

ΟΜΙΛΙΑ

**ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ *Sorghum bicolor* (L) Moench cv. Keller
ΓΙΑ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΒΙΟΚΑΥΣΙΜΟΥ**



» BIOSIS

- » Πρόγραμμα Κοινοτικής Πρωτοβουλίας
- » INTERREG IIIA ΕΛΛΑΔΑ-ΙΤΑΛΙΑ 2000-2006

»

- » ΑΘΗΝΑ ΘΕΟΔΩΡΑΚΟΠΟΥΛΟΥ
- » ΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗ ΣΥΝΕΡΓΑΤΗΣ
- » ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΟΥ ΤΑΜΕΙΟΥ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ
- » ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΣ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ

» ΕΡΕΥΝΗΤΡΙΑ

Παναϊώλιο, 24/8/07





ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΓΛΥΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ
[*Sorghum bicolor* (L) Moench cv.
Keller]

Παναιτώλιο, 24/8/07

Ενεργειακές καλλιέργειες και γλυκό σόργο

- *Επιτακτική ανάγκη χρήσης εναλλακτικών μορφών ενέργειας*
- *Ενεργειακές καλλιέργειες: τα μονοετή ή πολυετή φυτά που καλλιεργούνται με σκοπό να χρησιμοποιηθεί η βιομάζα τους στην παραγωγή καυσίμων*
- *Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου έχει αξιολογηθεί ως μια από τις δυναμικές ενεργειακές καλλιέργειες για παραγωγή βιο-αιθανόλης*

Ερευνητικό ζήτημα: Συμβατικός ή βιολογικός τρόπος καλλιέργειας του γλυκού σόργου;

Ανάπτυξη των φυτών

- Ανάπτυξη των φυτών: λειτουργία αλληλεπίδρασης δύο παραγόντων, δηλ. του γενότυπου x το περιβάλλον (εσωτερικοί παράγοντες ανάπτυξης x εξωτερικοί παράγοντες ανάπτυξης)
- Αύξηση των φυτών: κυτταρική διαίρεση (αύξηση του αριθμού των κυττάρων) και κυτταρική διεύρυνση (αύξηση του μεγέθους των κυττάρων)

Αγρονομικός στόχος: μεγιστοποίηση του ρυθμού αύξησης

Ανάπτυξη των φυτών - θερμοχρόνος

- Οι επιδράσεις της θερμοκρασίας και της ηλιακής ακτινοβολίας μπορούν να θεωρηθούν υπεύθυνες για πολλές από τις διαφορές που παρατηρούνται στην παραγωγή της οργανικής ουσίας μεταξύ των καλλιεργειών

Θερμοκρασία και ανάπτυξη φυτών - Θερμοχρόνος

$$S(t) = a(T - T_t) \int_{t=0}^t dt$$

- $S(t)$: Χρονική διάρκεια φαινολογικού σταδίου, T : θερμοκρασία, T_t : κατώφλι θερμοκρασίας (θερμοκρασία βάσης) πάνω από το οποίο εκδηλώνεται η ανάπτυξη των φυτών, $1/a$: θερμοχρόνος (δηλ. αθροιστική θερμοκρασία που απαιτείται για την ολοκλήρωση ενός φαινολογικού σταδίου)

Παναγιώλιο, 24/8/07

Μονάδες θερμοχρόνου: θερμοημέρες (degree days)

Ανάπτυξη των φυτών - φωτοθερμοχρόνος

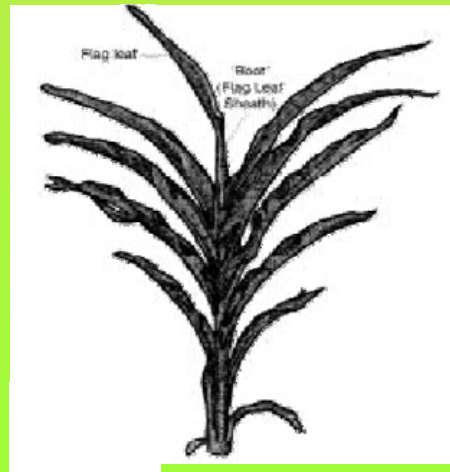
- Η φωτοπερίοδος είναι υπεύθυνη για τις σημαντικότερες φωτομορφογενετικές αποκρίσεις των φυτών
- Η συνδυασμένη επίδραση της θερμοκρασίας και της φωτοπεριόδου είναι καθοριστική για την αυξητική συμπεριφορά πολλών φυτών
- Ο **φωτοθερμοχρόνος** είναι το ολοκλήρωμα της μεταβολής της θερμοκρασίας βάσης με τη φωτοπερίοδο και έχει τις ίδιες μονάδες με το θερμοχρόνο (βαθμοημέρες)

Στάδια ανάπτυξης του σόργου

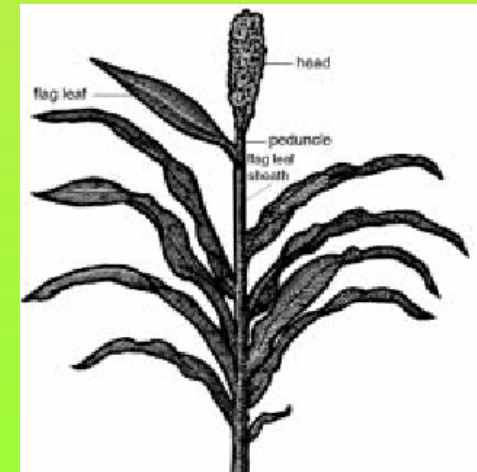
- Το σόργο (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) είναι από τα σημαντικότερα ενεργειακά φυτά παγκοσμίως
- Γενικά για το σόργο:
A) Ο Kelley (2006) διακρίνει 3 στάδια ανάπτυξης:



1. Στάδιο των 3-φύλλων



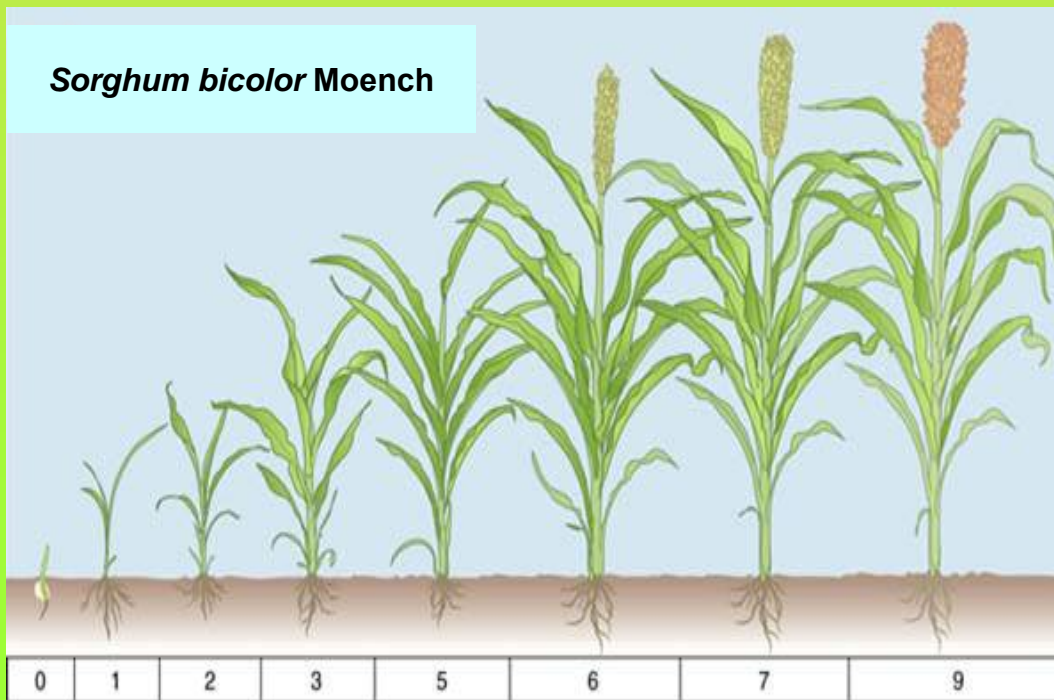
2. Στάδιο του σχηματισμού του περιάνθιου (boot stage)



3. Στάδιο πλήρους ωριμότητας

Στάδια ανάπτυξης του σόργου

B) Ο Vanderlip (1993) διακρίνει 10 στάδια ανάπτυξης:



Στάδιο 0: εμφάνιση

Στάδιο 1: 3-φύλλων

Στάδιο 2: 5-φύλλων

Στάδιο 3: διαφοροποίησης ανάπτυξης

Στάδιο 4: εμφάνιση του τελευταίου φύλλου στον κορυφαίο σπόνδυλο (leaf-flag)

Στάδιο 5: περιάνθιου

Στάδιο 6: ημι-άνθησης

Στάδιο 7: μαλακής ζύμης

Στάδιο 8: σκληρής ζύμης

Στάδιο 9: φυσιολογικής ωριμότητας

Στάδια ανάπτυξης του γλυκού σόργου

B) O Woods (2003) διακρίνει 4 στάδια ανάπτυξης:

Στάδιο 1:

- Αναφέρεται στο χρονικό στάδιο μεταξύ της φύτευσης και του σχηματισμού των οφθαλμών
- Πλάγιοι βλαστοί εμφανίζονται συνήθως μετά τη διέλευση των πρώτων 30 ημερών κάτω από τις μασχάλες των 3-5 πρώτων φύλλων
- Αναπτύσσεται με βραδείς ρυθμούς και οι απαιτήσεις του σε νερό και θρεπτικά (λίπανση) είναι αυξημένες

Στάδιο 2: επιμήκυνσης

- 47-55 ημέρες μετά την εμφάνιση του αρτιφύτου
- Σημαντική και ταχεία αύξηση της φυλλικής επιφάνειας και του ύψους του φυτού
- Όσο πιο πολύ διαρκεί το στάδιο αυτό τόσο πιο ψηλό και παραγωγικό γίνεται το φυτό
- απαιτεί αποτελεσματικές καλλιεργητικές πρακτικές (διαχείριση)

Στάδιο 3: άνθησης

- Ανάπτυξη φόβης
- Τα άνθη εμφανίζονται βαθμιαία από την κορυφή προς τη βάση και από το εξωτερικό προς το εσωτερικό τμήμα της φόβης
- Το ανοιγοκλείσιμο των πετάλων των ανθέων διαρκεί μία ώρα
- Απαιτούνται επαρκείς ποσότητες νερού, ιδιαίτερα για τις όψιμες ποικιλίες που ανθίζουν σε ζεστές και ξηρές καλοκαιρινές ημέρες

Στάδιο 4: “γάλακτος” και ωρίμανσης

1. γάλακτος: έκκριση γαλακτώδους παχύρευστου λευκού υγρού (ενδοσπέρμιο) όταν ο σπόρος συνθλιβεί

2. μαλακού κηρού: όταν ο σπόρος συνθλιβεί, δεν εξέρχεται λευκό υγρό αλλά παχύρευστη κηρώδης πάστα

3. ωριμότητας: Ο σπόρος γίνεται ξηρός και σκληρός, Από την άνθηση στην ωρίμανση απαιτούνται 30 ημέρες.

Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά

- Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά: σύνολο παραμέτρων αύξησης που έχουν σχέση κυρίως με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των φυτών (ύψος, αριθμός των ενεργών φύλλων και κατ' επέκταση η φυλλική επιφάνεια και ο αριθμός των κόμβων)
- Τα αγροβιολογικά χαρακτηριστικά επηρεάζουν άμεσα φυσιολογικές λειτουργίες όπως η φωτοσυνθετική δραστηριότητα, η διαπνοή και η αξιοποίηση της προσπίπτουσας ηλιακής ακτινοβολίας από τη φυτική κόμη, επηρεάζονται δε από τις χρησιμοποιούμενες καλλιεργητικές τεχνικές, τη θερμοκρασία και τη φωτοπερίοδο
- Τα αγροβιολογικά χαρακτηριστικά διαφοροποιούνται μεταξύ των διαφόρων καλλιεργούμενων ποικιλιών στα πλαίσια της πλαστικότητας προσαρμογής τους σε διαφορετικές περιβαλλοντικές συνθήκες

Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Φύλλα

Εμφανίζονται με τη βλάστηση των σπερμάτων

Τα αρχικά φύλλα αποτελούνται από το κεντρικό κύτταρο στο θόλο της κορυφής, το οποίο διαιρείται (γίνεται μεριστωματικό), διογκώνεται και δημιουργεί προεξοχές στην κορυφή του κολεού

Μετά το σχηματισμό του φύλλου, τα κύτταρα στην υποδερμίδα γίνονται μεριστωματικά

Στη συνέχεια, αναπτύσσονται διαδοχικά τα φύλλα και οι κολεοί που προέρχονται από τα εμβόλιμα μεριστώματα



Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Φύλλα

Έχουν οδοντώσεις στις παρυφές του ελάσματος

Φέρουν εφυμενίδα με κηρώδες επίχρισμα και πολλά μηχανικά κύτταρα στην άνω επιδερμίδα που αποδεικνύουν την ικανότητα συστροφής του ελάσματος σε περίοδο ξηρασίας όπου μειώνεται η απώλεια του νερού

Ο ρυθμός θανάτου στα φύλλα εξαρτάται από τη συνολική θερμοκρασία αλλά μπορεί να επηρεαστεί από τη σκίαση, την έλλειψη θρεπτικών στοιχείων, την ξηρασία, τον παγετό και τις ασθένειες



Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Μήκος μεσογονάτειων διαστημάτων

Στο ύψος των κολεών βρίσκονται τα εμβόλιμα μεριστώματα των μεσογονατίων διαστημάτων

Η υποδιαίρεση των κυττάρων γίνεται στα μεσογονάτια της βάσης αντί στα μεριστώματα της κορυφής. Γι' αυτό η δράση των εμβόλιμων μεριστωμάτων κατανέμεται σε κάθε σημείο του μήκους των φύλλων, των περιβλημάτων, και των μεσογονατίων στα αρχικά τους στάδια

Με την ωρίμανση, η μεριστωματική δράση μεταφέρεται στην περιοχή της βάσης και τελικά σταματάει να υφίσταται

Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Αριθμός κόμβων

Οι κόμβοι είναι τα σημεία εκείνα του φυτού από τα οποία εκφύονται τα φύλλα

Η μεταβολή του αριθμού τους ακολουθεί το ίδιο πρότυπο αύξησης με αυτό των φύλλων

Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών ο αριθμός των κόμβων αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο. Το σημείο στο οποίο αρχίζει η μείωση του αριθμού των φύλλων δεν υπάρχει όσον αφορά την αύξηση των κόμβων. Οι κόμβοι συνεχίζουν να αυξάνονται αν και με προφανώς μειωμένο ρυθμό και μετά από αυτό το σημείο

Η διαφορά του αριθμού των κόμβων σε σχέση με τον αριθμό των φύλλων οφείλεται στο ότι οι κόμβοι δεν μειώνονται σε αριθμό με την έναρξη της διαδικασίας του βιολογικού γήρατος

Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Ριζικό σύστημα

Αποτελείται από μια δευτερογενή εμβρυακή ρίζα με κατακόρυφη διεύθυνση και πολλές πλευρικές ρίζες κατά μήκος

Οι ρίζες του είναι μόνιμες και εναέριες

Το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος κυμαίνεται από 0,9-1,2 m, ενώ σε πλήρως ανεπτυγμένα φυτά μπορεί να φτάσει και τα 2,7 m

Έχει λεπτότερες και πιο ινώδεις ρίζες από τον αραβόσιτο, ενώ οι μόνιμες ρίζες του κατά μονάδα μήκους, δευτερογενούς εμβρυακής μορφής, είναι διπλάσιες του αραβόσιτου. Αυτό επιτρέπει στο σόργο να έχει μεγαλύτερη

ικανότητα απορρόφησης νερού



Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Βλαστός

Κατακόρυφος, ύψος 0,5-5 m

7-18 κόμβοι, με οφθαλμούς κατ' εναλλαγή

*Αδελφώματα από τους οφθαλμούς της βάσης
– χαμηλές θερμοκρασίες ευνοούν τα
αδελφώματα*



Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Ταξιανθία - Ταξικαρπία

Φόβη συμπαγής ή αραιή, 1000-5000 γόνιμα
άνθη ανά φυτό

Ταξικαρπία με 800-3000 κόκκους



Παναιτώλιο, 24/8/07

Αγροβιολογικά χαρακτηριστικά του γλυκού σόργου

Καρπός

Μήκος: 8 - 35 mm - βάρος (1000 καρπών): 20-40 gr

Περιβάλλεται από δυο λέπυρα που αποχωρίζονται στην κορυφή

Τα λέπυρα απομακρύνονται δύσκολα

Κόκκινοι, λευκοί, κίτρινοι ή καφέ. Το σκοτεινό χρώμα δηλώνει ύπαρξη τανίνης που μειώνει την πεπτικότητα του καρπού

Το κίτρινο ενδοσπέρμιο δηλώνει μεγάλη περιεκτικότητα σε καροτένια

Απαιτεί θερμοκρασίες 7-10 °C για να βλαστήσει

Παναιτώλιο, 24/8/07



Στόχος

η προώθηση της καλλιέργειας του γλυκού σόργου στην Ελλάδα και η διερεύνηση των δυνατοτήτων βιολογικής του καλλιέργειας έναντι της συμβατικής

- Γλυκό σόργο: *Sorghum bicolor*
Moench cv. Keller

- Ετήσιο αγρωστώδες

- Θερμόβιο

- Πιθανή προέλευση: Αιθιοπία



Υλικά και Μέθοδοι

ΧΕΙΡΙΣΜΟΙ

Μέθοδοι κάλυψης των αναγκών της καλλιέργειας σε θρεπτικά

Συμβατικός χειρισμός (X_1)

Λίπασμα Complet
(4,9 kg 12-12-17+2MgO)

Βιολογικός χειρισμός (X_2)

- χλωρή λίπανση
- 200 kg οργανικής ουσίας
- 1,73 kg Patent Kali (0-0-48)
- βακτήρια

Υλικά και Μέθοδοι

- Διαστάσεις πειραματικού τεμαχίου (π.τ.): $7\text{m} \times 7\text{m}$
- Αποστάσεις μεταξύ των π.τ.: 2 m
- Φύτευση κατά μήκος 11 γραμμών σε κάθε π.τ. και σε απόσταση $0,20\text{ m}$ επί των γραμμών τους
- Οι αποστάσεις των γραμμών φύτευσης ήταν $0,70\text{ m}$
- Σύστημα στάγδην άρδευσης



Υλικά και Μέθοδοι

- Αντιμετώπιση ανταγωνιστικών παρασίτων με σκεύασμα ΟΙΚΟΣ 32 EC (αζαδιραχτίνη 3,2%)



Anacentrinus deplanatus
Προσβολή της κορυφής

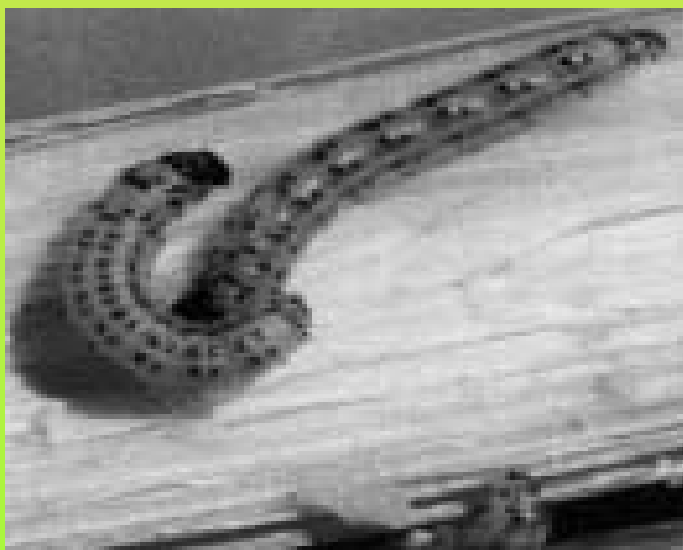


Αφίδες *Rhopalosiphum maidis*



Αφίδες *Schizophis graminum*

- Αντιμετώπιση αυτοφυούς βλάστησης (*Amaranthus retroflexus* L., *Verbena officinalis* L., *Heliotropium europaeum* L., *Oryzopsis miliacea*(L.)Benth, *Chenopodium vulvaria* L., *Solanum nigrum* L., *Phragmites australis*(Cav.) Trin.ex Steud , *Conyza bonariensis* (L.)Cronquist., *Mentha spicata* L., *Malva silvestris* L., κ.ά.)



Προνύμφη *Sesamia nonagriodes* (Lef). (αριστερά)- Ακμαίο έντομο της ίδιας προνύμφης (δεξιά)



ΕΥΧΑΡΙΣΤΩ

Παναιτώλιο, 24/8/07

