταία χρόνια στην Ευρωπαϊκή Ένωση, εντούτοις τα περισσότερα κράτη μέλη απέχουν αρκετά από τους ενδεικτικούς εθνικούς στόχους, όπως αυτοί έχουν καθοριστεί από το νομοθετικό πλαίσιο (Οδηγία 2003/30/ΕΚ). Πιο συγκεκριμένα, μόνο 3 μέλη (Γερμανία, Αυστρία και Σουηδία) είχαν επιτύχει τον εθνικό στόχο για το 2005.

2.3 ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΗ ΖΗΤΗΣΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Η αγορά της καύσιμης αιθανόλης, είναι ανύπαρκτη προς το παρόν στην Ελλάδα. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει κατανάλωση βιοαιθανόλης στις μεταφορές, ούτε παραγωγή αλλά ούτε και εισαγωγές από τρίτες χώρες. Η μοναδική αιθανόλη που παράγεται στην Ελλάδα αφορά σε βιομηχανικές χρήσεις και στην ποτοποιία.

Η οδηγία 2003/30/ΕΚ της 8ης Μαΐου 2003 «για την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων για τις μεταφορές» θέτει τα θεμέλια για την προώθηση των εναλλακτικών καυσίμων στην Ε.Ε. Διευκρινίζει συγκεκριμένα ότι τα κράτη μέλη πρέπει να εξασφαλίσουν ότι ένα συγκεκριμένο μερίδιο της αγοράς καυσίμων θα καλυφθεί από βιολογικά και άλλα ανανεώσιμα καύσιμα και να θέσουν εθνικούς ενδεικτικούς στόχους για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

Οι τιμές αναφοράς αυτών των στόχων ήταν:

- το 2% όλης της βενζίνης και του πετρελαίου που καταναλώνονται στις αγορές του τομέα μεταφορών μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2005,
- το 5,75% όλης της βενζίνης και του πετρελαίου που καταναλώνονται στις αγορές του τομέα μεταφορών μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2010.

Προκειμένου να εκτιμηθεί η αναγκαία ποσότητα της αιθανόλης που διατίθεται ως πρόσθετο καύσιμο, θα πρέπει πρώτα να υπολογιστεί η κατανάλωση βενζίνης για το 2010 και μετά.

Η κατανάλωση βενζίνης στην Ελλάδα από το 1992 μέχρι και το 2006 παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα.

ΕΤΟΣ	ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΒΕΝΖΙΝΗΣ (χιλιάδες τόνοι)
1992	2.532
1993	2.594
1994	2.645
1995	2.724
1996	2.890
1997	2.985
1998	3.106
1999	3.165
2000	3.230
2001	3.336
2002	3.532
2003	3.677
2004	3.814
2005	3.888
2006	4.026

ΠΗΓΗ: Υπουργείο Ανάπτυξης

Η μελλοντική ζήτηση βενζίνης για την 11ετία 2007-2017 παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

ΕΤΟΣ	ΖΗΤΗΣΗ ΒΕΝΖΙΝΗΣ (χιλιάδες τόνοι)
2007	4.092
2008	4.201
2009	4.311
2010	4.420
2011	4.529
2012	4.639
2013	4.748
2014	4.858
2015	4.967
2016	5.076
2017	5.186

ΠΗΓΗ: Technical Manual

Με βάση τη νέα οδηγία 2009/28/EC, το 2020 το 10% των καυσίμων μεταφορών θα πρέπει να αντικαθίσταται από βιοκαύσιμα ή άλλα εναλλακτικά καύσιμα. Η τάση κατανάλωσης βενζίνης στην Ελλάδα, εκτιμάται ότι το 2020 θα είναι της τάξης των 5,5 εκατομμυρίων τόνων. Αν το 10%, βάσει ενεργειακού περιεχομένου, καλύπτεται από βιοαιθανόλη, αυτό συνεπάγεται ανάγκες σε βιοκαύσιμο ποσότητας 895 χιλιάδων τόνων. Άρα για την εναρμόνιση με τους

στόχους της Ε.Ε. για διείσδυση βιοενέργειας στον τομέα των μεταφορών, καταδεικνύονται οι προοπτικές για την ανάπτυξη της αγοράς βιοαιθανόλης.

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΗ ΖΗΤΗΣΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

ΕΤΟΣ	ΖΗΤΗΣΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ (τόνοι)
2010	412.870
2011	423.089
2012	433.308
2013	443.527
2014	453.746
2015	463.965
2016	474.184
2017	484.403

ΠΗΓΗ: *Technical Manual*

2.4 ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΠΟΛΙΤΙΚΗ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Η Κοινοτική Οδηγία 2009/28/EC στοχεύει στην αύξηση του μεριδίου της ανανεώσιμης ενέργειας στον τομέα των μεταφορών και τη μείωση των εκπομπών του CO₂, του κοβαλτίου, των NO_x, των Π.Ο.Ε και άλλων μορίων επιβλαβών στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Σύμφωνα με την οδηγία, οι διαφορετικοί τύποι βιοκαυσίμων είναι οι ακόλουθοι: βιοαιθανόλη, βιοντίζελ (ντίζελ-μεθυλικός εστέρας- που παράγεται από βιομάζα ή χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και που χρησιμοποιείται ως βιοκαύσιμο), βιοαέριο (αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα ή/και απόβλητα διαδικασιών αναερόβιας ζύμωσης, που μετά από επεξεργασία ανάγεται σε φυσικό αέριο), βιομεθανόλη, βιο-διμεθυλικός-αιθέρας, βιο-ΕΤΒΕ, βιο-ΜΤΒΕ, συνθετικά βιοκαύσιμα (συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από βιομάζα), βιο-υδρογόνο, και πετρέλαιο που παράγεται από εγκαταστάσεις πετρελαίου από συμπύεση, εξαγωγή ή άλλες συγκρίσιμες διαδικασίες, ακατέργαστο ή καθαρισμένο αλλά χημικά μη-τροποποιημένο, συμβατό

με τον τύπο μηχανών που σχετίζονται με τον κλάδο των μεταφορών αλλά και με τους αντίστοιχους περιορισμούς εκπομπών.

Τα βιοκαύσιμα είναι διαθέσιμα σε οποιοσδήποτε από τις ακόλουθες μορφές:

- ως καθαρά βιοκαύσιμα ή σε υψηλή συγκέντρωση σε παράγωγα πετρελαίου, σύμφωνα με τα σχετικά ποιοτικά πρότυπα για τις εφαρμογές μεταφορών
- ως βιοκαύσιμα αναμεμειγμένα σε παράγωγα ορυκτελαίου, σύμφωνα με τους κατάλληλους ευρωπαϊκούς κανόνες που περιγράφουν τις τεχνικές προδιαγραφές για τα καύσιμα μεταφορών (το EN 228 και το EN 590)
- ως υγρά που προέρχονται από βιοκαύσιμα, όπως ETBE (αντίστοιχα MTBE) όπου το ποσοστό των βιοκαυσίμων είναι 47% κατ' όγκο(αντίστοιχα 36% v/v).

Η οδηγία 2003/96/ΕΚ της 27ης Οκτωβρίου 2003 εστιάζει κυρίως στην φορολογία που εφαρμόζεται στα βιοκαύσιμα. Αυτή η οδηγία τροποποιεί τον Κοινοτικό φόρο στην ενέργεια και τα ενεργειακά προϊόντα. Σε αυτήν την οδηγία επίσης εισήχθησαν οι ακόλουθες διατάξεις:

- αρθ. 16.1: τα κράτη μέλη μπορούν να εφαρμόσουν φορολογική απαλλαγή ή μειωμένο φόρο στα βιοκαύσιμα.
- αρθ. 16.3 : η απαλλαγή ή η μείωση του φόρου μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με την εξέλιξη της τιμής των πρώτων υλών.
- art.16.5: η περίοδος εφαρμογής είναι έξι έτη, αν και αυτή η περίοδος μπορεί να διευρυνθεί έως τις 31/12/2012.

Η οδηγία αυτή επιτρέπει την απαλλαγή ή τη μείωση του φόρου από την 1η Ιανουαρίου 2003 (art.28.2) Η οδηγία 2009/28/ΕΚ της 23ης Απριλίου 2009 (οδηγία ΑΠΕ) εισάγει έναν νέο στόχο για τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στον τομέα των μεταφορών:

- 10% της τελικής κατανάλωσης πρέπει να καλυφθεί από ΑΠΕ ως το 2020.

Επιπλέον η οδηγία εισάγει για πρώτη φορά έναν στόχο μείωσης για τις εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τα καύσιμα:

- η μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου λόγω της χρήσης των βιοκαυσίμων θα είναι τουλάχιστον 35%
- από την 1η Ιανουαρίου 2017, η μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου από τη χρήση των βιοκαυσίμων θα είναι τουλάχιστον 50%

- από την 1η Ιανουαρίου 2018, η μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 60% για βιοκαύσιμα παραχθέντα σε εγκαταστάσεις στις οποίες η παραγωγή άρχισε στις ή μετά από την 1η Ιανουαρίου 2017.

Επιπλέον αυτή η οδηγία δείχνει ότι η ανάπτυξη των ΑΠΕ πρέπει να συνδυαστεί με την βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας, σαν μια συνολική προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ε.Ε. Μάλιστα η αύξηση 20% στην ενεργειακή αποδοτικότητα από τώρα έως το 2020 είναι ένας ακόμη ουσιαστικός στόχος της οδηγίας.

Η οδηγία 2009/30/ΕΚ της 23ης Απριλίου 2009 στοχεύει στη βελτίωση της ατμοσφαιρικής ποιότητας και τη μείωση των εκπομπών αερίων θερμοκηπίου μέσω περιβαλλοντικών προτύπων για τα καύσιμα. Διευκολύνει επίσης τον ήδη διαδεδομένο συνδυασμό βιοκαυσίμων στη βενζίνη και το πετρέλαιο και, για να αποφύγει τις αρνητικές συνέπειες, θέτει φιλόδοξα κριτήρια για τα βιοκαύσιμα.

Η αναθεωρημένη οδηγία δείχνει ότι ως το 2020 οι προμηθευτές καυσίμων πρέπει να μειώσουν κατά 6% τις βλαβερές για το κλίμα εκπομπές κατά τη διάρκεια ολόκληρου του κύκλου-ζωής των προϊόντων τους. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί συγκεκριμένα με πρόσμιξη βιοκαυσίμων στη βενζίνη και το πετρέλαιο καθώς επίσης και με τη βελτίωση της τεχνολογίας παραγωγής στις εγκαταστάσεις διυλιστηρίων. Τα κράτη μέλη μπορούν να απαιτήσουν μια πρόσθετη μείωση 4% από τις επιχειρήσεις καυσίμων, που επιτυγχάνεται μέσω της παροχής ενέργειας σε ηλεκτρικά οχήματα ή άλλες καθαρές τεχνολογίες, συμπεριλαμβανομένων των πιστώσεων άνθρακα από τις Τρίτες χώρες (αποκαλούμενος «καθαρός μηχανισμός ανάπτυξης»).

Για να γίνουν εφικτές αυτές οι περικοπές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η βενζίνη πρέπει να έχει την υψηλότερη περιεκτικότητα σε βιοκαύσιμα. Από το 2011, η βενζίνη θα μπορεί να περιέχει αιθανόλη έως και **10% (v/v)**. Προκειμένου όμως να αποφευχθεί η ζημία στα παλαιά αυτοκίνητα, καύσιμα με περιεκτικότητα σε αιθανόλη 5% (v/v) θα συνεχίσουν να είναι διαθέσιμα μέχρι το 2013, με τη δυνατότητα τα κράτη μέλη να επεκτείνουν αυτή την περίοδο.

2.4.1 ΠΟΛΙΤΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΚΑΙ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ

Το 2005, ακολουθώντας την οδηγία 2003/30/ΕΚ, η ελληνική κυβέρνηση ενέκρινε το νόμο 3423/2005 για την «εισαγωγή των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στην ελληνική αγορά». Το Δεκέμβριο του 2005 καθαρό βιοντίζελ διανεμήθηκε στα διυλιστήρια της χώρας και στις εγκαταστάσεις εταιρειών διανομής που εφοδιάζουν τα πρατήρια με πετρέλαιο κίνησης, σε ένα ποσοστό μέχρι 5% v/v (σύμφωνα με το πρότυπο EN 590:2004).

Ο νόμος αποσκοπούσε να ανεβάσει το μερίδιο των βιοκαυσίμων και άλλων ανανεώσιμων καυσίμων στην ελληνική αγορά σε ποσοστό 5,75% του συνόλου της βενζίνης και του ντίζελ που καταναλώνεται στον τομέα των μεταφορών, έως τις 31 Δεκεμβρίου 2010.

Η διανομή του βιοντίζελ στην ελληνική αγορά εφαρμόζεται μέσω ενός ετήσιου συστήματος ποσόστωσης, το οποίο καθορίζει τις υποχρεώσεις ανάμειξης των διυλιστηρίων πετρελαίου και των επιχειρήσεων διανομής. Το βιοντίζελ στην Ελλάδα παράγεται σύμφωνα με τον κανονισμό της Ελληνικής Οργάνωσης Τυποποίησης, ΕΛΟΤ το EN 14214 που υιοθετήθηκε με την Ελληνική Κοινή Υπουργική Απόφαση 334/2004.

Η εθνική στρατηγική βιοκαυσίμων περιελάμβανε οικονομικά και νομικά κίνητρα που αφορούσαν την υποστήριξη των ενεργειακών καλλιεργειών για την παραγωγή βιοκαυσίμων, την ενίσχυση των επενδύσεων για την δημιουργία μονάδων παραγωγής βιοκαυσίμων, την υποχρεωτική χρήση όλου του βιοντίζελ που παράγεται στα πλαίσια του «ετήσιου προγράμματος διανομής βιοκαυσίμων». Για να υποκινηθεί η ανάπτυξη της εθνικής παραγωγής πρώτων υλών, το βιοντίζελ που παράγεται στα πλαίσια συμφωνιών μεταξύ αγροτών και επιχειρήσεων εντάσσεται με προτεραιότητα στο ετήσιο αυτό πρόγραμμα διανομής. Πιο συγκεκριμένα, με το νόμο 3423/2005:

- δόθηκε στους αγρότες μια επιχορήγηση 4,5 €/στρέμμα ενεργειακής καλλιέργειας
- προσφέρθηκε μια επιχορήγηση 6 €/στρέμμα καλλιέργειας στις μονάδες παραγωγής βιοντίζελ που διαθέτουν επίσης καλλιέργειες

- τα βιοκαύσιμα δεν υπόκειντο στο φόρο ορυκτού καυσίμου
- τα διυλιστήρια υποχρεώθηκαν να χρησιμοποιήσουν όλο το βιοντίζελ
- ενθάρρυνε τη σύναψη συμφωνιών μεταξύ των αγροτών και των μονάδων παραγωγής, καθώς για να ενταχθεί η παραγωγή μιας μονάδας βιοκαυσίμων στα αφορολόγητα καύσιμα έπρεπε το 30% των πρώτων υλών που επεξεργάζεται να καλυφθεί από μια σύμβαση μεταξύ της μονάδας παραγωγής βιοκαυσίμων και των αγροτών.

Το 2008 προωθήθηκε ο νόμος 3653/2008, με τον οποίο η φορολογική απαλλαγή και οι επιχορηγήσεις για τα βιοκαύσιμα καταργήθηκαν και εισήχθηκε μια νέα μεθοδολογία για τη διανομή της ετήσιας διαθέσιμης ποσότητας του βιοντίζελ (άρθρο 55). Επιπλέον δημιουργήθηκε το πλάνο εισαγωγής της βιοαιθανόλης στην ελληνική αγορά μεταφορών για την περίοδο 2010-2016 (νόμος 3653/2008, άρθρο 56).

Το 2009, προκειμένου να προωθήσει περαιτέρω τη διανομή μιγμάτων με υψηλότερα ποσοστά βιοντίζελ στο ντίζελ και βιοαιθανόλης στη βενζίνη, ο νόμος 3769/2009 επιτρέπει τη διανομή μειγμάτων υψηλότερης ποσοστωσης από τα μείγματα που έθεσε το Ανώτατο Χημικό Συμβούλιο (ΑΧΣ), με την προϋπόθεση ότι τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των μειγμάτων πληρούν τις προδιαγραφές που έχει καθορίσει το ΑΧΣ για τα βιοκαύσιμα ή άλλων ανανεώσιμων καυσίμων και ορυκτών καυσίμων ενώ πλέον τοποθετείται ειδική σήμανση στους σταθμούς καυσίμων.

Στο πλαίσιο της εθνικής στρατηγικής για την προώθηση των βιοκαυσίμων, κάθε επένδυση στον τομέα επιδοτήθηκε στα πλαίσια του Εθνικού Αναπτυξιακού Νόμου για την προώθηση των επενδύσεων (Ν. 3299/04, όπως τροποποιήθηκε με τον νόμο 3522/2006). Επιδοτήσεις έως 35% χορηγήθηκαν ανάλογα με την περιοχή και το είδος της επιχείρησης (στην περίπτωση των ΜΜΕ χορηγήθηκε ένα επιπλέον ποσοστό 10-20%). Ο Νέος Εθνικός Αναπτυξιακός Νόμος θα πρέπει να ανακοινωθεί στα τέλη Ιανουαρίου 2011. Επιπλέον, το «Ελληνικό Επιχειρησιακό Πρόγραμμα «Ανταγωνιστικότητα » για την περίοδο 2007-2013, υποστηρίζει τις επενδύσεις για την παραγωγή βιοκαυσίμων, προσφέροντας επιδοτήσεις ποσοστού μεταξύ 25-50%. Το 2010, εγκρίθηκε το πρότυπο EN 590:2009 το οποίο επιτρέπει την ανάμειξη βιοντίζελ σε ντίζελ για τις μεταφορές με ένα ποσοστό 7% v/v. Ωστόσο, το

ευρωπαϊκό τεχνικό πρότυπο για τη βιοαιθανόλη (EN15376) δεν έχει εγκριθεί ακόμα στην ελληνική νομοθεσία. Προς το παρόν η καθαρή αιθανόλη παράγεται ή εισάγεται μόνο για την παρασκευή αλκοολούχων ποτών και όχι για χρήση ως καύσιμο αυτοκινήτων.

Η ανάμειξη βιοαιθανόλης στη βενζίνη παρουσιάζει τεχνικές δυσκολίες, οι σημαντικότερες των οποίων είναι ο διαχωρισμός του νερού το οποίο εμφανίζεται σε ψυχρές συνθήκες και υψηλές πιέσεις ατμών, ιδιαίτερα το καλοκαίρι. Επομένως προτείνεται η μετατροπή της σε ETBE και στη συνέχεια η χρήση ETBE σε μίγματα βενζίνης, αντί της MTBE που χρησιμοποιείται επί του παρόντος. Επιπλέον, σύμφωνα με το πρότυπο ΕΛΟΤ EN 228:2004 η βιοαιθανόλη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πρόσμιξη μέχρι 5%, ενώ το ETBE μέχρι 15%.

Στην Ελλάδα η κατ' εκτίμηση κατανάλωση για το έτος 2009, σύμφωνα με τη 6η ελληνική εθνική έκθεση, της βενζίνης και του πετρελαίου ήταν 4.376.240 και 2.375.000 ΤΙΠ αντίστοιχα. Στην Ελλάδα υπάρχουν δέκα τρεις εγκαταστάσεις βιοντίζελ που παρήγαγαν το 2009 περίπου 116.832 ΤΙΠ βιοντίζελ και τρεις επιχειρήσεις βιοντίζελ που εισήγαγαν 14.705 ΤΙΠ βιοντίζελ κατά τη διάρκεια του ίδιου χρόνου. Μέχρι τώρα δεν υπάρχει καμία εγκατάσταση παραγωγής βιοαιθανόλης στη χώρα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΙΙΙ

ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ

3.1 ΓΙΑΤΙ ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ;

Το φυτό αυτό έχει ήδη μελετηθεί παγκοσμίως κατά τα τελευταία χρόνια με σκοπό την εκτίμηση της οικονομικότητας και των περιβαλλοντικών και κοινωνικών πλεονεκτημάτων του, αξιολογείται δε ως ένα από τα πλέον υποσχόμενα στον τομέα της πράσινης ενέργειας. Στην Ελλάδα έχει ήδη δοκιμαστεί από προηγούμενη πειραματική καλλιέργεια Ευρωπαϊκού Ερευνητικού Προγράμματος (ΚΑΠΕ) με πολυ καλές αποδόσεις.

Το κοινό όνομα του σόργου εφαρμόζεται σε ένα ευρύ φάσμα γενότυπων, που ανήκουν κυρίως στην ομάδα *Sorghum bicolor* (L.) ποικιλία Moench, οικογένειας (Poaceae). Με αυτό το όνομα, αναγνωρίζονται πέντε ομάδες ποικιλιών:

- ✓ Σόργο σιταριού. Συνήθως είναι ποικιλίες-νάνοι ύψους 50-80 εκατ, οι οποίες καλλιεργούνται για τον καρπό. Το σόργο σιταριού είναι η 4η σημαντικότερη καλλιέργεια δημητριακών παγκοσμίως μετά από το σιτάρι, το ρύζι και τον αραβόσιτο
- ✓ Σόργο ζωοτροφών. Οι ποικιλίες αυτές χρησιμοποιούνται κυρίως για σίτιση ζώων λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ίνες.
- ✓ Ινώδες σόργο. Ψηλό, λεπτό και πλούσιο σε κυτταρίνη και ημικυτταρίνη.
- ✓ Σόργο για σκούπες. Ποικιλία που χρησιμοποιείται κυρίως για κατασκευή σκουπών.
- ✓ Γλυκό σόργο. Ποικιλίες με χοντρά και μακριά κοτσάνια και υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο στέλεχος, κυρίως σακχαρόζη, τα οποία είναι εύκολα ζυμώσιμα σε αιθανόλη.

Όλες αυτές οι ποικιλίες σόργου μοιράζονται ως ένα βαθμό ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως υψηλό ρυθμό φωτοσύνθεσης, ευαισθησίας ανάλογα με την διάρκεια της φωτοπεριόδου και θερμοκρασίας. Καθώς επίσης και ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά, όπως το κοινό μέγεθος, το μεγάλο στέλεχος και την τροπική προέλευση.

Το γλυκό σόργο είναι ένα φυτό, τύπου C4. Μεταξύ των άλλων ιδιοτήτων, τα φυτά τύπου C4 έχουν μια χαρακτηριστική ανατομία φύλλου, που ονομάζεται «ανατομία Kranz». Αυτή η ιδιαιτερότητα επιτρέπει την υψηλή αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας, την υψηλή φωτοσυνθετική απόδοση, σε σύγκριση με τα φυτά τύπου C3. Ο ρυθμός φωτοσυνθετικής αφομοίωσης είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτος σε συνθήκες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. Μελέτες για το γλυκό σόργο, που πραγματοποιήθηκαν στη Νότια Ευρώπη έδειξαν υψηλές τιμές απόδοσης χρήσης ακτινοβολίας, εξηγώντας τη μεγάλη παραγωγικότητα αυτής της καλλιέργειας, όταν καλλιεργείται σε ευνοϊκές συνθήκες (θερμοκρασία, ηλιακή ακτινοβολία και παροχή νερού). Γενικά έχουν αναφερθεί τιμές μεταξύ 3,10 στη Γαλλία και 4,96 στην Ισπανία.

Η παραγωγή βιομάζας γλυκού σόργου κυμαίνεται στους 4-11 τόνους φρέσκιας πρώτης ύλης ανά στρέμμα το χρόνο. Το περιεχόμενο σε ξηρά πρώτη ύλη είναι 19-30% ανάλογα με την ποικιλία, τα χαρακτηριστικά μιας καλλιέργειας και την ημερομηνία συγκομιδής. Στο τέλος του κύκλου, οι μίσχοι αντιπροσωπεύουν συνήθως περισσότερο από το 75% του τελικού βάρους της βιομάζας (σε ξηρό βάρος), αν και το ποσοστό των μίσχων μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την ποικιλία φτάνοντας έως και το 90% του τελικού βάρους.

Τα σάκχαρα που συσσωρεύονται στους μίσχους του γλυκού σόργου είναι υδατοδιαλυτά εύκολα ζυμώσιμα, κυρίως σακχαρόζη και ένα συγκεκριμένο ποσό γλυκόζης και φρουκτόζης. Η συγκέντρωση χυμού στους μίσχους είναι 65-80%. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο χυμό των μίσχων είναι 9-15%. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο φρέσκο μίσχο είναι 7.9-12.0%. Στην ημερομηνία συγκομιδής, η συγκέντρωση σακχάρων στους μίσχους (στο ξηρό βάρος) μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 20-45% (συνήθως σακχαρόζη).

Η παραγωγή βιομάζας του γλυκού σόργου σε καλλιέργειες με απεριόριστη δυνατότητα άρδευσης του φυτού και ήπιο μεσογειακό κλίμα είναι μεταξύ 2,5-3,5 τόνους (ξηρή κατάσταση) /στρέμμα. Αν η αναλογία μίσχων είναι (υγρή κατάσταση) 75-85% και η περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι 40% με συντελεστή απόδοσης 0.591 λίτρα αιθανόλης/κιλά σακχάρου, η παραγωγή βιοαιθανόλης θα μπορούσε να φθάσει τα 440-700 λίτρα/στρέμμα.

Το γλυκό σόργο μπορεί να ευδοκιμήσει σε ένα ευρύ φάσμα τύπων εδάφους και κλιματικών συνθηκών (όπως π.χ. τροπικές, υποτροπικές και εύκρατες περιοχές). Οι πιο υψηλές παραγωγές λαμβάνονται από εύφορα, και καλά αρδευόμενα εδάφη, θα μπορούσε να καλλιεργηθεί και σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα οργανικών ουσιών. Το εύρος του pH, όπου μπορεί να αναπτυχθεί το γλυκό σόργο είναι επίσης μεγάλο (5.0-8.5). Το γλυκό σόργο είναι ανθεκτικό στη ξηρασία (έχει καλές αποδόσεις και σε συνθήκες έλλειψης νερού) σε σύγκριση με άλλες τροπικές καλλιέργειες.

Επίσης, παρουσιάζει ανθεκτικότητα στα λιμνάζοντα νερά και εμφανίζει μια καλή προσαρμοστικότητα σε αλατούχα και αλκαλικά χώματα. Αυτή η ευρεία προσαρμοστικότητα επιτρέπει στο γλυκό σόργο να καλλιεργείται εκεί όπου άλλα είδη δεν είναι δυνατό να καλλιεργηθούν.

Όσον αφορά τις απαιτήσεις νερού, στις κλιματικές συνθήκες της μεσογείου, το γλυκό σόργο πρέπει να ποτίζεται, αλλά η χρήση νερού και η αποδοτικότητα είναι υψηλή. Για την Ισπανία αναφέρθηκαν τιμές βιομάζας μεταξύ 3.7 και 5.4 g (ξηρή κατάσταση)) ανά λίτρο νερού. Το γλυκό σόργο παρουσιάζει υψηλότερη αντοχή στην ξηρασία από τον αραβόσιτο ή το ζαχαροκάλαμο και έτσι απαιτεί λιγότερο νερό ανά μονάδα παραχθείσας αιθανόλης. Η ποσότητα νερού που απαιτείται από το γλυκό σόργο είναι μόνο το 1/3 αυτής που απαιτείται από το ζαχαροκάλαμο και σχεδόν τα 2/3 των αναγκών του σακχαρότευτλου. Επιπλέον, το γλυκό σόργο έχει σχετικά χαμηλότερες απαιτήσεις αζωτούχου λίπανσης από άλλες καλλιέργειες.

Η σπορά του γλυκό σόργο γίνεται με σπόρους (0,3-0,6 κιλά σπόρου/στέμμα). Αυτό είναι ένα πλεονέκτημα έναντι του ζαχαροκάλαμου, ο οποίος πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα μίσχων (450-600 kg/στρέμμα). Επιπλέον, ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής μπορεί να αυτοματοποιηθεί εντελώς, αν και τα ζυμώσιμα σάκχαρα πρέπει αμέσως μετά το θερισμό και σε σύντομο χρονικό διάστημα να επεξεργαστούν για να μη χάσουν την ποιότητα τους. Μερικές λύσεις για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος βρίσκονται υπό μελέτη: χρήση ποικιλιών με διαφορετικό κύκλο ζωής (μικρός, μέσος και μεγάλος κύκλος), αποτελεσματικότερη συγκέντρωση του χυμού, βελτίωση των όρων αποθήκευσης, κ.α

Ακόμη ένα θετικό χαρακτηριστικό των γλυκού σόργου είναι ότι πρόκειται για ένα μονοετές φυτό και μάλιστα, λόγω του μικρού κύκλου ζωής (4 ως 6 μήνες), είναι δυνατή η καλλιέργεια εκ περιτροπής ή και δύο φορές το χρόνο (ειδικά σε επαρκείς τροπικές ή υποτροπικές συνθήκες), γεγονός που αυξάνει την αποδοτικότητα: Αυτό το χαρακτηριστικό γνώρισμα θα μπορούσε να είναι θετικό για τον εμπλουτισμό του εδάφους με οργανική ουσία, λόγω της αύξησης της περιόδου εδαφολογικής κάλυψης.

Το γλυκό σόργο έχει υποπροϊόντα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακούς σκοπούς. Μερικές ποικιλίες παράγουν σπόρους που μπορούν να μετατραπούν σε βιοαιθανόλη πρώτης γενιάς (υπάρχει άμυλο στο σπόρο). Η βαγιάση (το υπόλειμμα μίσχων που προκύπτει μετά την εξαγωγή χυμού) μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους: να χρησιμοποιηθεί για τη βιοαιθανόλη δεύτερης γενιάς ή για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας, κάτι που ήδη πραγματοποιείται με το ζαχαροκάλαμο. Επομένως, το γλυκό σόργο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοκαυσίμων πρώτης και δεύτερης γενιάς συγχρόνως, ενώ τα φύλλα και η βαγιάση θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επίσης ως ζωοτροφή.

Συνοψίζοντας, οι λόγοι για τους οποίους το γλυκό σόργο έχει επιλεχτεί ως καλλιέργεια για την παραγωγή πρώτης ύλης και για την παραγωγή αιθανόλης είναι οι εξής: η υψηλή παραγωγή βιομάζας, η υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, κυρίως σακχαρόζη, η προσαρμοστικότητά του σε διάφορους τύπους εδαφών και περιβάλλοντος, οι απαιτήσεις του σε νερό (χαμηλότερες από άλλες αρδευόμενες καλλιέργειες όπως ο αραβόσιτος ή το ζαχαροκάλαμο), η αντίσταση του στην ξηρασία, η εύκολη αυτοματοποίηση της παραγωγής και η εύκολη αξιοποίηση της βαγιάσης, υποπροϊόν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί επίσης για ενεργειακούς λόγους.

ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ ΒΑΣΙΚΩΝ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Ενεργειακές Καλλιέργειες	Βιομάζα τόνοι/στρέμμα	Βιοαιθανόλη λ/στρέμμα
Σακχαρούχο σόργο	7-8	670
Αραβόσιτος	1	400
Σακχαρότευτλα	6,5	580
Σιτάρι	0,4	140

3.2 ΓΕΝΙΚΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι η μικρή απόσταση που πρέπει να έχουν οι καλλιέργειες από το εργοστάσιο παραγωγής: η βιομάζα, πλούσια σε σάκχαρα και νερό, δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την συγκομιδή της και πρέπει να μεταφερθεί άμεσα στην μονάδα παραγωγής για να επεξεργασθεί. Κατά συνέπεια κατά το πρότυπο που εξετάζεται, η μεταφορά δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 χλμ.

Εδαφολογική προετοιμασία

Η επαρκής προετοιμασία των αγρών απαιτείται για να διευκολύνει το φύτευμα των φυτών και για την αφαίρεση των ζιζανίων. Το χώμα πρέπει να οργωθεί για τη σπορά ενώ η συμπίεση πρέπει να αποτρέπεται. Συστήνεται επίσης να εφαρμοστεί ένα ζιζανιοκτόνο (π.χ. glyphosate) για τον έλεγχο των ζιζανίων.

Λίπανση

Η δόση της λίπανσης εξαρτάται από την εδαφολογική γονιμότητα και την επιθυμητή παραγωγικότητα. Στα μεσογειακά κλίματα, όπου η εδαφολογική γονιμότητα κυμαίνεται από χαμηλή έως μέτρια, οι ανάγκες λίπανσης είναι περίπου: 10-15 kg N, 6-10 kg P₂O₅ και 6-10 kg K₂O ανά στρέμμα. Συνιστάται το άζωτο να εφαρμόζεται δύο φορές: πριν την σπορά και 20-30 ημέρες μετά από το φύτευμα.

Σπορά

Στα μεσογειακά κλίματα η σπορά πρέπει να ξεκινήσει στις αρχές Μαΐου και η συγκομιδή πραγματοποιείται μια φορά το έτος. Προκειμένου να παραταθεί ο χρόνος συγκομιδής και συνεπώς να αυξηθεί η πρώτη ύλη, διαφορετικές ποικιλίες πρέπει να καλλιεργηθούν (με μικρούς και μεγάλους κύκλους ζωής). Με αυτήν την στρατηγική η συγκομιδή μπορεί να διαρκέσει σαράντα ημέρες, συνήθως τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο.

- Ποικιλίες μικρού κύκλου: η διάρκεια του κύκλου αυτών των ποικιλιών είναι περίπου 70 έως 90 ημέρες από το φύτευμα έως την άνθηση στα μεσογειακά κλίματα. Για παράδειγμα, οι ποικιλίες με τις ονομασίες Mer 60-2, Mer 78-13 Soave, Atlas, Madhura.
- Ποικιλίες μεγάλου κύκλου: Μπορεί να χρειαστούν περίπου 110 ημέρες από το φύτευμα έως την άνθηση. Για παράδειγμα, οι ποικιλίες με τις ονομασίες Keller, Dale, Wray.

Άρδευση

Όπως για οποιαδήποτε άλλη αρδευόμενη καλλιέργεια, οι απαιτήσεις άρδευσης του γλυκού σόργου εξαρτώνται από την περιοχή (δηλ. το ισοζύγιο νερού επηρεάζεται από τα ύψη των θερμοκρασιών και των βροχοπτώσεων της περιοχής) καθώς και από το σύστημα άρδευσης που χρησιμοποιείται στη συγκεκριμένη καλλιέργεια. Εκτός αυτού, υπάρχει ο εγγενής παράγοντας των αναγκών της συγκεκριμένης ποικιλίας. Γενικά οι ανάγκες κυμαίνονται μεταξύ 500 και 1.000 mm. Για αρκετές ποικιλίες γλυκού σόργου και με συγκεκριμένες ανάγκες υδάτινων πόρων, η αποδοτική χρήση του νερού άρδευσης της καλλιέργειας μειώνεται σε περιπτώσεις περιοχών με περισσότερο διαθέσιμο νερό λόγω βροχοπτώσεων (στην κεντρική Ισπανία έχουν σημειωθεί τιμές νερού των 3.7 - 6.1 kg db/m³ νερού για την ποικιλία Keller).

Το γλυκό σόργο μπορεί να αναπτυχθεί σε συνθήκες ελαφριάς λειψυδρίας, αλλά οι αποδόσεις επηρεάζονται. Στις μεσογειακές συνθήκες, όπου η έλλειψη νερού είναι ένα συχνό φαινόμενο το καλοκαίρι, πρέπει να επιτυγχάνεται ένας συμβιβασμός μεταξύ της δόσης άρδευσης και της αναμενόμενης απόδοσης.

Προστασία καλλιεργειών

Από τα πρώτα στάδια της καλλιέργειας, δηλαδή από τη σπορά έως την συγκόμωση (δηλαδή περίπου όταν η φυτεία έχει ύψος 1 m), το σόργο είναι πολύ ευαίσθητο στον ανταγωνισμό των ζιζανίων. Συνεπώς το έδαφος πρέπει να προετοιμαστεί προσεκτικά πριν την σπορά με στόχο την εξάλειψη των ζιζανίων. Καλή θα είναι επίσης η χρήση ενός ζιζανιοκτόνου πριν από την προετοιμασία του εδάφους. Παρόλα αυτά η χρήση ζιζανιοκτόνου είναι επιβεβλημένη στην προ-

φύτρωση, δηλαδή αμέσως μετά την σπορά, επειδή η βλάστηση του σόργου είναι πολύ γρήγορη και η συγκομιδή

μπορεί να επηρεαστεί εάν το ζιζανιοκτόνο εφαρμοστεί αργά.

Τα παράσιτα και οι ασθένειες είναι παρόμοια με αυτές του καλαμποκιού και του ζαχαροκάλαμου στις περιοχές που αυτά καλλιεργούνται εκτεταμένα, όπως ο νότος των ΗΠΑ. Σε περιοχές όπου αυτές οι καλλιέργειες δεν είναι διαδεδομένες, δεν αναμένεται κανένα πρόβλημα. Για παράδειγμα, κανένα παράσιτο ή ασθένεια δεν έχει παρατηρηθεί στις καλλιέργειες της Κεντρικής Ισπανίας, μόνο περιστασιακή εμφάνιση ξυλοφάγων. Οι κύριες αβιοτικές ζημιές που μπορούν να πλήξουν το γλυκό σόργο είναι το κρύο και το πλάγιασμα των φυτών.

- Κρύο. Η σωστή επιλογή των ποικιλιών (μήκος κύκλου) και η ημερομηνία σποράς είναι αναγκαία για την πρόληψη ζημιών λόγω κρύου.
- Πλάγιασμα. Είναι απαραίτητη η σωστή επιλογή των ποικιλιών (ύψος φυτού, διάμετρος στελέχους, πυκνότητα θόλου) όπως επίσης και η σωστή επιλογή της συχνότητας αζωτούχου λίπανσης καθώς και της ημερομηνίας συγκομιδής.
- Τοποθεσία. Σε χώρους όπου είναι πιθανή ζημιά λόγω αέρα, συνιστώνται ποικιλίες μικρότερου ύψους με χαμηλότερη πιθανότητα πλαγιασματος και χαμηλά ποσοστά σε άζωτο. Επιπλέον, προκειμένου να αποφευχθούν οι κίνδυνοι λόγω ανέμου κατά τη διάρκεια του φθινοπώρου είναι καλύτερα να πραγματοποιείται η συγκομιδή όσο το δυνατόν συντομότερα.

Συγκομιδή

Η συγκομιδή πρέπει να πραγματοποιηθεί όταν φθάνει η συσσώρευση βιομάζας και σακχάρων στην αιχμή της. Ο βέλτιστος χρόνος συγκομιδής είναι συνήθως μετά από την ανάπτυξη της ταξιανθίας δεδομένου ότι η υψηλότερη συγκέντρωση σακχάρων συμβαίνει μετά την άνθηση. Προφανώς η ακριβής στιγμή εξαρτάται από την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες. Συστήνεται ο συχνός προσδιορισμός της συγκέντρωσης σακχάρων των μίσχων, μετά το στάδιο της άνθισης, αν αυτό είναι δυνατό, τουλάχιστον το πρώτο έτος καλλιέργειας της ποικιλίας προκειμένου να καθοριστεί η

απόδοσή της.

Η συγκομιδή γλυκού σόργου αφορά τους μίσχους δεδομένου ότι τα σάκχαρα του φυτού συγκεντρώνονται εκεί. Επομένως ο τρόπος με τον οποίο εκτελείται η συγκομιδή είναι με την κοπή των μίσχων στη βάση τους και την απόρριψη των φύλλων.

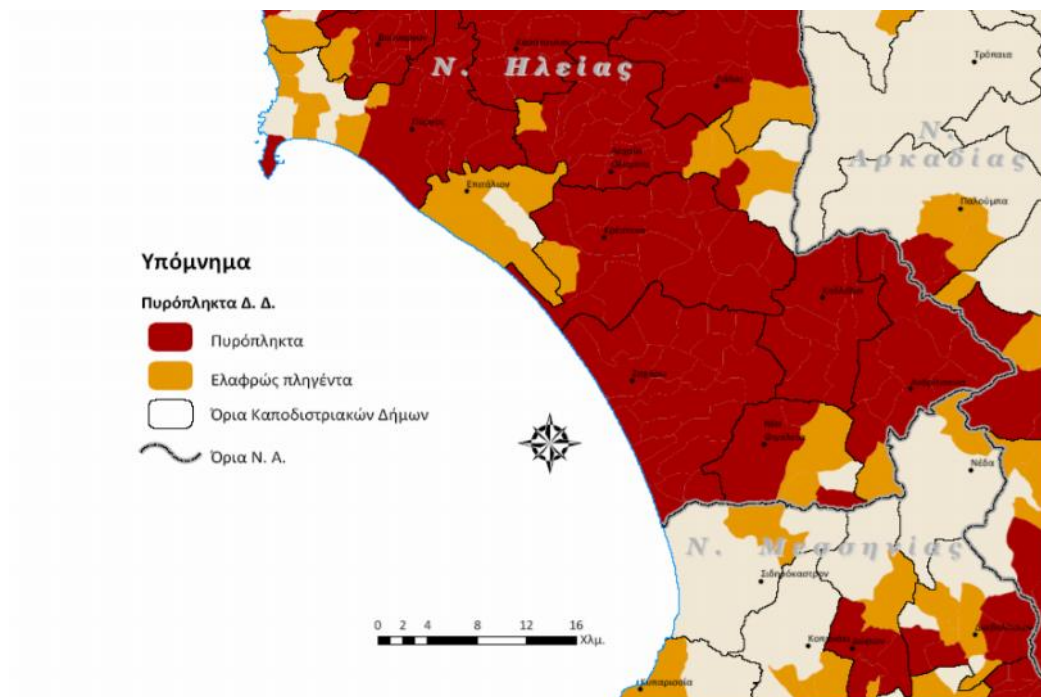
ΚΕΦΑΛΑΙΟ IV

ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΟΠΟΘΕΣΙΑΣ – ΓΡΑΜΜΗ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

4.1 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Ο Νομός Ηλείας, με συνολική έκταση 2.621 km², έχει έδαφος πεδινό κατά 60% και διασχίζεται από τους ποταμούς Αλφειό, Πηνειό, Ερύμανθο και τους παραποτάμους τους. Πληθυσμός του Νομού Ηλείας είναι κυρίως αγροτικός, αφού μόνο το 25% είναι αστικός πληθυσμός. Οι βασικότεροι κλάδοι φυτικής παραγωγής είναι η ελαιοκαλλιέργεια, τα κηπευτικά, τα εσπεριδοειδή, η αμπελοκαλλιέργεια, η βιομηχανική τομάτα, το βαμβάκι και τα καπνά.

Μετά τις καταστροφικές πυρκαγιές στο Νομό Ηλείας το καλοκαίρι του 2007, οι επιπτώσεις στην αγροτική παραγωγή υπήρξαν ολέθριες. Σύμφωνα με τα διαθέσιμα στοιχεία, οι καμένες αγροτικές εκτάσεις ανέρχονται στα **466.140 στρ.**



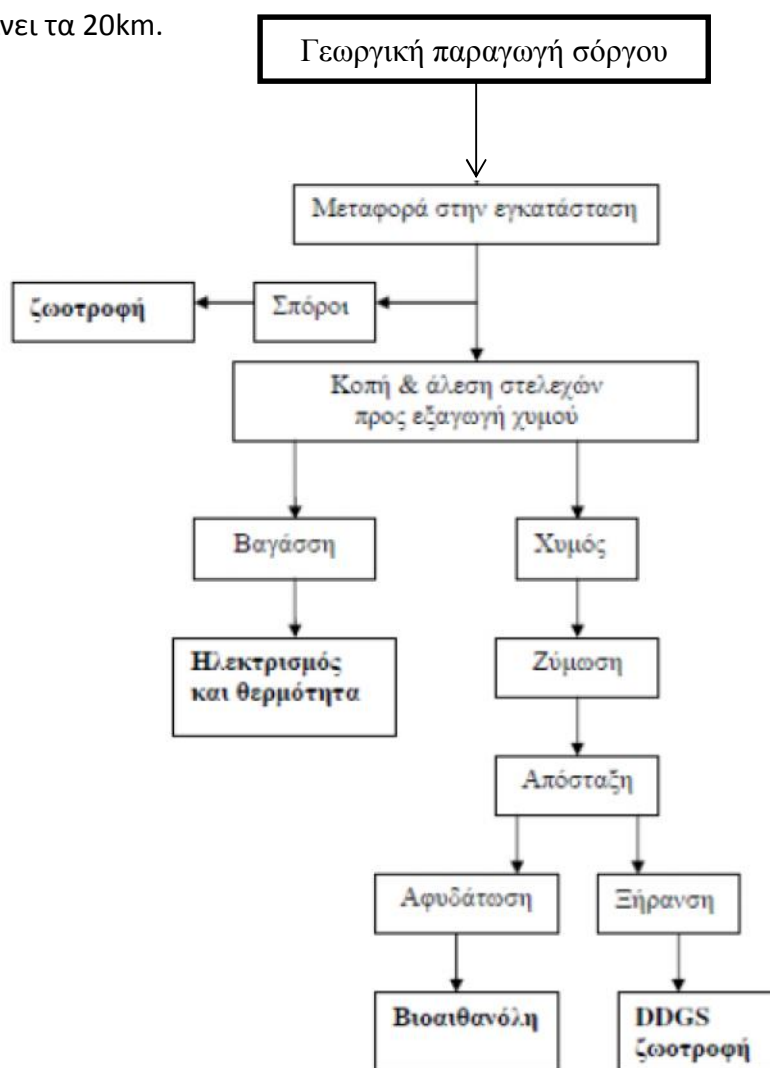
Η επιλογή του Νομού Ηλείας για τη συγκεκριμένη μελέτη έγινε λαμβάνοντας υπόψη ότι το μεγαλύτερο ποσοστό του πληθυσμού είναι αγροτικό (42% σύμφωνα με στοιχεία του 1991) καθώς επίσης και με δεδομένο ότι γειτνιάζει με την Πάτρα,

ένα από τα μεγαλύτερα εμπορικά λιμάνια της Ελλάδος, θα ευνοούσε τη μεταφορά του παραγόμενου προϊόντος.

Σκοπός επομένως είναι να αναπτυχθεί ένα σκεπτικό οικονομικής ανοικοδόμησης της περιοχής με μακροπρόθεσμα αποτελέσματα τόσο για την Ηλεία όσο και για τη χώρα γενικότερα.

4.2 ΔΙΕΡΓΑΣΙΕΣ ΒΙΟΔΙΥΛΙΣΗΣ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου ως πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης είναι η μικρή απόσταση που πρέπει να έχουν οι καλλιέργειες από το εργοστάσιο παραγωγής: η βιομάζα, πλούσια σε σάκχαρα και νερό, δεν μπορεί να διατηρηθεί για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την συγκομιδή της και πρέπει να μεταφερθεί άμεσα στην μονάδα παραγωγής για να επεξεργασθεί. Κατά συνέπεια κατά τη μονάδα που εξετάζεται, η μεταφορά δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20km.



Διάγραμμα Παραγωγής

Το σόργο θα καλλιεργηθεί σε έκταση 10.000 στρεμμάτων και η δυναμικότητα της μονάδας επεξεργασίας θα είναι 7.500.000 λίτρα ή 6.000tn ανά

έτος. Επίσης, επιπλέον παραγόμενο προϊόν πέραν της βιοαιθανόλης θα είναι και οι ζωοτροφές.

Καλλιέργεια

Στα μεσογειακά κλίματα η σπορά πρέπει να ξεκινήσει στις αρχές Μαΐου και η συγκομιδή πραγματοποιείται μια φορά το έτος. Προκειμένου να παραταθεί ο χρόνος συγκομιδής και συνεπώς να αυξηθεί η πρώτη ύλη, διαφορετικές ποικιλίες πρέπει να καλλιεργηθούν (με μικρούς και μεγάλους κύκλους ζωής). Με αυτήν την στρατηγική η συγκομιδή μπορεί να διαρκέσει σαράντα ημέρες, συνήθως τον Αύγουστο και το Σεπτέμβριο.

Συγκομιδή

Η συγκομιδή του σόργου περιορίζεται για περίπου 3-4 μήνες (Σεπτέμβριος – Δεκέμβριος). Επίσης τα ζάκχαρα κατά την αποθήκευση θα αποσυντεθούν γι' αυτό πρέπει να αφαιρεθούν από το στέλεχος του σόργου και να επεξεργαστεί ο χυμός του αμέσως μετά τη συγκομιδή του. Αυτό σημαίνει, οι δεξαμενές ζύμωσης και ο εξοπλισμός της απόσταξης και της αφυδάτωσης της εγκατάστασης θα είναι σε λειτουργία μόνο λίγους μήνες το χρόνο στην πρώτη φάση του έργου.

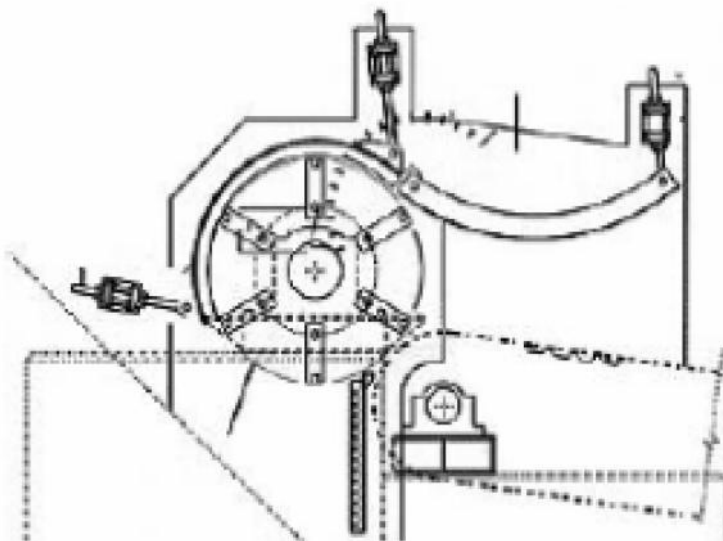
Για κάθε συγκομιδή θα είναι διαθέσιμα τέσσερα συστήματα το καθένα από τα οποία θα αποτελείται από μια θεριζοαλωνιστική μηχανή η οποία θα συνοδεύεται από 4 αγροτικά τρακτέρ με εκφορτωτές.



Θερισμός γλυκού σόργου

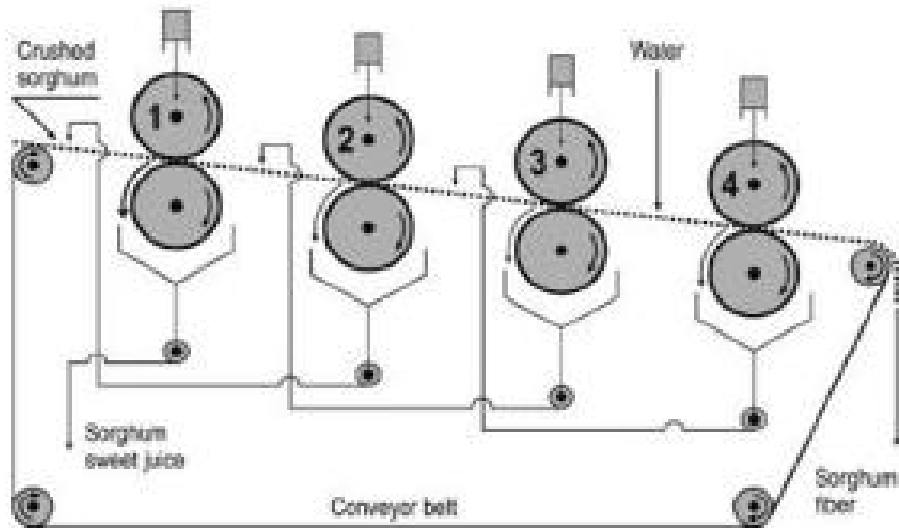
Αποθήκευση και επεξεργασία σακχάρων

Οι μίσχοι του γλυκού σόργου μεταφέρονται στις μονάδες βιοαιθανόλης, τοποθετούνται στον μεταφορέα και με την βοήθεια ενός διανομέα τροφοδοτείται το μηχάνημα κοπής των μίσχων και στην συνέχεια το μηχάνημα σύνθλιψης των τεμαχισμένων μίσχων.



Διανομέας

Η εξαγωγή του χυμού γίνεται υπό την εφαρμογή υψηλής πίεσης που ασκείται από ζεύγος κυλίνδρων (σύστημα άλεσης TRPF). Η ταχύτητα των κυλίνδρων είναι συνήθως 6-12 στροφές το λεπτό. Προκειμένου να βελτιωθεί η αποδοτικότητα εξαγωγής, ζεστό νερό (περίπου 65 °C) προστίθεται σε ένα από τα τελευταία ζεύγη των κυλίνδρων (περίπου 10%w/w).



Μύλοι σύνθλιψης

Εκτός από τα σάκχαρα, ο χυμός γλυκού σόργου περιέχει διαλυτά στερεά (ανθοκυάνες και χλωροφύλλη) και αδιάλυτα στερεά (κόκκοι αμύλου). Ο χυμός μετά την σύνθλιψη των μίσχων θα πρέπει να φιλτραρισθεί. Ένας καλής ποιότητας χυμός μπορεί να παραχθεί με βρασμό του χυμού και συνεχές ξάφρισμα των πηγμένων υλικών, τα οποία ανέρχονται στην επιφάνεια. Η πήξη αρχίζει όταν αυξάνεται η θερμοκρασία του χυμού. Ο αφρός που δημιουργείται πρέπει να αφαιρεθεί κατά τη διάρκεια της αργής θέρμανσης. Το βράσιμο δεν πρέπει να γίνει γρήγορα καθώς ο αφρός που μαζεύεται στην κορυφή του χυμού μπορεί να διαλυθεί κατά τη γρήγορα και να δημιουργήσει προβλήματα στο σιρόπι.

Ζύμωση και απόσταξη

Ο χυμός των σακχάρων παστεριώνεται στους 100 °C για 30 λεπτά. Η ζύμωση πραγματοποιείται σε ανοξειδωτους αντιδραστήρες, με ανοξειδωτο κύκλωμα ψύξης και με ταχύτητα μίξης του χυμού περίπου 400 περιστροφές/λεπτό. Στον χυμό εισάγονται ένζυμα (*Saccharomyces cerevisiae*) και οι συνθήκες ζύμωσής τους είναι οι ακόλουθες: θερμοκρασία 30-32 °C, pH 4.0-4.5, διάρκεια 22 ώρες. Η συγκέντρωση βιοαιθανόλης στο ζυμωμένο μέσο είναι 10% v/v περίπου.

Για το τελικό στάδιο παραγωγής της βιοαιθανόλης, απαιτείται η απόσταξη και η διαδικασία της αφυδάτωσης. Συνήθως τρεις στήλες απόσταξης επιτρέπουν μια τελική συγκέντρωση βιοαιθανόλης της τάξης του 50% v/v και η τέταρτη στήλη

αυξάνει τη συγκέντρωση βιοαιθανόλης μέχρι και 96% v/v. Κατά την διάρκεια της αφυδάτωσης η τελική συγκέντρωση βιοαιθανόλης είναι 97% v/v, ενώ το τελικό προϊόν που παράγεται είναι η άνυδρη βιοαιθανόλη (δηλ. 99.8% v/v).

Συνεπώς το τμήμα απόσταξης και αφυδάτωσης έχει έξι στήλες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ V

ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΗΣ ΜΟΝΑΔΑΣ

Το προτεινόμενο επενδυτικό σχέδιο έχει ως επιδίωξη την πραγματοποίηση βασικών στόχων, όπως είναι η βιωσιμότητα, η επαρκής ρευστότητα, η ισχυρή ανταγωνιστικότητα και η υψηλή αποδοτικότητα.

Στην οικονομική αξιολόγηση εξετάζονται και αναλύονται τα κυριότερα στοιχεία για τις δαπάνες και τα έσοδα, υποθέτοντας ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των καλλιεργειών και της μονάδας είναι 20 χλμ.

5.1 ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Οι παράμετροι του κόστους της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης μπορούν να χωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες: στο **Κόστος Επένδυσης** (Investment Cost) και στο ετήσιο επαναλαμβανόμενο **Κόστος Παραγωγής Βιοαιθανόλης** (Bioethanol Production Cost).

Στο Κόστος Επένδυσης συμπεριλαμβάνονται το κεφάλαιο που είναι απαραίτητο για την απόκτηση του μηχανολογικού εξοπλισμού του εργοστασίου, δαπάνες για την απόκτηση της γης, έξοδα για την προετοιμασία της περιοχής εγκατάστασης του εργοστασίου, σωληνώσεις, μονώσεις, βοηθητικές εγκαταστάσεις, καθώς επίσης και συναφείς δαπάνες υποδομής. Επίσης, στο κόστος επένδυσης συμπεριλαμβάνονται και όλα εκείνα τα έξοδα τα οποία δε συνδέονται άμεσα με την παραγωγική διαδικασία αλλά αποτελούν συστατικά στοιχεία του συνολικού κεφαλαίου που απαιτούνται στην παρούσα επένδυση όπως, αγορά γραφείων, έξοδα μηχανικού, διάφορα έξοδα επίβλεψης, εργολάβων καθώς επίσης και απρόβλεπτα έξοδα.

Στην Ελλάδα δεν υπάρχει προς το παρόν εργοστάσιο παραγωγής βιοαιθανόλης και ως εκ τούτου τα στοιχεία για το Κόστος Επένδυσης είναι συγκεντρωτικά και προκύπτουν από τα μέχρι τώρα βιβλιογραφικά δεδομένα που αναφέρονται τόσο σε υπάρχουσες μονάδες του εξωτερικού όσο και σε μελέτες για τη λειτουργία αντίστοιχων μονάδων.

Το Κόστος Επένδυσης για εργοστάσιο δυναμικότητας 7.500.000 λίτρων ή 6.000 τόνων αιθανόλης υπολογίζεται σε 12.400.000€¹³.

ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ (λίτρα)	ΚΟΣΤΟΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ (€)
7.500.000	12.400.000

5.2 ΚΟΣΤΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

Το κόστος παραγωγής περιλαμβάνει το κόστος των πρώτων υλών και των εφοδίων, το κόστος της εργασίας (ανθρώπινοι πόροι), το κόστος μεταφοράς και τα γενικά βιομηχανικά έξοδα.

5.2.1 ΠΡΩΤΕΣ ΥΛΕΣ

Οι πρώτες ύλες που απαιτούνται για την παραγωγή της βιοαιθανόλης στην υπό εξέταση μονάδα είναι:

- ✓ Βιομάζα

Η πρώτη ύλη για την παραγωγή του βιοκαυσίμου θα είναι το πρωτογενές προϊόν της ενεργειακής καλλιέργειας του **γλυκού σόργου**. Γενικά, ως βιομάζα ονομάζεται η ύλη που έχει βιολογική (οργανική) προέλευση. Πρακτικά, στον όρο βιομάζα εμπεριέχεται οποιοδήποτε υλικό προέρχεται άμεσα ή έμμεσα από το φυτικό κόσμο. Ειδικότερα, η βιομάζα για ενεργειακούς σκοπούς περιλαμβάνει κάθε τύπο που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή στερεών, υγρών ή και αέριων καυσίμων.

Στοιχεία για την τιμή του γλυκού σόργου ως πρώτη ύλη στην παραγωγή βιοαιθανόλης δεν υπάρχουν διαθέσιμα για την Ελλάδα, καθώς δεν υπάρχει κανονική παραγωγή παρά μόνο πιλοτικές καλλιέργειες. Ωστόσο, γίνεται προσπάθεια εκτίμησης της δυνατής τιμής της βιομάζας από γλυκό σόργο βάσει στοιχείων από τη διεθνή αγορά και από ελληνικές μελέτες ενεργειακών καλλιεργειών.

Εκτιμήσεις για τη δυνητική αγορά του σόργου στην Ελλάδα δίνουν στην πρώτη ύλη μια μέση τιμή 20€ ανά τόνο βιομάζας (Κίττας,2007).

Πρόσφατες όμως μελέτες σε ευρωπαϊκό επίπεδο υπολογίζουν το κόστος αγοράς της συγκεκριμένης πρώτης ύλης σε 30€ ανά τόνο.

Επομένως, για την ετήσια παραγωγή των 7.500.000 λίτρων άνυδρης αιθανόλης που απαιτεί 70.000 τόνους φρέσκιας βιομάζας γλυκού σόργου, το κόστος ανέρχεται σε 2.100.000€ (πρώτο έτος).

✓ Νερό παραγωγής

Το νερό ως πρώτη ύλη χρησιμοποιείται στα πρώτα στάδια την παραγωγικής διαδικασίας. Συγκεκριμένα το νερό παραγωγής προστίθεται για να εκχυλιστούν και αποδεσμευτούν τα σάκχαρα από το γλυκό σόργο.

Το νερό που χρησιμοποιείται στην παραγωγή αυτή καθ' αυτή εκτιμάται σε περίπου 0,75 λίτρα ανά λίτρο παραγόμενης αιθανόλης¹². Επομένως, για να παραχθούν 7.500.000 λίτρα αιθανόλης απαιτούνται 5.625m³ νερού.

✓ Χημικά & Ένζυμα

Ένζυμα και διάφορα χημικά απαιτούνται στην παραγωγή αιθανόλης σε στάδια όπως η ζύμωση των σακχάρων.

Η συνολική ποσότητα των χημικών και ενζύμων που απαιτούνται ως πρώτη ύλη στην παραγωγική διαδικασία εκτιμάται ότι είναι περίπου 0,03kg ανά λίτρο προϊόντος, δηλαδή για 7.500.000 λίτρα αιθανόλης απαιτούνται 225 τόνοι χημικών πρώτων υλών.

Το κόστος τόσο του απαιτούμενου νερού παραγωγής, των χημικών όσο και των λοιπών παροχών που αποτελούν το άμεσο κόστος παραγωγής υπολογίζονται συνολικά σε 450.000€ το έτος.

ΚΟΣΤΟΣ ΠΡΩΤΗΣ ΥΛΗΣ (Γλυκό Σόργο)	
Παραγωγή	70.000τόνοι
Κόστος	30€/τόνος υ.β.
Νερό – Ρεύμα - Ένζυμα	450.000 €
ΣΥΝΟΛΟ	2.550.000 €

5.2.2 ΚΟΣΤΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Για τη λειτουργία του εργοστασίου απαιτούνται τρία τμήματα παραγωγής (Παραγωγής, Διαχείρισης Ποιότητας, Έρευνας). Εκτός από την παραγωγή χρειάζεται προσωπικό για την κάλυψη επιτελικών θέσεων (Διοικητικές θέσεις, Λογιστήριο, Γραμματείες, Προϊστάμενοι τμημάτων) και εργατοτεχνικό προσωπικό για τις λοιπές εργασίες (συντήρηση, αποθήκες, μεταφορές κτλ).

Το κόστος για το ανθρώπινο δυναμικό έχει βασιστεί στην υπόθεση ότι το εργοστάσιο θα λειτουργεί 24h/μέρα, 365 μέρες/έτος και θα απασχολεί 8 άτομα με μέσο ετήσιο κόστος ανά άτομο 20.000€/έτος. Επομένως, το κόστος του ανθρώπινου δυναμικού υπολογίζεται σε 180.000€/έτος.

5.2.3 ΚΟΣΤΟΣ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ – ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ

Το κόστος μεταφοράς υπολογίζεται σε 11€/τόνο υγρής βιομάζας και τα λοιπά έξοδα λειτουργίας της μονάδας περιλαμβάνουν τη συντήρηση του εξοπλισμού και των εγκαταστάσεων, ασφάλιστρα, έξοδα γραφείων, κόστος για έρευνα και ανάπτυξη και λοιπά έξοδα.

ΓΕΝΙΚΑ ΕΞΟΔΑ	
Συντήρηση εξοπλισμού & εγκαταστάσεων	372.000
Ασφάλιστρα	186.000
Έξοδα γραφείων	10.000
Έρευνα & Ανάπτυξη	372.000
Λοιπά έξοδα	186.000
Κόστος μεταφοράς	770.000
Ανθρώπινο Δυναμικό	180.000
ΣΥΝΟΛΟ	2.076.000

5.3 ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΚΟΣΤΟΥΣ

Σύμφωνα με την προαναφερθείσα ανάλυση οι παράμετροι του κόστους της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης δυναμικότητας 6.000 τόνων περιλαμβάνουν το Κόστος Επένδυσης καθώς επίσης και το Κόστος παραγωγής όπου και παρουσιάζονται συνοπτικά στον πίνακα που ακολουθεί.

Το ετήσιο κόστος παραγωγής βιοαιθανόλης είναι 0,617€/λίτρο.

Κατηγορία Κόστους (€)	
<i>Ετήσιο Κόστος Παραγωγής Βιοαιθανόλης</i>	
Άμεσο Κόστος Παραγωγής	2.550.000
Γενικά Έξοδα	2.076.000
Συνολικό ετήσιο κόστος παραγωγής	4.626.000
Κόστος Παραγωγής Βιοαιθανόλης/ kg	0,771
Κόστος Παραγωγής Βιοαιθανόλης/ lt	0,617
<i>Κόστος Επένδυσης</i>	
Συνολικό κόστος επένδυσης	12.400.000

5.4 ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΠΡΟΪΟΝΤΑ – ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ

Στόχος της επιχείρησης είναι η παραγωγή 7.500.000 λίτρων βιοαιθανόλης το έτος. Το κύριο προϊόν της μονάδας είναι η βιοαιθανόλη. Υποπροϊόν ωστόσο με πρόσθετη και υψηλή αξία είναι οι ζωοτροφές. Προέρχεται από το υδατικό υπόλειμμα της απόσταξης και μετά από κατάλληλη επεξεργασία προκύπτει ένα στερεό υπόλειμμα. Το τελικό αυτό στερεό υπόλειμμα διεθνώς φέρει τον όρο DDG (distillers dried grains). Η παρούσα μονάδα θα εκμεταλλεύεται 8.980 τόνους ζωοτροφής. Για βελτιστοποίηση της στρατηγικής του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου η εκμετάλλευση της παραγόμενης ηλεκτρικής ενέργειας και επιπλέον υποπροϊόντων είναι δυνατόν να προσθέσουν στην επιχείρηση επιπλέον εισροές.

Παραγόμενα προϊόντα

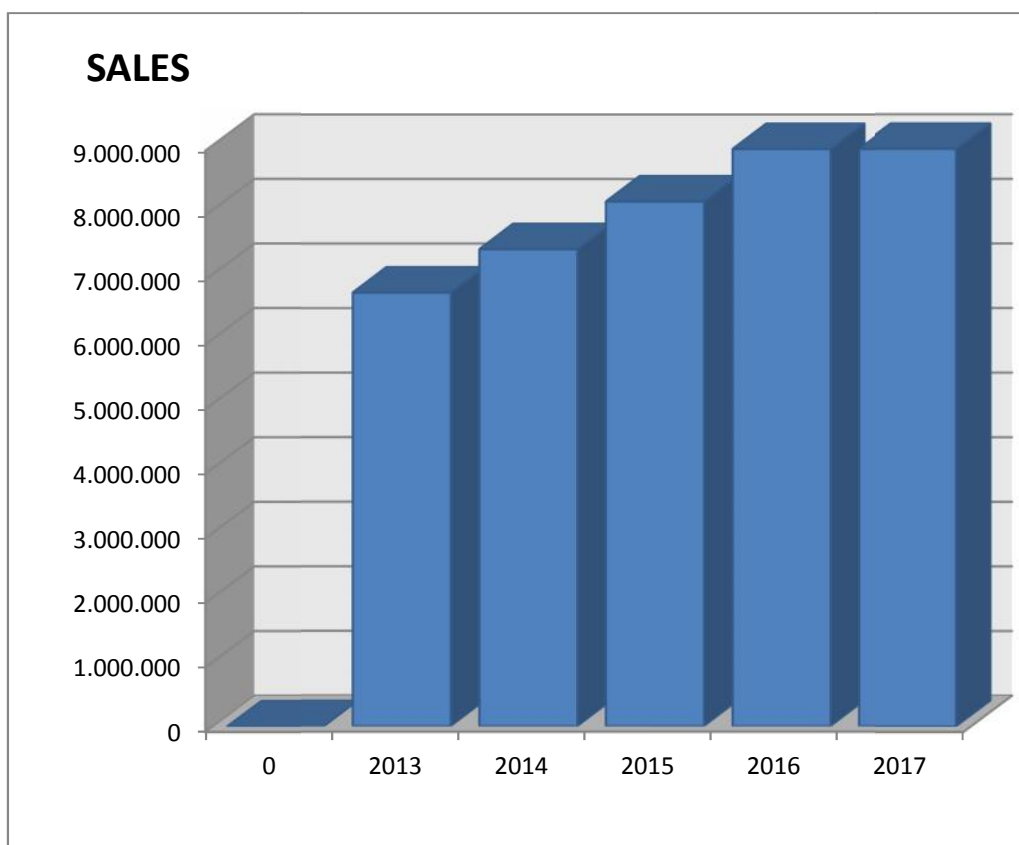
ΠΑΡΑΓΟΜΕΝΑ ΠΡΟΙΟΝΤΑ	
ΠΡΟΪΟΝ	ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΑΝΑ ΕΤΟΣ
Βιοαιθανόλη	7.500.000 λίτρα
Ζωοτροφή	8.980 τόνοι

ΠΡΟΒΛΕΠΟΜΕΝΕΣ ΠΩΛΗΣΕΙΣ

Σύμφωνα με την παρούσα βιβλιογραφία αλλά και τις μέχρι τώρα μελέτες η παραγόμενη αιθανόλη θα διατίθεται σε τιμή 0,80€ ανά λίτρο ενώ η παραγόμενη ζωοτροφή θα πωλείται στην αγορά ζωοτροφών σε τιμή 80€ ανά τόνο παραγωγής.

Για την παρούσα ανάλυση υποθέτουμε μια ετήσια αύξηση των πωλήσεων κατά 10% το έτος.

Στον Πίνακα που ακολουθεί παρουσιάζονται οι προβλεπόμενες πωλήσεις για τα πρώτα πέντε έτη λειτουργίας της μονάδας.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ VI

ΒΙΩΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

6.1 ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Έχοντας εκτιμήσει τις βασικές οικονομικές παραμέτρους της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης δηλαδή το Κόστος της Επένδυσης και το Κόστος Παραγωγής Βιοαιθανόλης μπορεί να εξετασθεί και η βιωσιμότητα της παρούσας επένδυσης.

Η οικονομική αξιολόγηση της μονάδας έχει γίνει χρησιμοποιώντας τον διάφορες μεθόδους αξιολόγησης. Τα κυριότερα οικονομικά στοιχεία και οι παραδοχές που χρησιμοποιήθηκαν για τους υπολογισμούς αναφέρονται παρακάτω:

- ✓ Η μονάδα θα λειτουργήσει για 20 χρόνια με την πλήρη της δυναμικότητα να επιτυγχάνεται κατά το πρώτο έτος λειτουργίας της.
- ✓ Το Κόστος Επένδυσης έχει εκτιμηθεί στα 12.400.000€.
- ✓ Το κόστος αγοράς του γλυκού σόργου έχει εκτιμηθεί στα 30€/τόνος χλωρής βιομάζας.
- ✓ Το Κόστος Παραγωγής Βιοαιθανόλης έχει υπολογιστεί σε 0,617€/λίτρο το έτος και το συνολικό ετήσιο κόστος παραγωγής έχει εκτιμηθεί σε 4.626.000€.
- ✓ Η τιμή πώλησης της βιοαιθανόλης είναι 0,80€/λίτρο και της ζωτροφής 80€/τόνος. Επομένως, τα ετήσια έσοδα από την επένδυση είναι 6.718.400€ με ετήσια αύξηση των πωλήσεων κατά 10%.
- ✓ Ο φορολογικός συντελεστής υπολογίζεται στο 20% επί των κερδών.
- ✓ Μετά το πρώτο έτος λειτουργίας της μονάδας υπολογίζεται μια ετήσια αύξηση του κόστους κατά 5%.
- ✓ Το επιτόκιο προεξόφλησης όπως επίσης και το επιτόκιο δανεισμού είναι 10%.
- ✓ Οι Ημέρες Αποθεμάτων είναι 30, οι Ημέρες Είσπραξης και Πληρωτέων είναι 90.
- ✓ Η χρηματοδότηση του συνολικού κόστους της επένδυσης του επενδυτικού σχεδίου θα προέλθει από 2 πηγές:
 - από ίδια κεφάλαια από τον κύριο μέτοχο της επιχείρησης κατά 65%

- από δανεισμό 25% με επιτόκιο εξυπηρέτησης δανεισμού 10%

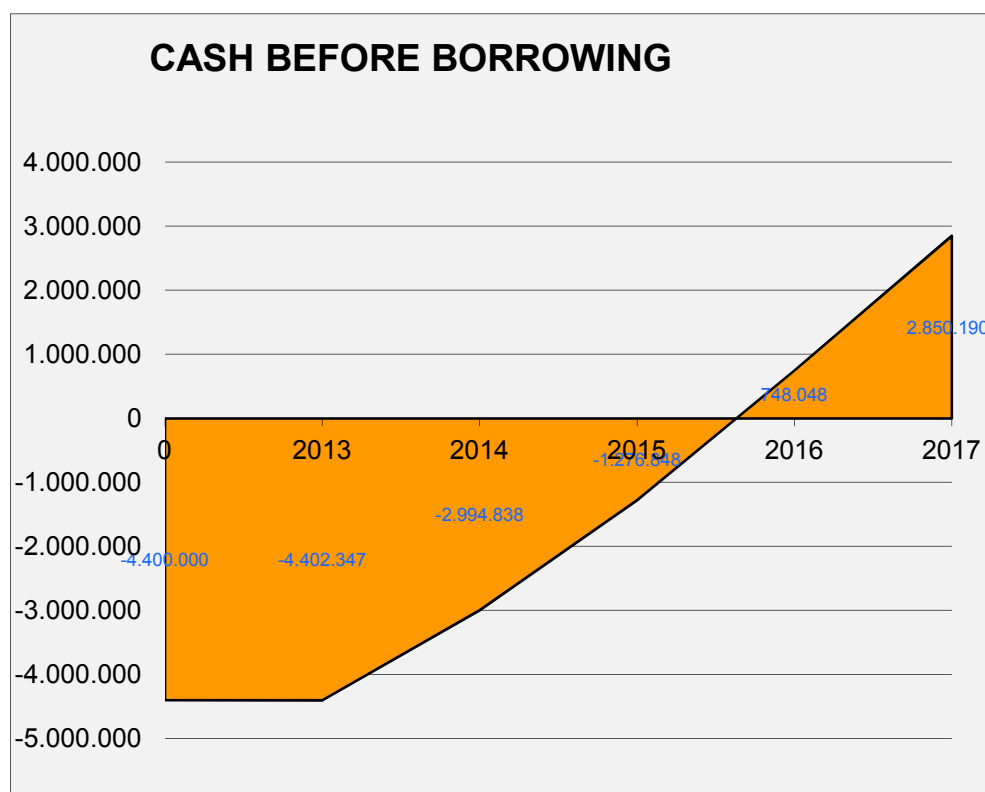
Από τα παραπάνω δεδομένα προκύπτει η ακόλουθη κατάσταση αποτελεσμάτων χρήσης για τα πρώτα πέντε έτη.

P & L	2013	2014	2015	2016	2017
Sales	6.718.400	7.390.240	8.129.264	8.942.190	8.942.190
- Cost of goods sold	2.552.992	2.808.291	3.089.120	3.398.032	3.398.032
= Gross Margin	4.165.408	4.581.949	5.040.144	5.544.158	5.544.158
- Operating Exp	2.630.000	2.630.000	2.630.000	2.630.000	2.630.000
- Annual Depreciation	603.333	603.333	603.333	603.333	603.333
+ Other Operating Income	0	0	0	0	0
= EBIT	932.075	1.348.615	1.806.810	2.310.825	2.310.825
- Net Interest expense	476.853	368.280	223.582	37.475	0
= EBT	455.222	980.336	1.583.229	2.273.350	2.310.825
- Tax	172.984	372.528	601.627	863.873	878.113
=EAT	282.237	607.808	981.602	1.409.477	1.432.711
= Dividends paid	0	0	0	0	0

Οι προβλεπόμενοι Ισολογισμοί καθώς επίσης και οι Καθαρές Ταμειακές Ροές παρουσιάζονται στους ακόλουθους πίνακες:

BALANCE SHEET	0	2013	2014	2015	2016	2017
Assets	12.400.000	13.689.016	13.274.918	12.879.743	13.253.432	14.752.240
Net Fixed Assets (FA)	12.400.000	11.796.667	11.193.333	10.590.000	9.986.667	9.383.333
Inventories (INV)		212.749	234.024	257.427	283.169	283.169
Receivables (AR)		1.679.600	1.847.560	2.032.316	2.235.548	2.235.548
Cash	0	0	0	0	748.048	2.850.190
Liabilities and Equity	12.400.000	13.689.016	13.274.918	12.879.743	13.253.432	14.752.240
Capital (Cap)	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000	8.000.000
Reserves (Res)		648.421	1.578.006	2.830.614	4.403.923	5.902.732
Loans (L)	4.400.000	4.402.347	2.994.838	1.276.848	0	0
Payables (AP)		638.248	702.073	772.280	849.508	849.508

CASH FLOW	0	2013	2014	2015	2016	2017
Cash from OPERATIONS	0	-2.333	1.407.523	1.718.004	2.024.910	2.102.156
EBIT + Depreciation		2.089.408	2.402.149	2.751.354	3.140.929	3.020.767
minus net interest expense		440.235	299.484	127.685	0	0
minus tax paid		397.419	569.746	767.727	964.286	918.625
plus Dividends		0	0	0	0	0
minus increase of inventories		212.749	21.275	23.402	25.743	0
minus increase of receivables		1.679.600	167.960	184.756	203.232	0
plus increase of payables		638.248	63.825	70.207	77.228	0
Cash from INVESTMENTS	0	0	0	0	0	0
minus increase of Fixed Assets		0	0	0	0	0
Cash from FINANCING	0	2.347	-1.407.509	-1.717.990	-	0
Increase of Capital		0	0	0	0	0
plus increase of Loans		2.347	-1.407.509	-1.717.990	-	0
					1.276.848	
NET ANNUAL CASH INFLOW		14	14	14	748.062	2.102.156
ACCUMULATED CASH FLOW	0	14	28	42	748.104	2.850.260
Free C/F Before Financing		-2.333	1.407.523	1.718.004	2.024.910	2.102.156
Accumulaed Free C/F Before Financing		-2.333	1.405.190	3.123.194	5.148.104	7.250.260
<i>Cash minus Loans before Dividends (graph)</i>	<i>-4.400.000</i>	<i>-4.402.347</i>	<i>-2.994.838</i>	<i>-1.276.848</i>	<i>748.048</i>	<i>2.850.190</i>



6.2 ΧΡΗΜΑΤΟΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΠΕΝΔΥΣΗΣ

Βασικό επενδυτικό κριτήριο μεταξύ όλων των στόχων ενός επενδυτικού προγράμματος, από την άποψη της υλοποίησης της επένδυσης, είναι η χρηματοοικονομική εφικτότητά του. Η εφικτότητα αυτή θα εξετασθεί με διάφορους οικονομικούς δείκτες όπου θα εξετάζουν τη λειτουργία, την κερδοφορία και την αποτελεσματικότητα της επένδυσης καθώς επίσης και με τις ακόλουθες μεθόδους αξιολόγησης:

- ✓ Μέθοδος Καθαρής Παρούσας Αξίας
- ✓ Μέθοδος Εσωτερικού Συντελεστή Απόδοσης (IRR)

6.2.1 ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΟΙ ΔΕΙΚΤΕΣ

- **ROI**

Ο δείκτης **ROI** χρησιμοποιείται για την αξιολόγηση της απόδοσης μιας επένδυσης μετρά πόσο αποτελεσματικά η επιχείρηση χρησιμοποιεί τα κεφάλαια της για να παράγει κέρδος.

Στην παρούσα επένδυση ο εν λόγω δείκτης είναι από το πρώτο έτος της πλήρους λειτουργίας της μονάδας μεγαλύτερος από το κόστος κεφαλαίου (10%). Αυτό σημαίνει ότι η επένδυση είναι οικονομικά συμφέρουσα. Η δε πορεία του για τα πρώτα πέντε παρουσιάζεται στον Πίνακα που ακολουθεί.

ROI	2013	2014	2015	2016	2017
Profit Margin (EBIT / Sales)	22,12%	24,34%	26,42%	28,38%	27,03%
x Total Assets Turnover	0,49	0,56	0,63	0,67	0,61
= Return on Investment - ROI (EBIT/TA)	10,86%	13,55%	16,68%	19,15%	16,39%

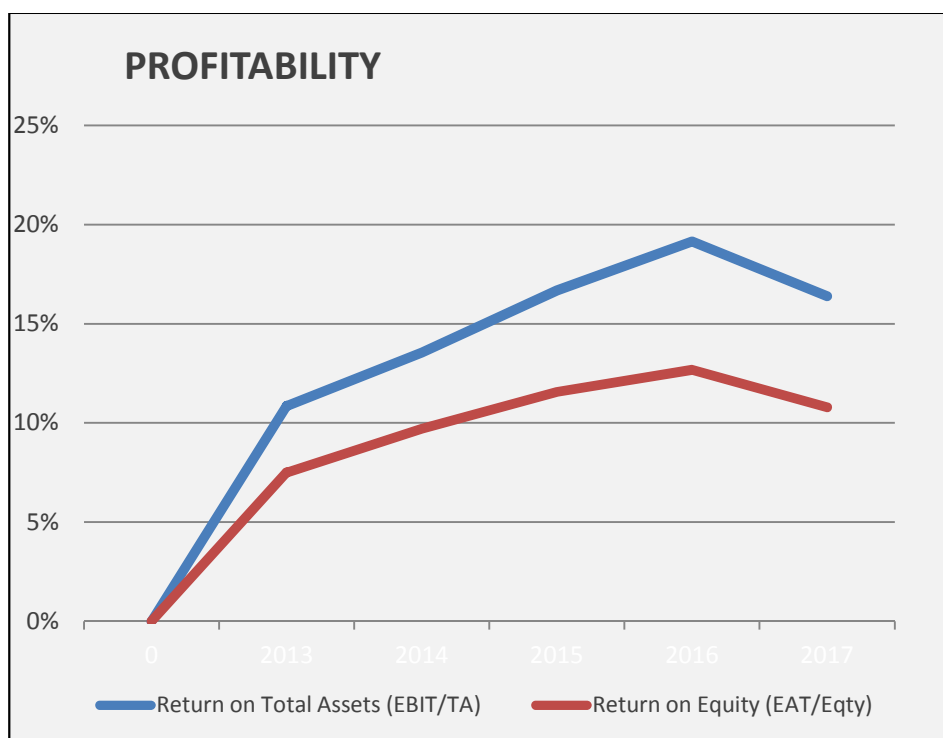
- **ROTA/ROE**

Οι συγκεκριμένοι δείκτες μετράνε την απόδοση των συνολικών περιουσιακών στοιχείων μιας επιχείρησης και επιτρέπει την αξιολόγηση της αποτελεσματικότητας της λειτουργίας της.

Στην παρούσα επένδυση ο δείκτης κατά το πρώτο έτος λειτουργία είναι 10,9% και 7,5% το οποίο σημαίνει ότι η επιχείρηση αξιοποιεί αποτελεσματικά τα περιουσιακά της στοιχεία οδηγώντας τη σε κερδοφορία.

Η κερδοφορία της επιχείρησης παρουσιάζεται τόσο στον παρακάτω πίνακα αλλά και στο γράφημα που ακολουθεί.

ROTA/ROE	2013	2014	2015	2016	2017
<i>Return on Total Assets (EBIT/TA)</i>	10,9%	13,6%	16,7%	19,1%	16,4%
<i>Return on Equity (EAT/Eqty)</i>	7,5%	9,7%	11,6%	12,7%	10,8%



- Δείκτες Αποτελεσματικότητας

EFFICIENCY	2013	2014	2015	2016	2017
Inventory Turnover	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Receivables Turnover	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Payables Turnover	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00

6.2.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΚΑΘΑΡΗΣ ΠΑΡΟΥΣΑΣ ΑΞΙΑΣ

Στην μέθοδο της καθαρής παρούσας αξίας όλες οι καθαρές ταμειακές ροές προεξοφλούνται στο παρόν με συντελεστή προεξόφλησης την ελάχιστη αποδεκτή απόδοση (μέσο σταθμικό κόστος κεφαλαίου).

Όταν η καθαρή παρούσα αξία είναι τουλάχιστον ίση με, ή μεγαλύτερη από 0, το επενδυτικό σχέδιο γίνεται αποδεκτό, διαφορετικά απορρίπτεται.

Στο συγκεκριμένο επενδυτικό σχέδιο η καθαρή παρούσα αξία έχει υπολογιστεί για διάστημα 20 ετών και είναι:

NPV (20 yr) approx = 11.946.537€

Συνεπώς, η καθαρή παρούσα αξία είναι θετική, μεγαλύτερη του μηδενός και ως εκ τούτου το παρόν επενδυτικό σχέδιο κρίνεται αποδεκτό.

6.2.3 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΣΩΤΕΡΙΚΟΥ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ ΑΠΟΔΟΣΗΣ (IRR)

Ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης ορίζεται ως το επιτόκιο το οποίο μηδενίζεται η καθαρή παρούσα αξία.

Για επιτόκιο προεξόφλησης 10% ο εσωτερικός συντελεστής απόδοσης είναι:

IRR (20yr) approx= 12,6%

Ο συντελεστής αυτός συνιστά το υψηλότερο επιτόκιο στο οποίο οι επενδυτές του επενδυτικού σχεδίου θα δανειστούν κεφάλαια, χωρίς την ύπαρξη κινδύνου απώλειας των επενδυμένων κεφαλαίων.

Επίσης, είναι μεγαλύτερος από το επιτόκιο προεξόφλησης (10%) που είναι και το χαμηλότερο αποδεκτό επιτόκιο για το επενδυμένο κεφάλαιο. Συνεπώς, βάσει και του δείκτη IRR, το επενδυτικό σχέδιο κρίνεται αποδεκτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ VII

ΚΟΙΝΩΝΙΚΕΣ – ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για την αξιολόγηση του προτεινόμενου επενδυτικού σχεδίου θα πρέπει να ληφθούν υπόψη όχι μόνο το όφελος που θα προκύψει για τους μετόχους από την υλοποίηση της επένδυσης, αλλά και οι θετικές περιβαλλοντικές επιπτώσεις καθώς επίσης και η συμβολή του σχεδίου στην τοπική ανάπτυξη της περιοχής.

Επίσης, η εισαγωγή νέων συστημάτων καλλιέργειας (ενεργειακά φυτά) μπορεί να προσφέρει νέες ευκαιρίες στο γεωργικό τομέα όσον αφορά στη χρήση γης, τη διατήρηση θέσεων εργασίας, τη στήριξη της αγροτικής βιομηχανίας και την ανάπτυξη της περιφέρειας.

Key factors	Wheat	Maize	Sugarbeet	Rapeseed	S. sorghum	Hemp	Cardoon	Miscanthus	Switchgrass	G. reed	Poplar	Willow	Eucalypt
Economic													
Capital intensive	P	P	P	VP	P	P	VP	VN	VP	VN	VN	VN	VN
Operational & Materials	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P
Profitability	N	VP	VP	N	P	P	VP	VP	VP	VP	P	P	P
Environmental													
Land requirements (yielding efficiency)	N	VP	VP	VN	VP	P	VP	VP	VP	VP	P	P	P
Water use efficiency	P	VP	P	P	VP	P	VP	VP	VP	P	N	P	P
Nutrient use efficiency	P	VP	P	P	VP	P	VP	P	VP	P	P	VP	VP
GHG abatement potential	N	P	VP	VN	P	P	VP	VP	VP	VP	VP	VP	VP
Ecological benefits	O	O	O	O	P	O	VP	VP	VP	N	P	P	P
Socioeconomic													
Employment (jobs/ha)	O	O	P	O	VP	P	VP	VP	VP	VP	VP	VP	VP
Income	P	P	VP	P	VP	P	VP	VP	VP	VP	P	P	P
Support of complementary industries	P	VP	P	P	P	P	VP	VP	P	O	O	O	O
Export potential	P	P	N	VP	N	P	VP	VP	VP	VP	VP	VP	VP
Rural diversification	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P	P

VP (3): very positive
P (1): positive
O (0): Neutral
N (-1): negative
VN (-3): very negative

Η παρούσα μονάδα θα είναι η πρώτη του είδους της στην Ελλάδα για παραγωγή καύσιμης αιθανόλης, αποτελώντας το πρώτο βήμα για την εισαγωγή και εγκατάσταση της ανάλογης τεχνογνωσίας για μελλοντικές μονάδες ίδιας τεχνολογίας μετατροπής. Θα μπορούσε επομένως να αποτελέσει τη βάση για την ολοκληρωμένη ανάπτυξη των βιοδιυλιστηρίων.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Skarlis Str., Kondili E., Kaldellis J.K., Small-scale biodiesel production economics: a case study focus on Crete Island. Athens, 2011.
2. Boukis I., Vassilakos N., Kontopoulos G., Karellas, S., Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part II: Logistics and economic investigation. Athens, 2008.
3. Boukis I., Vassilakos N., Kontopoulos G., Karellas, S., Policy plan for the use of biomass and biofuels in Greece: Part I: Available biomass and methodology. Athens, 2008.
4. Skarlis Str., Kondili E., Kaldellis J.K., Design and Feasibility Analysis of a new Biodiesel Plant in Greece. Athens, 2011.
5. Foteinis S., Kouloumpis V., Tsoutsos T., Life cycle analysis for bioethanol production from sugar beet crops in Greece. Crete, Greece, 2011.
6. Gnansounou E., Dauriat A., Wyman C.E., Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China. Lausanne, Switzerland, 2004.
7. Lau M., Richardson J., Outlaw J., Holtzapple M., Ochoa R., The Economics of Ethanol from Sweet Sorghum using the MixAlco Process, *AFCP Research Report06-2*. Texas, 2006.
8. «Diffusion of a sustainable EU model to produce 1st generation ethanol from sweet sorghum in decentralised plants», Technical Manual, 2011.
9. «Διάχυση ενός ευρωπαϊκού μοντέλου για την παραγωγή βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς σε αποκεντρωμένες μονάδες», Πρώτος Οδηγός, 2011.
10. Panoutsou C., Socio-economic impacts of energy crops for heat generation in Northern Greece. UK, 2007.
11. Bennet A., Anex R., Production, transportation and milling costs of sweet sorghum as feedstock for centralized bioethanol production in the upper Midwest. USA, 2008.
12. Ericsson K., Rosenqvist H., Nilsson L., Energy crop production costs in the EU. Sweden, 2009.

13. Grassi G., Senechal S., Techno-economic feasibility of bioenergy complex in developing countries. *15th European biomass Conference & Exhibition*, 7-11 May 2007, Berlin, Germany.
14. Almodares A., Hadi M.R., Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. Iran, 2009.
15. Koppen S., Reinhardt G., Gartner S., Assessment of energy and greenhouse gas inventories of sweet sorghum for first and second generation bioethanol. Rome, 2009.
16. "Global Consultation on Pro-Poor Sweet Sorghum Development for Biofuel Production and Introduction to Tropical Sugar Beet", Summary Report, Organised by IFAD, FAO and ICRISAT, 2007.
17. Determining the Cost of Producing Ethanol from Corn Starch and Lignocellulosic Feedstocks, Colorado 2000, National Renewable Energy Laboratory
18. Dott. Guiliano Grassi, Modern Concept for Integrated Biofuels Production -Case Study ECHI-T-, Beijing, 4-5 November 2004
19. Κίττας Κ., Γέμτος Θ., Φουντάς Σ., Μπαρτζάνας Θ., Βιοκαύσιμα και Ενεργειακές Καλλιέργειες
20. Grassi G., Senechal S., Techno-economic feasibility of integrated biorefineries based on sweet-sorghum production, *16th European Biomass Conference & Exhibition*, 2-6 June 2008, Valencia, Spain
21. Panoutsou C., Namatov I., Monitoring of social impacts, CRES, November 2010
22. <http://www.biofuels-platform.ch/en/infos/eu-bioethanol.php>