

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Αριθμ. Πρωτοκ. \_\_\_\_\_

Ημερομηνία \_\_\_\_\_

231  
1-7-08

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ**  
**ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

ΘΕΜΑ

**ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ**  
**ΜΕ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ**  
**ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ**  
**ΑΝ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Κ ΘΡΑΚΗΣ**



ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ  
ΓΚΑΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ

Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα - Δαναλάτος Νικόλαος

ΒΟΛΟΣ 2008



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ  
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 6625/1  
Ημερ. Εισ.: 07-10-2008  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2008  
ΓΚΑ

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΦΥΤΩΝ  
ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**ΘΕΜΑ**

**ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΦΥΤΩΝ ΜΕ ΣΤΟΧΟ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ  
ΜΕ ΜΟΝΤΕΛΟ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ  
ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑ  
ΑΝ.ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ Κ ΘΡΑΚΗΣ**



**ΕΠΙΜΕΛΕΙΑ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**ΓΚΑΛΑΚΗΣ ΧΡΗΣΤΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΝΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ**

**Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα - Δαναλάτος Νικόλαος**

**ΒΟΛΟΣ 2008**

## Ευχαριστίες,

Στην ολοκλήρωση της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας συνέβαλλαν πολλοί σημαντικοί επιστήμονες-ερευνητές και έμπειροι γεωπόνοι. Η πτυχιακή εργασία διαθέτει βιβλιογραφικά και πειραματικά στοιχεία και η συνδρομή κάποιων ανθρώπων με υψηλό επιστημονικό υπόβαθρο και ερευνητικό έργο κρίθηκε επιβεβλημένη. Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Επίκουρο Καθηγητή Γενετικής Βελτίωσης φυτών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστήμων του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος κ. Αθανάσιο Μαυρομάτη για την πολύτιμη επιστημονική του καθοδήγηση και για την υπομονή που επέδειξε στη διεκπεραίωση της πτυχιακής μου εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή του εργαστηρίου κηπευτικών καλλιεργειών κ.Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα, καθώς και τον Καθηγητή Γεωργίας κ.Δαναλάτο Νικόλαο για τις χρήσιμες διορθωτικές επεμβάσεις τους. Επίσης νιώθω την ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και ιδιαίτερα τον πατέρα τον Κων/νο Γκαλάκη που με την επίμονη του κατάφερε να συμβάλλει σημαντικά στο βιβλιογραφικό μέρος της εργασίας. Ιδιαίτερα εποικοδομητική και γόνιμη αποδείχθηκε η συνεργασία μας με τους υπεύθυνους του αγροκτήματος στην περιοχή του Βελεσίνου ,κ.Σουίπα Σπύρο, γεωπόνο και Δημήτριο Τόλλια, φυτοτέχνη. Ευχαριστώ τέλος όλο το προσωπικό του εργαστηρίου της Γενετικής Βελτίωσης και συγκεκριμένα τον κ.Κορκόβελο Αθανάσιο (διδάκτορα) και τους μεταπτυχιακούς φοιτητές για τις χρήσιμες συμβουλές τους.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΣΕΛΙΔΕΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο - ΕΙΣΑΓΩΓΗ .....	9
1.1 Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ.....	9
1.2 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ –ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ.....	11
1.3 ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ .....	13
1.4 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΙΔΩΝ	
Το ΣΟΡΓΟ ( <i>Sorghum bicolor</i> .....	15
1.5 ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ .....	16
1.6 ΙΝΩΔΟΤΙΚΟ ΣΟΡΓΟ.....	18
1.7 ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ- Παραγωγή βιομάζας – βιοκαυσίμων.....	20
1.8 Συγκομιδή - Επεξεργασία του γλυκού σόργου.....	21
1.9 Καινοτόμος συγκομιδή.....	22
1.10 Μετατρεψιμότητα σακχάρων σε αιθανόλη .....	24
1.11 Γενετική βελτίωση του Σόργου.....	27
1.12Γνωρίσματα για βελτίωση .....	27
1.13 Μέθοδοι γενετικής βελτίωσης.....	28
1.14 Γενετική Βελτίωση του <i>Sorghum Bicolor</i> .....	30
1.15 Ποικιλίες γλυκού σόργου .....	31
1.16 Γλυκό σόργο ,ενεργειακή παραγωγή .....	34
2.Ελαιοκράμβη ( <i>Brassica napus</i> ).....	37
2.1 Βοτανικά γνωρίσματα.....	38
2.2 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	40
2.3 Παραγωγή βιομάζας.....	42
2.4 Ασθένειες.....	42

2.5 Σπόρος.....	44
2.6 Δημόσια και Ιδιωτικά προγράμματα βελτίωσης.....	46
2.7 Ποιότητα ελαίου –Αντίσταση ζιζανιοκτόνου.....	47
2.8 Μελλοντικές κατευθύνσεις.....	48
3.Κενάφ ή Ιβίσκος ο καννάβινος ( <i>Hibiscus cannabinus</i> L.).....	50
3.1 Καλλιεργητικές εργασίες.....	51
3.2 Συγκομιδή καλλιέργειας κενάφ .....	54
3.3 Πειραματική αξιολόγηση ποικιλιών κενάφ.....	55
4.Λινάρι ( <i>Linum usitatissimum</i> L.).....	56
4.1 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	58
5. Μίσχανθος ( <i>Mischanthus</i> sp).....	59
5.1 Φυσιολογία φυτού.....	61
5.2 Τεχνική καλλιέργειας.....	61
5.3 Ευρωπαϊκό πρόγραμμα γενετικής βελτίωση του φυτού.....	63
5.4 Αποτέλεσμα γενετικής βελτίωσης μίσχανθου.....	64
5.4.1 Ασυμβίβαστο.....	65
5.4.2 Πολυπλοειδισμός.....	65
5.4.3 Υβριδοποίηση.....	65
5.4.4 Περιβαλλοντικές πτυχές.....	65
5.4.5 Οικονομικότητα.....	66
5.4.6 Καλλιεργητικές φροντίδες.....	67

5.4.7 Προοπτικές.....	68
6. Καμελίνα ( <i>Camelina sativa</i> ).....	68
7. Ευφόρβια ( <i>Euphorbia lathyris</i> ).....	69
8. Αγκινάρα ( <i>Cynara cardunculus</i> ).....	69
9. Αμάραντος ( <i>Amaranthus sp</i> ) ή Βλήτο.....	70
10. Ηλίανθος ( <i>Helianthus annuus</i> )-Εισαγωγή .....	71
10.1 Βελτίωση ηλίανθου.....	71
10.1.2 Ανάπτυξη υβριδίων.....	72
10.1.3 Πειράματα ανάπτυξης υβριδίων.....	73
10.2. Ποικιλίες και υβρίδια.....	74
10.3 Πειράματα για συγκράτηση του άνθρακα.....	76
10.4 Παρεμπόδιση της ακτινοβολίας.....	76
10.5 Φωτοσυνθετική ικανότητα της καλλιέργειας .....	78
10.6 Σημασία του ασυμβίβαστου στον ηλίανθο.....	78
10.7 Ποιότητα λαδιού .....	79
10.8 Καταπονήσεις από το περιβάλλον-Έλλειψη του νερού-Έλεγχος διαπνοής.....	80
10.9 Εχθροί και ασθένειες.....	81
10.10 Στρατηγικές για περαιτέρω βελτίωση.....	83
10.10.1 Σχέση περιβάλλοντος και βελτίωσης .....	83
10.10.2 Στόχοι Βελτίωσης.....	84
10.10.3 Συμπεράσματα για τον ηλίανθο.....	85

11. Τριτικάλε .....	86
12. Λεύκη ( <i>Populus deltoides, populus nigra</i> )- Ιτιά ( <i>Salix</i> ) .....	87
13. Σακχαρότευτλο ( <i>Beta vulgaris</i> ).....	88
14 Κεχρί ( <i>Panicum virgatum</i> ).....	88
14.1 Παραγωγή αιθανόλης.....	88
14.2 Καύση .....	89
15. Αιτιολόγηση εισαγωγής του κλάδου στην καλλιέργεια.....	89
16. Τρόποι επεξεργασίας της βιομάζας για παραγωγή βιοκαυσίμων .....	91

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο – ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

2.1 Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης - Ενεργειακά φυτά .....	93
2.2 Εθνικές στρατηγικές Σουηδία, Ολλανδία.....	95
2.3 Ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας.....	96
2.4 Υφιστάμενη κατάσταση .....	97
2.4.1 Το κλίμα της περιφέρειας.....	97
2.4.2 Πληθυσμιακή σύνθεση και οικονομική διάρθρωση της περιφέρειας- ΑΜ.&Θ. Διάρθρωση του γεωργικού τομέα.....	98
2.4.3 Οικονομικότητα των καλλιεργούμενων φυτών και της αντικατάστασης τους με ενεργειακές καλλιέργειες .....	99
2.4.4 Σκοπός της εργασίας .....	101



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup> – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

### **ΣΟΡΓΟ**

3.1 ΠΕΙΡΑΜΑ 1 <sup>ο</sup> - Πείραμα γλυκού σόργου στη περιοχή της Θεσσαλίας...	102
3.1.1 Μετρήσεις .....	103
3.1.2 Συμπεράσματα.....	109
3.2 ΠΕΙΡΑΜΑ 2 <sup>ο</sup> - Πείραμα προσαρμοστικότητας και παραγωγικότητας του γλυκού σόργου στη βόρεια Ελλάδα.....	111
3.2.1 Συμπεράσματα.....	113

### **ΚΕΝΑΦ**

3.3 ΠΕΙΡΑΜΑ 1 <sup>ο</sup> – Πείραμα προσαρμοστικότητας ποικιλιών του φυτού κενάφ στην βόρεια Ελλάδα.....	115
3.3.1 Συγκομιδή.....	117
3.3.2 Παραγωγή ενέργειας.....	118

### **ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ**

3.5 ΠΕΙΡΑΜΑ 1 <sup>ο</sup> – Πειράματα στην Ελλάδα.....	118
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 <sup>ο</sup> – ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	119
---	-----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 <sup>ο</sup> – ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	123
---	-----

## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

### Η ΧΡΗΣΗ ΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΣ

Το ενδιαφέρον για τη χρήση ενεργειακών φυτών, ως αειφορική και ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, άρχισε ουσιαστικά με την ενεργειακή κρίση της δεκαετίας του '70 και τη διαπίστωση ότι τα ορυκτά καύσιμα δεν είναι απεριόριστα. Το ενδιαφέρον έγινε ακόμη πιο έντονο την τελευταία δεκαετία, λόγω της αύξησης της τιμής του πετρελαίου και της απειλής στο κλίμα της υδρογείου από τη χρήση των ορυκτών καυσίμων και το φαινόμενο του θερμοκηπίου. Συνεπώς επιδιώχθηκε η ανάπτυξη εναλλακτικών και αειφορικών ενεργειακών συστημάτων, όπως η παραγωγή ενέργειας από τη βιομάζα και τις ενεργειακές καλλιέργειες –[βιοκαύσιμα (biofuels)].

Η παραγωγή ενέργειας από τη φυτική βιομάζα είναι τεχνικά εφικτή και σε αρκετές περιπτώσεις οικονομικά βιώσιμη - ή μπορεί να γίνει βιώσιμη με κατάλληλα μέτρα, (όπως η απαλλαγή από το φόρο) και αποτελεί μια εναλλακτική ενεργειακή προσέγγιση για τον 21ο αιώνα, αφού μειώνει σημαντικά την έκλυση CO<sub>2</sub> και περιορίζει το φαινόμενο του θερμοκηπίου παρέχοντας πρόσθετα περιβαλλοντικά οφέλη.

Η πρόοδος της τεχνολογίας και η παραγωγή «βιοκαυσίμου» όπως η αιθανόλη και το «βιοντήζελ» ανοίγει νέες αγορές και προοπτικές για τεχνολογική ανάπτυξη. Από την άλλη μεριά, οι ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αντικαταστήσουν άλλες συμβατικές πλεονασματικές καλλιέργειες και να δημιουργήσουν νέες πηγές αγροτικού εισοδήματος, αναζωογονώντας οριακές μειονεκτικές περιοχές και δημιουργώντας πρόσθετα περιβαλλοντικά οφέλη.

Τα βιοκαύσιμα (biofuels) είναι υγρά καύσιμα που παράγονται από τη βιομάζα και αντικαθιστούν τα συμβατικά καύσιμα που παράγονται από το πετρέλαιο, όπως η βενζίνη και το ντήζελ. Σε αυτά περιλαμβάνονται η βιοαιθανόλη

και το βιοντήζελ, που παράγονται από γεωργικές καλλιέργειες και φυτικά υπολείμματα καθώς και άλλες μορφές βιομάζας.

Η αιθανόλη παράγεται από φυτική βιομάζα με προεπεξεργασία, ζύμωση και απόσταξη. Πολλά φυτικά έλαια, όπως π.χ. το σογιέλαιο ή το έλαιο της ελαιοκράμβης μπορούν να μετατραπούν σε καύσιμο ανάλογο με το πετρέλαιο, το βιοντήζελ (Small E., 1999). Τα καύσιμα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε μηχανές εσωτερικής καύσεως αυτούσια η με μικρές μετατροπές τους.

Εκτιμάται ότι σύντομα θα είναι οικονομικά βιώσιμες νέες τεχνολογίες που θα μετατρέπουν τις φυτικές ίνες σε αιθανόλη (βιοκαύσιμα 2<sup>ης</sup> γενιάς). Ένα μέρος των γεωργικών ή δασικών υπολειμμάτων (βλαστοί, φύλλα, κλαδιά κλπ.) που σήμερα καίγονται ή αφήνονται στο χωράφι, μπορούν να συλλεχθούν και να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή «βιοκαυσίμου». ([www.bioking.nl](http://www.bioking.nl))

Επίσης υπάρχει σημαντική έρευνα στις ΗΠΑ και την Ευρώπη, αλλά και σε αρκετές άλλες χώρες, για την επισήμανση άλλων φυτικών ειδών που είναι κατάλληλα για την παραγωγή βιομάζας, όπως π.χ. αυτοφυή αγρωστώδη ή δενδρώδη είδη, καθώς και υψηλο-αποδοτικές ποικιλίες ελαιούχων φυτών.

Οι ποικιλίες αυτές προβλέπεται να φυτευθούν σε μεγάλες εκτάσεις, αντικαθιστώντας ποσοστό της έκτασης πλεονασματικών καλλιεργειών. Σαν παράδειγμα αναφέρεται το αυτοφυές στις ΗΠΑ είδος Κεχριού (*Panicum virgatum* -*Switchgrass*), όπου η γενετική βελτίωση δημιούργησε εξαιρετικά παραγωγικές και ευρείας προσαρμοστικότητας ποικιλίες, καθώς και ορισμένα ταχυαυξή φυτά όπως υβρίδια και κλώνοι Λεύκης και Ιτιάς που εξαπλώνονται ραγδαία στις ΗΠΑ και σε περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ευρώπης.

Σε διάφορες ευρωπαϊκές χώρες, συμπεριλαμβανομένης της Αυστρίας, της Ιταλίας, της Ισπανίας, της Γαλλίας και της Γερμανίας, οι ενεργειακές καλλιέργειες αξιοποιούνται σημαντικά, με τη Γαλλία και τη Γερμανία να είναι απόλυτα κυρίαρχες στην ενεργειακή παραγωγή. Πάνω από 150.000 αυτοκίνητα στη Γερμανία χρησιμοποιούν βιοκαύσιμο, ενώ παράλληλα υπάρχουν πάνω από 1.200 πρατήρια βενζίνης με μια αντλία οικολογικού καυσίμου. Ο λόγος της επιτυχίας των βιοκαυσίμων στη Γερμανία είναι το γεγονός ότι κανένας φόρος δεν

επιβάλλεται στο καύσιμο που προέρχεται από τις ενεργειακές καλλιέργειες, το οποίο κάνει την τιμή του ανταγωνιστικότερη από αυτήν του κανονικού πετρελαίου.(www.bioking.nl)

Σήμερα η αιθανόλη χρησιμοποιείται ως συμπλήρωμα στο 12% των βενζινών στις ΗΠΑ και υπάρχει προοπτική για πρόσμιξη 2% βιοντήζελ στο κανονικό ντήζελ. Εξάλλου υπάρχουν σημαντικά ερευνητικά προγράμματα στην Ε.Ε. για την επιλογή και προώθηση ενεργειακών καλλιεργειών. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο του Κιότο πρέπει οι εκπομπές των ρύπων να κυμαίνονται κάτω από το 12,5% κατά την περίοδο 2008-12 και ο στόχος που τέθηκε κινείται προς μια μείωση της τάξης του 20% στις εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα κάτω από τα επίπεδα του 1990 μέχρι το 2010. Τα βιοκαύσιμα μπορούν να συμβάλλουν στην επίτευξη αυτού του στόχου.

Ο πολιτικός στόχος είναι να συμμετάσχουν τα βιοκαύσιμα στο 10% της συνολικής κατανάλωσης καυσίμων μέχρι το 2010 και η παροχή κινήτρων για την επίτευξη αυτού του στόχου, όπως οι φορολογικές απαλλαγές για την παραγωγή βιοκαυσίμων, οι οικονομικές ενισχύσεις των αγροτών που καλλιεργούν ενεργειακά φυτά, η βαρύτερη φορολόγηση των συμβατικών καυσίμων κλπ. Η μέχρι τώρα εμπειρία έχει δείξει ότι δεν είναι ακόμη συμφέρουσα η καλλιέργεια των περισσότερων ενεργειακών φυτών χωρίς προστατευτικά μέτρα.

## **ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ –ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ**

Το κυριότερο πλεονέκτημα των βιοκαυσίμων είναι ότι η χρήση τους γίνεται σε ένα κλειστό κύκλο άνθρακα. Η εκπεμπόμενη ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα είναι η ίδια που απορροφήθηκε κατά την ανάπτυξη των φυτών από τα οποία παράγονται τα βιοκαύσιμα.

Οι εκπομπές του διοξειδίου του θείου είναι πολύ χαμηλές. Δεν περιέχουν αρωματικούς υδρογονάνθρακες, έχουν καλύτερο ενεργειακό ισοζύγιο, δημιουργώντας ένα εξισορροπημένο ισοζύγιο αερίων του θερμοκηπίου. Επίσης είναι βιολογικά αποδομήσιμα, ενώ συμβάλλουν παράλληλα στη διατήρηση των φυσικών πόρων.

•Έχουν πολύ χαμηλές εκπομπές οξειδίων του αζώτου( $\text{NO}_x$ ), μονοξειδίου του άνθρακα( $\text{CO}$ ) και άκαυστων υδρογονανθράκων .

Εκτιμάται ότι η δημιουργία μεγάλων βιομηχανιών βιοκαυσίμων στις αγροτικές περιοχές θα έχει σημαντικές ευεργετικές οικονομικές επιπτώσεις που αφορούν τόσο στο αυξημένο αγροτικό εισόδημα, όσο και στη δημιουργία νέων θέσεων εργασίας στο δευτερογενή και τριτογενή τομέα.

Τα βιοκαύσιμα, όταν αναμειγνύονται με τα συμβατικά, συμβάλλουν στη μείωση των ρυπαντών της ατμόσφαιρας όπως το θείο, τα στερεά αιωρήματα, το  $\text{CO}$  και τους υδατάνθρακες. Επίσης είναι λιγότερο επιβαρυντικά στο περιβάλλον, γιατί βιοδιασπώνται γρήγορα στο νερό. Αντικαθιστώντας 1 λίτρο συμβατικής βενζίνης με βιοκαύσιμο, μειώνουμε την έκλυση  $\text{CO}_2$  κατά 2 κιλά, γιατί τα βιοκαύσιμα παράγονται από «ανακυκλωμένο» άνθρακα που παράγουν τα φυτά και όχι από ορυκτά καύσιμα που δεν ανανεώνονται ή ανακυκλώνονται. Εκτιμάται ότι σχεδόν όλο το  $\text{CO}_2$  που παράγεται από την καύση βιοκαυσίμου παραγόμενου από ενεργειακά φυτά, δεσμεύεται από τα φυτά και χρησιμοποιείται για την παραγωγή της βιομάζας του επόμενου καλλιεργητικού κύκλου.

Η καλλιέργεια πολυετών ενεργειακών φυτών στη θέση πλεονασματικών ετήσιων καλλιεργειών αναμένεται να έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση της διάβρωσης και της συμπίεσης του εδάφους γιατί αναπτύσσεται μόνιμο ριζικό σύστημα που βελτιώνει τη δομή και τη γονιμότητα του εδάφους. Τα πολυετή είδη απαιτούν επίσης λιγότερη καλλιέργεια του εδάφους και λιγότερα αγροχημικά, με συνέπεια να βελτιώνεται η ποιότητα των υδατικών αποθεμάτων του εδάφους. Η πιο μόνιμη κόμη και το βαθύ και ανθεκτικό ριζικό σύστημα, δημιουργούν ποικιλία ενδιαιτημάτων (habitats) για πουλιά και ωφέλιμα έντομα σε σχέση με τις ετήσιες καλλιέργειες.

## ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Τα ενεργειακά φυτά κατατάσσονται σε 3 κατηγορίες :

### A) Ελαιούχες καλλιέργειες

Οι καλλιέργειες αυτές χρησιμοποιούνται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων, όπως αλκοόλης και βιο-ντίζελ

### B) Σακχαρούχες καλλιέργειες

### Γ) Λιγνινοκυτταρινούχες καλλιέργειες

Οι καλλιέργειες αυτές χρησιμοποιούνται για παραγωγή στερεού καυσίμου (απευθείας καύση, ή μετατροπή της βιομάζας σε βιοαέριο).

Σε πρώτη φάση προτείνεται να δοκιμαστεί ένας περιορισμένος αριθμός καλλιεργειών που έχουν μελετηθεί ικανοποιητικά διεθνώς και υπάρχουν επαρκή στοιχεία τόσο για την καλλιέργεια όσο και για την διαδικασία παραγωγής βιοενέργειας ή βιοκαυσίμων, όσο και για την οικονομικότητά τους. Τα είδη αυτά είναι:

α) Για παραγωγή αλκοόλης από ζύμωση των σακχάρων και του αμύλου τους ή από την υδρόλυση της κυτταρίνης της ξηράς βιομάζας τους Για την παραγωγή βιο-ντίζελ από το έλαιο τους

- Σόργο γλυκό ή χορτοδοτικό (*Sorghum bicolor*)
- Κενάφ (*Hibiscus cannabinus*)
- Λινάρι (*Linum usitatissimum*)
- Μίσχανθος (*Mischanthus sp.*)

- Σακχαρότευτλα (*Beta vulgaris*)
- Καλαμπόκι (*Zea mays*)
- Σακχαροκάλαμο (*Siccharum officinarum*)

β) Για την παραγωγή βιο-ντίζελ από το έλαιο του

- Ελαιοκράμβη (*Brassica napus ssp. Oleifera*)
- Ρετινολαδιά (*Ricinus communis*)
- Σόγια (*Glycine nays*)
- Ηλίανθος (*Helianthus annus*)

Σε μεταγενέστερη φάση μπορούν να μελετηθούν σε μικρούς πειραματικούς αγρούς ως μελλοντικά αξιοποιήσιμα είδη:

α) Πολυετή ταχουαυξή δενδρώδη είδη

- η Ιτιά (*Salix sp.*) και η λεύκη (*Populus sp.*) κ.α.
- για άμεση παραγωγή ενέργειας (καύση),
- καύση για παραγωγή ηλεκτρισμού ή
- πυρόλυση/ υδρόλυση κυτταρίνης και λιγνίνης για παραγωγή αλκοόλης
- 

β) Καλλιέργειες με υψηλή περιεκτικότητα σε άμυλο ή σάκχαρα για παραγωγή αλκοόλης

- Κεχρί (*Panicum milliaceum* ή *virgatum*)
- Τριπικάλε (*Triticale sp.*)
- Καλάμια (*Fragmites sp.* - *Arundo sp.*)
- Φεστούκα καλαμοειδής (*Festuca arundinacea*)

γ) Ελαιούχα φυτά για παραγωγή βιοντίζελ

- Καμελίνα (*Camellina sativa*)
- Ευφόρβια (*Euphorbia lathyris*)

- Αγκινάρα (*Cynara cardunculus*)
- Αμάρανθος ή βλήτο (*Amaranthus sp*)

## Ε. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΡΟΤΕΙΝΟΜΕΝΩΝ ΒΙΟΕΝΕΡΓΕΙΑΚΩΝ ΕΙΔΩΝ

### Το Σόργο (*Sorghum bicolor*):

Είναι ένα ετήσιο αγρωστώδες φυτό με καλά αναπτυγμένο ριζικό σύστημα και εύρωστα εναέρια τμήματα. Μερικές ποικιλίες φθάνουν σε ύψος τα 6 μέτρα, ενώ άλλες φθάνουν μόλις τα 50 εκατοστόμετρα.

Ανήκει στην οικογένεια των σιτηρών (*Gramineae*) υπο-οικογένεια *Andropogonaceae*. Όλες οι καλλιεργούμενες ποικιλίες σόργου είναι διπλοειδείς, με  $2n = 2x = 20$ . Είναι το κύριο σιτηρό των μη αρδευόμενων ημιξηρικών τροπικών χωρών (βροχόπτωση μικρότερη των 1200 mm.).

Αποτελεί το τέταρτο πιο σημαντικό σιτηρό μετά το σιτάρι, τον αραβόσιτο και το ρύζι και παρέχει την κύρια τροφή σε περίπου 400 εκατομμύρια ανθρώπους στις τροπικές χώρες.

Κατάγεται από την Β.Α. Αφρική. Καλλιεργείται ευρέως σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου, για τέσσερις κυρίως σκοπούς :

- για τον καρπό,
- την παραγωγή σανού,
- την παραγωγή σακχάρων και
- την παραγωγή ινών (περιλαμβανομένου και του σόργου σκούπας).

Είναι βραχυήμερο φυτό, αλλά υπάρχουν και τύποι προσαρμοσμένοι σε μέση ή μακρά ημέρα (14 - 15 ώρες διάρκεια ημέρας). Προσαρμόζεται σε ευρύτατη ζώνη οικολογικών συνθηκών και παράγει ικανοποιητικά ακόμη και σε συνθήκες ακατάλληλες για άλλα σιτηρά. Μπορεί να υπομένει τόσο ακραίες ξηροθερμικές συνθήκες, όσο και συνθήκες υπερβολικής βροχόπτωσης και κατάκλισης. Ευδοκίμει σε τροπικές έως εύκρατες ζώνες από N: -40° έως B: +40° γεωγραφικό πλάτος. Είναι φυτό ανθεκτικό στη ξηρασία, γιατί η αύξηση τελειώνει



όταν αρχίζει η ξηρή περίοδος, όμως η άρδευση είναι απαραίτητη για μια υψηλή παραγωγή. Έχει αντοχή σε ευρύτατο φάσμα οξύτητας εδάφους (pH 5 -8,5) και σχετική αντοχή στην αλατότητα του εδάφους.

Μεγάλη οικονομική σημασία έχουν δύο τύποι σόργου,

- το γλυκό σόργο (sweet) και
- το σόργο για ίνες (fiber).

## ΓΛΥΚΟ ΣΟΡΓΟ

Το γλυκό σόργο μπορεί να έχει ως 10% περιεκτικότητα ζυμωμένων σακχάρων . Η χρησιμοποίηση του για την παραγωγή βιοκαυσίμων έχει κάποια πλεονεκτήματα καθώς και ορισμένα μειονεκτήματα .

### ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

- Υψηλή απόδοση σε βιομάζα
- Μικρές απαιτήσεις σε άζωτο
- Εύκολη εγκατάσταση με χαμηλό κόστος

### ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

- Ευαίσθητο στους δυνατούς άνεμους
- Διαθέτει μικρή περίοδο επεξεργασίας για παραγωγή βιοαιθανολης
- Ανάγκη χρήσης ειδικού μηχανήματος συγκομιδής

Σπουδαίο ρολό στην παραγωγικότητα του φυτού έχουν ,εκτός των κλιματολογικών συνθηκών , η γονιμότητα του εδάφους και η τεχνική καλλιέργειας που εφαρμόζεται. Αντίθετα σε περιοχές όπου διαπιστώνεται έλλειψη νερού , ο κυριότερος παράγοντας αύξησης της παραγωγής είναι το διαθέσιμο νερό άρδευσης . Η απόδοση του σε χλωρό βάρος είναι περίπου 9 τόνους/στρέμμα και σε ξηρό περίπου 2 τόνους/στρέμμα. Σε κανονικές συνθήκες ποτίσματος και λιπάνσεως, η παραγωγή αιθανολης υπολογίζεται στα 670 λίτρα ανά στρέμμα.

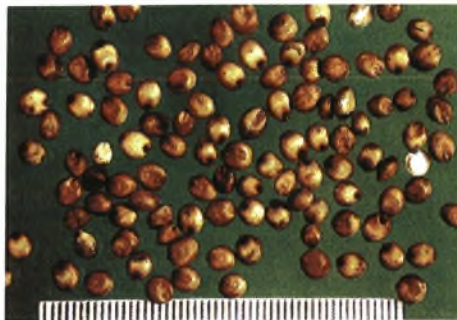
Ενδεικτικά ορισμένες ποικιλίες γλυκού σόργου είναι η COWLEY, η SOFRA, η KELLER και η MN 1500 (Alexoroulou et al.1999, Nikolaou, 1999).

Το γλυκό σόργο έχει βλαστούς χονδρούς και χυμώδεις , ενώ το σόργο για ίνες έχει βλαστούς πιο λεπτούς με μεγαλύτερη αναλογία εντεριώνης. Τα φύλλα είναι κηρώδη, λεπτά και αλύγιστα, με τους κολεούς των φύλλων να περιβάλλουν πλήρως τον βλαστό.

Ο αριθμός των σπόρων ανά χιλιόγραμμο είναι 25.000 έως 70.000. Οι σπόροι έχουν περιεκτικότητα σε νερό 8-16%, πρωτεΐνη 8-15%, λίπος 2-5%, υδατάνθρακες 68-74 % , κυτταρίνη 1-3% και τέφρα (ανόργανα άλατα) 1,5-2%. Η σύσταση του ξηραμένου φυτού είναι 12 % πρωτεΐνη, 40-50 % υδατάνθρακες και 30% κυτταρίνη.



*Εικ.1. Φυτό σόργου σε μικρό στάδιο*



*Εικ.2. Σπόροι γλυκού σόργου*

## ΙΝΟΔΟΤΙΚΟ ΣΟΡΓΟ

### **Σόργο ινών, μια ετήσια συγκομιδή υπόσχεσης για την παραγωγή βιομάζας στην Ελλάδα**

Το ινοδοτικό σόργο ινών είναι ένα νέο υβρίδιο που προέρχεται από το καρποδοτικό σόργο και χρησιμοποιείται για την κατασκευή σκούπα. Έχει τροπική προέλευση, από πρόσφατες έρευνες ( Dalianis 1996, Chatziathanassiou et al. 1998 ) ωστόσο η συγκεκριμένη καλλιέργεια παρουσίασε μια εντυπωσιακή προσαρμοστικότητα τόσο σε εύκρατες περιοχές όσο και σε υποτροπικές. Είναι ένα ετήσιο φυτό, που φτάνει σε ύψος 3,5 - 4m, έχει υψηλές παραγωγές βιομάζας και υψηλά ποσοστά συσσώρευσης ξερής ουσίας. Λόγω του καλά αναπτυγμένου και αποτελεσματικού ριζικού συστήματος, το σόργο ινών είναι ιδιαίτερα ανεκτικό σε συνθήκες ξηρασίας. Έχει μικρή περιεκτικότητα σε ζάχαρη ( 9- 12 % ), ενώ η υψηλή του ενεργειακή του αξία οφείλεται στο υψηλό ποσοστό σε λιγνοκυτταρικές ίνες (περίπου 2 τόνους /στρέμμα) που περιέχει. Το εκτεταμένο σύστημα ρίζας σε συνδυασμό με τους πυκνούς πληθυσμούς φυτών θα μπορούσε να μειώσει τον κίνδυνο της εδαφολογικής διάβρωσης ειδικά στις λοφώδεις περιοχές των χωρών της Μεσογείου.

Το σόργο ινών μπορεί να αυξηθεί επιτυχώς σε ένα ευρύ φάσμα χωμάτων. Ανέχεται pH από 5,0 έως 8,0 και επίσης κάποιο βαθμό αλατότητας, αλκαλικότητας. Ορισμένα υβρίδια σόργου ινών έχουν παρουσιάσει άριστη απόδοση στους μεσογειακούς κλιματολογικούς όρους.

Πρόσφατα το σόργο ινών έχει λάβει την προσοχή για την ενεργειακή παραγωγή ή για την παραγωγή πολτού χαρτιού. Επιπλέον, υπάρχει ένα αυξανόμενο ενδιαφέρον για το σόργο ινών για την παραγωγή βιοαιθανόλης (από την υδρόλυση της κυτταρίνης και της ημικυτταρίνης στους μίσχους του στις ζάχαρες, οι οποίες μπορούν έπειτα να «ζυμωθούν» για να παραγάγουν την αιθανόλη ως καύσιμα στις μηχανές. Με τις ελληνικές συνθήκες απαιτούνται 300

– 700 mm άρδευση , ανάλογα με την περιοχή στην οποία καλλιεργείται .Οι απαιτήσεις σε λίπανση είναι μικρές και συνήθως παρέχονται 5 μονάδες N. Η απόδοση σε χλωρό βάρος αγγίζει τους 9 τόνους /στρέμμα, ενώ σε ξηρό βάρος τους 3 τόνους /στρέμμα. Δημοφιλείς ποικιλίες ινώδους σόργου είναι η ABF 306, η NK 506 , η H 132 και η FS 5 (Panoutsou,1999).

### *Καλλιεργητικές φροντίδες*

Το σόργο είναι ευαίσθητο φυτό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι πιο ευπαθές από τον αραβόσιτο στο ψύχος, αλλά πιο ανθεκτικό από αυτόν στην ξηρασία. Η σπορά του μπορεί να γίνει την άνοιξη όταν η θερμοκρασία του εδάφους ξεπεράσει τους 16,5°C, δηλ. 1-2 εβδομάδες αργότερα από τον αραβόσιτο. Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι 26° C. Προτιμά ελαφρά, χουμώδη και γόνιμα εδάφη. Για τη σπορά, το έδαφος πρέπει να προετοιμασθεί πολύ καλά και να ψιλοχωματισθεί, μετά δε τη σπορά θα πρέπει να ακολουθήσει κυλίνδρισμα για να βοηθηθεί το καλό φύτρωμα του σπόρου. Η ποσότητα σπόρου ανέρχεται σε 200-300 γρ/στρ για πολύ ξηρικά εδάφη, 500-700 γρ. για πιο γόνιμα εδάφη και 1000-1500 γρ. για αρδευόμενα εδάφη. Για το γλυκό και το κυτταρινούχο σόργο, η σπορά γίνεται με σπαρτική μηχανή σε γραμμές που απέχουν περίπου 40 εκ. Η πυκνότητα εγκατάστασης είναι περίπου 14 φυτά /τ.μ. ενώ σχηματίζονται περίπου 50 βλαστοί /τ.μ. (δηλ. 3-4 αδέρφια ανά φυτό).

Η καλλιέργεια, λίπανση και ζιζανιοκτονία είναι ανάλογες με τις αντίστοιχες του καλαμποκιού. Το φυτό αντιδρά πολύ καλά στη νιτρική λίπανση, με 2,5 μονάδες N σε ξηρική και 4,5 μονάδες N στην αρδευόμενη καλλιέργεια. Η λίπανση δίδεται σε 2 δόσεις, μια κατά τη σπορά και μία 1-2 εβδομάδες πριν την εμφάνιση των ανθέων. Στις Η.Π.Α. σε αρδευόμενα υβρίδια σόργου, χρησιμοποιείται πλήρες σύνθετο λίπασμα τύπου 6-12-12 σε ποσότητα 50-80 χιλιόγρ/στρ.

Οι αποδόσεις των αρδευόμενων υβριδίων σε σπόρο μπορούν να φθάσουν τα 450-650 κιλά σπόρου/στρέμμα. Η απόδοση σε νωπή βιομάζα

φθάνει ως τους 3 τόνους ανά στρέμμα και η περιεχόμενη στους βλαστούς ζάχαρη στον 1 περίπου τόνο ανά στρέμμα

Το σόργο χρειάζεται επιπλέον βελτίωση για γνωρίσματα όπως (π.χ. η πρωιμότητα , η αντοχή στο ψύχος ) ώστε να συναγωνισθεί τον αραβόσιτο για να γίνει παραγωγική καλλιέργεια στην Ευρώπη .



Εικ.3. Άνω ριζικό σύστημα του φυτού σόργου

## ΕΛΕΓΧΟΣ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Η χρήση προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στις καλλιέργειες σόργου , είναι λιγότερο αποτελεσματική σε σχέση με άλλες αντίστοιχες καλλιέργειες, δεδομένου ότι οι φυτικές εγκαταστάσεις σόργου είναι πιο ευαίσθητες στα ζιζανιοκτόνα (Martin et al, 1975).

Οι μετά-φυτρωτικές εφαρμογές με ατραζίνη, bendioxide και bromfenoxin έχουν βρεθεί να δίνουν τον άριστο έλεγχο των ζιζανίων πλατύφυλλων.

### *Παραγωγή βιομάζας - βιοκαυσίμων*

Αν και στο παρελθόν καλλιεργήθηκε για παραγωγή σπόρου σε ξηρικές περιοχές της Νότιας Ευρώπης, σήμερα υπάρχει ενδιαφέρον για καλλιέργεια γλυκού σόργου στην Ευρώπη. Το σακχαρούχο σιρόπι που λαμβάνεται από

τους βλαστούς μπορεί να αποτελέσει την πρώτη ύλη για μια διεργασία ζύμωσης που οδηγεί στην παραγωγή μεθανίου ή αιθανόλης . Ομοίως, ποικιλίες ινώδεις μπορούν να αποτελέσουν εναλλακτική πηγή κυτταρίνης για την παραγωγή χαρτοπολτού, ενώ κάποιοι τύποι κτηνοτροφικού σόργου μπορεί να αποδειχθούν κατάλληλοι για παραγωγή βιομάζας. Κατά την τελευταία δεκαετία έχει γίνει πειραματισμός σε αρκετές περιοχές της Ευρώπης ώστε να διαπιστωθεί η παραγωγικότητα και οι αγροοικονομικές απαιτήσεις της καλλιέργειας (Grassi, G.Moncada, P & Zibetz H ,1992).

Το γλυκό σόργο μπορεί να παράγει μεγάλες ποσότητες ανά στρέμμα εύκολα ζυμώσιμων υδατανθράκων καθώς και ινών που μετατρέπονται σε υδατάνθρακες μέσω ενζυματικής υδρόλυσης. Πράγματι, το γλυκό σόργο παράγει στις Η.Π.Α. περισσότερους υδατάνθρακες ανά μονάδα επιφάνειας σε σχέση με το καλαμπόκι.

Αντίθετα από το καλαμπόκι, το γλυκό σόργο δεν αποθηκεύει υδατάνθρακες στον καρπό, αλλά στο βλαστικό στέλεχος. Η περίοδος συγκομιδής είναι βραχεία, μόνο 4-6 εβδομάδες. Η πρόκληση είναι να συγκομισθεί η καλλιέργεια, να χωρισθεί σε χυμό και ίνες, να αποθηκευθούν τα επί μέρους αυτά συστατικά και να χρησιμοποιηθεί κάθε συστατικό χωριστά για την παραγωγή αιθανόλης ολόκληρο το χρόνο. Στις Η.Π.Α. συνήθως γίνεται σύμβαση της εταιρίας παραγωγής βιοαιθανόλης με τους αγρότες. Η εταιρία αγοράζει την παραγωγή από το χωράφι και είναι υπεύθυνη για τη συγκομιδή, επεξεργασία και μεταφορά. Η βιομηχανία έχει ιδιόκτητες μηχανές συγκομιδής (ή συμβάλλεται με μια εταιρία που διαθέτει συγκομιστικές μηχανές). Έτσι, οι αγρότες δεν είναι υποχρεωμένοι να αγοράσουν μηχανήματα συγκομιδής που θα τα χρησιμοποιούν μόνο λίγες ημέρες για να συγκομίσουν την καλλιέργεια τους.

Σε πειράματα στις Η.Π.Α. το κόστος παραγωγής γλυκού σαργού μέχρι τη συγκομιδή εκτιμήθηκε σε 36\$/στρ. (Korley J.W. and J.S. Gundiff. 1991; Rains, G.C., J.S. Gundiff, and G.E. Welbaum, 1993).

#### *Συγκομιδή - Επεξεργασία στο χωράφι του γλυκού σόργου*

Δεν υπάρχουν, επί του παρόντος, ειδικές μηχανές συγκομιδής.

Συνήθως γίνεται τροποποίηση- προσαρμογή υφιστάμενων συγκομιστικών μηχανών (κομπίνων) και έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σκοπό αυτό :

- α) κοινή χορτοκοπτική - χορτοσυλλεκτική μηχανή,
- β) συγκομιστική εντεριώνης που αφαιρεί την εντεριώνη και αφήνει στο χωράφι το φλοιό των καλαμιών και τα φύλλα
- γ) κομπίνα που κόβει ολόκληρο το στέλεχος και το αφήνει σε σωρούς στο χωράφι. Ακολουθεί αποθήκευση σε στεγασμένους χώρους και επεξεργασία για την εξαγωγή με πίεση σε πρέσα του σακχαρούχου χυμού για ζύμωση και παραγωγή αλκοόλης, ή για ενζυματική υδρόλυση της κυτταρίνης. Η πούλπα που απομένει μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ζωοτροφή.



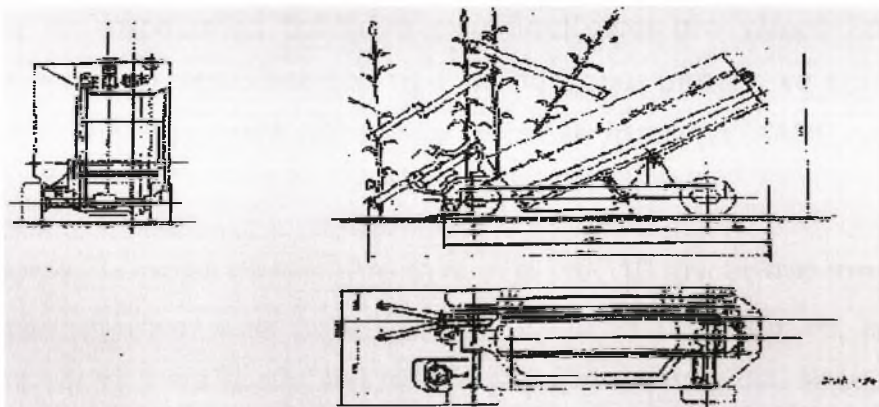
Εικ.4 . Τύπος θεριστικής μηχανής στο γλυκό σόργο

**Εφαρμογή μιας καινοτόμου τεχνικής προσέγγισης συγκομιδής**

Ένα κρίσιμο βήμα για την εκμετάλλευση του γλυκού σόργου ως πηγή

βιοϊθανόλης είναι σαφώς ένας χαμηλού κόστους, γρήγορος και αποδοτικός αποχωρισμός της ζάχαρης-(χυμού) από την λιγνοκυτταρινούχα βαγάση. Ο διαχωρισμός κοντά στην περιοχή των φυτειών απαιτείται για να απλοποιήσει και να μειώσει το κόστος της μεταφοράς. Η τοπική συγκέντρωση του ζαχαρούχου χυμού (πριν από ή μετά από τη ζύμωση) θα μπορούσε επίσης να εξεταστεί για να μειώσει το κόστος περαιτέρω. Το πρωτότυπο της μηχανής συγκομιδής εξετάζεται ακόμα και τα αναμενόμενα αποτελέσματα είναι :

- η ανάπτυξη μιας αξιόπιστης απλής μηχανής μέσου μεγέθους.
- η μείωση του κόστους (περίπου 50%) για τη συγκομιδή και της διαδικασίας εξαγωγής ζάχαρης.
- η κατασκευή της μηχανής με αποδεκτό κόστος σύμφωνα με τα γενικά οικονομικά της χρήσης του γλυκού σόργου για την παραγωγή ενέργειας.
- η διευκόλυνση της περαιτέρω επεξεργασίας του διαχωρισμένου ζαχαρούχου χυμού από την άποψη της συγκέντρωσης, της ζύμωσης και της αποθήκευσης.



Εικ 5 .Καινοτόμος συγκομιδή και ζάχαρη-χυμός που χωρίζουν τη μηχανή για το γλυκό σόργο και το σόργο ινών

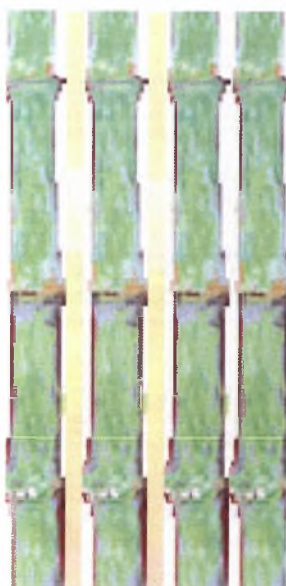


Τα υπο-προϊόντα της επεξεργασίας του γλυκού σόργου (πίτα από έκθλιψη ολόκληρων φυτών), ή το κλάσμα φλοιού/φύλλων ή η πίτα που παράγεται από έκθλιψη της εντεριώνας για εξαγωγή του σιροπιού) αποτελούν σημαντικό κλάσμα της καλλιέργειας γλυκού σόργου, και η χρήση τους έχει σημαντική επίδραση στην οικονομικότητα της παραγωγής αιθανόλης. Οι πιθανές χρήσεις των υπο-προϊόντων είναι η καύση τους για παραγωγή θερμικής ενέργειας, ο πολτός για την παραγωγή χαρτιού ή μοριοσανίδων, ο σανός και το ενσίρωμα για διατροφή ζώων, και ενσίρωμα που θα χρησιμοποιηθεί σαν πρώτη ύλη για μετατροπή των κυτταρινούχων ινών σε αιθανόλη.

### **Μετατρεσιμότητα σακχάρων σε αιθανόλη**

Τα σάκχαρα του χυμού, θεωρητικά, μετατρέπονται κατά 85% σε αιθανόλη (ή 54,4 λίτρα/100 χιλιόγραμμα χυμού) με περιεκτικότητα χυμού σε σάκχαρα 15% (περίπου 17 ° Brix). Η αναλογία σε σάκχαρα ποικίλει από 9-13,2% επί του χλωρού βάρους των στελεχών, οι δε αποδόσεις με βάση την παραγωγή φτάνουν τους 1,2 τόνους/ στρέμμα. Πρέπει να σημειωθεί ότι η προαναφερθείσα ποσότητα σακχάρων επιτυγχάνεται στις αρχές του Σεπτεμβρίου για τις πρώιμες ποικιλίες και περίπου δεκαπέντε μέρες αργότερα για τις όψιμες. Σύμφωνα με πειραματικά δεδομένα που βασίζονται στο χλωρό βάρος των στελεχών και στην περιεκτικότητά τους σε σάκχαρα, μπορεί να εξασφαλιστεί, θεωρητικά μέση παραγωγή 675 λίτρων αιθανόλης/στρέμμα. (ΚΑΠΕ, ενεργειακές καλλιέργειες, 2004 )

Η απόδοση των νωπών στελεχών (μ.ό) αγγίζει τους 10 τόνους ανά στρέμμα ενώ τα σάκχαρα φτάνουν κατά μέσο όρο το 12,7%. Η απόδοση της αιθανόλης προκύπτει  $10 * 12,7 = 1270$  κιλά σακχαρόζη, δηλαδή περίπου 650 λίτρα αιθανόλη ανά στρέμμα. Αντίστοιχα η ξηρή βγάση κατά μέσο όρο προκύπτει 1,2 τόνους ανά στρέμμα και η απόδοση της αιθανόλης φτάνει τα 350 λίτρα το στρέμμα.



Εικ. 6 . Νωπά στελέχη σόργου



Εικ.7 . Ξηρή βαγάση

Η παραγωγή αιθανόλης από φυτικές ίνες είναι πιο δύσκολη χημική διεργασία. Η πειραματική ενζυματική υδρόλυση δεν έχει ακόμη δοκιμαστεί ως προς την οικονομικότητα της σε εμπορική κλίμακα. Μετά την επεξεργασία της πρώτης ύλης ,μένουν μεγάλες ποσότητες υπολείμματος υψηλής θερμογόνου δύναμης, οι οποίες μπορούν να καλύψουν τις ενεργειακές ανάγκες, τόσο της παραγωγής όσο και της μετατροπής του σόργου σε αλκοόλη(ΚΑΠΕ, ενεργειακές καλλιέργειες,2004 ).

Το κόστος της πρώτης ύλης για την παραγωγή 1 λίτρου αιθανόλης εκτιμάται στις Η.Π.Α. σε 0,2\$- 0,25\$. Το κόστος της επεξεργασίας μετατροπής υπολογίζεται σε 0,15\$ - 0,35\$. Συνεπώς το συνολικό κόστος της παραγωγής αιθανόλης ανέρχεται σε 0,35\$ -> 0,60\$. Η τρέχουσα τιμή πώλησης της αιθανόλης ως πρόσθετο στα συμβατικά καύσιμα στις Η.Π.Α. είναι 0,3\$ - 0,35 \$ / λίτρο, δηλαδή ίση η και μικρότερη από την τιμή κόστους παραγωγής της. Συνεπώς χρειάζεται ακόμα μεγαλύτερη μείωση του κόστους (ή ανάλογη επιδότηση) ώστε η παραγωγή αιθανόλης να καταστεί οικονομική. Επίσης, όπως και στη διύλιση των συμβατικών καυσίμων, θα πρέπει κατά τη διεργασία να παραχθούν και άλλα υπο-προϊόντα υψηλής αξίας, που θα καλύψουν μέρος του κόστους.



Εικ.8. Σχηματική αναπαράσταση της προοπτικής παραγωγής αιθανόλης στην Ελλάδα

ΔΙΑΜΕΡΙΣΜΑ	ΝΟΜΟΣ	ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΗ ΕΚΤΑΣΗ (βαμβάκι + καλαμπόκι, 2003) (στρέμματα)	ΕΚΤΑΣΗ ΠΡΟΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΜΕ ΣΟΡΓΟ (στρέμματα)	ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΥΝΑΜΙΚΟΤΗΤΑ ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΩΝ (x 1000 m³ / έτος)				
				50	100	150	200	250
ΘΡΑΚΗ	Έβρου	360.000	308.000					
	Ξάνθης	200.000	154.000					
	Ροδόπης	285.000	231.000					
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ	Δράμας	220.000	154.000					
	Ημαθίας	213.000	154.000					
	Καβάλας	184.000	154.000					
	Κιλκίς	138.000	77.000					
	Πέλλης	273.500	231.000					
ΘΕΣΣΑΛΙΑ	Σερρών	570.000	385.000					
	Καρδίτσας	660.000	385.000					
	Λαρίσης	760.000	385.000					
	Μαγνησίας	118.500	77.000					
ΑΤΤΙΚΗ	Τρικάλων	250.000	231.000					
	Βοιωτίας	215.000	154.000					
ΠΕΛΟΠ/ΣΟΣ	Ηλείας	185.000	154.000					

Εικ. 9. Χωροταξική κατανομή εργοστασίων συνολικής παραγωγής 250.000 κ.μ. βιοαιθανόλης από γλυκό σόργο το 2007 σύμφωνα με τις διατιθέμενες προς καλλιέργεια εκτάσεις.

## ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

Το ζητούμενο στη βελτιωτική πράξη είναι η δημιουργία βελτιωμένων ποικιλιών που χαρακτηρίζονται ως προς την υψηλή και σταθερή παραγωγικότητα και ποιότητα. Η επίτευξη αυτού του στόχου, αποτέλεσε το αντικείμενο μισού αιώνα έρευνας, η οποία ανέδειξε τις αρχές που μεγιστοποιούν το γενετικό κέρδος των γνωρισμάτων που αφορούν τον επιδιωκόμενο στόχο.

Επιπλέον ο χρωματισμός του καρπού, η περιεκτικότητα του στελέχους σε σακχαρώδεις ουσίες και η αντοχή στις ασθένειες και αλλά γνωρίσματα έχουν μελετηθεί από τους γενετιστές επιστήμονες. Σημαντικές προσπάθειες στην βελτίωση της θρεπτικής αξίας του καρποδοτικού σόργου κυρίως για την χρήση του τις υποανάπτυκτες χώρες του Τρίτου κόσμου . Όλες οι νέες τεχνικές βελτίωσης χρησιμοποιήθηκαν (μεταλλαγές, πολύπλοειδια, διασταυρώσεις μεταξύ των ειδών) στην βελτίωση του.

## ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗ

Το σόργο καλλιεργείται για παραγωγή σιροπιού, βοσκής, σανού και ως φυτό βιοενέργειας .

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν τον γενετιστή- βελτιωτή είναι τα ακόλουθα:

- ❖ **Πρωιμότητα** .Η επιθυμητή πρωιμότητα σχετίζεται κυρίως με τη βλαστική περίοδο της περιοχής .
- ❖ **Αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες** . Έχει σημειωθεί σημαντική πρόοδος στις ποικιλίες όσον αφορά την αντοχή σε ασθένειες και με τα έντομα καθώς πλέον αποφεύγονται αρκετές προσβολές ιδίως σε πρώιμες ποικιλίες .
- ❖ **Παραγωγικότητα** . Η απόδοση του σόργου είναι βασική επιδίωξη των γενετιστών .Γενικά οι καρποδοτικές ποικιλίες είναι βραχύσωμες (κάτω του 1 m) , ενώ οι χορτοδοτικές πρέπει να είναι υψηλόσωμες

για μεγάλη απόδοση φυτομαζας (Γαλανοπουλου , 2003)

- ❖ **Ζημιές από πουλιά** . Τα πουλιά δημιουργούν πολλά προβλήματα ιδίως στο καρποδοτικό σόργο ,έτσι έχουν δημιουργηθεί υβρίδια με δυσάρεστη γεύση για να απωθούν τα πουλιά.
- ❖ **Αντοχή στο πλάγιασμα**. Οι χαμηλόσωμες ποικιλίες έχουν μεγαλύτερη καλύτερη αντοχή στο πλάγιασμα.
- ❖ **Παραγωγή ξηρής βιομάζας** . Πολύ σπουδαίο γνώρισμα για τις ποικιλίες του σόργου καθώς χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοενέργειας.

Βασική επιδίωξη των γενετιστών-βελτιωτών είναι η δημιουργία ποικιλιών που θα έχουν την δυνατότητα να αποδίδουν ικανοποιητική παραγωγή ξηρής βιομάζας .

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΣΤΟ ΣΟΡΓΟ

Αρχικά στο φυτό του σόργου, παρατηρούνται δυσκολία στην παραγωγή υβριδίων λόγω της ύπαρξης ερμαφρόδιτων ανθέων . Το γεγονός αυτό υποχρέωσε του γενετιστές να εφαρμόζουν τις τεχνικές βελτιώσεως των αυτόγονιμοποιουμένων φυτών για την δημιουργία νέων ποικιλιών σόργου. Στις μέρες μας με την αξιοποίηση της ( γονιδιακή και κυττοπλασματικής ) αρρενοστεριότητας, το πρόβλημα αυτό ξεπεράστηκε.

Τα σημερινά υβρίδια σόργου υπερέχουν κατά 25 – 45 % σε απόδοση σε σχέση με τις συνηθισμένες ποικιλίες σόργου (καθαρές σειρές) .

- ❖ **Ποικιλία Day** . Τα αρρενοστερα φυτά της ποικιλίας αυτής, δίνουν με κάποιες ποικιλίες πάλι αρρενοστερα, ενώ με άλλες γόνιμα υβρίδια. Για την παραγωγή των υβριδίων χρησιμοποιούνται τρεις σειρές ( A,B,C,) και δυο αγροί διασταυρώσεων κατά το κατώτερο σχήμα:

- Σειρά Α. Η καλλιέργεια της γίνεται σε απομονωμένο χωράφι όπου δίνει φυτά κατά 50 % αρρενοστειρα. Από τα αρρενοστειρα γίνεται συλλογή του σπόρου ο οποίος παρηχθηκε από γύρη των γόνιμων φυτών της ίδιας ποικιλίας , και σπέρνεται στον αγρό διασταυρώσεων .Τα φυτά ελέγχονται πριν την άνθηση και όσα είναι γόνιμα απομακρύνονται .
- Σειρά Β . Η καλλιέργεια της γίνεται σε απομονωμένο χωράφι και είναι γόνιμη . Είναι επικονιαστής της Α .
- Το υβρίδιο που προκύπτει από την διασταύρωση ΑΧΒ σπέρνεται σε γραμμές στον αγρό διασταυρώσεων .Σαν επικονιαστής συνηθίζεται να χρησιμοποιείται η σειρά C,η οποία γόνιμη .
- Το αποτέλεσμα από την διασταύρωση (ΑΧΒΧC) συγκομίζεται και δίνεται στους παραγωγούς για καλλιέργεια.

#### Κυττοπλασματική αρρενοστειρότητα.

Στην περίπτωση αυτή ακολουθείται η παρακάτω τακτική.

- Σειρά Α . Η καλλιέργεια της πραγματοποιείται σε απομονωμένο αγρό και είναι αρρενοστειρη .
- Η σειρά Α διασταυρώνεται με τη σειρά R, που διαθέτει γονίδια αποκατάσεως της γονιμότητας.
- Το αποτέλεσμα της διασταύρωσης ΑΧR αποτελεί το σπόρο του υβριδίου που διατίθεται στους παραγωγούς.

## ΓΕΝΕΤΙΚΗ ΒΕΛΤΙΩΣΗ ΤΟΥ *SORGHUM BICOLOR*

Το σόργο (*Sorghum bicolor* (L.)) έχει αποδειχτεί ως κορυφαίο ενεργειακό φυτό για τη χρησιμοποίηση της βιομάζας μεταξύ των ενεργειακών καλλιεργειών λόγω της υψηλής δυνατότητας παραγωγής, και της ευρείας προσαρμοστικότητας που διαθέτει. Η αξιοποίηση των σόργων για την παραγωγή ενέργειας θα απαιτήσει μια σημαντική προσπάθεια αλλά πρέπει να είναι γρηγορότερη με βάση την τρέχουσα γνώση της γενετικής των επιθυμητών χαρακτηριστικών.

Το γεγονός ότι το σόργο συγκαταλέγεται μεταξύ των φυτών με δυνατότητα μεγάλης παραγωγής βιομάζας το οφείλει στην ποικιλομορφία, στις συνθήκες αύξησης μέσα στο γένος, σε γενετικούς παράγοντες και ασφαλώς στην γνώση που προέρχεται μετά από 30 έτη εμπειρίας στον τομέα παραγωγής υβριδίων σόργου.(1)

### **ANTOXH ΣΤΟ ΚΡΥΟ**

Ο Kresovich διαπίστωσε ότι ένας περιοριστικός παράγοντας για την ωρίμανση διάφορων ποικιλιών σόργου είναι όταν φυτευτούν πριν από παγετό. Επίσης οι Schaffert and Gourley επίσης σημείωσαν ότι η ευαισθησία των φυτών κατά την περίοδο φωτός ήταν ένα πρόβλημα στα βραζιλιάνικα προγράμματα αναπαραγωγής τα οποία στόχευαν στην επέκταση της εποχής άλεσης για να παραγάγει τη ζάχαρη και για τη μετατροπή της σε οινόπνευμα. Γονίδια για τη γλυκύτητα μίσχων, χαμηλά σε περιεκτικότητα σε λιγνίνη, έχει προσδιοριστεί στο υπάρχον βλαστόπλασμα και μπορεί ενσωματώνεται όπως απαιτείται. Ο αντίκτυπος αυτών των χαρακτηριστικών επάνω στα σχέδια ενεργειακής μετατροπής, δεν έχουν εξερευνηθεί πλήρως. Επιπλέον, η επιρροή του περιβάλλοντος στην παραγωγικότητα είναι σημαντική, αλλά οι προκύπτουσες αλλαγές στα φυσιολογικά και αγρονομικά χαρακτηριστικά των μεμονωμένων ποικιλιών δεν γίνονται κατανοητά πλήρως.

Οι στόχοι των προγραμμάτων βελτίωσης σόργου σε σχέση με την ενεργειακή

παραγωγή περιλαμβάνει την αύξηση των παραγωγών βιομάζας, βελτίωση προϊόντος και περιορισμός των εισαγωγών στη συγκομιδή. Οι εκτιμήσεις παραγωγής αιθανόλης βασισμένες στα τμήματα σιταριού και μίσχων μετά από πειράματα προέκυψαν 5000 λίτρα εκταρίου<sup>-1</sup> για τα υβρίδια HES, ενώ τύποι γλυκών σόργου και σιταριού υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο περίπου στα 3000-4000 λίτρα εκταρίου<sup>-1</sup>.(1)

### ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

Μια επιθυμητή ποικιλία πρέπει να παράγει υψηλής ποιότητας σιρόπι που έχει επιθυμητό χρώμα, μια ήπια, γλυκιά γεύση (ελάχιστη ή καμία γεύση), ένα υψηλό ιξώδες με μια χαμηλή περιεκτικότητα σε άμυλο, ώστε να εμφανίζει περιορισμένη κρυστάλλωση. Πρέπει επίσης να ωριμάσει και να παραμένει για τη συγκομιδή πολύ πριν τον πρώτο παγετό. Κατά συνέπεια θα πρέπει να γίνει επιλογή μιας ή περισσοτέρων ποικιλιών που να προσαρμόζονται στο κλίμα της χώρας μας. Οι περισσότερες από τις νέες και βελτιωμένες ποικιλίες που απελευθερώνονται πρόσφατα στο εμπόριο, κατέχουν τα περισσότερα από τα ανωτέρω χαρακτηριστικά. Μια καλή ποικιλία πρέπει να είναι ανθεκτική σε σημαντικές ασθένειες γλυκού σόργου όπως : η ανθράκωση , και ο ιός του νάνου μωσαϊκού του αραβόσιτου. Οι ασθένειες μπορούν να προκαλέσουν απώλειες που κυμαίνονται από μια μικρή μείωση της παραγωγής και της ποιότητας του σιροπιού ως μια συνολική απώλεια συγκομιδών. Μερικές από τις σημαντικότερες ποικιλίες γλυκού σόργου παρουσιάζονται παρακάτω:

**Della** είναι μια ποικιλία μέσης εποχής με καλή ανθεκτικότητα στις ασθένειες, αναπτύχθηκε από τον Bob Harrison, στο Πολυτεχνείο της Βιρτζίνια, και δόθηκε στην αγορά το Δεκέμβριο του 1991. Η Della ωριμάζει περίπου μια εβδομάδα νωρίτερα από την Dale και περίπου 6 ημέρες αργότερα από Sugar Drip. Η Della προέρχεται από επαναδιασταύρωση στην Dale . Είναι ανθεκτική στον ιό του νάνου μωσαϊκού του αραβόσιτου και είναι μέτρια ευαίσθητη στο βακτήριο «bacterial stripe». Είναι παρόμοια με την Dale στην ποιότητα σιροπιού. Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα της Della είναι ότι ωριμάζει μια εβδομάδα νωρίτερα



από την Dale.

**Dale** είναι μια μέσης έως όψιμης εποχής ποικιλία, με την ανώτερη ανθεκτικότητα στις ασθένειες.

Αναπτύχθηκε στο U.S. Sugar Crops Field Station, Meridian. Η Dale ωριμάζει περίπου 3 εβδομάδες νωρίτερα από τις παλαιότερες ποικιλίες, Sart and Wiley, και περίπου 14 ημέρες αργότερα από την Sugar Drip. Η Dale είναι ανθεκτική στην ανθράκωση των φύλλων, στην κόκκινη αποσύνθεση μίσχων, και στο νάνο μωσαϊκό του αραβόσιτου. Οι μέσου μεγέθους μίσχοι Dale αυξάνονται κατακόρυφα. Η καλή σταθερότητα της Dale είναι ένα από τα ισχυρά προτερήματά της. Οι μίσχοι είναι χυμώδεις και γλυκοί και παράγουν μια υψηλή παραγωγή του σιροπιού ανά τόνο μίσχων.

**Sugar Drip** είναι μια μέσης εποχής ποικιλία άγνωστης προέλευσης. Η Sugar Drip ωριμάζει περίπου 14 ημέρες νωρίτερα από Dale. Είναι μια καλή ποικιλία για να φυτευτεί αργά. Οι μίσχοι της Sugar Drip είναι κοντύτεροι και μικρότεροι από εκείνοι της Dale και έχουν τη χαμηλότερη παραγωγή χυμού. Η Sugar Drip είναι πολύ ευαίσθητη στις περισσότερες ασθένειες σόργου, ιδιαίτερα στην κόκκινη αποσύνθεση μίσχων και στον ιό του νάνου μωσαϊκό του αραβόσιτου. Διάφοροι παραγωγοί έχουν χάσει μια ολόκληρη συγκομιδή από αυτές τις ασθένειες.

**M81E** είναι μια πρόσφατη ποικιλία που ωριμάζει περίπου 10-ημέρες-αργότερα από-την Dale στη περιοχή του Κεντάκι στην Αμερική. Η M81E είναι ανθεκτική στην ανθράκωση των φύλλων και την κόκκινη αποσύνθεση μίσχων αλλά είναι ευαίσθητη στο νάνο μωσαϊκό αραβόσιτου. Η παραγωγή του χυμού και του σιροπιού από την ποικιλία M81E είναι γενικά ανώτερη από της ποικιλίας Dale. Το σιρόπι έχει μια ήπια γεύση, ένα ηλέκτρινο χρώμα, και άριστη ποιότητα. Εμφανίζεται να είναι πιο ευαίσθητη στον παγετό σε σχέση με τις άλλες ποικιλίες.(4)

**Simon** είναι μια πολύ πρώιμη ποικιλία άγνωστης προέλευσης. Ωριμάζει περίπου 7 ημέρες νωρίτερα από τη Dale. Έχει έναν αρκετά μικρό μίσχο, χαμηλή παραγωγή χυμού, και είναι ευαίσθητη στις περισσότερες ασθένειες σόργου. Η Simon προσαρμόζεται καλύτερα στις περιοχές βόρεια του κεντρικών πολιτειών

της Ινδιάννα και του Οχάιο. Έχει αποδώσει καλά στη Μινεσότα, και στη Νέα Υόρκη. Παράγει ένα υψηλής ποιότητας σιρόπι.(4)

Η **Theis** and **Brandes** είναι δύο πρώιμες ποικιλίες που ωριμάζουν τουλάχιστον 2-3 εβδομάδες νωρίτερα από την Dale . Μερικές από αυτές τις παλαιότερες ποικιλίες είναι Honey, Honey Drip, Umbrella, Texas Blue Ribbon, Williams, Justice, Red Orange, Honey Dew, and Texas Double Sweet. Αρκετές από αυτές είναι πιθανώς η ίδια ποικιλία και είναι γενικά πολύ ευαίσθητες στις ασθένειες του γλυκού σόργου.(4)



Εικ. 10 . Δεξιά διακρίνεται η ποικιλία Theis



Εικ.11. Ποικιλία Dale



Εικ. 12. Ποικιλία Dale σε νεαρό στάδιο



Εικ.13. Γλυκό σόργο

### **Γλυκό σόργο, μια βιώσιμη συγκομιδή για την ενεργειακή παραγωγή**

Σε όλη την ΕΕ, έγιναν προσπάθειες με στόχο την βελτιστοποίηση της παραγωγής του γλυκού σόργου για τη χρήση του ως ενεργειακή καλλιέργεια και για την ίνα. Τα προγράμματα βελτίωσης εστιάζουν το ενδιαφέρον τους στους στην αύξηση απόδοσης ,στην ανάπτυξη ανθεκτικότητας στις χαμηλές θερμοκρασίες και την εύκολη εξαγωγή και χρήσης της βαγάσσης. Για τη γεωργία, η χρήση ύδατος και αζώτου βελτιστοποιήθηκε και συνδέθηκε με ένα πρότυπο παραγωγικότητας. Οι συμπληρωματικές πληροφορίες λήφθηκαν για τη σύνθεση της συγκομιδής και της καταλληλότητας για τη χρήση ως βιομηχανική πρώτη ύλη. Οι εναλλακτικές διαδικασίες διαμορφώθηκαν (εξαγωγή χυμού, ζύμωση, χρήση της βαγάσσης για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή αναερόβια χώνευση των αποβλήτων).

Οι γεωργικές πτυχές που χρειάζονται την περαιτέρω προσπάθεια είναι:

- ένα μακροπρόθεσμο πρόγραμμα αναπαραγωγής φυτικών εγκαταστάσεων με συνέπεια τη βελτίωση στην προσαρμογή στη χαμηλή θερμοκρασία στις βόρειες περιοχές που αυξάνουν τη δυνατότητα μιας προηγούμενης συγκομιδής, ενώ για τις νότιες χώρες υπάρχει μια ανάγκη να αυξηθεί η αντίσταση στην ξηρασία.
- βελτιστοποίηση και οικονομική αξιολόγηση των γεωργικών τεχνικών και των διαδικασιών.

Η συγκομιδή παραμένει μια κρίσιμη λειτουργία, αν και για το γλυκό σόργο, οι υπάρχουσες θεριστικές μηχανές καλάμων ζάχαρης (μικρές και μεγάλες) μπορούν να είναι επαρκείς. Ακόμα κι έτσι οι θεριστικές μηχανές πρέπει να προσαρμοστούν στις συγκομιδές, με τη γενικές οργάνωση και τις διοικητικές μέριμνες, συμπεριλαμβανομένης της συγκομιδής, της αποθήκευσης και των προγενέστερων επεξεργασιών, που είναι κρίσιμων για την επιτυχία.. Η δυνατότητα αυτής της πρώτης ύλης έχει καταδειχθεί για την παραγωγή του πολτού για το χαρτί από τη βγάσση γλυκού σόργου. Μερικές βελτιώσεις μπορούν να απαιτηθούν για τη λεύκανση του μηχανικού πολτού, αλλά οι τεχνικές λύσεις υπάρχουν. Η κύρια προτεραιότητα είναι να συσταθούν προβιομηχανικές φυτικές εγκαταστάσεις.

Η διαδικασία ζύμωσης πρέπει να βελτιστοποιηθεί για να καταστήσει την παραγωγή οينوπνεύματος οικονομικά βιώσιμη, ενώ μια σημαντική προσπάθεια πρέπει να στραφεί στο πρώτο βήμα της βιομηχανικής φάσης: ο χωρισμός του χυμού από τη βγάσση. Μια πιο λεπτομερής τεχνική και οικονομική έρευνα που συγκρίνει τα συγκεντρωμένα ή αποκεντρωμένα συστήματα πρέπει να διεξαχθεί. Πολλοί λόγοι για τα βιομάζα-βασισμένα στο συστήματα συνδέονται με τις περιβαλλοντικές εκτιμήσεις. Η χρήση και της ίνας και του γλυκού σόργου έχει τα σαφή οφέλη από αυτή την άποψη. Εντούτοις, υπάρχει μια ανάγκη να εστιάσει

στις τοπικές και περιφερειακές εκτιμήσεις, παρά σφαιρικές. Περισσότερες πληροφορίες απαιτούνται προκειμένου να ποσολογηθούν οι επιδράσεις λόγω των χημικών εισαγωγών (νιτρικά άλατα, φυτοφάρμακα) και αποτελέσματα στα βιολογικά τμήματα (πανίδα, χλωρίδα) και το τοπίο προκειμένου έλαβε μια ρεαλιστική αξιολόγηση εκείνων των εξωτερικοτήτων που μπορούν να εξεταστούν στην οικονομική ανάλυση. Δεδομένου ότι η Ευρωπαϊκή Επιτροπή χρηματοδότησε αυτό το πρόγραμμα, το σόργο εξετάστηκε κυρίως από την άποψη της χρήσης εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Εντούτοις, μια μεγάλη δυνατότητα υπάρχει για να αυξηθεί αυτήν την συγκομιδή αλλού. Παραδείγματος χάριν σε άλλα μέρη (ανατολή, νότος) της Ευρώπης με ένα ηπειρωτικό κλίμα και στις τροπικές χώρες όπου να αυξηθεί σε συνδυασμό με τη βιομηχανία καλάμων ζάχαρης. Αυτές οι δυνατότητες πρέπει να εξεταστούν περαιτέρω.

[biomatnet@biomatnet.org](mailto:biomatnet@biomatnet.org)

## Ελαιοκράμβη (*Brassica napus* ssp. *Oleifera*)

### Γενικά

Κατάγεται από την νοτιοανατολική Ευρώπη και ήταν γνωστή στους αρχαίους μεσογειακούς λαούς. Είναι διαδεδομένη στη Βορειοδυτική Κεντρική Ευρώπη, καθώς και στον Καναδά, Ιαπωνία, Γερμανία, Η.Π.Α. κ.ά.

Τα τελευταία χρόνια η ελαιοκράμβη αποκτά ενδιαφέρον για την παραγωγή βιοενέργειας.

Είναι ελαιούχο φυτό μεγάλης οικονομικής σημασίας Έχει ετήσιους τύπους (var. annua) κατάλληλους για εαρινή σπορά και διετείς τύπους (var. biennis) κατάλληλους για χειμερινή σπορά. Οι ετήσιοι τύποι κυριαρχούν στον Καναδά, και καλλιεργούνται σε σημαντικό βαθμό στην Ινδία και το Πακιστάν. Οι χειμερινοί τύποι είναι σημαντικοί για την Σουηδία και την Κεντρική Ευρώπη λόγω της μεγάλης αντοχής τους στο χειμερινό ψύχος.

Ανήκει στην οικογένεια των σταυρανθών (*Cruciferae*). Είναι διπλοειδές είδος με αριθμό χρωμοσώμων ( $2n=2x=20$ ). Η Μεσόγειος θεωρείται το πρωτεύον Κέντρο καταγωγής των ετήσιων τύπων. Η περιοχή του ανατολικού Αφγανιστάν και τμήμα του Πακιστάν θεωρούνται επίσης πρωτεύοντα Κέντρα ενώ η Μικρά Ασία και το Ιράν θεωρούνται δευτερεύοντα Κέντρο καταγωγής

Η καλλιέργεια της ελαιοκράμβης στην Ευρώπη φαίνεται ότι άρχισε τον 13ο αιώνα. Ήταν σημαντικό το λάδι της για τις λάμπες φωτισμού μέχρις ότου επικράτησε η χρήση του πετρελαίου για το σκοπό αυτό. Επικρατούσαν διετείς τύποι που πιθανότατα δημιουργήθηκαν στην Βρετανία Σήμερα είναι η κύρια καλλιέργεια για παραγωγή βρώσιμου λαδιού στην Κεντρική και Βόρεια Ευρώπη.

Η *Brassica napus* L είναι πρώιμη, κυρίως διαδεδομένη στα εύκρατα δροσερά κλίματα. Υπάρχει σε δύο τύπους καλλιέργειας, τη Χειμερινή και την ανοιξιάτικη.

Η *Brassica carinata* L Braun είναι φυτό, αιθιοπικής προέλευσης, ψηλό, με μεγάλη φυλλική επιφάνεια συγγενές της ελαιοκράμβης (*Brassica napus* βάση των

πειραμάτων παρουσιάζει πολύ καλή προσαρμοστικότητα και καλή παραγωγικότητα στις μεσογειακές εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Οι χειμερινοί τύποι είναι πιο ανθεκτικοί στο ψύχος και πιο πρώιμοι στην ωρίμανση του σπόρου αλλά έχουν μικρότερες αποδόσεις και μικρότερη περιεκτικότητα σε λάδι.

Οι ποικιλίες με κίτρινο σπόρο έχουν δείξει ότι έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα λαδιού, περισσότερη πρωτεΐνη και λιγότερη κυτταρίνη από εκείνες με μαύρο σπόρο. Στόχο της γενετικής βελτίωσης αποτελεί η μείωση της περιεκτικότητας σε ερουκικό οξύ.

Είναι ένα αλλόγαμο φυτό, σποροφυτικό, αυτό-ασυμβίβαστο βασιζόμενο σε S- αλληλόμορφα. Έχει ισχυρή πασσαλώδη ρίζα και όρθια βλάστηση. Μερικοί τύποι μπορούν να φτάσουν σε ύψος μέχρι 2μ, αλλά οι περισσότερες μοντέρνες ποικιλίες είναι βραχύτερες κατά την ωρίμανση. Τα φύλλα είναι έλλοβα, με εξέχον κεντρικό νεύρο, και είναι κατ' εναλλαγή. Τα άνθη συνήθως είναι έντονα κίτρινα, διατεταγμένα σε χαλαρούς στάχεις στο άκρο του κύριου βλαστού και των διακλαδώσεών του. Τα κατώτερα λουλούδια ανοίγουν πρώτα και ακολουθούν τα ανώτερα.

Οι σπόροι σχηματίζονται σε λεπτούς και μυτερούς λοβούς και όταν ωριμάζουν μετατρέπονται από πράσινοι σε γυαλιστερούς μαύρους. Οι σπόροι των κάτω λοβών μπορούν να διασπαρθούν (εκτιναχθούν) προτού ωριμάσουν οι ανώτεροι λοβοί.

## **ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΓΝΩΡΙΣΜΑΤΑ**

Η κράμβη έχει τύπους λαχανακομικούς, κτηνοτροφικούς και ελαιοδοτικούς. Το γένος *Brassicae* (οικ. *Cruciferae*, Σταυρανθή) *oleiferae*, έχει μεγάλο πολυμορφισμό και ενδοειδική παραλλακτικότητα καθώς και ποικίλη χρησιμότητα. Στο γένος *Brassicae* υπάγονται πολλά είδη και υποείδη με γεωργική σημασία, όπως το λάχανο (*B. oleracea var. capitata*), το κουνουπίδι (*B. oleracea var. botrytis*), τα λαχανάκια Βρυξελλών (*B. oleracea var. ge-*

*mnifera*), τα μπρόκολα (*B. oleracea var. italica*) και η μουστάρδα (*B. juncea var. spicea*) κ.α.

**Ρίζα** Διαθέτει ισχυρή πασσαλώδη ρίζα.

**Βλαστός** Οι βλαστοί είναι ευθυτενείς και μπορεί να φθάσουν τα 2m ύψος, αλλά οι σύγχρονες ποικιλίες είναι κατά κανόνα βραχύτερες. Ο κύριος βλαστός μετά το σημείο του σταυρού διακλαδίζεται σε δευτερεύοντες βλαστούς .

**Φύλλα**. Τα φύλλα εκφύονται κατ' εναλλαγή και φέρουν εγκοπές. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του φυτού σχηματίζουν ροζέτα, ιδιαίτερα τη φθινοπωρινή σπορά.

**Άνθη** Τα άνθη έχουν κίτρινο χρώμα και φέρονται σε ταξιανθίες βότρες που βρίσκονται στην άκρη του κύριου στελέχους και των δευτερευόντων κλάδων. Η ανθοφορία αρχίζει από τη βάση της ταξιανθίας.

Οι σπόροι σχηματίζονται σε λεπτούς λοβούς και όταν ωριμάσουν γίνονται από πράσινοι, λαμπεροί μαύροι. Η ωρίμανση είναι διαδοχική' γι' αυτό και οι κατώτεροι λοβοί μπορεί να διαρραγούν, πριν ωριμάσουν οι ανώτεροι (Καββάδας 1956, Hall 2001)



Εικ. 14 . Μορφολογία του άνθους της ελαιοκράμβης



## Καλλιεργητικές φροντίδες

Η σπορά γίνεται σε καλά ψιλοχωματισμένο έδαφος που θα πατηθεί ώστε να μπορούν να φυτρώσουν οι μικροί σπόροι ομαλά.

Η ποσότητα του σπόρου είναι συνήθως 600-800γρ./στρ. Οι χειμερινές ποικιλίες σπέρνονται αρκετά έγκαιρα για να προλάβουν τα φυτά να εγκατασταθούν πριν την έλευση του χειμώνα. Επιδιώκεται να εγκατασταθούν 100 φυτά/τ.μ για την χειμερινή και περισσότερα για την ανοιξιάτικη καλλιέργεια που διακλαδίζεται λιγότερο.

Η καλλιέργεια ανταποκρίνεται καλά στην εαρινή λίπανση με N. Είναι πιθανώς χρήσιμη και η λίπανση με P, K και S. Οι χειμερινές καλλιέργειες μπορούν να συγκομισθούν από τα τέλη Ιουλίου, οι ανοιξιάτικες συνήθως ωριμάζουν το Σεπτέμβριο. Οι μέσες αποδόσεις σε σπόρο είναι 300 κιλά/στρέμμα για τις χειμωνιάτικες και 210 κιλά/στρέμμα για τις ανοιξιάτικες αλλά μπορεί να είναι και πολύ μεγαλύτερες.



Εικ.15. Καλλιέργεια ελαιοκράμβης

## Έδαφος

Ως προς το έδαφος δεν είναι απαιτητική καλλιέργεια.

Προτιμά γόνιμα εδάφη με ικανοποιητική αλλά όχι υπερβολική υγρασία, με μέτρια περιεκτικότητα σε ασβέστιο και με pH 6-7,5 (αντέχει και μέτρια αλκαλικότητα) (Σφήκας 1988).

## Συγκομιδή

Η ωρίμανσή συντελείται σταδιακά και η συγκομιδή γίνεται με μηχανές, όταν ωριμάσουν οι περισσότερες καρποταξίες. Με φθινοπωρινή σπορά η συγκομιδή γίνεται από τα τέλη Ιουνίου και με εαρινή κατά τα τέλη Σεπτεμβρίου (Σφήκας 1988, Hall 2001).



Εικ. 15 . Σύγχρονη μηχανή συγκομιδής ελαιοκράμβης

## ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Όπως και τα υπόλοιπα *Brassicae*, η ελαιοκράμβη προσβάλλεται από διάφορες μυκητολογικές ασθένειες, όπως αδρομυκώσεις, αλτερνάρια, ανθράκωση, κερκόσπορα, ωίδιο διάφορα έντομα, όπως η πιερίδα των λάχανων, αφίδες, βρωμούσες κ.ά.. Ζημιές επίσης προκαλούν τα πουλιά.

## Παραγωγή βιομάζας – βιοκαυσίμων

Η παραγωγή βιομάζας από την ελαιοκράμβη έχει αποδειχθεί ενεργειακά αποδοτική, αλλά επί του παρόντος δεν είναι οικονομικά βιώσιμη χωρίς ενισχύσεις (επιδοτήσεις) ή άλλα κίνητρα, όπως η μείωση φόρου. Όπου οι τελευταίες εφαρμόζονται, όπως π.χ. στη Γαλλία, σημαντικές περιοχές αφιερώνονται αποκλειστικά σε αυτό το σκοπό.

Είναι πιθανό τα φυτικά έλαια να αντικαταστήσουν τα ορυκτά καύσιμα σε ορισμένες περιβαλλοντικά ευαίσθητες εφαρμογές και περιοχές, αλλά και η ολική έκταση που μπορεί να αφιερωθεί σε αυτό το σκοπό περιορίζεται από την ανάγκη της αμειψισποράς.

Σήμερα είναι δυνατό να αλλάζουμε τις αναλογίες των λιπαρών οξέων του λαδιού με προχωρημένες βελτιωτικές μεθόδους. Αρκετές νέες ποικιλίες δημιουργούνται στις μέρες μας με τη χρήση της γενετικής μηχανικής, που περιέχουν υψηλά ποσοστά λιπαρών οξέων για ενεργειακή χρήση, αλλά χρειάζεται προσοχή για να ελαχιστοποιηθεί η μόλυνση (ανεπιθύμητη διασταύρωση) των άλλων ποικιλιών ελαιοκράμβης που χρησιμοποιούνται για ανθρώπινη διατροφή.

Η ελαιοκράμβη έχει χρησιμοποιηθεί με επιτυχία ως ενεργειακό φυτό για παραγωγή βιοντίζελ χαμηλής ρύπανσης στην Αυστρία και τις Σκανδιναβικές χώρες. Το εγχείρημα όμως κινδύνευσε με ολοσχερή αποτυχία στην Αυστρία το 1997 γιατί το εδώδιμο λάδι είχε υψηλότερη τιμή από το βιοντίζελ και δεν

συνέφερε η διάθεσή του για παραγωγή καυσίμου. Η κατάσταση διασώθηκε το 1999 γιατί υπήρξε πολιτική βούληση που οδήγησε στην επιδότηση της χρήσης του βιοντίζελ που παραγόταν από ελαιοκράμβη και αναμειγνύονταν ως πρόσμιξη 2% στο κανονικό πετρέλαιο.

Η ενεργειακή αποδοτικότητα της ελαιοκράμβης είναι περίπου 2,5-3 όταν πάρουμε υπόψη και τα υποπροϊόντα, που συνήθως αφομοιώνονται από τα ζώα, αλλά πέφτει σχεδόν στο 1 όταν πάρουμε υπόψη μόνο τα κύρια προϊόντα (αιθανόλη και βιοντίζελ), λόγω της υψηλής κατανάλωσης ενέργειας του κύκλου μεταμόρφωσης που απαιτείται για την παραγωγή υγρών βιοκαυσίμων.

Για να συγκρίνουμε διάφορες μορφές ενέργειας, θα ήταν χρήσιμο να αξιολογήσουμε την σχετική προστιθέμενη αξία τους. Στην παρούσα περίπτωση, τα υγρά βιοκαύσιμα έχουν μεγαλύτερη προστιθέμενη αξία σε σχέση με τα λιγνινοκυτταρινούχα (υψηλότερη περιεκτικότητα ενέργειας/μονάδα όγκου, ευκολότερη αντικατάσταση των ορυκτών υγρών καυσίμων), αλλά η προστιθέμενη αυτή αξία είναι δύσκολο να ποσοτικοποιηθεί.

Η σύγκριση όλων των καλλιεργειών με βάση την ίδια διαδρομή αξιολόγησης (π.χ. παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρισμού από καύση βιομάζας) είναι μη ρεαλιστική και δεν επιτρέπει να αξιολογήσουμε την προστιθέμενη αξία για τα βιοκαύσιμα. Το ενδιαφέρον για την χρησιμοποίηση διάφορων διατροφικών καλλιεργειών καλλιεργειών ως πρώτη ύλη για παραγωγή βιοκαυσίμων εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την υπερπαραγωγή και την δημιουργία αδιάθετων πλεονασμάτων τους και από την πολιτική βούληση.



Εικ. 16. Σπόροι ελαιοκράμβης

## ΣΠΟΡΟΙ

Η απόδοση σε σπόρο για μια χειμερινή καλλιέργεια ανέρχεται περίπου σε 300kg/στρ. και με εαρινή περίπου σε 200kg/στρ. Εκτός από την περιεκτικότητα σε λάδι, ενδιαφέρει και η ποιότητα του ελαίου και κυρίως η απουσία επιβλαβών οξέων όπως το ερουκικό.

Ήδη υπάρχουν βελτιωτικά προγράμματα για να τροποποιηθεί η σύνθεση του ελαίου της ελαιοκράμβης, ώστε να αυξηθεί η παραγωγή βιοκαυσίμου. Τα υπολείμματα της μεταποίησης μπορεί να χρησιμοποιηθούν στην παραγωγή οργανικών λιπασμάτων. Πρόσφατα δημιουργήθηκαν και γενετικώς τροποποιημένες ποικιλίες ελαιοκράμβης (Hall, 2001).



Εικ.17.

Στελέχη φυτών ελαιοκράμβης



Εικ. 18.

Χαρακτηριστικό κίτρινο άνθος

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

Από πειράματα, που πραγματοποιήθηκαν τα τελευταία χρόνια στις μεσογειακές χώρες και πιο συγκεκριμένα, στην Ελλάδα, στην Ιταλία, και στην Ισπανία προκύπτουν θετικά στοιχεία όσον αφορά την προσαρμοστικότητα και την παραγωγικότητα των αλλόγαμων ποικιλιών.



Εικ. 19. Κίτρινο άνθος ελαιοκράμβης

## **ΔΗΜΟΣΙΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ**

Το πρώτο δημόσιο πρόγραμμα αναπαραγωγής σιναπόσπορων στην Αυστραλία άρχισε το 1970, ακολουθούμενος από τα προγράμματα στη Νότια Νέα Ουαλία (Wratten) και τη δυτική Αυστραλία το 1973, Αρχικά, το δύο ειδών *B. napus* και το *B. rapa* αναπτύχθηκαν για την Αυστραλία. Οι αρχικοί στόχοι των προγραμμάτων ήταν να αναπτυχθούν οι ανοικτές-επικονιασμένες ποικιλίες που ήταν υψηλές σε περιεκτικότητα και ήταν ανθεκτικές στο blackleg και με βελτιωμένη ποιότητα. Σήμερα, η αυστραλιανή παραγωγή είναι κυρίως βασισμένη (> 90%) στις ανοικτές-επικονιασμένες ποικιλίες από τα δημόσια προγράμματα αναπαραγωγής.

## **ΙΔΙΩΤΙΚΑ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΑ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ**

Το πρώτο ιδιωτικό πρόγραμμα αναπαραγωγής *B. napus* άρχισε από τους σπόρους (Buzza, Easton) το 1980, ακολουθούμενο από AgSeed Research (λευκό, Kadkol) το 1988, Πιο πρόσφατα, ο πρωτοπόρος (Wilson) και η AgrEvo έχουν αρχίσει επίσης τα προγράμματα στην Αυστραλία. Μια σημαντική εστίαση στα υβρίδια είναι εμφανής σε αρκετά από τα ιδιωτικά προγράμματα. Το Hyola 30 και Hyola 40, τα πρώτα από τα διάφορα είδη υβριδίων ελαιοκράμβης από το πρόγραμμα σπόρων, δόθηκαν στην έρευνα το 1988, η εταιρεία AgSeed απελευθέρωσε την πρώτη ανοικτά-επικονιασμένη ποικιλία της το 1996.

## Παραγωγή

Οι μέσες εμπορικές παραγωγές στην Αυστραλία έχουν αυξηθεί ουσιαστικά κατά τη διάρκεια των ετών. Οι αυστραλιανές μέσες παραγωγές ανήλθαν από 0,6 t/ha στη δεκαετία του '70 σε 1,8 t/ha το 1993. Ένα σημαντικό συστατικό αυτής της αύξησης παραγωγής συνδέθηκε με την ενισχυμένη blackleg αντίσταση. Η αυξανόμενη παραγωγή canola στα χαμηλά περιβάλλοντα βροχοπτώσεων τα τελευταία χρόνια έχει μειώσει τις εθνικές μέσες παραγωγές σε περίπου 1,6 t/ha.

## Ποιότητα ελαίου και γεύματος

Από την εισαγωγή της ποιότητας canola, η περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ των αυστραλιανών ποικιλιών canola έχει παραμείνει σχετικά σταθερή περίπου σε 60%. Έχει μια ιδανική σύνθεση λιπαρού οξέος για πολλές από τις τωρινές χρήσεις του. Εντούτοις, οι περαιτέρω βελτιώσεις στην ποιότητα πετρελαίου canola είναι επίσης εν εξελίξει.

## Αντίσταση Blackleg

Μετά από την επιδημία blackleg της πρόωρης δεκαετίας του '70, ήταν σαφές ότι οι ανθεκτικές ποικιλίες απαιτήθηκαν για την επιτυχή αποκατάσταση της βιομηχανίας. Το Wesreo, που απελευθερώθηκε το 1978 από αυστραλιανό βελτιωτικό πρόγραμμα, ήταν η πρώτη ανθεκτική ποικιλία. Αντίστοιχα οι ποικιλίες Marnoo και Jumbuck, είχαν μέτρια επίπεδα αντίστασης. Το Wesroona, ήταν η πρώτη ανθεκτική ποικιλία στην ασθένεια blackleg, απελευθερώθηκε στη δυτική Αυστραλία το 1980. Οι πιο πρόσφατες ποικιλίες που προέκυψαν από τα προγράμματα αναπαραγωγής στη Νέα Ουαλία έχουν τα πιο υψηλά επίπεδα αντίστασης blackleg από οποιεσδήποτε προηγούμενως αυστραλιανές ποικιλίες. Οι τρέχουσες αυστραλιανές ποικιλίες έχουν τα πιο υψηλά επίπεδα αντίστασης blackleg οποιωνδήποτε ποικιλιών ελαιοκράμβης στον κόσμο και όταν



αυξάνονται αυτές με την κατάλληλη αμειψισπορά, οι απώλειες στο blackleg είναι αμελητέες.

## Αντίσταση ζιζανιοκτόνου

Ο έλεγχος των ζιζανίων πλατύφυλλων, είναι ένα σημαντικό πρόβλημα με τις συμβατικές ποικιλίες ελαιοκράμβης. Η διαθεσιμότητα των ανεκτικών ποικιλιών (ΤΤ) τριαζίνης έχει ενισχύσει σημαντικά τις επιλογές ελέγχου ζιζανίων για τους καλλιεργητές του συγκεκριμένου φυτού . Η πρώτη ΤΤ ποικιλία ,απελευθερώθηκε ΤΟ 1993,Παρά την σημαντική παραγωγή (15-20%) και την ικανοποιημένη ποινική ρήτρα πετρελαίου σχετικά με τις συμβατικές ποικιλίες, οι ανεκτικές ποικιλίες έχουν γίνει αποδεκτές ευρέως.



Εικ.20. Σύγχρονοι τρόποι βελτίωσης ποικιλιών

## ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΕΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

Η διαθεσιμότητα των βελτιωμένων ποικιλιών είναι ένας σημαντικός παράγοντας στην αναβίωση της βιομηχανίας ης ελαιοκράμβης. Οι ποικιλίες B.napus είναι η βάση της βιομηχανίας μέχρι σήμερα, με τις υβριδικές ποικιλίες

που δεν ασκούν σημαντική επίδραση στην αγορά.

Οι αποτελεσματικές στρατηγικές για τον έλεγχο του blackleg παραμένουν ζωτικής σημασίας στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα της βιομηχανίας, με την αναπαραγωγή για την αντίσταση ενός βασικού συστατικού αυτών των στρατηγικών. Οι αυστραλιανές ποικιλίες canola είναι οι ανθεκτικότερες ποικιλίες στον κόσμο και αυτή η αντίσταση θα ενισχυθεί περαιτέρω μέσω του προσδιορισμού και της χρησιμοποίησης των εναλλακτικών πηγών αντίστασης.

Η πλειοψηφία των νέων χαρακτηριστικών για τη βελτίωση του canola τα επόμενα δέκα έτη θα είναι το αποτέλεσμα της τεχνολογίας γονιδίων. Αυτές οι νέες εξελίξεις μπορούν να διαιρεθούν σε εκείνους που περιλαμβάνουν τα τροποποιημένα χαρακτηριστικά παραγωγής συγκομιδών και εκείνους που τροποποιούν τα χαρακτηριστικά ποιότητας των προϊόντων. Για να παραμείνουν διεθνώς ανταγωνιστικά, τα αυστραλιανά δημόσια προγράμματα αναπαραγωγής διαμορφώνουν την κατάλληλη έρευνα και τους εμπορικούς συνδέσμους με τους ιδιοκτήτες των βασικών τεχνολογιών. Διάφορα συνεργασίας προγράμματα μεταξύ δημόσιων και σημαντικών διεθνών ιδιωτικών οργανισμών είναι αυτήν την περίοδο εν εξελίξει στην Αυστραλία.

## Κενάφ ή Ιβίσκος ο καννάβινος (*Hibiscus cannabinus* L.)

Είναι ένα ετήσιο ποώδες έως ξυλώδες κλωστικό φυτό της θερινής περιόδου. Κατάγεται από την Βόρεια Αφρική και απαντάται ως αυτοφυές στις θερμές τροπικές και υποτροπικές χώρες και καλλιεργείται εκτεταμένα στην Ινδία, Αραβία και Αίγυπτο για τις κλωστικές του ίνες. Στις ΗΠΑ μετά από πολυετείς έρευνες, έχει προωθηθεί η καλλιέργεια του για την παραγωγή χαρτοπολλτού και βελτιωμένων ποιοτικά τύπων χαρτιού.

Θεωρείται η καλύτερη μη δενδρώδης καλλιέργεια για παραγωγή χαρτιού και προωθείται ως εναλλακτική καλλιέργεια για τον περιορισμό της καταστροφής των δασών και των οικοσυστημάτων τους, για τους παρακάτω κυρίως λόγους :

- Έχει ταχύτατο ρυθμό αύξησης. Μπορεί να φθάσει σε ύψος μέχρι 5 μέτρα μέσα σε 5 περίπου μήνες.
- Υψηλή απόδοση σε ίνες, περίπου 500 - 1000 κιλά ανά στρέμμα
- Εξαιρετικά χαρακτηριστικά για την παραγωγή χαρτιού υψηλής ποιότητας.

Ανήκει στην οικογένεια Malvaceae και έχει αριθμό χρωμοσώμων  $2n - 2x = 36$ . Αποτελεί αξιόλογο κλωστικό φυτό. Έχει βαθιά πασσαλώδη ρίζα. Τα στελέχη είναι συνήθως αδιακλάδιστα, ταχυαυξή, ύψους έως 4 μέτρα και έχουν φλοιό ινώδη, διαμέτρου στη βάση τους 2 - 4 εκ. Τα φύλλα είναι κατ'εναλλαγή, με μακρό μίσχο, αδιαίρετα (τύπου βαμβακιού) έως βαθιά έλλοβα με 3-7 λοβούς (τύπου κάνναβης). Τα άνθη είναι μονήρη, διαμέτρου έως 10 εκατοστών, κίτρινα με ερυθρό κέντρο. Ο καρπός είναι πολύσπερμη τριχωτή κάψα μήκους περίπου 1 εκ. Οι σπόροι είναι καφέ χρώματος, λείοι, σφηνοειδείς, μέσου βάρους 25 χιλιοστογραμμάριων (mg) και μέσης περιεκτικότητας 24% σε λάδι.

Οι καλλιεργούμενες μορφές είναι μονοετείς ορθόκλαδες πόες, συνήθως αυτογόνιμες.



Εικ.21. Λουλούδι του φυτού κενάφ



Εικ.22. Ίνες



Εικ.23. Φύλλο κενάφ (*Hibiscus cannabinus*)



Εικ.24. Καλλιέργεια κενάφ

### **Καλλιεργητικές εργασίες**

Είναι φυτό ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες και υφίσταται ζημιές από δυνατές βροχές και ανέμους. Προσαρμόζεται σε ποικιλία εδαφικών τύπων, αλλά προτιμά τα βαθιά, καλά στραγγιζόμενα αμμοπηλώδη και χουμώδη εδάφη, με ουδέτερο έως ελαφρώς όξινο pH. Έχει εξαιρετική αντοχή στην ξηρασία (Webber, C.L., 2002)

Σε βορειότερα γεωγραφικά πλάτη το φυτό δεν ανθίζει μέχρις ότου το μήκος ημέρας να πέσει στις 12,5 ώρες. Το άριστο εύρος θερμοκρασίας κατά τη βλαστική περίοδο για την ανάπτυξη του είναι από 15° - 27° C.

Για να γίνει η σπορά γίνεται όργωμα σε βάθος τουλάχιστον 20 εκ. και καλό ψιλοχωμάτισμα του εδάφους. Η σπορά γίνεται με σπαρτική ακριβείας την άνοιξη σε γραμμές και αποστάσεις 15 εκ. X 15 εκ. σε ξηρικά εδάφη και 12,5 εκ. X 12,5 εκ σε υγρά εδάφη, μόλις η θερμοκρασία του εδάφους σταθεροποιηθεί πάνω από 13° C, δηλ. στις αρχές Απριλίου με τις συνθήκες της Βόρειας Ελλάδας. Η ποσότητα του σπόρου κυμαίνεται από 600-3000 γραμμάρια/στρέμμα. Το βάθος σποράς είναι 1,25 - 2,5 εκ. Η πυκνότητα φύτευσης κυμαίνεται από 18000- 37000 φυτά ανά στρέμμα. Στις αραιές φυτεύσεις τα στελέχη διακλαδίζονται γι'αυτό και προτιμώνται οι πυκνές, που αναγκάζουν τα φυτά να παράγουν 1 μόνο στέλεχος, ιδιότητα που ευνοεί τη μηχανική συγκομιδή.

Συνιστάται λίπανση με 3,5-7 χιλιογρ /στρέμμα N, 4-6 χιλιογρ /στρέμμα P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 4-6 χιλιογρ /στρέμμα ΚαΟ. Μπορεί να μπει σε αμειψισπορά με το καλαμπόκι, βαμβάκι, σακχαρότευτλα, φασόλια και ορισμένα λαχανικά.

Η συγκομιδή για παραγωγή ινών γίνεται μετά από περίπου 90-120 μέρες από τη

σπορά στο στάδιο της ανθοφορίας, με κοπή με το χέρι, με συγκομιστική μηχανή και με ξερίζωμα με το χέρι. Τα στελέχη εμβαπτίζονται στο νερό για 5-22 μέρες για να αποσπασθεί εύκολα ο φλοιός από το ξύλο και να απελευθερωθούν οι ίνες. Υπάρχουν όμως και κομπίνες που συγκομίζουν τα στελέχη και αφαιρούν ταυτόχρονα τον φλοιό, και μειώνουν σημαντικά το κόστος συγκομιδής. Η απόδοση σε ίνες ανέρχεται στο 2-7 % του βάρους των στελεχών. Η παραγωγή βιομάζας είναι περίπου 800 - 2500 kg ξηράς ουσίας /στρέμμα, η δε παραγωγή σπόρου ανέρχεται σε 70-200 kg/στρέμμα.



Εικ.25 .Σπορόφυτα

Η ανάπτυξη του φυτού κενάφ ποικίλει σε ύψος ανάλογα με την ποικιλία και τις συνθήκες καλλιέργειας. Οι μίσχοι μπορούν να επιτύχουν τα ύψη μεταξύ 2 και 5 μ.



Εικ.26. Φύλλα

Τα φύλλα (που εκφύονται εναλλάξ ) είναι συνήθως έλοβα ως ένα ορισμένο βαθμό, ενώ και οι μίσχοι και τα φύλλα μπορούν να αναπτύξουν έναν κόκκινο χρωματισμό.



Εικ.27. Λουλούδια

Τα λουλούδια είναι κίτρινα ή άσπρα, συνήθως με τα κόκκινα κέντρα, και είναι πολύ βραχύβια. Το κενάφ απαιτεί βαθειά - επεξεργασμένο χώμα για να είναι παραγωγικό. Δεν έχει καμία αντίσταση στον παγετό και έτσι πρέπει να σπαρθεί στα τέλη της άνοιξης, για να καθιερώσει έναν πληθυσμό περίπου 50 φυτών ανά τετραγωνικό μέτρο.



Εικ. 28. Συγκομιδή της καλλιέργειας του κενάφ (*hibiscus cannabinus*)



Εικ.29. Συγκομισμένη καλλιέργεια του κενάφ

### Συγκομιδή της καλλιέργειας του κενάφ

Για την παραγωγή των ινών καλής ποιότητας, η συγκομιδή συγκομίζεται μετά από την έναρξη του ανθίσματος, αλλά εάν τα προϊόντα προορίζονται για πολτοποίηση, τα φυτά καλό είναι να παραμείνουν έως ότου ολοκληρωθεί η ανάπτυξη τους .



Εικ. 30.

❶ Η άνθηση μπορεί να διαρκέσει 3 έως 4 εβδομάδες, ή περισσότερο, ανά φυτό, κάθε μεμονωμένο λουλούδι ανθίζει για μόνο μια ημέρα. Ο μίσχος και τα στελέχη των φυτών αποτελούνται από δύο ευδιάκριτους τύπους ινών.

❷ Η εξωτερική ίνα καλείται "ίνα bast" και περιλαμβάνει κατά προσέγγιση 40% του ξηρού βάρους του μίσχου. Οι καθαρισμένες ίνες bast έχουν μήκος 2.6mm και είναι παρόμοιες με τις καλύτερες ίνες μαλακού ξύλου που χρησιμοποιούνται για να κάνουν το χαρτί.

❸ Η πιο άσπρη, εσωτερική ίνα καλείται "πυρήνας", και περιλαμβάνει 60% του ξηρού βάρους του μίσχου. Τα μήκος αυτών των ινών είναι 6mm και είναι συγκρίσιμοι με τις ίνες δέντρων σκληρού ξύλου .

## ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΚΕΝΑΦ

Αξιολογήθηκαν τέσσερις δημοφιλείς ποικιλίες κενάφ (Dowling, Tainung 2, Everglades 41, Gregg) ώστε να εκτιμηθούν οι δυνατές αποδόσεις και η ποιότητα των παραγόμενων ινών ώστε να εκτιμηθούν κάτω από διαφορετικές πυκνότητες καλλιεργούμενων πληθυσμών. (Η πυκνότητα αυξήθηκε με να τρυπήσει το σπόρο στις σειρές 7,5 ίντσα χώρια με ένα με τρυπάνι τρυπάνι/καλλιεργητής 1000 σειρών. Τα πειραματικά τεμάχια βοτανίστηκαν με το χέρι. Οι μίσχοι συγκομίστηκαν στις 12/09/03).

Εικ.31.



Εικ.32.



Εικ.33.



Εικ.34.



### **Tainung 2**

#### Γνωρίσματα

Υψηλή περιεκτικότητα

Εμπορικά πρότυπα

### **Dowling**

#### Γνωρίσματα

Βελτιωμένες

παραγωγές ινών

### **Gregg**

#### Γνωρίσματα

Βελτιωμένες παραγωγές

ανθεκτική σε μύκητες

### **Everglades 41**

#### Γνωρίσματα

Προσαρμόσιμη στη μηχανική συγκομιδή



Η άνθιση των περισσότερων ποικιλιών βρίσκεται υπό φωτοπεριοδικό έλεγχο. Οι φυτικές εγκαταστάσεις παραμένουν υπό ανάπτυξη έως ότου μειωθεί το φως της ημέρας κάτω από 12 ώρες και 45λεπτά . Ως αποτέλεσμα αυτού του χαρακτηριστικού γνωρίσματος, οι ποικιλίες μπορούν να ταξινομηθούν στους τύπους πρόωρης-ωριμότητας (που ανθίζουν τον Ιούλιο) και αυτές της όψιμης -ωριμότητας (που ανθίζουν το Σεπτέμβριο).

Υπό τους ελληνικούς κλιματολογικούς όρους, το κενάφ πρέπει να σπαρθεί από τα τέλη Απριλίου μέχρι τέλη Μαΐου, ανάλογα με τους εδαφοκλιματικούς παράγοντες. Η καλλιέργεια του κενάφ δεν είναι ικανή να αντιμετωπίσει τα ανταγωνιστικά ζιζάνια στα πρώτα στάδια της αύξησης (ύψος μέχρι 30cm) και κατά συνέπεια απαιτούνται προ - και μετα-φυτρωτικά ζιζανιοκτόνα . Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων που έχουν πραγματοποιηθεί στην Ελλάδα, όλες οι δοκιμασμένες ποικιλίες επιβεβαίωσαν την καλή προσαρμοστικότητα και τις υψηλές παραγωγές της συγκομιδής. Εντούτοις, τα υψηλά επίπεδα άρδευσης και τα εύφορα χώματα μπορούν να θεωρηθούν ως βασικοί παράγοντες για τη λήψη των υψηλών αποδόσεων. Πρέπει να αναφερθεί ότι οι ποικιλίες αργής-ωριμότητας είναι παραγωγικότερες από τις πρόσφατες. Οι πυκνές σπορές αποδείχθηκαν παραγωγικότερες από τις αραιότερες.

Σχετικά με τις αποδόσεις, η χλωρή βιομάζα κυμάνθηκε από 33,8 t/ha ως 88,6 t/ha και η ξηρή ουσία από 7,6 t/ha ως 23,9 t/ha ανάλογα με την ποικιλία και τον τύπο ωριμότητάς της.

## **Λινάρι (*Linum usitatissimum* L.)**

Το Λινάρι είναι ένα ετήσιο αυτογόνιμο φυτό που καλλιεργείται για τις ίνες του (κλωστικό λινάρι) ή για το σπόρο του (ελαιούχο λινάρι) ή και για τα δύο (λινάρι διπλής χρήσης) . Φθάνει σε ύψος ως 120 εκατοστά, διακλαδίζεται ελάχιστα στις υψηλές πυκνότητες φύτευσης και καλλιεργείται στις πιο εύκρατες περιοχές του βόρειου ημισφαιρίου.

Η ίνα του λιναριού είναι πιο ισχυρή από την ίνα του βαμβακιού ή του μαλλιού. Ο σπόρος περιέχει 40% λινέλαιο. Μετά την εξαγωγή του λαδιού απομένει η λινόπιτα, μια πολύτιμη υψηλή πηγή πρωτεΐνης για τα βοοειδή

Ανήκει στην οικογένεια των Λινιδών (*Linaceae*), με 200 περίπου είδη φυόμενα σε εύκρατες και υποτροπικές περιοχές του παλαιού και νέου κόσμου.



Εικ.35. Χαρακτηριστική εικόνα από το άνθος του φυτού (*Linum usitatissimum* L.)

Το καλλιεργούμενο Λινάρι (*Linum usitatissimum* L.) είναι μονοετές ποώδες φυτό με μονήρη βλαστό, ύψους έως 20 εκατοστών, λεπτότατο, όρθιο και λείο. Η χρωμοσωμική του σύνθεση είναι ( $2n=2x=16$ ).

Τα φύλλα του είναι γραμμοειδή - λογχοειδή, οξύληκτα, τρίνευρα. Άνθη ζωηρά κυανά, 12-15 χιλ. πλάτος, τα οποία μαραίνονται ταχέως. Τα σέπαλα είναι ωσειδή, οξέα, χωρίς βλεφαρίδες. Τα πέταλα τρεις φορές μακρότερα των σέπαλων και έχουν χρώμα κυανό, λευκό ή ωχρορόδινο. Ο καρπός (πεντάχωρη κάψα με 2 σπόρους ανά χώρο) έχει 7-9 χιλιοστά πλάτος, είναι σφαιρικός και λίγο μακρύτερος των σέπαλων. Οι 1000 σπόροι έχουν βάρος 4-7 γραμμάρια και χρώμα συνήθως καστανό, αλλά και κίτρινο, πρασινοκίτρινο ή μαύρο, και είναι με έντονα γυαλιστερή επιφάνεια.

Είναι ένα πολύτιμο είδος για τις κλωστικές του ίνες και τα ποικίλα είδη πλεκτικής και υφαντουργικής ως και τα ελαιούχα και φαρμακευτικά σπέρματα του, καλλιεργούμενο ήδη προγενέστερα της Ομηρικής εποχής.



Εικ.36.

Κάλυκας από το είδος  
(*Linum usitatissimum* L.)



Εικ.37.

Βλαστός από το είδος  
(*Linum usitatissimum* L.)



Εικ.38.Πειραματική καλλιέργεια λιναριού (*Linum usitatissimum* L.)

#### Καλλιεργητικές φροντίδες

Το λινάρι απαιτεί δροσερά κλίματα. Ξηρασία και υψηλές θερμοκρασίες (άνω των 32° C) στην περίοδο της ανθοφορίας μειώνουν την απόδοση, το μέγεθος του σπόρου, την περιεκτικότητα σε έλαια και την ποιότητα τους. Φυτεύεται νωρίς την άνοιξη μετά το πέρας των παγετών. Ευνοείται από επαρκή υγρασία κατά την βλαστική περίοδο και από ξηροθερμικές συνθήκες κατά την συγκομιδή (Ιούλιο) για την ολοκλήρωση της ωρίμανσης και της ξήρανσης των σπόρων.

Το φυτό προτιμά εδάφη μέσης σύστασης έως βαριά γιατί έχει επιπόλαιο ριζικό σύστημα. Απαιτεί πολύ καλή προετοιμασία του χωραφιού (ψιλοχωμάτισμα) κατά τη σπορά και κυλίνδρισμα μετά τη σπορά για τη βελτίωση του φυτρώματος. Η ποσότητα του σπόρου είναι 4-6 kg/στρέμμα. Η σπορά γίνεται με σπαρτική μηχανή, σε γραμμές που απέχουν 20-40 εκατοστά. Οι πυκνές σπορές σε γραμμές 10-18 εκατοστών με ποσότητα σπόρου 10 kg/στρέμμα δίνουν μονοστέλεχα φυτά (Ταλέλλης, 1981). Η συγκομιδή των κάψων γίνεται με συγκομιστική μηχανή (κομπίνα) όταν αυτές έχουν ξηρανθεί. Η απόδοση σε ξηρή φυτομάζα ανέρχεται σε περίπου 500 kg στελεχών / στρέμμα και σε σπόρο σε 50 kg/στρέμμα.

Το λινάρι κλασικά χρησιμοποιείται ως ελαιούχο και ως κλωστικό φυτό. Δεν υπάρχει εμπορική αξιοποίηση της κυτταρινούχου βιομάζας του στελέχους για παραγωγή θερμότητας, ηλεκτρικής ενέργειας ή αλκοόλης.

Η καλλιέργεια του συνεπώς θα στοχεύσει στην παραγωγή ελαίου και ινών, ως δυνητική μία εναλλακτική καλλιέργεια που έχει μεγάλες πιθανότητες οικονομικής επιτυχίας με δεδομένο ότι ουσιαστικά επανεισάγεται στην περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης η καλλιέργεια αυτή που είχε σταδιακά εγκαταλειφθεί μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, και πειραματικά - αποδεικτικά μόνο στην παραγωγή ενέργειας.

### **Μίσχανθος (*Mischanthus sp*)**

Το γένος είναι γνωστό σε τροπικές, υποτροπικές και θερμές περιοχές της Ν.Α. Ασίας (που πιθανότατα είναι ο τόπος καταγωγής του) και των νησιών του Ειρηνικού. Ανήκει στην οικογένεια *Andropogoneae/Poaceae*, και είναι συγγενές γένος με το σακχαροκάλαμο (*Saccharum*).

Ως ενεργειακή καλλιέργεια χρησιμοποιείται το τριπλοειδές υβρίδιο (*Mischanthus x giganteous*) ( $2n=3x=57$ ) που πιθανώς δημιουργήθηκε από την διασταύρωση *M.sinensis* (διπλοειδές) x *M.sacchariflorus* (τετραπλοειδές).

Είναι πολυετές φυτό, βαθύρριζο, που παράγει μάζα ερπόντων ριζωμάτων υπό την επιφάνεια του εδάφους. Έχει μακρά, λεία και οξύληκτα φύλλα, με κηρώδες επίχρισμα. Οι βλαστοί είναι τύπου καλαμιού, όρθιοι και αδιακλάδιστοι, γεμισμένοι με συμπαγή εντεριώνη. Φθάνει σε ύψος ως τα 4μ. Το φθινόπωρο τα φύλλα νεκρώνουν από τον παγετό και πέφτουν. Ευνοείται, από βαθιά εδάφη και ζεστές συνθήκες για άριστη ανάπτυξη. Η ταχεία ανάπτυξη του τον καθιστά κατάλληλο για παραγωγή βιομάζας σε θερμότερα μέρη της Ευρώπης. Χρησιμοποιείται ως καύσιμη ύλη για παραγωγή ηλεκτρισμού και ως πρώτη ύλη για παραγωγή χαρτιού και μορισσανίδων.

Στην Ευρώπη εισήχθη για πρώτη φορά το 1930 ως καλλωπιστικό φυτό από την Ιαπωνία. Για πρώτη φορά μελετήθηκε σαν φυτό για την παραγωγή κυτταρίνης στη Δανία το 1960, και ως βιοενεργειακό φυτό το 1983, στη Δανία και το 1983 στην Γερμανία.

Το μέγιστο ύψος του φυτού φθάνει τα 4 μέτρα, αν και μετά το ξεχειμώνασμα και την φυλλόπτωση, τα ξηρά καλάμια δεν περνούν τα 2,5-3μ.

Διαθέτει τον ενεργειακά αποτελεσματικό κύκλο C4 της φωτοσυνθετικής διαδικασίας (με σχετικά μικρές απαιτήσεις σε θρεπτικά και νερό), αλλά επί πλέον είναι και ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες. Θεωρητικά είναι ιδανικό ενεργειακό φυτό, γιατί δίδει εισόδημα στον γεωργό κάθε χρόνο, σε αντίθεση με τις δενδρώδεις καλλιέργειες που συγκομίζονται κάθε 2-4 χρόνια. Λόγω της ταχείας αύξησης του, προτάθηκε ως κατάλληλο είδος για παραγωγή βιομάζας σε θερμότερα μέρη της Ευρώπης.

Υπάρχει ευρωπαϊκό πρόγραμμα για τη βελτίωση του Μίσχανθου με σκοπό τη διεύρυνση της γενετικής βάσης και τη μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας και προσαρμοστικότητας της καλλιέργειας. Σε πειράματα σε 5 τοποθεσίες σε όλη την Ευρώπη το 1997 δοκιμάσθηκαν 15 γενότυποι (από Σουηδία έως Πορτογαλία). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι μπορούν να επιτευχθούν ετήσιες αποδόσεις σε ξηρά ουσία μέχρι 2,5 τόνους/στρέμμα την εποχή της συγκομιδής (τυπικά το Φεβρουάριο) από την Κεντρική Γερμανία ως τη Ν. Ιταλία (37°N). Πιο νότια, όπου το νερό είναι ο περιοριστικός παράγοντας, εφαρμόζεται άρδευση. Σε πιο βόρειες περιοχές (>50°N), η απόδοση περιορίζεται σε περίπου 1,5 τόνους/στρέμμα. Οι ανάγκες του μίσχανθου σε Ν είναι περιορισμένες, και συνήθως λιγότερες από 15 kgN/στρ/έτος.

Στην Βόρεια Ευρώπη έχουν εγκατασταθεί εκτεταμένοι δοκιμαστικοί αγροί από το 1983. Οι αποδόσεις αυτές της νέας βιοενεργειακής καλλιέργειας που συγκομίζεται κάθε έτος, φαίνεται ότι είναι σημαντικές, αλλά υπάρχουν επιφυλάξεις για ορισμένα μειονεκτήματα της, όπως το σχετικά υψηλό κόστος εγκατάστασης της καλλιέργειας και η στενή γενετική της βάση.

Το μέγιστο της υπέργεια βιομάζας παρατηρείται στο τέλος της βλαστικής περιόδου, (μέχρι 2-3 τόνοι/στρ. ξηρό βάρος), αλλά η καλλιέργεια αφήνεται να ξηραθεί μέσα στο χειμώνα (με μείωση 30-50% του βάρους της βιομάζας). Τέτοιες απώλειες είναι όμως παροδικές γιατί έχει ως αποτέλεσμα τη βελτίωση της ποιότητας του καυσίμου. Η υγρασία μπορεί να πέσει στο 15% νωρίς την άνοιξη, που σημαίνει ότι υπάρχει μικρή ανάγκη για περαιτέρω ξήρανση. Επίσης, μειώνεται και η στάχτη και τα ανόργανα άλατα, (που χάνονται με τη φυλλόπτωση και τη μεταφορά τους στο ρίζωμα) όπως το Κ και το Cl, που προκαλούν προβλήματα στην επεξεργασία για παραγωγή βιοκαυσίμων.

Η ετήσια απόδοση κυμαίνεται από 1,2-1,8 τόνους/στρ. ξηρού βάρους. Η διάρκεια ζωής της φυτείας κυμαίνεται από 15-25 έτη, αλλά συνήθως η καλλιέργεια έχει παραγωγική ζωή περίπου 10 ετών.

### ***Πειράματα στην Ελλάδα***

Στην Β. Ελλάδα (41 °N), χρησιμοποιήθηκε το υβρίδιο M x giganteus, με αποστάσεις φύτευσης 1m x 1m = 1000 φυτά /στρέμμα. Μέγιστη απόδοση δεύτερου έτους (Σεπτέμβριο) 4,4 τόνοι ξηράς ουσίας /στρέμμα.

Στην Κ. Ελλάδα (38°N) χρησιμοποιήθηκε επίσης το υβρίδιο M x giganteus, με αποστάσεις φύτευσης 0,5m x 0,5m = 4.000 φυτά /στρέμμα. Φυτεία 2-3 ετών έδωσε απόδοση 2,5 τόνους ξηράς ουσίας /στρέμμα. Η αζωτούχα λίπανση και η άρδευση είχαν μικρή επίδραση στις αποδόσεις.



*Εικ.39 .Χαρακτηριστική εικόνα από πειραματική καλλιέργεια μίσχανθου (Miscanthus sp)*

### **Φυσιολογία Φυτού**

Διαθέτοντας φωτοσυνθετικό σύστημα C4, ο μίσχανθος δείχνει θαυμαστό συνδυασμό υψηλής αξιοποίησης νερού και Αζώτου. Ο φωτοσυνθετικός μηχανισμός φαίνεται να είναι καλύτερα προσαρμοσμένος στις χαμηλές θερμοκρασίες από ότι άλλες C4 καλλιέργειες, και είναι ικανός για υψηλή παραγωγικότητα σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες.

### **Τεχνική καλλιέργειας**

Η καλλιέργεια εγκαθίσταται σχεδόν αποκλειστικά με μηχανική φύτευση τεμαχίων ριζωμάτων μήκους 10-15 εκατοστών και βάρους 40-100 γραμμαρίων και σπανίως με φύτευση φυταρίων που παράγονται με μικροπολλαπλασιασμό.

Το μικροτεμάχια ριζώματος προέρχονται από φυτώρια - μητρικές φυτείες. Η πυκνότητα φύτευσης των φυταρίων στα φυτώρια (κατά προτίμηση με αμμώδες έδαφος για ευκολία κατεργασίας) είναι 3-6 φυτά/τετραγωνικό μέτρο.

Μετά από 2-3 χρόνια, γίνεται στα φυτώρια μηχανική κατεργασία με ένα απλό πέρασμα περιστροφικού καλλιεργητή (rotary tiller) που σπάζει τα ριζώματα σε τεμάχια βάρους 40-1 γρ. Το τεμάχια ριζώματος μπορούν να εξαχθούν και συλλεχθούν με

συγκομιστική μηχανή πατάτας ή ανθοβολβών Σε αυτή την περίπτωση έχουμε ένα πολλαπλασιαστή  $\chi$  50 (δηλ. από ένα στρέμμα φυτωρίου μπορεί να γίνει φύτευα 50 στρεμμάτων). Αν κόψει κανείς τα ριζώματα με το χέρι ο πολλαπλασιαστής είναι  $\chi$ 100. Ο μικροπολλαπλασιασμός δίνει μεγαλύτερο πολλαπλασιαστή (ως 2000 $\chi$ ) αλλά έχει υψηλότερο κόστος. Το κόστος της μηχανικής εγκατάστασης εκτιμάται σε 35ΕυΓθ/στρ. (0,04 Euro /ρίζωμα).

Η τυπική πυκνότητα φύτευσης είναι 1 μέτρο  $\chi$  1 μέτρο (1000 φυτά/στρέμμα) Στο 2°-3° έτος έχει ήδη σχηματιστεί πυκνό πλέγμα ριζών, που εμποδίζει την έκπλυση του Ν. Την περίοδο αυτή η μέγιστη πυκνότητα ριζών είναι σε βάθος 0-40 εκ αν και ορισμένες ρίζες φθάνουν σε βάθος τα 250 εκ. Η άρδευση μετά τη φύτευση των ριζωμάτων βοηθάει στην εγκατάσταση τους σε ξηρικές συνθήκες.

Η συγκομιδή μπορεί να αρχίσει από το 2° έτος. Η απόδοση αυξάνει ως το 5°-6° και μετά σταθεροποιείται ως το 10°-12° έτος. Για τη συγκομιδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένα σύνηθες χορτοκοπτικό που θα κόβει το καλάμι σε τεμάχια των 10- 50 χιλιοστών. Μπορεί επίσης το στέλεχος να γίνει και μπάλα ή δεμάτι.

Οι συγκομιζόμενοι βλαστοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως καύσιμο για παραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικής ενέργειας, ή να μετατραπούν σε άλλα χρήσιμα προϊόντα όπως η αιθανόλη. Η στρεμματική απόδοση με φθινοπωρινή συγκομιδή ανέρχεται σε περίπου 2,5 τόνους ξηράς ουσίας. Αλλά στην Ευρώπη προτιμάται η συλλογή την άνοιξη, οπότε έχει γίνει και η ξήρανση και έχει ολοκληρωθεί η μεταφορά των θρεπτικών στοιχείων στο ρίζωμα. Σε αυτή την περίπτωση η απόδοση σε ξηρά ουσία παρουσιάζεται μειωμένη (1,5 τόνοι ανά στρέμμα) λόγω ξήρανσης του φυτού.

Ευνοείται από συνθήκες ανάλογες με εκείνες για το καλάμπόκι. Συνιστάται λίπανση με 7,5 kg N, 2kg P και 10kg K ετησίως.

## Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Διεύρυνσης της γενετικής βάσης στον μίσχανθο

Στα τέλη του 2000 έγινε ένα πρόγραμμα στο οποίο μελετήθηκαν οι μέθοδοι αναπαραγωγής του μίσχανθου και βελτίωση της γενετικής βάσης που απαιτείται για τη μελλοντική ανάπτυξη του *Miscanthus* ως μη εδώδιμη καλλιέργεια.

### Γενετική βάση

Μέχρι σήμερα, η έρευνα έχει εστιάσει το ενδιαφέρον της στον ενιαίο κλώνο *M. giganteus*, έτσι υπάρχει λίγη γνώση σχετικά με τη γενετική βάση. Προφανώς αυτός ο ενιαίος κλώνος είναι απίθανο να είναι ο καταλληλότερος γενότυπος σε όλες τις κλιματολογικές ζώνες στην Ευρώπη. Εντούτοις, δεδομένου ότι *Miscanthus* έχει μια τέτοια ευρεία γεωγραφική διανομή στην Ασία υπάρχει η δυνατότητα για την επιλογή των γενοτύπων και την αναπαραγωγή για τα επιθυμητά χαρακτηριστικά.

Οι γενικοί στόχοι αυτού του προγράμματος είναι να βελτιωθούν οι μέθοδοι και η γενετική βάση που απαιτούνται για τη μελλοντική ανάπτυξη του *Miscanthus* ως μη εδώδιμη καλλιέργεια και χρήση για την καύση και τις χρήσεις ινών ώστε να μεγιστοποιηθεί η παραγωγικότητα, η ποιότητα και η προσαρμοστικότητα της συγκομιδής.

Διάφορα πειράματα με το *Miscanthus* "Giganteus", ένα αποστειρωμένο υβρίδιο, παρουσίασαν ικανοποιητική προσαρμογή αυτών των γεωργικών εγκαταστάσεων στην Ευρώπη αλλά παρουσίασαν και πολλά προβλήματα όπως την ανεπαρκή χειμερινή επιβίωση και ιδιαίτερα χαμηλή προσαρμογή στις περισσότερες οικολογικές περιοχές της Ευρώπης. Όλα αυτά τα πειράματα έχουν γίνει με έναν ενιαίο κλώνο και δεν υπάρχει καμία γενετική παραλλακτικότητα διαθέσιμη στην Ευρώπη που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για να υπερνικήσει αυτά τα προβλήματα. Αλλά υπάρχει μια απέραντη γενετική παραλλακτικότητα στην ανατολική ασιατική περιοχή, στον τόπο προέλευσης δηλαδή του μίσχανθου.

Ο κύριος στόχος αυτού του προγράμματος είναι να εξασφαλιστεί το γενετικό υλικό που θα διεύρυνε τη γενετική βάση του γένους *Miscanthus* στην Ευρώπη και για να παρέχει τις τεχνικές αναπαραγωγής για την συγκεκριμένη καλλιέργεια. Αυτό θα επιτρέψει στις περισσότερες περιοχές της Ευρώπης να δημιουργήσουν τις ποικιλίες που θα αποδώσουν με ικανοποιητικό τρόπο μέσα στις διάφορες κλιματολογικές και εδαφικές συνθήκες.

Συγχρόνως αυτό:



- θα συμβάλλει στην δημιουργία ποικιλιών με τα απαραίτητα ποιοτικά χαρακτηριστικά που θα προορίζονται για συγκεκριμένες βιομηχανικές χρήσεις
- θα μειώσει τον κίνδυνο παρασίτων και διάφορων ασθενειών

Η δοκιμή διαφορετικών γενοτύπων σε διαφορετικές κλιματολογικές περιοχές και η ανάλυση της ποιότητάς τους ινών και καύσης γίνεται για να καθοριστούν:

- η κλωνική προσαρμοστικότητα στους οικολογικούς όρους.
- η επιρροή του κλίματος στην παραγωγή και στην ποιότητα (καύση και ποιότητα ινών) της βιομάζας .
- η επιρροή του γενότυπου στην επιβίωση παραγωγής, ποιότητας τον χειμώνα
- τις αλληλεπιδράσεις περιβάλλον-γενότυπου
- ποιος γενότυπος είναι κατάλληλος για οποιαδήποτε δεδομένη οικολογική ζώνη στην Ευρώπη.

Αναπτύσσοντας τις μεθόδους αναπαραγωγής του μίσχανθου θα επιτραπεί:

- Ο πολυπλοειδισμός με *in vivo* και *in vitro* διπλασιασμό χρωμοσωμάτων
- Ο συγχρονισμός άνθισης των λουλουδιών μεταξύ των ειδών (*M. sacchariflorus* και *M. sinensis*)
- Η ρύθμιση της απαραίτητης ποσότητας σπόρου
- Η μελέτη της βλαστικής ικανότητας του σπόρου

## **ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΓΕΝΕΤΙΚΗΣ ΒΕΛΤΙΩΣΗΣ ΜΙΣΧΑΝΘΟΥ**

Από πειράματα σε χώρες όπως η Σουηδία, Δανία, Αγγλία, Γερμανία και Πορτογαλία, που καλύπτουν ένα ευρύ φάσμα των κλιμάτων στην Ευρώπη, διαπιστώθηκε ότι οι διαφορετικοί γενότυποι είναι κατάλληλοι για τους διαφορετικούς κλιματολογικούς όρους. Διαπιστώθηκε ότι το *M. sinensis*. το χειμώνα είναι πιο σκληραγωγημένο από το *M. giganteus* και το *M. sacchariflorus*. Επομένως το *M. sinensis* είναι πιο κατάλληλο για τη βόρεια Ευρώπη.

Η καθυστερημένη συγκομιδή, είναι ένας αποτελεσματικός τρόπος για τη βελτίωση της ποιότητας για όλους τους γενότυπους *Miscanthus*. Λόγω των σημαντικών απωλειών παραγωγής υπάρχει, εντούτοις, μια σύγκρουση μεταξύ της παραγωγής και της ποιότητας. Τα πρόσφατα αναπαραγόμενα υβρίδια *Miscanthus sinensis* μπορούν να εκπληρώσουν και τις δύο απαιτήσεις για την επιτυχή παραγωγή μίσχανθου: έχουν χειμερινή αντοχή και υψηλή παραγωγική δυνατότητα βιομάζας. Από τις υπαίθριες δοκιμές οδηγηθήκαμε στο

συμπέρασμα ότι τα κατάλληλα υβρίδια *Miscanthus sinensis* μπορούν πιθανώς να βρεθούν ή να αναπαραχθούν για όλες τις κλιματολογικές περιοχές της Ευρώπης.

### ΑΣΥΜΒΙΒΑΣΤΟ

Οι μελέτες ασυμβιβάστου έδειξαν ότι ο μίσχανθος είναι αυτό- ασυμβίβαστος. Αυτό το σύστημα ασυμβιβάστου είναι μια προϋπόθεση για την παραγωγή των υβριδίων.

### ΠΟΛΥΠΛΟΕΙΔΙΣΜΟΣ

Για να παραγάγουν τα τετραπλοειδή υβρίδια *Miscanthus* απαιτούνται οι διπλοειδείς και τετραπλοειδείς γονείς. Μέσα στο γένος *M. sinensis* οι τετραπλοειδείς πληθυσμοί σπάνια βρίσκονται, και είναι επομένως απαραίτητο να αναπτυχθούν οι μέθοδοι για τον αποδοτικό πολυπλοειδισμό του μίσχανθου. Η επεξεργασία των *in vitro* καλλιεργειών με το *oryzalin* και *colchicine*, πέτυχε την παραγωγή τετραπλοειδών γενοτύπων. Η επεξεργασία με *colchicine* ήταν κατά κάποιον τρόπο αποτελεσματικότερη στην παραγωγή των τετραπλοειδών υβριδίων σε σχέση με το *oryzalin*.

### ΥΒΡΙΔΟΠΟΙΗΣΗ

Η παραγωγή και η επιλογή των νέων υβριδίων πραγματοποιήθηκαν στη Σουηδία, τη Δανία και τη Γερμανία. Στη Σουηδία ήταν επιτυχής η παραγωγή των τριπλοειδών υβριδίων από τις διασταυρώσεις μεταξύ των διαφορετικών *M.sinensis*, αλλά η παραγωγή των σταυρών ήταν χαμηλή. Στη Γερμανία, το *M.sinensis* και το *M. sacchariflorus* χρησιμοποιήθηκαν ως διαλληλικοί γονείς. Αυτοί οι σταυροί έδειξαν ότι οι συνδυασμοί γονιδιώματος είναι κατάλληλοι για την παραγωγή βιομάζας στις διαφορετικές οικολογικές περιοχές της Ευρώπης και μπορούν να παραχθούν. Τα νέα και ελπιδοφόρα υβρίδια του μίσχανθου για την παραγωγή βιομάζας έχουν αναπτυχθεί κατά τη διάρκεια αυτού του προγράμματος για τις διαφορετικές κλιματολογικές περιοχές της Ευρώπης και αυτοί είναι τώρα διαθέσιμοι για την περαιτέρω δοκιμή πεδίων. ([biomatnet@biomatnet.org](mailto:biomatnet@biomatnet.org))

### Ενέργεια και ισοζύγιο CO<sub>2</sub> - περιβαλλοντικές πτυχές

Ο μίσχανθος βρίσκεται βιοενεργητικά στο ενδιάμεσο μεταξύ ετησίων (τεύτλα, ελαιοκράμβη) και ξυλωδών πολυετών φυτών (λεύκη, ιτιά). Αν επιτευχθούν υψηλές αποδόσεις, το ενεργειακό ισοζύγιο και το ισοζύγιο CO<sub>2</sub> μπορεί να είναι ευνοϊκά και οι εκλύσεις N στο φυσικό περιβάλλον να είναι χαμηλές σε σχέση με άλλες ετήσια συγκομιζόμενες καλλιέργειες λόγω της καλύτερης αξιοποίησης των θρεπτικών.

Το μοντέλο ενεργειακού ισοζυγίου δείχνει απόδοση 1,1 στην περίπτωση συν-καύσης (Co-firing) του μίσχανθου με κάρβουνο, λόγω των υψηλών ενεργειακών

απαιτήσεων της κονιοποίησης του φυτού. Στην καλύτερη περίπτωση (μικρής κλίμακας συμπαραγωγή θερμότητας και ηλεκτρικού ρεύματος με εξαέρωση ρευστής κλίνης) το ενεργειακό ισοζύγιο φθάνει στο 9,6.

Οι φυτείες του μίσχανθου φιλοξενούν περισσότερα μεγάλα ζώα (θηλαστικά, πτηνά) σε σχέση με άλλες ποώδεις καλλιέργειες (καλαμπόκι, καλάμια), πιθανότατα λόγω μεγαλύτερης ποικιλίας στη δομή της κόμης που δημιουργεί πολύ μεγαλύτερο αριθμό οικολογικών νησίδων.

Εκλύσεις  $N_2O$  από τα συνήθη επίπεδα αζωτούχας λίπανσης έχουν μικρές επιπτώσεις στην αύξηση της θερμοκρασίας λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Υπάρχει ανάγκη να βελτιωθεί ο Μίσχανθος για αντοχή στο φουζάριο και Ιό του κίτρινου νανισμού του κριθαριού (barley yellow dwarf).

Συνιστάται οι νέοι γενότυποι να είναι άγονοι (τριπλοειδείς) για να παρεμποδισθεί η διαφυγή τους και η εξέλιξη τους σε ενοχλητικά ζιζάνια στη φύση.

### **Οικονομικότητα**

Το κόστος παραγωγής σε πειράματα στη Δανία, εκτιμάται σε 70Ε/τόνο και είναι ανάλογο με εκείνο των άλλων ετήσιων και πολυετών ενεργειακών φυτών. Το κόστος αυτό καθιστά την καλλιέργεια οριακά οικονομική, εφόσον εξακολουθούν να δίνονται οι ενισχύσεις της Ε.Ε. για την ακαλλιέργεια. Επισημαίνεται ότι επιτρέπεται η καλλιέργεια των ενεργειακών φυτών σε εκτάσεις που είχαν ενταχθεί στο καθεστώς της ακαλλιέργειας και η συνέχιση της καταβολής της κοινοτικής ενίσχυσης για την ακαλλιέργεια.

Η τιμή αγοράς για το άχυρο του μίσχανθου είναι περίπου 80Ε/τόνο στη Δανία (αντίθετα, το κόστος των ρινισμάτων ξύλου στη Σουηδία είναι πολύ χαμηλό, 32 Ε/τόνο).

Απαιτείται επίσης διάρκεια οικονομικής ζωής 10-12 έτη για να αποσβεστεί το κόστος της αρχικής εγκατάστασης της φυτείας.

Οικονομικές μελέτες δείχνουν ότι ο Μίσχανθος είναι βιώσιμος για την παραγωγή ειδικού χαρτιού σε χημικούς μύλους παραγωγής χαρτοπολτού και ότι μπορεί να σταθεί οικονομικά αν η απόδοση σε ξηρά ουσία είναι μεγαλύτερη από 1,8t /στρ. Διαφορετικά, με μικρότερες αποδόσεις, είναι απαραίτητα τα κίνητρα.

έχουν χρώμα πράσινο, βυσσινί ή κόκκινο. Ο ποδίσκος του φύλλου είναι πολλές φορές μεγαλύτερος από το έλασμα του. Η ρίζα του είναι πασσαλώδης αλλά υπάρχουν και λίγες πρωτεύουσες πλάγιες ρίζες.

Οι καρποί είναι τρίχωρες κάψες και οι σπόροι έχουν εμφάνιση κηλιδωτών φασολιών, με το χίλον (Hilum) να προεξέχει και να μην είναι συμπιεσμένο όπως στο

φασόλι. Η απόδοση σε σπόρους ανέρχεται σε περίπου 220 - 350 χιλιόγρ./στρέμμα, το δε βάρος 1000 σπόρων κυμαίνεται από 190 - 875 γρ.

### *Καλλιεργητικές φροντίδες*

Το φυτό δίνει υψηλές αποδόσεις όταν καλλιεργείται σε ελαφρά ή μέσης σύστασης εδάφη με άρδευση, σε περιοχές με χαμηλή σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας. Χρειάζεται βλαστική περίοδο 150 περίπου ημερών από τη σπορά μέχρι την ωρίμανση των σπόρων.

Η προετοιμασία του εδάφους είναι παρόμοια με εκείνη του βαμβακιού και του αραβόσιτου. Η σπορά γίνεται την άνοιξη με σπαρτική ακριβείας λίγο μετά τον αραβόσιτο, όταν η θερμοκρασία του εδάφους υπερβεί σταθεροποιηθεί πάνω από τους 15,5° C , σε γραμμές που απέχουν 1 μ. μεταξύ τους και σε απόσταση 20-25 εκ. πάνω στις γραμμές (πυκνότητα 4000-5000 φυτών ανά στρέμμα). Το βάθος σποράς είναι 6 - 7,5 εκ. Η ποσότητα του σπόρου είναι 1,1-1,6 χιλιόγρ./στρέμμα (Brigham, R.D. 1993).

Χρειάζεται ικανοποιητικές ποσότητες λιπασμάτων για υψηλές αποδόσεις. Ο Φωσφόρος χορηγείται ως βασική λίπανση κατά την προετοιμασία του εδάφους προ της σποράς, σε ποσότητα 3,5 - 5,5 χιλιόγρ./στρέμμα. Το Άζωτο χορηγείται επιφανειακά σε 2 δόσεις, η δεύτερη στο τελευταίο σκάλισμα. Η ποσότητα του N κυμαίνεται από 9 - 13 χιλιόγρ./στρέμμα. Όταν χρειάζεται, το Κάλιο χορηγείται σε δοσολογία 1,5-2 χιλιόγρ./στρέμμα.

Υπό συνήθεις καιρικές συνθήκες η καλλιέργεια χρειάζεται άρδευση κάθε 12-15 ημέρες. Η συγκομιδή γίνεται περί το τέλος Αυγούστου με συγκομιστική μηχανή (κομπίνα σιτηρών) που προσαρμόσθηκε κατάλληλα ώστε να συλλέγει τις κάψες με το σπόρο. Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας πρέπει να είναι πολύ μικρή (κάτω του 40%) και η υγρασία του σπόρου κάτω από 6 %. Ο σπόρος διατηρείται χωρίς αλλοίωση στην αποθήκη για 2 περίπου χρόνια.

## Προοπτικές του μίσχανθου ως ενεργειακή καλλιέργεια

Στόχοι της βελτίωσης είναι η δημιουργία ποικιλιών με υψηλή παραγωγή και περιεκτικότητα σε λάδι, και η προσαρμογή του φυτού στη μηχανική συγκομιδή. Σημαντικά κριτήρια επιλογής για αυτό το σκοπό ήταν ο νανισμός, η μείωση του αριθμού των βραχιόνων, το μη άνοιγμα της κάψας και η αποφυγή απώλεια σπόρων. Η βελτίωση οδήγησε τελικά στην μετατροπή του φυτού από δένδρο ύψους έως 10 μέτρων σε μια πτόα ύψους περίπου 1,5 μέτρου, με ταυτόχρονη μείωση και των διακλαδώσεων. Η τάση είναι για ακόμη πιο νάνα φυτά κατάλληλα για πολύ μεγάλες πυκνότητες φύτευσης, καθώς και για αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες.

Έχουν δημιουργηθεί κατάλληλες νέες ποικιλίες, όπως π.χ. οι ποικιλίες Rica και Venda στη Γαλλία (Labalette, F., A. Estragnat, and A. Messean. 1996), όπου η Ρετσινολαδιά καλλιεργείται σε ξηρική γη που είχε χαρακτηριστεί ως ακαλλιέργεια και στην οποία η απόδοση είναι αρκετά χαμηλή (100-120 χιλιογρ. /στρ). Με άρδευση η απόδοση φθάνει τα 180-350 χιλιογρ./στρ. αλλά η άρδευση δεν είναι σύνηθες φαινόμενο στην γη που τίθεται σε καθεστώς ακαλλιέργειας.

Τα μέχρι σήμερα αποτελέσματα πειραματικών και δοκιμαστικών καλλιεργειών έχουν δείξει ότι στις χώρες της Ε.Ε. δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα η καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς για την παραγωγή λαδιού χωρίς επιδοτήσεις. Επί πλέον κρίνεται αναγκαία η προσπάθεια για τη μείωση του κόστους της συγκομιδής, αποθήκευσης και μεταφοράς, ώστε τελικά να υπάρξει καθαρό αγροτικό εισόδημα περίπου 40 Ε/στρέμμα που θα αποτελέσει το κατώφλι της οικονομικότητας για την καλλιέργεια της.

Κατά μείζονα λόγο η καλλιέργεια του φυτού αυτού για παραγωγή βιο-ντήζελ έχει δοκιμασθεί σε πολύ μικρότερη κλίμακα και συνεπώς αντιμετωπίζει πολύ μεγαλύτερες δυσκολίες. Χρειάζεται να δοθούν ακόμη μεγαλύτερες ενισχύσεις και κίνητρα ώστε να καταστεί δυνατή η οικονομικά συμφέρουσα καλλιέργεια της ρετσινολαδιάς και η δημιουργία της βιομηχανικής υποδομής για την παραγωγή βιο-καυσίμων.

β) Άλλες δυνητικές ενεργειακές καλλιέργειες για αξιολόγηση σε επόμενη φάση.

### Καμελίνα (*Camelina sativa*)

Είναι γνωστή και ως «Ψευτο-λινάρι» ή Γερμανικό σουσάμι. Ανήκει στα Brassicaceae. Καλλιεργείται στην Κεντρική Ευρώπη από τη λίθινη εποχή. Παράγει καλής ποιότητας λάδι για διατροφή, λυχνίες φωτισμού, καλλυντικά, διατροφή πουλερικών κλπ. Το ύψος του φυτού φθάνει έως 90 εκ.

Είναι φυτό χαμηλών εισροών. Η καλλιέργεια του ως ενεργειακού φυτού βρίσκεται ακόμη σε πειραματικό στάδιο στη χώρα μας. Στην Αυστρία έχει δοκιμασθεί δοκιμαστικά σε έκταση 500 στρ. που διέπονται από καθεστώς ακαλλιέργειας για παραγωγή βιο-ντήζελ, που παράχθηκε με επιτυχία. Τα οικονομικά όμως στοιχεία δεν είναι ικανοποιητικά.

Σπορά με 500-600 γρ/στρ σε φωλιές, πυκνότητα 200-250 φυτά/τ.μ.

Παραγωγή σπόρου 150 -200 κιλά /στρέμμα. Σε καλά εδάφη δίνει νωπή βιομάζα 250 κιλά/στρ. Η παραγωγή βιομάζας είναι ικανοποιητική, αλλά αντικοινομική.

### **Ευφόρβια (*Euphorbia lathyris*) :**

Οικογένεια Euphorbiaceae. Είναι ιθαγενές φυτό της Μεσογείου. Οι σπόροι του περιέχουν 50 % λάδι, αποτελούμενο κατά 85% από ελαϊκό οξύ.

Είναι διετής πόα με βαθιά πασσαλώδη ρίζα με ύψος έως 1 μ. Παράγει λοβούς με 3 κάψες που ανοίγουν κατά την ωρίμανση και απελευθερώνουν τους σπόρους. Γίνεται βελτιωτική εργασία στη Γερμανία για να μην ανοίγουν οι κάψες και χάνεται η παραγωγή του σπόρου. Η απόδοση ανέρχεται σε περίπου 200 κιλά σπόρου ανά στρέμμα.

Η παραγωγή βιοντήζελ είναι ενεργειακά αποτελεσματική, αλλά επί του παρόντος δεν είναι οικονομικά συμφέρουσα, εκτός αν δοθούν οικονομικά κίνητρα, όπως ενισχύσεις, φορολογικές απαλλαγές κλπ.

### **Αγκινάρα (*Cynara cardunculus*)**

Ανήκει στην οικογένεια Asteraceae (Compositae). Κατάγεται από τη Μεσόγειο. Πολυετές φυτό αναπτυσσόμενο άνετα σε ξηρικές συνθήκες. Βλαστάνει το φθινόπωρο, περνάει το χειμώνα με μορφή ροζέτας και αναπτύσσει τον ανθικό άξονα την άνοιξη. Το καλοκαίρι το υπέργειο τμήμα του φυτού ξεραίνεται, αλλά οι ρίζες του παραμένουν ζωντανές. Η καλλιέργεια κρατάει περίπου 10 χρόνια, οπότε και ανανεώνεται με φύτευση νέων ριζωμάτων.

Η παραγωγή του σπόρου ανέρχεται σε 150 -250 κιλά ανά στρέμμα. Οι σπόροι έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε έλαιο (22-25%) και πρωτεΐνη (20%).

Έχει μελετηθεί σε κοινοτικό πρόγραμμα για σταθερότητα παραγωγής βιομάζας υπό ξηροθερμικές συνθήκες με συμμετοχή των μεσογειακών κοινοτικών χωρών (Ελλάδας, Ιταλίας, Γαλλίας, Ισπανίας και Πορτογαλίας ) . Η παραγωγή της βιομάζας ανήλθε σε 1,5-3 τόνους ξηράς ουσίας ανά στρέμμα. Η παραγόμενη βιομάζα είναι κατάλληλη για βοσκή, ως σανός ή για παραγωγή ενέργειας. Έγιναν επίσης πειράματα και για την

αποτελεσματικότητα αξιοποίησης του νερού. Προτείνεται να καλλιεργηθεί σε οριακές περιοχές και περιοχές με καθεστώς ακαλλιέργειας

Η έρευνα στο φυτό αυτό περιλαμβάνει την αύξηση και σταθεροποίηση της παραγωγικότητας του, την εύρεση των καταλληλότερων γεωργικών πρακτικών, την βελτίωση της πεπτικότητας της παραγόμενης βιομάζας ώστε να γίνει καταλληλότερη για ζωοτροφή, την παραγωγή χαρτοπολτού ή ηλεκτρικής ενέργειας καθώς και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

Το κόστος παραγωγής για 2 τόνους ξηράς ουσίας ανά στρέμμα (ισοδύναμο 800 κιλών ελαίου) εκτιμάται σε περίπου 31€ ανά τόνο βιομάζας ενώ το κόστος ανά GJ (giga-joule) ανέρχεται σε 1,85 €.

### **Αμάραντος ή Βλήτο (*Amaranthus sp*)**

Είναι ετήσιο φυτό που φθάνει σε ύψος μέχρι τα 3μ. Ανήκει στην οικογένεια των Amaranthaceae. Είναι φυτό πολύ ανθεκτικό στη θερμότητα και την ξηρασία και σχετικά ανθεκτικό στην αλατότητα του εδάφους. Στις Η ΠΑ αναπτύσσεται ως νέα καλλιέργεια που παράγει σπόρο πλούσιο σε πρωτεΐνη ή για παραγωγή αλεύρου. Έχει λεπτόκοκκο άμυλο που θεωρείται κατάλληλο για παραγωγή καλλυντικών, το δε λάδι του χρησιμοποιείται κατά της χοληστερίνης.

Η ποσότητα του σπόρου για σπορά ενός στρέμματος είναι 50 γρ. Η παραγωγή του σπόρου είναι περίπου 200 κιλά το στρέμμα.

Η χρήση του για παραγωγή βιο-ενέργειας βρίσκεται σε πειραματικό στάδιο.

# Ηλιάνθος (*Helianthus annuus*)

## 1. Εισαγωγή

Ο ηλιάνθος του γένους *Helianthus* περιλαμβάνει περίπου 70 είδη, τα περισσότερα από τα οποία βρίσκονται στις ΗΠΑ. Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος ανήκει στο είδος *annuus*. Η εξέλιξη της συγκομιδής των φυτών του ηλιάνθου έχει περιγραφεί από τον Putt. Αρχαιολογικά στοιχεία έδειξαν ότι ο μονοκέφαλος τύπος ηλιάνθου εξημερώθηκε από κατοίκους της Βόρειας Αμερικής το 3000 π.Χ. Εισήχθη στην Ευρώπη από Ισπανούς αποικιοκράτες και εξελίχθηκε στη συνέχεια σε σημαντική ελαιοπαραγωγική καλλιέργεια στη Ρωσία. Από εκεί, διαδόθηκε στη Ευρώπη και ξαναγύρισε στην Αμερική στο τέλος του δέκατου ένατου αιώνα.

Ο ηλιάνθος είναι ένα από τα πιο σημαντικά φυτά στην παραγωγή λαδιού και συγκαταλέγεται στο συνεχώς αυξανόμενο κατάλογο καλλιεργούμενων ειδών, τα οποία εκμεταλλεύονται την ετέρωση μέσω των υβριδίων της F1 γενιάς.

Ο καλλιεργούμενος ηλιάνθος (*Helianthus annuus*) έχει αποτελέσει αντικείμενο πολλών μελετών που περιλαμβάνουν την αγρονομία, τα ζιζάνια, τις ασθένειες, τη μορφολογία, τη φυσιολογία, την αναπαραγωγή και την γενετική του

## 2. Βελτίωση του ηλιάνθου

Η βελτίωση του ηλιάνθου ξεκίνησε περίπου το 1900 μ.Χ στη Ρωσία, με την εφαρμογή μαζικής επιλογής, από τους Khar'kon, Krasnodar και Saraton το 1910-1912 και κατέληξε στη δημιουργία ποικιλιών με καλύτερες αποδόσεις και μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα. Ακόμη δημιουργήθηκαν ποικιλίες ανθεκτικές στην οροβάγχη (*Orobanche cumana*) και στην ηλιότιδα (*Homoeosoma nebulella*).

Η εισαγωγή και η εξάπλωση της καλλιέργειας του ηλιάνθου (*Helianthus annuus*) στην Ρωσία ως ελαιοπαραγωγικό φυτό (19<sup>ος</sup> αιώνας), ακολουθήθηκε από την ανάπτυξη της βελτίωσης άγριων τοπικών ποικιλιών. Αυτές οι ποικιλίες φαίνεται ότι βελτιώθηκαν με σκοπό τη δημιουργία φυτών χωρίς πολλά στελέχη, με μια μόνο κεφαλή και με μεγάλους σπόρους..

Τα πλεονεκτήματα του ηλιάνθου, είναι η μεγάλη αντοχή του στην ξηρασία καθώς και η ύπαρξη τύπων που διαφέρουν στην περίοδο ωρίμανσης, δηλαδή υπάρχουν πρώιμοι, όψιμοι και μέσοι τύποι ηλιάνθου. Ακόμη η επιλογή τοπικών ποικιλιών, που ήταν ανθεκτικές



στην οροβάγχη (*Orobanche cumana*) και την ηλιότιδα (*Homoeosoma nebulella*), διαδραμάτισε σημαντικό ρόλο στα αρχικά στάδια βελτίωσης του φυτού, εφόσον η μείωση της παραγωγής από τα παραπάνω καθιστούσε την καλλιέργεια επιζήμια.

Από την αρχή η προσοχή των γενετιστών στράφηκε στον έλεγχο της ηλιότιδας και της οροβάγχης. Στην περίπτωση της ηλιότιδας η μαζική επιλογή ήταν επιτυχής λόγω του ότι ανακαλύφθηκε ένα αδιαπέραστο στρώμα του περικαρπίου. Αυτό το χαρακτηριστικό, που ελέγχεται από ένα κυρίαρχο γονίδιο, χρησιμοποιήθηκε επανειλημμένα στη βελτίωση και βρίσκεται σήμερα σε όλες τις ποικιλίες καλλιεργούμενων ηλίανθων. Ο έλεγχος της οροβάγχης ήταν περισσότερο δύσκολος και αποτελεί ακόμα θέμα ανησυχίας για τους επιστήμονες, λαμβάνοντας υπόψη την συνεχή εμφάνιση καινούριων φυλών του παρασίτου. Προσοχή επίσης δόθηκε στην βελτίωση κάποιων κύριων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών, ενώ οι ποικιλίες που βελτιώθηκαν με επικονίαση αύξησαν την απόδοση και την ομοιομορφία των φυτών.

Στα αρχικά στάδια της βελτίωσης, εφαρμόστηκε η μέθοδος της μαζικής επιλογής για να αυξήσει την παραγωγή και την προσαρμοστικότητα του ηλίανθου. Στη συνέχεια, μια σημαντική μέθοδος ήταν η ατομική επιλογή από ομάδες οικογενειών. Αυτή η μέθοδος περιλάμβανε την σπορά επιλεγμένων ατομικών φυτών από κάθε οικογένεια, στον ίδιο πειραματικό αγρό και ακολουθούσε η επιλογή των καλύτερων κεφαλών. Εφόσον η επιλογή έγινε μόνο στη μητρική γραμμή, δεν υπήρχε πιθανότητα να ελεγχθεί η γονιδιακή συνεισφορά του αρσενικού γονέα

Η ανάπτυξη ποικιλιών με υψηλή περιεκτικότητα σε λάδι από τον V.S. Pustonoit αποτέλεσε το μεγαλύτερο επίτευγμα της βελτίωσης του ηλίανθου. Ενώ οι πρώτες ποικιλίες που εμφανίστηκαν μεταξύ 1912 και 1926, περιείχαν λάδι μόνο 30-33% στους ξηρούς σπόρους, μετά από τον δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, ο Pustonoit και άλλοι Ρώσοι γενετιστές πήραν επικονιαζόμενες ποικιλίες με περιεκτικότητα λαδιού 48-52%. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την ταχύτατη ανάπτυξη του ηλίανθου σαν καλλιεργούμενο φυτό όχι μόνο στη Ρωσία αλλά και σε όλο τον κόσμο

## **2.1 Ανάπτυξη Υβριδίων**

Η παραγωγή υβριδίων με υψηλή συνδυαστική ικανότητα άρχισε το 1919 στη Ρωσία, αλλά εξαιτίας της απουσίας της αρρενοστεριρότητας η παραγωγή τους δεν ήταν επιτυχής. Ορόσημα στην παραγωγή υβριδίων ήταν η ανακάλυψη της γονιδιακής αρρενοστεριρότητας (1965), της κυττοπλασματικής αρρενοστεριρότητας (1969) και των γονιδίων επαναφοράς γονιμότητας της γύρης (1970). Με την εφαρμογή των δυο τελευταίων, η βελτίωση με την

χρησιμοποίηση υβριδίων αναπτύχθηκε με επιτυχία. Μεγάλη έκταση με υβρίδια ηλίανθου καλλιεργείται σήμερα στη Ρουμανία, στις ΗΠΑ καθώς και σε άλλες χώρες.

### 2.1.1 Πειράματα που έγιναν για την ανάπτυξη υβριδίων

Παρακάτω θα αναλυθεί η συνεισφορά της ομομειξίας και της ετέρωσης στη βελτίωση αλλά και στην σταθεροποίηση της παραγωγής του ηλίανθου.

Χρησιμοποιήθηκαν στοιχεία από πειράματα δύο ετών, σε περιοχές της Ανδαλουσίας (Νότια Ισπανία) σε 35 διαφορετικά "περιβάλλοντα", με σκοπό να εξηγήσουν την αύξηση της παραγωγής του ηλίανθου που επιτεύχθηκε με την χρησιμοποίηση υβριδίων. Στα πειράματα αυτά χρησιμοποιήθηκαν τρία υβρίδια (SH-25, Toledo-2, Viki) και μια επικονιαζόμενη ποικιλία, η Peredonick. Τα υβρίδια κυκλοφόρησαν στην αγορά τα έτη: 1976, 1984 και 1989 αντίστοιχα.

Οι Vranceanu et al στη Ρουμανία κατά τα έτη 1970- 87 χρησιμοποίησαν στοιχεία από δοκιμές παραγωγής 19 υβριδίων σε 10 περιοχές για να αξιολογήσουν τον γενότυπο, που ήταν υπεύθυνος για την αύξηση της παραγωγής. Η απόδοση της επικονιαζόμενης ποικιλίας Record χρησιμοποιήθηκε σαν μάρτυρας. Τα συμπεράσματα αυτής της μελέτης συμφωνούν με εκείνα της Ισπανίας και παρουσιάζει μια ανοδική τάση της παραγωγής αλλά σε μικρό ποσοστό (1.17% του μάρτυρα/ετησίως). Όπως στην Ισπανία έτσι και στη Ρουμανία, η μεγαλύτερη πρόοδος στην παραγωγή ελαίου για την περίοδο που εξετάστηκε συνδέθηκε με τις αυξήσεις στην απόδοση του σπόρου με μικρή επίδραση της συγκέντρωσης ελαίου σε αυτόν. Αυτό συνέβη πιθανών επειδή η περιεκτικότητα ελαίου των πρώιμων ποικιλιών ήταν ήδη υψηλή, π.χ., η Record είχε σε πολλές περιπτώσεις περιεκτικότητα μεγαλύτερη του 50%. Οι Vrancsen et. παρατήρησαν ότι η συγκέντρωση ελαίου πλησίαζε το βιολογικό όριο, επομένως θα ήταν πολύ δύσκολο να επιτευχθεί σημαντική πρόοδος για αυτό το γνώρισμα.

Ο White μελέτησε την ικανότητα απόδοσης των υβριδίων που παρουσιάστηκαν στην Αυστραλία κατά την περίοδο 1975-1987. Σε αντίθεση με τις δύο παραπάνω περιπτώσεις αυτή η μελέτη έδειξε ένα σταθερό και υψηλό ποσοστό προόδου. Δηλαδή τα πιο υψηλοαποδοτικά υβρίδια που βγήκαν σε κυκλοφορία το 1986, έθεσαν εκτός παραγωγής την Sunfola 68-3 (επικονιαζόμενη ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε σαν μάρτυρας) σε ποσοστό περίπου 70%. Η διαφορά μεταξύ αυτών των αποτελεσμάτων και εκείνων της Ισπανίας και της Ρουμανίας μπορεί να εξηγηθεί, εν μέρει, λόγω της σχετικά χαμηλής απόδοσης των πρώιμων ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν στην Αυστραλία. Αυτό πιθανόν να είχε σχέση με τον υπερβολικά μικρό βιολογικό κύκλο των αρχικών ποικιλιών. Στα σύγχρονα υβρίδια που χρησιμοποιούνται στην Αυστραλία, ο χρόνος που απαιτείται από τη σπορά μέχρι την άνθηση

είναι σχεδόν 3 εβδομάδες περισσότερος από ότι στην Sunfola 68-3.

Τα αγρονομικά πλεονεκτήματα, όπως η ομοιομορφία στο ύψος και ο χρόνος ωρίμανσης που διευκολύνουν τη συγκομιδή προέρχονται από τη γενετική ομοιομορφία των υβριδίων. Αυτή η γενετική ομοιομορφία, εντούτοις, μπορεί να προκαλέσει χαμηλή παραγωγή όσον αφορά τις επικονιαζόμενες ποικιλίες. Κατά συνέπεια, η εμφανής μεγαλύτερη αστάθεια των υβριδίων, όπως αξιολογήθηκε από τους Finlay και Wilkinson, φαίνεται ότι οφείλεται στην ικανότητα των υβριδίων να αναπτύσσονται καλύτερα σε πλούσιες περιοχές, παρά στην ανικανότητά τους να αποδώσουν σε φτωχά περιβάλλοντα. Ομοίως, σε μια μελέτη που έγινε με 18 γενοτύπους σε 14 περιβάλλοντα, από τους Fick και Zimmer, εξάχθηκε το συμπέρασμα ότι η σταθερότητα στην παραγωγή μπορεί να επιτευχθεί με την χρησιμοποίηση γενετικά όμοιων απλών υβριδίων καθώς και με ετερογενής ποικιλίες ή πληθυσμούς

## 2.2 Επικονιαζόμενες ποικιλίες και υβρίδια

Η μέθοδος των καθαρών σειρών όπως εξελίχθηκε και εξηγήθηκε επιτυχώς από τον Pustavoit, για την παραγωγή επικονιαζόμενων ποικιλιών με μεγάλη περιεκτικότητα σπόρου σε λάδι, αποτέλεσε ένα πρότυπο κυκλικής επιλογής με διάρκεια δυο ή τριών χρόνων. Σύμφωνα με αυτό το πρότυπο οι συχνότητες των γονιδίων μέσα στον πληθυσμό αυξήθηκαν βαθμιαία, ενώ η γενετική ποικιλομορφία που ήταν απαραίτητη για την συγκεκριμένη επιλογή παρέμεινε ίδια. Μια τέτοια μέθοδος είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν τα γονίδια που καθορίζουν τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά συγκεντρώνονται σε μεμονωμένο αριθμό.

Ένα από τα πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου στην περίπτωση του ηλίανθου είναι η μείωση του ποσοστού του φλοιού του σπόρου και η ταυτόχρονη αύξηση της περιεκτικότητας του, σε λάδι. Η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί ακόμη στο ότι επιτρέπει την βελτίωση της συνδυαστικής ικανότητας των πληθυσμών.

Με την βοήθεια γενεαλογικών δοκιμών, μπορεί να βρεθούν οι καλύτεροι συνδυασμοί υβριδίων που μπορεί να παραχθούν από την διασταύρωση διαφορετικών γενοτύπων, με έναν γενικό δοκιμαστή (Ο δοκιμαστής είναι ο αρχικός πληθυσμός από όπου χρησιμοποιήθηκαν τα καλύτερα φυτά). Στη συνέχεια γίνεται επιλογή γενοτύπων με μεγάλη συνδυαστική ικανότητα και αυξάνεται η συχνότητά τους, ώστε πολλαπλασιάζοντας αυτό το γενετικό υλικό να εμφανιστούν νέοι συνδυασμοί με μεγαλύτερο βαθμό ετέρωσης. Σε πολλές περιπτώσεις οι αυξήσεις που παρατηρούνται στην παραγωγή γενεαλογικών αγρών, μειώνονται όταν οι οικογένειες πολλαπλασιάζονται με ελεγχόμενη επικονίαση. Ο πληθυσμός όμως που τελικά παράγεται έχει αυξημένη παραγωγή και υψηλά ποσοστά σε περιεκτικότητα λαδιού.

Οι βελτιωτικές μέθοδοι ασχολήθηκαν με την βελτίωση ποικιλιών που μπορούν να επικονιαστούν. Οι ποικιλίες αυτές όμως έχουν κάποια σοβαρά μειονεκτήματα όπως ο ελλιπής έλεγχος του αρσενικού γονέα και ο συνεχής μειωτικός διαχωρισμός των γονιδίων λόγω της ετεροζυγωτίας των ατόμων που αποτελούν τον πληθυσμό. Για αυτόν το λόγο οι συνηθισμένες μέθοδοι δεν είναι αποτελεσματικές στην επιλογή ανθεκτικών φυτών σε ασθένειες, κάτι που είναι κύριο ζητούμενο στην βελτίωση του ηλίανθου. Υπάρχουν κάποιες ποικιλίες από την Αργεντινή όπως οι Impira, Guayacan, Cordobes και Manfredi που παράχθηκαν με μαζική επιλογή από διασταυρώσεις πληθυσμών, οι οποίοι προήλθαν από διασταύρωση τοπικών ποικιλιών με συγκεκριμένα άγρια είδη, που είναι μερικώς ανθεκτικές στη σκωρίαση. Αυτές οι ποικιλίες παρουσίασαν περίπου 30-40% ευπαθή φυτά ή φυτά με καθόλου ανθεκτικότητα, ενώ στην αρχή ήταν πολύ ανθεκτικές

Παρά την επιτυχία επιλογής των ποικιλιών με μεγάλη περιεκτικότητα σε λάδι, οι σημερινές επικονιαζόμενες ποικιλίες δεν υπερέχουν από τις παλιές όσον αφορά την σποροπαραγωγή. Σε μελέτες του Mogoazon (1971) αποδείχτηκε ότι δεν υπάρχει καμία αύξηση στην παραγωγή σπόρου σε όλες τις καινούριες ποικιλίες τα τελευταία 30 χρόνια. Η ουσιαστική αύξηση που παρατηρείται στην παραγωγή λαδιού αποδίδεται στο υψηλό ποσοστό λαδιού που υπάρχει στο ενδοσπέρμιο και στην υψηλή αναλογία ενδοσπερμίων που βρίσκονται στους συγκομιζόμενους σπόρους. Οι σπόροι του ηλίανθου φαίνονται στην (Εικ.2).

### 2.3 Συσχέτιση εννοιών

⇒ Η απόδοση του καρπού (Y) του ηλίανθου, εξαρτάται από την βιομάζα των βλαστών (B) του και από τον δείκτη συγκομιδής (HI). Δηλαδή:

$$Y=B \times HI$$

⇒ Η παραγωγή βιομάζας (Y) εξαρτάται από την παρεμπόδιση της ακτινοβολίας κατά την διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού (IR) και από την ικανότητα χρησιμοποίησης της ακτινοβολίας (RUE). Δηλαδή:

$$Y=RUE \times IR \times HI$$

⇒ Η απόδοση του λαδιού ( $Y_{oil}$ ) είναι ένα μέγεθος που συνδυάζει την απόδοση και την συγκέντρωση λαδιού στον καρπό (GOC). Δηλαδή:

$$Y_{oil} = RUE \times IR \times HI \times GOC$$

### 3. Πειράματα για την συγκράτηση του άνθρακα

Πειράματα που έγιναν από τους Turner και Ruwson έδειξαν ότι η παραγωγή βιομάζας ποικιλιών που αναπτύχθηκαν στην Αυστραλία, προς το τέλος της δεκαετίας του '70 και αρχές της δεκαετίας του '80, ήταν μικρότερη από εκείνη των ποικιλιών που αναπτύχθηκαν στην Αμερική, όπως η Seneca και η Havasurpai. Για παράδειγμα δύο ποικιλίες με παρόμοιας διάρκειας βιολογικό κύκλο, η Suncross 150 (υβρίδιο που παρουσιάστηκε το 1983) και η Seneca, παρήγαγαν 207 και 399 g. ανά φυτό αντίστοιχα. Αυτή η διπλάσια διαφορά μειώθηκε υπολογίζοντας τις επιπτώσεις στον σπόρο από την σύνθεση λαδιού, αλλά η Seneca εξακολούθησε να παράγει 70% περισσότερη βιομάζα από την Suncross 150.

Αυτά τα στοιχεία εντούτοις, πρέπει να εξεταστούν προσεκτικά επειδή το μικρό μέγεθος των πειραματικών τεμαχίων καθώς και άλλοι παράγοντες, είχαν σαν αποτέλεσμα την απότομη αύξηση της βιομάζας και της απόδοσης. Για παράδειγμα η ποικιλία **Manchurian** παρήγαγε 653 g. βιομάζας και 187 g. σπόρου ανά φυτό, κάτι που είναι ισοδύναμο με 33 και 9 t/ha, αντίστοιχα. Μια προσεκτική ερμηνεία αυτών των στοιχείων οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η αύξηση της βιομάζας δεν συνδέθηκε με τη διαδικασία βελτίωσης των ποικιλιών. Ομοίως, η μελέτη των Fereres et al, που περιελάμβανε υβρίδια, καθαρές σειρές και επικονιαζόμενες ποικιλίες, με διαφορετική προέλευση και διαφορετικό χρόνο παραγωγής (συνολικά 59 γενότυποι), δεν παρουσίασε κανένα στοιχείο για τη διακύμανση της βιομάζας μεταξύ των γενοτύπων με παρόμοιο μήκος βλαστού. Παρόλα αυτά είναι πιθανό να παρατηρηθούν αλλαγές στην ικανότητα των φυτών να διατηρούν τον άνθρακα κρυμμένο, στον διαφορικό διαχωρισμό ρίζας και βλαστού. Η περαιτέρω ανάλυση των στοιχείων παραμονής του άνθρακα, δηλαδή του IR και του RUE, θα παρείχε στοιχεία για την δυνατότητα παραγωγής βιομάζας του ηλίανθου.

### 4. Παρεμπόδιση της ακτινοβολίας

Η παρεμπόδιση της ακτινοβολίας εξαρτάται από την φυλλική επιφάνεια και από τη δομή του περιβλήματος του σπόρου. Η σύγκριση μεταξύ του *Helianthus petiolaris*, ενός άγριου είδους ηλίανθου με πολλά στελέχη και του Hysun 31 (ένα πρώιμο υβρίδιο από την Αυστραλία) παρουσίασε μια σαφή διαφορά στην φυλλική επιφάνεια των φυτών. Συγκεκριμένα ήταν 0,16 έναντι 1,2 m<sup>2</sup>/ φυτό αντίστοιχα, στην περίοδο της ωρίμανσης. Συγκρίσεις μεταξύ του Hysun 31 και μονοστέλεχων αμερικανο-ινδιάνικων ποικιλιών δεν παρουσίασαν καμία σημαντική διαφορά στην φυλλική επιφάνεια των φυτών. Πιθανόν λοιπόν, η μικρή αύξηση στην φυλλική επιφάνεια του ηλίανθου να επιτεύχθηκε στα πρώτα

στάδια της εξημέρωσης του φυτού.

Δεν υπάρχει κανένα στοιχείο που να συνδέει τις αλλαγές στη δομή του περιβλήματος του σπόρου με την βελτίωση των ποικιλιών. Οι Donald και Hamblin επισήμαναν ότι η σχεδόν οριζόντια θέση των φύλλων του ηλίανθου (Εικ.3) αποτελεί ένα σημαντικό μειονέκτημα για την συγκομιδή του. Πρότειναν ότι μια ανύψωση στην διάταξη των φύλλων θα ήταν επιθυμητή για να διευκολύνει την διείσδυση της ακτινοβολίας στο περίβλημα και να συμβάλει στην ανάπτυξη του φυτού.



Εικ.40. Θέση φύλλων του ηλίανθου

Υπάρχει η άποψη ότι οι ημι-νάνες και οι σταθερού ύψους ποικιλίες, διαφέρουν στην κάθετη κατανομή της φυλλικής επιφάνειας. Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια ανά μονάδα μήκους βλαστού, στις ημι-νάνες ποικιλίες είχε σαν αποτέλεσμα την δημιουργία ενός πεπλεγμένου περιβλήματος με μικρότερη παρεμπόδιση της εισχώρησης της ακτινοβολίας. Επίσης στην περίπτωση αυτή, αναμένεται μεγαλύτερη ανθεκτικότητα των περιβλημάτων στο νερό και στο CO<sub>2</sub> κάτι που πρέπει να μελετηθεί.

Σε περιβάλλοντα με ευνοϊκή θερμοκρασία για ανάπτυξη, χωρίς περιορισμό νερού και θρεπτικών στοιχείων η διάρκεια του βιολογικού κύκλου των φυτών είναι πιθανών ένας καθοριστικός παράγοντας για την παρεμπόδιση της ακτινοβολίας και επομένως για την ανάπτυξη της καλλιέργειας. Η επίδραση της διάρκειας του βιολογικού κύκλου κατά την διάρκεια της παραγωγής αξιολογήθηκε σε πείραμα προσομοίωσης με μεγάλη ποσότητα νερού και αζώτου, χρησιμοποιώντας ελαιοπαραγωγικούς ηλίανθους (Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν κάποια μετεωρολογικά και εδαφολογικά στοιχεία από την Κόρδοβα της Ισπανίας). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι η παραγωγή της καλλιέργειας ήταν άμεσα συνδεδεμένη με την παραγωγή βιομάζας. Τέλος η αύξηση του βιολογικού κύκλου της καλλιέργειας σε 3 εβδομάδες είχε σαν αποτέλεσμα μια τετραπλάσια αύξηση της παραγωγής. Η αιτία αυτού του αποτελέσματος ήταν η μεγαλύτερη παρεμπόδιση της ακτινοβολίας. Αυτό μπορεί να εξηγήσει, τουλάχιστον μερικώς, τα μεγάλα κέρδη παραγωγής που

επιτεύχθηκαν από την επιλογή γενοτύπων με μεγάλο βιολογικό κύκλο στην Αυστραλία όπως αναφέρθηκε παραπάνω.

## 5. Φωτοσυνθετική ικανότητα της καλλιέργειας

Η επίδραση της ακτινοβολίας, είναι ένα χρήσιμο στοιχείο για την ικανότητα των φυτών να καθορίζουν το ποσοστό του άνθρακα, ανά μονάδα παρεμποδιζόμενης ακτινοβολίας. Αυτό υπολογίζεται συνήθως με την βιομάζα των πλαιγιαστών βλαστών σε σχέση με την ακτινοβολία που εμποδίζεται. Η ικανότητα σταθεροποίησης του άνθρακα του ηλίανθου αλλάζει με την ανάπτυξη του φυτού κάτι που πρέπει να εξετάζεται όταν γίνονται συγκρίσεις μεταξύ ποικιλιών. Ο ηλίανθος έχει την ικανότητα να φωτοσυνθέτει σε συνθήκες μεγάλης ξηρασίας.

Σε μια σύγκριση δύο υβριδίων που έκαναν ο Trapani και οι συνεργάτες του διαπιστώθηκε ότι το Contiflor 3 είχε μεγαλύτερη ικανότητα σταθεροποίησης του άνθρακα από το Contiflor 8. Στην περίοδο πριν από την άνθηση η διαφορά τους ήταν περίπου 10%, και αυξήθηκε σε 40% στην μετά την άνθηση περίοδο. Ο Sadras και οι συνεργάτες του, που μελέτησαν δυο διαφορετικά υβρίδια ( Cannon και Beauty) δεν βρήκαν καμία διαφορά στην ικανότητα σταθεροποίησης του άνθρακα μεταξύ τους κατά την περίοδο της προάνθησης, ενώ παρατήρησαν 54% διαφορά σε σχέση με την προηγούμενη μελέτη. Σε ένα άλλο πείραμα από τον Orgaz και τους συνεργάτες του, που σύγκριναν τέσσερα υβρίδια, δεν βρέθηκε καμία διαφορά στη RUE κατά την περίοδο της προάνθησης. Αυτά τα στοιχεία είναι ανεπαρκή για να αξιολογηθούν οι επιπτώσεις της αναπαραγωγής στην RUE. Εντούτοις αποδεικνύουν ότι υπάρχει κάποια ενδογενής παραλλακτικότητα στην RUE των ηλίανθων κάτι το οποίο πιθανότατα να συμβαίνει κατά την περίοδο δημιουργίας του σπόρου.

## 6. Η σημασία του ασυμβίβαστου στον ηλίανθο

Η ωρίμανση των καρπών και συνεπώς ο δείκτης συγκομιδής (HI), εξαρτώνται τόσο από γενοτυπικούς όσο και από περιβαλλοντικούς παράγοντες, που επηρεάζουν την φυσιολογία των φυτών καθώς και την ικανότητα γονιμοποίησης τους. Το αυτοασυμβίβαστο είναι η κύρια μέθοδος που προωθεί την σταυρογονιμοποίηση κατά την άνθηση των φυτών. Η ωρίμανση των καρπών μπορεί να μειωθεί σε ποικιλίες με υψηλό βαθμό αυτοασυμβίβαστου λόγω της ανεπάρκειας των φυτών να παράγουν γύρη.

Η γενετική αυτού του κληρονομήσιμου χαρακτηριστικού, στον ηλίανθο έχει ερευνηθεί εκτενέστατα. Το ασυμβίβαστο υπάρχει στην φύση με την μορφή σποροφυτικού ασυμβίβαστου και διακρίνεται σε ετερομορφικό ή ομομορφικό με βάση την μορφολογία του άνθους. Πριν από την κυτοπλασματική αρρενοστεριότητα, είχε

προταθεί η χρησιμοποίηση του αυτοασυμβίβαστου σαν μέθοδος βελτίωσης για την παραγωγή εύρωστων υβριδίων. Στην συνέχεια πολύ σημαντική ήταν η χρησιμοποίηση εντόμων για επικονίαση. Η αύξηση της παραγωγής υβριδίων στην Ρουμανία συνδέθηκε εν μέρει με την αύξηση της αυτογονιμοποίησης. Η ανάπτυξη της αυτογονιμοποίησης είναι απαραίτητη ώστε να υπάρχει μεγαλύτερη και σταθερότερη παραγωγή της καλλιέργειας. Αυτό ακριβώς είναι και το αντικείμενο των σύγχρονων προγραμμάτων βελτίωσης.

## 7. Ποιότητα Λαδιού

Ο ηλίανθος καλλιεργείται κυρίως σαν ελαιούχο φυτό. Οι καρποί του αποτελούν μια σημαντική πηγή πρωτεϊνών για κατανάλωση από τον άνθρωπο καθώς και από τα κτηνοτροφικά ζώα. Συγκεκριμένα ο καρπός εκτός από το λάδι περιέχει και 40% πρωτεΐνες. Η σχέση μεταξύ ελαίου και πρωτεϊνών έχει μελετηθεί από τους Connor και Sandras.

Τα λιπίδια που υπάρχουν στον καρπό των ώριμων κυρίως ηλίανθων είναι κυρίως τριγλυκερίδια σε ποσοστό 97%, επίσης σε μικρή περιεκτικότητα περιέχονται φωσφολιπίδια (2%) και γλυκολιπίδια (<1%). Η σύνθεση των λιπαρών οξέων επηρεάζει την ποιότητα του λαδιού καθώς και κάποιες φυσιολογικές ιδιότητες του σπόρου. Εξαιρώντας το φοινικέλαιο και το λάδι καρύδας, που είναι πολύ πλούσια σε κορεσμένα λιπαρά οξέα (>50%), τα έλαια από λαχανικά περιέχουν λιγότερα κορεσμένα λιπαρά οξέα (5-15% των ολικών λιπαρών οξέων) και η παραλλακτικότητα στην ποιότητα εξαρτάται κυρίως από την αναλογία των ακόρεστων συστατικών. Το ηλιέλαιο συνήθως περιέχει 10% κορεσμένα λιπαρά οξέα (16:0 παλμιτικό οξύ και 18:0 στεατικό οξύ) και 90% ακόρεστα λιπαρά οξέα (18:1 ελαϊκό οξύ και 18:2 λινολεϊκό οξύ). Η ποιότητα του λαδιού του ηλίανθου, επομένως, καθορίζεται κυρίως από τα συστατικά του ελαϊκού και του λινολεϊκού οξέος.

Μια αρνητική συσχέτιση ανάμεσα στις συγκεντρώσεις των δύο λιπαρών οξέων έχει βρεθεί σε πολλές μελέτες. Αυτή η συσχέτιση προκύπτει εξαιτίας του ότι το ελαϊκό οξύ είναι το κυριότερο από τα περισσότερα ακόρεστα λιπαρά οξέα. Η χαμηλή θερμοκρασία κατά την διάρκεια της δημιουργίας του λαδιού εντείνει την σύνθεση του ελαϊκού οξέος καθώς και την διαδικασία μετατροπής του σε ακόρεστο οξύ. Με την βοήθεια ενός ενζύμου γίνεται η παρακάτω μετατροπή:

**ελαϊκό οξύ → λινολεϊκό οξύ → λινολεϊνικό οξύ**

Αυτή η ενζυματική αντίδραση οδηγεί στις γνωστές επιρροές της θερμοκρασίας κατά την διάρκεια του γεμίσματος του σπόρου με την αναλογία ελαϊκού και λινολεϊκού οξέος, μειώνοντας δηλαδή την αναλογία τους σε χαμηλές θερμοκρασίες. Η σύνθεση των λιπαρών



οξέων έχει αποδειχθεί ότι ελέγχεται γενετικά, τόσο σε καλλιεργούμενα όσο και σε άγρια είδη ηλίανθου. Η ουσιαστική γενοτυπική παραλλακτικότητα στον ηλίανθο και σε συγγενή του είδη έχει επιτρέψει την αναγνώριση και την επιλογή γενοτύπων με υψηλή αναλογία ελαϊκού και λινολεϊκού οξέος.

Η ποιότητα του λαδιού του ηλίανθου καθορίζεται από την βελτίωση και από την επιλογή, ακολουθώντας τις βιομηχανικές απαιτήσεις. Η παραγωγή εδώδιμων πολυακόρεστων ελαίων και παραγώγων αυτών, όπως η μαργαρίνη οδήγησε στην εξέλιξη του ηλίανθου σε φυτό, με υψηλή αναλογία σε λινολεϊκό οξύ.

Η ανάπτυξη υβριδίων με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ, αποτελεί αντικείμενο σε πολλά προγράμματα βελτίωσης με σκοπό να αυξηθεί η παραγωγή ηλιέλαιου. Το ηλιέλαιο υπερέχει από τα υπόλοιπα έλαια από διαιτητικής άποψης, λόγω του ότι είναι πλούσιο σε πολυακόρεστα και επομένως προωθείται από τις βιομηχανίες παραγωγής ελαίων.

## 8. Καταπονήσεις (stress) από το περιβάλλον

Η έλλειψη νερού και οι ασθένειες που προσβάλλουν τον ηλίανθο αποτελούν περιοριστικούς παράγοντες για την αύξηση της παραγωγής του φυτού σε πολλές περιοχές που καλλιεργείται. Εξαιτίας της σπουδαιότητάς τους και επειδή αυτοί οι παράγοντες επιδρούν συνήθως σε περισσότερα από ένα χαρακτηριστικά του ηλίανθου εξετάζονται παρακάτω.

### 9.1 Έλλειψη νερού

Η απόδοση της καλλιέργειας σε συνθήκες καταπόνησης λόγω έλλειψης νερού, δίνεται από τον τύπο:

$$Y = T \times TE \times HI \text{ όπου:}$$

T = διαπνοή

TE = δραστηριότητα διαπνοής για την παραγωγή βιομάζας ανά μονάδα νερού που διαπνέετε.

### 9.1.1 Έλεγχος της διαπνοής

Οι μηχανισμοί που ελέγχουν την ανταλλαγή αερίων (διαπνοή και φωτοσύνθεση) στις ξηρικές καλλιέργειες ηλιάνθου διαφοροποιούνται καθώς του φυτού αναπτύσσεται. Πριν από την άνθηση, η ανταλλαγή αερίων ρυθμίζεται από τη μειωμένη ακτινοβολία, η οποία είναι αποτέλεσμα του μειωμένου ποσοστού διόγκωσης των φύλλων. Η ταχύτερη γήρανση των φύλλων, ο μαρασμός των φύλλων και η μείωση της δράσης του περιβλήματος αλληλεπιδρούν στην ρύθμιση της διαπνοής μετά από την άνθηση.

Πριν από την άνθηση μπορούν να προκύψουν, σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά των φυτών, λόγω της έλλειψη νερού, που οφείλονται στις διαφορετικές απαιτήσεις των φύλλων μετά από τη διόγκωσή τους. Ο Takami και οι συνεργάτες του σύγκριναν τη συμπεριφορά των φύλλων κατά την διόγκωση σε συνθήκες μειωμένης ποσότητας νερού, σε τέσσερις ποικιλίες ηλιάνθου. Οι ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν: η Hysun 31 (ένα υβρίδιο από την Αυστραλία που παράχθηκε το 1978), οι Hovi και Havasupai (ποικιλίες που δημιουργήθηκαν στην Αριζόνα), και η Seneca (ποικιλία που δημιουργήθηκε στη βορειοανατολική Βόρεια Αμερική).

Παρά την ποικιλομορφία στην προέλευση, η αντίδραση της διόγκωσης των φύλλων στην πίεση των κυττάρων ήταν παρόμοια και για τις τέσσερις ποικιλίες. Μια σημαντική διαφορά ήταν ότι η Seneca παρουσίασε καλύτερη ικανότητα ανάκτησης του ποσοστού της διόγκωσης των φύλλων μετά το τέλος της καταπόνησης.

Υπάρχουν κάποιες πληροφορίες για την διακύμανση των παραγόντων που ρυθμίζουν την διαπνοή των φυτών μετά από την άνθηση. Για παράδειγμα τέτοιοι παράγοντες είναι η γήρανση των φύλλων, ο μαρασμός, και η αγωγιμότητα του περιβλήματος. Ο Orgaz και οι συνεργάτες του βρήκαν μια σημαντική παραλλακτικότητα στη θερμοκρασία του περιβλήματος κατά την διάρκεια της περιόδου γεμίσματος του σπόρου, η οποία πρέπει να αποτελεί δείκτη των αλλαγών στην αγωγιμότητα των περιβλημάτων.

### 9.1.2. Εχθροί και Ασθένειες

Η περιγραφή των ασθενειών του ηλιάνθου που περιλαμβάνει τον βιολογικό κύκλο των παθογόνων, τα συμπτώματα που εμφανίζονται στο φυτό, την γενετική των παθογόνων, την επιδημιολογία και τον έλεγχό τους έχει μελετηθεί από τον Zimmer, τον Hoes και τον Kolte. Περισσότεροι από 50 μολυσματικοί μικροοργανισμοί, συνήθως μύκητες, έχουν προσδιοριστεί που μπορούν να μειώσουν την ανάπτυξη και την παραγωγή του ηλιάνθου. Η ένταση των ασθενειών του ηλιάνθου ποικίλλει γεωγραφικά αλλά και εποχιακά. Ο Sakston παρουσίασε ένα χάρτη με τις κυριότερες ασθένειες του ηλιάνθου στη νότια Ευρώπη. Οι σημαντικότερες ασθένειες παγκοσμίως είναι η άσπρη σήψη (*Sclerotinia sclerotiorum*), ο περονόσπορος (*Plasmopara helianthii*), οι αδρομυκώσεις όπως η βερπιλλίωση (*Verticillium dahliae*), η σήψη του στελέχους και των ριζών (*Sclerotium bataticola*) και η σκωρίαση (*Puccinia helianthii*).

Ο ηλιάνθος προσβάλλεται ακόμη και από βακτήρια, ιούς, μυκοπλάσματα (MLO) και φανερόγαμα παράσιτα. Ένα από τα τελευταία είναι η οροβάγχη (*Orobancha cumana*) που αποτελεί έναν πολύ σημαντικό και δυσκολοεξόντωτο εχθρό του ηλιάνθου σε πολλές περιοχές που καλλιεργείται.

Ακόμη σημαντικές ζημιές προκαλούνται από έντομα. Τα έντομα που προσβάλουν τον ηλίανθο είναι κυρίως λεπιδόπτερα όπως η ηλιόπδα (*Homoeosoma nebullella*), έντομα εδάφους, αφίδες, θρίπες, και κάποια κολεόπτερα.

Γενικά οι ασθένειες που προσβάλουν τα φύλλα του ηλίανθου μειώνουν την παραγωγή της καλλιέργειας με την σταθεροποίηση του άνθρακα. Οι ασθένειες που προσβάλουν την κεφαλή όπως π.χ η (*Sclerotinia sclerotiorum*), επηρεάζουν περισσότερο την κατανομή του άνθρακα στον σπόρο. Αυτή η απλοποίηση, εντούτοις, δεν μπορεί να συμπεριλάβει τις σύνθετες φυσιολογικές αλλαγές των προσβεβλημένων φυτών. Η σκωρίαση παραδείγματος χάρη, μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα του σπόρου προκαλώντας μείωση στην περιεκτικότητα του λαδιού και αύξηση στην αναλογία φλούδας στο ενδοσπέρμιο.

Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε συγκεκριμένες ασθένειες έχει παίξει σημαντικό ρόλο στην βελτίωση ποικιλιών του ηλίανθου. Η πρόοδος στην παραγωγή που σημειώθηκε στη Ρουμανία στην διάρκεια 1970 - 1987, συνδέθηκε με την αύξηση της ανθεκτικότητας στις ασθένειες: *Sclerotinia sclerotiorum*, *Plasmopara helianthii*, *Puccinia helianthii* και στο παράσιτο *Orobanche cumana*. Τα ευαίσθητα υβρίδια στην σκωρίαση παρήγαγαν 11-33% λιγότερο από ότι οι ανθεκτικές ισογονικές ποικιλίες. Η απότομη εξασθένηση του ηλίανθου, λόγω της μείωσης της παραγωγής του, σε εκτάσεις που καλλιεργούνταν οφείλονταν σε συγκεκριμένες ασθένειες. Για παράδειγμα η καλλιεργούμενη έκταση με ηλίανθους στην Manitoba μειώθηκε από 60.000 στρέμματα το 1952, σε 6.000 το 1959 λόγω μεγάλης προσβολής του φυτού από τον παθογόνο μύκητα της σκωρίασης Αυτό δείχνει την μεγάλη σημασία της δημιουργίας ανθεκτικών ποικιλιών σε ασθένειες.

Μερικές αλληλεπιδράσεις στις ζημιές που προκαλούν κάποια έντομα με κάποια παθογόνα μπορούν να έχουν πρακτικό ενδιαφέρον. Η διάρρηξη της εφυμενίδας π.χ που προκαλείται από την προσβολή του ηλίανθου από το έντομο *Homoeosoma nebullella*, καθιστά το φυτό ευαίσθητο σε προσβολή από τον μύκητα *Rhizopus*, λόγω των πληγών που δημιουργήθηκαν από τα μυζητικά μόρια του εντόμου. Η ανθεκτικότητα επομένως, σε αυτές τις προνύμφες θα συνέβαλλε και στην αντοχή του ηλίανθου στον μύκητα *Rhizopus*.

Ο Sneep και οι συνεργάτες του, μελέτησαν την απόδοση των διάφορων μεθόδων διασταύρωσης για την δημιουργία ανθεκτικών ποικιλιών ηλίανθου σε διάφορα παθογόνα. Επισήμαναν κάποια μειονεκτήματα στις μεθόδους βελτίωσης επικονιαζόμενων ποικιλιών, όπως ο ανεπαρκής έλεγχος του άρρενα γονέα και συνέχισαν τον διαχωρισμό μέσω της ετεροζυγωτίας των ατόμικων φυτών ενός πληθυσμού. Για αυτούς τους λόγους, καλλιεργούμενες ποικιλίες που παράχθηκαν στην Αργεντινή με μαζική επιλογή (π.χ., *Impira*, *Guayacan*, *Cordobes*) είναι είτε καθόλου είτε μερικώς ανθεκτικές στη σκωρίαση, ενώ αρχικά ήταν πολύ ανθεκτικές..

Αντίθετα η μέθοδος των F<sub>1</sub> υβριδίων, επιτρέπει στην ομοζυγωτία να αυξηθεί και στα γονίδια

ανθεκτικότητας να μπορούν να ελεγχθούν εύκολα και να μεταφερθούν σε άλλους γενότυπους υβριδίων καθώς και σε καθαρές σειρές . Όταν εμφανίζονται νέες φυλές παθογόνων, η ανθεκτικότητα ενός υβριδίου μπορεί να ανασυσταθεί με την ενσωμάτωση γονιδίων και έτσι να αποκτήσει μεγαλύτερη ανθεκτικότητα από το αρχικό.

## 10. Στρατηγικές για επί πλέον βελτίωση.

### 10.1 Σχέση περιβάλλοντος και βελτίωσης

Η απόδοση της καλλιέργειας του ηλίανθου περιορίζεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες καταπόνησης και κυρίως από την έλλειψη νερού, σε πολλές παραγωγικές περιοχές. Σε τέτοια περιβάλλοντα η βελτίωση του φυτού δεν αναμένετε να είναι αποτελεσματική λόγω του ότι οι επιδράσεις του περιβάλλοντος είναι περισσότερο σημαντικές από ότι οι γενετικές. Επομένως ο συντελεστής κληρονομικότητας και η αντίδραση στην επιλογή αναμένεται σε τέτοιες συνθήκες να είναι μικρότερη από ότι σε πιο ευνοϊκά περιβάλλοντα. Με αυτή την άποψη συμφωνούν πολλά αποτελέσματα πειραμάτων όπως : στην Ανδαλουσία όπου ο ηλίανθος επηρεάστηκε αρνητικά από την έλλειψη νερού και μια μελέτη του Bolton που έδειξε ότι η απόδοση της καλλιέργειας μειώθηκε πολύ από τις ελάχιστες βροχοπτώσεις, κ. α .

Το διφορούμενο θέμα της επίδρασης των καταπονήσεων του περιβάλλοντος στην καλλιέργεια του ηλίανθου, έχει πρόσφατα μελετηθεί από τον Ceccarelli . Από την μία πλευρά υπάρχει η άποψη ότι η επιλογή πρέπει να γίνεται σε κανονικές συνθήκες με την υπόθεση ότι οι ποικιλίες που αποδίδουν καλύτερα σε αυτές τις συνθήκες θα αποδώσουν και σε συνθήκες stress. Μία διαφωνία που υπάρχει για την άμεση επιλογή κάτω από συνθήκες stress είναι ο χαμηλός συντελεστής κληρονομικότητας που αναμένετε σε αυτές τις συνθήκες , σε σύγκριση με την υψηλή παραλλακτικότητα του περιβάλλοντος που καθορίζει την φαινοτυπική παραλλακτικότητα . Από την άλλη πλευρά υπάρχει η άποψη της βελτίωσης σε συγκεκριμένα αγροοικολογικά περιβάλλοντα . Γίαυτή την άποψη ο Ceccarelli απέδειξε ότι ο συντελεστής κληρονομικότητας είναι περισσότερο παράγοντας της γενετικής παραλλακτικότητας παρά παράγοντας του περιβάλλοντος. Μέρος των αντιφάσεων μεταξύ αυτών των δύο απόψεων μπορεί να έχει σχέση με συγκεκριμένες αντιδράσεις των φυτών όπως π.χ το σχετικό μέγεθος της γενετικής παραλλακτικότητας ποικίλει μεταξύ ειδών του φυτού σε διαφορετικά περιβάλλοντα .

Έγιναν πειράματα προσομοίωσης όπου συγκρίθηκαν τα αποτελέσματα από επιλογή γενοτύπων ηλίανθου σε συνθήκες υψηλού stress (1,5m βάθος εδάφους ) και σε συνθήκες χαμηλού stress (3m βάθος εδάφους). Σε αυτά τα πειράματα αναλύθηκαν οι επιπτώσεις στην απόδοση από ένα κληρονομήσιμο χαρακτηριστικό και από την διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης. Ένα δεύτερο αντικείμενο αυτής της μελέτης

ήταν η διευκρίνηση του τρόπου με τον οποίο τα φυτά, μπορούν να βοηθήσουν στον προσδιορισμό των κληρονομίσιμων χαρακτηριστικών κάτι που μπορεί να επηρεάσει την απόδοση της καλλιέργειας . Τα πειράματα αυτά χρησιμοποίησαν 20 ετών κλιματολογικά στοιχεία για την υγρασία και το βάθος του εδάφους από την Κόρδοβα . Τα φυτά που σπέρνονται την άνοιξη (ημερομηνία σποράς 13 Μαρτίου) βασίζονται κυρίως στην αποθηκευμένη εδαφική υγρασία που υπάρχει στις μεσογειακές χώρες . Η μέγιστη εδαφική υγρασία κατά την σπορά ήταν για τα επιφανειακά εδάφη 240mm και για τα βαθιά εδάφη 480mm.

Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι οι ποικιλίες με μικρότερο βιολογικό κύκλο υπερίσχυαν από εκείνες με μεγαλύτερο. Η απόδοση είχε θετική συσχέτιση με την διάρκεια της περιόδου ωρίμανσης, στα βαθύτερα εδάφη, σε μεγαλύτερο βαθμό από ότι με την διάρκεια του βιολογικού κύκλου. Ακόμη οι αποδόσεις που μετρήθηκαν σε διαφορετικές τοποθεσίες έδειξαν ότι τα όψιμα υβρίδια έδωσαν μεγάλες αποδόσεις στην Ν. Ευρώπη ενώ τα πρώιμα υβρίδια απέδωσαν καλύτερα στην Κεντρική και την Β. Ευρώπη , όπου επικρατούν μικρότερης διάρκειας και πιο δροσερά καλοκαίρια . Τα πειράματα αυτά έδειξαν επίσης ότι η βελτίωση του ηλίανθου σε συγκεκριμένα περιβάλλοντα θα ήταν περισσότερο αποτελεσματική από ότι σε συνθήκες χαμηλού stress.

## 10.2 Στόχοι Βελτίωσης

Η βελτίωση της απόδοσης του ηλιέλαιου είναι μια από τις σημαντικότερες επιδιώξεις των επιστημόνων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την αύξηση της συγκέντρωσης λαδιού στο σπόρο, με την αύξηση της παραγωγής βιομάζας και με την αύξηση του συντελεστή συγκομιδής (HI). Η φαινοτυπική προσαρμοστικότητα σε ιδιαίτερα περιβάλλοντα και η ανθεκτικότητα σε ασθένειες συνήθως επηρεάζουν τα περισσότερα από τα παραπάνω χαρακτηριστικά και αποτελούν καθοριστικούς παράγοντες για την ανάπτυξη των βελτιωμένων ποικιλιών .

Η αύξηση της παραγωγής σπόρου χωρίς μείωση της βιομάζας θα είχε σαν αποτέλεσμα, μεγαλύτερη απόδοση λόγω του καλύτερου δείκτη συγκομιδής. Η βελτίωση της αυτοσυμβατότητας είναι ένας σημαντικός παράγοντας που μπορεί να συμβάλει στην ωρίμανση του σπόρου και μπορεί αδιαμφισβήτητα να προταθεί σαν κριτήριο επιλογής. Τα χαρακτηριστικά της κεφαλής του ηλίανθου για μια υψηλοαποδοτική ποικιλία είναι τα εξής:

- (1) Υψηλή πυκνότητα σπόρων ανά μονάδα κεφαλής
- (2) Καλό γέμισμα του κέντρου της κεφαλής
- (3) Ομοιομορφία

Σαν προοπτικές βελτίωσης ποικιλιών, με κάθετα ανυψωμένη ή ημιανυψωμένη κεφαλή έχουν προταθεί η οριζόντιωση της γωνίας της κεφαλής και η κλίση ώστε να αποφευχθούν οι απώλειες σπόρου από την επιδρομή πουλιών και το σπάσιμο της κεφαλής. Οι ποικιλίες με κάθετο προσανατολισμό της κεφαλής είναι περισσότερο ευαίσθητες σε ζημιές από πουλιά και επίσης εκτίθενται σε υψηλές θερμοκρασίες κατά την διάρκεια της ημέρας κάτι που μπορεί να επηρεάσει αρνητικά τον ρυθμό αναπνοής του σπόρου.

Όσον αφορά το ύψος των φυτών, έχει υπάρξει ενδιαφέρον για την ανάπτυξη νάνων και ημιάνων ποικιλιών ηλίανθου που θα μπορούσαν να αυξήσουν τον συντελεστή συγκομιδής. Η χρησιμοποίηση νάνων ποικιλιών στην Αυστραλία και στις ΗΠΑ όμως δεν είχε καθόλου ικανοποιητικά αποτελέσματα. Συνεπώς για την χρησιμοποίηση τέτοιων ποικιλιών πρέπει να εξεταστούν με προσοχή τα φυσιολογικά τους χαρακτηριστικά. Για παράδειγμα αν οι χαμηλού αναστήματος ποικιλίες αφείλουν αυτό το χαρακτηριστικό σε κάποια αλλαγή στην ορμονική ισορροπία, μπορεί το ύψος τους να μην είναι η μοναδική διαφορά από τις υπόλοιπες ποικιλίες

Όσον αφορά την βιομάζα, μπορεί να επιτευχθεί μεγαλύτερη παραγωγή με αλλαγές στην γεωμετρία του περιβλήματος, όπως πρότειναν οι Donald και Hamblin. Η αλλαγή στην φωτοσύνθεση και την αναπνοή των φύλλων δεν είναι πιθανοί τρόποι αύξησης της αναλογίας συγκομιδής. Οι διαφορές στην δράση της ακτινοβολίας μεταξύ των γενοτύπων μπορεί να σχετίζονται με τον διαφορετικό χρόνο γήρανσης. Δηλαδή ποικιλίες με χαμηλότερα ποσοστά γήρανσης των φύλλων, μπορούν να διατηρήσουν την λειτουργικότητα του φωτοσυνθετικού μηχανισμού και επομένως να έχουν μεγαλύτερη δράση της ακτινοβολίας κατά την διαδικασία γεμίσματος του σπόρου.

Η ανθεκτικότητα σε ασθένειες είναι ο σημαντικότερος στόχος στα προγράμματα βελτίωσης. Λιγότερο εξετάζεται η ανθεκτικότητα σε έντομα και σε ζιζανιοκτόνα. Στο πρόγραμμα του White οι στόχοι βελτίωσης περιλαμβάνουν την ανάπτυξη ανθεκτικότητας στο είδος του μύκητα *Sclerotinia* που προκαλεί σήψη των ριζών, στο είδος του *Sclerotinia* που προκαλεί σήψη της κεφαλής, στον μύκητα *Alternaria*, στα έντομα **Rutherglen**, και στο glyphosate

Κάποια άλλα σημαντικά στόχοι βελτίωσης σχετίζονται με την ποιότητα του λαδιού. Αυτοί συμπεριλαμβάνουν την σταθεροποίηση της θερμοκρασίας του λινελαϊκού οξέος και τη δημιουργία ειδικών τύπων λαδιού (ειδικά τους ηλίανθους με υψηλή περιεκτικότητα σε ελαϊκό οξύ). Η ανάπτυξη των ειδικών τύπων λαδιού θα μπορούσε να διευρύνει τις χρήσεις του ηλίανθου και να συμβάλει στην ανάπτυξη της βιομηχανίας ηλίανθων

Η γενετική ευπάθεια της κυτοπλασματικής αρρενοστεριότητας έχει αποδειχτεί με επιτυχία από το Ινστιτούτο αρρενοστεριότητας του Τέξας, με την ευαισθησία του καλαμποκιού στο *Helminthosporium maydis*. Η PET1 κυτοπλασματική στεριότητα που ανακάλυψε ο Leclercq είναι, μέχρι σήμερα, το μόνο σύστημα που χρησιμοποιείται στην εμπορική παραγωγή υβριδισμένου σπόρου ηλίανθου. Η εισαγωγή νέων, πηγών κυτοπλασματικής αρρενοστεριότητας θα ήταν επιθυμητή ώστε να διερευνηθεί η γενετική βάση και να μειωθεί η ευπάθεια στα φυτά ηλίανθων.

## 11.ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΓΙΑ ΤΟΝ ΗΛΙΑΝΘΟ

Η τεχνικές βελτίωσης και επιλογής αύξησαν την δυνατότητα παραγωγής ηλίανθων. Η ανάπτυξη ανθεκτικότητας σε ασθένειες και το μεγαλύτερο ποσοστό βιομάζας που παράγεται αποτελούν σημαντικούς παράγοντες της επιτυχίας που επιτεύχθηκε. Μια τροποποίηση που αύξησε την ποιότητα του

λαδιού στον ηλίανθο ήταν η αύξηση της αναλογίας ενδοσπερμίου και σπόρου. Από την άλλη πλευρά δεν υπήρξε καμία προφανής βελτίωση, μέσω της επιλογής, στη δυνατότητα της καλλιέργειας να συγκρατεί τον άνθρακα.. Πειράματα που έγιναν για να συγκρίνουν τη φυσιολογία των ποικιλιών διαφορετικών ετών παραγωγής ήταν απαραίτητα για την καλύτερη αξιολόγησή τους.

Έχει αποδειχτεί ότι οι θεωρητικές αποδόσεις σε σχέση με τις πραγματικές μειώνονται, σε περιοχές με διάφορους περιοριστικούς παράγοντες, όπως π.χ η έλλειψη νερού. Επίσης έχουν μελετηθεί τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της βελτίωσης και της επιλογής σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης έδειξαν ότι για μεγαλύτερη αύξηση της παραγωγής της καλλιέργειας, σε περιβάλλοντα όπου η έλλειψη νερού αποτελεί τον κύριο περιοριστικό παράγοντα της παραγωγής, απαιτείται η βελτίωση τοπικών ποικιλιών και όχι υψηλοαποδοτικών ποικιλιών που καλλιεργούνται σε ιδανικά περιβάλλοντα.

Επίσης δόθηκε έμφαση στο γεγονός ότι αναμένεται σημαντική πρόοδος με την χρησιμοποίηση των νέων πρακτικών καλλιέργειας. Νέες μέθοδοι, όπως η χειμερινή καλλιέργεια, με πρώιμη σπορά, για καλύτερη αξιοποίηση των χειμερινών βροχοπτώσεων σε περιοχές της Μεσογείου, μπορούν να εκμεταλλευτούν την εξαιρετική προσαρμοστικότητα του ηλίανθου.

Έχει μελετηθεί ως ενεργειακό φυτό ήδη από το 1980. Ο μεθυλεστέρας του λαδιού του ηλίανθου παράγεται πολύ εύκολα, όπως συμβαίνει και με την ελαιοκράμβη. Έχει όμως υψηλή περιεκτικότητα σε Ιώδιο και δεν εγκρίνεται η χρήση του από τους κατασκευαστές μηχανών μέχρι σήμερα, γιατί το Ιώδιο φθείρει τις μηχανές.

Πλεονέκτημα του φυτού είναι η μεγάλη αξιοποίηση του νερού και η υψηλή ενέργεια του παραγόμενου λαδιού. Λόγω της υψηλής τιμής του εδωδιμου λαδιού, είναι σχεδόν απαγορευτική η χρήση του ως βιοκαυσίμου για παραγωγή ενέργειας.

Σπορά με 800 - 1000 γρ. ανά στρέμμα σε γραμμές που απέχουν 40-50 εκ. Αναπτύσσονται περίπου 10 φυτά/τ.μ. Συνιστάται λίπανση με 5-7,5 κιλά N, επαρκή P και K ου κάνει. Έχει ανάγκη σε B. Παραγωγή σπόρου 250-300 κιλά /στρ.

### **Τριτικάλε**

Έχει μελετηθεί ως ενεργειακό φυτό στην Αυστρία. Καλλιεργείται σε φτωχά άγονα εδάφη Άριστο, λόγω της μεγάλης αναλογίας άχυρου και των χαμηλών του απαιτήσεων σε θρεπτικά στοιχεία και νερό.

Δεν είναι οικονομική η καύση του για παραγωγή ενέργειας χωρίς επιδότηση.

## Ιτιά (*Salix*)

Πολλαπλασιάζεται με μοσχεύματα σε πυκνότητα 1000-2000 φυτά ανά στρέμμα. Έχουν δημιουργηθεί εξαιρετικά ταχυσυζή υβρίδια τα οποία υλοτομούνται ανά 2-5 έτη. Τα δένδρα αναβλαστάνουν και η ζωή της φυτείας διαρκεί 20-25 έτη.

Φύτευση μοσχευμάτων με το χέρι ή μηχανική φύτευση. Η πυκνότητα εγκατάστασης είναι 600 περίπου φυτά/στρ. Κόστος αγοράς μοσχευμάτων 0.10€ /μόσχ. Κόστος φύτευσης τους 0,02 € /μόσχ.

Διάρκεια φυτείας 22 έτη. Συγκομιδές στο 4,7,10,13,16,19,22 έτος. 69% της παραγωγής στο 4ο έτος, 100 % της παραγωγής στα έτη 5-22.

Το συγκομιζόμενο ξύλο χρησιμοποιείται είτε για παραγωγή κυτταρίνης και χαρτοπολτού, είτε ως καύσιμο για παραγωγή θερμικής ενέργειας ή ηλεκτρισμού, είτε τέλος για παραγωγή βιοαιθανόλης.

## Λεύκη (*Populus deltoides, populus nigra*) $x=19$ $2n=38$

Έχει μελετηθεί στις Η.Π.Α. για αεριοποίηση σε υψηλές θερμοκρασίες (high temperature gassification) με την οποία παράγεται μεθανόλη, καύσιμο ντίζελ και άλλα βιομηχανικά χημικά.

Η εγκατάσταση γίνεται με φύτευση των μοσχευμάτων με το χέρι σε γραμμές που απέχουν 7-8 μ μεταξύ τους και σε απόσταση 2,5-3μ επί των γραμμών ( 55 φυτά ανά στρέμμα). Το κόστος αγοράς και φύτευσης εκτιμάται σε 0,24 € /μόσχευμα.

Η διάμετρος του κορμού φθάνει τα 30 εκ. σε 6 χρόνια, οπότε και γίνεται η πρώτη κοπή. Η συγκομιδή του ξύλου γίνεται με κοπή στο 6ο -10ο έτος.

Εμπορικά προσανατολισμένα προγράμματα γενετικής βελτίωσης άρχισαν στις ΗΠΑ το 1924, με ένα πρόγραμμα που αποσκοπούσε στην παραγωγή υβριδίων λεύκης για παραγωγή χαρτοπολτού.

Άλλα προγράμματα άρχισαν στη δεκαετία του '30 στη Σκανδιναβία με έμφαση στη λεύκη, τη σημύδα και διάφορα τοπικά είδη κωνοφόρων. Από το 1950 πολλές άλλες χώρες ξεκίνησαν προγράμματα βελτίωσης με μαζική επιλογή, λόγω της αλλόγαμης φύσης των ειδών αυτών.

Στόχος των προγραμμάτων βελτίωσης είναι η βελτίωση του ρυθμού αύξησης, το σχήμα του κορμού, την ποιότητα του ξύλου ανάλογα με την χρήση του, αντοχή σε εχθρούς και ασθένειες, το ψύχος και την ξηρασία ή συνθήκες κατάκλισης, τις μικρές ανάγκες σε θρεπτικά στοιχεία του εδάφους κ.α. Το αποτέλεσμα είναι η δημιουργία εξαιρετικών ποικιλιών - υβριδίων που έχουν 5-10 φορές ταχύτερο ρυθμό αύξησης από τα φυσικά



αυτοφυή φυτά.

### **Σακχαρότευτλο (*Beta vulgaris*)**

Οικογένεια Chenopodiaceae. Φύτευση σε γραμμές που απέχουν 30-45εκ. σε αποστάσεις 1,5-2 εκ. επί της γραμμής. Ποσότητα σπόρου 400-600 γρ /στρ. Βάθος σποράς 1,5 εκ. Αραίωμα στα 7,5-10 εκ. επί της γραμμής. Παραγωγή σπόρου 150-300 κιλά.στρ. Ενεργειακά μπορεί να χρησιμοποιηθεί η μελάσσα για παραγωγή αλκοόλης.

### **Κεχρί (*Panicum virgatum*)**

Στις ΗΠΑ είναι γνωστό με το κοινό όνομα Switchgrass. Είναι ένα αγρωστώδες. Φυτό ιδιαίτερα διαδεδομένο και ζωηρής βλάστησης Σπορά με 600-880 γρ σπόρου ανά στρέμμα. Πολυετές. Κρατάει έως 10 χρόνια.

### **Παραγωγή αιθανόλης**

Η παραγωγή αιθανόλης από λιγνινο-κυτταρινούχες πρώτες ύλες περιλαμβάνει την αρχική διάσπαση των κυτταρικών τοιχωμάτων προς σάκχαρα τα οποία μπορούν να μετατραπούν ενζυματικά σε αιθανόλη. Η περιεκτικότητα των κυτταρικών τοιχωμάτων σε κυτταρίνη και άλλους δομικούς πολυσακχαρίτες είναι ο πρωταρχικός παράγων που καθορίζει την απόδοση σε αλκοόλη.

Στις πλώδεις ενεργειακές καλλιέργειες, το συνολικό κλάσμα του κυτταρικού τοιχώματος είναι περίπου 80% του ξηρού βάρους του φυτού, αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη (30-50% του ξηρού βάρους) και άλλους πολυσακχαρίτες των κυτταρικών τοιχωμάτων, που αναφέρονται ως ημικυτταρίνες (10-40% ξ.β.). Το τρίτο πρωταρχικό στοιχείο είναι το υψηλής ενέργειας κυτταρικό «τσιμέντο», η λιγνίνη. Η λιγνίνη (5-20% ξ.β.) δεν μπορεί να μετατραπεί σε σάκχαρα με τα συνήθη συστήματα υδρόλυσης/ενζυματικής μετατροπής. Όμως, η λιγνίνη, είναι ένα ενεργειακά πλούσιο παραπροϊόν, με περιεκτικότητα σε ενέργεια παραπλήσια με του κάρβουνου.

Στη διεργασία ταυτόχρονης σακχαροποίησης και ζύμωσης (simultaneous saccharification - fermentation, SSF) η λιγνίνη είναι ένα σημαντικό παραπροϊόν που παράγει την απαραίτητη θερμότητα για την διεργασία παραγωγής αιθανόλης. Η περιεκτικότητα σε ολοκυτταρίνη είναι παρόμοια στο Κεχρί και το υβρίδιο Λεύκης. Η απόδοση του Κεχριού σε αιθανόλη είναι υψηλή.

## **Καύση**

Τρεις κύριες ιδιότητες των καυσίμων καθορίζουν την καταλληλότητα των ενεργειακών φυτών για καύση ή αεριοποίηση. Η συνολική περιεκτικότητα σε ενέργεια, η περιεκτικότητα σε υγρασία και η χημεία της τέφρας που παράγεται από την καύση.

Η ολική περιεκτικότητα σε ενέργεια καθορίζει τη μέγιστη ποσότητα ενέργειας που μπορεί να παραχθεί και το ποσό της ηλεκτρικής ενέργειας που μπορεί να παραχθεί από την καύση. Για το Κεχρί, η περιεκτικότητα σε ενέργεια επί της ξηράς ουσίας είναι περίπου ίδια με εκείνη της Λεύκης.

Η περιεκτικότητα σε υγρασία κατά τη συγκομιδή επηρεάζει το κόστος μεταφοράς και χειρισμών καθώς και το επίπεδο ενέργειας που ανακτάται καθώς η εξάτμιση της υγρασίας απαιτεί ενέργεια κατά τη διαδικασία της καύσης.

Η περιεκτικότητα σε τέφρα και η χημεία της είναι σημαντική παράμετρος στη διαδικασία της καύσης γιατί μπορεί να οδηγήσει στο σχηματισμό αιθάλης στα εσωτερικά τοιχώματα του καυστήρα που μειώνει την απόδοση του καυστήρα και αυξάνει το κόστος καθαρισμού. Τα κρίσιμα συστατικά της τέφρας για το σχηματισμό αιθάλης είναι η περιεκτικότητα σε αλκάλια και η παρουσία πυριτικών αλάτων (McLaughlin S.B., R. Samson, D.Bransby, A.Wisebgel. 1996).

## **Γ. ΑΙΤΙΟΛΟΓΗΣΗ ΕΙΣΑΓΩΓΗΣ ΤΟΥ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΚΛΑΔΟΥ ΣΤΙΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ**

Οι αγρότες ψάχνουν για άλλες συναλλαγατοφόρες καλλιέργειες (cash crops) ή πηγές εισοδήματος. Καθώς ο πληθυσμός αυξάνει πέραν των αστικών περιοχών και περιχώρων, αυξάνει και η πυκνότητα του πληθυσμού και η ανάγκη για περισσότερη ηλεκτρική ενέργεια στις αγροτικές περιοχές.

Τα προγράμματα βιο-ηλεκτροπαραγωγής μπορούν να βοηθήσουν να ικανοποιηθούν αυτές οι ανάγκες. Χρησιμοποιώντας υπολείμματα καλλιεργειών σαν πηγή καυσίμου μπορούμε να βελτιώσουμε την οικονομικότητα της γεωργίας μειώνοντας το κόστος απόρριψης και παρέχοντας νέες εναλλακτικές πηγές εισοδήματος. Η χρήση ενεργειακών καλλιεργειών για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ανοίγει μια εντελώς καινούργια αγορά για τη γεωργία που έχει τη δυνατότητα να αποτελέσει μια σταθερή πηγή εισοδήματος για την αγροτική κοινότητα.

## Παγκόσμιοι Πόροι Βιοενέργειας



Εικ.41. Παγκόσμιος χάρτης βιοενέργειας

Η κατασκευή μεγάλων ηλεκτροπαραγωγικών εργοστασίων με στερεά καύσιμα δεν είναι πλέον επιθυμητή ως ανταπόκριση στην ενεργειακή ζήτηση. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για απομακρυσμένες περιοχές.

Τα μικρότερα εργοστάσια βιοηλεκτρισμού έχουν μικρότερες περιβαλλοντικές επιπτώσεις και μπορούν να λειτουργήσουν με τοπικά παραγόμενες πρώτες ύλες. Η χρήση της βιομάζας παρέχει τριπλή ωφέλεια στους αγρότες : κρατά τον πλούτο πλησίον τους, πληρώνει τους αγρότες για την παραγωγή της βιομάζας - πρώτης ύλης, και παρέχει καθαρή ενέργεια.



Εικ. 42. Εργοστάσιο επεξεργασίας βιοαιθανόλης

## ΤΡΟΠΟΙ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΤΗΣ ΒΙΟΜΑΖΑΣ ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΩΝ

- **Βίο - Ηλεκτρική Ενέργεια**

Ηλεκτρική ενέργεια από καύση βιομάζας μπορεί να παραχθεί με :

- Άμεση καύση (Direct-fired combustion):

Η βιομάζα καίγεται για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Υπάρχουν στις ΗΠΑ ηλεκτροπαραγωγικά εργοστάσια βιομάζας με ισχύ 7 MW. (2η ανανεώσιμη πηγή ενέργειας μετά την υδροηλεκτρική). Τα εργοστάσια αυτά είναι παρόμοια με εκείνα που καίνε ορυκτά καύσιμα.

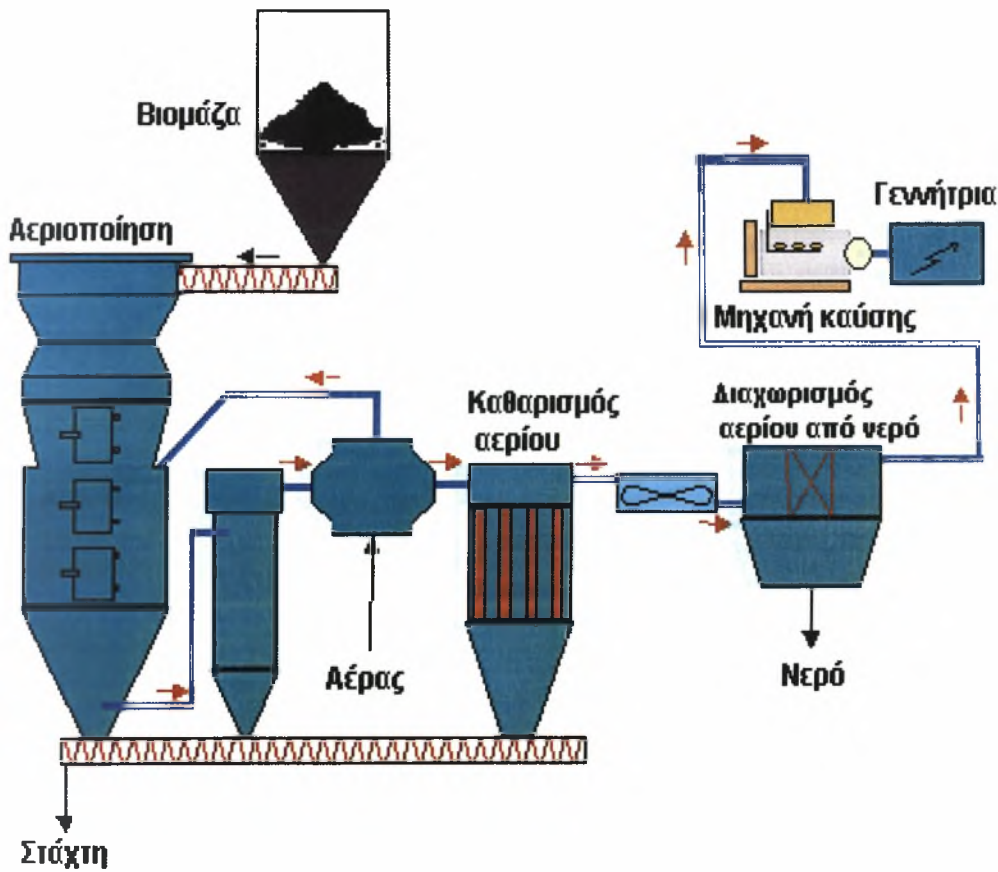
- **Συν - καύση (Co-firing):**

Αντικαθίσταται μέρος του κάρβουνου με βιομάζα (π.χ. 10%) και το μίγμα καίγεται μαζί στον καυστήρα της μονάδας ηλεκτροπαραγωγής. Είναι μια λύση χαμηλού κόστους σε εργοστάσια με κάρβουνο.

- **Αεριοποίηση (Gassification):**

Είναι το κύριο και μοναδικό στοιχείο στην ανάπτυξη βελτιωμένων συστημάτων βιοηλεκτρισμού (bio-power). Είναι μια θερμοχημική διεργασία που μετατρέπει τη στερεά βιομάζα (πρώτη ύλη) σε μορφή καθαρού καύσιμου αερίου. Στην διεργασία αυτή χρησιμοποιούνται ειδικοί αντιδραστήρες, οι αεριοποιητές, που θερμαίνουν την Βιομάζα σε περιβάλλον φτωχό σε οξυγόνο και σε θερμοκρασία περίπου 850 βαθμών Κελσίου, για να παραχθεί τελικά ένα καύσιμο αέριο, γνωστό ως βιοαέριο. Αυτό αναλόγως με την

εφαρμοζόμενη τεχνολογία μπορεί να περιέχει απ' το 1/5 έως 1/2 τής θερμογόνου δυνάμεως τού Φυσικού Αερίου, πού ως γνωστόν είναι άριστο καύσιμο. Το Βιοαέριο χρησιμοποιείται με τη σειρά του σε υψηλής αποδοτικότητας διατάξεις συμπαραγωγής θερμότητας και ηλεκτρισμού. Τον Σεπτέμβριο τού 2001 εγκαινιάστηκε και στην Ελλάδα, στον Χώρο Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (Χ.Υ.Τ.Α.) των Α. Λιοσίων, ένα έργο, όπου αξιοποιούνται τα σκουπίδια για την παραγωγή ηλεκτρισμού. Έτσι γίνεται διαχείριση σκουπιδιών φιλική προς το περιβάλλον με ταυτόχρονη παραγωγή βιοαερίου, πού μπορεί να δώσει ηλεκτρική ενέργεια αρκετή για την ηλεκτροδότηση μιας πόλης 15.000 κατοίκων. Ο σταθμός έχει ηλεκτρική ισχύ 14 MW και θερμική 16,5 MW.



Εικ.43. Σχηματική αναπαράσταση της διαδικασίας της αεριοποίησης

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΣΤ. ΘΕΣΜΙΚΟ ΠΛΑΙΣΙΟ ΣΤΗΡΙΞΗΣ

#### A) Στρατηγική της Ευρωπαϊκής Ένωσης

Η κύριος στόχος της ενεργειακής πολιτικής της Ευρωπαϊκής Ένωσης είναι η διασφάλιση της ενεργειακής επάρκειας για όλους τους καταναλωτές, σε λογικές τιμές, με υγιή ανταγωνισμό και με σεβασμό στο περιβάλλον, περιγράφεται στην «Πράσινη Χάρτα» που εγκρίθηκε το 2000.

Η Ε.Ε. είναι σήμερα ενεργειακά ελλειμματική κατά 50 % , χωρίς δε δραστικά μέτρα το έλλειμμα αναμένεται να διευρυνθεί στο 70 % το 2030.

Το 1997 εγκρίθηκε η «Λευκή Χάρτα» για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, σκοπός της οποίας ήταν η αύξηση του μεριδίου των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας από 6% το 1997 στο 12% το 2010. Το 2001 εκδόθηκε Οδηγία για την παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας που επιδιώκει την αύξηση του ποσοστού του «πράσινου» ηλεκτρισμού στην Ε.Ε. από 14% το 1997 στο 22% το 2010.

Με δεδομένο ότι το 40% της ενέργειας δαπανάται στον μεταφορικό τομέα, που είναι υπεύθυνος για το 28% της έκλυσης CO<sub>2</sub>, εγκρίθηκε οδηγία που επιβάλλει να περιέχουν τα συμβατικά καύσιμα μικρό ποσοστό βιοκαυσίμων από το 2005 και εφεξής.

#### *Ενεργειακά φυτά*

Η βασική περιβαλλοντική πολιτική της Ε.Ε. είναι η μείωση της έκλυσης CO<sub>2</sub> και του φαινομένου του θερμοκηπίου σύμφωνα με τη συνθήκη του Κιότο για τις κλιματικές μεταβολές που υπεγράφη το 1997. Μια βασική παράμετρος στο στόχο αυτό είναι ο περιορισμός της κατανάλωσης ορυκτών καυσίμων και η αύξηση της χρήσης βιοκαυσίμων που είναι πιο ήπια για το περιβάλλον. Για το σκοπό αυτό έχει θέσει σαν στόχο την αύξηση της κατανάλωσης των βιοκαυσίμων στο 2-10% της ολικής κατανάλωσης καυσίμων μέχρι το 2010. Ορισμένες κοινοτικές χώρες έχουν θέσει ακόμη πιο φιλόδοξους στόχους για την αντικατάσταση των μη ανανεώσιμων ορυκτών καυσίμων με τα ανανεώσιμα βιοκαύσιμα.

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή αναγνωρίζει την σημασία των ενεργειακών φυτών για το γεωργικό τομέα και ενισχύει μια σειρά πανευρωπαϊκών δράσεων που στοχεύουν στην παραγωγή και διάδοση πληροφοριών για την παραγωγή, επεξεργασία και χρήση τους.

Η Ε.Ε. έχει παίξει σημαντικό ρόλο στο να κάνει διαθέσιμες λεπτομερείς τεχνικές, οικονομικές και χρηματοδοτικές πληροφορίες για τα ενεργειακά φυτά κατά τα τελευταία

χρόνια. Όμως οι πιθανοί χρήστες δεν έχουν την πλήρη εικόνα των ενεργειακών φυτών. Οι αγρότες, οι παραγωγοί και οι διακινητές ενέργειας και οι πολιτικοί που διαμορφώνουν τις πολιτικές ενέργειας έχουν πιθανώς ακούσει για το μίσχανθο, την λεύκη, την ελαιοκράμβη, το γλυκό σόργο ή άλλες ενεργειακές καλλιέργειες αλλά δεν έχουν έγκυρες πληροφορίες για το ποιές καλλιέργειες να επιλέξουν, πώς να τις καλλιεργήσουν ή πώς να τις κάψουν ή τις αεριοποιήσουν για παραγωγή ενέργειας ή βιοκαυσίμων.

Σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. διεξάγονται ερευνητικές και αποδεικτικές δράσεις για να διερευνήσουν και να επιδείξουν τις δυνατότητες των ενεργειακών καλλιεργειών.

Στον γεωργικό τομέα, ενεργειακές καλλιέργειες μπορούν να αποτελέσουν μια βιώσιμη εναλλακτική λύση που θα ανακουφίσει το σημερινό διαρθρωτικό πρόβλημα της υπερπαραγωγής.

Στον ενεργειακό τομέα, η χρήση των ενεργειακών καλλιεργειών θα υποκαταστήσει μερικώς τα ορυκτά καύσιμα δημιουργώντας περιβαλλοντικά οφέλη όπως την μείωση της έκλυσης CO<sub>2</sub>. Και για τους δύο τομείς η βιωσιμότητα των ενεργειακών καλλιεργειών π.χ. η παραγωγή και η χρήση τους σαν πηγή ενέργειας είναι σημαντική. Έτσι και οι δύο τομείς θα μπορούσαν να καταστούν «βιώσιμα πράσινοι».

Για να προωθήσει τις ενεργειακές καλλιέργειες, η Ε.Ε. ξεκίνησε μία προσπάθεια το 1996, την «Πανευρωπαϊκή Εποπτεία των Ενεργειακών Καλλιεργειών» (European Energy Crops Overview - E.E.G.O.) στην οποία συμμετείχαν δεκατέσσερις κοινοτικές χώρες - μεταξύ αυτών και η Ελλάδα. Σκοπός της E.E.G.O. ήταν να εποπτεύει και να ενημερώνει για τα τρέχοντα επιτεύγματα στην παραγωγή, επεξεργασία και χρησιμοποίηση της ενέργειας, παίρνοντας υπόψη τις γεωργικές, τεχνικές, περιβαλλοντικές, ενεργειακές, οικονομικές και θεσμικές πτυχές του εγχειρήματος. Γενικά δίδεται έμφαση στην διοχέτευση σχετικών αποτελεσμάτων και πληροφοριών στους πιθανούς χρήστες και επενδυτές καθώς και στους πολιτικούς, γιατί η παραγωγή νομοθεσίας και η πολιτική αποτελεί τη γέφυρα μέσω της οποίας οι αγρότες και οι παραγωγοί ενέργειας μπορούν να συναντηθούν.

Από μεγάλο αριθμό πειραματικών δοκιμών που έγιναν σε όλες τις χώρες της Ε.Ε. (προγράμματα FAIR, AIR and JOULE/ICARUS), διαπιστώθηκε ότι ενώ η παραγωγή ορισμένων βιοκαυσίμων είναι τεχνολογικά εφικτή σε εμπορική κλίμακα, δεν είναι όμως οικονομικά συμφέρουσα, παρά μόνο αν υπάρξουν ορισμένες μορφές ενίσχυσης, όπως π.χ. επιδοτήσεις, φορολογικές απαλλαγές ή αντίθετα αντικίνητρα, όπως π.χ. η αύξηση της φορολογίας στα συμβατικά καύσιμα.

## B) Εθνικές στρατηγικές

Δειγματοληπτικά παρατίθενται παραδείγματα εθνικών στρατηγικών ορισμένων κοινοτικών χωρών

### *Σουηδία*

Υπάρχει τάση να μειωθούν / κλείσουν οι πυρηνικοί σταθμοί, να μη γίνουν άλλα μεγάλα υδροηλεκτρικά έργα και να προωθηθεί η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας από βιομάζα κυρίως από υποπροϊόντα ξύλου από τα δάση.

Επιβάλλεται φόρος για έκλυση CO<sub>2</sub> από καύσεις περίπου 0,02 E/kg CO<sub>2</sub> για βιομηχανική χρήση και 0,04 E/kg CO<sub>2</sub> για άλλες χρήσεις. Δεν επιβάλλεται φορολογία όταν η καύση χρησιμεύει στην παραγωγή ενέργειας. Επίσης υπάρχει οικονομική ενίσχυση 50E/στρ. για την εγκατάσταση φυτείας ιτιάς, που καλύπτει συνήθως το κόστος εγκατάστασης.

Επίσης, υπάρχουν επιχορηγήσεις για μονάδες ηλεκτροπαραγωγής με καύση βιομάζας, ύψους 330E ανά εγκαταστημένο KW. Η επιχορήγηση δεν μπορεί να υπερβεί το 25% της αξίας της συνολικής επένδυσης.

### *Ολλανδία*

Στόχος είναι η λήψη μέτρων για την εξοικονόμηση ενέργειας κατά 33% και η συμμετοχή κατά 10% των βιοκαυσίμων στα συνολικά παραγόμενα καύσιμα ως το 2020.

Δίνονται σημαντικά κίνητρα όπως :

- Το πράσινο επενδυτικό σχήμα (Πράσινα Κεφάλαια) Επενδύσεις ιδιωτών για

την προώθηση της αειφορικής ανάπτυξης. Οι μετοχές και οι τόκοι απαλλάσσονται από φόρο

- Επιταχυνόμενη απόσβεση για περιβαλλοντολογικές επενδύσεις, (κίνητρο για τον επενδυτή γιατί επιτρέπεται η επιταχυνόμενη απόσβεση για ορισμένο εξοπλισμό)
- Σχήμα Ανακούφισης Ενεργειακών Επενδύσεων (Energy Investment Relief Scheme). Επιτρέπει στους επενδυτές να αφαιρέσουν ποσοστό του επενδυτικού κόστους από το φόρο.
- Ρυθμιστικός Ενεργειακός Φόρος (Regulating Energy Tax) Φόρος που προπληρώνεται από νοικοκυριά και μικρές επιχειρήσεις όταν η κατανάλωση ηλεκτρισμού ή υγραερίου περνάει ένα κατώτατο όριο ζήτησης.



## Γ) Η Ενεργειακή πολιτική της Ελλάδας

Με τον νόμο 1559/85 επιτράπη για πρώτη φορά σε τρίτους να παράγουν περιορισμένη ποσότητα ηλεκτρικής ενέργειας από ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (βιομάζα, αιολική ενέργεια, ηλιακή, υδροηλεκτρική, παλιρροϊκή ή κυματική ενέργεια) για την ικανοποίηση των αναγκών τους και για πώληση στη ΔΕΗ.

Το 1987 ιδρύθηκε το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας για να προωθήσει την εκμετάλλευση αυτών των πηγών ενέργειας.

Το 1994 ψηφίσθηκε ο νόμος 2244/94 που αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της Ελληνικής εθνικής πολιτικής για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας. Ο νόμος αυτός απελευθέρωσε την παραγωγή ηλεκτρισμού από ανανεώσιμες πηγές ενέργεια και επέτρεψε τη δημιουργία ιδιωτικών μονάδων ισχύος έως 50 MW. Παράλληλα άρχισε και το Λειτουργικό Πρόγραμμα για την Ενέργεια, που ενισχύεται από την Ε.Ε. και προβλέπει άμεσες ενισχύσεις για ενεργειακές επενδύσεις τόσο υψηλού, όσο και χαμηλού κόστους ενεργειακές επενδύσεις.

Τέλος, ο νέος νόμος 2601/98 θεσπίζει ένα νέο πλαίσιο επιδοτήσεων για παραγωγικές επενδύσεις ανάλογα με τη γεωγραφική περιοχή που γίνεται η επένδυση που αφορούν τόσο τον εξοπλισμό όσο και την παραγωγή ηλεκτρισμού με τη συμμετοχή ή με αποκλειστική χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Το εθνικό πρόγραμμα για την παραγωγή ενέργειας από βιομάζα (περιλαμβανόμενων των ενεργειακών φυτών) αναπτύσσεται τώρα, έτσι δεν έχουν καθοριστεί ακόμη στόχοι παραγωγής βιοκαυσίμων μέχρι το 2010.

Πειραματικά έχουν μελετηθεί το γλυκό σόργο, το κοινό κτηνοτροφικό σόργο, η μουστάρδα της Αβυσινίας (*Brassica carinata*), η ελαιοκράμβη, το καλάμι, η αγκινάρα, ο μίσχανθος, το κεχρί και η ψευδακακία, σε μικρά πειραματικά τεμάχια ως 3 στρ. Τα πειράματα έγιναν από το Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας σε συνεργασία με το Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών και το Ε.Θ.Ι.Α.Γ.Ε.

Η τεχνολογική διεργασία παραγωγής βιοκαυσίμων (ταυτόχρονη σακχαροποίηση και ζύμωση ή διαχωρισμός) μελετήθηκε στα πλαίσια του κοινοτικού προγράμματος ICARUS από ερευνητές τεσσάρων χωρών με συντονιστή τον Καθηγητή του Εθνικού Τεχνικού Πανεπιστημίου Αθηνών κ. Ε. Γ. Κούκιο.

Το Κέντρο ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (Κ.Α.Π.Ε.) διαπίστωσε ότι η αξιοποίηση της βιομάζας δυσχεραίνεται από την μη ύπαρξη σύγχρονου και κατάλληλου μηχανολογικού εξοπλισμού (λέβητες κλπ.) με συνέπεια να εισάγεται από το εξωτερικό και να ανεβαίνει υπερβολικά το κόστος. Για το σκοπό αυτό διεξάγει έρευνα

για να βοηθήσει τους έλληνες κατασκευαστές να παράγουν λέβητες υψηλής τεχνολογίας.

## Ζ. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ

(εδαφοκλιματικές συνθήκες, οικονομικότητα προτεινόμενων ειδών, οικονομικότητα υποκαθιστώμενων ειδών (σιτάρι, βαμβάκι), συνθήκες εμπορίας κλπ)

### 1) Το κλίμα της περιφέρειας

Στην περιφέρεια Αν. Μακεδονίας - Θράκης διακρίνονται 3 τύποι κλίματος (παράρτημα Ι - απόσπασμα μελέτης της περιφέρειας)

- Ορεινός τύπος : Απαντάται σε μικρή σχετικά έκταση η οποία προσδιορίζεται από υψόμετρα > 1000 m.
- Χερσαίος Μεσογειακός τύπος : Επικρατεί στην παράκτια ζώνη της περιφέρειας
- Μεταβατικός τύπος του Μεσογειακού και Μεσευρωπαϊκού : Χαρακτηρίζει το μεγαλύτερο μέρος της έκτασης της περιφέρειας.

Η περιφέρεια Αν. Μακεδονίας - Θράκης παρουσιάζει πολλές μικροκλιματικές ζώνες που επιτρέπουν την ευδοκίμηση πολλών καλλιεργειών με ποικίλες απαιτήσεις.

Τα κύρια χαρακτηριστικά του κλίματος είναι:

- Μέση θερμοκρασία αέρος  $14^{\circ}\text{C}$  -  $16^{\circ}\text{C}$  . Το ετήσιο θερμομετρικό εύρος υπερβαίνει τους  $20^{\circ}\text{C}$  . Οι μέσες μηνιαίες θερμοκρασίες των ψυχρότερων και θερμότερων μηνών κυμαίνονται αντίστοιχα μεταξύ  $3^{\circ}\text{C}$  -  $6^{\circ}\text{C}$  και  $25^{\circ}\text{C}$  -  $26^{\circ}\text{C}$  . Οι απόλυτες ελάχιστες κυμαίνονται από  $-3^{\circ}\text{C}$  έως  $-10^{\circ}\text{C}$  και οι απόλυτες μέγιστες από  $35^{\circ}\text{C}$  έως  $38^{\circ}\text{C}$  . (Ηπειρωτικό κλίμα)
- Ηλιοφάνεια : 2200-2300 ώρες ετησίως
- Δρόσος : 137 ημέρες δρόσου
- Πάχνη : 20 ημέρες πάχνης
- Βροχή: Παράκτια Ζώνη : 400-600 mm  
Εσωτερική Ζώνη Α : 600-800 mm  
Εσωτερική Ζώνη Β : 800-1000 mm  
Ορεινή ζώνη : > 1000 mm

Το 35-45% της βροχής πέφτει την περίοδο Απριλίου - Σεπτεμβρίου. Η

ξηροθερμική περίοδος έχει διάρκεια 2 μηνών έναντι 4 μηνών στην Νότια Ελλάδα. Οι ημέρες βροχής ανέρχονται σε 40-75 το έτος. Βροχερότερος μήνας ο Δεκέμβριος -αλλά εμφανίζεται και δευτερεύον μέγιστο την περίοδο Μαΐου- Ιουνίου, δηλ. μέσα στην καρδιά της βλαστικής περιόδου και σε κρίσιμο στάδιο για την απόδοση των καλλιεργειών, καθώς και τριτεύον μέγιστο τον Οκτώβριο.

Συνεπώς είναι προφανές ότι το βροχομετρικό σύστημα επιτρέπει την ανάπτυξη ξηρικών ανοιξιόατικών καλλιεργειών με επιτυχία και οπωσδήποτε διαμορφώνει το κόστος άρδευσης χαμηλότερα από εκείνο αντίστοιχων εκτάσεων της Ν. Ελλάδος.

## *2) Πληθυσμιακή σύνθεση και οικονομική διάρθρωση της περιφέρειας*

Η περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης είχε το 2001 611.067 κατοίκους. Παρουσιάζει μικρή και βραδύτατη αύξηση πληθυσμού (13% συνολικά τα 30 τελευταία έτη, λόγω μεγάλης εσωτερικής και εξωτερικής μετανάστευσης) και χαμηλή πληθυσμιακή πυκνότητα, κατά 50% του μέσου εθνικού όρου.

Έχει έντονα αγροτική φυσιογνωμία διαθέτοντας το μεγαλύτερο ποσοστό αγροτικού πληθυσμού από όλες της περιφέρειες της χώρας (Παράρτημα II, Ταυτότητα και ιδιαιτερότητες περιφέρειας Αν. Μακεδονίας - Θράκης), σχεδόν διπλάσιο του μέσου όρου της χώρας (38,9 % έναντι 17 % ). Ο πρωτογενής τομέας συμβάλει κατά 25% στο ακαθάριστο προϊόν της περιφέρειας, έναντι μόλις 11% σε επίπεδο χώρας. Η παραγωγικότητα της εργασίας στην περιφέρεια ανέρχεται στο 53% έναντι μέσου όρου χώρας 67%.

## *3) Διάρθρωση γεωργικού τομέα.*

Η περιφέρεια Αν. Μακεδονίας - Θράκης αντιπροσωπεύει το 16 % της γεωργικής έκτασης της χώρας (3, 91 εκατομμύρια στρέμματα). Από αυτά το 90 % διατίθεται για μεγάλες καλλιέργειες, και το υπόλοιπο 10% για κηπευτικά, δενδρώδεις καλλιέργειες και το αμπέλι. Από τη μεγάλη καλλιέργεια το 30 % των εκτάσεων ( 1,27 εκ. στρέμματα). Ο μέσος γεωργικός κλήρος (52000 γεωργικές εκμεταλλεύσεις, 3.000.000 περίπου στρέμματα) φθάνει τα 59 στρέμματα.

Οι κυριότερες καλλιέργειες της περιφέρειας, η έκταση και η παραγωγή τους παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα:

Είδος	Έκταση 1998 χιλ	Παραγωγή 1998 χιλ.	Έκταση 2002 χιλ	Παραγωγή 2002 χιλ.
Σιτάρι Μαλακό	412	113	251	68
Σιτάρι Σκληρό	961	208	1.301	312
Ρύζι	8	5	16	13
Αραβόσιτος	613	511	560	595
Βρώμη	9	2	5	1
Κριθάρι	115	34	140	32
Σίκαλη	14	3	6	1
Πατάτα	46	117	33	70
Ζαχαρότευτλο	126	589	134	1.016
Βαμβάκι σύσπορο	700	152	540	141
Ηλίανθος	270	37	123	16
Κολοκυθόσπορος	7	1	8	2
Φασόλια	20	5	20	5
Χόρτο βοσκής αυτοφυές	13	4	16	4
Χόρτο βοσκής σπαρμένο	2	1	1	1
Άχυρο σιτηρών	200	100	85	145
Σανός βίκου	9	5	9	5
Μηδική	121	120	88	98
Καπνός ανατολικού τύπου	112	13	110	13
Καπνός Αμερικάνικου τύπου	3	1	3	1

4) Οικονομικότητα των καλλιεργούμενων και της αντικατάστασης τους με ενεργειακές καλλιέργειες.

Σε πρώτη φάση οι ενεργειακές καλλιέργειες στοχεύουν στην αντικατάσταση των χειμωνιάτικων ξηρικών διατροφικών καλλιεργειών που κινδυνεύουν να καταστούν τελείως αντισυμβαλλόμενες όταν σταματήσει η επιδότηση της τιμής τους από κοινοτικά κονδύλια, υπό την πίεση του Παγκόσμιου Οργανισμού Εμπορίου (ΠΟΕ). Οι ποτιστικές ανοιξιότικες καλλιέργειες (βαμβάκι, αραβόσιτος, τεύτλα κλπ.) με το παρόν καθεστώς τιμών είναι πολύ πιο συμφέρουσες οικονομικά και δεν μπορούν να αντικατασταθούν από τις λιγότερο προσοδοφόρες ενεργειακές. Το αυτό ισχύει σήμερα και για τον καπνό που δίνει υψηλό ακαθάριστο εισόδημα. Συνεπώς ο στόχος είναι να αντικατασταθούν σταδιακά τα σιτηρά (περίπου 1,5 εκατομμύρια στρέμματα στην περιφέρεια) και να χρησιμοποιηθούν εκτάσεις που βρίσκονται υπό καθεστώς ακαλλιέργειας.

Κατάλληλα είδη για την αντικατάσταση των χειμερινών σιτηρών είναι η Ελαιοκράμβη, το Κενάφ, ο Μίσχανθος. Τα είδη αυτά μπορούν να αποδώσουν ικανοποιητικά σε πεδινές περιοχές της περιφέρειας με βροχόπτωση από 500-1000 χιλιοστά χωρίς άρδευση, λόγω της ευνοϊκής κατανομής των βροχοπτώσεων.

Αν καταργηθούν οι επιδοτήσεις για το βαμβάκι μπορούν να χρησιμοποιηθούν εαρινές ποτιστικές καλλιέργειες όπως το Λινάρι, το Σόργο και η Ρεσινολαδιά. Οι παραπάνω καλλιέργειες μπορεί να είναι οικονομικά συμφέρουσες αν καλλιεργηθούν για τα κλασσικά προϊόντα για τα οποία είναι γνωστές (έλαιο, κλωστικές ίνες, ζωοτροφές κλπ.). Η οικονομικότητά τους για παραγωγή ενέργειας είναι δυνατή μόνο με ειδικές ενισχύσεις ή απαλλαγές.

Διεθνώς γίνεται σημαντική γενετική βελτίωση για την βελτίωση της απόδοσης, την ταχύτητα αύξησης, την πρωιμότητα, την περιεκτικότητα σε σάκχαρα ή έλαια κλπ. αλλά και για την ποιότητα των ελαίων, την απομάκρυνση ανεπιθύμητων ουσιών που ρυπαίνουν το περιβάλλον (θείο, χλώριο κλπ) ή είναι επικίνδυνα για τις μηχανές εσωτερικής καύσεως όταν υπάρχουν στα καύσιμα, όπως είναι το Ιώδιο. Για το λόγο αυτό κρίνεται σκόπιμο να αγορασθεί το πολλαπλασιαστικό υλικό που θα χρησιμοποιηθεί για την εγκατάσταση των αποδεικτικών από το εξωτερικό (κυρίως Η.Π.Α. και Ευρωπαϊκή Ένωση) ώστε να έχει όλες τις παραπάνω επιθυμητές ιδιότητες για παραγωγή ενέργειας ή βιοκαυσίμων.

## ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της δυνατότητας χρήσης ορισμένων φυτικών ειδών ως βιοενεργειακών καλλιεργειών με βάση πειραματικά και βιβλιογραφικά δεδομένα. Δίνεται έμφαση ιδιαίτερη στο βιοενεργειακό φυτό σόργο καθώς και στις ερευνητικές προσπάθειες γενετικής βελτίωσης του, με απώτερο σκοπό την μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας της καλλιέργειας. Με το πείραμα που πραγματοποιήθηκε στην περιοχή του Βελεσίνου δόθηκε η δυνατότητα να μελετηθεί η προσαρμοστικότητα διάφορων ποικιλιών του συγκεκριμένου φυτού στις ελληνικές συνθήκες. Επιπλέον σε συνδυασμό με την παρουσίαση πειραμάτων που διεξήχθησαν στην περιοχή της Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης προτείνονται οι ιδανικότερες ποικιλίες γλυκού σόργου για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Επίσης εξετάζεται το θεσμικό πλαίσιο στήριξης που διέπει τα βιοενεργειακά φυτά και αναλύονται οι προοπτικές χρήσης τους στον αγροτικό τομέα.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>

### ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Στην περιοχή του Βόλου και συγκεκριμένα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στο Βελεστίνο, πραγματοποιήθηκε ένα πείραμα όπου μελετήθηκε η προσαρμοστικότητα διάφορων ποικιλιών γλυκού σόργου στις περιβαλλοντικές συνθήκες του νομού Μαγνησίας.

Επιπλέον δόθηκε η ευκαιρία ώστε να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα για τις καταλληλότερες ποικιλίες γλυκού σόργου όσον αφορά την παραγωγικότητα και την αντοχή στις ιδιαίτερες κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Σε έκταση ενός στρέμματος σπάρθηκαν με τη βοήθεια σπαρτικής μηχανής σπόροι από έξι διαφορετικές ποικιλίες γλυκού σόργου. Οι σπόροι προέρχονταν από τις ποικιλίες Keller, M81E, Dale, Della Topover, Sugar Grade. Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν RCDB με τέσσερις επαναλήψεις (R1, R2, R3, R4). Τα πειραματικά τεμάχια είχαν μήκος 10 m το καθένα, ενώ οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 0,5 m. Συνολικά δημιουργήσαμε 24 πειραματικά τεμάχια για τις ανάγκες του πειράματος που το καθένα διέθεται τέσσερις γραμμές σποράς. Η πυκνότητα φύτευσης ήταν η ίδια για όλα τα πειραματικά τεμάχια (plots) ενώ η δειγματοληψία έγινε από τις δυο μεσαίες γραμμές.

Η πειραματική καλλιέργεια γλυκού σόργου μετά την σπορά δεν δέχτηκε καμιά επιπλέον επέμβαση (όπως για παράδειγμα λίπανση,) ενώ η καταπολέμηση ζιζανίων έγινε με μηχανικό τρόπο (φρεζάρισμα η τσάπισμα). Η άρδευση ωστόσο ήταν συστηματική ιδίως κατά την περίοδο του καλοκαιριού και συνέβαλλε τα μέγιστα για την αποτελεσματική ανάπτυξη της καλλιέργειας. Όλα τα πειραματικά τεμάχια δέχτηκαν τις ίδιες επεμβάσεις και αντίστοιχα τις ίδιες ποσότητες ύδατος.

## ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Πραγματοποιήθηκαν τρεις μετρήσεις στη πειραματική καλλιέργεια γλυκού σόργου κατά την διάρκεια της θερινής περιόδου του έτους 2006. Η πρώτη μέτρηση είχε στόχο να προσδιορίσει τον ακριβή αριθμό στελεχών του γλυκού σόργου που φύτρωσαν στα πειραματικά τεμάχια. Με αυτή την μέτρηση θα διαπιστώναμε την φυτρωτική ικανότητα των σπόρων των ποικιλιών που χρησιμοποιήθηκαν κατά την σπορά , ενώ παράλληλα θα ξεχωρίζαμε την ποικιλία με την καλύτερη δυνατή ανάπτυξη – ρώμη . Η δεύτερη μέτρηση θα έδειχνε τον αριθμό των φυτών σόργου που υπάρχουν ανά τρία μέτρα σε τυχαία γραμμή σποράς μέσα σε κάθε τεμάχιο. Με αυτό τον τρόπο διαπιστώθηκε η πυκνότητα φύτευσης των στελεχών. Η τρίτη μέτρηση συνδέεται άμεσα με τη δεύτερη καθώς μετρήθηκε το βάρος των στελεχών που εκριζώθηκαν ανά τρία μέτρα σε τυχαία γραμμή σποράς από κάθε πειραματικό τεμάχιο.

1	2	3	4	5	6	R1	<b>1</b>	KELLER
4	6	1	5	3	2	R2	<b>2</b>	M81E
2	5	3	6	1	4	R3	<b>3</b>	DALE
4	1	6	2	5	3	R4	<b>4</b>	S.GRADE
							<b>5</b>	TOPEVER
							<b>6</b>	DELLA

Εικόνα .44. Η παραπάνω εικόνα απεικονίζει σχηματικά το πειραματικό σχέδιο. Οι επαναλήψεις συμβολίζονται ως R1, R2, R3, R4. Ενώ οι αριθμοί αντιστοιχούν στις ποικιλίες του γλυκού σόργου που αξιολογήθηκαν .

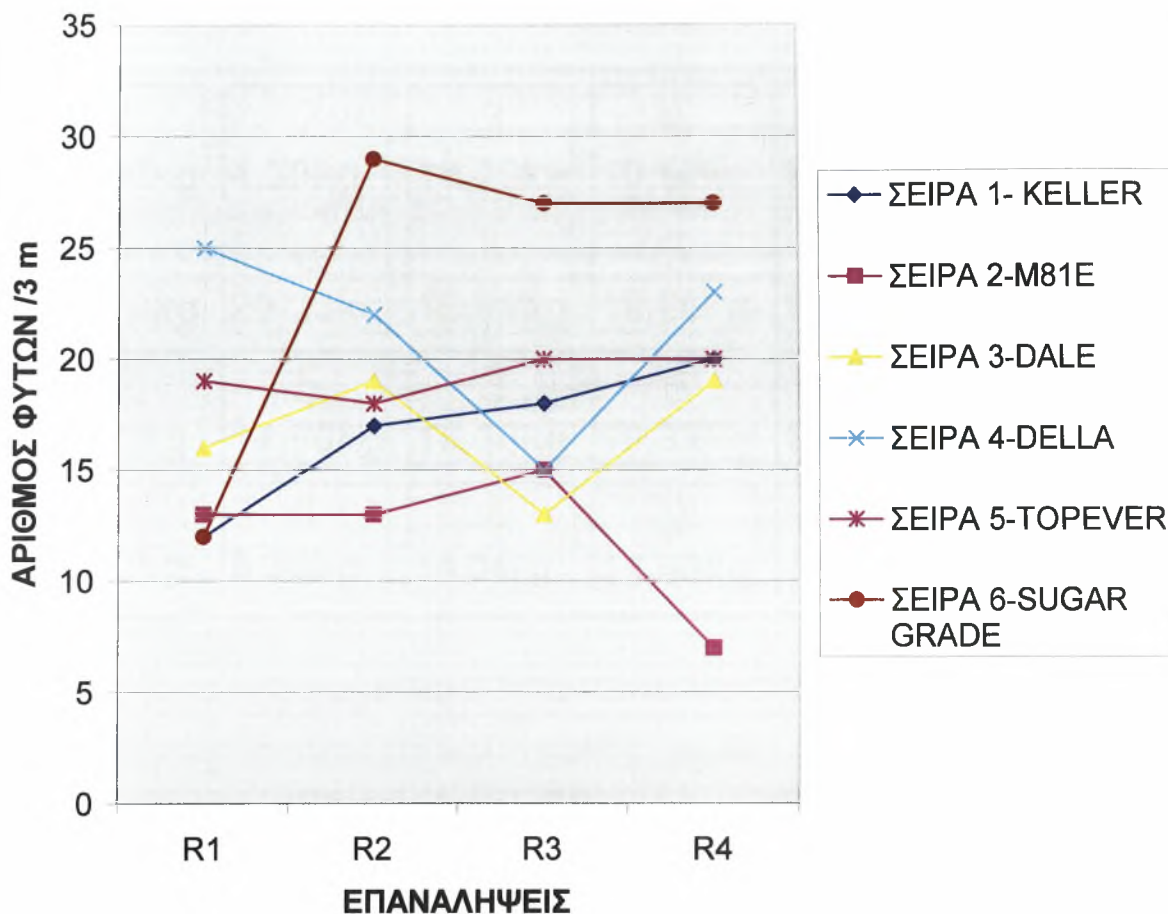


## ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ ΣΟΡΓΟΥ ΣΕ ΤΥΧΑΙΑ ΓΡΑΜΜΗ ΣΠΟΡΑΣ

<b>1</b> 20 ΦΥΤΑ	<b>2</b> 7 ΦΥΤΑ	<b>3</b> 19 ΦΥΤΑ	<b>4</b> 23 ΦΥΤΑ	<b>5</b> 20 ΦΥΤΑ	<b>6</b> 27 ΦΥΤΑ
<b>4</b> 15 ΦΥΤΑ	<b>6</b> 27 ΦΥΤΑ	<b>1</b> 18 ΦΥΤΑ	<b>5</b> 20 ΦΥΤΑ	<b>3</b> 13 ΦΥΤΑ	<b>2</b> 15 ΦΥΤΑ
<b>2</b> 13 ΦΥΤΑ	<b>5</b> 18 ΦΥΤΑ	<b>3</b> 19 ΦΥΤΑ	<b>6</b> 29 ΦΥΤΑ	<b>1</b> 17 ΦΥΤΑ	<b>4</b> 22 ΦΥΤΑ
<b>6</b> 12 ΦΥΤΑ	<b>1</b> 12 ΦΥΤΑ	<b>4</b> 25 ΦΥΤΑ	<b>2</b> 13 ΦΥΤΑ	<b>5</b> 19 ΦΥΤΑ	<b>3</b> 16 ΦΥΤΑ

Εικόνα.45. Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται ο αριθμός των φυτών σόργου που υπάρχουν ανά τρία μέτρα σε τυχαία μέτρα των μεσαίων γραμμών σποράς μέσα σε κάθε τεμάχιο. Η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στις 9 Δεκεμβρίου του 2006.

## ΓΡΑΦΗΜΑ ΠΥΚΝΟΤΗΤΑΣ ΦΥΤΕΥΣΗΣ



Εικόνα .46.Η παραπάνω εικόνα δείχνει το γράφημα πυκνότητας φύτευσης των ποικιλιών σόργου .

Η ΣΕΙΡΑ 1 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ 1

(KELLER)

Η ΣΕΙΡΑ 2 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ 2

(M81E)

Η ΣΕΙΡΑ 3 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ 3

(DALE)

Η ΣΕΙΡΑ 4 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ 4

(DELLA)

Η ΣΕΙΡΑ 5 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ 5

(TOPEVER)

Η ΣΕΙΡΑ 6 ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΙ ΣΤΗΝ ΠΟΙΚΙΛΙΑ 6

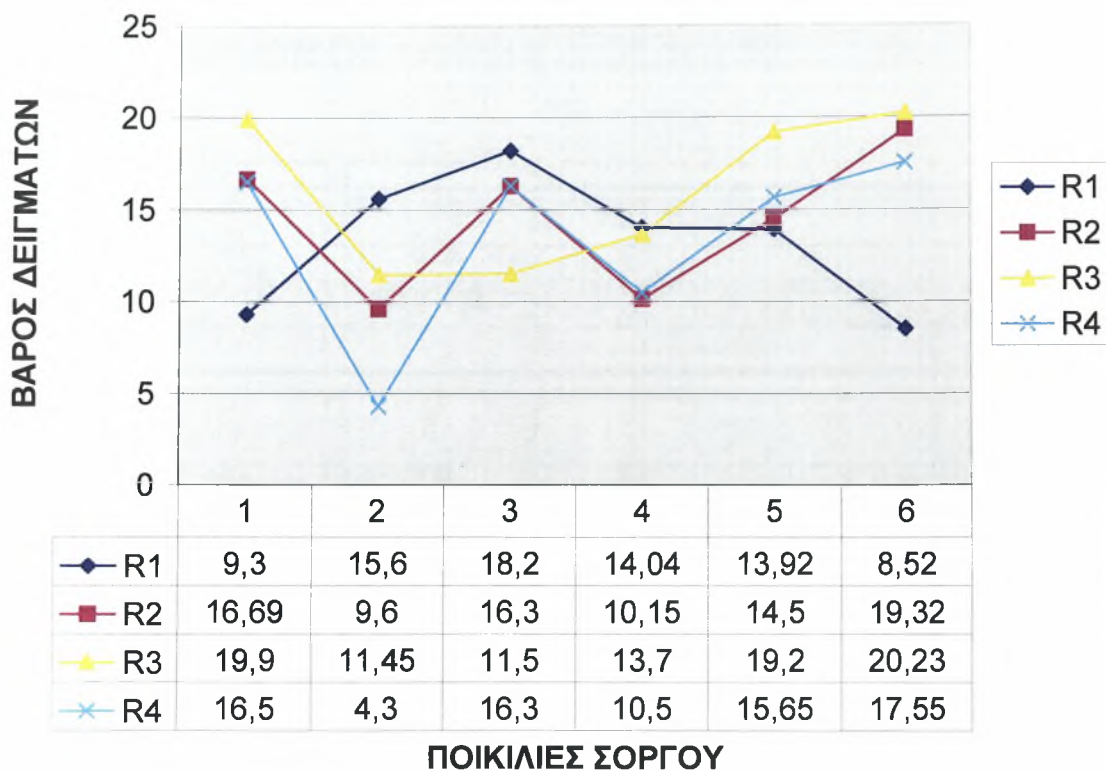
(SUGAR GRADE)

### ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ ΦΥΤΩΝ ΣΟΡΓΟΥ

1 16,50kg	2 4,30kg	3 16,20kg	4 10,50kg	5 15,65kg	6 17,55kg
4 13,70kg	6 20,23kg	1 19,90kg	5 19,20kg	3 11,50kg	2 11,45kg
2 9,60kg	5 14,50kg	3 16,30kg	6 19,32kg	1 16,69kg	4 10,15kg
6 8,52kg	1 9,30kg	4 14,04kg	2 15,60kg	5 13,92kg	3 18,20kg

	R1	R2	R3	R4
1	16,50 kg	19,90 kg	16,69 kg	9,30 kg
2	4,30 kg	11,45 kg	9,60 kg	15,60 kg
3	16,20 kg	11,50 kg	16,30 kg	18,20 kg
4	10,50 kg	13,70 kg	10,15 kg	14,04 kg
5	15,65 kg	19,20 kg	14,50 kg	13,92 kg
6	17,55 kg	20,23 kg	19,32 kg	8,52 kg

**Πίνακας.3.1.** Οι τιμές του παραπάνω πίνακα προκύπτουν από την μέτρηση του βάρους του δείγματος κάθε τεμαχίου. Το κάθε δείγμα αποτελείται από φυτά σόργου τα οποία αφαιρέθηκαν από μια απόσταση τριών μέτρων μέσα από μια τυχαία και αντιπροσωπευτική γραμμή σποράς σε κάθε τεμάχιο. Το βάρος των δειγμάτων μετρήθηκε στις 11 Δεκεμβρίου του 2006.



Εικόνα.47. Το παραπάνω γράφημα παρουσιάζει την μέτρηση του βάρους των δειγμάτων φυτών σόργου



Εικ.46. Προετοιμασία των δειγμάτων γλυκού σόργου για την ανάλυση χυμού . Οι μίσχοι γλυκού σόργου είναι γδυμένοι, συσκευάζονται σε σακούλες πολυαιθυλενίου και τοποθετούνται σε δροσερό δωμάτιο

## ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΤΩΝ ΑΝΑ ΤΕΜΑΧΙΟ (PLOT)

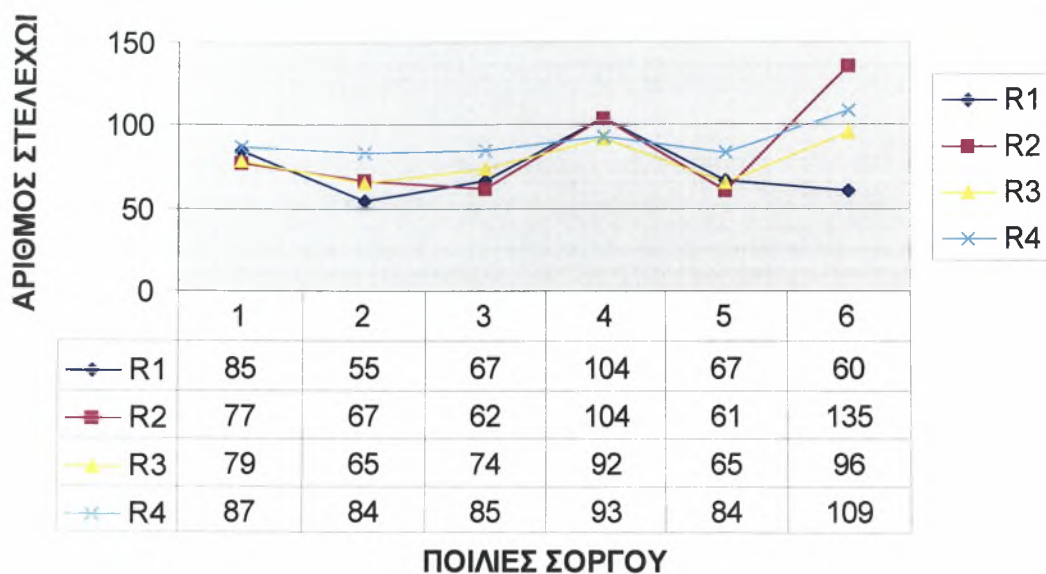
1 87 ΦΥΤΑ	2 <u>64</u> ΦΥΤΑ	3 85 ΦΥΤΑ	4 <u>93</u> ΦΥΤΑ	5 84 ΦΥΤΑ	6 109 ΦΥΤΑ
4 92 ΦΥΤΑ	6 <u>96</u> ΦΥΤΑ	1 79 ΦΥΤΑ	5 <u>65</u> ΦΥΤΑ	3 74 ΦΥΤΑ	2 <u>72</u> ΦΥΤΑ
2 67 ΦΥΤΑ	5 <u>61</u> ΦΥΤΑ	3 62 ΦΥΤΑ	6 135 ΦΥΤΑ	1 77 ΦΥΤΑ	4 104 ΦΥΤΑ
6 60 ΦΥΤΑ	1 <u>85</u> ΦΥΤΑ	4 104 ΦΥΤΑ	2 <u>55</u> ΦΥΤΑ	5 67 ΦΥΤΑ	3 <u>67</u> ΦΥΤΑ

Εικόνα .48. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των φυτών σόργου .



Εικ .48. Στελέχη σόργου σε σακούλες πολυαιθυλενίου

## ΜΕΤΡΗΣΗ ΒΑΡΟΥΣ ΔΕΙΓΜΑΤΟΣ ΦΥΤΩΝ ΣΟΡΓΟΥ



Εικόνα .49. Το παραπάνω γράφημα παρουσιάζει τον αριθμό φυτών ανά τεμάχιο

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

• Η μέτρηση της πυκνότητας φύτευσης ανά τρία μέτρα των στελεχών των διάφορων ποικιλιών έδειξε ότι η ποικιλία Sugar Grade διέθετε τον μεγαλύτερο αριθμό στελεχών γλυκού σόργου. Η ποικιλία με τον μικρότερο αριθμό φυτών ανά τρία μέτρα διαπιστώθηκε πως ήταν η ποικιλία M81E. Γενικά δεν παρατηρήθηκαν σημαντικές διακυμάνσεις στον αριθμό στελεχών σε αυτή την καθορισμένη απόσταση (3m) στις ποικιλίες που σπάρθηκαν στην πειραματική μας καλλιέργεια.

• Η δεύτερη μέτρηση προσδιόρισε το βάρος των φυτών γλυκού σόργου τα οποία αφαιρέθηκαν από μια απόσταση τριών μέτρων μέσα από μια τυχαία και αντιπροσωπευτική γραμμή σποράς σε κάθε τεμάχιο. Η ποικιλία Sugar Grade αποδείχτηκε πως είχε κατά μέσο όρο το μεγαλύτερο βάρος στα δείγματα στελεχών που συλλέχθηκαν σε όλες τις επαναλήψεις. Εξίσου αποτελεσματική κρίνεται και η ποικιλία Keller καθώς σημείωσε ικανοποιητικές αποδόσεις στο βάρος των δειγμάτων .

• Ακόμα μετρήθηκε ο συνολικός αριθμός των φυτών σόργου σε καθένα από τα πειραματικά τεμάχια ξεχωριστά. Διαπιστώθηκε ότι η ποικιλία Sugar Grade και η Della

διέθεταν κατά μέσο όρο τον μεγαλύτερο αριθμό στελεχών . Αυτό αποδεικνύει την υψηλή προσαρμοστικότητα των συγκεκριμένων ποικιλιών στις κλιματικές και εδαφικές συνθήκες της περιοχής που πραγματοποιείται το πείραμα.

# Προσαρμοστικότητα και παραγωγικότητα του γλυκού σόργου στη περιοχή της Α. Μακεδονίας κ Θράκης

Από πειράματα που πραγματοποιήθηκαν στην Περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας και Θράκης του γλυκού σόργου βρέθηκε ότι το είδος ότι προσαρμόζεται καλά σε ορισμένες από τις περιοχές πειραματισμού. Η αύξηση και η παραγωγικότητά του καθώς επίσης και οι καλλιεργητικές πρακτικές δεν έχουν καθοριστεί καλά ακόμα. Το γλυκό σόργο είναι ανεκτικό στην ξηρασία ύδατος, έχει χαμηλές απαιτήσεις αζώτου και η αποδοτικότητα χρήσης ύδατός είναι η υψηλότερη μεταξύ των εαρινών καλλιεργημένων φυτών.

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΥΛΙΚΑ

Ο τόπος διεξαγωγής των πειραμάτων ήταν η Κομοτηνή τα έτη 1998 και 1999 . Το πειραματικό σχέδιο ήταν 3x22 παραγοντικό. Οι ποικιλίες που εξετάστηκαν ήταν η Keller και η Cowley. Η ημερομηνία σποράς για την πρώτη καλλιεργητική περίοδο ήταν 3η Ιουνίου και για την δεύτερη Ιουνίου 6<sup>η</sup> . Το μέγεθος κάθε τεμαχίου ήταν 10x5.6 μ και αποτελούνταν από 8 σειρές. Οι αποστάσεις μεταξύ των σειρών ήταν 70 εκατ. και μέσα στη σειρά 10 εκατ. (143.000 εγκαταστάσεις/εκτάριο). Τα δύο επίπεδα άρδευσης ήταν I1=fully που ποτίστηκαν (430mm το 1992 και 440mm το 1993) και I2=2/5 I1 (172mm το 1992 και 176mm το 1993). Τα τρία επίπεδα αζώτου ήταν N1=70 kg/εκτάριο, N2=140 kg/εκτάριο και N3=210 kg/εκτάριο . Διάφορες συγκομιδές έγιναν κατά τη διάρκεια των δύο καλλιεργητικών περιόδων και σε κάθε μια από τις οι παραγωγές φρέσκιας και ξερής ουσίας υπολογίστηκαν και μετρήθηκε το ύψος των θόλων. Κάθε έτος, στην τελική συγκομιδή, μια σειρά δώδεκα-μετρητών (8,4 τετρ.μέτρα) συγκομίστηκε από κάθε πλοκή και καταγράφηκαν οι αριθμοί παραγωγής. Οι εκτιμήσεις παραγωγών προσδιορισμού ζάχαρης είχαν γίνει για διάφορες ημερομηνίες συγκομιδής με την ενζυματική μέθοδο. Αριθ. 716260 Boehringer Μανχάιμ. Σύμφωνα με αυτήν την μέθοδο η συνολική περιεκτικότητα σε (% ζάχαρη στο φρέσκο βάρος μίσχων) υπολογίζεται ως ποσό της σακχαρόζης (%) και των σακχάρων (δ - γλυκόζη και d-φρουκτόζη).



## Νωπή και ξηρή βιομάζα

Και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους, η ποικιλία Keller πέτυχε υψηλότερες τιμές από την ποικιλία Cowley για τις παραγωγές φρέσκιας και ξερής ουσίας που υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο σε όλες τις επεξεργασίες.

Το 1992, η Keller έδωσε 114.93 t/ha των φρέσκων παραγωγών βιομαζών και 119.64 t/ha το 1993. Οι αντίστοιχες τιμές για Cowley ήταν 87,14 t/ha και 85,37 t/ha. Πρέπει να επισημανθεί ότι και στα δύο έτη η ποικιλία Cowley έφθασε στις μέγιστες φρέσκες παραγωγές βιομαζών νωρίτερα από την Keller, ένα γεγονός που έχει κάποια σημασία για τις περιοχές με μικρή χρονική περίοδο καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα, το 1992 η Cowley είχε μέγιστη φρέσκια βιομάζα ενώ έφτασε να παράγει 28 ιουλιανές ημέρες νωρίτερα και 16 ημέρες σε 1993,

Το 1992, οι παραγωγές ξερής ουσίας για την Keller έφθασαν σε 39,04 t/ha και το 1993 σε 30,42 t/ha. Οι αντίστοιχες τιμές για Cowley ήταν 25,65 t/ha και 22,64 t/ha αντίστοιχα.

Κατά τη διάρκεια των δύο καλλιεργητικών περιόδων, οι πλοκές που έλαβαν το υψηλό επίπεδο άρδευσης (I1) έφθασαν στις υψηλότερες φρέσκες παραγωγές βιομαζών από αυτές με χαμηλού επιπέδου (I2), οι υπολογισμένες κατά μέσο όρο αριθμοί γενικές επεξεργασίες. Αυτή η ανωτερότητα ήταν πάντα στατιστικά σημαντική στη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο ενώ μόνο περιστασιακά στην πρώτη καλλιεργητική περίοδο.

Και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους το πιο υψηλό επίπεδο λίπανσης (N3) έφθασε στις ελαφρώς υψηλότερες παραγωγές φρέσκιας και ξερής ουσίας αλλά αυτή η διαφορά δεν ήταν στατιστικά σημαντική.

Το 1992, οι μέγιστες φρέσκες παραγωγές βιομαζών κυμάνθηκαν από 98,24 t/ha (N1) έως 105.30 t/ha (N3) και από 93,07 (N1) έως 95.16 t/ha (N3) σε 1993, ξηρές παραγωγές βιομαζών για την πρώτη καλλιεργητική περίοδο κυμάνθηκε από 25,18 t/ha (N1) έως 27.88 (N3) και από 28,98 (N1) έως 32.40 (N3) για τη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο.

## Περιεκτικότητα σε ζάχαρη και παραγωγές ζάχαρης

Το 1992, η μέγιστη περιεκτικότητα σε ζάχαρη για Keller ήταν 11,35% (στη φρέσκια βάση βάρους μίσχων) και 9,55% το 1993. Οι αντίστοιχες τιμές για Cowley ήταν 10,62% και 11,34 %.

Πρέπει να αναφερθεί ότι στην πρώτη καλλιεργητική περίοδο και οι δύο ποικιλίες επέτυχαν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε ζάχαρή τους 140 ημέρες μετά από να σπείρουν. Στη δεύτερη καλλιεργητική περίοδο αυτές οι τιμές ήταν 137 ημέρες μετά από να σπείρουν για Keller και 117 για Cowley.

Και η γλυκόζη και η φρουκτόζη επέτυχαν το μέγιστο σημείο τους στο στάδιο ανθών (δεύτερο μισό του Αυγούστου). Μετά από αυτήν την περίοδο οι τιμές τους μειώθηκαν ενώ η σακχαρόζη αύξησε και έφθασε στις υψηλότερες τιμές της στο στάδιο της μαλακής ζύμης (δεύτερο μισό του Οκτωβρίου).

Το 1992, Keller παρήγαγε 10,8 t/ha παραγωγές ζάχαρης και 9,34 t/ha το 1993. Οι αντίστοιχες τιμές για Cowley ήταν 6,2 t/ha και 6,64 t/ha.

Η συγκέντρωση ζάχαρης της ποικιλίας Cowley ήταν ανώτερη από Keller μέχρι την ιουλιανή ημέρα 275. Έκτοτε οι αριθμοί αντιστράφηκαν. Εντούτοις, στην αναφορά για τις παραγωγές ζάχαρης η Keller ήταν συνεχώς ανώτερη, λόγω των υψηλότερων παραγωγών βιομαζών της. Οι μέγιστες παραγωγές ζάχαρης που παρήχθησαν από την Keller ήταν 36,25% υψηλότερες από την Cowley.

Οι παραγωγές ζάχαρης παρέμειναν σε υψηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια μόνο μιας περιόδου μήνα. Αυτό το γεγονός περιορίζει την δυνατότητα συγκομιδής εάν η ενεργειακή εκμετάλλευση της περιεκτικότητας σε ζάχαρη (βιοαιθανόλη) πρόκειται να εξεταστεί.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Και οι δύο ποικιλίες γλυκού σόργου παρουσίασαν καλή προσαρμοστικότητα στο βόρειο περιβάλλον της Ελλάδας. Μεταξύ των δύο, η Keller αποδείχθηκε παραγωγικότερη, από την άποψη των φρέσκων και παραγωγών ξερών ουσίας καθώς επίσης και ζάχαρης.

2. Η άρδευση αποδείχθηκε ένας πολύ σημαντικός παράγοντας που έχει επιπτώσεις και στα χαρακτηριστικά αύξησης και παραγωγής και στις δύο ποικιλίες.

3. Η λίπανση αζώτου δεν άσκησε επίδραση στη μεγιστοποίηση των παραγωγών βιομαζών και ζάχαρης. Αυτό θα μπορούσε να αποδοθεί είτε στα υψηλά επίπεδα αζώτου που εφαρμόστηκαν στο παρελθόν στον τομέα του πειραματισμού είτε λόγω των χαμηλών απαιτήσεων αζώτου της συγκομιδής.

4. Σχετικά με τις παραγωγές ζάχαρης, η Keller ήταν παραγωγικότερη και στις δύο καλλιεργητικές περιόδους αν και οι δύο ποικιλίες είχαν παρόμοια περιεκτικότητα σε (% ζάχαρη στο βάρος μίσχων).

5. Οι παραγωγές ζάχαρης παρέμειναν σε υψηλά επίπεδα κατά τη διάρκεια μόνο μιας περιόδου τον μήνα. Αυτό το γεγονός περιορίζει το παράθυρο συγκομιδής της συγκομιδής εάν η ενεργειακή εκμετάλλευση της περιεκτικότητας σε ζάχαρη

(βιοαιθανόλη) πρόκειται να εξεταστεί

6. Πρέπει να επισημανθεί ότι κανένα πρόβλημα προσαρμογής καταγράφηκε για οποιεσδήποτε από τις δοκιμασμένες ποικιλίες, ένα γεγονός ότι θεωρείται για να είναι σημαντικό ενδιαφέροντος και δεδομένου ότι το γλυκό σόργο είναι ευαίσθητο στην προσαρμογή .

# ΚΕΝΑΦ

## ΠΡΟΣΑΡΜΟΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΣΤΗΝ ΒΟΡΕΙΑ ΕΛΛΑΔΑ

Ο κύριος σκοπός της εργασίας ήταν να μελετηθεί η προσαρμοστικότητα και η παραγωγικότητα τριών κενάφ ποικιλιών κάτω από δύο σπορές και δύο επιπέδων άρδευσης στη βόρεια Ελλάδα (Θράκη, Κομοτηνή).

### Μέθοδοι και υλικά

Ο πειραματικός τομέας βρέθηκε στη βόρεια Ελλάδα (Κομοτηνή, Θράκη) στο γεωγραφικό πλάτος 41.05", το γεωγραφικό μήκος 25.20" και ένα ύψος 37 μ επάνω από τη στάθμη θάλασσας. Το πειραματικό σχεδιάγραμμα ήταν 3x22 παραγοντικό σε ένα τυχαίο πλήρες σχέδιο φραγμών σε τρεις φραγμούς. Το μέγεθος του κάθε αγροτεμαχίου ήταν 10 X 5,6 μ. Οι τρεις ποικιλίες κενάφ, Tainung-2 (V1), Mal-1 (V2) και Everglades-41 (V3), σπάρθηκαν 13<sup>η</sup> Μαΐου το 1997. Οι δύο σπορές ήταν D1=320,000φυτά /εκτάριο και D2 = 170.000 φυτά /εκτάριο και τα δύο επίπεδα άρδευσης ήταν I1= πλήρως που ποτίστηκαν (280mm) και I2=2/5 I1 (112mm). Η ομοιόμορφη λίπανση αζώτου εφαρμόστηκε από το σύστημα άρδευσης σταλαγματίας, σε επίπεδο του 120kg N/ha.

### Αποτελέσματα

#### Ποσοστό αύξησης

Το ποσοστό αύξησης μέχρι την αρχή Σεπτεμβρίου ήταν μάλλον υψηλό, περίπου 3,5 εκατ /ημέρα, για όλες τις δοκιμασμένες ποικιλίες. Η φάση ανθίσματος άρχισε στη μέση του Σεπτεμβρίου όταν η διάρκεια της ημέρας ήταν χαμηλότερη από 12,5 ώρες. Το ύψος θόλων στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (αρχή Νοεμβρίου) έφθασε σε έναν μέσο όρο 337,5 εκατ. για Tainung -2, 307,8 εκατ. για Mal-1 και 330,1 εκατ. για Everglades - 41, υπολογισμένες κατά μέσο όρο γενικές επεξεργασίες. Κατά τη διάρκεια ολόκληρης της καλλιεργητικής περιόδου το ύψος διαφοροποιήθηκε σημαντικά μαζί με τις δοκιμασμένες ποικιλίες και τις γενικές επεξεργασίες.

## **Βασική διάμετρος μίσχων**

Στο τέλος της καλλιεργητικής περιόδου (Ιανουάριος 1998), η βασική διάμετρος μίσχων μετρήθηκε και βρέθηκε για να είναι χαμηλότερη για την υψηλότερη σπορά (18.15mm εναντίον 20,8 χιλ. για το χαμηλό πληθυσμό). Μεταξύ των δοκιμασμένων ποικιλιών Everglades - 41 είχαν τη μεγαλύτερη διάμετρο μίσχων, 20,5 χιλ., ενώ οι αντίστοιχες τιμές ήταν για την Tainung -2, 19,5 χιλ. και για Mal-1 ήταν 18,3 χιλ.

## **Φρέσκες και ξηρές παραγωγές βιομαζών**

Η παραγωγικότερη ποικιλία αποδείχθηκε η Tainung -2, οι παραγωγές που είναι 16,6% υψηλότερες από Mal -1 και 11,4% υψηλότερος από Everglades- 41.

Η ίδια τάση παρατηρήθηκε και στις παραγωγές ξερής ουσίας. Πιο συγκεκριμένα, οι φρέσκες παραγωγές βιομαζών ήταν 94,2 t/ha για Tainung -2, 78,6 t/ha για Mal -1 και 83,5 t/ha για τις αντίστοιχες τιμές Everglades - 41. Οι παραγωγές ξερής ουσίας ήταν 25,9 t/ha, 21,6 t/ha και 18,6 t/ha αντίστοιχα.

Το υψηλό επίπεδο άρδευσης, έναντι του χαμηλού, μολυβδούχο στις ελαφρώς υψηλότερες παραγωγές φρέσκιας και ξερής ουσίας. Αυτή η έλλειψη μεγάλης σημασίας μπορεί να αποδοθεί στις εξαιρετικά υψηλές βροχοπτώσεις που εμφανίστηκαν κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και ιδιαίτερα τον Αύγουστο και τον Οκτώβριο. Οι βροχοπτώσεις της συγκεκριμένης περιοχής, το 1997, και από Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο ήταν 247,5 χιλ., και ήταν πολύ υψηλό έναντι των μέσων βροχοπτώσεων (1988-1997) που ήταν 163,8 χιλ. Οι φρέσκες παραγωγές βιομαζών που παρήχθησαν από το υψηλό επίπεδο άρδευσης ήταν 87,9 t/ha, έναντι 85,3 t/ha του χαμηλού, υπολογισμένες κατά μέσο όρο γενικές επεξεργασίες. Οι αντίστοιχες τιμές για τις παραγωγές ξερής ουσίας ήταν 23,3t/ha και 20,8t/ha.

## Παραγωγές των τμημάτων μίσχων

Στην τελική συγκομιδή (Ιανουάριος 1998) τα τμήματα φλοιών και εντεριώνης του μίσχου ήταν χωρισμένα και οι παραγωγές φρέσκιας και ξερής ουσίας υπολογίστηκαν για κάθε συστατικό.

Μεταξύ των δοκιμασμένων ποικιλιών η Mal -1 είχε το υψηλότερο ποσοστό του φλοιού, το οποίο ήταν 39,2% σε φρέσκο και 38,5% στην ξηρά βάση. Η υψηλή σπορά(D1) παρουσίασε υψηλότερο ποσοστό του φλοιού (36.0) σε σχέση με το μειωμένη (D2) που παρουσίασε (34,9).

Ο μέσος φλοιός εντεριώνης σε αναλογία, για όλες τις μεταχειρίσεις, ήταν 1:1.80 για τις φρέσκες παραγωγές βιομαζών και 1:1.78 για τις παραγωγές ξερής ουσίας.

## Χρόνος συγκομιδής

Σημειώθηκε καθυστέρηση στο χρόνο συγκομιδής από το Νοέμβριο μέχρι τον επόμενο Ιανουάριο και έτσι υπήρξε σημαντική απώλεια βιομάζας, πιθανώς που οφείλεται στις απώλειες πολλών κορυφών. Σε συνέχεια αυτού, οι φρέσκες παραγωγές βιομάζας υπολογίστηκαν κατά μέσο όρο και παρατηρήθηκε ότι, μειώθηκαν από 38,9 t/ha σε 17,3 t/ha και οι παραγωγές ξερής ουσίας από 18,5 t/ha σε 12,9 t/ha, αντίστοιχα. Πρέπει να αναφερθεί ότι περιεκτικότητα σε υγρασία των μίσχων που μειώνονται από 52,4% (Νοέμβριος) σε 26,5% (Ιανουάριος).

## Συμπεράσματα

Το κενάφ αποδείχθηκε μια συγκομιδή υψηλής περιεκτικότητας για τη βόρεια Ελλάδα (περιοχή της Θράκης) κατάλληλη να χρησιμοποιηθεί ως ενεργειακή συγκομιδή

Όλες οι δοκιμασμένες ποικιλίες παρουσίασαν καλή προσαρμοστικότητα και δυνατότητα υψηλών αποδόσεων βιομάζας στους εδαφοκλιματικούς όρους της περιοχής.

Η υψηλή σπορά έδωσε τις υψηλότερες τιμές για όλες τις δοκιμασμένες παραμέτρους. Εντούτοις, αυτή η διαφορά ήταν όχι πάντα στατιστικά σημαντική.

Ο χρόνος συγκομιδής για το κενάφ εξαρτάται από την τελική μεταχείριση της συγκομιδής. Εντούτοις, για τη συγκεκριμένη περιοχή του πειράματος ο Νοέμβριος εξετάζεται ως πιο κατάλληλος χρόνος συγκομιδής σχετικά με τις φρέσκες και ξηρές παραγωγές βιομαζών.

## Παραγωγή ενέργειας

Σαν πρώτη ύλη για παραγωγή ενέργειας, το Κενάφ παράγει μόνο λιγνινο-κυτταρίνη. Συνεπώς η παραγωγή ενέργειας αναμένεται να είναι λιγότερη από εκείνη του καλαμποκιού που περιέχει και σάκχαρα στο καλάμι του. Πιστεύεται ότι η χρήση του Κενάφ είναι δυο φορές πιο οικονομική από τη χρήση δενδρωδών ειδών για την παραγωγή μορισανίδων.

Σχετικά πειράματα στην Ευρώπη αλλά και στην Ελλάδα την τελευταία 20ετία δεν έδωσαν οικονομικά βιώσιμα αποτελέσματα για την διάδοση της καλλιέργειας ως κλωστικού φυτού. Επί πλέον υπάρχει η δυσκολία ότι το φυτό, λόγω της τροπικής του προέλευσης, δεν μπορεί να ωριμάσει τους σπόρους του στην Εύκρατη ζώνη, γιατί η θερμοκρασία στο τέλος της βλαστικής περιόδου δεν επαρκεί.

Η ερευνητική και δοκιμαστικά καλλιέργεια του ως ενεργειακού φυτού είναι σχετικά πρόσφατη. Έχει γίνει έρευνα στα πλαίσια Κοινοτικών ερευνητικών προγραμμάτων σε αρκετές κοινοτικές χώρες και στην Ελλάδα αλλά δεν έχει φθάσει ακόμη στην εμπορική αξιοποίηση.

## ΜΙΣΧΑΝΘΟΣ

### *Πειράματα στην Ελλάδα*

Στην Β. Ελλάδα (41 °N), χρησιμοποιήθηκε το υβρίδιο M χ giganteus, με αποστάσεις φύτευσης 1μχ1μ=1000 φυτά /στρέμμα. Μέγιστη απόδοση δεύτερου έτους (Σεπτέμβριο) 4,4 τόνοι ξηράς ουσίας /στρέμμα.

Στην Κ. Ελλάδα (38°N) χρησιμοποιήθηκε επίσης το υβρίδιο M χ giganteus, με αποστάσεις φύτευσης 0,5μχ0,5μ=4.000 φυτά /στρέμμα. Φυτεία 2-3 ετών έδωσε απόδοση 2,5 τόνους ξηράς ουσίας /στρέμμα. Η αζωτούχα λίπανση και η άρδευση είχαν μικρή επίδραση στις αποδόσεις.

## Η. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ - ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Η περιφέρεια Ανατολικής Μακεδονίας - Θράκης είναι από τις πιο κατάλληλες περιοχές της χώρας για την ανάπτυξη της καλλιέργειας των ενεργειακών φυτών λόγω των μικροκλιμάτων που διαθέτει, της ευνοϊκής κατανομής των βροχοπτώσεων που μπορούν να υποστηρίξουν τις ξηρικές καλλιέργειες και του μεγάλου μεγέθους του αγροτικού τομέα και του πλεονάζοντος αγροτικού δυναμικού.

Οι ενεργειακές καλλιέργειες αναμένονται να ξαναζωντανέψουν τις ασφυκτικά πιεζόμενες σήμερα αγροτικές περιοχές, γιατί είναι μη διατροφικές καλλιέργειες, έχουν τοπικό χαρακτήρα και δεν υπεισέρχονται στο παγκόσμιο εμπόριο, μπορούν να δεχθούν επιδοτήσεις για την περιβαλλοντική ωφέλεια που δημιουργούν με την μείωση της έκλυσης διοξειδίου του άνθρακα και άλλων ρυπαντών και αναμένεται να δημιουργήσουν νέες θέσεις εργασίας στο μεταποιητικό τομέα.

Το θεσμικό πλαίσιο για την υποστήριξη της καλλιέργειας τους υπάρχει τόσο σε κοινοτικό όσο και σε εθνικό επίπεδο. Η παροχή κινήτρων (επιδοτήσεις, φορολογικές απαλλαγές, ενισχύσεις για επενδύσεις σε μονάδες ηλεκτροπαραγωγής ή βιοκαυσίμων που θα χρησιμοποιούν ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως υπολείμματα καλλιεργειών ή βιομάζα ενεργειακών φυτών κλπ.) έχει θεσμοθετηθεί σε κοινοτικό επίπεδο με την «πράσινη» και τη «Λευκή» Χάρτα και σε εθνικό επίπεδο νόμος 2244/94 που αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο της Ελληνικής εθνικής πολιτικής για τις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας.

Η έρευνα για την αξιοποίηση των ενεργειακών καλλιεργειών τόσο από γεωργική άποψη όσο και από άποψη χημικής τεχνογνωσίας βρίσκεται ακόμη εξέλιξη. Από γεωργική άποψη γίνεται προσπάθεια για την επίλυση θεμάτων μηχανολογίας, όπως π.χ. η προσαρμογή υφιστάμενων σπαρτικών, φυτευτικών ή συλλεκτικών μηχανών όπως αραβοσίτου, σίτου, σόργου κλπ. ώστε να μπορούν να συγκομίζουν και τις ενεργειακές καλλιέργειες και να μειώσουν το κόστος, ή προβλημάτων γενετικής βελτίωσης για τη δημιουργία κατάλληλων παραγωγικών γενοτύπων. Από άποψη χημικών διεργασιών γίνεται έρευνα για την τεχνολογία και χημεία της καύσης για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας ή της μετατροπής του αμύλου ή της κυτταρίνης σε αιθανόλη και των ελαίων σε βιοντήζελ ώστε οι διεργασίες και τα παραγόμενα βιοκαύσιμα να καταστούν οικονομικά συμφέροντα.

Μέχρι σήμερα τα αποτελέσματα στις περισσότερες ενεργειακές καλλιέργειες είναι τεχνολογικά επιτυχή, αλλά παρόλα αυτά το κόστος παραμένει υψηλό και η παραγωγή



βιοκαυσίμων δεν είναι ακόμη οικονομικά συμφέρουσα, παρά μόνο αν δοθούν οικονομικές ενισχύσεις. Η αξιοποίηση τους σε εμπορική κλίμακα, ακόμη και με τα κίνητρα, είναι ακόμη περιορισμένη.

Παρόλα αυτά υπάρχει σαφής πολιτική βούληση σε κοινοτικό και εθνικό επίπεδο να προχωρήσει η παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας και βιοκαυσίμων, τόσο για περιορισμό της μεγάλης εξάρτησης της Ε.Ε. και της χώρας μας από εισαγόμενα ορυκτά καύσιμα, όσο και για την μείωση της επιβάρυνσης του κλίματος και ο περιορισμός της θέρμανσης της γης με τη χρήση των ανανεώσιμων και περιβαλλοντικά ήπιων βιοκαυσίμων.

Ανεξάρτητα από το κόστος εκτιμάται ότι τα βιοκαύσιμα θα προχωρήσουν ακόμη και μόνο για περιβαλλοντικούς λόγους, Μακροπρόθεσμα εκτιμάται ότι η τεχνολογία και η μείωση του κόστους θα οδηγήσουν τόσο στην οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή, όσο και στην επίτευξη του στόχου της αντικατάστασης των βιοκαυσίμων στο 2-10% της ολικής κατανάλωσης καυσίμων μέχρι το 2010. Αυτό θα δώσει ζωή στις αγροτικές περιοχές, δεδομένου ότι οι μονάδες παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και βιοκαυσίμων θα είναι τοπικές λόγω του όγκου της πρώτης ύλης και του ασύμφορου κόστους μεταφοράς του σε μεγάλες αποστάσεις, δημιουργώντας τόσο γεωργικό εισόδημα, όσο και πρόσθετες θέσεις εργασίας στο δευτερογενή και τριτογενή τομέα.

Ειδικότερα για την περιφέρεια Αν. Μακεδονία και Θράκης, στην παρούσα φάση θα πρέπει να δοκιμασθούν ορισμένες καλλιέργειες προτεραιότητας, και σε μεταγενέστερη φάση και άλλες υποσχόμενες καλλιέργειες. Στις καλλιέργειες προτεραιότητας περιλαμβάνονται η Ελαιοκράμβη, η Ρετινολαδιά, ο Μίσχανθος, το Κενάφ, το κλωστικό και σακχαρούχο Σόργο, και το Λινάρι.

Στην περιφέρεια υπάρχει αναπτυγμένη βιομηχανική βάση για την αξιοποίηση ξύλου και κυτταρινούχων πρώτων υλών, σακχαρότευτλων, καύσης βιομάζας και αποβλήτων κλπ. Αντίθετα επί του παρόντος δεν υπάρχουν χημικές βιομηχανίες για την παραγωγή αλκοόλης από σάκχαρα, άμυλο και κυτταρίνη, ούτε βιοντήζελ από φυτικά έλαια. Συνεπώς η έμφαση θα πρέπει να δοθεί στην καλλιέργεια κυτταρινούχων φυτών με μεγάλη παραγωγή βιομάζας, που μπορεί να καεί απευθείας για παραγωγή θερμότητα, ή να καεί για παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας. Η περιφέρεια Αν. Μακεδονίας - Θράκης έχει έρθει σε επαφή με ανάλογες τοπικές βιομηχανίες για την υποστήριξη και την οικονομική βιωσιμότητα της όλης προσπάθειας και έχει ήδη συστήσει ένα αντιπροσωπευτικό δίκτυο δοκιμαστικών αγρών για την εγκατάσταση των καινοτόμων αυτών ενεργειακών καλλιεργειών. Θεωρείται χρήσιμο να καεί η παραγόμενη βιομάζα των ενεργειακών φυτών σαν συμπλήρωμα σε υφιστάμενες βιομηχανίας καύσης φυτικών υπολειμμάτων (ελαιοπυρήνας, άχυρο, φλοιοί αμυγδάλων, πριονίδι, αστικών σκουπιδιών κλπ.) ή σε

μεγάλες βιομηχανίες για την κάλυψη μέρους των ενεργειακών αναγκών τους ή για την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας που έχει στην Ελλάδα απελευθερωθεί μέχρι του ύψους των 50 MW.

Υπό το πρίσμα αυτό εκτιμάται ότι αρχικά θα πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη βαρύτητα μεγαλύτερη βαρύτητα στο Μίσχανθο, το Κενάφ και την ελαιοκράμβη, και σχετικά μικρότερη στο Σόργο, το Λινάρι και την Ρετινολαδιά. Σε μεταγενέστερη φάση έχει ενδιαφέρον να δοκιμασθούν νέα ταχυσυζή υβρίδια και κλώνοι Ιτιάς και Λεύκης σε παραποτάμιας και παραλίμνιας περιοχές που αφθονούν στην Περιφέρεια Αν. Μακεδονίας και Θράκης, για παραγωγή χαρτιού, ξυλείας, μοριοσανίδων αλλά και για καύση για παραγωγή ηλεκτρισμού και ενζυματική υδρόλυση για παραγωγή αιθανόλης.

Ο μίσχανθος έχει το πλεονέκτημα ότι είναι πολυετές φυτό με οικονομική ζωή 10-12 ετών, που δίνει κάθε χρόνο σημαντική ποσότητα βιομάζας, έχει μικρές απαιτήσεις και δημιουργεί οικολογικά μικροπεριβάλλοντα ευνοϊκά για την πανίδα. Δεδομένου ότι η περιφέρεια είναι φημισμένη για τους προστατευόμενους βιότοπους της και την πλούσια και σπάνια χλωρίδα και πανίδα που αυτοί φιλοξενούν, η καλλιέργεια αυτή αξίζει να προωθηθεί πέραν των ενεργειακών και για περιβαλλοντικούς λόγους.

Το Κενάφ είναι επίσης ένα αξιόλογο ανοιξιόφυτο κλωστικό φυτό με ταχύτατο ρυθμό αύξησης, υψηλή απόδοση σε ίνες, περίπου 500 - 1000 κιλά ανά στρέμμα και εξαιρετικά χαρακτηριστικά για την παραγωγή χαρτιού υψηλής ποιότητας

Τέλος η Ελαιοκράμβη μπορεί να αντικαταστήσει ως χειμερινή καλλιέργεια το σιτάρι και να δώσει ικανοποιητικές αποδόσεις σε έλαιο υπό ξηρικές συνθήκες ή με περιορισμένη άρδευση.

Το Σόργο, το Λινάρι και η Ρετινολαδιά έχουν σήμερα μεγαλύτερη αξία ως ζωοτροφή ή για παραγωγή σιροπιού (σόργο), ως κλωστικό (λινάρι) ή ως πηγή πολύτιμου και ακριβού βιομηχανικού ή καλλυντικού λαδιού (ρετινολαδιά) και θα καλλιεργηθούν με πρωταρχικό στόχο τα προϊόντα αυτά. Όταν η έρευνα και η γενετική βελτίωση δώσουν κατάλληλες ποικιλίες για οικονομικά συμφέρουσα παραγωγή βιομάζας και βίο -ενέργειας τότε θα δοθεί έμφαση στον ενεργειακό χαρακτήρα αυτών των καλλιεργειών.

Όσον αφορά στην έρευνα για την παραγωγή βιοκαυσίμων, κρίνεται απαραίτητη η συμβολή ειδικευμένων στη βιομάζα Χημικών και Χημικών Μηχανικών από πανεπιστημιακές έδρες της περιφέρειας και η συνεργασία του Κέντρου Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Συμπερασματικά ο κλάδος των ενεργειακών φυτών βρίσκεται σε νηπιακό στάδιο. Χρειάζεται ακόμα σημαντική γεωργική έρευνα για την επιλογή των κατάλληλων ποικιλιών, την επισήμανση των περιοχών προσαρμογής της καλλιέργειας, την τεχνική

προσαρμογή των καλλιεργητικών μηχανημάτων για μείωση του κόστους. Επίσης χρειάζεται αντίστοιχη τεχνολογική έρευνα για την απόκτηση επιστημονικής τεχνογνωσίας και τη δημιουργία τεχνολογικής βάσης για καύση και παραγωγή ηλεκτρικού ρεύματος ή για παραγωγή αιθανόλης ή βιοντήζελ.

Τέλος είναι αναγκαία η διερεύνηση των δυνατοτήτων συνεργασίας με επιστημονικούς φορείς και βιομηχανικές μονάδες της περιφέρειας για την προώθηση επενδύσεων στον τομέα των βιοκαυσίμων και τη βελτίωση της οικονομικότητας των συναφών χημικών διεργασιών παραγωγής τους, καθώς και πολιτική βούληση, επιλογές και ρυθμίσεις για την υποστήριξη της βιωσιμότητά τους .

Παρ' όλες όμως τις σημερινές δυσκολίες η εισαγωγή των ενεργειακών καλλιεργειών σε μια κατ' εξοχή αγροτική περιοχή όπως είναι η περιφέρεια Αν. Μακεδονίας και Θράκης αποτελεί σημαντική επένδυση για το μέλλον της αγροτικής της οικονομίας, την εξασφάλιση σταθερού εισοδήματος για τους αγρότες της και την δημιουργία νέων θέσεων εργασίας. Λόγω της μεγάλης απόστασης της περιφέρειας από τα κύρια καταναλωτικά κέντρα του εσωτερικού και εξωτερικού δεν είναι δυνατή η στροφή προς προσοδοφόρες εναλλακτικές καλλιέργειες σπωροκηπευτικών και ανθέων που θα αντικαθιστούσαν τα πλεονασματικά ή μη ανταγωνιστικά χωρίς επιδοτήσεις φυτά μεγάλης καλλιέργειας. Έτσι η περιφέρεια αυτή είναι η πλέον ενδεδειγμένη στην Ελλάδα τόσο λόγω του κλίματος όσο και του μεγέθους και της διάρθρωσης του αγροτικού τομέα για τον τομέα των ενεργειακών φυτών.

Με τον τρόπο αυτό εκτιμάται ότι η χώρα θα μπορέσει να δημιουργήσει τις απαραίτητες προϋποθέσεις για την μείωση της ενεργειακής της εξάρτησης και της περιβαλλοντικής επιβάρυνσης, αντικαθιστώντας 5-10 % των αναγκών της σε ορυκτά καύσιμα με βιοκαύσιμα μέχρι το 2010. Διαφορετικά κινδυνεύει αδικαιολόγητα να μείνει έξω από την πρωτοπορία των κοινοτικών χωρών σε συναφή γεωργική πρακτική, τεχνολογική ανάπτυξη και περιβαλλοντική ευαισθησία και να χάσει την ευκαιρία να δώσει οικονομικά βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις για το μέλλον του αγροτικού της κόσμου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Alexoroulou E.,(1999). The EECInetwork Site - home of the European Energy Crops InterNetwork

Απόστολος Κ. Φασούλας.,(1984). Εργαστήριο Γενετικής και Βελτίωσης των Φυτών  
Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Brigham, R.D. (1993). Castor : Return of an oil crop. P. 380-383. In:J.Janick and J.E. Simon (eds).New crops. Wiley, New York.

Γαλανοπούλου- Σενδουκά, Στ. (2002). Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε., σσ.368-387

Charlie G. Coble and Richard P. Egg.( 2001). Processing Techniques for Ethanol Production from

Sweet Sorghum\* Agricultural Engineering Department, Texas A&M University, College Station, T.K. 77843, USA.

Collins, J.L., I.C. Yarhouck, and I.E. McCarty,(1980). *Quality of Sorghum-Corn Syrup Blends*. Oct., Nov., Dec. . Tennessee Farm and Home Science. Agricultural Experiment Station, University of Tennessee

Comparison of historical varieties of rapeseed and canola in Australia. 9<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Cambridge, UK, pp 365-367.

Dercas N. and A. Nikolaou .,( 1999). biobase, European Energy Crops InterNetWork

Freeman, K.C., D.M. Broadhead, N. Zummo, and F.E. Westbrook.,(1986). *Sweet Sorghum Culture and Syrup Production*. U.S. Dept. of Agr. Handbook No. 611, 55 pp.

Givan, William. *Estimated Costs of Producing and Processing Sorghum Syrup - 1980*. Misc. Publication No. 84, May 1980. Cooperative Extension Service, University of Georgia, College of Agriculture.

Grassi, G.Moncada, P & Zibetz H (1992). Promising Industrial Energy Crop.

Sweet Sorghum. Recent developments in Europe. Report EUR-14684.

Luxemburg: Commission of the European Community.

House of Commons, .2002–03,Environment, Food and Rural ,Affairs Committee, Biofuels, Seventeenth Report of Session

Hyett, J.H., Brown, J.S., Salisbury, P.A. and Ballinger, D.J. (1995) Introducing wild genes for blackleg resistance into canola. 10<sup>th</sup> Australian Research Assembly on Brassicas, Struan, pp. 36-37

Itzhak Shmulevich, 1984 Agricultural Engineering Department, Technion, Haifa, Israel

Kipriotis E. and E. Alexopoulou ,(1998),. The EECInetwork Site - home of the European Energy Crops This research was supported by the National Agricultural Research Foundation (N.AG.RE.F) in the framework of “DIMITRA 95” programme

Korley J.W. and J.S. Gundiff. 1991. System analysis of sweet sorghum harvest for ethanol production in the piedmont. Trans Amer.Soc.Agr.Eng. 34(2): 539-547

Labalette, F., A. Estragnat, and A. Messean. (1996). Development of castor bean production in France. P. 340-342. In: J.Janick (ed), Progress in new crops. ASMS Press, Alexandria, V.A.

Mask, Paul L. and William C. Morris. *Sweet Sorghum Culture and Syrup Production*. Circular ANR-625, Nov. 1991, Alabama Cooperative Extension Service, Auburn University.  
Wilhelms, L.R., and I.E. McCarty. *An Evaluation of Sorghum Syrup Processing Operations in Tennessee*. Research Report 85-01, Feb. 1985. Agricultural Experiment Station, University of Tennessee

McLaughlon S.B., R. Samson, D.Bransby, A.Wisebgel. 1996. Evaluating physical, chemical, and Energetical Properites of Perennial Grasses as Biofuels:.Proc., BIOENERGY'96 - The seventh national Bioenergy Conference: Partnerships to develop

and Apply Biomass Technologies, September 15-20, Nashville, Tennessee

ΜΑΚΡΗΣ Β., ΚΕΚΟΣ Δ., ΧΡΙΣΤΑΚΟΠΟΥΛΟΣ Π., ΜΑΙΟΣ (2003). Εργαστήριο Βιοτεχνολογίας, Ε.Μ.Π. Καινοτομίες στην παραγωγή Βιοαιθανόλης ως βιοκαύσιμο.

Monk R. L., F. R. Miller and G. G. McBEE, (1984).

Texas Agricultural Experiment Station and Department of Soil & Crop Sciences, Texas A&M University, College Station, Texas 77843, USA (Received: 11 June)

• Nicholaou Anastasia, (1999) The EECInetwork Site - home of the European Energy Crops InterNetwork

Panoutsou Calliope., 1999 .The EECI network Site - home of the European Energy Crops

Potter, T.D. and Salisbury, P.A. (1993) Triazine resistant canola in southern Australia. 7<sup>th</sup> Australian Agronomy Conference, Adelaide, pp 80-82.

Potter, T.D., Salisbury, P.A., Ballinger, D.J., Wratten, N. and Mailer, R.J. (1995) Comparison of historical varieties of rapeseed and canola in Australia. 9<sup>th</sup> International Rapeseed Congress, Cambridge, UK, pp 365-367

Purseglove, J.W. (1981). Tropical crops. Monocotyledons. Longman. . U.K.

Rains, G.C., J.S. Gundiff, and G.E. Welbaum, (1993). Sweet sorghum for a piedmont ethanol industry p.394-399. J.Janieh and J.E. Simon (eds), New crops. Wiley. New York.

Reidenbach, V. G. & Coble, C. G. (1982). *Sugarcane or sweet sorghum processing techniques*, ASAE Paper No. 82-3562, St Joseph, American Society of Agricultural Engineers.

Σάρλης Γεώργιος. (1999). Συστηματική Βοτανική, εφαρμογές κορμοφύτων. Αθήνα, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης

Salisbury, P.A., Ballinger, D.J., Wratten, N., Plummer, K.M. and Howlett, B.J. (1995) Blackleg disease on oilseed Brassica in Australia: a review. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 35, 665-672.

Simmonds, N.W. *Evolution of crop plants.* (1976). Longman. London and New York.

Small, E. (1999). New crops for Canadian Agriculture. P. 15- 52. In J. Janick (ed), *Perspectives on new crops and new uses.* ASMS Press, Alexandria, VA.

Ταλέλλης Ε. (1981). Φυτά μεγάλης καλλιέργειας -μέρος πέμπτο. Α.Γ.Σ.Α- Αθήνα

Webber, C.L. III, H.L. Bhardwaj, and V.K. Bledsoe. (2002). Kenaf production : fiber, feed, and seed. P. 327-339. In : J.Janick and A. Whipkey (eds), *Trends in new crops and new uses.* ASMS Press, Alexandria, VA.

Εξέλιξη Κλάδων Φυτικής - Ζωικής παραγωγής της πενταετίας : 1998-2002 στην περιφέρεια Αν. Μακεδονίας - Θράκης. Μελέτη Περιφέρειας Α.Μ.Θ. 2003. (Απόσπασμα)

University of Pretoria, Department of Plant Production and Soil Science in the Faculty of Biological and Agricultural Sciences, Submitted in partial fulfilment of the requirements for the degree of Doctor of Philosophy, Thabsile Virginia Balole, Pretoria August 20  
Pretoria August 20

Roy, N.N (1984) Interspecific transfer of Brassica juncea-type high blackleg resistance to Brassica napus. *Euphytica* 33, 295-303.

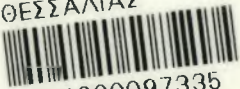
## INTERNET - WEB SITES

- [www. Bioking.nl](http://www.Bioking.nl)
- [www. Biomatnet.com](http://www. Biomatnet.com)
- [www. Ca.uky.edu.com](http://www. Ca.uky.edu.com)
- [www Cdfa.ca.gov/phpps/ipc/weedinfo/ \*Helianthus\*.htm](http://www Cdfa.ca.gov/phpps/ipc/weedinfo/ Helianthus.htm)
- [www Elsevier.com](http://www Elsevier.com)
- [www Energy farms.net](http://www Energy farms.net)
- [www Kpe-kastor.kas.sch.gr/energy/alternative/biomass.htm](http://www Kpe-kastor.kas.sch.gr/energy/alternative/biomass.htm)
- [www.Oikoen.gr/selides-genet-biotech.htm](http://www.Oikoen.gr/selides-genet-biotech.htm)
- [www .Science direct.com](http://www .Science direct.com)
- [www. Scirus.com](http://www. Scirus.com)
- [www. Viotech.com](http://www. Viotech.com)
- [www .Wikipedia.com](http://www .Wikipedia.com)





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097335