

**Διάχυση ενός ευρωπαϊκού μοντέλου για την παραγωγή βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς σε αποκεντρωμένες μονάδες**

# **Πρώτος Οδηγός**





## 1. ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1.	ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ .....	- 3 -
2.	ΠΡΟΙΜΙΟ .....	- 5 -
3.	ΤΟ ΕΡΓΟ SWEETHANOL .....	- 7 -
4.	ΟΙ ΕΤΑΙΡΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ .....	- 8 -
5.	ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ .....	- 9 -
	5.1 Τι είναι η βιοαιθανόλη; .....	- 9 -
	5.2 Ευρωπαϊκή πολιτική και νομοθεσία .....	- 9 -
	5.3 Η Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ευρώπη .....	- 11 -
	5.4 Παραγωγή βιοαιθανόλης στον κόσμο: πρώτες ύλες και νέες ευκαιρίες .....	- 17 -
6.	ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ .....	- 18 -
	6.1. Ευρωπαϊκή Ένωση .....	- 18 -
	6.2 Ελλάδα .....	- 19 -
	6.3. Ιταλία .....	- 20 -
	6.4 Ισπανία .....	- 21 -
7.	ΓΛΥΚΟΣ ΣΟΡΓΟΣ .....	- 23 -
	7.1 Γιατί γλυκός σόργος; .....	- 23 -
	7.2 Περιγραφή Βοτανολογίας .....	- 25 -
	7.3 Τεχνολογίες στην καλλιέργεια και τη συγκομιδή .....	- 26 -
	7.4 Προγράμματα αναπαραγωγής .....	- 29 -
	7.5. Εμπειρία της ΕΕ στην καλλιέργεια γλυκού σόργου .....	- 30 -
	7.6 Η εμπειρία της Ινδίας στην καλλιέργεια γλυκού σόργου .....	- 32 -
8.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΟΣ ΠΙΘΑΝΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ - ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ .....	- 34 -
	8.1 Καλλιέργεια γλυκού σόργου .....	- 35 -
	8.2 Αποθήκευση και επεξεργασία σακχάρων .....	- 35 -
	8.3 Ζύμωση και απόσταξη .....	- 37 -
	8.4 Εκμετάλλευση υποπροϊόντων .....	- 37 -
	8.5 Ενεργειακή αξιολόγηση .....	- 39 -
	8.6 Οικονομική αξιολόγηση .....	- 40 -
	8.7 Η βιωσιμότητα της παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ευρώπη .....	- 41 -
9.	ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ .....	- 43 -
	9.1 Εμπειρία εκπαιδευτικών επισκέψεων στην Ινδία .....	- 43 -
	9.2 Εμπειρία εκπαιδευτικών επισκέψεων στην Ισπανία .....	- 46 -
	9.3 Εμπειρία εκπαιδευτικών επισκέψεων στο Περού .....	- 47 -
10.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ .....	- 49 -



## 2. ΠΡΟΙΜΙΟ

Η 1ης γενιάς βιοαιθανόλη, που παράγεται από γλυκό σόργο παρουσιάζει μια μεγάλη περιβαλλοντική, οικονομική και ενεργειακή βιωσιμότητα (η καύση της βιοαιθανόλης έχει μειωμένες εκπομπές αερίων θερμοκηπίου της τάξεως του 70-71% έναντι άλλων συμβατικών καυσίμων). Η επεξεργασία του γλυκού σόργου και η αξιοποίηση των υποπροϊόντων που παράγονται, κατοχυρώνει την οικονομική βιωσιμότητα ακόμα και για αποκεντρωμένες μικρομεσαίες μονάδες (δυναμικότητας 15.000 τόνοι/έτος), ενώ η ενεργειακή αναλογία της κυμαίνεται από 1,7 έως 7,3.

Στην παρούσα φάση, η αγορά βιοαιθανόλης στην ΕΕ ελέγχεται από μεγάλους βιομηχανικούς ομίλους και μεγάλους γεωργικούς συνεταιρισμούς της βιομηχανίας ζάχαρης και οινοπνεύματος, ενώ τα σιτηρά αποτελούν την κύρια πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης σε μεγάλες μονάδες (100.000-200.000 τόνους/έτος).

Το έργο **«SWEETHANOL»**, που χρηματοδοτείται από το πρόγραμμα **«Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη»**, έχει ως στόχο να συμβάλει στην διάδοση της παραγωγής βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς σε αποκεντρωμένες μονάδες από γλυκό σόργο, το οποίο μπορεί να παραχθεί στις νότιες περιοχές της ΕΕ.

Προς το παρόν, η παραγωγή βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο δεν λαμβάνεται υπόψη από τους εκάστοτε ενδιαφερόμενους επενδυτές, λόγω απουσίας τεχνογνωσίας και θεωρητικού υπόβαθρου για τις δυνατότητες του ενεργειακού αυτού φυτού.

Στο εγχειρίδιο αυτό συγκεντρώνεται η υπάρχουσα τεχνογνωσία για την παραγωγή βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο, που συλλέχθηκε κατά την διάρκεια μιας σειράς επισκέψεων σε γεωργικά ινστιτούτα, σε εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης και σε αγροτικές καλλιέργειες στην Ινδία, την Ισπανία και το Περού.

Στον οδηγό αυτό "Sweethanol –Πρώτος Οδηγός", συνοψίζονται οι συλλεγόμενες πληροφορίες, τα στοιχεία και οι λεπτομέρειες σχετικά με τη γεωργική, τεχνική, υλικοτεχνική, οικονομική και ενεργειακή πλευρά παραγωγής βιοαιθανόλης 1ης γενιάς από γλυκό σόργο.

Ο οδηγός αυτός είναι διαθέσιμος στα Αγγλικά, στα Ιταλικά, στα Ισπανικά και στα Ελληνικά δίνοντας τη δυνατότητα και σε χώρες που δεν συμμετέχουν στο έργο (π.χ. Ρουμανία, Βουλγαρία, Γαλλία, Πορτογαλία, Κροατία, Ουγγαρία) να ενημερωθούν για τις υπάρχουσες δυνατότητες του γλυκού σόργου.

Ο Οδηγός περιέχει γεωργικά, τεχνικά, ενεργειακά και οικονομικά στοιχεία για την παραγωγή της βιοαιθανόλης, συγκρίνοντάς τα με αντίστοιχα στοιχεία από άλλες πρώτες ύλες, οι οποίες χρησιμοποιούνται στην Ασία, τη Νότια Αμερική και την Ευρώπη.

Οι συγγραφείς είναι οι ακόλουθοι: κα. Michela Pin, κ. Denis Picco και κα. Alessia Vecchiet από το Κέντρο Θεωρητικής και Εφαρμοσμένης Οικολογίας, στην Ιταλία (CETA), κ. Όσκαρ Leon, κα. Paloma Gonzales και κ. Roberto Marcos από το Τεχνολογικό Κέντρο Cartif στην Ισπανία, Δρ. Κώστας Κωνσταντίνου και κα. Ειρήνη Τσακιρίδου από το Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο Κεντρικής Μακεδονίας - ANATOLIKH A.E στην Ελλάδα, κ. Luca D'Arste και κα. Luisa Daidone από την Εθνική Υπηρεσία Έρευνας, Κατάρτισης και Ανάπτυξης των Γεωργικών Ειδών Διατροφής, στην Ιταλία (INIPA - Coldiretti), κα. Μαρία Hernando Sanz και κα. M. Dolores Curt από την Ένωση για τη διάδοση της βιομάζας στην Ισπανία (ADABE), κ.Σάκη Μπάρτζιο και κα. Ελένη Παπούλια από τον Α' Αγροτικό Συνεταιρισμό Χαλάστρας στην Ελλάδα.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε για τη συνεργασία τους, τους συγγραφείς και τους φορείς που συγχρηματοδότησαν το έργο.

15 Φεβρουαρίου 2011

Michela Pin – “Συντονίστρια Sweethanol”  
C.E.T.A., Ιταλία

Alessia Vecchiet  
C.E.T.A., Ιταλία

Denis Picco  
C.E.T.A., Ιταλία



### 3. TO ΕΡΓΟ SWEETHANOL

Το έργο "SWEETHANOL" συγχρηματοδοτείται και υποστηρίζεται από την Ευρωπαϊκή Επιτροπή στο πλαίσιο εφαρμογής του προγράμματος IEE II-2009 (**Ευφυής Ενέργεια για την Ευρώπη/ Intelligent Energy Europe**), δράση "ALTENER" - Νέες και Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας.

Το έργο, "SWEETHANOL", σχετίζεται με τη διάδοση ενός αειφόρου μοντέλου παραγωγής βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς σε αποκεντρωμένες μονάδες στην Ευρωπαϊκή ένωση (ΕΕ) από γλυκό σόργο.

Το έργο αποτελείται από τις ακόλουθες τέσσερις δράσεις:

- Απόκτηση τεχνογνωσίας για την παραγωγή βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο. Κατά την διάρκεια επισκέψεων σε γεωργικούς ερευνητικούς οργανισμούς καθώς και σε εργοστάσια παραγωγής βιοαιθανόλης, θα συγκεντρωθούν στοιχεία (όπως τεχνικές καλλιέργειας, η απόδοση σε βιομάζα, η απόδοση σε βιοαιθανόλη, η διαδικασία αποθήκευσης και μεταφοράς της πρώτης ύλης, η διαδικασία μετατροπής των σακχάρων σε βιοαιθανόλη, το κόστος των επενδύσεων, η κατανάλωση ενέργειας, το κόστος παραγωγής, η αξιοποίηση των υποπροϊόντων, κ.ά.).
- Συζήτηση για την ανάπτυξη ενός κοινού ευρωπαϊκού μοντέλου αειφόρου ανάπτυξης με τους κυριότερους παράγοντες της αγοράς/ ενδιαφερόμενους φορείς (αγρότες, γεωργικές ενώσεις, παραγωγοί βιοκαυσίμων, ΜΜΕ, γεωργικές επιχειρήσεις, επενδυτές, φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης, ενεργειακά γραφεία), οι οποίοι θα συμμετέχουν σε μια πρότυπη συζήτηση μέσω διατομεακών εργαστηρίων (ημερίδες) που θα οργανωθούν σε εθνικό και διεθνές επίπεδο.
- Οργάνωση ενημερωτικών σεμιναρίων
- Δημιουργία μιας online κοινότητας («κοινότητα Esse», <http://esse-community.eu/>), στην οποία θα μπορούν να συμμετέχουν όλοι οι ενδιαφερόμενοι προκειμένου να μοιράζονται πληροφορίες σχετικά με την αλυσίδα παραγωγής βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο να διαβάσουν σχετικά άρθρα, να ανταλλάσσουν εμπειρίες, κ.ά.

Το έργο επικεντρώνεται στην:

- ενθάρρυνση των παραγόντων της αγοράς για την αύξηση της οικονομικής ανταγωνιστικότητας και της περιβαλλοντικής αειφορίας των βιοκαυσίμων
- υποστήριξη και προώθηση της εφαρμογής κριτηρίων βιωσιμότητας για τη παραγωγή βιοαιθανόλης
- αντιμετώπιση επίκαιρων ζητημάτων για τη χρήση γης και τη βιωσιμότητα

Οι κύριοι στόχοι του έργου είναι:

- η διάδοση της τεχνογνωσίας για την δημιουργία ενός ευρωπαϊκού αειφόρου μοντέλου.

Το αειφόρο ευρωπαϊκό μοντέλο θα συζητηθεί μεταξύ των ενδιαφερόμενων φορέων, ενώ θα αναλυθεί η τεχνολογική, υλικοτεχνική, οικονομική, χρηματοπιστωτική, ενεργειακή, περιβαλλοντική και διοικητική πλευρά του. Κατά αυτόν τον τρόπο, οι ενδιαφερόμενοι, θα αποκτήσουν γνώση τόσο πάνω σε τεχνικά ζητήματα όσο και σε περιβαλλοντικά θέματα.

- Η καθημερινή ενημέρωση μέσω της δημιουργίας ενός δικτύου

Οι φορείς της αγοράς μπορούν να αναμένουν καθημερινή ενημέρωση σχετικά με στοιχεία νομοθετικού, διοικητικού και τεχνικού χαρακτήρα που σχετίζονται με την παραγωγή βιοαιθανόλης, μέσω της "Κοινότητας Esse". Η υπηρεσία καθημερινής ενημέρωσης, θα συμβάλει στην διάδοση χρήσιμων πληροφοριών και στην προώθηση ενός υγιούς διαλόγου πάνω σε σχετικά επίκαιρα θέματα.

#### 4. ΟΙ ΕΤΑΙΡΟΙ ΤΟΥ ΕΡΓΟΥ

##### C.E.T.A. - Κέντρο για την Θεωρητική και Εφαρμοσμένη Οικολογία – Ιταλία

Η C.E.T.A. δημιουργήθηκε το 1987 στην Γκορίτσια (Ιταλία) και είναι ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που διεξάγει έρευνα, πραγματοποιεί πειράματα και δραστηριοποιείται στην ανάπτυξη καινοτόμων τεχνολογιών σε διάφορους περιβαλλοντικούς τομείς: αειφόρος διαχείριση των περιβαλλοντικών και φυσικών πόρων, προώθηση και διάδοση τεχνολογιών ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (βιομάζα, βιοαέριο, βιοκαύσιμα, ηλιακή ενέργεια - φωτοβολταϊκά), ενεργειακός σχεδιασμός, διάδοση επιστημονικών γνώσεων. Επιπλέον, η C.E.T.A. ασχολείται με δράσεις σχετικές με διάφορα επιστημονικά πεδία απασχολώντας μια μεγάλη γκάμα υψηλόβαθμων επαγγελματιών: μηχανικούς, γεωπόνους, βιολόγους, οικονομολόγους, αρχιτέκτονες.

##### CARTIF - Τεχνολογικό Κέντρο – Ισπανία

Το CARTIF ιδρύθηκε το 1994 σαν ένα Τεχνολογικό Κέντρο Αυτοματισμού, Ρομποτικής, Πληροφόρησης και Κατασκευών, ένας μη κερδοσκοπικός οργανισμός που επικεντρώθηκε στην εφαρμοσμένη έρευνα με βάση το Τεχνολογικό Πάρκο του Boecillo, Βαγιαδολίδ (Ισπανία). Από τον Οκτώβριο του 2005, το CARTIF λειτουργεί ως ένα κέντρο που στοχεύει στην συνεχή ικανοποίηση των παρακάτω βασικών στόχων: τον εντοπισμό τεχνολογικών αναγκών και την ανάπτυξη σχετικής τεχνογνωσίας βασισμένης στην E&A, την υποστήριξη καινοτόμων τεχνολογιών, κυρίως των ΜΜΕ και την διάδοση των αποτελεσμάτων E&A και των καινοτόμων εφαρμογών.

##### ΠΕΚΚΜ-Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο Κεντρικής Μακεδονίας - ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ Α.Ε. – Ελλάδα

Η Περιφέρεια Κεντρικής Μακεδονίας και η Αναπτυξιακή Εταιρεία ΟΤΑ Ανατολικής Θεσσαλονίκης «ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ Α.Ε» το 1997 ίδρυσαν το Περιφερειακό Ενεργειακό Κέντρο Κεντρικής Μακεδονίας (Π.Ε.Κ.Κ.Μ) με την αρωγή της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Γενική Διεύθυνση για την Ενέργεια και τις Μεταφορές) στα πλαίσια του προγράμματος SAVE. Οι κύριες δραστηριότητες του ΠΕΚΚΜ περιλαμβάνουν: τη συλλογή δεδομένων για την τοπική παραγωγή και τη κατανάλωση ενέργειας, την στήριξη των αρχών τοπικής αυτοδιοίκησης στο σχεδιασμό της ενεργειακής τους πολιτικής (Σχέδια Δράσεις Αειφόρου Ενέργειας), δραστηριότητες διάδοσης τεχνολογιών ΑΠΕ και ΟΧΕ, την υλοποίηση δράσεων κατάρτισης και εκπαίδευσης σε θέματα εξοικονόμησης ενέργειας, τη διαχείριση της κινητικότητας σε επίπεδο δήμου, την προώθηση των βιοκαυσίμων, τη στήριξη των τοπικών βιομηχανιών, των μικρομεσαίων επιχειρήσεων και του εμπορικού κλάδου, την προώθηση τεχνολογιών ΑΠΕ στον αγροτικό τομέα, συνεργασία με χώρες της ΕΕ σε προγράμματα εξοικονόμησης ενέργειας, συμμετοχή στον περιφερειακό σχεδιασμό για την ανάπτυξη και τη διαχείριση των γεωθερμικών πεδίων.

##### INIPA-Coldiretti – Ιταλία

Η INIPA είναι η Εθνική Υπηρεσία Έρευνας, Κατάρτισης και Ανάπτυξης Γεωργικών Ειδών Διατροφής, της Εθνική Συνομοσπονδίας Αγροτών στην Ιταλία (Coldiretti) ένας αναγνωρισμένος μη κερδοσκοπικός οργανισμός. Πρόκειται για έναν ενιαίο φορέα που δραστηριοποιείται σε όλη τη χώρα, σε συνεργασία με άλλους οργανισμούς σε περιφερειακό επίπεδο. Η INIPA προωθεί, διοργανώνει και συμμετέχει (σε συνεργασία με φορείς σε εθνικό και ευρωπαϊκό κοινοτικό επίπεδο) στην έρευνα, την επιστημονική ενημέρωση και κατάρτιση των γεωργών, των οργανώσεων ανά περιφέρεια.

##### ADABE - Σύλλογος για την διάδοση της βιομάζας – Ισπανία

Ο Σύλλογος για την διάδοση της βιομάζας είναι μια εθνική ένωση, μη κερδοσκοπικού χαρακτήρα, ιδρύθηκε το 1986, σύμφωνα με τη Γενική Διεύθυνση της εσωτερικής πολιτικής του Υπουργείου Εσωτερικών. Είναι ιδρυτικό μέλος της AEBIOM που ιδρύθηκε το 1990 με έδρα τις Βρυξέλλες. Ο Σύλλογος για την διάδοση της βιομάζας φέρνει σε επαφή άτομα και φορείς που εμπλέκονται στον τομέα της έρευνας, της τεχνολογίας, τη διάδοση και τη χρήση της βιομάζας στην Ισπανία.

##### Αγροτικός Συνεταιρισμός Χαλάστρας – Ελλάδα

Ο Αγροτικός συνεταιρισμός Ά βρίσκεται στο Δήμο Χαλάστρας, ιδρύθηκε το 1917 και ήταν από τους πρώτους Συνεταιρισμούς της περιφέρειας. Διαθέτει ένα μεγάλο οργανωμένο συγκρότημα συγκέντρωσης, ξήρανσης και αποθήκευσης για το ρύζι και το καλαμπόκι, ένα πρατήριο εφοδίων, βαμβακοσυλλεκτικές μηχανές για τη συγκομιδή του βαμβακιού και δύο σούπερ μάρκετ λιανικής πώλησης.

## 5. ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗ

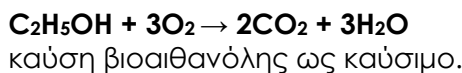
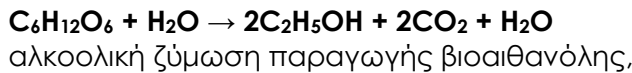
### 5.1 Τι είναι η βιοαιθανόλη;

Η βιοαιθανόλη είναι αιθανόλη (οινόπνευμα) που προέρχεται από την αλκοολική ζύμωση σακχάρων ή υδρολυμένων πολυσακχαριτών (π.χ. άμυλο, κυτταρίνη).

Κατά την διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης, η γλυκόζη, μαζί με το 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.

Οι χημικές αντιδράσεις των σακχάρων σε αιθανόλη και της καύσης της αιθανόλης, αντίστοιχα, περιγράφονται ως εξής:



Γενικά ο όρος βιοαιθανόλη αναφέρεται στην αιθανόλη που χρησιμοποιείται ως συστατικό στα καύσιμα μεταφορών.

Χρησιμοποιείται ως καύσιμο που υποκαθιστά τη βενζίνη 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 διάφορες ενεργειακές καλλιέργειες όπως είναι ο αραβόσιτος, το σιτάρι, το κριθάρι, το ζαχαροκάλαμο, το σακχαρότευτλο, και φυσικά το γλυκό σόργο.

Η ανάπτυξη βιοκαυσίμων, που μειώνουν την ζήτηση των συμβατικών καυσίμων κίνησης, θεωρείται ένα σημαντικό βήμα προς την καταπολέμηση της τρέχουσας αλλαγής κλίματος. Η χρήση της αιθανόλης ως καύσιμο 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 βιοαιθανόλης 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. Αγγλία, Γερμανία, Ολλανδία, Βέλγιο, Πολωνία).

### 5.2 Ευρωπαϊκή πολιτική και νομοθεσία

Η ευρωπαϊκή αγορά βιοκαυσίμων έχει επωφεληθεί από την αμέριστη υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής μέσω της συμφωνίας του Κιότο καθώς επίσης και των Οδηγιών 2003/30/ΕΚ και 2003/96/ΕΚ, οι οποίες στοχεύουν ειδικά στο να προωθήσουν την αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων και να θέσουν ενδεικτικούς στόχους για την χρήση τους στον τομέα των μεταφορών.

Η οδηγία 2003/30/ΕΚ της 8ης Μαΐου 2003 «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 βιοκαύσιμα και άλλα ανανεώσιμα καύσιμα και να θέσουν εθνικούς ενδεικτικούς στόχους για την επίτευξη αυτού του σκοπού.

Οι τιμές αναφοράς αυτών των στόχων ήταν:

- ο Αντικατάσταση του 2% της βενζίνης και του πετρελαίου που καταναλώνονται στον τομέα των μεταφορών μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2005,
- ο Αντικατάσταση του 5,75% της βενζίνης και του πετρελαίου που καταναλώνονται στον τομέα των μεταφορών μέχρι τις 31 Δεκεμβρίου 2010.

Η οδηγία στόχευε στην αύξηση του μεριδίου της ανανεώσιμης ενέργειας στον τομέα των μεταφορών και τη μείωση των εκπομπών του CO<sub>2</sub>, του CO, των NO<sub>x</sub>, των VOC και άλλων μορίων επιβλαβών στην ανθρώπινη υγεία και το περιβάλλον.

Σύμφωνα με την Οδηγία, τα κυριότερα βιοκαύσιμα είναι: η βιοαιθανόλη, το βιοντίζελ (ντίζελ-μεθυλικός εστέρας- που παράγεται από βιομάζα ή χρησιμοποιημένα φυτικά έλαια και που χρησιμοποιείται ως βιοκαύσιμο), το βιοαέριο (αέριο καύσιμο που παράγεται από βιομάζα ή/και υποπροϊόντα της αναερόβιας ζύμωσης, που μετά από επεξεργασία ανάγονται σε φυσικό αέριο), η βιομεθανόλη, ο βιο-διμεθυλικός-αιθέρας, το βιο-ETBE, το βιο-MTBE, τα συνθετικά βιοκαύσιμα (συνθετικοί υδρογονάνθρακες ή μίγματα συνθετικών υδρογονανθράκων που παράγονται από βιομάζα), το βιο-υδρογόνο.

Τα βιοκαύσιμα είναι διαθέσιμα σε οποιοσδήποτε από τις ακόλουθες μορφές:

- ο ως καθαρά βιοκαύσιμα ή σε υψηλή συγκέντρωση σε παράγωγα του πετρελαίου, σύμφωνα με τα σχετικά ποιοτικά πρότυπα,
- ο ως βιοκαύσιμα αναμειγμένα σε παράγωγα του ορυκτού πετρελαίου, σύμφωνα με τους ευρωπαϊκούς κανόνες που περιγράφουν τις τεχνικές προδιαγραφές για τα καύσιμα μεταφορών (το EN 228 και το EN 590)
- ο 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:

- ο αρθ. 16.1: τα κράτη μέλη μπορούν να εφαρμόσουν φορολογική απαλλαγή ή μειωμένο φόρο στα βιοκαύσιμα.
- ο αρθ. 16.3 : η απαλλαγή ή η μείωση του φόρου μπορεί να διαμορφωθεί σύμφωνα με την εξέλιξη της τιμής των πρώτων υλών.
- ο αρθ.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:

- ο 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:

- ο η μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου λόγω της χρήσης των βιοκαυσίμων θα είναι τουλάχιστον 35%,
- ο από την 1η Ιανουαρίου 2017, η μείωση εκπομπής αερίων του θερμοκηπίου από τη χρήση των βιοκαυσίμων θα είναι τουλάχιστον 50%,
- ο 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 θα αρχίσει 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 ενεργητικής αποδοτικότητας, σαν μια συνολική προσπάθεια μείωσης των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου στην Ε.Ε.

Άλλοι στόχοι και εφαρμογές της οδηγίας είναι οι ακόλουθοι:

- ο να θεσπιστεί κοινό πλαίσιο για την προώθηση της παραγόμενης από ΑΠΕ ενέργειας,
- ο να καθορίσει τους υποχρεωτικούς εθνικούς στόχους που σχετίζονται με την παραγωγή ενέργειας από ΑΠΕ στην τελική κατανάλωση πρωτογενούς ενέργειας, αλλά και τους σχετικούς με τη ανανεώσιμη ενέργεια στόχους για τις μεταφορές,

- ο να θεσπίσει τα πρότυπα για τις σχετικές με τις μεταφορές στατιστικές για τα κράτη μέλη, τα κοινά προγράμματα μεταξύ των κρατών μελών με τις εξωτερικές χώρες, τις εγγυήσεις προέλευσης, τις διαδικασίες διοίκησης, τις πληροφορίες, την πρόσβαση στο δίκτυο ισχύος για την παραγόμενη ανανεώσιμη ενέργεια.

Η οδηγία 2009/30/ΕΚ της 23ης Απριλίου 2009 στοχεύει στη βελτίωση της ατμοσφαιρικής ποιότητας και τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, μέσω περιβαλλοντικών προτύπων για τα καύσιμα. Διευκολύνει επίσης τον ήδη διαδεδομένο συνδυασμό βιοκαυσίμων στη βενζίνη και το πετρέλαιο και για να αποφεύγει 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 την πρόσμιξη των βιοκαυσίμων στη βενζίνη και το πετρέλαιο καθώς επίσης και με τη βελτίωση της τεχνολογίας παραγωγής στις εγκαταστάσεις διυλιστηρίων.

Για να γίνουν εφικτές αυτές οι περικοπές εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, η βενζίνη πρέπει να έχει 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.

Η οδηγία ενσωματώνει επίσης τα ίδια κριτήρια σχετικά με το περιβάλλον και την βιώσιμη ανάπτυξη, που αφορούν τα βιοκαύσιμα όπως αυτά θεσπίστηκαν στην οδηγία 2009/28/ΕΚ, επιβάλλει όρια στο περιεχόμενο του θείου και των μεταλλικών πρόσθετων ουσιών στα καύσιμα μηχανών και τέλος, ορίζεται αυστηρά η μέγιστη πίεση ατμού των καυσίμων, προκειμένου να ελαχιστοποιηθούν οι εκπομπές πτητικών ατμοσφαιρικών ρύπων. Τα αναθεωρημένα περιβαλλοντικά ποιοτικά πρότυπα καθώς επίσης και τα κριτήρια βιώσιμης ανάπτυξης για τα βιοκαύσιμα θα ισχύσουν από το 2011.

Τα κράτη μέλη όφειλαν να εναρμονίσουν την Οδηγία στην εθνική τους νομοθεσία ως τα τέλη του 2010.

### 5.3 Η Παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ευρώπη

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

Πίνακας 1: Δεδομένα παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ευρώπη (σε εκατομμύρια λίτρα) <sup>1</sup>

Η εκπλήρωση του στόχου της Οδηγίας της ΕΚ για το 2010 για αντικατάσταση 5,75% του πετρελαίου και της βενζίνης στο τομέα των μεταφορών, δημιούργησε μια απαίτηση για ποσότητα βιοκαυσίμων ύψους 760 PJ. Υποθέτοντας ότι η βιοαιθανόλη αντιστοιχεί στη μισή από αυτή τη ποσότητα, η απαίτηση για βιοαιθανόλη το 2010 στην Ευρώπη ήταν περίπου 14,5 εκατομμύρια τόνους (ή 18 εκατομμύρια m<sup>3</sup>). Επιπλέον η ζήτηση της βιοαιθανόλης αναμένεται να αυξηθεί τα επόμενα έτη λόγω της οδηγίας για τις ΑΠΕ.

Προκειμένου λοιπόν να εκπληρωθεί η αυξανόμενη απαίτηση για βιοαιθανόλη, δύο στρατηγικές μπορούν να εφαρμοστούν:

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

Η κυτταρινούχα βιομάζα είναι διαθέσιμη σε μεγάλες ποσότητες και με χαμηλό κόστος υπό μορφή γεωργικών (π.χ. άχυρο) και δασοκομικών υπολειμμάτων ή μπορεί να καλλιεργηθεί έχοντας υψηλή αποδοτικότητα ανά εκτάριο και χαμηλές ενεργειακές εισαγωγές, εάν συγκριθεί με αντίστοιχες συγκομιδές αμύλου και σακχάρων που χρησιμοποιούνται αυτήν την στιγμή. Η βιοαιθανόλη που παράγεται από την κυτταρίνη, αναμένεται να είναι οικονομικά πιο αποδοτική στη μείωση των αερίων εκπομπών του θερμοκηπίου από την τρέχουσα παραγωγή βιοαιθανόλης.

Αυτήν την περίοδο, τρεις τύποι διαδικασιών βασισμένων στην κυτταρίνη είναι υπό ανάπτυξη:

- η παραγωγή «κυτταρινικής» βιοαιθανόλης από κυτταρινούχα βιομάζα με φυσικό-χημική προγενέστερη επεξεργασία που ακολουθείται από την ενζυματική υδρόλυση, ζύμωση και την απόσταξη,
- η παραγωγή βιοαιθανόλης ή ενός μίγματος οιοπνευμάτων από κυτταρινούχα βιομάζα μέσω αεριοποίησης και στη συνέχεια καταλυτικής μετατροπής του συνθετικού αερίου σε αλκοόλες,
- η παραγωγή βιοαιθανόλης από κυτταρινούχα βιομάζα μέσω αεριοποίησης και στην συνέχεια ζύμωσης του συνθετικού αερίου σε αιθανόλη, ένας συνδυασμός δηλαδή θερμοχημικών και βιοχημικών τεχνικών.

Το έργο «SWEETHANOL» στοχεύει στην ανάπτυξη ενός ευρωπαϊκού προτύπου που θα χρησιμοποιεί το γλυκό σόργο ως πρώτη ύλη για την οικονομικά βιώσιμη παραγωγή βιοαιθανόλης. Η οικονομική βιωσιμότητα της παραγόμενης βιοαιθανόλης έγκειται στις χαμηλές απαιτήσεις σε νερό και λιπάσματα και στην ενεργειακή αξιοποίηση των υποπροϊόντων, που λαμβάνονται κατά τη διάρκεια της συγκομιδής και της απόσταξης. Αυτά τα στοιχεία συνεπάγονται μια σημαντική μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου. Επιπλέον το γλυκό σόργο επιβάλλει τη σύνδεση της παραγωγής βιοαιθανόλης με το σημείο παραγωγής της πρώτης ύλης, καθώς η πρώτη ύλη πρέπει να μεταφερθεί άμεσα στην μονάδα επεξεργασίας. Αυτή η προϋπόθεση μειώνει, τις δυνατότητες παραγωγής μεγάλων απομακρυσμένων εργοστασίων και εισαγάγει την ιδέα της αποκεντρωμένης παραγωγής.

Στην περίπτωση παραγωγής βιοαιθανόλης σε μια μονάδα, με μια ικανότητα παραγωγής 240.000 m<sup>3</sup> βιοαιθανόλης/έτος, οι τρέχουσες δαπάνες παραγωγής βιοαιθανόλης από σακχαρότευτλο στην Ευρώπη υπολογίζονται σε 0.50-0.55 €/λίτρο, από σιτάρι 0.55-0.60€/λίτρο, από πατάτα 0.85-0.90€/λίτρο, και από υπόλειμμα διεργασιών αμύλου 0.45-0.55€/λίτρο.

Οι δαπάνες παραγωγής εξαρτώνται έντονα από τις δαπάνες παραγωγής της πρώτης ύλης, οι οποίες αποτελούν το 50-70% των γενικών δαπανών. Μελλοντικά οι δαπάνες αναμένεται να μειωθούν, λόγω της ανάπτυξης της τεχνολογίας. Εντούτοις, η υψηλή ζήτηση για τη βιοαιθανόλη θα αυξήσει πιθανώς το κόστος πρώτων υλών σακχάρων και αμύλου. Οι δαπάνες παραγωγής βιοαιθανόλης από σακχαρότευτλο το 2020 υπολογίζονται σε 0.45-0.50€/λίτρο, από σιτάρι 0.50-0.55€/λίτρο, από πατάτα 0.80-0.85€/λίτρο, και από υπόλειμμα διεργασιών αμύλου 0.40-0.50€/λίτρο.

Η ΕΕ ακολουθεί ενεργά το στόχο της σχετικής Οδηγίας περί της αντικατάστασης το 10% των συμβατικών καυσίμων βενζίνης και πετρελαίου με καύσιμα από ΑΠΕ το 2020. Αυτό οδηγεί σε μια υψηλή ζήτηση για βιοκαύσιμα στην ευρωπαϊκή αγορά. Αυτή τη στιγμή η ευρωπαϊκή ζήτηση στην αγορά σε βιοαιθανόλη, εκπληρώνεται από τη χαμηλού κόστους βραζιλιάνικη βιοαιθανόλη καθώς επίσης και από την περισσότερο δαπανηρή βιοαιθανόλη που παράγεται στην Ευρώπη.

### 5.3.1 Πρώτες Ύλες

Για την παραγωγή βιοαιθανόλης μπορούν να χρησιμοποιηθούν διαφορετικές πρώτες ύλες. Το ποια θα επιλεγεί πρακτικά καθορίζεται από την αποδοτικότητα στην παραγωγή βιοαιθανόλης και τις σχετικές δαπάνες.

Ορίζονται τρεις τύποι πρώτων υλών για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

- A. Καλλιέργειες που περιέχουν άμεσα ζυμώσιμες σακχαρούχες ουσίες (όπως ο χυμός του γλυκού σόργου, του ζαχαροκάλαμου). Το ζαχαροκάλαμο είναι μια από τις σημαντικότερες καλλιέργειες βιοαιθανόλης και καλλιεργείται σε τροπικές περιοχές. Η Βραζιλία είναι ο κορυφαίος παγκόσμιος παραγωγός και κατέχει προβάδισμα σε σχέση με την Ινδία. Το 2002, η Βραζιλία συγκόμισε 372 εκατομμύρια τόνους ζαχαροκάλαμου και η Ινδία 279 εκατομμύρια τόνους. Στην Βραζιλία καλλιεργούνται 52.150.000 στρέμματα ζαχαροκάλαμου με μια παραγωγή που φθάνει τους 9,3 τόνους/στρέμμα συνολικής βιομάζας, από την οποία προκύπτουν 2,16 τόνοι ζάχαρης ανά στρέμμα. Ο χυμός που λαμβάνεται με τη συμπίεση του ζαχαροκάλαμου περιέχει περίπου 44% σακχαρόζη και 7% άλλα σάκχαρα, ως ξηρό βάρος. Στο σύνολο, 51% της ξηράς βιομάζας των στελεχών του ζαχαροκάλαμου αποτελείται από σάκχαρα που θα μπορούσαν να υποβληθούν σε ζύμωση για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Το υπόλοιπο μέρος αποτελείται από ίνες: κυτταρίνη, ημικυτταρίνη και λιγνίνη (ξηρά βιομάζα μέχρι 1,06 τόνους το στρέμμα). Ένα στρέμμα καλλιέργειας επιτρέπει την εξαγωγή 1,1 τόνων σακχάρων, συνήθως σακχαρόζης που θα μπορούσε να μετασχηματιστεί για να ληφθούν, κατά μέσον όρο, 570 λίτρα βιοαιθανόλης. Πράγματι, κάθε τόνος ζαχαροκάλαμου, από τον οποίο 770 κιλά αντιστοιχούν στα στελέχη του, επιτρέπει εξαγωγή περίπου 400 κιλών σακχάρων, που στη ζύμωση μετασχηματίζονται σε 160 κιλά βιοαιθανόλης. Η καλλιέργεια ενός στρέμματος ζαχαροκάλαμου απαιτεί ενέργεια περισσότερη από 1,67GJ.
- B. Καλλιέργειες που περιέχουν το άμυλο ως πηγή υδατανθράκων (όπως η μανιόκα, το καλαμπόκι, ο σίτος, το κριθάρι). Το καλαμπόκι είναι μια από τις πιο διαδεδομένες καλλιέργειες βιοαιθανόλης, τόσο στην ΕΕ όσο και τις ΗΠΑ και η καλλιέργειά του παράγει ένα μεγάλο ποσό βιομάζας, από το οποίο το 50% περίπου προέρχεται από τον καρπό. Με τη μηχανοποιημένη γεωργία, η παραγωγή ανά στρέμμα κατά μέσον όρο, είναι περίπου 0,9 τόνους/στρέμμα (φρέσκο βάρος καρπού, που περιέχει 15% νερό) και με πολύ ευνοϊκές συνθήκες, μπορεί να φτάσει σε τιμές 1-1,3 τόνους/στρέμμα. Ο καρπός του καλαμποκιού, που είναι η πρώτη ύλη για την παραγωγή βιοαιθανόλης, αποτελείται κατά 66% (ξηρό βάρος, μετά την αφαίρεση 15% υγρασίας) από άμυλο, 3.9% από φυτικά έλαια και σχεδόν 29% από γλουτένη με διαφορετικά ποσοστά πρωτεϊνών. Η παραγωγή της υπόλοιπης βιομάζας κυμαίνεται μεταξύ 0,7 και 1 τόνο ξηρού βάρους ανά στρέμμα. Προφανώς, τέτοιες υψηλές αποδόσεις είναι δυνατές μόνο με την εισαγωγή υψηλών εισροών ενέργειας για την καλλιέργεια του φυτού, αυξημένων ποσοτήτων αζώτου και νερού. Συνεπώς, η παραγωγή καλαμποκιού επιτυγχάνεται μόνο με την διάθεση σημαντικών εισροών κεφαλαίου για λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, εντομοκτόνα, πετρέλαιο κίνησης γεωργικών μηχανημάτων και ηλεκτρική ενέργεια.
- Γ Καλλιέργειες και υποπροϊόντα που περιέχουν κυτταρίνη και ημικυτταρίνη ως πηγή υδατανθράκων (όπως ο γιγαντιαίος κάλαμος, ο μίσχανθος, η λεύκα, αλλά προ πάντων τα γεωργικά υπολείμματα και τα απόβλητα). Η εναλλακτική λύση της χρησιμοποίησης των κυτταρινούχων υποπροϊόντων στην παραγωγή βιοαιθανόλης είναι σήμερα μια ιδιαίτερα ελπιδοφόρος επιλογή, λόγω της ευρείας διαθεσιμότητας τους στον κόσμο και για τη λύση που προσφέρουν στο πρόβλημα «τροφήμα εναντίον καυσίμων». Η ύπαρξη άφθονων κυτταρινούχων πόρων δικαιολογεί την σημαντική προσπάθεια πολλών εθνών στην ανάπτυξη και την προσαρμογή τεχνολογιών που σχετίζονται με την παραγωγή βιοκαυσίμων. Σε αυτήν την ομάδα πρώτων υλών βρίσκεται επίσης η βαγάσση ως ένα αγροβιομηχανικό υποπροϊόν. Η ιδέα της παραγωγής βιοαιθανόλης από τη βαγάσση προέρχεται από τις δεκαετίες του 1940 και του 1950 ενώ η παραγωγή αυτή έχει φτάσει σε εμπορικό επίπεδο σε μερικές μόνο ανεπτυγμένες χώρες.

Το γλυκό σόργο και η αγκινάρα της Ιερουσαλήμ, εκτός από το χαμηλότερο κόστος παραγωγής που έχουν σε σχέση με άλλες ενεργειακές καλλιέργειες, μπορούν να γίνουν κερδοφόρα για την παραγωγή βιοαιθανόλης, καθώς η βαγάσση που αποτελεί υπόλειμμα της εξαγωγής του χυμού των σακχάρων, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή ατμού και ηλεκτρικής ενέργειας σε μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας.

### 5.3.2 Διαδικασία Παραγωγής

Η διαδικασία παραγωγής βιοαιθανόλης είναι βασισμένη στην αλκοολική ζύμωση και αποτελείται από τα εξής στάδια: προεπεξεργασία των πρώτων υλών, φάση υδρόλυσης πολυσακχαριτών ή εξαγωγής σακχάρων, συμπύκνωση χυμού για την παραγωγή σιροπιού, ζύμωση, απόσταξη και αφυδάτωση. Σε ότι αφορά αυτά τα μέτρα, η παραλλαγή ανά πρώτη ύλη αφορά τροποποιήσεις

στις πρώτες φάσεις της διαδικασίας, όπως η επεξεργασία της πρώτης ύλης, η υδρόλυση των πολυσακχαριτών, η εξαγωγή των σακχάρων και η συμπύκνωση του χυμού ενώ τα υπόλοιπα βήματα μπορούν να θεωρηθούν κοινά για όλες τις περιπτώσεις.

#### Προεπεξεργασία πρώτων υλών

Αυτό το στάδιο περιλαμβάνει την προετοιμασία των πρώτων υλών η οποία είναι απαραίτητη για να καταστούν διαθέσιμα τα ζυμώσιμα σάκχαρα. Ανάλογα με τον τύπο πρώτης ύλης αυτή η προγενέστερη επεξεργασία μπορεί να ποικίλει.

Παραδείγματος χάριν, στην περίπτωση του σακχαρότευτλου, μια σημαντική καλλιέργεια βιοαιθανόλης στην ΕΕ, μετά από την συγκομιδή, τα καθαρισμένα τεύτλα υποβάλλονται σε επεξεργασία σε μηχανές κοπής για να ληφθούν λεπτές φέτες (cossettes) και υποβάλλονται στη συνέχεια σε σύνθλιψη για την εξαγωγή των σακχάρων.

Στην περίπτωση των δημητριακών, μετά από μια προκαταρκτική αποθήκευση στα σιλό, η προεπεξεργασία περιλαμβάνει τη διαδικασία της σύνθλιψης σε σφυρόμυλους για τη λήψη μιας σκόνης, που θα υποβληθεί σε επεξεργασία στο στάδιο της υδρόλυσης. Η ξηρή άλεση είναι η ευρύτετα χρησιμοποιημένη διαδικασία για τα δημητριακά, αν και είναι δυνατό να γίνει και υγρή άλεση με έναν μεγάλο αριθμό ενδιάμεσων σταδίων. Αν και με αυτήν την τεχνική θα μπορούσαν να ληφθούν περισσότερα υποπροϊόντα, το κόστος και η πολυπλοκότητα της δεν μπορούν να επεκταθούν στον τομέα της παραγωγής βιοαιθανόλης.

#### Υδρόλυση

Η διαδικασία της υδρόλυσης εφαρμόζεται, όταν οι πρώτες ύλες δεν περιέχουν άμεσα ζυμώσιμα σάκχαρα, αλλά πολυσακχαρίτες (π.χ. άμυλο, ινουλίνη, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη).

Η διαδικασία της υδρόλυσης εξαρτάται από τον τύπο των πολυσακχαριτών που υδρολύονται και από την πρώτη ύλη που χρησιμοποιείται.

- ο Υδρόλυση αμύλου: η υδρόλυση του αμύλου εκτελείται με την προσθήκη των ενζύμων α-αμυλάση και γλυκοαμυλάση. Κατά συνέπεια, η διαδικασία διαιρείται στο στάδιο της ρευστοποίησης, όπου τα αλεσμένα σιτηρά διαλύονται σε νερό και τα πρώτα ένζυμα προστίθενται για να μειώσουν το ιξώδες. Το δεύτερο στάδιο είναι το «μαγείρεμα», όπου ο τύπος ενζύμου που χρησιμοποιείται είναι α-αμυλάση. Το τελευταίο στάδιο είναι η σακχαροποίηση, όπου το ένζυμο που προστίθεται είναι η γλυκοαμυλάση. Σε αυτό το στάδιο, η δεξτράνη που λαμβάνεται από την πρώτη υδρόλυση διαιρείται σε μονομερή μόρια γλυκόζης. Αυτή η διαδικασία μπορεί να πραγματοποιηθεί σε μια θερμοκρασία μεταξύ 70 και 90 °C αν και σήμερα υπάρχουν ανθεκτικά στη θερμότητα ένζυμα και χρειάζονται θερμοκρασίες πάνω από 125-130 °C.
- ο Υδρόλυση ινουλίνης: η ινουλίνη, που συναντάται στην αγκινάρα της Ιερουσαλήμ, είναι ένας μακρομοριακός φρούτο-ολιγοσακχαρίτης που διαμορφώνει μία γλυκόζη και μια αλυσίδα φρουκτόζης. Αυτό το σάκχαρο υδρολύεται ενζυματικά ή με θερμική επεξεργασία σε όξινο pH. Στην περίπτωση της ενζυματικής υδρόλυσης της ινουλίνης, οι τύποι των χρησιμοποιούμενων ενζύμων, είναι η έξω-ινουλινάση και η ενδοινουλινάση. Η ενδοινουλινάση διαιρεί την αλυσίδα σε ενδιάμεσα σημεία. Ο συνδυασμός και των δύο ενζύμων εκτελεί την επιθυμητή διαδικασία. Η όξινη υδρόλυση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν εναλλακτική λύση της ενζυματικής υδρόλυσης. Συγκεκριμένα, η όξινη υδρόλυση πραγματοποιείται με ένα pH 3 ή 4, περισσότερο όξινο από την ενζυματική διαδικασία. Εκτός από το pH, η θερμοκρασία του χυμού θα αυξηθεί από 130 έως 180 °C. Ανάλογα με τη θερμοκρασία και το pH, ο χρόνος που απαιτείται για την υδρόλυση μπορεί να ποικίλει μεταξύ 3-4 λεπτών και 2 ωρών. Η όξινη υδρόλυση είναι μια διαδικασία γρηγορότερη από την ενζυματική υδρόλυση αλλά απαιτεί υψηλότερη θερμοκρασία και μπορεί να παράγει τοξικούς δευτεροβάθμιους μεταβολίτες (HMF) που έχουν επιπτώσεις στις διαδικασίες ζύμωσης.
- ο Υδρόλυση κυτταρινικών ενώσεων: στην περίπτωση της υδρόλυσης των κυτταρινικών ενώσεων, η απαραίτητη διαδικασία συνδυάζει διαφορετικούς τύπους υδρολύσεων, συμπεριλαμβανομένης μιας αρχικής χημικής (π.χ. με οξύ) ή φυσικό-χημικής υδρόλυσης (π.χ. έκρηξη ατμού, AFEX) και μια δευτεροβάθμιας ενζυματικής υδρόλυσης (δηλ. την ενδοκυτταρίνη, την εξωκυτταρίνη, την ημικυτταρίνη) για να παραγάγει τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η πρώτη φάση υδρόλυσης, η οποία γίνεται σε υψηλή θερμοκρασία και πίεση πραγματοποιεί μια μερική ρήξη της δομής των κυττάρων που επιτρέπει την περαιτέρω πρόσβαση των κυτταρολυτικών ενζύμων κατά τη διάρκεια της ενζυματικής υδρόλυσης.

#### Εξαγωγή χυμού σακχάρων

Η εξαγωγή εφαρμόζεται όταν οι πρώτες ύλες περιέχουν άμεσα ζυμώσιμα σάκχαρα.

Η διαδικασία εξαγωγής μπορεί να ποικίλει ανάλογα με τις πρώτες ύλες και την εφαρμοζόμενη τεχνολογία. Γενικά, η εξαγωγή μπορεί να πραγματοποιηθεί από άμεση σύνθλιψη με την χρήση κυλιόμενων μύλων (τεχνική που εφαρμόζεται στη βιομηχανία του ζαχαροκάλαμου και του γλυκού σόργου).

Σε αυτή τη διαδικασία, η εξαγωγή γίνεται χρησιμοποιώντας ζεστό νερό, ελέγχοντας την θερμοκρασία (75- 85°C), το pH (μεταξύ 6 και 7), την αναλογία πρώτης ύλης/ποσότητας νερού (1:0.3 -1:1) και το χρόνο επεξεργασίας (45 έως 65 λεπτά). Κατά συνέπεια, η απόδοση της εξαγωγής μπορεί να είναι περίπου 93-98%.

#### Ζύμωση σακχάρων

Η ζύμωση των σακχάρων θα γίνει χρησιμοποιώντας ενεργές ζύμες σε ιδανικές συνθήκες. Στην περίπτωση της παραγωγής βιοαιθανόλης, ο στόχος της διαδικασίας είναι να επιτευχθεί υψηλή παραγωγικότητα σε ένα μικρό χρονικό διάστημα, προκειμένου να καταστεί δυνατή η ελαχιστοποίηση της κυτταρικής ανάπτυξης και κυτταροδιαίρεσης, στην οποία δεν παράγεται αιθανόλη, ενώ τα σάκχαρα καταναλώνονται για να αυξήσουν την πυκνότητα των ζυμών ανά κυβικό μέτρο.

1. Προετοιμασία των ζυμών. Η διαδικασία αρχίζει με την προετοιμασία των ζυμών και περαιτέρω προετοιμασία των κύριων δεξαμενών. Οι κύριες δεξαμενές χρησιμοποιούνται για να διανείμουν τις ζύμες στις δεξαμενές ζύμωσης. Η διαδικασία προετοιμασίας των ζυμών, γίνεται με ένα διάλυμα πλούσιο σε σάκχαρα, γλυκόζη, φρουκτόζη ή σακχαρόζη σε μια μέση θερμοκρασία περί τους 35 °C με την προσθήκη ενός βακτηριδιοκτόνου και οξυγόνου. Το οξυγόνο μπορεί να συμπληρωθεί με την προσθήκη εργοστερόλης. Μόλις προετοιμαστούν και προσαρμοστούν οι ζύμες, η διαδικασία ζύμωσης μπορεί να γίνει είτε με μια ασυνεχή είτε με μια συνεχή διαδικασία. Πέρα απ' αυτά η επανάκτηση των ζυμών μετά από τη διαδικασία της ζύμωσης μπορεί να αυξήσει τη βιωσιμότητα, γεγονός που μειώνει τις δαπάνες συνολικής παραγωγής.
2. Αλκοολική Ζύμωση. Συνεχείς και ασυνεχείς διαδικασίες που εφαρμόζονται.
  - Συνεχής διαδικασία ζύμωσης. Η συνεχής διαδικασία γίνεται τοποθετώντας το χυμό σακχάρων μόνο στην πρώτη δεξαμενή, όπου συγχρόνως προστίθεται το διάλυμα με τις ζύμες. Από την πρώτη δεξαμενή ο χυμός ο οποίος έχει ζυμωθεί σε ένα χαμηλό ποσοστό, περνά στην επόμενη δεξαμενή και η ζύμωση συνεχίζεται διαρκώς έως και την τελευταία δεξαμενή οπότε και ο χυμός ζυμώνεται πλήρως. Το κύριο πρόβλημα με αυτό το σύστημα είναι ο κίνδυνος μόλυνσης. Εάν μια από τις συνεχείς δεξαμενές είναι μολυσμένη με βακτηρίδια, μπορεί να μολυνθεί όλο το σύστημα.
  - Ασυνεχής διαδικασία ζύμωσης. Είναι μια διαδικασία που πραγματοποιείται σε ανεξάρτητους αντιδραστήρες χωρίς την άμεση επικοινωνία μεταξύ τους. Σε αυτήν την περίπτωση, αν και η παραγωγή προϊόντων της ζύμωσης μπορεί να είναι χαμηλότερη από τη συνεχή ζύμωση, ο έλεγχος των μολύνσεων είναι καλύτερος και η ασφάλεια είναι υψηλότερη καθώς αυτό το σύστημα επιτρέπει την εύκολη απομόνωση της μολυσμένης δεξαμενής που αποτρέπει την επέκταση της μόλυνσης σε όλο το σύστημα.
3. Επανάκτηση ζύμης. Μετά από την διαδικασία της ζύμωσης, οι χρησιμοποιούμενες ζύμες ανακτώνται με φυγοκέντρηση, διαδικασία που βελτιώνει τη γενική απόδοση και πραγματοποιεί εξοικονόμηση των ζυμών κατά τη διάρκεια της διαδικασίας, μειώνοντας έτσι τις δαπάνες παραγωγής.

#### Απόσταξη

Η συγκέντρωση της βιοαιθανόλης στο προϊόν της ζύμωσης είναι 9-14% v/v και ο στόχος της απόσταξης, είναι να ληφθεί αιθανόλη με μια καθαρότητα της τάξης του 95-96%. Για αυτόν το λόγο, ο χυμός της ζύμωσης περνά από διάφορες στήλες απόσταξης, όπου το νερό και η αιθανόλη διαχωρίζονται καθώς αναρριχώνται στον πύργο.

Η κατανάλωση ενέργειας σε αυτό το στάδιο είναι κρίσιμη. Για αυτό τον λόγο, συνηθίζεται ο συνδυασμός με βήματα αλλαγής της συγκέντρωσης, εναλλαγή δηλαδή ζωνών υψηλού κενού με ζώνες ατμοσφαιρικής πίεσης, προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί η συνολική τελική κατανάλωση της διαδικασίας.

#### Αφυδάτωση

Η διαδικασία της αφυδάτωσης είναι απαραίτητη για την παραγωγή αιθανόλης καθαρότητας 99.8%, που ονομάζεται άνυδρη αιθανόλη. Αυτός ο τύπος αιθανόλης είναι η πρώτη ύλη για την παραγωγή ETBE και μπορεί να συνδυαστεί άμεσα με τη βενζίνη.

Η διαδικασία της αφυδάτωσης πραγματοποιείται μετά από την απόσταξη του προϊόντος της ζύμωσης. Η αιθανόλη, μετά από την εξάτμιση, φιλτράρεται σε ένα «μοριακό» κόσκινο από ζεόλιθους. Αυτός ο τύπος «μοριακού» φίλτρου συγκρατεί επιλεκτικά τα μόρια νερού, αυξάνοντας το ποσοστό της αιθανόλης πέρα από το αζεοτροπικό σημείο.

Μετά τη διαδικασία της αφυδάτωσης, η αιθανόλη πρέπει να απομονωθεί, χωρίς οποιαδήποτε επαφή μεταξύ αυτής και της ατμόσφαιρας. Η άνυδρη αιθανόλη είναι σε θέση να απορροφήσει την περιβαλλοντική υγρασία. Για αυτόν τον λόγο, μόλις αφυδατωθεί, η αποθήκευση και η μεταφορά πρέπει να πραγματοποιούνται σε μια ατμόσφαιρα χωρίς αέρα, από άζωτο και CO<sub>2</sub>.

#### *Συγκέντρωση παραπροϊόντος*

Σχεδόν το 90% του προϊόντος της απόσταξης θα μετατραπεί σε ένα παραπροϊόν μηδενικής περιεκτικότητας σε αλκοόλ, το οποίο μπορεί να αξιοποιηθεί με διάφορους τρόπους. Η πιο συνηθισμένη χρήση του είναι η συγκέντρωσή του και η ξήρανση για χρήση σε ζωοτροφές. Η συγκέντρωση αυτή πραγματοποιείται ταυτόχρονα με τη διαδικασία της απόσταξης, υπό πίεση κενού, ώστε να μειωθεί το ενεργειακό κόστος που συνδέεται με αυτή τη διαδικασία.

### 5.3.3 Προϊόντα και υποπροϊόντα

Μπορεί το κύριο προϊόν της διεργασίας να είναι βιοαιθανόλη, αλλά σήμερα, η έννοια της «βιο-διύλισης» δείχνει τον δρόμο που πρέπει να ακολουθηθεί σε τέτοιου είδους διαδικασίες, την αύξηση δηλαδή των υποπροϊόντων που μπορούν να ληφθούν στις εγκαταστάσεις βιοαιθανόλης. Εκτός δηλαδή της βιοαιθανόλης, μπορεί να ληφθούν: CO<sub>2</sub>, θερμική ισχύς, ηλεκτρική ενέργεια, βιομεθάνιο, λιγνίνη, βιο-πλαστικά κ.α.

#### *Βιοαιθανόλη*

Η βιοαιθανόλη είναι το κύριο προϊόν της διεργασίας. Ο βαθμός καθαρότητας της βιοαιθανόλης ποικίλει ανάλογα με το πεδίο εφαρμογής: για συνδυασμό με βενζίνη ή για την παραγωγή ETBE στις εγκαταστάσεις καθαρισμού, είναι απαραίτητο να χρησιμοποιηθεί άνυδρη αιθανόλη με καθαρότητα της τάξης του 99,6-99,8%. Αντιθέτως, στην περίπτωση της χρήσης καυσίμων βιοαιθανόλης 100% (E100), η αιθανόλη που απαιτείται δεν είναι αναγκαίο να είναι απόλυτα καθαρή. Συνεπώς, η χρήση της αζεοτροπικής αιθανόλης θα ήταν αρκετή.

Θεωρώντας ότι η παραγόμενη βιοαιθανόλη θα χρησιμοποιηθεί για να αναμιχτεί με βενζίνη ή για την παραγωγή ETBE, μια πρόσθετη ουσία προστίθεται στη βιοαιθανόλη πριν αυτή αφήσει το εργοστάσιο, ώστε να αποτρέψει την χρήση της ως πόσιμο οινόπνευμα. Συνήθως η πρόσθετη αυτή ουσία είναι η ίδια η βενζίνη, ή μικρές αναλογίες ενώσεων που δημιουργούν μια πολύ δυσάρεστη γεύση και χρώμα.

#### *CO<sub>2</sub>*

Κατά τη διάρκεια της διαδικασίας της ζύμωσης, εκτός από το αλκοόλ, παράγεται επίσης CO<sub>2</sub>. Αυτό το αέριο χρησιμοποιείται στη βιομηχανία τροφίμων για την παρασκευή αεριούχων ποτών, καθώς και για την παραγωγή άλλων προϊόντων που παρουσιάζουν ενδιαφέρον, όπως ο ξηρός πάγος.

#### *Παραγωγή ηλεκτρισμού και θερμότητας*

Η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας είναι ένας από τους παράγοντες κλειδί για να εξασφαλιστεί η οικονομική αποδοτικότητα των εγκαταστάσεων παραγωγής βιοαιθανόλης, εξετάζοντας την υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Συνεπώς η χρήση των υποπροϊόντων (ξηρών στελεχών (βαγάσσης)) για την τροφοδότηση μιας μονάδας ΣΗΘ θεωρείται αναγκαία σε αυτόν τον τύπο των εγκαταστάσεων. Η παραγωγή ενέργειας μπορεί να έχει δύο διαφορετικές εφαρμογές: την ίδια χρήση στις εγκαταστάσεις παραγωγής ή/και την πώληση της στην ΔΕΗ.

Η διαδικασία παραγωγής γίνεται με ατμό υψηλής πίεσης σε στροβίλους παραγωγής (με μια πίεση μεταξύ 25 και 68 bar) χρησιμοποιώντας τον τελικό ατμό για την παραγωγή της ηλεκτρικής ενέργειας.

Η υπόλοιπη θερμότητα, που δεν μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να καλύψει τη θερμική απαίτηση των εγκαταστάσεων της μονάδας (π.χ. φάση απόσταξης).

Το DDG και τα DDGS, είναι τα υπόλοιπα που λαμβάνονται από τη ρευστοποίηση των σιτηρών κόκκων πριν από τη ζύμωση. Ο όρος DDG αφορά τα στερεά υπολείμματα, που λαμβάνονται από τα σιτηρά και που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή βιοαιθανόλης, ενώ ο όρος DDGS αναφέρεται στα στερεά υπολείμματα σιτηρών αναμειγμένα με τα υγρά και στερεά υπολείμματα ζύμωσης. Και στις δύο περιπτώσεις, αυτοί οι τύποι προϊόντων είναι πλούσιοι σε πρωτεΐνες και ίνες υψηλής ποιότητας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για ζωική τροφή.

Εξετάζοντας άλλες πρώτες ύλες για την παραγωγή της βιοαιθανόλης εκτός από τα δημητριακά, τα στερεά υπολείμματα που λαμβάνονται από τις συγκεκριμένες πρώτες ύλες μετά την εξαγωγή σακχάρων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ζωική τροφή. Παραδείγματος χάριν η ξηρή πουύλπα ζαχαροτεύτλων, που λαμβάνεται μετά την εξαγωγή σακχάρων, μετά από την ανάμιξη με στερεά ή υγρά υπολείμματα και την ακόλουθη ξήρανση, είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και πολύ δημοφιλές προϊόν για ζωοτροφές.

Η προτεινόμενη αξιοποίηση των υπολειμμάτων του ζαχαροκάλαμου και του γλυκού σόργου, είναι η καύση σε μονάδες ΣΗΘ για την παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας. Κατά συνέπεια, αυτό το είδος των υποπροϊόντων δεν χρησιμοποιείται συνήθως για τη διατροφή των ζώων.

#### 5.4 Παραγωγή βιοαιθανόλης στον κόσμο: πρώτες ύλες και νέες ευκαιρίες

Η **Βραζιλία** 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 στην Βραζιλία πωλούν βιοαιθανόλη, σε μίγμα 25% βιοαιθανόλη 75% βενζίνη (E25).

Οι **ΗΠΑ** είναι ο δεύτερος μεγαλύτερος καταναλωτής και παραγωγός βιοαιθανόλης στον κόσμο. Η παραγωγική ικανότητα βιοαιθανόλης των ΗΠΑ αυξήθηκε από 4 δισεκατομμύρια 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, οι 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 και το Ηνωμένο Βασίλειο 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.

Η αυξανόμενη τιμή ζάχαρης, σε συνδυασμό με τις δυσμενείς καιρικές συνθήκες στις σημαντικότερες περιοχές παραγωγής οδήγησαν σε μια πτώση στην παραγωγή βιοαιθανόλης στην Βραζιλία από 27.1 δισεκατομμύρια λίτρα το 2008 σε 26.3 δισεκατομμύρια 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 ελαχιστοποιηθεί το κλείσιμο εγκαταστάσεων.

Αυτοκίνητα με ευελιξία καυσίμου (FFV), που μπορούν να χρησιμοποιήσουν καθαρή βιοαιθανόλη, ή οποιοδήποτε μίγμα βιοαιθανόλης-βενζίνης, παρέχουν 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.

## 6. ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΕΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

### 6.1. Ευρωπαϊκή Ένωση

Τα βιοκαύσιμα αντιπροσωπεύουν ένα σημαντικό εγχείρημα στην παρεμπόδιση της ρύπανσης και στην υποστήριξη της χρήσης της ανανεώσιμης ενέργειας: συνολικά περίπου 40% των εκπομπών του CO<sub>2</sub> παγκοσμίως προκαλούνται από τον τομέα των μεταφορών.

Για να κατανοήσουμε τις στρατηγικές που η ΕΕ έχει θέσει σε εφαρμογή για την αύξηση της χρήσης των βιοκαυσίμων και ιδίως της βιοαιθανόλης, είναι απαραίτητο να αναλυθεί η ευρωπαϊκή νομοθεσία και οι στρατηγικές που έχουν υιοθετηθεί από κάθε χώρα.

Συγκεκριμένα, οι στρατηγικές της Επιτροπής σχετικά με τα βιοκαύσιμα μπορούν να συνοψισθούν σε τρία βασικά σημεία<sup>2</sup>:

1. την προώθηση της χρήσης των βιοκαυσίμων τόσο στις χώρες της ΕΕ όσο και στις αναπτυσσόμενες χώρες
2. την προώθηση της χρήσης βιοκαυσίμων σε μεγάλη κλίμακα, μέσω της βελτίωσης της ανταγωνιστικότητας τους σε όρους κόστους παραγωγής, της βελτιστοποίησης της παραγωγικής διαδικασίας, της χορηγίας της έρευνας για τα βιοκαύσιμα δεύτερης γενιάς, της υποστήριξης της διείσδυσής τους στην αγορά και της κλιμάκωσης των έργων επίδειξης.
3. την ανάλυση των διαθέσιμων επιλογών για τις χώρες της ΕΕ, που ενθαρρύνουν την ανάπτυξη των βιοκαυσίμων.

Το έγγραφο τονίζει, πώς η στρατηγική αυτή μπορεί να εφαρμοστεί με επτά συγκεκριμένες δράσεις:

1. τόνωση της ζήτησης για βιοκαύσιμα, με έμφαση στις φοροαπαλλαγές.
2. διασφάλιση των περιβαλλοντικών οφελών με έμφαση στα πλεονεκτήματα των βιοκαυσίμων, όσον αφορά τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και τη διασφάλιση της προστασίας της βιοποικιλότητας.
3. την ανάπτυξη της παραγωγής και της διανομής βιοκαυσίμων, τονίζοντας τις δυνατότητες που προσφέρονται από τα βιοκαύσιμα σε επίπεδο τοπικής ανάπτυξης και τη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας
4. επέκταση της ετήσιας διαθεσιμότητας πρώτων υλών, την αναθεώρηση της πολιτικής των ενισχύσεων, όπως π.χ. την Κοινή Αγροτική Πολιτική.
5. αύξηση των ευκαιριών για το εμπόριο βιοκαυσίμων, μελέτη της δυνατότητας διαχωρισμού των τελωνειακών κωδικών για τα βιοκαύσιμα.
6. στήριξη ευρωπαϊκών και αναπτυσσόμενων κρατών, δημιουργία εθνικών πλαισίων για τα βιοκαύσιμα
7. τη συνέχιση της στήριξης της έρευνας και ανάπτυξης, ιδίως προκειμένου να βελτιωθούν οι διαδικασίες παραγωγής και να μειωθεί το κόστος.

Βασισμένα σε αυτές τις στρατηγικές, τα κράτη μέλη έχουν την ευελιξία να προωθήσουν τις κατάλληλες ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και τα βιοκαύσιμα, σύμφωνα με τις δυνατότητές και τις συγκεκριμένες προτεραιότητές τους.

Όσον αφορά την παραγωγή και την κατανάλωση βιοαιθανόλης, μετά την ανάπτυξη της σχετικής ευρωπαϊκής στρατηγικής, τα στοιχεία για την ΕΕ, την Ελλάδα, την Ιταλία και την Ισπανία παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα.

Χώρα	Παραγωγή 2008	Κατανάλωση 2008	Παραγωγή 2009	Κατανάλωση 2009
<b>Ελλάδα</b>	0	0	0	0
<b>Ιταλία</b>	30,471	58,040	36,566	118,014
<b>Ισπανία</b>	189,431	93,179	221,934	152,193
<b>ΕΕ των 27</b>	1,148,265	1,773,788	1,865,766	2,339,241

**Πίνακας 2: Σύγκριση παραγωγής και κατανάλωσης βιοαιθανόλης τα έτη 2008-2009, σε Ελλάδα, Ιταλία, Ισπανία, ΕΕ των 27 (σε ΤΙΠ)<sup>3</sup>**

Το ποσοστό κατανάλωσης βιοκαυσίμων στις μεταφορές ήταν 3.4% το 2008, 4% το 2009 και η εκτίμηση του EurObserv'ER για το 2010 είναι 4.8%. Οι αριθμοί φανερώνουν την απόκλιση από τον στόχο του 5.75% της οδηγίας 2003/30/EK.

Στη παρούσα κατάσταση η αγορά βιοαιθανόλης της ΕΕ, ελέγχεται από μεγάλους βιομηχανικούς ομίλους και μεγάλους γεωργικούς συνεταιρισμούς των βιομηχανιών ζάχαρης και οινοπνεύματος, καθώς η διαδικασία αφορά κυρίως στην επεξεργασία δημητριακών σε μεγάλες εγκαταστάσεις. Η κατάσταση αυτή θα αλλάξει εάν η παραγωγή γίνει σε αποκεντρωμένες μικρομεσαίες μονάδες, η κατασκευή των οποίων είναι ένας από τους στόχους του προγράμματος SWEETHANOL.

## 6.2 Ελλάδα<sup>4</sup>

Το 2005, ακολουθώντας την οδηγία 2003/30/EK, 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 στην αύξηση του μεριδίου 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:

- ο δόθηκε στους αγρότες επιχορήγηση 4,5 €/στρέμμα ενεργειακής καλλιέργειας
- ο προσφέρθηκε επιχορήγηση 6 €/στρέμμα καλλιέργειας στις μονάδες παραγωγής βιοντίζελ που διαθέτουν επίσης καλλιέργειες
- ο τα βιοκαύσιμα δεν υπόκειντο στο φόρο ορυκτού καυσίμου
- ο τα διυλιστήρια υποχρεώθηκαν να χρησιμοποιήσουν όλο το βιοντίζελ
- ο 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 επέτρεψε τη διανομή μιγμάτων υψηλότερης ποσόστωσης από τα μίγματα που έθεσε το Ανώτατο Χημικό Συμβούλιο (ΑΧΣ), με την προϋπόθεση ότι τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά των μιγμάτων 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 οι 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.

### 6.3. Ιταλία

Η Ιταλική στρατηγική που ρυθμίζει τη χρήση των βιοκαυσίμων είναι βασισμένη:

- ο στην εφαρμογή των ευρωπαϊκών προτύπων αναφοράς, προκειμένου να επιτευχθούν οι στόχοι της ΕΕ
- ο στην παροχή κατάλληλων μορφών κινήτρων.

Ειδικότερα, υπάρχει αναφορά στην Οδηγία περί βιοκαυσίμων, 2003/30/ΕΚ, που εφαρμόστηκε στον νόμο περί χρηματοδοτήσεων του 2007. Ο νόμος αυτός, καθιερώνει ένα σαφές και ακριβές νομικό πλαίσιο ορίζοντας μια συγκεκριμένη πορεία από το 2008 με στόχο την συμμετοχή των βιοκαυσίμων σε ποσοστό 2% το 2010 και καταλήγει με την παραγωγή ενός ποσοστού 5,75%.

Στο τέλος του 2009, οι στόχοι αυτοί αναθεωρήθηκαν και ο στόχος για το 2010 τέθηκε στο 3,5%.

Η επίτευξη των στόχων, είναι βασισμένη και στη φορολόγηση των ατόμων που το χρησιμοποιούν ως υγρό καύσιμο.

Εκτός από τη στρατηγική που ορίζεται από το Νόμο Χρηματοδότησης, η κυβέρνηση παρέχει εγγυήσεις για την κατανάλωση των βιοκαυσίμων και την υιοθέτηση των παρακάτω δύο διαταγμάτων:

- ο Εθνικό διάταγμα Ν.110, 29 Απριλίου 2008, της ΜΙΡΑΑΡ, προβλέπει ρητά τις διαδικασίες για την υλοποίηση των υποχρεώσεων σχετικά με την χρήση των βιοκαυσίμων, προσδιορίζοντας την ποιότητα και τα πρόσωπα που αφορούν.
- ο Εθνικό διάταγμα Ν.100, 23 Απριλίου, 2008, του ΜΣΕ, καθορίζει ένα πλαίσιο κυρώσεων για όσους δεν πραγματοποιούν μίξη καυσίμου.

Τα έτη 2007 και 2008, δεσμεύτηκαν κεφάλαια ύψους € 73 εκατομμυρίων για την περίοδο 2007-2010, που θα διατίθενται για τη μερική μείωση του φόρου κατανάλωσης στη βιοαιθανόλη για μια ποσότητα 250.000 τόνων.

Κατά τη διάρκεια του 2009 η κυβέρνηση μείωσε τα διαθέσιμα κίνητρα. Το 2010, ο προϋπολογισμός μειώθηκε περαιτέρω και τα κίνητρα πέρασαν από € 73 εκατομμύρια μόνο σε € 3.8 εκατομμύρια.

Πρόσφατα, η Ιταλία έχει μεταθέσει την οδηγία 2009/28/ΕΚ, με το εθνικό σχέδιο δράσης και με την έγκριση σχεδίου νομοθετικού διατάγματος, για να προωθήσει τη χρήση των βιοκαυσίμων κίνησης. Ο στόχος για τα εναλλακτικά καύσιμα, είναι η αντικατάσταση 253.000.000 ΤΙΠ ως το 2020. Η εθνική

νομοθεσία, περιέχει αυτή την στιγμή μια υποχρέωση που προδιαγράφει την αναγκαστική διάθεση μια ποσόστωσης βιοκαυσίμων στην κατανάλωση.

Οι πιο πρόσφατες υποχρεωτικές ποσοστώσεις ορίστηκαν από το υπουργικό διάταγμα της 25ης Ιανουαρίου 2010: 3.5% για το 2010, 4% για το 2011, 4.5% για το 2012.

Η Ιταλική παραγωγή βιοαιθανόλης ήταν 36.565 ΤΙΠ το 2009, οι οποίοι παρήχθησαν από γεωργικές πρώτες ύλες (πχ. υπόλειμμα από τη βιομηχανία κρασιού), με ικανότητα 138.214 ΤΙΠ, σύμφωνα με την κατάσταση των εγκαταστάσεων που παρουσιάζονται στον πίνακα 3<sup>5</sup>.

Οι τρέχοντες μηχανισμοί κινήτρων δεν κατάφεραν να ενεργοποιήσουν μια εθνική αλυσίδα αγροτικής παραγωγής βιοαιθανόλης από ενεργειακές καλλιέργειες, παρά μόνο την έρευνα. Στην πραγματικότητα, για να βελτιωθεί αυτή η αλυσίδα είναι σημαντικό να συμμετέχουν οι αγρότες στον σχεδιασμό, να αναπτυχθούν φυτά για καλλιέργειες μικρής και μέσης κλίμακας, να βελτιωθεί η έρευνα και να αναπτυχθούν οι τεχνολογίες για τη βιοαιθανόλη δεύτερης γενιάς.

Όνομα	Τοποθεσία	Περιφέρεια	Δυναμικό (τόνοι/έτος)	Κατάσταση
I.M.A. S.r.l.	Trapani	Sicilia	172.000	Σε λειτουργία
CAVIRO S.r.l.	Faenza	Emilia- Romagna	43.000	Σε λειτουργία
Mossi & Ghisolfi S.r.l.	Tortona	Piemonte	45.000	Υπό κατασκευή
<b>Σύνολο</b>			260.000	

**Πίνακας 2: Λίστα μονάδων βιοαιθανόλης Ιταλίας<sup>6</sup>**

#### 6.4 Ισπανία

Η Ισπανία έχει ασχοληθεί με τη νομοθεσία σχετικά με τη βιοαιθανόλη από το 1992 με την θεσμοθέτηση πολλών νόμων, που επηρεάζουν την παραγωγή και την διάθεση βιοκαυσίμων. Κάθε νόμος, εντολή ή απόφαση έχει αναπτυχθεί με βάση πάντα την Ευρωπαϊκή Νομοθεσία.

Στην Ισπανία, μπορεί κανείς να βρει λεπτομερείς νόμους για την χρήση της βιοαιθανόλης και του βιοντίζελ που αναμιγνύονται με καύσιμα. Παραδείγματος χάριν, έχουν καταγραφεί οι ακόλουθοι νόμοι και τα Βασιλικά Διατάγματα (R.D.) :

- ο Νόμος 38/1992 για τον ειδικό φόρο κατανάλωσης
- ο Β.Δ.1165/1995 για φόρους και κανονισμούς
- ο Νόμος 40/1995 για τις φοροαπαλλαγές σε πειραματικά προγράμματα βιοκαυσίμων
- ο Β.Δ.1739/2003, της 19ης Δεκεμβρίου, που τροποποιεί τους Κανονισμούς Φορολόγησης και Φοροαπαλλαγών
- ο Τροποποίηση του άρθρου 105 για τα βιοκαύσιμα που χρησιμοποιούνται στα πειραματικά προγράμματα
- ο Χαρακτηρισμός ενός έργου ως πιλοτικού πραγματοποιείται, όταν η παραγωγή καυσίμων δεν υπερβαίνει τα 5.000 λίτρα το χρόνο. Η συμφωνία για την αναγνώριση της απαλλαγής, είναι δυνατόν να ισχύσει για 5 έτη το μέγιστο. Η αιθυλική αλκοόλη υπάγεται, στους νόμους που αφορούν το οινόπνευμα και τα παραγόμενα ποτά ακόμα και στην πρώιμη αυτή μορφή.
- ο Β.Δ. 1700/2003. Προδιαγραφές και χρήση των βιοκαυσίμων. Μαρκάρισμα για τα μίγματα επάνω από 5% v/v
- ο Β.Δ. 218/2004. Πληρωμές ανά έκταση στους παραγωγούς των ενεργειακών καλλιεργειών
- ο Ενίσχυση 45 € το χρόνο ανά εκτάριο των ενεργειακών καλλιεργειών
- ο Καλλιεργήσιμη έκταση που ωφελείται από τη βοήθεια: 1.500.000 εκτάρια
- ο Β.Δ. 61/2006 και 774/2006, που καθιερώνουν τις προδιαγραφές για τα υγρά καύσιμα και που τροποποιούν το καθεστώς φοροαπαλλαγών

- ο Β.Δ. 61/2006 της 31ης Ιανουαρίου, για τον καθορισμό των προδιαγραφών της βενζίνης, του diesel, του μαζούτ και των υδροπονημένων αερίων πετρελαίου και για τη ρύθμιση της χρήσης ορισμένων βιοκαυσίμων. Άρθρο 8. Χρήση των βιοκαυσίμων, των μιγμάτων βιοκαυσίμων και των ορυκτών καυσίμων: Σύγκλιση στις γενικές προδιαγραφές των τελευταίων
- ο Β.Δ. 774/2006 της 23ης Ιουνίου, που τροποποιεί τους κανονισμούς φοροαπαλλαγών.

Εκτός από τα διατάγματα και τους νόμους, η κυβέρνηση προσπαθεί να προωθήσει την παραγωγή και χρήση των βιοκαυσίμων? και άλλων ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, μέσω του Σχεδίου για την Ανανεώσιμη Ενέργεια (ΣΑΕ) στην Ισπανία το 2005-2010, που έχει εγκριθεί από το Συμβούλιο των Υπουργών τον Αύγουστο του 2005.

Το ΣΑΕ, είχε ως στόχο την κάλυψη της δέσμευσης για συμβολή των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας στην συνολική εγκατεστημένη ισχύ κατά 12.1% το 2010, στην κάλυψη της εγχώριας κατανάλωσης ενέργειας σε ποσοστό 30.3%, αλλά και στην συμμετοχή των βιοκαυσίμων σε ποσοστό 5.83% στην κατανάλωση βενζίνης και diesel.

Εκτιμάται, ότι η δημιουργία θέσεων εργασίας λόγω της ανάπτυξης των βιοκαυσίμων, θα ανέρθει σε 13.600 θέσεις εργασίας (14% των προβλεπόμενων για τις ΑΠΕ). Συνολικά, η προώθηση του τομέα αυτού έχει συνδεθεί με μια προσπάθεια ανάπτυξης των θέσεων απασχόλησης ως κύριο στόχο.

Στην περίπτωση της βιομηχανίας βιοκαυσίμων, η κύρια δημόσια στήριξη έχει παρασχεθεί μέσω της θέσπισης μηδενικού φόρου για τους παραγόμενους βιο-υδρογονάνθρακες, υπολογίζοντας συνολικό ποσό φοροαπαλλαγών ύψους 2,855 εκατ. ευρώ για την περίοδο 2005 - 2010.

Η πρόοδος στην Ισπανία, όσον αφορά την παραγωγή βιοαιθανόλης, έχει αποτυπωθεί σε διάφορα έργα παραγωγής βιοκαυσίμων, τόσο ολοκληρωμένων όσο και υπό κατασκευή.

Όνομα	Περιοχή	Περιφέρεια	Δυναμικό (τόνοι/έτος)	Κατάσταση
<b>Albiex</b>	Villanueva de la Serena	Badajoz	110,000	Υπό κατασκευή
<b>Ecobarcial</b>	Barcial del Barco	Zamora	145,000	Υπό κατασκευή
<b>Sniaze Biofuels</b>	Torrelavega	Cantabria	126,000	Υπό κατασκευή
<b>Biocarburantes Castilla y León</b>	Babilafuente	Salamanca	158,000	Σε λειτουργία
<b>Bioetanol de la Mancha</b>	Alcázar de San Juan	Ciudad Real	26,000	Σε λειτουργία
<b>Bioetanol Galicia</b>	Teixeiro	A Coruña	139,000	Σε λειτουργία
<b>Ecocarburantes Españoles</b>	Cartagena	Murcia	118,000	Σε λειτουργία
<b>Villarejo Bioetanol (Experimental)</b>	Villarejo de Orbigo	León	200	Σε λειτουργία
<b>Bio Europa 2</b>	Puertollano	Ciudad Real	150,000	Σε λειτουργία
<b>Bioener Energía (EVE y Abengoa)</b>	Zierbana	Vizcaya	126,000	Σε λειτουργία
<b>Bioetanol DosBio 2010 (Miranda)</b>	Miranda de Ebro	Burgos	65,000	Σε λειτουργία
<b>Σύνολο</b>			1,363,000	

Πίνακας 3: Λίστα μονάδων βιοαιθανόλης στην Ισπανία<sup>7</sup>

## 7. ΓΛΥΚΟΣ ΣΟΡΓΟΣ

### 7.1 Γιατί γλυκός σόργος;<sup>8,9,10,11,12,13,14</sup>

Το “σόργο” ανήκει στην οικογένεια Αγρωστώδη ή Αγρωστίδες (Graminae) και περιλαμβάνει 60 περίπου είδη ποωδών φυτών. Το «σόργο το δίχρωμο, (Sorghum bicolor, L. Moench)» χρησιμοποιείται κυρίως για την παραγωγή σιροπιού, αλκοόλης και τα τελευταία έτη για την παραγωγή βιοαιθανόλης.

Το καλλιεργούμενο σόργο ανάλογα με την χρήση του ταξινομείται ως:

- A. Καρποδοτικός σόργος. Συνήθως είναι ποικιλίες-νάνοι ύψους 50-80 εκατ., οι οποίες καλλιεργούνται για τον καρπό. Ο καρποδοτικός σόργος είναι η 4η σημαντικότερη καλλιέργεια δημητριακών παγκοσμίως μετά από το σιτάρι, το ρύζι και τον αραβόσιτο
- B. Χορτοδοτικός σόργος. Χρησιμοποιείται για παραγωγή ενσιρώματος και σανού για βόσκηση λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη και ίνες.
- C. Κυτταρινούχος σόργος. Ψηλό, λεπτό και πλούσιο σε κυτταρίνη και ημικυτταρίνη. Εν αντιθέσει, με το γλυκό σόργο, το κυτταρινούχο έχει σχετικά μικρή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα.
- D. Σόργο για σκουπόχορτο. Χρησιμοποιείται κυρίως για την κατασκευή σκουπών από τις μακριές διακλαδώσεις της ταξιανθίας του.
- E. Γλυκό σόργο. Ποικιλίες με χοντρά και ψηλά στελέχη με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο στέλεχος (κυρίως σακχαρόζη), τα οποία είναι εύκολα ζυμώσιμα.

Όλες οι ποικιλίες σόργου μοιράζονται ως ένα βαθμό ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως τον υψηλό ρυθμό φωτοσύνθεσης, την ευαισθησία στην διάρκεια της φωτοπεριόδου και στην θερμοκρασία, καθώς επίσης και ορισμένα μορφολογικά χαρακτηριστικά όπως το μεγάλο στέλεχος και την τροπική προέλευση.

Το γλυκό σόργο, ξεχωρίζει λόγω της υψηλής ικανότητας να συσσωρεύει σάκχαρα. Είναι σκόπιμο να χρησιμοποιείται το όνομα «γλυκό σόργο» και όχι μόνο ο όρος σόργος, για τις ποικιλίες που συσσωρεύουν σάκχαρα στο στέλεχος και κατά συνέπεια έχουν ενδιαφέρον για την παραγωγή βιοαιθανόλης όμοια με άλλα είδη φυτών πλούσιων σε σακχαρόζη όπως είναι το ζαχαροκάλαμο ή το ζαχαρότευτλο.

Το γλυκό σόργο είναι ένα φυτό, τύπου C<sub>4</sub>. Μεταξύ των άλλων ιδιοτήτων, τα φυτά τύπου C<sub>4</sub> έχουν μια χαρακτηριστική ανατομία φύλλου, που ονομάζεται «ανατομία Kranz». Αυτή η ιδιαιτερότητα επιτρέπει την υψηλή αξιοποίηση ηλιακής ακτινοβολίας και την υψηλή φωτοσυνθετική απόδοση, σε σύγκριση με τα φυτά τύπου C<sub>3</sub>. Ο ρυθμός φωτοσυνθετικής αφομοίωσης είναι ιδιαίτερα αξιοσημείωτος σε συνθήκες υψηλής ηλιακής ακτινοβολίας. 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, τα στελέχη αντιπροσωπεύουν συνήθως περισσότερο από το 75% του τελικού βάρους της βιομάζας (σε ξηρό βάρος), αν και το ποσοστό των στελεχών μπορεί να μεταβάλλεται ανάλογα με την ποικιλία, φτάνοντας έως και το 90% του τελικού βάρους.

Τα σάκχαρα που συσσωρεύονται στα στελέχη του γλυκού σόργου είναι υδατοδιαλυτά, εύκολα ζυμώσιμα, κυρίως σακχαρόζη και ένα συγκεκριμένο ποσό γλυκόζης και φρουκτόζης. Η συγκέντρωση του χυμού στα στελέχη είναι 65-80%. **Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο χυμό των στελεχών είναι 9-15%**. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα στο φρέσκο μίσχο είναι 7,9-12,0%. Στην ημερομηνία συγκομιδής, η συγκέντρωση σακχάρων στα στελέχη (στο ξηρό βάρος) μπορεί να κυμανθεί μεταξύ 20-45% (από το οποίο το μεγαλύτερο μέρος είναι σακχαρόζη).

Η παραγωγή βιομάζας του γλυκού σόργου σε καλλιέργειες με δυνατότητα άρδευσης του φυτού και ήπιο μεσογειακό κλίμα, είναι μεταξύ 2,5-3,5 τόνους (ξηρή κατάσταση) /στρέμμα. Αν η αναλογία στελεχών είναι (σε 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, ενώ θα μπορούσε να καλλιεργηθεί και σε εδάφη με χαμηλή περιεκτικότητα οργανικών ουσιών. Το εύρος του pH, όπου μπορεί να αναπτυχθεί είναι επίσης μεγάλο (5,0-8,5).

Το γλυκό σόργο είναι ανθεκτικός 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 εδάφη. Αυτή η ευρεία προσαρμοστικότητα, επιτρέπει στο γλυκό σόργο να καλλιεργείται εκεί όπου άλλα είδη δεν είναι δυνατό να καλλιεργηθούν. Όσον αφορά τις απαιτήσεις σε νερό, στη 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 τον 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.



**Εικόνα 1: Καλλιέργεια γλυκού σόργου στο Ούντινε (Ιταλία)<sup>15</sup>**

Η σπορά του γλυκού σόργου γίνεται εύκολα (0,3-0,6 κιλά σπόρου/στέμμα) και ολόκληρη η διαδικασία παραγωγής μπορεί να αυτοματοποιηθεί εντελώς. Τα κομμένα στελέχη πρέπει αμέσως μετά το θερισμό και σε σύντομο χρονικό διάστημα να επεξεργαστούν, για να μην αρχίσουν τα σάκχαρα να αλλοιώνονται. Μία λύση για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος είναι η συμπίκνωση του χυμού των σακχάρων.

Ακόμη ένα θετικό χαρακτηριστικό του 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.

Η επεξεργασία του γλυκού σόργου παράγει διάφορα υποπροϊόντα, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για ενεργειακούς σκοπούς. Μερικές ποικιλίες επίσης παράγουν αμυλούχους σπόρους, που μπορούν να επεξεργαστούν για την παραγωγή βιοαιθανόλης πρώτης γενιάς. Η βαγάσση (το υπόλειμμα των στελεχών που προκύπτει μετά την εξαγωγή χυμού) μπορεί να χρησιμοποιηθεί με δύο τρόπους: α) για τη παραγωγή βιοαιθανόλης δεύτερης γενιάς, β) για την παραγωγή θερμότητας ή ηλεκτρικής ενέργειας σε μονάδες συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας. Επομένως, το γλυκό σόργο θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή βιοκαυσίμων πρώτης και δεύτερης γενιάς συγχρόνως, ενώ τα φύλλα και η βαγάσση θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν επίσης ως ζωοτροφή.

Συνοψίζοντας, οι λόγοι για τους οποίους το γλυκό σόργο έχει επιλεγεί ως καλλιέργεια 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 συνθήκες περιβάλλοντος, οι απαιτήσεις του σε νερό (χαμηλότερες από άλλες αρδευόμενες

καλλιέργειες όπως ο αραβόσιτος ή το ζαχαροκάλαμο), η αντίστασή του στην ξηρασία, η εύκολη αυτοματοποίηση της παραγωγής και η εύκολη αξιοποίηση της βιολογίας.

## 7.2 Περιγραφή Βοτανολογίας<sup>16,17,18,19,20,21</sup>

Συστηματική Ταξινόμηση Γλυκού Σόργου

Συνομοταξία: *Magnoliophyta*

Ομοταξία: *Liliopsida*

Υφομοταξία: *Commelinidae*

Τάξη: *Cyperales*

Οικογένεια: *Poaceae*

Φυλή: *Andropogoneae*, Υπο φυλή: *Sorghinae*

Γένος: *Sorghum* Moench

Είδος: *Sorghum bicolor* (L.) Moench, Υποείδος : *Sorghum bicolor* subsp. *bicolor*

Όλα τα είδη σόργου, που ανήκουν βοτανολογικά στην ομάδα *Sorghum bicolor* έχουν  $2n = 20$  χρωμοσώματα.

Το σόργο *bicolor* προέρχεται πιθανότατα από την Αφρική (από τα βρόχινα εδάφη μεταξύ της Αιθιοπίας και του Σουδάν) και η ανακάλυψή του έγινε γύρω στα έτη 4.000-3.000 π.Χ. .Εισήχθη στην Ινδία (~ 1.500-1.000 π.Χ.), τη Μέση Ανατολή (~ 900-700 π.Χ.) και την Άπω Ανατολή (~ 400 π.Χ.), ενώ η εισαγωγή του στην Αμερική ήταν πιο πρόσφατη (~ 1850 μ.Χ.).

### Μορφολογία

#### Τα στελέχη

Τα στελέχη του σόργου είναι συνήθως στερεά, όπως του ζαχαροκάλαμου. Το χαρακτηριστικό αυτό αποτελεί εξαίρεση για την οικογένεια ποωδών, όπου ανήκει το γλυκό σόργο. Τα στελέχη αποτελούνται από ένα μεταβλητό αριθμό εναλλασσόμενων γονάτων και μεσογονάτιων. Το ύψος τους κυμαίνεται από 0,5 έως 5 m και το πλάτος της βάσης του στελέχους από 1,5 έως 5 cm.



**Εικόνα 2: Κομμένο στέλεχος γλυκού σόργου<sup>22</sup>**

Η κάθετη διατομή του στελέχους αποτελείται από ένα εξωτερικό στέμμα που φέρει πολυάριθμες αγγειακές δέσμες, πυκνά τοποθετημένες. Μέσα σε αυτό το στέμμα υπάρχει μαλακός ιστός που αποτελείται κυρίως από παρεγχυματικούς ιστούς, όπου εμφανίζονται ορισμένα διασκορπισμένα αγγεία. Τα περισσότερα από τα σάκχαρα, κυρίως σακχαρόζη, συσσωρεύονται σε αυτό το τμήμα του φυτού.

Τα χαρακτηριστικά κάθε ποικιλίας αλλά και οι συνθήκες καλλιέργειας όπως η διάταξη των φυτών και οι κλιματικές συνθήκες (δηλ. περίοδος φωτός και θερμοκρασία) έχουν μια σημαντική επιρροή στην δυνατότητα ανάπτυξης τέτοιων παραφυάδων.

Φύλλα

Το γλυκό σόργο αναπτύσσει συνήθως από 7 έως 24 αντιδιαμετρικά τοποθετημένα φύλλα κατά μήκος του στελέχους ανάλογα με την ποικιλία, το γεωγραφικό πλάτος και τον τελικό βαθμό ανάπτυξης. Συνήθως αναπτύσσεται ένα φύλλο ανά κόμβο.

Τα φύλλα έχουν ανοιχτό πράσινο χρώμα, παράλληλη διάταξη νευρών, και φέρουν μια μακριά θήκη που αγκαλιάζει το μίσχο και ένα λεπιδιοφόρο φύλλο το μήκος του οποίου κυμαίνεται από 30 έως 135 εκατ. και πλάτος από 1.5 έως 13 εκατ. Το φύλλο είναι επίπεδο, αν και σε περίπτωση έλλειψης νερού μπορεί να διπλώσει προς τα πάνω, όπως συμβαίνει στον αραβόσιτο. Στόματα διαπνοής συναντώνται και στις δύο πλευρές του φύλλου.

#### Άνθιση

Η ταξιανθία είναι φόβη συμπαγής ή αραιή και από τους κόμβους των διακλαδώσεων της εκφύονται τα σταχύδια. Το μήκος της δεν είναι σταθερό και όταν η ταξιανθία είναι πλήρως ανεπτυγμένη, μπορεί να φτάσει τα 60 cm (περιλαμβάνεται το στέλεχος).

Κάθε σταχύδιο αποτελείται από δυο λέπυρα και δυο άνθη, το ένα γόνιμο και το άλλο άγονο. Το γόνιμο άνθος αποτελείται από το χιτώνα και τη λεπίδα, τρεις στήμονες και ύπερο.

#### Καρπός

Είναι μονός ή καρύψη με μια κατά προσέγγιση στρογγυλεμένη μορφή και διαφορετικούς χρωματισμούς, ανάλογα με την ποικιλία. Ο καρπός του γλυκού σόργου είναι συνήθως μικρότερος από αυτόν του καρποδοτικού σόργου. Το βάρος χιλίων σπόρων είναι περίπου 21 γραμμάρια, με διακύμανση μεταξύ 16-28 γραμμάρια.

#### Σύστημα ριζών

Το σύστημα ριζών είναι τυχαίο με ινώδεις και πλευρικές ρίζες και μπορεί να εκτείνεται μέχρι 1,5 m. Η κύρια ρίζα έχει μορφή που μοιάζει με αυτή της οικογένειας των ποωδών, γερνά πρόωρα και αντικαθίσταται από ρίζες που δημιουργούνται στο υπόγειο μέρος του στελέχους. Επιπλέον, το γλυκό σόργο αναπτύσσει ρίζες-στηρίγματα από τους οφθαλμούς βάσης με παρόμοιο τρόπο όπως ο αραβόσιτος, οι οποίες βοηθούν στην υποστήριξη του στελέχους.

#### Βιολογικά χαρακτηριστικά

**Στάδιο ανάπτυξης:** άνοιξη-καλοκαίρι στα εύκρατα κλίματα. Ο κύκλος ανάπτυξης διαρκεί περίπου 4 μήνες, από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο, ανάλογα με τη γεωγραφική θέση και την ποικιλία. Ο μέγιστος ρυθμός ανάπτυξης (στάδιο ανάπτυξης βλαστού) συμπίπτει με τη περίοδο μέγιστης ηλιοφάνειας. Το γλυκό σόργο έχει έναν πολύ γρήγορο κύκλο ανάπτυξης.

**Κύρια στάδια ανάπτυξης:** φύτευμα, δημιουργία παραφυάδων, ανάπτυξης βλαστού, εμφάνιση άνθησης, ανθοφορία, ωρίμανση. Αν σπέρνεται την άνοιξη, σε μεσαίες θερμοκρασίες, ο σπόρος φυτρώνει στο έδαφος κατά κανόνα σε 7-10 ημέρες. Το χρονικό διάστημα από το φύτευμα έως την ανάπτυξη παραφυάδων είναι περίπου 30-40 ημέρες και από το φύτευμα έως την βλαστική ανάπτυξη από 47 έως 55 ημέρες. Το στάδιο της βλαστικής ανάπτυξης εξαρτάται από την ποικιλία και διαρκεί συνήθως 30-90 ημέρες. Η άνθιση συμβαίνει συνήθως 5-7 ημέρες μετά την εμφάνιση των ταξιανθιών. Η ωρίμανση είναι και αυτή ένα στάδιο ιδιαίτερα μεταβλητό, ανάλογα με την ποικιλία, και η περίοδος κρατάει συνήθως 30 ημέρες μετά την εμφάνιση της ταξιανθίας.

**Συγκέντρωση σακχάρων:** υπάρχει ένας συσχετισμός μεταξύ του βαθμού ωριμότητας και της περιεκτικότητας σε σάκχαρα στα στελέχη του σόργου. Η επιλογή ποικιλίας, η ημερομηνία σποράς και οι συνθήκες καλλιέργειας είναι οι κύριοι παράγοντες που σχετίζονται με την βελτιστοποίηση της συγκέντρωσης σακχάρων. Η μέγιστη συγκέντρωση συμβαίνει αφότου εμφανιστεί η ταξιανθία και ειδικά μετά την άνθιση. Στις περιοχές όπου η θερμοκρασία το Σεπτέμβριο είναι χαμηλή, η ανάπτυξη του σόργου διακόπτεται νωρίς και η συγκέντρωση σακχάρων σταματά. Τα σάκχαρα που αποθηκεύονται στα στελέχη είναι κυρίως σακχαρόζη, γλυκόζη και φρουκτόζη. Όσο ωριμότερο είναι το σόργο, τόσο υψηλότερη είναι η περιεκτικότητα σε σακχαρόζη και τόσο χαμηλότερη η περιεκτικότητα σε γλυκόζη και φρουκτόζη.

### **7.3 Τεχνολογίες στην καλλιέργεια και τη συγκομιδή <sup>23,24,25,26,27,28,29</sup>**

Το γλυκό σόργο είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και σε διαφορετικά χαρακτηριστικά εδαφών, οι δε ποικιλίες έχουν μια διαφορετική απόκριση ανά φωτοπερίοδο, ενώ υπάρχει επίσης ένα ευρύ φάσμα ποικιλιών που επιτρέπει την προσαρμογή σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης. Λόγω των παραπάνω, το γλυκό σόργο μπορεί να αναπτυχθεί σε ένα ευρύ φάσμα αγροτικών περιβαλλοντικών συνθηκών.

### 7.3.1 Εδαφολογική προετοιμασία

Επαρκής προετοιμασία των αγρών απαιτείται για να διευκολυνθεί η ανάπτυξη των φυτών και να αφαιρεθούν τα ζιζάνια με τη χρήση ζιζανιοκτόνων (π.χ. glyphosate).

Η εδαφολογική προετοιμασία θα γίνει λαμβάνοντας υπόψη το σύστημα άρδευσης που είναι διαθέσιμο για τη καλλιέργεια. Το σόργο ανταποκρίνεται καλά στη μέθοδο άρδευσης με στενά και αβαθή αυλάκια που αποτρέπει τον σχηματισμό λιμναζόντων υδάτων. Σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να δημιουργηθούν αυλάκια και αναχώματα στο στάδιο της εδαφολογικής προετοιμασίας. Σε περίπτωση άρδευσης με τεχνητή βροχή ή σταγονίδια η επιφάνεια του εδάφους ισοπεδώνεται ή διατηρείται επίπεδη.

### 7.3.2 Λίπανση

Η δόση της λίπανσης εξαρτάται από την εδαφολογική γονιμότητα και την επιθυμητή παραγωγικότητα. Στα μεσογειακά κλίματα, όπου η εδαφολογική γονιμότητα είναι από χαμηλή έως μέτρια, οι ανάγκες λίπανσης είναι περίπου: 10-15 kg N, 6-10 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 6-10 kg K<sub>2</sub>O ανά στρέμμα. Συνιστάται το άζωτο να εφαρμόζεται δύο φορές: πριν την σπορά και 20-30 ημέρες μετά από το φύτευμα.

### 7.3.3 Σπορά

Οι θερμοκρασίες για τη βλάστηση του σόργου πρέπει να είναι υψηλότερες από 10-12 °C και δεν πρέπει να υπάρχει οποιοσδήποτε κίνδυνος παγετού. Η κατάλληλη εδαφολογική υγρασία εξαρτάται από την ικανότητα συγκράτησης εδαφικής υγρασίας σε κάθε τύπο εδάφους. Λαμβάνοντας υπόψη το κύκλο ζωής και το γεγονός ότι το στάδιο της συγκέντρωσης σακχάρων επηρεάζεται από τις χαμηλές θερμοκρασίες, η σπορά στα μεσογειακά κλίματα πρέπει να εκτελεσθεί αρχές Μαΐου έτσι ώστε το σόργο να μπορεί να είναι σε θέση να ολοκληρώσει τον κύκλο του. Η σπορά εκτελείται συνήθως σε σειρές απόστασης 0.75 m με μια απόσταση 0.10-0.15 m ανά φυτό στη σειρά και βάθος >5 cm. Η δόση της σποράς εξαρτάται από την ποικιλία και την βλαστική ικανότητα των σπόρων, με το ειδικό βάρος του σπόρου να κυμαίνεται συνήθως από 30 έως 70 σπόρους ανά gr. Μια δοκιμαστική σπορά συστήνεται πριν από την γενικευμένη καλλιέργεια.

Η επιλογή της ποικιλίας είναι εξαιρετικά σημαντική για να λάβει κανείς μια καλή παραγωγή. Οι ποικιλίες με μεγάλο κύκλο ζωής είναι συνήθως παραγωγικότερες από ότι αυτές με σύντομο κύκλο ζωής. Εντούτοις, σε μερικές τοποθεσίες οι ποικιλίες μεγάλων κύκλων δεν ενδείκνυνται επειδή οι θερμοκρασίες πρέπει να είναι υψηλές καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου για να γίνει πλήρης εκμετάλλευση των δυνατοτήτων της ποικιλίας. Στα μεσογειακά κλίματα αυτός ο όρος σημαίνει ότι η θερμοκρασία πρέπει να είναι ήπια ή θερμή το Σεπτέμβριο.

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

### 7.3.4 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 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/m<sup>3</sup> νερού για την ποικιλία Keller).

Το γλυκό σόργο μπορεί να αναπτυχθεί σε συνθήκες ελαφριάς λειψυδρίας αλλά οι αποδόσεις του επηρεάζονται.

### 7.3.5 Προστασία καλλιεργειών

Από τα πρώτα στάδια της καλλιέργειας, δηλαδή από τη σπορά μέχρι περίπου όταν η φυτεία έχει ύψος 1 m, το σόργο είναι πολύ ευαίσθητο στον ανταγωνισμό των ζιζανίων. Η χρήση ζιζανιοκτόνου

είναι επιβεβλημένη αμέσως μετά την σπορά, καθώς η βλάστηση του σόργου είναι πολύ γρήγορη, η συγκομιδή μπορεί να επηρεαστεί εάν το ζιζανιοκτόνο εφαρμοστεί αργότερα.

Τα παράσιτα και οι ασθένειες είναι παρόμοια με αυτές του καλαμποκιού και του ζαχαροκάλαμου στις περιοχές που αυτά καλλιεργούνται εκτεταμένα, όπως στις ΗΠΑ και την Βραζιλία. Κανένα παράσιτο ή ασθένεια δεν έχει παρατηρηθεί στις καλλιέργειες της Κεντρικής Ισπανίας, παρά μόνο περιστασιακή εμφάνιση ξυλοφάγων.

Οι κύριες αβιοτικές ζημιές που μπορούν να πλήξουν το γλυκό σόργο είναι το κρύο και το πλάγιασμα των φυτών.

1. Κρύο: Η σωστή επιλογή των ποικιλιών (μήκος κύκλου) και η ημερομηνία σποράς είναι αναγκαία για την πρόληψη ζημιών λόγω κρύου.
2. Πλάγιασμα: Είναι απαραίτητη η σωστή επιλογή των ποικιλιών (ύψος φυτού, διάμετρος στελέχους) όπως επίσης και η σωστή επιλογή της συχνότητας αζωτούχου λίπανσης καθώς και της ημερομηνίας συγκομιδής.
3. Τοποθεσία: Σε χώρους όπου είναι πιθανή η ζημιά λόγω αέρα, συνιστώνται ποικιλίες μικρότερου ύψους με χαμηλότερη πιθανότητα πλαγιάσματος 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.

### 7.3.6 Συγκομιδή

Η συγκομιδή πρέπει να πραγματοποιηθεί όταν φθάνει η συγκέντρωση 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 άνθιση. Προφανώς η ακριβής στιγμή εξαρτάται από την ποικιλία και τις κλιματικές συνθήκες. Συστήνεται ο συχνός προσδιορισμός της συγκέντρωσης σακχάρων στα στελέχη 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 στελεχών στη βάση τους και την απόρριψη των φύλλων.

Υπάρχουν διάφορες μελέτες για τη μηχανοποίηση της συγκομιδής γλυκού σόργου. Μερικά από τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι: θεριζοαλωνιστικές μηχανές ζαχαροκάλαμου, θεριστικές μηχανές που τεμαχίζουν και δεματιάζουν τα στελέχη και ενσιρωκοπτικές μηχανές.

### 7.3.7 Μετά τη συγκομιδή

Παρά το γεγονός ότι το γλυκό σόργο είναι μια ενδιαφέρουσα καλλιέργεια για τη βιοαιθανόλη ακόμη και στα εύκρατα κλίματα, έχει σημειωθεί μόνο μικρή πρόοδος στη διεύδυση αυτής της καλλιέργειας στη γεωργία. Ένας από τους λόγους είναι το μικρό χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ σποράς και συγκομιδής. Η περιεκτικότητα σε υγρασία στη συγκομιδή είναι πολύ υψηλή (70-80%) και οι θερμοκρασίες κατά το χρόνο συγκομιδής είναι ήπιες. Μετά λοιπόν από την κοπή ή τον τεμαχισμό, αρχίζει μια απώλεια χυμού. Επιπλέον η αλλοίωση των σακχάρων (ανεπιθύμητες ζυμώσεις) ενεργοποιείται πολύ γρήγορα λόγω της υψηλής υγρασίας και της υψηλής συγκέντρωσης εύκολα ζυμώσιμων σακχάρων. Για να αποτραπούν οι ζυμώσεις, το γλυκό σόργο πρέπει να συγκομιστεί γρήγορα και η παραχθείσα συγκομιδή πρέπει να υποβληθεί σε επεξεργασία στις σχετικές εγκαταστάσεις άμεσα. Στα εύκρατα κλίματα (π.χ. μεσογειακά κλίματα) η περίοδος συγκομιδής μειώνεται καθώς οι καιρικές συνθήκες μπορεί να οδηγήσουν σε ζημιές λόγω κρύου, πλαγιάσματος ή απώλειας σακχάρων. Με άλλα λόγια, το πρόβλημα είναι ο αντίκτυπος της υψηλής εποχικότητας αυτής της καλλιέργειας στην παραγωγή και στη βιομηχανική διαδικασία.

Διάφορα μέτρα έχουν προταθεί για να αποτρέψουν τα προαναφερθέντα προβλήματα. Ένα από αυτά είναι να καλλιεργούνται ποικιλίες διαφορετικού μήκους κύκλου (από μικρό έως μεγάλο κύκλο ζωής) ή να συνδυαστούν διάφορες καλλιέργειες φυτών που σχετίζονται με την παραγωγή σακχάρων ώστε να αυξηθεί η περίοδος συγκομιδής & επεξεργασίας. Ένα άλλο μέτρο είναι να εξαχθεί ο χυμός των στελεχών, να επεξεργασθεί και να παραχθεί σιρόπι.



**Εικόνα 3: Θερμισμός του γλυκού σόργου<sup>30</sup>**

#### **7.4 Προγράμματα αναπαραγωγής<sup>31,32,33,34</sup>**

Το γλυκό σόργο έχει μελετηθεί ως εναλλακτική καλλιέργεια για σάκχαρα / παραγωγή αιθανόλης στις εύκρατες περιοχές, από το τέλος του δέκατου ένατου αιώνα. Προγράμματα αναπαραγωγής αποσκοπούν στην παραγωγή κρυσταλλικών σακχάρων και σιροπιού, τη βελτίωση των αποδόσεων υδατανθράκων, αλλά και την πρόληψη της ανθράκωση των φύλλων και της κόκκινης σήψης του στελέχους. Σήμερα μελετώνται αρκετά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου, όπως το ποσοστό εκχύλισης χυμού, η τιμή °Brix, τα μη αναγωγικά σάκχαρα, τα ολικά σάκχαρα και η ενζυμική διαδικασία. Επί του παρόντος, πραγματοποιούνται δράσεις μελέτης αναπαραγωγής γλυκού σόργου στο ευρωπαϊκό έργο SWEETFUEL, με την υποστήριξη της Ευρωπαϊκής Επιτροπής (7ο Πρόγραμμα Πλαίσιο).

##### 7.4.1 Αναπαραγωγή σε περιβάλλον ελεγχόμενης θερμοκρασίας

Η θερμοκρασία συνδέεται με την περίοδο ανάπτυξης και ανθίσματος και συσχετίζεται επίσης με την παραγωγή στελεχών και την περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Το γλυκό σόργο αναπτύσσεται σε υψηλή ακτινοβολία και προσαρμόζεται στα νότια ευρωπαϊκά κλίματα αλλά η ανάπτυξή του είναι περιορισμένη στην Κεντρική Ευρώπη και το Βορρά λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών, οι οποίες έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή βιομάζας. Ο κύριος στόχος αυτού του προγράμματος είναι η προσαρμογή γλυκού σόργου στις χαμηλές θερμοκρασίες. Επιδιώκεται η υψηλή απόδοση βιομάζας, η ικανότητα στήριξης, η ανοχή στο κρύο, ή γρήγορη και ομοιογενής βλάστηση και η ανθεκτικότητα στις ασθένειες. Η αναπαραγωγή και η δοκιμή ποικιλιών πραγματοποιούνται στις ευρωπαϊκές χώρες που συμμετέχουν στο πρόγραμμα SWEETFUEL: στην Γερμανία, την Ιταλία και τη Γαλλία.

##### 7.4.2 Αναπαραγωγή σε περιβάλλον που εμφανίζει ξηρασία

Ένας από τους βασικούς περιοριστικούς παράγοντες για αυτήν την καλλιέργεια είναι η αναγκαία ποσότητα νερού, παρά το γεγονός ότι οι απαιτήσεις σε νερό είναι χαμηλότερες από αυτές του ζαχαροκάλαμου. Οι στόχοι του προγράμματος αναπαραγωγής, επίσης, στο πλαίσιο του έργου SWEETFUEL, είναι η βελτίωση του χυμού στα στελέχη, με ταυτόχρονη αποφυγή των συνεπειών της ξηρασίας αλλά και η αύξηση της περιεκτικότητας σε σάκχαρα. Οι δραστηριότητες αυτές διεξάγονται στην Ινδία, το Μεξικό και τη Νότια Αφρική.

##### 7.4.3 Αναπαραγωγή σε περιβάλλον με εδάφη χαμηλής γονιμότητας

Το σόργο είναι ένα κατάλληλο για καλλιέργεια φυτό σε εκτάσεις που βρίσκονται σε ημι-άνυδρες και ημι-υγρές περιοχές υποτροπικού και τροπικού κλίματος, όπως είναι οι υγρές σαβάνες. Η οξύτητα του εδάφους και η τοξικότητα που σχετίζεται με το αλουμίνιο είναι σημαντικά εμπόδια σε αυτές τις περιοχές. Τα προγράμματα αναπαραγωγής, σκοπεύουν κυρίως στο να οδηγήσουν σε βελτίωση της γενετικής ανοχής σε αυτούς τους περιορισμούς, που θα μπορούσε να οδηγήσει σε υψηλότερες

αποδόσεις βιομάζας, μεγαλύτερες ποσότητες χυμού στελέχους και περιεκτικότητα σακχάρων. Και αυτοί οι στόχοι περιλαμβάνονται στο έργο SWEETFUEL με τις εμπειρίες να προέρχονται από χώρες όπως η Βραζιλία ή η Νότιος Αφρική.

## 7.5. Εμπειρία της ΕΕ στην καλλιέργεια γλυκού σόργου

Ελλάδα<sup>35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42</sup>

Στην Ελλάδα, όπως και στις περισσότερες ευρωπαϊκές χώρες, η βιοαιθανόλη εισήχθη στην αγορά με την οδηγία 2003/30/EK και πρόσφατα έγινε σημείο ιδιαίτερης προσοχής με την οδηγία για τις ΑΠΕ. Προς το παρόν παραγωγή βιοαιθανόλης δεν υπάρχει.

Οι ποικιλίες του σόργου που σχετίζονται με την παραγωγή βιοαιθανόλης βρίσκονται μεταξύ των σημαντικών ενεργειακών καλλιεργειών, λόγω της υψηλής περιεκτικότητας σε σάκχαρα, της αντοχής στην ξηρασία και τις χαμηλές απαιτήσεις σε θρεπτικές ουσίες. Στην παραγωγή βιομάζας και αιθανόλης, το γλυκό σόργο κατέχει μια εξέχουσα θέση λόγω της υψηλής φωτοσυνθετικής του ικανότητας.

Η ΕΕ έχει χρηματοδοτήσει τα τελευταία χρόνια διάφορες ερευνητικές μελέτες για το γλυκό σόργο (προγράμματα όπως το AIR, το FAIR, κ.λπ.), που υλοποιήθηκαν από τα ελληνικά ερευνητικά κέντρα, προκειμένου να εξεταστεί εάν η καλλιέργεια του γλυκού σόργου αποτελεί μια εναλλακτική και οικονομικά βιώσιμη ενεργειακή καλλιέργεια.

Το ΚΑΠΕ σε συνεργασία με το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Πανεπιστήμιο Πατρών, μέσω της συμμετοχής σε εθνικά και ευρωπαϊκά ερευνητικά προγράμματα, έχει καλλιεργήσει πειραματικούς αγρούς σε πολλές περιοχές της Ελλάδας.

Τα αποτελέσματα των πειραμάτων αυτών είναι ίδια με τις μέσες τιμές των αποδόσεων υπό πλήρη άρδευση και λίπανση σε μεσογειακά κλίματα.

Ερευνητές (Δαλιάνης Κ., Αλεξοπούλου Ε., Δρέκας Ν., Scooter Ch) έχουν μελετήσει την επίδραση της πυκνότητας των φυτών, τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και την τελική παραγωγή σε γλυκό σόργο της ποικιλίας Keller. Τα φυτά σπάρθηκαν σε γραμμές η απόσταση των οποίων ήταν 0.7 m και οι αποστάσεις των οποίων στην ίδια γραμμή ήταν 5,10,15 και 20 εκατ. Διαπιστώθηκε ότι η πυκνότητα 7100 φυτά/στρέμμα (δηλ. απόσταση 20 εκατ.) έδωσε τις καλύτερες παραγωγές σε φρέσκια και ξηρή βιομάζα (περίπου 11,3 τόνους σε υγρή κατάσταση/στρέμμα). Αυτή η πυκνότητα είχε επίσης το μεγαλύτερο αριθμό φύλλων και το μεγαλύτερο ύψος φυτών.

Επίσης οι ίδιοι ερευνητές ως τμήμα της ερευνητικής ομάδας του ΚΑΠΕ μελέτησαν στις αρχές της δεκαετίας του '90 την προσαρμοστικότητα των ποικιλιών του γλυκού σόργου σε διάφορες περιοχές της χώρας και την επιρροή των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και λίπανσης αζώτου. Διαπιστώθηκε ότι η ποικιλία Keller ήταν η αποδοτικότερη σε φρέσκια βιομάζα: οι παραγωγές κυμάνθηκαν από 8,7 ως 14,4 τόνους σε υγρή κατάσταση/στρέμμα και σε 0,9 έως 1,2 τόνους σάκχαρα ανά στρέμμα.

Η άρδευση φαίνεται να έχει επιπτώσεις στα αγρονομικά χαρακτηριστικά και τις παραγωγές βιομάζας και σακχάρων. Αντίθετα, η λίπανση αζώτου δεν φαίνεται να έχει επιπτώσεις στην παραγωγή φρέσκιας βιομάζας και της περιεκτικότητας σε σάκχαρα. Η ομάδα μελέτησε επίσης την επίδραση των αβιοτικών παραγόντων σε φυσιολογικές παραμέτρους συγκομιδής όπως οι παράμετροι διαπνοής, χρήσης νερού και ηλιακής ακτινοβολίας. Οι παραγωγές κυμάνθηκαν από 10-12 τόνους φρέσκιας βιομάζας ανά στρέμμα. Ο συντελεστής αξιοποίησης ακτινοβολίας είναι 3.5 g db/MJ και ο συντελεστής αξιοποίησης νερού είναι 0.55 kg/mm νερού.

Σε πιο πρόσφατα πειράματα στα τέλη του 90, η ερευνητική ομάδα του ΚΑΠΕ μελέτησε τα αγρονομικά χαρακτηριστικά και τις αποδόσεις, καθώς και την επίδραση των διαφορετικών επιπέδων άρδευσης και λίπανσης αζώτου σε ορισμένες ποικιλίες (δηλαδή Sofra, Korral, Colley, Keller, Mn 1500) και υβρίδια γλυκού σόργου. Επιβεβαίωσαν ότι οι πιο παραγωγικές ήταν οι ποικιλίες Keller και MN 1500. Οι αποδόσεις των ποικιλιών αυτών κυμαίνονται σε 10,5 – 11,5 τόνους/ στρέμμα για πυκνότητα 1.100 φυτά/στρέμμα. Σε αυτά τα πειράματα βρήκαν επιπτώσεις της λίπανσης στα αγρονομικά χαρακτηριστικά των φυτών όπως το ύψος και το δείκτη επιφάνειας πράσινων φύλλων (6,2 έναντι 4,4 σε περίπτωση λίπανσης του εδάφους).

Οι ερευνητές «Δέρκας και άλλοι» πραγματοποίησαν πειράματα σε πειραματικούς αγρούς στη Βάγια στην Κωπαΐδα Βοιωτίας (Κεντρική Ελλάδα) το 1993 και το 1994 στα πλαίσια του ευρωπαϊκού προγράμματος AIR, με τέσσερα επίπεδα άρδευσης (π.χ. IH, IM = 1/2 IH, IL = 1/4 IH και IHA = IH μέχρι την άνθηση) και σε δύο επίπεδα αζωτούχου λίπανσης (δηλ. NL = 4 kg N/στρέμμα και NH = 12 kg N /

στρέμμα). Στους πειραματικούς αγρούς της Βάγιας, στη συγκομιδή του 1993, η απόδοση ήταν 12.200 g/mm οπότε δεν διαπιστώθηκαν διαφορές στις επιδόσεις μεταξύ των επιπέδων άρδευσης. Το 1994 οι αποδόσεις κυμάνθηκαν από 7,45 Kg/mm σε υψηλό επίπεδο άρδευσης (IH) έως 11 Kg/mm σε χαμηλό επίπεδο άρδευσης (IL). Η διαφορά αυτή αποδόθηκε από τους ερευνητές στο γεγονός ότι δεν υπήρχαν υπόγεια νερά στο πειραματικό πεδίο της Κωπαΐδας. Η ξηρή βιομάζα υπολογίστηκε στα 3.2 Kg/mm για το υψηλό επίπεδο άρδευσης και για τα δύο χρόνια των πειραμάτων. Το επίπεδο λίπανσης δεν είχε καμία επίδραση στην απόδοσή, είτε της νωπής είτε της ξηράς βιομάζας και τα δύο έτη. Το γεγονός αυτό αποδόθηκε στην υψηλή γονιμότητα του πεδίου λόγω λίπανσης που είχε εφαρμοστεί κατά τα προηγούμενα έτη και των χαμηλών απαιτήσεων της καλλιέργειας σε θρεπτικά συστατικά.

#### Ιταλία<sup>43,44,45,46,47</sup>

Η παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ιταλία είναι πολύ περιορισμένη υπάρχουν μερικές μονάδες που παράγουν βιοαιθανόλη χρησιμοποιώντας υπολείμματα σταφυλιών από τα αποστακτήρια των βιομηχανιών παραγωγής κρασιού, ή υπολείμματα φρούτων. Στην ουσία λοιπόν η βιοαιθανόλη στην Ιταλία εισάγεται.

Το σόργο και οι ποικιλίες γλυκού σόργου είναι γνωστές στην Ιταλία από το τέλος της δεκαετίας του '30 και έχει μελετηθεί ως βιομηχανική καλλιέργεια, κυρίως στις βόρειες περιοχές. Οι μελέτες εστιάζονταν κυρίως στην γενετική βελτίωση των ποικιλιών. Μια περαιτέρω εξέλιξη των μελετών και των πιλοτικών δοκιμών που σχετίζονται με αυτήν την καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε στο τέλος της δεκαετίας του 1980 και για όλη τη διάρκεια της δεκαετίας του '90 από την A.Biotec. Το γεγονός ότι οι αρχικές εμπορικές ποικιλίες, οι οποίες επιλέχτηκαν κυρίως από τις ΗΠΑ, με πολύ διαφορετικές συνθήκες συγκριτικά με την Ιταλία παρουσίασαν μια ατελή προσαρμοστικότητα, έστρεψαν τους ερευνητές από το 1987 στη γενετική βελτίωση αυτών των ειδών με στόχο την ανάπτυξη υβριδίων με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, κατάλληλη για τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της κεντρικής και βόρειας Ιταλίας. Οι δοκιμές ποικιλιών που πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια όλης της δεκαετίας του '90 επέτρεψαν την εξαγωγή ενός μεγάλου αριθμού υβριδίων με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα, και άλλων με υψηλή παραγωγή καρπού. Ένας συγκεκριμένος τύπος υβριδίου (LP 34 M X LP 113) έχει παρουσιάσει πολύ υψηλότερη συγκέντρωση σακχάρων συγκριτικά με τις καλύτερες δοκιμαστικές ποικιλίες σόργου για την παραγωγή σακχάρων, με μια παραγωγή 4,4 τόνων σε ξηρή κατάσταση/στρέμμα.

Πολυετείς δοκιμές που έγιναν από την A.Biotec σε διάφορες περιοχές της βόρειας Ιταλίας έχουν δείξει ότι μερικές ποικιλίες (Wray, Dale, Keller, MN 1500, M 81-ε, Theis & Rio) έδωσαν παραγωγές στελεχών μεταξύ 5,5 και 7,0 τόνους/στρέμμα (υγρή κατάσταση) και στα ζυμώσιμα σάκχαρα 0,6-0,8 τόνους/στρέμμα. Οι καλύτερες ποικιλίες ήταν αυτές που αναπτύχθηκαν πιο αργά, αυτές οι ποικιλίες επίσης δοκιμάστηκαν στις νότιες περιοχές της Ιταλίας και παρουσίασαν μια αστάθεια στην παραγωγή λόγω υψηλής ευαισθησίας στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Οι μελέτες, που συντονίστηκαν από την εταιρεία «ΕΤΑ-Ανανεώσιμη Ενέργεια», πραγματοποιήθηκαν επίσης σε μεσογειακό κλίμα, στη νότια Ιταλία (Μεταρόντο – Smatera), όπου εκεί οι περιοχές ήταν διαθέσιμες για την καλλιέργεια του σόργου, κατά τη διάρκεια του 1992-95 (έργο «ECHI-T, 5<sup>TH</sup>FP»). Το έργο είχε στόχο, σε επίπεδο μελέτης σκοπιμότητας, να εξετάσει την δυνατότητα παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας, παραγωγής βιοαιθανόλης και ζωοτροφών από το γλυκό σόργο. Το γλυκό σόργο παρείχε υψηλές τιμές «Απόδοσης Χρήσης Νερού και Χρήσης Ενέργειας» (4.8 kg/mm και 3.3 g/MJ, αντίστοιχα). Η έρευνα παρουσίασε, εκτός αυτού, ότι τα υψηλά ποσοστά άρδευσης είναι απαραίτητα προκειμένου να ληφθούν υψηλά παραγωγικά επίπεδα.

Επίσης το 1990 στην περιοχή Βασιλικάτα εξετάστηκε η ανοχή του γλυκού σόργου σε αλατούχα εδάφη. Σε λοφώδη εδάφη με έλλειψη νερού προτιμήθηκαν τα πρώιμα υβρίδια. Η ευνοϊκότερη περίοδος για την καλλιέργεια στη νότια Ιταλία είναι από τα μέσα Απριλίου έως τα μέσα Σεπτεμβρίου, με ποσοστό υγρασίας φρέσκιας βιομάζας περίπου 75-80%. Η παραγωγή που επιτευχθεί ήταν 3,5-4,0 τόνους/στρέμμα με ικανοποιητική άρδευση και 2,0-2,5 τόνους/στρέμμα με χαμηλή άρδευση.

Αυτή η ενεργειακή καλλιέργεια μελετήθηκε επίσης στην Ιταλία από άλλες σημαντικές ερευνητικές ομάδες από την αρχή του 1990, όπως το πανεπιστήμιο της Κατάνια, το πανεπιστήμιο της Μπολόνιας και στο «ΕΝΕΑ». Αυτές οι μελέτες πραγματοποιήθηκαν μέσω διεθνών και εθνικών συνεργασιών όπως «Το δίκτυο γλυκού σόργου - JOUB 0036», «Γλυκό σόργο, μια βιώσιμη καλλιέργεια για τη ενεργειακή παραγωγή στην Ευρώπη- AIR CT92 0041», «Περιβαλλοντικές μελέτες για το γλυκό σόργο, βιώσιμες καλλιέργειες για τη βιομάζα και την ενέργεια - ΕΚΘΕΣΗ CT96 1913», «Καινοτόμες βιώσιμες τεχνικές για την παραγωγή ενεργειακών καλλιεργειών και μη εδώδιμων - TISEN».

Η έρευνα από αυτές τις ομάδες στράφηκε στις απαιτήσεις του γλυκού σόργου, με ιδιαίτερη έμφαση στο άζωτο καθώς και τη χρήση υδάτινων πόρων.

Τα τελευταία χρόνια στην Ιταλία, το σόργο έχει καλλιεργηθεί κυρίως για την παραγωγή ζωοτροφής και για την παραγωγή βιοαερίου.

Η C.E.T.A., σε συνεργασία με την αγροτική σχολή του πανεπιστημίου του Τορίνου, το 2007-2008, πραγματοποίησαν διάφορες πειραματικές δοκιμές στις περιοχές του Πιεμόντε, εξετάζοντας την διατήρηση των σακχάρων κατά την αποθήκευση των στελεχών του γλυκού σόργου.

Στο έργο MULTISORGO, που χρηματοδοτείται από το MIPAAF και που συντονίστηκε από τη C.E.T.A., εξετάζονται μερικές εμπορικές ποικιλίες του γλυκού σόργου στις νότιες και βόρειες περιοχές της Ιταλίας και η παραχθείσα βιομάζα θα χρησιμοποιηθεί για τη παραγωγή 2<sup>ης</sup> γενιάς βιοαιθανόλης και βιοαερίου.

#### Ισπανία <sup>48,49</sup>

Το γλυκό σόργο ως ενεργειακή καλλιέργεια έχει μελετηθεί στην Ισπανία από τη δεκαετία 1980. Οι ερευνητικές ομάδες καθοδηγούμενες από το Κέντρο για τη Γεωργική Έρευνα & την Ανάπτυξη στην Μάλαγα και το Πολυτεχνείο της Μαδρίτης έχουν συμβάλει ουσιαστικά στη γνώση αυτής της καλλιέργειας.

Τα σημαντικά προγράμματα Έρευνας & Ανάπτυξης (E&A) για το γλυκό σόργο που εκτελούνται στην Ισπανία (συνολικά ή μερικώς) είναι τα ακόλουθα:

- ο 1981-1987. «Γλυκό σόργο: συμβολή στη μελέτη της καλλιέργειάς του για τα σάκχαρα ή/και την αιθανόλη στην Ανδαλουσία (Ισπανία)». Πρόγραμμα της αγρο-ενέργειας της Ισπανίας.
- ο 1990-1993. «Γλυκό σόργο, μια βιώσιμη καλλιέργεια για τη ενεργειακή παραγωγή στην Ευρώπη, βελτιστοποίηση και εφαρμογή». Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Γ.Δ. XII, πρόγραμμα ΤΖΑΟΥΛ, Κεντρική και Ανατολική Ευρώπη, σύμβαση JOUB-0036-G.
- ο 1993-1995. «Συντονισμένη δραστηριότητα E&A στον τομέα της παραγωγής βιομάζας - δίκτυο γλυκού σόργου». Η Επιτροπή των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Γ.Δ. XII, AIR1 πρόγραμμα, ΕΕ, σύμβαση AIR1-CT92-0041.
- ο 1997-2000. «Περιβαλλοντικές μελέτες για τις βιώσιμες καλλιέργειες γλυκού σόργου». Σύμβαση FAIR3-CT96 1913.
- ο 2004-2005. «Στρατηγικός Σχεδιασμός για την ανάπτυξη και διάδοση της παραγωγής ενέργειας από βιομάζα» Υπουργείο Εκπαίδευσης & Επιστημών, Έργο Agrobihol.
- ο 2006-2007. «Πρωτοβουλία για την ανάπτυξη της καλλιέργειας του γλυκού σόργου για ενεργειακούς σκοπούς. (SorgoSweet)», Υπουργείο Καινοτομίας & Επιστημών Έργο PlanE.

Διάφορα πειράματα στις ποικιλίες γλυκού σόργου σε γεωγραφικό πλάτος 36° σε 41°N στην Ισπανία έχουν δείξει ότι χωρίς έλλειψη νερού, οι παραγωγές επηρεάζονται ιδιαίτερα από το ανάγλυφο του εδάφους και το κλίμα. Οι όψιμες ποικιλίες είναι κατάλληλες για τις νότιες περιοχές που αρδεύονται ενώ οι πρώιμες ποικιλίες είναι καταλληλότερες για τις μεσογειακές-ηπειρωτικές περιοχές. Έχει αποδειχθεί ότι η επιλογή ποικιλίας είναι ένας παράγοντας κλειδί για την ανάπτυξη του γλυκού σόργου.

### **7.6 Η εμπειρία της Ινδίας στην καλλιέργεια γλυκού σόργου**

Η εμπειρία στην καλλιέργεια γλυκού σόργου στην Ινδία αναπτύχθηκε κυρίως από το ICRIAT (Διεθνές Ερευνητικό Ινστιτούτο Σοδειάς για τις Ημι-Άγονες Τροπικές Περιοχές). Για να υπάρχει μια καλύτερη κατανόηση της έρευνας που έχει κάνει το Ερευνητικό Ινστιτούτο θα πρέπει να ληφθούν υπόψη τα ειδικά χαρακτηριστικά που υπάρχουν στις ημίγονες τροπικές περιοχές (έδαφος και κλιματολογικές συνθήκες, κοινωνικοοικονομική δομή, κ.λπ.). Το ICRIAT έχει ερευνήσει την καταλληλότητα του σόργου, σε σύγκριση με άλλα είδη, ως καλλιέργεια και ως τροφή για περισσότερο από 30 έτη. Αν και η κύρια γραμμή έρευνας για το σόργο ήταν για τα τρόφιμα, το ICRIAT μελετά επίσης τη δυνατότητα παραγωγής αιθανόλης από το γλυκό σόργο λόγω της νομοθεσίας περί αντικατάστασης ποσού της βενζίνης με βιοαιθανόλη. Υπάρχουν δύο μονάδες που χρησιμοποιούν το γλυκό σόργο για την παραγωγή βιοαιθανόλης: η μονάδα «Rusni (Άντρα Πραντές)» και η «TATA Chemical Ltd (Maharashtra)».

Η κύρια έρευνα στο γλυκό σόργο εστιάζεται στην βελτίωση υβριδίων και ποικιλιών, στην παραγωγή σπόρου, στην ανάλυση συστημάτων καλλιέργειας, στη διαχείριση συγκομιδών και στη βελτίωση των τεχνολογικών συστημάτων.

Το έργο «Landrace» του ICRISAT, αναπτύχθηκε προκειμένου να ληφθούν νέες και βελτιωμένες ποικιλίες για να αυξηθεί η παραγωγή του σόργου. Στόχος του έργου, μέσα από την έρευνα και τα πειράματα, ήταν: να λάβει είτε υψηλές παραγωγές στελεχών είτε υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα στα στελέχη, η βελτίωση της αντίστασης του φυτού στα παράσιτα και τις ασθένειες, η βελτίωση της προσαρμοστικότητας στο έδαφος (τύπος εδάφους) και στις κλιματολογικές συνθήκες (αντίσταση στην ξηρασία).

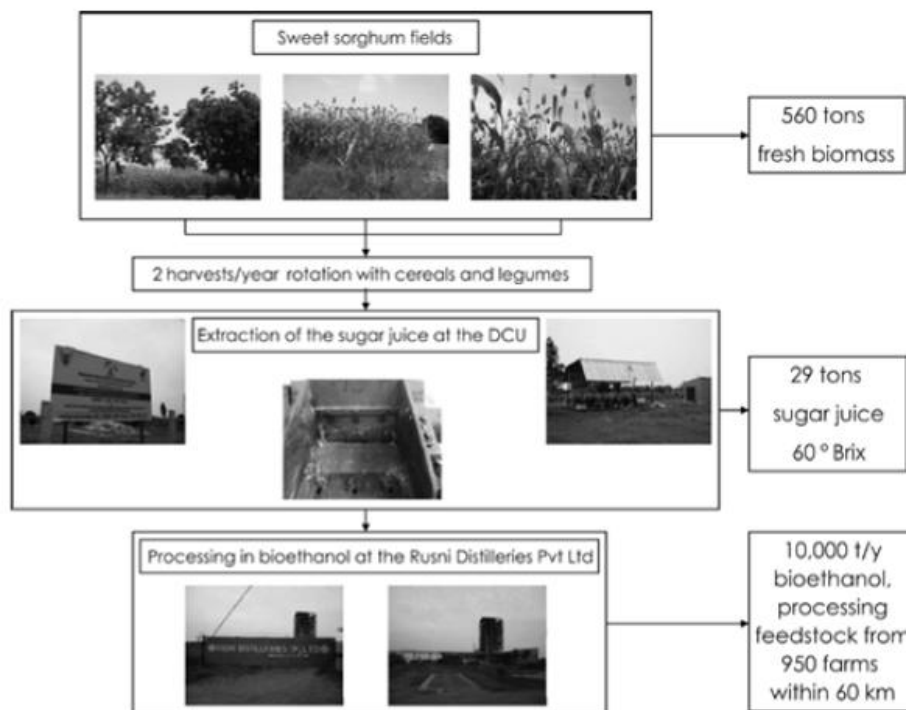
Οι ερευνητικές δοκιμές στα συστήματα καλλιέργειας του γλυκού σόργου βασίστηκαν στη βελτιστοποίηση των αποδόσεων από έναν συνδυασμό ποικιλιών. Παράλληλα, προκειμένου να μεγιστοποιηθεί η παραγωγικότητα και να ελαχιστοποιηθούν οι δαπάνες, έρευνα διεξάγεται και για την βελτιστοποίηση της τεχνολογίας.

#### Σύνθεση του μοντέλου που αναπτύσσεται από το ICRISAT

**Μια αποκεντρωμένη μονάδα (DCU)** χρησιμοποιείται για να εξαγάγει το χυμό σακχάρων από τα στελέχη του γλυκού σόργου. Η κάθε αποκεντρωμένη μονάδα μπορεί να διαχειριστεί 700 στρέμματα γλυκού σόργου. Η μέση παραγωγή γλυκού σόργου είναι 3,0-3,5 τόνους/στρέμμα (υγρή κατάσταση). Η παραγωγή χυμού από τα στελέχη είναι 65-70% και το ποσοστό απωλειών υπολογίζεται σε 5-10%. Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα μπορεί να φθάσει στους 17°Brix. Η βαγιάση (30%) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμη ύλη για την κάλυψη των θερμικών αναγκών της μονάδας. Ο χυμός που εξάγεται από τα στελέχη, μετατρέπεται σε σιρόπι (συμπύκνωση 80%) προκειμένου να αποθηκευτεί για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα και να διευκολυνθεί η μεταφορά του στην μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης.

Ένας τόνος χυμού σακχάρων παράγει 170 κιλά σιρόπι. Οι κλιματικές συνθήκες επιτρέπουν τους καλλιεργητές να έχουν δύο σοδειές κατά έτος, μια τη βροχερή περίοδο του έτους και μία μετά την περίοδο αυτή (4 μήνες η καθεμία), με καλύτερη σε αποδοτικότητα την πρώτη.

Τα λιπάσματα (NPK) εφαρμόζονται συνήθως τρεις φορές κατά την διάρκεια της σοδειάς και συμπληρώνονται με αζωτούχα λίπασμα 30 ημέρες μετά από τη σπορά. Οι αποστάσεις σποράς είναι 0,75-0,80 μέτρα X 0,10 – 0,15 μέτρα με σπορά επιφανειακή (~5εκατοστά) σε γραμμική σπορά. Η άρδευση εξαρτάται από τις κλιματικές συνθήκες. Το έδαφος οργώνεται πριν σπαρθεί και τα ζιζανιοκτόνα χρησιμοποιούνται σύμφωνα με τις απαιτήσεις της καλλιέργειας.



**Εικόνα 4: Μοντέλο παραγωγής βιοαιθανόλης -ICRISAT<sup>50</sup>**

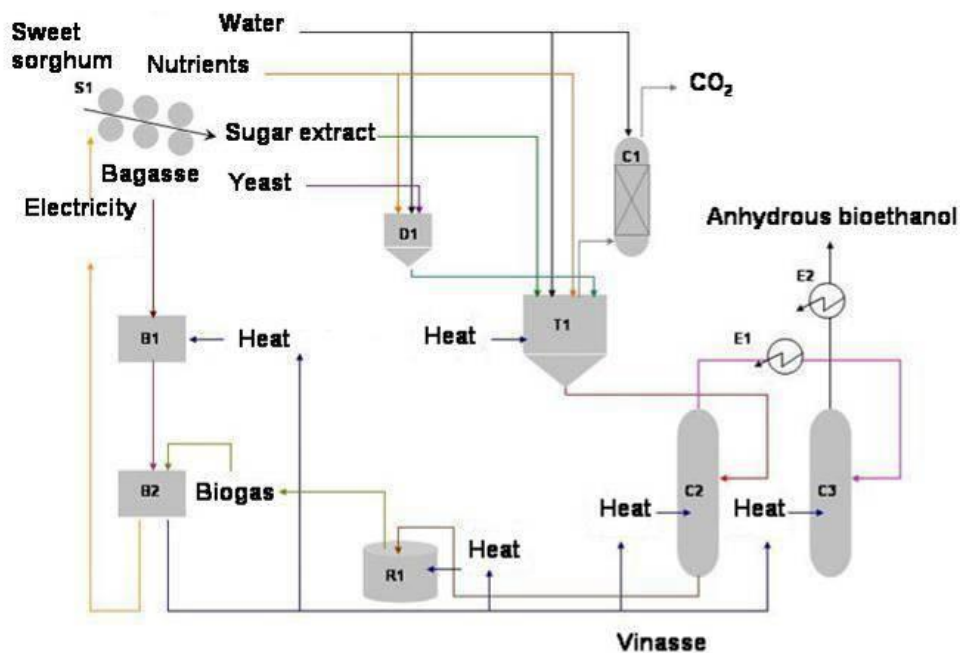
## 8. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΝΟΣ ΠΙΘΑΝΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΜΟΝΤΕΛΟΥ - ΑΠΟΚΕΝΤΡΩΜΕΝΕΣ ΜΟΝΑΔΕΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ

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 της 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.

Το εξεταζόμενο μοντέλο για αποκεντρωμένες μονάδες έχει τρεις γραμμές παραγωγής:

- παραγωγή βιοαιθανόλης μέσω της ζύμωσης του χυμού σακχάρων που εξάγεται από τους μίσχους του γλυκού σόργου.
- ενεργειακή αξιοποίηση της βαγάσσης (bagasse), υποπροϊόν της εξαγωγής χυμού. Η ξηρά βαγάσση καίγεται σε εγκαταστάσεις ΣΗΘ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.
- ενεργειακή αξιοποίηση της βινάσσης (vinasse), υποπροϊόν της απόσταξης βιοαιθανόλης. Το βιοαέριο (biogas) που παράγεται μέσω της αναερόβιας χώνευσης του υπόστρωματος της βινάσσης, καίγεται σε εγκαταστάσεις ΣΗΘ για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και θερμότητας.

Το σχεδιάγραμμα της μονάδας παρουσιάζεται στην εικόνα 5.



Εικόνα 5: Σχεδιάγραμμα της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης<sup>51</sup>

Η βιοαιθανόλη είναι ένα από τα τελικά προϊόντα προς πώληση. Στην πραγματικότητα η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα, εφόσον δεν χρησιμοποιηθούν για τις ενεργειακές ανάγκες της μονάδας (π.χ. ξήρανση της βαγάσσης, εξαγωγή χυμών, ζύμωση, απόσταξη, αναερόβια χώνευση), μπορούν επίσης να πωληθούν.

Προκειμένου να γίνει η επιλογή της δυναμικότητας της μονάδας και της έκτασης των καλλιεργειών, περιγράφονται δύο μοντέλα:

- παραγωγή βιοαιθανόλης: 10.000 τόνοι/έτος, που αντιστοιχούν σε 370 στρέμματα περίπου έκταση καλλιέργειας γλυκού σόργου
- παραγωγή βιοαιθανόλης: 3.200 τόνοι/έτος, που αντιστοιχούν σε 120 στρέμματα περίπου έκταση καλλιέργειας γλυκού σόργου.

Έχουν γίνει επίσης οι ακόλουθες παραδοχές:

- ο φρέσκια παραγωγή βιομάζας: 6,5 τόνους/στρέμμα (περιεκτικότητα σε 75% νερό)
- ο απόδοση εξαγωγής: 78%
- ο απόδοση ζύμωσης: 50%.

### 8.1 Καλλιέργεια γλυκού σόργου

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.

Για κάθε συγκομιδή θα πρέπει να είναι διαθέσιμο ένα σύστημα το οποίο θα αποτελείται από μια θεριζοαλωνιστική μηχανή η οποία θα συνοδεύεται από αγροτικά τρακτέρ με εκφορτωτές ή από πλατφόρμα εκφόρτωσης σπόρων. Κάθε σύστημα έχει μια ικανότητα εργασίας 1,5 στρέμμα ανά ημέρα, εάν η απόσταση μεταξύ των καλλιεργειών είναι σε απόσταση 5 χλμ.

Ο αριθμός μηχανημάτων εξαρτάται από την έκταση της καλλιέργειας: στο πρώτο μοντέλο (370 στρέμματα) τουλάχιστον έξι συστήματα απαιτούνται, ενώ στο δεύτερο μοντέλο (120 στρέμματα) δύο συστήματα είναι απαραίτητα.

#### **ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ: ΔΙΑΧΥΣΗ ΤΟΥ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ ΚΑΙ ΔΙΑΘΕΣΙΜΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ**

Η καλλιέργεια γλυκού σόργου δεν ανήκει στην ευρωπαϊκή γεωργική παράδοση και η αλλαγή των καλλιεργειών μπορεί να αντιμετωπιστεί αρνητικά από τους αγρότες.

Επιπλέον προς το παρόν στην αγορά της ΕΕ είναι διαθέσιμος ένας μικρός αριθμός ποικιλιών γλυκού σόργου.

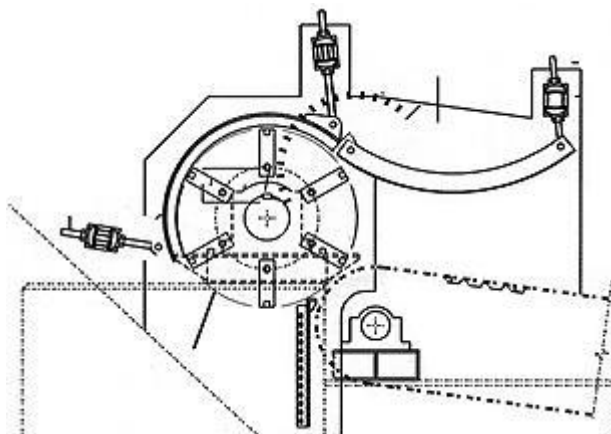
Μερικές εναλλακτικές ποικιλίες εισάγονται στην ΕΕ, κυρίως από την Ινδία και την Κίνα, προκειμένου να παραταθεί ο χρόνος συγκομιδής και για να συμβαδίσει με την παραγωγή του σιταριού και έτσι να λυθεί το πρόβλημα «πρόφιμα εναντίον των καυσίμων».

#### **ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ**

Αγρότες, γεωργικές επιχειρήσεις, γεωργικές ενώσεις.

### 8.2 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 στελεχών και στην συνέχεια το μηχάνημα σύνθλιψης των τεμαχισμένων μίσχων.



**Εικόνα 6: Εικόνα 6: διανομέας<sup>52</sup>**

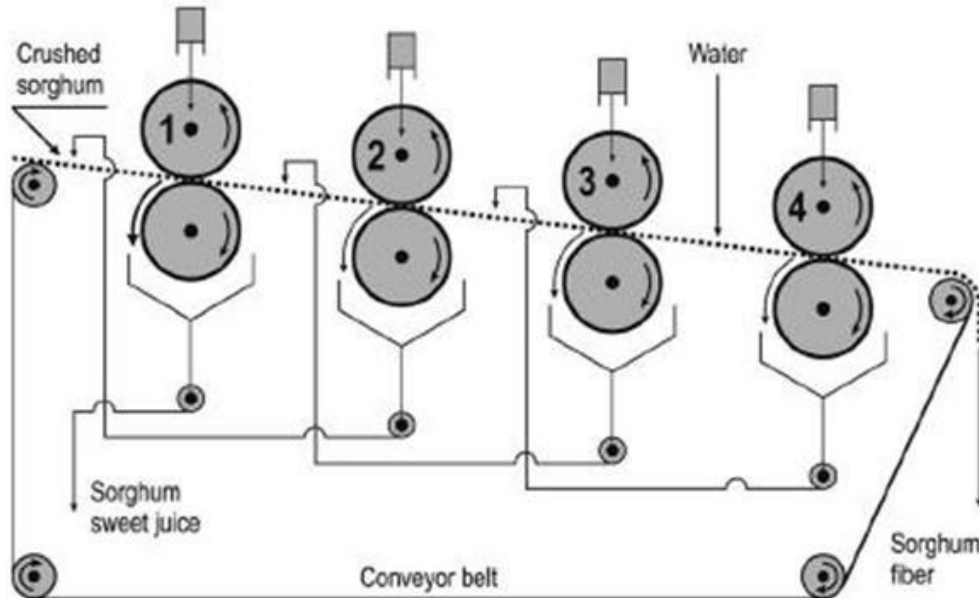
Εναλλακτικά, το γλυκό σόργο μπορεί να κοπεί κατά τη διάρκεια της συγκομιδής και να μεταφερθεί τεμαχισμένος.

Η τεχνολογία για την εξαγωγή σακχάρων είναι όμοια με αυτήν που χρησιμοποιείται για την επεξεργασία των ζαχαροκάλαμων.

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.

Ακολουθεί περιγραφή του σταδίου σύνθλιψης για την εξαγωγή των χυμών.



**Εικόνα 7: Σχεδιάγραμμα σύνθλιψης στελεχών γλυκού σόργου, μύλοι σύνθλιψης <sup>53,54</sup>**

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 στελεχών θα πρέπει να φιλτραριστεί.

Για την αποθήκευση του χυμού και την διατήρηση των σακχάρων, ο χυμός βράζεται και έτσι δημιουργείται το σιρόπι γλυκού σόργου. Ένα καλής ποιότητας σιρόπι 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 αργής θέρμανσης. Το βράσιμο δεν πρέπει να γίνει γρήγορα καθώς ο αφρός που μαζεύεται στην κορυφή του χυμού μπορεί να διαλυθεί γρήγορα και να δημιουργήσει προβλήματα στο σιρόπι.

Αν και η επιλογή των διαφορετικών ποικιλιών γλυκού σόργου μπορεί να παρατείνει ελάχιστα τη διαθεσιμότητα της φρέσκιας βιομάζας, στα μεσογειακά κλίματα θα πρέπει να επιλεχθεί η κατάλληλη ποικιλία προκειμένου να διασφαλιστεί η τροφοδοσία των μονάδων παραγωγής βιοαιθανόλης. Ο στόχος είναι η μονάδα να μην λειτουργεί μόνο ένα μήνα το έτος (μετά τη συγκομιδή).

Για να επιτευχθεί αυτός ο στόχος, δύο προσεγγίσεις λαμβάνονται υπόψη:

1. αποθήκευση της βιομάζας και επεξεργασία της αποθηκευμένης βιομάζας κατά τη διάρκεια της περιόδου συγκομιδής (από τον Οκτώβριο μέχρι τον Ιούλιο περίπου)
2. συμπύκνωση χυμού (δημιουργία σιροπιού), αποθήκευση του παραχθέντος σιροπιού, και προοδευτική αραίωση του πριν από την επεξεργασία.

### Στρατηγική 1

Εάν επιλεχθεί η τεχνική της ενσίρωσης στην εξεταζόμενη περιοχή τότε θα απαιτηθεί μια επαρκής ικανότητα αποθήκευσης. Σε αυτή την περίπτωση μπορούν να χρησιμοποιηθούν σιλό αποθήκευσης που χρησιμοποιούνται στα καλαμπόκια, συστήνεται η διαθεσιμότητα σιλό με χωρητικότητα 720 m<sup>3</sup>/ανα σιλό περίπου.

Ο αριθμός των σιλό και η συχνότητα χρήσης τους εξαρτάται από την δυναμικότητα της μονάδας: στο πρώτο μοντέλο χρειάζονται περίπου 510 σιλό, ενώ στο δεύτερο μοντέλο, περίπου 160 σιλό τα οποία πρέπει να είναι διαθέσιμα στην εξεταζόμενη περιοχή.

**Το κρίσιμο στοιχείο στην μεταφορά της βιομάζας είναι η επαρκής συντήρηση των σακχάρων. Πειραματικές δοκιμές απέδειξαν ότι η σταθερότητα της βιομάζας σε ένα ανοιχτό σιλό διαρκεί περίπου 50 ώρες.**

### Στρατηγική 2

Η συμπύκνωση του χυμού του γλυκού σόργου εμποδίζει τη μικροβιακή δραστηριότητα και έτσι τα σάκχαρα στο χυμό μπορούν να διατηρηθούν μέχρι και ένα έτος περίπου.

Μετά την εξαγωγή του χυμού από τα στελέχη του γλυκού σόργου, η περιεκτικότητα σε σάκχαρα είναι περίπου 12°Brix:

- ο η συμπύκνωση μέχρι τους 45°Brix επιτρέπει ένα χρόνο αποθήκευσης ενός μήνα σε 20 °C
- ο η συμπύκνωση μέχρι τους 60-65°Brix επιτρέπει ένα χρόνο αποθήκευσης τριών μηνών
- ο η συμπύκνωση μέχρι τους 85 °Brix επιτρέπει ένα χρόνο αποθήκευσης περίπου ενός έτους.

Δεδομένου ότι η τεχνική της συμπύκνωσης είναι μια πολύ ακριβή διαδικασία, λόγω της κατανάλωσης ενέργειας, η διαφοροποίηση στα επίπεδα συμπύκνωσης μπορεί να επηρεάσει την τελική τιμή του προϊόντος.

Ο εξοπλισμός που απαιτείται για τη συμπύκνωση του χυμού σακχάρων περιλαμβάνει μια δεξαμενή καθίζησης, μια αντλία, ένα αλουμινίου ή ανοξείδωτο δοχείο και έναν φούρνο.

Κατά τη διάρκεια των συζητήσεων με τους ενδιαφερόμενους φορείς θα εξεταστεί ποια μέθοδος διατήρησης των σακχάρων είναι η βέλτιστη.

### **ΘΕΜΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗΣ: ΧΡΟΝΟΣ ΣΥΓΚΟΜΙΔΗΣ ΚΑΙ ΕΤΗΣΙΟΣ ΧΡΟΝΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΩΝ ΜΟΝΑΔΩΝ ΒΙΟΑΙΘΑΝΟΛΗΣ**

Δύο εναλλακτικές στρατηγικές μπορούν να εφαρμοστούν προκειμένου να επεκταθεί η περίοδος εργασίας μιας μονάδας βιοαιθανόλης πέρα από τους μήνες συγκομιδής:

- A. αποθήκευση της βιομάζας (στα αγροκτήματα ή σε έναν κοινό αποθηκευτικό χώρο)
- B. συμπύκνωση χυμού γλυκού σόργου

Στη συζήτηση του ευρωπαϊκού μοντέλου, αυτό το θέμα θα εξεταστεί με τους ενδιαφερόμενους φορείς, θα αναλυθούν σε βάθος και οι δύο στρατηγικές σε θέματα δαπανών (προ πάντων σχετικά με τις καταναλώσεις ενέργειας), σε θέματα logistics (π.χ. αποθήκευση σε αποκεντρωμένες μονάδες ή στα χωράφια).

### **ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ**

Αγρότες, γεωργικές επιχειρήσεις, γεωργικές ενώσεις, επενδυτές και ΜΜΕ

### **8.3 Ζύμωση και απόσταξη**

Ο χυμός των σακχάρων παστεριώνεται στους 100 °C για 30 λεπτά. Η ζύμωση πραγματοποιείται σε ανοξείδωτους αντιδραστήρες, με ανοξείδωτο κύκλωμα ψύξης και με ταχύτητα μίξης 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 της βιοαιθανόλης στο ζυμωμένο μέσο είναι 10% κατ' όγκο(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.

### **8.4 Εκμετάλλευση υποπροϊόντων**

Η ενεργειακή εκμετάλλευση των υποπροϊόντων εξετάζεται προκειμένου οι μονάδες παραγωγής βιοαιθανόλης να μπορέσουν να μειώσουν τις δαπάνες για την κάλυψη των ενεργειακών τους δαπανών.

### Υπόλειμμα εκχείλισης σακχάρων

Η χημική σύνθεση της βαγάσσης (υπόλειμμα των στελεχών μετά την εξαγωγή του χυμού) που λαμβάνεται από την επεξεργασία του γλυκού σόργου, είναι κατάλληλη για καύση. Μετά από τη διαδικασία εξαγωγής του χυμού από τα στελέχη, η υγρασία των στελεχών –βαγάσση φτάνει το 50%, αντίστοιχα η κατώτατη θερμογόνος δύναμη (ΚΘΔ) είναι 5.8-6.3 GJ/τόνο περίπου. Η ΚΘΔ της ξηράς βαγάσσης είναι 16.0-17.0 GJ/t.

Δεδομένου ότι η τέφρα της βαγάσσης είναι πολύ πλούσια σε χλώριο και θείο, ο λέβητας πρέπει να ρυθμιστεί σε αυτήν την χρήση. Ο λέβητας συνδέεται επίσης με εγκαταστάσεις συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας (ΣΗΘ).

Η απαραίτητη τεχνολογία και η ισχύς του λέβητα εξαρτώνται από τη διαθεσιμότητα της βαγάσσης.

Στον πρώτο μοντέλο, ένας λέβητα ΣΗΘ συνοδεύεται από έναν αεριοστρόβιλο ατμού (κύκλος rankine-Hirn) με ισχύ 6.4 MWe (μει 25%, μετ 60%).

Στο δεύτερο μοντέλο, ένας λέβητας ΣΗΘ συνοδεύεται από έναν αεριοστρόβιλο οργανικού κύκλου (κύκλος rankine-ORC) με ισχύ 1 MWe (μει 14.4%, μετ 80%).



**Εικόνα 8: Βαγάσση γλυκού σόργου<sup>55</sup>**

### Βινάσση

Η χημική σύνθεση της βινάσσης (υπολειμματικό υγρό απόσταξης) λαμβάνεται από την επεξεργασία του γλυκού σόργου και χρησιμοποιείται ως υπόστρωμα για την αναερόβια χώνευση (COD= 65-70 γραμμάρια O<sub>2</sub>/λίτρο και το περιεχόμενο ξερής ουσίας είναι 20-25%).

Απαιτείται η διόρθωση των τιμών C/N, αναμιγνύοντας τη βινάσση με άλλα υποστρώματα: το λίπασμα και ο ορρός γάλακτος μπορούν να αυξήσουν την περιεκτικότητα σε άζωτο, ενώ η λιγνοκυτταρινούχα βιομάζα την μειώνει.

Οι εγκαταστάσεις για την αναερόβια χώνευση της βινάσσης είναι ένας χωνευτής (digester) και ένα σύστημα ΣΗΘ. Η δυναμικότητα του χωνευτή και του συστήματος ΣΗΘ εξαρτώνται από τη ποσότητα της βινάσσης.

Στο πρώτο μοντέλο η δυναμικότητα του χωνευτή είναι 15.000 m<sup>3</sup> και το αποκτηθέν βιοαέριο καίγεται σε ένα σύστημα ΣΗΘ ισχύος 4 MWe (μει 41%, μετ 45%).

Στο δεύτερο μοντέλο, η δυναμικότητα του χωνευτή είναι 4.400 m<sup>3</sup> και το αποκτηθέν βιοαέριο καίγεται σε ένα σύστημα ΣΗΘ ισχύος 1.2 MWe (μει 41%, μετ 45%).

Η παραγόμενη ηλεκτρική ενέργεια και η θερμότητα που δεν καταναλώνεται μέσα στην μονάδα θα μπορούσαν να πωληθούν.

Στο πρώτο μοντέλο το πλεόνασμα είναι: 83% της παραχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας και 43% της παραχθείσας θερμότητας.

Στο δεύτερο μοντέλο το πλεόνασμα είναι: 77% της παραχθείσας ηλεκτρικής ενέργειας και 43% της παραχθείσας θερμότητας.

Εναλλακτικά η βαγιάση και η βινάση θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν ως ζωοτροφές ή ως λίπασμα (δηλ. βαγιάση: N 0.45%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.33%, K<sub>2</sub>O 0.71% βινάση N 0.2%, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 0.22%, K<sub>2</sub>O 0.30%). Επίσης η βινάση θα μπορούσε να διαχωριστεί για την παραγωγή χημικών ουσιών όπως είναι π.χ. πλαστικά, πολυμερή, αντιοξειδωτικά.

Η βέλτιστη στρατηγική αξιοποίησης της βαγιάσης και της βινάσης αποτελούν ένα σημαντικό αντικείμενο προς συζήτηση προκειμένου να βελτιστοποιηθεί το μοντέλο.

**ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ: ΕΚΜΕΤΑΛΛΕΥΣΗ ΤΩΝ ΥΠΟΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

Τα υποπροϊόντα της επεξεργασίας του γλυκού σόργου μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την:

- παραγωγή ηλεκτρικής και θερμικής ενέργειας
- παραγωγή ζωοτροφών
- για τη λήψη χημικών ουσιών (π.χ. πλαστικά, πολυμερή, αντιοξειδωτικά)

Στη συζήτηση του ευρωπαϊκού μοντέλου, αυτό το θέμα θα εξεταστεί με τους ενδιαφερόμενους φορείς, θα αναλυθούν σε βάθος οι εναλλακτικές στρατηγικές αξιοποίησης των υπο-προϊόντων

**ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ**

Αγρότες, γεωργικές ενώσεις, επεξεργαστές καυσίμων και αντιπρόσωποι ΜΜΕ

**8.5 Ενεργειακή αξιολόγηση**

Στην ενεργειακή αξιολόγηση εξετάζονται οι ακόλουθες άμεσες και έμμεσες καταναλώσεις:

- ο άμεσες καταναλώσεις: καύσιμα, ηλεκτρική ενέργεια και φυσικό αέριο για την λειτουργία των γεωργικών μηχανημάτων και για την λειτουργία της μονάδας παραγωγής βιοαιθανόλης, υποθέτοντας ότι η μέγιστη απόσταση μεταξύ των καλλιέργειών και της μονάδας είναι 20 χλμ.
- ο έμμεσες καταναλώσεις: παραγωγή, συσκευασία, μεταφορά και αποθήκευση των λιπασμάτων, των ζιζανιοκτόνων, των πρόσθετων (δηλ. μυρμηγκικό οξύ για την αποθήκευση), τους σπόρους, τα ένζυμα για τη ζύμωση, την κατασκευή, τη μεταφορά και τη συντήρηση των γεωργικών μηχανημάτων και των συστημάτων της μονάδας (εξετάζοντας το μέσο κύκλο ζωής και το χρόνο χρησιμοποίησης κάθε μέσου όρου).

	<b>Μηχανήματα</b> MJ/στρέμμα	<b>Καύσιμα &amp; Λιπαντικά</b> MJ/στρέμμα	<b>Άλλα*</b> MJ/στρέμμα
<b>Καλλιέργεια</b>			
<b>Προετοιμασία εδάφους</b>	31,6	330,2	-
<b>Καταπολέμηση Ζιζανιοκτόνων-</b>	6,0	45,5	71,4
<b>Λίπανση</b>	10,1	68,2	611,1
<b>Σπορά</b>	7,5	45,5	30,5
<b>Συγκομιδή</b>	15,4	231,4	-
<b>Μεταφορά</b>	17,0	133,7	-
<b>Ενσίρωση</b>			
<b>Πρόσθετα</b>	13,6	100,7	624,0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>101,2</b>	<b>955,2</b>	<b>1337,0</b>
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>			<b>2393,4</b>
* λιπάσματα, ζιζανιοκτόνα, σπόροι, πρόσθετα (δηλαδή μυρμηγκικό οξύ)			

**Πίνακας 4: Καταναλώσεις ενέργειας για τις ανάγκες καλλιέργειας και ενσίρωσης του γλυκού σόργου<sup>56</sup>**

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας της καλλιέργειας του γλυκού σόργου ανά στρέμμα και της διαδικασίας της ενσίρωσης είναι περίπου **2,40 GJ/στρέμμα** (πίνακας 5). Αυτό το μέγεθος μπορεί να αλλάξει σημαντικά, αφού εξαρτάται από τον τύπο της τεχνολογίας και την απόσταση της μεταφοράς.

Η συνολική κατανάλωση ενέργειας είναι **10.5 GJ/t**, αντίστοιχα το **39% του ενεργειακού περιεχομένου της βιοαιθανόλης (ΚΘΔ 27 GJ/t)**. Η κατανάλωση ενέργειας κατά την διάρκεια της απόσταξης και της αφυδάτωσης είναι η υψηλότερη, 92% του συνόλου (πίνακας 5).

Η ενεργειακή ισορροπία (δηλ. ενεργειακό περιεχόμενο/κατανάλωση ενέργειας) μετριέται συμπεριλαμβανομένου του ενεργειακού περιεχομένου των υποπροϊόντων για το ποσοστό με το οποίο συμμετέχουν την εσωτερική κατανάλωση ενέργειας.

Η ενεργειακή ισορροπία εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας: στο πρώτο μοντέλο η αναλογία ενεργειακό περιεχόμενο/ κατανάλωση ενέργειας είναι 1.92, στο δεύτερο μοντέλο είναι 1.70.

Διεργασίες	Θερμική Ενέργεια GJ/τόνο	Ηλεκτρική Ενέργεια GJ/ τόνο	Συνολική Κατανάλωση GJ/ τόνο
Εξαγωγή χυμού	-	0,70	0,70
Ζύμωση	0,04	0,11	0,15
Απόσταξη	6,94	0,37	7,31
Αφυδάτωση	2,20	0,12	2,32
<b>ΤΕΛΙΚΗ ΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ</b>	<b>9,18</b>	<b>1,30</b>	<b>10,48</b>

**Πίνακας 5: Καταναλώσεις ενέργειας για τις διεργασίες που σχετίζονται με την παραγωγή βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο<sup>57</sup>**

### 8.6 Οικονομική αξιολόγηση

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

Στις δαπάνες λαμβάνονται υπόψιν:

- ο καλλιέργεια: προετοιμασία εδάφους, προσθήκη ζιζανιοκτόνων, λίπανση, σπορά, άρδευση, συγκομιδή, μεταφορά
- ο αποθήκευση πρώτης ύλης: συμπίεση και προσθήκη διάφορων «πρόσθετων» (π.χ. μυρμηγκικό οξύ)
- ο διαδικασία επεξεργασίας: κόστος επένδυσης (χώρος, εξοπλισμός, γενικά έξοδα, τεχνικές δαπάνες π.χ. μελέτη σκοπιμότητας, απρόβλεπτες δαπάνες), λειτουργικές δαπάνες (π.χ. αγορά πρώτων υλών, λειτουργία και συντήρηση μονάδας, αναλώσιμα, τοκοχρεολύσια, άλλες δαπάνες) οι ενεργειακές καταναλώσεις ενέργειας, επειδή στα μοντέλα καλύπτονται μέσω της αξιοποίησης των υποπροϊόντων.

**Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου και η αποθήκευση της πρώτης ύλης απαιτούν περίπου 100-150 €/στρέμμα.** Δεδομένου ότι το γλυκό σόργο μπορεί να καλλιεργηθεί σε διάφορα εδάφη και κλιματολογικές συνθήκες, οι κύριες μεταβλητές είναι οι απαιτήσεις σε λιπάσματα και η άρδευση. Συνεπώς σε φτωχά εδάφη των ημι-άγονων περιοχών, οι δαπάνες είναι υψηλότερες καθώς απαιτείται περισσότερη λίπανση και άρδευση.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τις συνολικές δαπάνες, είναι το κόστος των «πρόσθετων» (π.χ. μυρμηγκικό οξύ), το οποίο εξαρτάται σημαντικά από την ποσότητα και το κόστος των logistics για την αποθήκευση της πρώτης ύλης. Εάν η αποθήκευση πραγματοποιείται σε κάθε χωράφι, η τιμή είναι υψηλή, ενώ εάν η αποθήκευση γίνεται σε μια περιοχή, το κόστος μπορεί να μειωθεί.

**Σχετικά με τη διαδικασία της επεξεργασίας της πρώτης ύλης, οι δαπάνες επένδυσης εξαρτώνται από το μέγεθος της μονάδας και ωφελούνται από την οικονομία κλίμακας, συνεπώς οι μικρότερες μονάδες είναι σημαντικά ακριβότερες από τις μεγαλύτερες.**

Το κόστος επένδυσης της μονάδας των 10.000 τόνων το έτος είναι περίπου 22-25 εκατομμύρια ευρώ. Η αγορά του οικοπέδου (χώρου εγκατάστασης της μονάδας), η λήψη των αδειών και η συντήρηση της μονάδας δεν συμπεριλαμβάνονται.

Η μικρότερη μονάδα των 3.200 τόνων το έτος έχει ένα αναλογικά υψηλότερο κόστος επένδυσης, 13-15 εκατομμύριο ευρώ. Σημαντικές διαφορές σημειώνονται στο κόστος της επένδυσης ανάλογα με τον τύπο της τεχνολογίας που θα χρησιμοποιηθεί στην μονάδα, τον βαθμό αυτοματοποίησης, την ενεργειακή ή όχι εκμετάλλευση των υποπροϊόντων κ.α.

Επιπλέον, οι λειτουργικές δαπάνες εξαρτώνται από το μέγεθος της μονάδας: στο πρώτο μοντέλο (10.000 τόνοι/έτος) οι ετήσιες λειτουργικές δαπάνες είναι 150-200€/τόνο της παραχθείσας βιοαιθανόλης, ενώ στο δεύτερο μοντέλο (3.200 τόνοι/έτος) είναι 300-350 €/τόνο της παραχθείσας βιοαιθανόλης.

Σχετικά με τα έσοδα, τα ακόλουθα στοιχεία είναι σημαντικά για την οικονομική αξιολόγηση: η πώληση της βιοαιθανόλης, η πώληση της ηλεκτρικής ενέργειας, η πώληση των πράσινων πιστοποιητικών και η πώληση της θερμικής ενέργειας μέσω ενός δικτύου τηλεθέρμανσης. Αυτά τα έσοδα στην παρούσα φάση δεν λαμβάνονται υπόψιν καθώς ποικίλλουν σημαντικά μεταξύ των διαφορετικών κρατών μελών.

Συνεπώς η οικονομική ανάλυση αποτελεί ένα βασικό θέμα προς συζήτηση, τα διαφορετικά συμπεράσματα της οικονομικής αξιολόγησης θα συγκριθούν μεταξύ της Ιταλίας, της Ισπανίας και της Ελλάδας.

**ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΣΥΖΗΤΗΣΗ: ΑΝΑΛΥΣΗ ΤΩΝ ΔΑΠΑΝΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΕΙΣΟΔΗΜΑΤΩΝ**

Οι τιμές για τις δαπάνες και τα έσοδα ποικίλλουν σημαντικά για κάθε κράτος μέλος, καθώς τα κίνητρα και οι αγορές της βιοαιθανόλης και του τομέα της ενέργειας είναι διαφορετικά.

Συνεπώς όλα τα στοιχεία απαιτούν μια συγκεκριμένη ανάλυση με τους ενδιαφερόμενους φορείς.

**ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ**

Αγρότες, γεωργικές ενώσεις και γεωργικές επιχειρήσεις, επενδυτές και ΜΜΕ, αντιπρόσωποι ενεργειακών γραφείων, φορείς της τοπικής αυτοδιοίκησης, πολιτικοί.

**8.7 Η βιωσιμότητα της παραγωγής βιοαιθανόλης στην Ευρώπη**

Σύμφωνα με την Οδηγία του 2009, η βιωσιμότητα της βιοαιθανόλης είναι μια βασική προϋπόθεση για την μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου (GHGs) στον τομέα των μεταφορών.

Η μείωση των εκπομπών GHGs από την παραγωγή βιοαιθανόλης που λαμβάνεται από το γλυκό σόργο στα εξεταζόμενα μοντέλα έχει υπολογιστεί βάση της μεθοδολογίας που υποδεικνύεται στην Οδηγία για τις ΑΠΕ (στο παράρτημα Β, μέρος Γ).

Η μείωση των εκπομπών GHGs εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδας: στο πρώτο μοντέλο είναι 71%, στο δεύτερο μοντέλο είναι 70%.

Και τα δύο μοντέλα εγγυώνται πλήρη συμμόρφωση με την Οδηγία για τις ΑΠΕ, στην οποία σήμερα η ελάχιστη εξοικονόμηση GHGs για τη βιοαιθανόλη είναι 35% και θα αυξηθεί στα επόμενα έτη (κατά 50% το 2017 και 60% το 2018).

Οι τιμές που δίνονται σε κάθε παράμετρο για τον υπολογισμό αναφέρονται στον πίνακα 7.

GHG	Μοντέλο 1 gCO <sub>2</sub> /MJ	Μοντέλο 2 gCO <sub>2</sub> /MJ
Καλλιέργεια γλυκού σόργου και ενσίρωση (e <sub>ec</sub> )	11.2	12.2
Αλλαγή χρήσης γης (e <sub>l</sub> ) *	0	0
Επεξεργασία γλυκού σόργου (e <sub>p</sub> )	11.4	12.5
Μεταφορά & διανομή βιοαιθανόλης (e <sub>td</sub> ) **	2	2
Χρήση βιοαιθανόλης (e <sub>u</sub> )	0	0
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>24.6</b>	<b>24.7</b>
* πχ από καλαμπόκι σε γλυκό σόργο		
** Μέρος Δ, Οδηγία ΑΠΕ		

## Πίνακας 6: τιμές για τον υπολογισμό της μείωσης των GHG σε συνάρτηση με την Οδηγία για τις ΑΠΕ<sup>58</sup>

Η βελτιστοποίηση αυτών των υπολογισμών αποτελεί ένα σημαντικό θέμα προς συζήτηση, κατά τη διάρκεια της οποίας, θα εξεταστεί επίσης η δυνατότητα, να καλλιεργηθεί το γλυκό σόργο σε ημιάγωνα εδάφη.

### ΘΕΜΑ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ: ΜΕΙΩΣΗ ΤΩΝ GHGS ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΤΗΝ ΟΔΗΓΙΑ ΓΙΑ ΤΙΣ ΑΠΕ

Η μείωση των εκπομπών των αερίων του θερμοκηπίου GHGs κατά 35% είναι μια ουσιαστική απαίτηση ώστε να ληφθούν αντίστοιχα φορολογικά κίνητρα και να παραχθεί η απαιτούμενη ποσότητα μέχρι το έτος 2020, συνεπώς στα επόμενα έτη αναμένεται να αυξηθεί η ζήτηση αυτής της «βιώσιμης βιοαιθανόλης».

Για κάθε μεταβλητή που εξετάζεται στο μοντέλο (π.χ. τρόποι να συντηρηθούν τα σάκχαρα ή να χρησιμοποιηθούν τα υποπροϊόντα) θα εξεταστεί το ποσοστό μείωσης των GHGs, βάση πάντα της μεθοδολογίας που παρουσιάζεται στην Οδηγία για τις ΑΠΕ (παράρτημα Β, μέρη Γ και Δ).

Τα στοιχεία αυτά θα εξεταστούν από τους ενδιαφερόμενους φορείς.

### ΕΝΔΙΑΦΕΡΟΜΕΝΟΙ ΦΟΡΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΥΤΟΥ ΤΟΥ ΘΕΜΑΤΟΣ

Αγρότες, γεωργικές ενώσεις, επενδυτές και ΜΜΕ, αντιπρόσωποι ενεργειακών γραφείων,

Εκτός από την πραγματική μείωση των GHGs της βιοαιθανόλης, ένα άλλος κρίσιμος παράγοντας είναι ο ανταγωνισμός για την χρήση των αγροτικών προϊόντων και συνεπώς, για την αγροτική γη. Στην πραγματικότητα οι βιομηχανίες τροφίμων και βιοκαυσίμων χρησιμοποιούν τα ίδια καλλιεργητικά εδάφη και υπάρχει ανταγωνισμός μεταξύ της αγοράς τροφίμων και βιοκαυσίμων.

Αυτό το πρόβλημα είναι γνωστό ως «καύσιμα εναντίον τροφίμων».

Ο αντίκτυπος των βιοκαυσίμων στις τιμές τροφίμων παραμένει ένα θέμα ιδιαίτερης συζήτησης από το 2008.

Ακόμα κι αν πολλοί λόγοι καθόρισαν τη αύξηση των τιμών των αγροτικών προϊόντων το 2008 (π.χ. λόγοι κερδοσκοπίας, η μεγάλη περίοδος ξηρασίας σε μερικές χώρες σε όλο τον κόσμο, οι αλλαγές στις συνήθειες κατανάλωσης στις αναπτυσσόμενες χώρες), το πρόβλημα «καύσιμα εναντίον τροφίμων» παρουσιάστηκε ως το κυριότερο πρόβλημα και η κοινή γνώμη πείστηκε ότι τα βιοκαύσιμα αποτελούν απειλή για την χαμηλή τιμή των αγροτικών προϊόντων. Αυτός όμως δεν ισχύει απόλυτα.

Η χρήση ημιάγωνα εδαφών, όπου εδάδιμες πρώτες ύλες δεν θα μπορούσαν να καλλιεργηθούν θα μπορούσε να αποτελέσει μια λύση στον ανταγωνισμό αυτό.

**Το γλυκό σόργο μπορεί να καλλιεργηθεί σε φτωχά εδάφη και επίσης κάποιες ποικιλίες μπορούν να καλλιεργηθούν αποκλειστικά για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Επιπλέον στο μέλλον η χρήση της βαγάσσης για τη παραγωγή 2<sup>ης</sup> γενιάς βιοκαυσίμων αποτελεί ένα ακόμα πλεονέκτημα του γλυκού σόργου.**

Οι κρίσιμες πτυχές για την εισαγωγή αυτών των ποικιλιών στις γεωργικές πρακτικές της ΕΕ αποτελεί ένα από τα κυριότερα θέματα προς συζήτηση.

## 9. ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΕΣ ΕΠΙΣΚΕΨΕΙΣ

Προκειμένου να αναπτυχθεί η τεχνογνωσία για την επεξεργασία του γλυκού σόργου και την παραγωγή βιοαιθανόλης, πραγματοποιήθηκαν κάποιες εκπαιδευτικές επισκέψεις. Οι προορισμοί που επιλέχτηκαν ήταν αγροτικά ινστιτούτα και μονάδες επεξεργασίας βιοαιθανόλης σε πειραματικές και βιομηχανικές κλίμακες.

Τα ταξίδια πραγματοποιήθηκαν την περίοδο Οκτώβριος-Νοέμβριος του 2010.

### 9.1 Εμπειρία εκπαιδευτικών επισκέψεων στην Ινδία

Η Ινδία επιλέχθηκε δεδομένου ότι είναι μια από τις λίγες χώρες σε όλο τον κόσμο όπου το γλυκό σόργο χρησιμοποιείται για την παραγωγή αιθανόλης. Το Νοέμβριο του 2007 η μονάδα «Rusni Distilleries Pvt Ltd» στο Hyderabad, Άντρα Πραντές, άρχισε να παράγει αιθανόλη με την επεξεργασία γλυκού σόργου. Ένα έτος αργότερα, το Δεκέμβριο του 2008 η «TATA Chemical Ltd», δημιούργησε εγκαταστάσεις βιοαιθανόλης στην Nanded, Maharashtra, χρησιμοποιώντας επίσης το γλυκό σόργο ως πρώτη ύλη. Η ασφάλεια τροφίμων είναι μια εθνική προτεραιότητα για την Ινδία εξαιτίας του γεγονότος ότι το ένα τέταρτο του πληθυσμού ζει κάτω από το όριο της φτώχειας, έτσι η στρατηγική βιοκαυσίμων της Ινδίας εστιάζει στη χρήση μη εδώδιμων πηγών. Δεδομένου ότι οι αγρότες μπορούν να συνεχίσουν να χρησιμοποιούν το σιτάρι για τα τρόφιμα η καλλιέργεια του γλυκού σόργου για την παραγωγή βιοαιθανόλης δεν θέτει σε κίνδυνο την ασφάλεια τροφίμων. Το γλυκό σόργο που περιέχει σάκχαρα σε ποσοστό 10-12% μπορεί να υποβληθεί σε επεξεργασία όμοια με το ζαχαροκάλαμο, έχει προστιθέμενα πλεονεκτήματα στην ωριμότητα εντός μιας περιόδου 110 ημερών και απαιτεί μόνο το ένα τρίτο της ποσότητας του νερού για την καλλιέργεια σε σχέση με το ζαχαροκάλαμο.

Το Υπουργείο πετρελαίου της Ινδίας το 2003, εισήγαγε ένα νόμο που έκανε υποχρεωτική την ανάμιξη 5% αιθανόλης στη βενζίνη. Η εφαρμογή του Νόμου καθυστέρησε σε πολλές περιοχές της Ινδίας καθώς οι υψηλοί κρατικοί φόροι και οι ειδικόι φόροι κατανάλωσης, κατέστησαν την παραγωγή αιθανόλης μη εφικτή εμπορικά. Υπολογίζεται ότι περίπου 540 εκατομμύρια λίτρα αιθανόλης παράχθηκαν μέχρι τα τέλη Απριλίου του 2009. Η κυβέρνηση δεν έδωσε καμία οικονομική βοήθεια ή φορολογικό κίνητρο για την παραγωγή ή το μάρκετινγκ της αιθανόλης εντούτοις, προσέφερε επιδοτούμενα δάνεια (2% κάτω από το επιτόκιο της αγοράς) από το Αναπτυξιακό Ταμείο ζαχαροκάλαμων για ποσά ύψους μέχρι και το 40% του κόστους μιας μονάδας παραγωγής αιθανόλης.

Περισσότερες από 115 από τις 320 μονάδες οινοπνευματοποιίας τροποποίησαν τις εγκαταστάσεις απόσταξης τους για να παραγάγουν αιθανόλη με συνολική ικανότητα παραγωγής 1.5 δισεκατομμύρια λίτρα αιθανόλης το χρόνο. Στην Ινδία η παραγωγή αιθανόλης προέρχεται κυρίως από τα υποπροϊόντα ζάχαρης ενώ η χρήση άλλων πηγών όπως το γλυκό σόργο, το σακχαρότευτλο, κ.λπ. είναι σε προκαταρκτικό στάδιο.

Η κυβέρνηση υποστηρίζει ερευνητικά ινστιτούτα όπως είναι το ICRISAT καθώς και ερευνητικά προγράμματα για τον προσδιορισμό κατάλληλων ποικιλιών γλυκού σόργου για το τοπικό κλίμα. Το ICRISAT με κεντρικά γραφεία στο Hyderabad, Άντρα Πραντές, έχει ως αποστολή «να βοηθήσει 600 εκατομμύρια φτωχούς ανθρώπους να υπερνικήσουν την πείνα, την φτώχεια και ένα υποβιβασμένο περιβάλλον στους ξηρούς τροπικούς κύκλους μέσω μιας καλύτερης γεωργίας». Το ίδρυμα εστιάζει σε πέντε συγκομιδές: groundnut, riceon, sorghum, chickpea και millet. Το Ινστιτούτο κάνει μια εκτεταμένη έρευνα για τη γενετική βελτίωση του γλυκού σόργου και την αύξηση της παραγωγής σακχάρων.

Η έρευνα για την ανάπτυξη ποικιλιών γλυκού σόργου άρχισε το 1980 με την αξιολόγηση 70 ποικιλιών και ανανεώθηκε το 2002 για να ικανοποιήσει την αυξανόμενη απαίτηση για αιθανόλη. Η ευρεία μεταβλητότητα των ποικιλιών και των υβριδίων σχετικά με την παραγωγή αιθανόλης, προσέφερε ένα ευρύ πεδίο για την ανάπτυξη στελέχους με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Το πρόγραμμα αναπαραγωγής γλυκού σόργου στοχεύει να βελτιώσει την περιεκτικότητα σε σάκχαρα, την περιεκτικότητα σε χυμό και τη βιομάζα. Τα υβρίδια είναι αποδοτικότερα στην παραγωγή σακχάρων (τόνοι/ στρέμμα) και είναι λιγότερο ευαίσθητα στο φως και στις μεταβλητές θερμοκρασίες.

Το ICRISAT δημιούργησε το 2003 το πρόγραμμα «ASP» για να προωθήσει τις δημόσιες -ιδιωτικές συνεργασίες που θα εμπορευματοποιήσουν τις παραγόμενες τεχνολογίες. Μέχρι τώρα περισσότερες από 20 τεχνολογίες έχουν πωληθεί μέσω του ιδιωτικού τομέα, δημιουργώντας κατά συνέπεια ευκαιρίες απασχόλησης. Μια πετυχημένη ιστορία είναι η εμπορευματοποίηση της αιθανόλης από γλυκό σόργο όπου το Ινστιτούτο ανέπτυξε υβρίδια που παράγουν υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα για τη βιομηχανική παραγωγή της αιθανόλης και η τεχνολογία εμπορευματοποιήθηκε επιτυχώς από την εταιρεία «Rusni Distilleries Ltd». Το Ινστιτούτο δημιούργησε επίσης δύο πλατφόρμες. Η πρώτη πλατφόρμα ήταν η ιδιωτική-ερευνητική κοινοπραξία Γλυκό σόργο-Αιθανόλη η οποία δημιουργήθηκε για να ικανοποιήσει τις τρέχουσες και μελλοντικές απαιτήσεις των μονάδων παραγωγής αιθανόλης και η δεύτερη πλατφόρμα ήταν ο Ιδιωτικός τομέας σπόρου/Ερευνητική κοινοπραξία υβριδίων, η οποία λειτουργεί με 22 μέλη αυτή τη στιγμή και στοχεύει να ενισχύσει την υβριδική έρευνα πάνω στο γλυκό σόργο και να μοιραστεί τα προϊόντα αυτής της έρευνας με τη βιομηχανία σπόρων η οποία θα παρέχει στη συνέχεια τα υβρίδια γλυκού σόργου στους αγρότες.

**Η αλυσίδα παραγωγής γλυκού σόργου μπορεί να περιλαμβάνει κεντρικά και αποκεντρωμένα μοντέλα. Σύμφωνα με το κεντρικό μοντέλο, οι αγρότες παρέχουν στην μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης την βιομάζα του γλυκού σόργου αμέσως μετά την συγκομιδή ενώ στα αποκεντρωμένα μοντέλα οι αγρότες παρέχουν την συγκομιδή τους σε αποκεντρωμένες μονάδες (DCU) για την εξαγωγή του χυμού από τα στελέχη του γλυκού σόργου και την παραγωγή σιροπιού για την επέκταση του χρόνου αποθήκευσης των σακχάρων. Το αποκεντρωμένο μοντέλο δίνει την δυνατότητα σε αγρότες που βρίσκονται μακριά από την μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης να συμμετέχουν στη αλυσίδα παραγωγής.**

**Στις μονάδες DCU τα στελέχη συντρίβονται και ο γλυκός χυμός βράζεται για να παραχθεί το συμπυκνωμένο σιρόπι (> °Brix 60) που μπορεί να αποθηκευτεί για περισσότερο από 9 μήνες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί αργότερα στην παραγωγή αιθανόλης.**

Η μονάδα DCU του ICRISAT επεξεργάζεται συγκομιδές γλυκού σόργου 70 αγροτών, μια παραγωγή περίπου 300 στρεμμάτων. Η μονάδα έχει 4 μηχανές σύνθλιψης στελεχών από τις οποίες οι τρεις έχουν δυναμικότητα 2 τόνους στελεχών γλυκού σόργου ανά ώρα ενώ η τέταρτη έχει μια ικανότητα 1 τόνο την ώρα. Κατά την περίοδο βροχών του 2009, συνολικά 560 τόνοι στελεχών χρησιμοποιήθηκαν για να την παραγωγή 29 τόνων σιροπιού (°Brix περίπου 60).

Η μονάδα «**Rusni**» είναι η πρώτη μονάδα επεξεργασίας γλυκού σόργου για την παραγωγή βιοαιθανόλης που δημιουργήθηκε στον κόσμο. Είναι μια μεσαίου μεγέθους εγκατάσταση με μια ικανότητα παραγωγής 40.000 λίτρων αιθανόλης ανά ημέρα (σε πλήρη λειτουργία). Η μονάδα «Rusni» έχει 30 μονάδες σύνθλιψης στελεχών με δυναμικότητα 1 τόνο την ώρα και 6 δεξαμενές για τη διαδικασία ζύμωσης και την παραγωγή σιροπιού. Η μονάδα «Rusni» εκτός από το σιρόπι γλυκού σόργου που προμηθεύεται από τη μονάδα DCU αγοράζει και στελέχη γλυκού σόργου για 9-10€ τον τόνο από άλλους αγρότες κοντά στην περιοχή. Η μονάδα «Rusni» επεξεργάζεται συνολικά 870 τόνους στελεχών γλυκού σόργου. Οι μίσχοι περνούν μέσα από δύο κυλίνδρους, και συνθλίβονται για την παραγωγή του χυμού. Ο χυμός του στελέχους καταλαμβάνει το 40% του βάρους του, στη συνέχεια παστεριώνεται στους 100 °C για 30 λεπτά, προστίθενται ένζυμα και ακολουθεί η διαδικασία της ζύμωσης για 34 με 45 ώρες. Το κόστος παραγωγής της βιοαιθανόλης είναι περίπου 0.30 €/λίτρο, η χονδρική τιμή είναι 0.40 €/λίτρο ενώ η λιανική τιμή 0.46€/λίτρο αιθανόλης. Το κόστος της μονάδας ήταν περίπου € 7 εκατομμύρια.

Η μονάδα «**TATA Chemical Ltd.**» στην Ινδία χρησιμοποιεί και αυτή ως πρώτη ύλη το γλυκό σόργο και είναι μια κεντρική μονάδα στην πόλη Nanded, Maharashtra. Η μονάδα έχει μια ικανότητα παραγωγής 30.000 λίτρων βιοαιθανόλης ανά ημέρα και χρησιμοποιεί επίσης τη βαγιάση του γλυκού σόργου ως καύσιμο για την παραγωγή θερμότητας. Τα στελέχη του γλυκού σόργου μεταφέρονται στην μονάδα «TATA» ξεφορτώνονται στον μεταφορέα και από εκεί οδηγούνται στον τεμαχιστή και στο μηχάνημα σύνθλιψης που διαθέτει τέσσερις μύλους. Ο χυμός που συγκεντρώνεται βράζεται στην συνέχεια για την παραγωγή του σιροπιού. Εάν το σιρόπι οδηγηθεί άμεσα για ζύμωση, τότε βράζετε λιγότερο προκειμένου να αποκτήσει χαμηλότερο βαθμό °Brix (ημισιρόπι). Το σιρόπι με 85°Brix αραιώνεται προτού να υποβληθεί σε ζύμωση. Στον χυμό προστίθενται ένζυμα και ακολουθεί η ζύμωση για μια περίοδο 72 ωρών στους 30-32 °C. Μετά από τη ζύμωση ακολουθεί η φάση απόσταξης και το τελικό προϊόν που παράγεται είναι η βιοαιθανόλη.



Εικόνα 9: ICRISAT, Hyderabad, Andhra Pradesh, Ινδία Μονάδα εξαγωγής χυμού<sup>59</sup>



Εικόνα 10: Αποκεντρωμένη μονάδα DCU, Medak, Andhra Pradesh, Ινδία<sup>60</sup>



**Εικόνα 11: Μονάδα συμπύκνωσης χυμού για την δημιουργία σιροπιού, Medak, Andhra Pradesh, Ινδία<sup>61</sup>**

## 9.2 Εμπειρία εκπαιδευτικών επισκέψεων στην Ισπανία

Η ομάδα έργου επισκέφτηκε την μονάδα παραγωγής βιοαιθανόλης της εταιρείας Abengoa στην πόλη Babilafuente, Σαλαμάνκα και την μονάδα παραγωγής ζάχαρης και βιοντίζελ από ηλιάνθο και σιναπόσπορο του συνεταιρισμού ACOR στην πόλη Olmedo.

Η Ισπανία, λαμβάνοντας υπόψη τη παράδοση που έχει στα δημητριακά, έχει βασίσει την παραγωγή της βιοαιθανόλης κυρίως στο σιτάρι. Η διαδικασία είναι βασισμένη στην ξηρά άλεση και την ενζυματική υδρόλυση του αμύλου. Στην Ισπανία, παρά την ύπαρξη καλλιεργειών που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή βιοαιθανόλης, το μεγαλύτερο ποσοστό των πρώτων υλών εισάγονται από άλλες χώρες παραγωγούς, όπου το κόστος ανά κιλό πρώτης ύλης είναι χαμηλότερο και επομένως το τελικό κόστος ανά λίτρο βιοαιθανόλης είναι χαμηλότερο. Έτσι, το ποσοστό των δημητριακών που χρησιμοποιούνται για την παραγωγή βιοαιθανόλης στην Ισπανία, είναι λιγότερο από 7%.

Η εταιρεία Abengoa - έχει τρεις μονάδες βιοαιθανόλης στην Ισπανία:

- Biocarburantes Castilla y Leon (που βρίσκεται στην πόλη Babilafuente, Salamanca).
- Bioethanol Galicia (που βρίσκεται στην πόλη Coruña, Galicia).
- Spanish Ecocarburantes (που βρίσκεται στην πόλη Cartagena, Murcia).

Στην περίπτωση των μονάδων που βρίσκονται στην πόλη Babilafuente, τα δημητριακά, ειδικά το σιτάρι και το κριθάρι, είναι οι επιλεγμένες πρώτες ύλες για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Στις άλλες δύο μονάδες, το τελικό προϊόν είναι η παραγωγή άνυδρης βιοαιθανόλης για την παραγωγή ETBE, για αυτό το λόγο οι μονάδες τοποθετήθηκαν κοντά σε λιμάνι για την μεταφορά της πρώτης ύλης και κοντά σε ένα διυλιστήριο για την μετατροπή της βιοαιθανόλης σε ETBE. Η μόνη διαφορά μεταξύ των τριών μονάδων παραγωγής της Abengoa στην Ισπανία είναι ότι στην περίπτωση των μονάδων στην πόλη Cartagena, η ζύμωση πραγματοποιείται σε συνεχή διαδικασία, ενώ στις περιπτώσεις των μονάδων στις πόλεις Babilafuente και Coruña, το στάδιο ζύμωσης πραγματοποιείται εξωτερικά των εργοστασίων σε άλλες μικρότερες μονάδες. Η Abengoa, δεν ελέγχει ούτε την παραγωγή ούτε την τιμή των πρώτων υλών. Συνεπώς, η εταιρεία δεν μπορεί να θεωρήσει την ανάπτυξη των μονάδων μικρής και μέσης κλίμακας ως μια εναλλακτική λύση, που είναι και ο κύριος στόχος του έργου «SWEETHANOL». Κατά την εταιρεία αυτός ο στόχος θα μπορούσε να επιτευχθεί εάν το μοντέλο περιελάμβανε τους παραγωγούς πρώτων υλών στην διαδικασία παραγωγής.

### 9.3 Εμπειρία εκπαιδευτικών επισκέψεων στο Περού

Το Περού είναι μια χώρα στην οποία η ανάπτυξη της παραγωγής και χρήσης βιοαιθανόλης άσκησε από την αρχή ιδιαίτερη επίδραση στην βιομηχανική, γεωργική και κοινωνική ανάπτυξη της περιοχής. Η ιστορία της στον τομέα των βιοκαυσίμων άρχισε μερικά έτη πριν, μετά από την δράση άλλων κοντινών χωρών όπως της Βραζιλίας, της Κολομβίας και των ΗΠΑ. Η ανάπτυξη της παραγωγής βιοαιθανόλης στο Περού είχε μια οικονομική και περιβαλλοντική σημασία, λόγω του υψηλού επιπέδου ρύπανσης που έχουν πόλεις όπως η Λίμα, κυρίως λόγω της κυκλοφορίας.



**Εικόνα 12: Καλλιέργεια ζαχαροκάλαμου, Paramonga, Περού<sup>62</sup>**

Εξετάζοντας αυτούς τους παράγοντες, το ευρωπαϊκό πρόγραμμα SWEETHANOL επέλεξε την χώρα για να αξιολογήσει την πραγματικότητα μιας νέας αγοράς όπως είναι αυτής του Περού.

Το Περού έχει μια μεγάλη παράδοση στην παραγωγή ζάχαρης από ζαχαροκάλαμο. Η πρώτη ύλη αυτή χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαιθανόλης, εφαρμόζοντας υψηλού επιπέδου τεχνολογίες αυξάνοντας έτσι την παραγωγικότητα και την ποιότητα του ζαχαροκάλαμου στις ημι-έρημες περιοχές ή τις περιοχές με χαμηλή παραγωγικότητα.

Η παραγωγή της βιοαιθανόλης από ζαχαροκάλαμο είναι το πιο ευρέως διαδεδομένο σύστημα για την παραγωγή βιοαιθανόλης κυρίως στην Βραζιλία και τις ΗΠΑ. Και οι δύο χώρες έχουν ασκήσει σημαντική πολιτική για να προωθήσουν την παραγωγή και την εφαρμογή της βιοαιθανόλης ως βιοκαύσιμο. Αυτήν τη στιγμή, το ζαχαροκάλαμο είναι μια από τις σημαντικότερες πρώτες ύλες και χρησιμοποιείται σε όλο τον κόσμο για την παραγωγή βιοαιθανόλης, κυρίως λόγω της υψηλής απόδοσης βιοαιθανόλης ανά στρέμμα.

Η ενεργειακή αναλογία που έχει τον ζαχαροκάλαμο ως πρώτη ύλη είναι πολύ καλή, θεωρώντας ότι το 100% της κατανάλωσης ενέργειας κατά τη διάρκεια της παραγωγής βιοαιθανόλης καλύπτεται από την ίδια τη συγκομιδή (κάνοντας χρήση της βαγιάσσης που παράγεται).

Στο Περού η χρήση ημι-έρημων περιοχών για την καλλιέργεια του ζαχαροκάλαμου είχε τεθεί σαν προτεραιότητα. Τα καλά παραδείγματα αυτού του μοντέλου χρήσης τέτοιων περιοχών είναι τα βιομηχανικά και γεωργικά έργα που υλοποιούνται από την εταιρία Marple και την Caña Brava στην περιοχή Piura.

Η υιοθέτηση μιας νέας νομοθεσίας για την ανάμιξη σε ποσοστό 7,8% βιοαιθανόλης στη βενζίνη αναμένεται να αυξήσει την ζήτηση για παραγωγή βιοαιθανόλης. Αυτή η νέα νομοθεσία θα προωθήσει την ανάπτυξη των αγροτικών περιοχών και φυσικά θα επιτρέψει την ανάπτυξη ενός νέου τύπου βιομηχανίας.



**Εικόνα 13: Θερισμός στην Sullana, Περού<sup>63</sup>**

## 10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΠΗΓΕΣ

---

- <sup>1</sup> www.epure.org/
- <sup>2</sup> Communication from the Commission "An EU strategy for biofuels", {SEC (2006) 142}
- <sup>3</sup> Data processing by Biofuels Barometer – EurObserv'ER 09- July 2009 and EurObserv'ER 10- July 2010
- <sup>4</sup> 6th National report on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport in Greece (2005-2010), Athens, April 2010
- <sup>5</sup> Data processing by Biofuels Barometer – EurObserv'ER 09- July 2009 and EurObserv'ER 10- July 2010
- <sup>6</sup> Assocostieri, <http://www.assocostieri.it/>
- <sup>7</sup> www.biodieselspain.com
- <sup>8</sup> Almodares A., and Hadi M.R., 2009 "Production of bioethanol from sweet sorghum: A review". African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (9) September, 2009; 772 - 780
- <sup>9</sup> Curt M.D., Fernández, J., Martínez M., 1995 "Productivity and water use efficiency of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv Keller in relation to water regime". Biomass and Bioenergy 8(6):401-409
- <sup>10</sup> Curt M.D., Fernandez J., Martinez M., 1998 "Productivity and radiation use efficiency of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv. Keller in central Spain". Biomass and Bioenergy 14(2): 168-178
- <sup>11</sup> Fernández J., Curt M.D., Martínez M., Olalla L., González J., 1996 "Perspectivas del cultivo de sorgo azucarero para bioetanol en España en base a resultados varietales en ensayos multilocales". ITEA 17(extra): 73-81
- <sup>12</sup> Fernández J. and Curt M.D., 2005 "New energy crops for bioethanol production in the Mediterranean region". International Sugar Journal, 107(1283): 622-628
- <sup>13</sup> Köppen S., Reinhardt G., Gärtner S., 2009 "Assessment of energy and greenhouse gas inventories of Sweet Sorghum for first and second generation bioethanol". FAO 2009
- <sup>14</sup> Guiying L., Weibin G., Hicks A., Chapman K.R., 2010 "A training manual for sweet sorghum". Chapter 4. Genetics and Breeding. Food and Agriculture Organisation of United Nations
- <sup>15</sup> C.E.T.A.
- <sup>16</sup> Dillon S.L., Shapter F.M., Henry R.J., Cordeiro G., Izquierdo L., Slade L., 2007 "Domestication to crop improvement: genetic resources for Sorghum and Saccharum (Andropogoneae)". Annals of Botany 100: 975-989
- <sup>17</sup> Guiying L., Weibin G., Hicks A., Chapman K.R., 2010 "A training manual for sweet sorghum". Chapter 4. Genetics and Breeding. Food and Agriculture Organisation of United Nations
- <sup>18</sup> Petrini C., Belletti A., Salamini F., 1993 "Breeding and growing sweet sorghum for fuel". Chapter 1. Morphology and Reproduction. Elsevier Science Publishers BN
- <sup>19</sup> Price H.J., Dillon S.L., Hodnett G., Rooney W.L., Ross L., Johnston S., 2005 "Genome evolution in the genus Sorghum (Poaceae)". Annals of Botany 95: 219-227
- <sup>20</sup> Sánchez-Monje E. 2001 "*Sorghum bicolor* (L.) Moench". In: Sánchez-Monje E.: Plantas de interés agrícola, p. 1132-1134. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- <sup>21</sup> Smith, C.W., Frederiksen, R.A. (Eds.), 2000 "Sorghum. Origin, history, technology and Production". Wiley Series in Crop Science. ISBN 0471242373. 840 pp
- <sup>22</sup> C.E.T.A.
- <sup>23</sup> Belletti A., Petrini C., Minguzzi A., Landini V., Piazza C., Salamini F., 1991 "Yield potential and adaptability to Italian conditios of sweet sorghum as biomass crop for energy production". Maydica 36: 283-291
- <sup>24</sup> Berenji J. and Dahlberg J., 2004 "Perspectives of Sorghum in Europe". J. Agronomy & Crop Science 190: 332-338
- <sup>25</sup> Curt M.D., Fernández J., Martínez M., 1995 "Productivity and radiation use efficiency of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench ) cv Keller in relation to water regime". Biomass and Bioenergy 14(2): 168-178
- <sup>26</sup> Petrini C., Belletti A., Salamini F., 1993 "Breeding and growing sweet sorghum for fuel". Chapter 1. Morphology and Reproduction. Elsevier Science Publishers BN

- 27 Price H.J., Dillon S.L., Hodnett G., Rooney W.L., Ross L., Johnston S., 2005 "Genome evolution in the genus *Sorghum* (Poaceae)". *Annals of Botany* 95: 219-227
- 28 Sánchez-Monje E., 2001 "*Sorghum bicolor* (L.) Moench". In: Sánchez-Monje E.: *Plantas de interés agrícola*, p. 1132-1134. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación
- 29 Smith, C.W. and Frederiksen, R.A. (Eds.), 2000 "Sorghum. Origin, history, technology and Production". Wiley Series in Crop Science. ISBN 0471242373. 840 pp
- 30 CETA
- 31 Guiying L., Weibin G., Hicks A., Chapman K.R., 2010 "A training manual for sweet sorghum". Chapter 4. Genetics and Breeding. Food and Agriculture Organisation of United Nations
- 32 Janssen R., Rutz D., Branconnier S., Reddy B., Rao S., Schaffert R., Parella R., Zaccharias A., Rettenmaier N., Reinhardt G., Monti A., Amaducci S., Marocco A., Snijman W., Terblanche H., Zavala-Garcia F., 2010 "Sweet sorghum- An alternative energy crop". Proc.18<sup>th</sup> Eur. Biomass Conf. Lyon, France: 200-206
- 33 Petrini C., Belletti A., Salamini F., 1993 "Breeding and growing sweet sorghum for fuel". Chapter 1. Morphology and Reproduction. Elsevier Science Publishers BN
- 34 Price H.J., Dillon S.L., Hodnett G., Rooney W.L., Ross L., Johnston S., 2005 "Genome evolution in the genus *Sorghum* (Poaceae)". *Annals of Botany* 95: 219-227
- 35 <http://web.etaflorence.it/51.0.html?&L=1>
- 36 Dalianis C., Alexopoulou E., Dercas N., Sooter Ch., 1996, "Effect of plant density on growth, productivity and sugar yields of sweet sorghum in Greece", in: *Biomass for Energy and Environment, Proceedings on the 9th European Bioenergy Conference, Vol. 1, Copenhagen, Denmark, June 1996*
- 37 Dalianis C., Sooter C.A., Christou M., 1994, "Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) biomass productivity, sugar yields and ethanol potential in Greece", in: *8th European Biomass Conference "Biomass for Energy Environment Agriculture and Industry", Vienna, Austria, October 1994*
- 38 Dalianis C., 1996b, "Adaption, productivity and agronomic aspects of sweet sorghum under EU conditions", in: *1st European Seminar on Sorghum for Energy and Industry, Toulouse, France, April 1996: 15-25*
- 39 Dercas N., Panoutsou C., Dalianis C., Sooter C., 1995, "Sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) response to four irrigation and two nitrogen fertilization rates" Centre for Renewable Energy Sources, Pikermi, Greece
- 40 Dercas N., Panoutsou C., Dalianis K., 1995, "Radiation use efficiency, water and nitrogen effects on sweet sorghum productivity", in: Chartier et al editors. *Biomass for Energy, Environment, Agriculture and Industrial. Proceedings 8th EU Biomass Conference, Oxford, UK*
- 41 Kavadakis G., Dercas N., Nikolaou A., 2000, "Evaluation of productivity, water and radiation use efficiency of two sweet sorghum varieties under Greek conditions", in: *1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, Spain, June 2000*
- 42 Dercas N., Panoutsou C., Dalinanis C., 1996, "Water and nitrogen effects on sweet sorghum growth and productivity", in: *Biomass for Energy and Environment, Proceedings on the 9th European Bioenergy Conference, Vol. 1, Copenhagen, Denmark, June 1996*
- 43 Losavio, N., Ventrella, D., Vonella, A.V., 1999 "Water requirements - water and radiation use efficiency. Parameters in order to evaluate the introduction of new crops in the Mediterranean environment [*Hibiscus cannabinus* L. - *Sorghum bicolor* (L.) Moench. - *Helianthus tuberosum* L. - Basilicata]" (Istituto Sperimentale Agronomico, Bari, Italy)
- 44 Kavadakis G., Dercas N., Nikolaou A., 2000, "Evaluation of productivity, water and radiation use efficiency of two sweet sorghum varieties under Greek conditions", in: *1st World Conference on Biomass for Energy and Industry, Sevilla, Spain, June 2000*
- 45 Patanè C., Copani V., Cosentino S., 1997 "Yield potential evaluation of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) genotypes in the Mediterranean environment". Proc. of First International Sweet Sorghum Conference, Beijing, China, 14-19 September: 444-455
- 46 Dolciotti I., Mambelli S., Grandi S., Venturi G., 1998 "Comparison of two Sorghum genotypes for sugar and fibre production". *Industrial Crops and Products*, 7, 2-3: 265-272
- 47 Amaducci S., Monti A., Venturi G., 2004 "Non structural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques". *Industrial Crops and Products*, 20, 1: 111-118

- 
- <sup>48</sup> Curt M.D., Fernández J., Olalla L., González A., 1996 "Summary of 5 years varietal experimentation on sweet sorghum in Spain". 1-3 April 1996. First European Seminar on Sorghum for Energy and Industry, Toulouse, France
- <sup>49</sup> Olalla L., Muriel J.L., Ruiz J.C., Navarro E., Mira A., 1983 "Sorgo dulce: Aportación al estudio de su cultivo para producción de azúcares y/o alcohol en Andalucía (España)". Anales INIA, Ser. Agr. 23
- <sup>50</sup> CETA
- <sup>51</sup> Pin M., Picco D., Migliardi D., Tomasinsig E., 2009 "Il sorgo zuccherino come coltura per la produzione decentralizzata di bioetanolo", Dal Seme, Anno IV, giugno 2009: 54-59
- <sup>52</sup> SS Engineers, [www.sseengineers.com](http://www.sseengineers.com)
- <sup>53</sup> Gnansounou E., Dauriat A., Wyman C.E., 2005 "Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China", Bioresource Technology 96: 985-1002
- <sup>54</sup> Cundiff J.S. et al., 1993 "Juice expression from sweet sorghum". Unpublished annual report, Biological Systems Engineering, Blacksburg, VA:VPI&SU, USA
- <sup>55</sup> C.E.T.A.
- <sup>56</sup> Pin M., Picco D., Migliardi D, Tomasinsig E., 2010, "Bioetanolo da sorgo, un'opportunità di reddito", Supplemento a L'Informatore Agrario, 6/2010: 26-31
- <sup>57</sup> Pin M., Picco D., Migliardi D, Tomasinsig E., 2010, "Bioetanolo da sorgo, un'opportunità di reddito", Supplemento a L'Informatore Agrario, 6/2010: 26-31.
- <sup>58</sup> Pin M., Picco D., Migliardi D, Tomasinsig E., 2010, "Bioetanolo da sorgo, un'opportunità di reddito", Supplemento a L'Informatore Agrario, 6/2010: 26-31
- <sup>59</sup> C.E.T.A.
- <sup>60</sup> C.E.T.A.
- <sup>61</sup> C.E.T.A.
- <sup>62</sup> C.E.T.A.
- <sup>63</sup> C.E.T.A.