



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ, ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΑΣ & ΕΦΑΡΜΟΣΜΕΝΗΣ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑΣ ΦΥΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ: ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΖΩΤΟΥΧΟΥ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΣΤΗΝ  
ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΟΤΗΤΑ ΞΗΡΙΚΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΟΥ ΣΟΡΓΟΥ  
ΣΤΗΝ ΔΥΤΙΚΗ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑ**



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ: Ευαγγέλου Γεώργιος

Α.Μ.: 1598

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: Δρ. Νικόλαος Δαναλάτος

**Εξεταστική Επιτροπή**

Δαναλάτος Νικόλαος, Καθηγητής

Μπαρτζιάλης Δημήτριος, μέλος ΕΔΙΠ

Πετρόπουλος Σπυρίδων, Επίκουρος Καθηγητής

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ολοκληρώνοντας την πτυχιακή μου εργασία, έχω την ανάγκη να ευχαριστήσω θερμά, τον κ. Νικόλαο Δαναλάτο ο οποίος μου παραχώρησε ένα θέμα με τόσο ενδιαφέρον και με καθοδήγησε σε όλη την διάρκεια της εκτέλεσης της εργασίας μέχρι την ολοκλήρωσή της.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τους κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη και τον επίκουρο καθηγητή κύριο Πετρόπουλο Σπυρίδων για την πολύτιμη βοήθειά τους ως συμβουλευτική επιτροπή.

Φυσικά, οφείλω το μεγαλύτερο ευχαριστώ στους γονείς μου, Ευθύμιο και Στεργιανή, για την υποστήριξη και την βοήθειά τους όλα αυτά τα χρόνια.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	3
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ - ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΟΡΓΟ.....</b>	<b>7</b>
1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ.....	7
1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ.....	8
1.2.1 ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ.....	9
1.2.2. ΒΛΑΣΤΟΣ.....	10
1.2.3. ΦΥΛΛΑ.....	12
1.2.4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ.....	13
1.3. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	14
1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΣΟΡΓΟΥ.....	16
1.4.1. ΕΔΑΦΟΣ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ.....	17
1.4.2. ΣΠΟΡΑ.....	17
1.4.3. ΛΙΠΑΝΣΗ.....	19
1.4.4. ΑΡΔΕΥΣΗ.....	21
1.4.5. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ.....	21
1.4.6. ΕΧΘΡΟΙ ΚΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ.....	22
1.4.7. ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΚΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ.....	23
1.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ.....	24
1.5.1. ΧΡΗΣΕΙΣ ΤΟΥ ΣΟΡΓΟΥ.....	25
1.6. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ.....	27
1.6.1. ΑΜΥΛΟ.....	28
1.6.2. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ.....	28
1.6.3. ΠΡΩΤΕΙΝΕΣ.....	28
1.6.4. ΛΙΠΙΔΙΑ.....	29
1.6.5. ΦΥΤΙΚΕΣ-ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ.....	29

1.6.6. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ.....	30
1.7. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΣΟΥΛΙΟΥ.....	30
1.8. ΣΚΟΠΟΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	31
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ .....</b>	<b>32</b>
2.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	32
2.2. ΕΠΙΚΡΑΤΟΥΣΕΣ ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ.....	33
2.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ.....	33
2.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ – ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ.....	33
2.4.1. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ.....	34
2.5. ΑΠΟΔΟΣΗ.....	34
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....</b>	<b>37</b>
<b>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>43</b>
<b>5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....</b>	<b>44</b>

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης διαφορετικών επιπέδων αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγικότητα ξηρικού σόργου στην αγροτική περιοχή Τσοτυλίου Κοζάνης. Έγινε πείραμα αγρού με πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων τεμαχίων σε 4 επαναλήψεις συγκροτημάτων. Η καλλιέργεια σπάρθηκε τον Απρίλιο του 2017 και συγκομίστηκε τον Σεπτέμβριο του 2017. Οι μεταχειρίσεις αζώτου ήταν 0, 8, 16 και 24 kg/στρ. Τα αποτελέσματα δεν έδειξαν σημαντική διαφορά στην τελική παραγωγικότητα προφανώς λόγω της περιορισμένης διαθεσιμότητας υγρασίας (ξηρική καλλιέργεια) και του σχετικά γόνιμου εδάφους. Γεγονός είναι ότι υπό ξηρικές συνθήκες και χωρίς αζωτούχο λίπανση το σόργο μπορεί να αποδώσει περί τα 1500 kg/στρ. ξηρής κτηνοτροφής και έτσι μπορεί να αποτελέσει σημαντική καλλιέργεια για την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας στην περιοχή Κοζάνης.

## **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ-ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΟ ΣΟΡΓΟ**

---

Το ενδιαφέρον για την καλλιέργεια και επεξεργασία του σόργου αυξάνεται συνεχώς, αφού οι χρήσεις του είναι πολυπληθείς και η ανάπτυξή του εξίσου ενδιαφέρουσα.

Καθώς οι διαθέσιμοι φυσικοί πόροι μειώνονται και σύμφωνα με επιστημονικές έρευνες η έλλειψη νερού θα αποτελέσει πρόβλημα στο άμεσο μέλλον, το ενδιαφέρον στρέφεται ολοένα και πιο πολύ σε καλλιέργειες που χρειάζονται περιορισμένη άρδευση.

Η οικονομικότερη διαχείριση και παραγωγή αποτελούσε πάντα έντονο προβληματισμό σε κάθε επαγγελματία και όπως είναι προφανές το ίδιο ισχύει και για τον αγροτικό πληθυσμό. Βασικό έξοδο που λογίζεται στην αγροτική παραγωγή, αποτελεί η λίπανση. Επίσης, πρόβλημα αποτελεί η αλόγιστη χρήση λιπασμάτων και η ρύπανση των υδατικών πηγών λόγω αυτού. Έτσι, ο ορθός υπολογισμός της άριστης λιπαντικής διαδικασίας, συνυπολογίζοντας όλες τις παραμέτρους γύρω απ' αυτή, είναι φυσικό να απασχολεί κάθε γεωργό.

Στο Βόιο ο αγροτικός πληθυσμός μειώνεται συνεχώς μαζί με το ενδιαφέρον για τη γεωργία. Το γεωγραφικό ανάγλυφο του τόπου δε δίνει την ευκαιρία για ποικιλία παραγωγής και γι' αυτό το λόγω οι γεωργοί δεν επιθυμούν να δοκιμάσουν οτιδήποτε καινούριο για την περιοχή.

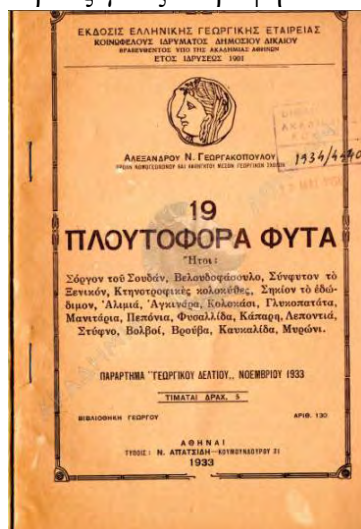
Αυτοί είναι κάποιοι από τους λόγους που οδήγησαν στην εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής διατριβής, καθώς επίσης το προσωπικό ενδιαφέρον για την καλλιέργεια του σόργου.

### **1.1. ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΑΝΑΔΡΟΜΗ**

Το σόργο είναι ένα από τα πρώτα φυτά που καλλιεργήσε ο άνθρωπος. Οι πρώτες καλλιέργειες σόργου φαίνεται να ξεκινούν από την Αφρικανική ήπειρο και κατά κύριο λόγω την περιοχή της Αιθιοπίας, όπου και έγινε η πρώτη εξημέρωση σόργου κοντά στα 5000 π.Χ. (Smartt & Simmonds, 1995). Ενδιαφέρον παρουσιάζει η εξάπλωσή του, καθώς εμφανίστηκε αρκετές χιλιετίες αργότερα σε Μέση Ανατολή και Ινδία, περίπου το 2000 π.Χ. (Smith & Frederiksen, 2000). Στην Αίγυπτο δε και την Ευρώπη αργότερα, δεν υπάρχουν αναφορές σχετικά με το σόργο ως και τα Ρωμαϊκά χρόνια.

Το ενδιαφέρον για το σόργο στο δυτικό κόσμο ξεκινά μετά τα μέσα του 19<sup>ου</sup> αιώνα. Σύμφωνα με τον Martin (1936) η πρώτη εισαγωγή του σόργου στην Αμερική έγινε το 1853 από τη Γαλλία, όπου είχε προηγουμένως εισαχθεί από την Κίνα το 1851 (Undersander κ.α., 1990a, Smith & Frederiksen, 2000). Το σόργο γνώρισε μεγάλη εξάπλωση μετά την επίτευξη προσαρμογής, τροπικών ποικιλιών σε εύκρατα κλίματα μετά από ανάλογη γενετική βελτίωση (Καραμάνος, 1999).

Σήμερα, καλλιεργείται κατά 90% στις αναπτυσσόμενες χώρες (Αφρικής και Ασίας) κυρίως για ζωοτροφή. Ωστόσο, στην Ελλάδα η καλλιέργεια του σόργου δεν ξεπερνά



τα 10.000 στρέμματα και εντοπίζεται κυρίως στη Θράκη, για κατασκευή σαρώθρων (σκούπες). Προσπάθειες έγιναν κατά καιρούς για αύξηση της παραγωγής στην χώρα μας χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία. Χαρακτηριστικά αναφέρεται σαν καλλιέργεια από τον Αλέξανδρο Ν. Γεωργακόπουλο σε έκδοση της Ελληνικής Γεωργικής Εταιρείας το 1933. Η νέα αυτή καλλιέργεια για την Ελλάδα αντιμετωπίζεται με δυσπιστία και χωρίς το ενδιαφέρον που θα έπρεπε να της δίνεται.

Εικόνα 1 Τεύχος Ε.Γ.Ε, 1933.

## 1.2. ΒΟΤΑΝΙΚΗ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Το επιστημονικό όνομα του σόργου είναι *Sorghum Bicolor* και ανήκει στην οικογένεια των Αγροστωδών. Πριν την περιγραφή του σόργου από τον Linnaeus, αυτό αναφερόταν με διάφορες λατινικές ονομασίες όπως *Milium indicum* ή *Melica sive Sorghum*. Αρχικά ο Πλίνιος έδωσε την πρώτη γραπτή περιγραφή του σόργου τον πρώτο αιώνα μ.Χ. , ενώ τα σημάδια του σόργου χάνονται μέχρι τον δέκατο τέταρτο αιώνα, εκτός από κάποια αναφορά του Κινέζου Wangzhen το 1313. Το 1753 ο Linnaeus κατέταξε το σόργο στο γένος *Holcus* ενώ αργότερα ο Moench διαφοροποίησε το γένος *Sorghum* από το γένος *Holcus*. Το γένος *Sorghum* υποδιαιρείται σε τρία διαφορετικά είδη: *S. bicolor*, *S. halepense* και *S. propinquum*. Τα δύο τελευταία είδη περιλαμβάνουν αυτοφυή φυτά με πολύ ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα, ετήσια και πολυετή, όπως το γνωστό δυσεξόντωτο ζιζάνιο "βέλιουρας" (Berenji & Dahlberg, 2004).

Το είδος *S. bicolor* περιλαμβάνει ετήσια φυτά, καλλιεργούμενα και μη, ενώ χαρακτηρίζεται από μεγάλη ποικιλομορφία. Υποδιαιρείται στα υποείδη *bicolor*, *drummondii* και *verticilliflorum*, από τα οποία μόνο το πρώτο (*Sorghum bicolor spp. bicolor*) περιλαμβάνει καλλιεργούμενα είδη. Οι γνωστότερες ποικιλίες αναφέρονται κυρίως σε τρεις τύπους σόργου, το ινώδες, το σακχαρούχο και το καρποδοτικό.



Rank	Scientific Name and Common Name
Kingdom	Plantae – Plants
Subkingdom	Tracheobionta – Vascular plants
Superdivision	Spermatophyta – Seed plants
Division	Magnoliophyta – Flowering plants
Class	Liliopsida – Monocotyledons
Subclass	Commelinidae
Order	Cyperales
Family	Poaceae / Gramineae – Grass family
Genus	<i>Sorghum</i> Moench – sorghum
Species	<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench – sorghum

Εικόνα 2 Σύμφωνα με το USDA δίνεται η βοτανική ταξινόμηση για το *S.bicolor*.

Το σόργο (*S.bicolor*) είναι C4 φωτοσυνθετικό, ετήσιο εαρινό, φυτό. Το ύψος του κυμαίνεται από 1-5 μέτρα. Τόσο το γλυκό όσο και το ινώδες σόργο έχουν συνήθως μεγαλύτερο ύψος και δίνουν υψηλές αποδόσεις σε βλαστό και μικρές αποδόσεις σε καρπό, συγκρινόμενα με το καρποδοτικό σόργο.

Το γλυκό σόργο χαρακτηρίζεται από υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα των στελεχών του, ενώ το ινώδες έχει στελέχη με υψηλή περιεκτικότητα σε κυτταρίνες και ημικυτταρίνες.

### 1.2.1. ΡΙΖΙΚΟ ΣΥΣΤΗΜΑ

Το σόργο αναπτύσσει πολύ ισχυρό θυσσανώδες ριζικό σύστημα. Καθώς η ρίζα ωριμάζει, στην επιδερμίδα της σχηματίζεται πυριτική στήλη η οποία εξασφαλίζει επαρκή μηχανική αντοχή κατά τη διάρκεια περιόδων ξηρασίας, προφυλάσσοντας το ριζικό σύστημα από καταστροφή (FAO, 1990). Το ριζικό σύστημα αποτελείται από πλέγμα κύριων, δευτερογενών και στηρικτικών ριζών. Η πρωτογενής ρίζα αναπτύσσεται στον αρτίβλαστο. Είναι η μοναδική εμβρυϊκή ρίζα που αναπτύσσεται από το σπόρο κατά το φύτεμα και είναι προσωρινή. Πριν τη δημιουργία δευτερογενών ριζών, η πρωτογενής ρίζα είναι το κύριο όργανο πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος. Οι ώριμες ρίζες σόργου έχουν τυχαία διακλάδωση. Οι μόνιμες αυτές ρίζες έχουν πολυάριθμες διακλαδισμένες πλευρικές ρίζες που αναπτύσσονται στο έδαφος προς όλες τις κατευθύνσεις. Το ριζικό σύστημα εκτείνεται τουλάχιστον 1,5m γύρω από το φυτό, ο κύριος όγκος του συγκεντρώνεται στα πρώτα 90 εκατοστά του εδαφικού προφίλ αλλά φτάνει στο διπλάσιο βάθος (FAO, 1990).

Η δυναμικότητα, δηλαδή ο βαθμός ανάπτυξης και διείσδυσης του ριζικού συστήματος στο έδαφος εξαρτάται από συνδυασμό παραγόντων που σχετίζονται με το φυτό και το έδαφος, όπως η εδαφική αντίσταση, η οποία με τη σειρά της εξαρτάται από την κοκκομετρική σύσταση, τη δομή και την περιεχόμενη υγρασία του εδάφους. Το ριζικό σύστημα αποτελεί το 10-12% του συνολικού ξηρού βάρους του φυτού. Γενικά το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος σε πλήρως ανεπτυγμένα φυτά βρίσκεται μεταξύ 0,9–1,2 μέτρα ενώ οι ρίζες φτάνουν σε βάθος 1,8–2,7 μέτρα. Το κύριο ριζόστρωμα είναι σε μεγαλύτερο βάθος σε ξηρικές καλλιέργειες (Καραμάνος, 1999).

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την αποτελεσματική χρήση του νερού και την αντοχή στην ξηρασία είναι η αποτελεσματικότητα του ριζικού συστήματος. Το πρωτογενές ριζικό σύστημα του καλαμποκιού και του σόργου είναι εξίσου εκτεταμένο, ωστόσο το σόργο σχηματίζει διπλάσιο αριθμό δευτερογενών ριζών, συγκριτικά με το καλαμπόκι, σε όλα ανεξαρτητως τα στάδια ανάπτυξης (FAO, 1990, Καραμάνος, 1999). Επομένως υπάρχει μεγαλύτερη ικανότητα απορρόφησης νερού (σχεδόν διπλάσια) στο σόργο, σε σύγκριση με το καλαμπόκι. Αυτό έχει μεγάλη οικολογική και οικονομική σημασία εάν ληφθεί υπόψη ότι η φυλλική επιφάνεια του σόργου είναι η μισή από εκείνη του καλαμποκιού. Επίσης μεγάλη είναι και η απορροφητική ικανότητα του ριζικού συστήματος του σόργου. Μετά το σχηματισμό 3-4 φύλλων από το φυτό, δευτερογενείς ρίζες αναπτύσσονται από το πρώτο γόνατο της βάσης του στελέχους, κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Καθ' όλη τη διάρκεια του κύκλου του φυτού οι δευτερογενείς ρίζες παρέχουν νερό και θρεπτικά στοιχεία. Σε πορώδη εδάφη σχηματίζεται πολύ ανεπτυγμένο ριζικό σύστημα. Σε ξηρά κλίματα, ο αριθμός δευτερογενών ριζών είναι μικρότερος, ωστόσο φτάνουν σε μεγαλύτερο βάθος και εκμεταλλεύονται την υγρασία που υπάρχει εκεί, παρέχοντας μεγάλη αντοχή των φυτών στην ξηρασία (FAO, 1990).

Οι στηρικτικές ρίζες του φυτού ονομάζονται και εναέριες. Εκφύονται από τα τέσσερα πρώτα γόνατα του στελέχους και αποτελούν τη βάση στήριξης του φυτού. Οι εναέριες ρίζες έχουν μεγαλύτερο πάχος και είναι πιο ανθεκτικές στη μηχανική καταπόνηση από τις υπόγειες, παρέχοντας ισχυρή στήριξη. Ο αριθμός τους ποικίλει ανάλογα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες και την ποικιλία. Εκτός του στηρικτικού ρόλου, απορροφούν νερό και θρεπτικά στοιχεία από το έδαφος. Η δημιουργία αναχωμάτων κατά την καλλιέργεια του σόργου βελτιστοποιεί την αποτελεσματικότητα των εναέριων ριζών τόσο ως προς την στήριξη που αυτές παρέχουν στο φυτό όσο και ως προς την ικανότητα απορρόφησης νερού και θρεπτικών στοιχείων.

### **1.2.2. ΒΛΑΣΤΟΣ**

Μετά το φύτεμα, αναπτύσσεται ο γονατώδης βλαστός, από τον οποίο εκφύονται τα «αδέρφια» από τη βάση του φυτού. Το αδέρφωμα της ποικιλίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν πολύ έντονο. Τα ώριμα στελέχη του σόργου έχουν διάμετρο 1-5cm ενώ η τυπική διάμετρος είναι 1,5-3cm.

Το βάρος του βλαστού ποικίλει ευρέως ανάλογα με την ποικιλία, την πυκνότητα σποράς, το περιβάλλον και τις συνθήκες ανάπτυξης και μπορεί να φτάσει μέχρι και 3,6 κιλά). Στο γλυκό σόργο τα σάκχαρα αποτελούν περίπου το 38-41% του ξηρού βάρους των στελεχών, ενώ στο ινώδες μόνο το 9-12% (ΚΑΠΕ, 2004). Στο γλυκό σόργο, οι χλωροί βλαστοί του αποτελούνται κατά 65% από χυμώδη εντεριώνη πλούσια σε διαλυτά σάκχαρα και κατά 35% από το φλοιό που είναι πλούσιος σε ίνες, λιγνίνη και φαινολικά οξέα. Ο βλαστός αποτελείται κατά 85% από νερό και σάκχαρα με το 98% των σακχάρων του γλυκού σόργου να βρίσκεται στο στέλεχος και μόνο το 2% στα φύλλα και τα καρποφόρα όργανα. Ο σακχαρικός τίτλος (Brix) του χυμού στο βλαστό εξαρτάται από την ποικιλία, τις συνθήκες του περιβάλλοντος και το χρόνο συγκομιδής. Έχει τιμές 7-24% και μπορεί να διαφέρει ανάμεσα στα φυτά της ίδιας ποικιλίας (FAO, 1990).

Εξωτερικά ο βλαστός καλύπτεται από ένα σκληρό και παχύ μεμβρανώδη ιστό ενώ η επιδερμίδα του βλαστού καλύπτεται από λευκή κηρώδη σκόνη, η οποία έχει διπλό ρόλο. Αφενός εμποδίζει την απώλεια υγρασίας από το φυτό σε περιόδους ξηρασίας και αφετέρου δεν επιτρέπει την είσοδο νερού στο βλαστό σε συνθήκες περίσσειας νερού, κάνοντας το σόργο ιδιαίτερα ανθεκτικό τόσο στην ξηρασία όσο και σε συνθήκες υπερβολικής υγρασίας. Το ύψος των στελεχών ποικίλει από 0,6 - 5 μέτρα και εξαρτάται κυρίως από την ποικιλία και δευτερευόντως από τη γονιμότητα του εδάφους, τη θερμοκρασία, τη φωτοπερίοδο, τις συνθήκες ανάπτυξης και το μήκος των μεσογονάτιων διαστημάτων το οποίο καθορίζεται από τέσσερεις ανεξάρτητους γόνους που δρουν προσθετικά. Αυτοί επηρεάζουν το μήκος του μεσογονατίου χωρίς να επηρεάζουν τον αριθμό των φύλλων ή τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (Quinby και Karper, 1954).

Σε υψηλότερα γεωγραφικά πλάτη όπου η φωτοπερίοδος είναι μεγαλύτερη και το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης των φυτών είναι μεγαλύτερης χρονικής διάρκειας, τα φυτά αποκτούν μεγαλύτερο ύψος. Γενικά όταν οι γενότυποι του σόργου καλλιεργούνται σε μικρότερα γεωγραφικά πλάτη, κοντά στον ισημερινό, τα φυτά γίνονται κοντότερα, ενώ βορειότερα τα φυτά αποκτούν μεγαλύτερο ύψος.

Γενικά, στο στέλεχος σχηματίζονται από 10 έως 20 γόνατα. Τα μεσογονάτια διαστήματα είναι μικρότερα στη βάση και μεγαλύτερα στο μέσο του στελέχους. Στο ανώτερο τμήμα του βλαστού τα μεσογονάτια διαστήματα σταδιακά γίνονται μικρότερα αλλά το τελευταίο μεσογονάτιο (κάτω από το φύλλο «σημαία») είναι μακρύτερο. Η βάση του βλαστού είναι πάντα μεγαλύτερης διαμέτρου από την κορυφή (FAO, 1990). Από κάθε γόνατο εκφύεται ένα φύλλο. Στο γόνατο υπάρχει αυλάκωση, στην πλευρά που εκφύεται το φύλλο, που φέρει ένα μασχαλιαίο οφθαλμό. Ορισμένες ποικιλίες δεν έχουν τέτοιες αυλακώσεις και εμφανείς μασχαλιαίους οφθαλμούς. Γενικά οι μασχαλιαίοι οφθαλμοί είναι σε λήθαργο (FAO, 1990).

Το αδελφωμα ευνοείται από σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες καθώς και από χαμηλές πυκνότητες φυτών. Τα αδέρφια δημιουργούν ανεξάρτητο ριζικό σύστημα. Η ικανότητα των φυτών να παράγουν αδέρφια έχει μεγάλη πρακτική σημασία καθώς με το αδελφωμα είναι δυνατόν να αντισταθμιστεί το αραιό φύτευμα ή οι προσβολές από έντομα και ασθένειες (Παπακώστα, 1997), ενώ είναι ο κύριος παράγοντας των σχετικά υψηλών αποδόσεων του σόργου σε βιομάζα όταν επικρατούν συνθήκες υδατικού στρες για την καλλιέργεια. Στο γλυκό σόργο η αφαίρεση της ταξιανθίας έχει ως αποτέλεσμα τάση για αδελφωμα, υψηλότερη περιεκτικότητα των βλαστών σε χυμό αλλά μικρότερη περιεκτικότητα σε υδατοδιαλυτά σάκχαρα και σακχαρόζη. Στην περίπτωση όμως που πραγματοποιηθεί η αφαίρεση της ταξικαρπίας κατά το στάδιο του γάλακτος του σπόρου, επιταχύνεται η συσσώρευση των σακχάρων στο στέλεχος και μειώνεται το ποσοστό πλαγιάσματος των φυτών, συντελώντας σε πρωιμότερη και ευκολότερη συγκομιδή της καλλιέργειας.

Μετά τη συγκομιδή και στελεχοκοπή της καλλιέργειας, μπορούν να αναπτυχθούν αδέρφια από κοιμώμενους οφθαλμούς των υπολειμμάτων των φυτών. Με τη σωστή διαχείριση αυτά τα αδέρφια μπορούν να εξελιχθούν σε νέα φυτά, τα οποία μάλιστα αναπτύσσονται ταχύτερα από τα σπορόφυτα, λόγω του ήδη καλά αναπτυγμένου ριζικού συστήματος. Στην περίπτωση αυτή, οι αποδόσεις σε βιομάζα μπορεί να είναι αξιοσημείωτες. Έτσι σε θερμές περιοχές στις οποίες δεν υπάρχει κίνδυνος παγετού, η καλλιέργεια μπορεί να συγκομιστεί δύο φορές (FAO, 1990).

### **1.2.3. ΦΥΛΛΑ**

Το σόργο έχει φύλλα που μοιάζουν με του καλαμποκιού αλλά είναι μακρύτερα κατά 50-60%. Είναι απλά, σε δίσειρη διάταξη (δίσειρη φυλλοταξία) κατ' εναλλαγή και αποτελούνται από το έλασμα, τον κολεό και το γλωσσίδιο. Ο κολεός έχει μεγάλο μήκος και μεγάλο τμήμα του είναι προσκολλημένο στο μεσογονάτιο διάστημα του βλαστού. Το έλασμα είναι πλατύ, λογχοειδές, οδοντωτό στις παρυφές του, με λεία επιφάνεια (Guiying κ.α., 2004). Τα φύλλα έχουν χαρακτηριστικά που φανερώνουν αντοχή στην ξηρασία. Συγκεκριμένα, φέρουν εφυμενίδα με κηρώδες επίχρισμα και πολλά μηχανικά κύτταρα στην άνω επιδερμίδα που προσδίδουν ικανότητα συστροφής του ελάσματος σε περιόδους ξηρασίας με αποτέλεσμα τη μειωμένη απώλεια νερού (Undersander κ.α., 1990a). Επίσης μπορεί να φέρουν τριχίδια τα οποία προσδίδουν αντοχή σε ορισμένους εντομολογικούς εχθρούς. Το μήκος των φύλλων είναι 30-135 cm και το πλάτος 6-13 cm. Ο αριθμός των φύλλων είναι ίσος με τον αριθμό των γονάτων (Guiying κ.α., 2004). Το φυτό έχει συνήθως 14-17 φύλλα, ενώ τα στόματα είναι τοποθετημένα αμφίπλευρα (LAMNET, 2006a).

Οι πρώιμες ποικιλίες έχουν μικρότερο αριθμό φύλλων από τις όψιμες. Ακόμη οποιαδήποτε ποικιλία σχηματίζει μεγαλύτερο αριθμό φύλλων σε μεγαλύτερα γεωγραφικά πλάτη λόγω της μεγαλύτερης φωτοπεριόδου (Guiying κ.α., 2004). Το πρώτο φύλλο του φυταρίου είναι το μικρότερο και το μέγεθος των φύλλων αυξάνει σταδιακά ως το μέσο του φυτού όπου και γίνεται μέγιστο, ενώ κατόπιν μειώνεται βαθμιαία προς την κορυφή.

Η θέση του μεγαλύτερου φύλλου είναι συνήθως μεταξύ των φύλλων 5-13 (από την κορυφή). Η θέση αυτή σχετίζεται στενά με τη βλαστική περίοδο των διαφόρων ποικιλιών και με την απόδοση διότι όσο χαμηλότερα βρίσκεται αυτή η θέση, τόσο μεγαλύτερη είναι η βλαστική περίοδος και τόσο υψηλότερη η απόδοση της καλλιέργειας. Το τελευταίο φύλλο που εκφύεται ονομάζεται και φύλλο-σημαία (Guiying κ.α., 2004). Σε καλά διαχειριζόμενες καλλιέργειες γλυκού και ινώδους σόργου, ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας (LAI) είναι 4-6 σε έναν έως δύο μήνες από το φύτευμα και ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό μπορεί να φτάσει τα 22. Το μέσο νωπό βάρος των φύλλων ανά φυτό κυμαίνεται από 150 ως 250 g. Τα φύλλα έχουν υψηλή περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και συνεπώς υψηλή θρεπτική αξία ως ζωοτροφή (Guiying κ.α., 2004).

#### **1.2.4. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΟΡΓΑΝΑ**

Η ταξιανθία εκφύεται από τον κολεό του φύλλου-σημαία. Η άνθιση ξεκινά από την κορυφή της ταξιανθίας και συνεχίζει προς το κατώτερο τμήμα. Στο γλυκό σόργο το νωπό βάρος της ταξιανθίας αποτελεί το 5,6-19,67% της συνολικής βιομάζας του φυτού (Guiying κ.α., 2004) και το μέγεθος της φτάνει σε μήκος και διάμετρο μέχρι 70 και 30 cm αντίστοιχα (LAMNET, 2006). Γενικά οι ποικιλίες με υψηλή απόδοση σε βλαστό έχουν χαμηλή απόδοση σε σπόρο. Εξετάζεται η δυνατότητα δημιουργίας ποικιλιών με υψηλή απόδοση τόσο σε βλαστό όσο και σε σπόρο. Αναφέρεται ότι σε ποικιλίες γλυκού σόργου τα υψηλά επίπεδα σακχάρων διατηρούνται κατά την περίοδο της καρπόδεσης και η μεταφορά άνθρακα από τα σάκχαρα στους σπόρους είναι ασήμαντη (Guiying κ.α., 2004).

Η ΕΙ ταξικαρπία φέρει μέχρι και 4000 σπόρους (LAMNET, 2006a). Ο καρπός είναι καρύοψη και αποτελείται από το περικάρπιο, το ενδοσπέρμιο και το έμβρυο. Περιβάλλεται από δύο λέπυρα τα οποία μπορεί να απομακρύνονται εύκολα ή δύσκολα (δυσκολότερα στο γλυκό σόργο). Το σχήμα και το χρώμα των σπόρων ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία. Υπάρχουν σφαιροειδείς, ελλειψοειδείς, οβάλ και άλλα σχήματα σπόρων ενώ το χρώμα τους μπορεί να είναι λευκό, ανοιχτό κίτρινο, ροζ, κεραμίδι, από ανοιχτό έως σκούρο καφέ. Οι χρωστικές βρίσκονται στο περικάρπιο του σπόρου. Το σκοτεινό χρώμα υποδηλώνει παρουσία τανίνης, η οποία μειώνει την πεπτικότητα του καρπού ως ζωοτροφή. Κίτρινο ενδοσπέρμιο υποδηλώνει μεγάλη περιεκτικότητα σε καροτένια και επομένως υψηλή θρεπτική αξία. Το ενδοσπέρμιο αποτελείται από άμυλο (αμυλόζη και αμυλοπηκτίνη). Η περιεκτικότητα σε τανίνη προσδίδει στο σπόρο ελαφρώς όξινο χαρακτήρα. Η τανίνη μπορεί να εξουδετερώσει την αλκαλικότητα οπότε αν ο σπόρος φυτευτεί σε αλκαλικό έδαφος, μπορεί να μειώσει τοπικά την αρνητική επίδραση της αλκαλικότητας στη βλάστησή του (FAO, 1994). Ο σπόρος του γλυκού σόργου είναι μικρότερος από του καρποδοτικού σόργου. Το μέσο βάρος 1000 σπόρων είναι περίπου 21g και κυμαίνεται από 16-28g (25000 ως 61740 σπόροι/kg) (FAO, 1994, LAMNET, 2006a). Η καλλιέργεια του γλυκού σόργου αποδίδει 200-400 kg σπόρου ανά στρέμμα (David Chiaramonti κ.α., 2004).

### 1.3. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Πλέον οι γενετικές βελτιώσεις έχουν σαν κύρια κατεύθυνση την αύξηση της βιομάζας του σόργου. Άλλα επιθυμητά χαρακτηριστικά, είναι η υψηλή περιεκτικότητα σακχάρων και το υψηλό ποσοστό σακχαρόζης, το περιορισμένο ύψος, η μεγάλη διάμετρος βλαστού, η καλή αντοχή σε εχθρούς-ασθένειες και στο πλάγιασμα, η υψηλή και πρόωμη ζωτικότητα, το υψηλό ποσοστό μονοστέλεχων φυτών (μειωμένη τάση αδελφώματος), η αντοχή σε χαμηλές θερμοκρασίες (ιδίως κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης) και η αντοχή στην έλλειψη και την περίσσεια νερού.

Η κλιματική αλλαγή και το φαινόμενο του θερμοκηπίου έχουν σημαντικό λόγο στις μεταλλάξεις των ποικιλιών επίσης. Χαρακτηριστικό είναι πως στο Νίγηρα βρέθηκαν το 1976, πέντε διαφορετικές ποικιλίες ενώ το 2003, ο αριθμός τους έφτασε τις δεκαεπτά (Gilles Bezancon, 2008). Το γεγονός αυτό φυσικά δεν οφείλεται εξ ολοκλήρου στην κλιματική αλλαγή αλλά και στην αναγκαιότητα χρησιμοποίησης νέων ποικιλιών (γλυκό σόργο), καθώς επίσης στις αλλαγές των καλλιεργητικών πρακτικών.

Το καλλιεργούμενο σόργο κατατάσσεται σε 4 κατηγορίες: στο σόργο για καρπό, στο σόργο του Σουδάν, στο σόργο για σκούπες και στο σακχαρούχο σόργο ο οποίος χρησιμοποιείται για την παραγωγή βιοαιθανόλης. Μεγαλύτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν το γλυκό (sweet) και ινώδες σόργο (fiber). Το γλυκό σόργο έχει βλαστούς χονδρούς και χυμώδεις, ενώ το ινώδες 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.

Το γλυκό σόργο, έχει την ικανότητα να συσσωρεύει σάκχαρα στο βλαστό, κυρίως σακχαρόζη, γλυκόζη και φρουκτόζη (Curt κ.α., 1995). Έχει, μεγάλη παραγωγή σε βιομάζα, μικρές απαιτήσεις σε N και σχετικά μικρό κόστος εγκατάστασης. Τα προβλήματα που παρουσιάζονται είναι πως είναι ευαίσθητο στους ανέμους και πως χρειάζεται ειδικό μηχάνημα συγκομιδής. Οι ποικιλίες του γλυκού σόργου απαιτούν συσσώρευση 1500-2500 ημεροβαθμών για την ωρίμανση και συγκομιδή τους (Guiying κ.α., 2004).

Ενδεικτικά, πρώιμες ποικιλίες γλυκού σόργου είναι οι Italian, Mn 4055, Simon, Waconia, Kansas Orange, Smith, Sumac και Sugar Drip. Μεσοπρώιμες οι Keller, Rio, Wray, Dale, Della και Topper76-6. Όψιμες οι Theis, M81E, Cowley, Brandes, Sart, Wiley και Honey ενώ η Mn 1500 είναι πολύ όψιμη (Mask and Morris, 1991, Anderson κ.α., 1995, Livingston and Coffman, 1995, Bitzer and Fox, 2000,2003, Guiying κ.α., 2004). Οι Keller, Wray, Cowley είναι κατάλληλες και για παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης (Beijing Green Energy Institute, 2005). Επίσης έχουν αναπτυχθεί ορισμένα υβρίδια όπως τα: 623A xRio ,623A xRoma, Asgrow A 571, FFR 322 και Pioneer 83 G 66.

Στη Θράκη χρησιμοποιείται η ποικιλία Dale καθώς είναι πολύ ανθεκτική. Υπάρχουν παγκοσμίως περισσότερες από 4000 διαθέσιμες ποικιλίες γλυκού σόργου (Grassi κ.α., 2006) και η γενετική βελτίωση τυπικά μπορεί να προσφέρει ετήσια αύξηση των αποδόσεων περίπου 1% (EUBIA, 2004).

Το γλυκό σόργο ανάλογα με την ημερομηνία συγκομιδής παρουσιάζει σημαντικές διαφορές στα επίπεδα σακχάρων και αλκοολών. Σε πείραμα που εκτελέστηκε στο Πανεπιστήμιο της Shenyang το 1984 ο βαθμός ζάχαρης στο στέλεχος που συγκομίστηκε στις 28 Σεπτεμβρίου ήταν 5,2% υψηλότερος από εκείνον στις 18 Σεπτεμβρίου και ο βαθμός ζάχαρης στις 7 Οκτωβρίου ήταν 7,4% υψηλότερος από εκείνον στις 28 Σεπτεμβρίου. Ο ρυθμός των χυμών ήταν υψηλότερος στις 28 Σεπτεμβρίου και η περιεκτικότητα σε σάκχαρο αυξήθηκε σημαντικά την εποχή εκείνη.

Factors	Date of harvest (month .day)	Varieties					Mean
		Keller	Wray	623A x Rio	623A x Roma	Rio	
Fresh stem (kg/ha)	9.18	43215	44505	33750	49875	40658	42401
	9.28	46448	46650	35130	51413	42278	44384
	10.7	49448	49845	42518	52103	47400	48263
Juice rate	9.18	0.44	0.59	0.55	0.55	0.54	0.534
	9.28	0.64	0.70	0.60	0.68	0.64	0.652
	10.7	0.622	0.654	0.619	0.653	0.59	0.628
Sugar degree (°BX)	9.18	17	15	13	16	17.2	15.64
	9.28	17.8	15.8	15.3	16	17.4	16.46
	10.7	19.51	18.51	16.7	16.1	17.5	17.68
Grain yield (kg/ha)	9.28	1642.5	1440	4477.5	5040	2325	2985
	10.7	2077.5	1826.3	4545	5022	3375	3369.3
Alcohol yield from grain (L/ha)	9.28	547.5	480	1417.5	1680	775.5	-
Alcohol yield from stem (L/ha)	9.28	2344.95	2176.95	1241.25	2330.7	2100	-
Total alcohol yield (L/ha)	9.28	2892.45	2656.95	2658.75	4010.7	2875.5	-

Εικόνα 3 Στοιχεία για τα συστατικά στοιχεία του γλυκού Σόργου από F.A.O.

Varieties	Sugar degree (°BX)		Fructose (%)		Glucose (%)		Saccharose (%)		Total sugar content of stem (%)		Alcohol degree	
	9.18	9.28	9.18	9.28	9.18	9.28	9.18	9.28	9.18	9.28	9.18	9.28
Roma	15.6	17.8	1.50	0.90	2.35	1.45	6.651	0.00	4.16	7.14	6.4	7.0
Keller	17.0	17.8	0.50	0.50	1.30	0.90	8.001	0.60	3.30	7.62	7.2	7.1
Wray	15.0	15.8	0.45	0.80	0.75	1.45	7.25	9.15	4.01	8.00	5.9	6.0
623A xRio	13.0	15.3	0.95	0.85	1.45	1.30	5.60	8.35	3.00	6.67	4.5	5.3
623A xRoma	16.0	16.0	1.45	1.30	2.30	2.05	6.85	8.00	3.58	7.75	6.7	6.0
Rio	17.2	17.4	0.70	0.60	1.30	1.10	7.701	0.50	3.83	7.77	6.9	7.0

Εικόνα 4 Στοιχεία για διάφορες ποικιλίες γλυκού Σόργου από F.A.O.

Η κατάλληλη ημερομηνία για τη συγκομιδή θα πρέπει να προσδιορίζεται σύμφωνα με την απόδοση του φρέσκου στελέχους, την αναλογία του χυμού, τον βαθμό ζάχαρης και την απόδοση.

Το ινοδοτικό σόργο είναι ένα νέο υβρίδιο που προέρχεται από το καρποδοτικό σόργο και χρησιμοποιείται για την κατασκευή σκούπας. Αντίθετα με το γλυκό, το ινώδες έχει χαμηλή περιεκτικότητα σε διαλυτά σάκχαρα και το ενεργειακό δυναμικό του βασίζεται κυρίως στην υψηλή περιεκτικότητα του σε λιγνοκυτταρινούχα συστατικά. Ο ιώδης βλαστός του, εξασφαλίζει μεγάλη αντοχή στο πλάγιασμα των φυτών και δεν παρουσιάζονται προβλήματα όπως στην περίπτωση του γλυκού σόργου (ΚΑΠΕ, 2004).

Το σόργο για ίνες έχει βλαστούς πιο λεπτούς από το γλυκό σόργο, με μεγαλύτερη αναλογία εντεριώνης. Τα φύλλα του είναι κηρώδη, λεπτά και αλύγιστα, με τους κολεούς των φύλλων να περιβάλλουν πλήρως τον βλαστό. Έχει τροπική προέλευση (Dalianis κ.α.,1996) ωστόσο 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 ξηρής ουσίας.

Συνεχώς γίνονται γενετικές βελτιώσεις, όσο και μελέτες, πάνω σε πολλές ποικιλίες όπως για παράδειγμα μεταξύ των υβριδίων ABF11, ABF14, ABF18, ABF20, ABF25, ABF306, H128 και H132, για τα οποία παραγωγικότερα για καλά αρδευόμενη περιοχή ήταν τα ABF20, ABF25 και H132, ενώ σε μέτρια άρδευση (κάλυψη 50% της εξατμισοδιαπνοής) ανθεκτικότερο όλων στη μειωμένη εδαφική υγρασία, ήταν το υβρίδιο ABF 25 και περισσότερο ευαίσθητο το H132 (Habyarimana κ.α.,2004).

Ο σπόρος σόργου που χρησιμοποιήθηκε στο συγκεκριμένο πείραμα ήταν τύπου Skyscraper (ES5200), το οποίο είναι πολύ παραγωγικό σε βιομάζα και μπορεί να είναι μια εφικτή, εναλλακτική λύση για τους παραγωγούς που επιθυμούν την ευελιξία μιας ετήσιας καλλιέργειας. Το υβρίδιο αυτό, αναπτύχθηκε με σκοπό την εκτόπιση των ορυκτών καυσίμων, με βιοκαύσιμα. Το σόργο υψηλής βιομάζας ES5200 είναι κατάλληλο για την επίτευξη αυτού του στόχου, επειδή απαιτεί λιγότερο νερό ανά μονάδα ξηρής βιομάζας και μπορεί να παράγει πολύ υψηλές αποδόσεις βιομάζας. Προκειμένου να καταστούν τα βιοκαύσιμα οικονομικά ανταγωνιστικά με τα ορυκτά καύσιμα, είναι απαραίτητο να μεγιστοποιηθεί η αποδοτικότητα της παραγωγής σε όλο το σύστημα.

#### **1.4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΤΟΥ ΣΟΡΓΟΥ**

Όπως όλες οι καλλιέργειες, έτσι και στο σόργο, η διαχείριση της καλλιέργειας πρέπει να εναρμονίζεται κατά το δυνατόν με τις πρακτικές της αειφόρου γεωργίας και να αποβλέπει σε βέλτιστη παραγωγή με τις ελάχιστες εισροές, τόσο για οικονομικούς όσο και για περιβαλλοντικούς λόγους.

Παρά την τροπική του προέλευση το σόργο, μπορεί να αναπτυχθεί άριστα σε υποτροπικές και εύκρατες περιοχές της υφηλίου. Ορισμένα μάλιστα υβρίδια σόργου που προορίζονται για την παραγωγή ίνας αναπτύσσονται άριστα σε Μεσογειακές κλιματικές συνθήκες θερμοκρασίας και βροχόπτωσης.



Στις μεσογειακές χώρες ο βιολογικός κύκλος του γλυκού και ινώδους σόργου (140-160 ημέρες) επιτρέπει τη σπορά κάποιας χειμερινής καλλιέργειας (BioMatNet,2000) και επιπλέον μπορεί να ακολουθήσει οποιαδήποτε καλλιέργεια (Καραμάνος,1999).

#### **1.4.1. ΕΛΑΦΟΣ-ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ**

Το σόργο προσαρμόζεται σε μεγάλο εύρος εδαφών αλλά ευνοούν βαθιά εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία, καλής δομής, καλοστραγγιζόμενα και υψηλής υδατοχωρητικότητας (Guiying κ.α., 2004). Οι εδαφικές απαιτήσεις του σόργου σε pH κυμαίνονται από πέντε ως οκτώμισι και αντέχει σε εδάφη αλατούχα ή αλκαλιώμενα. Για την επίτευξη υψηλών αποδόσεων τα εδάφη πρέπει να είναι βαθιά, όχι πολύ ελαφρά και να περιέχουν αρκετά θρεπτικά στοιχεία (Μπλέτσας, 2010).

Η προετοιμασία του εδάφους, συμπεριλαμβανομένων της χρήσης δισκοσβάρνας και οργώματος, γίνεται το χειμώνα, την άνοιξη και πριν τη σπορά για τη βελτίωση των φυσικών ιδιοτήτων του εδάφους, αυξάνοντας το πορώδες, τον αερισμό και τη διηθητικότητα του εδάφους, καθώς επίσης για την αύξηση της διαθέσιμης εδαφικής υγρασίας, μέσω της καταστροφής των ζιζανίων και την ενσωμάτωση με όργανο των υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας, η οποία συντελεί στη μείωση ζιζανίων, εντομολογικών εχθρών και ασθενειών (Guiying κ.α., 2004, Gazaway & Mask, 2006b).

Είναι πολύ χρήσιμο να γίνεται φθινοπωρινό όργωμα όταν προηγείται καλλιέργεια με μεγάλο όγκο φυτικών υπολειμμάτων, όπως για παράδειγμα αραβόσιτος (Undersander κ.α., 1990a).

Πλέον σε πολλές περιπτώσεις, για τη μείωση του κόστους παραγωγής, την αποφυγή της διάβρωσης και εδαφικής υποβάθμισης εφαρμόζονται τεχνικές μειωμένης κατεργασίας. Η μειωμένη κατεργασία επιτυγχάνεται με δυο κυρίως τρόπους. Στην πρώτη περίπτωση η κατεργασία γίνεται με ένα ελαφρύ σκάλισμα του επιφανειακού στρώματος του εδάφους με καλλιεργητή ή δισκοσβάρνα λίγο πριν το χρόνο σποράς. Στη δεύτερη περίπτωση με σύνθετο μηχάνημα γίνεται η κατεργασία του εδάφους σε λωρίδες και στη συνέχεια σπορά στις λωρίδες αυτές. Γενικώς το βάθος κατεργασίας εξαρτάται από τον τύπο του εδάφους, αλλά γενικά δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 εκατοστά (Παπακώστα, 1997).

#### **1.4.2. ΣΠΟΡΑ**

Το σόργο στις εύκρατες περιοχές σπέρνεται την άνοιξη, ενώ στις τροπικές όλο το χρόνο, ανάλογα με την περίοδο των βροχοπτώσεων. Ο χρόνος σποράς πρέπει να προσδιορίζεται με βάση τη θερμοκρασία και την υγρασία του εδάφους. Η ελάχιστη θερμοκρασία φυτρώματος είναι 8-10 °C και η άριστη μεταξύ 20 °C και 30 °C. Το φύτευμα επιτυγχάνεται σε 5 ημέρες όταν η θερμοκρασία εδάφους είναι 18-21 °C.

Όταν η σπορά γίνεται σε χαμηλότερες των απαιτούμενων θερμοκρασιών, τότε το φύτευμα καθυστερεί σημαντικά και υπάρχει ο κίνδυνος καταστροφής μεγάλου ποσοστού των σπόρων ή των φυταρίων από έντομα και μύκητες εδάφους (Duke, 1983, Guiying κ.α., 2004).

Σε περιπτώσεις θερινής σποράς, αυτή πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη συγκομιδή της προηγούμενης καλλιέργειας, ιδιαίτερα αν αυτή είναι σιτάρι, διότι τότε εξασφαλίζεται υψηλή εδαφική υγρασία (Guiying κ.α., 2004).

Η πυκνότητα φυτών εξαρτάται από τη βλαστικότητα του σπόρου, την ποιότητα εδάφους, το ποσοστό εδαφικής υγρασίας, το κλίμα και την ποικιλία. Η σωστή πυκνότητα φυτών είναι σημαντική για την μέγιστη αξιοποίηση της γονιμότητας του εδάφους, της υγρασίας, της ηλιοφάνειας και για μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Ως εκ τούτου συστήνεται υψηλότερη πυκνότητα φυτών σε εδάφη εύφορα και με επάρκεια υγρασίας, σε σχέση με άγονα και ξηρά εδάφη (Guiying κ.α., 2004, Habyarimana κ.α., 2004a). Ωστόσο σε ποικιλίες με έντονη της τάση «αδελφώματος» οι αποστάσεις θα πρέπει να διατηρούνται μεγάλες (Duke, 1983).

Επιπλέον, στις εαρινές σπορές ,απαιτείται μεγαλύτερη ποσότητα σπόρων ανά στρέμμα σε σχέση με τις θερινές, ενώ για πρώιμες σπορές όπου η θερμοκρασία εδάφους είναι χαμηλή ή όταν είναι γνωστή η παρουσία επιζήμιων εντόμων εδάφους, συστήνεται υψηλότερη πυκνότητα φυτών (Guiying κ.α., 2004).

Οι αποστάσεις που προτείνονται για την Ελλάδα για την σπορά του γλυκού και ινώδους σόργου είναι 70 cm μεταξύ των γραμμών και 10-20 cm επί της γραμμής σποράς, ενώ απαιτούνται 0.8-2 kg σπόρου ανά στρέμμα (EECI, 1999c, EECI, 1999f). Είναι λογικό πως θα πρέπει να εξετάζεται από περιοχή σε περιοχή.

Η σπορά γίνεται μηχανικά με σπαρτικές μικρών σιτηρών ή βαμβακιού και αραβοσίτου. Το βάθος σποράς κυμαίνεται από 1,5 έως 3cm. Το μικρότερο βάθος σποράς συνίσταται σε πρώιμη σπορά κατά την οποία η υγρασία του εδάφους είναι επαρκής και η θερμοκρασία χαμηλή, ενώ η βαθύτερη σπορά γίνεται σε ελαφρά, αμμώδη εδάφη. Σπορά σε μεγάλο βάθος μπορεί να προκαλέσει μειωμένη φυτρωτικότητα και καχεκτικά φυτάρια, ενώ με πολύ ρηχή σπορά (< 1,3cm) πιθανώς να προκληθεί μειωμένη ανάπτυξη του ριζώματος με αποτέλεσμα προβλήματα πλαγιάσματος της καλλιέργειας κατά το στάδιο της ωριμότητας (Παπακώστα, 1997). Επιπλέον σύμφωνα με μελέτες σε συμπιεσμένα εδάφη ή σε εδάφη που η δημιουργία επιφανειακής κρούστας είναι συχνή, τα καλύτερα αποτελέσματα δίνει η καλλιέργεια σε αναχώματα (Freeman κ.α., 1973, Mask και Morris, 1991, Καραμάνος, 1999).

### 1.4.3. ΛΙΠΑΝΣΗ

Η ορθή λίπανση και η κατάλληλη της εφαρμογή είναι πολλές φορές το κλειδί για μια επιτυχημένη και παραγωγική χρονιά. Ωστόσο, εκτός από τα κέρδη μιας χρονιάς, στόχος της λιπαντικής διαδικασίας αποτελεί η χρόνια και σταθερή παραγωγή με όσο το δυνατόν μικρότερη την υποβάθμιση του εδάφους. Η ορθή λίπανση υπολογίζεται πάντα συνδυάζοντας όλες τις πληροφορίες που έχουμε όπως το έδαφος και την τοπογραφία, τις ανάγκες της καλλιέργειας, την προηγούμενη διαχείριση, τα δεδομένα παρακολούθησης της απόδοσης, τις εφαρμογές κοπριάς, και πάντα με γνώμονα την προστασία του περιβάλλοντος.

Το σόργο αναπτύσσεται καλά σε εδάφη για τα οποία οι περιεκτικότητες τους είναι, 0-6 για ακίνητα θρεπτικά συστατικά και 0-24 για κινητά (N, Cl, S) (D. Diaz, 2014).

#### Αζωτο (N)

Οι συνηθέστερες μορφές αζωτούχων λιπασμάτων είναι, η άνυδρη αμμωνία (82% N) και η ουρία (46%N) και η επιλογή γίνεται βάσει της πιο οικονομικής και εύχρηστης λύσης. Για το γλυκό και το ιώδες σόργο έχει υπολογιστεί ότι σε μη αρδευόμενη καλλιέργειά τους, η λίπανση με 10 kg N ανά στρέμμα αντιπροσωπεύει το 27% των συνολικών ενεργειακών εισροών (Monti and Venturi, 2003). Προσοχή πρέπει να δίνεται στα επιτρεπτά, για το σόργο, όρια ώστε να μην προκληθούν τοξικότητες.

**Πίνακας 1. Ασφαλείς τιμές ορισμένων μορφών λιπασμάτων , σύμφωνα με D.o.A. (Queensland).**

Αποστάσεις γραμμών (cm)	Αζωτο(N) kg/acre	Ουρία kg/acre	Φωσφορικό διαμμώνιο (DAP) kg/acre	Φωσφορικό μονοαμμώνιο (MAP Sterterfos) kg/acre
18	10.2	21.85	52.61	80.94
25	7.28	15.78	36.42	55.85
50	3.64	8.09	18.21	27.92
75	2.43	5.26	12.14	18.62
100	1.82	4.05	9.31	14.16

Ο χρόνος εφαρμογής του αζώτου προσαρμόζεται κατάλληλα σε κάθε περίπτωση. Η λίπανση μπορεί να γίνει, την άνοιξη προσπαρτικά, κατά τη σπορά, εφαρμογή μεταφυτρωτικά ανάμεσα στις γραμμές(side dress), ή μέσω του νερού άρδευσης.

Σε αμμώδη εδάφη πολλές δόσεις μεταφυτρωτικά έχουν καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι η ολική του εφαρμογή με μια δόση (S. Wortmann κ.α., 2013). Η εφαρμογή αζωτούχων λιπασμάτων αυξάνει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες αλλά μειώνει την περιεκτικότητα των ιών στο γλυκό σόργο.

Ως εκ τούτου φαίνεται πως η νιτρική λίπανση μπορεί να βελτιώσει την πέψη και αφομοίωση του γλυκού σόργου (Almadares κ.α., 2009).

Το σόργο χρησιμοποιεί το νιτρικό άζωτο πιο αποτελεσματικά, σε σχέση με το αμμωνιακό ή το άζωτο ουρίας. Συγκεκριμένα, η χρήση του νιτρικού N είναι 1,4- 1,7 φορές πιο αποτελεσματική (EECI, 2000g). Ακόμη, όταν προηγείται καλλιέργεια κάποιου ψυχανθούς, απαιτούνται χαμηλότερα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης για την καλλιέργεια (Chiaramontia κ.α., 2004).

#### Φώσφορο(Ph)

Οι ανάγκες του σόργου σε φώσφορο συνήθως καλύπτονται, ωστόσο θα πρέπει να γίνεται εδαφολογική εξέταση κάθε 2-4 χρόνια. Η εφαρμογή του μπορεί να γίνει είτε προσπαρτικά, είτε μεταφτυρωτικά σε γραμμές στη ριζική ζώνη. Όταν εφαρμόζεται σε γραμμές είναι αποτελεσματικότερο(S. Wortmann,κ.α., 2013).

#### Κάλιο(K)

Σπάνια εμφανίζεται έλλειψη Καλίου ,αλλά σε τέτοιες περιπτώσεις τα λιπάσματα δεν πρέπει να τεθούν σε άμεση επαφή με τους σπόρους. Τα λιπάσματα πρέπει να εφαρμόζονται με πλευρική συγκόλληση κατά τη σπορά ή να εφαρμόζονται από την προηγούμενη χρονιά στο χωράφι είτε βρίσκεται άλλη καλλιέργεια είτε είναι σε αγρανάπαυση.

#### Ψευδάργυρος(Zn)

Ο ψευδάργυρος παίζει ζωτικό ρόλο στην ικανότητα ενός φυτού να χρησιμοποιεί άζωτο και να το μετατρέπει, σε παραγωγή και πρωτεΐνη. Οι απαιτήσεις ψευδαργύρου για το σόργο και το καλαμπόκι είναι παρόμοιες (Anthony Bly, 2015).

Επιπρόσθετα, σε χωράφια που καλλιεργούνται για πολλά χρόνια με σόργο, αυξάνεται η οξύτητά τους. Για την αντιμετώπιση αυτού του φαινομένου ενδείκνυται η εφαρμογή ανθρακικού ασβεστίου. Ακόμη, υπάρχουν αναφορές για εφαρμογές επταένδρου θειικού σιδήρου, ως θεραπεία κατά της χλώρωσης (S. Wortmann κ.α., 2006).

#### **1.4.4. ΑΡΔΕΥΣΗ**

Το σόργο έχει πολύ καλή αντοχή στην ξηρασία σε σχέση με άλλες καλλιέργειες. Γενικά απαιτούνται 150-350 λίτρα νερού ανά κιλό παραγόμενης ξηρής βιομάζας όταν οι αντίστοιχες ανάγκες για τις C3 καλλιέργειες είναι 300-800 λίτρα (El Bassam, 1998). Οι υδατικές ανάγκες του γλυκού και του ινώδους σόργου για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου θεωρείται πως είναι 600-700 mm νερού (Υπουργείο Γεωργίας, 2000).

Αν και η άρδευση βοηθά σημαντικά την παραγωγή, η έλλειψη υδατικών πόρων, στο άμεσο μέλλον, πρόκειται να περιορίσει τις αρδευτικές επεμβάσεις. Συνεπώς, πρέπει να βρεθούν νέοι τρόποι αξιοποίησης του ύδατος. Μια πιθανή προοπτική που πρέπει να ερευνηθεί είναι και η χρήση του νερού από υγρά απόβλητα για την άρδευση της καλλιέργειας (Luger, 1997).

Η καλλιέργεια του σόργου είναι ευαίσθητη στην έλλειψη υγρασίας κατά τα αρχικά στάδια του βλαστικού κύκλου ενώ τα όψιμα στάδια είναι ανθεκτικότερα στην έλλειψη νερού (Olufayo κ.α., 1997, Mastrorilli κ.α., 1999).

#### 1.4.5. ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΖΙΖΑΝΙΩΝ

Ο έλεγχος της ανάπτυξης ζιζανίων αποτελεί σημαντικό παράγοντα για μια καλή παραγωγή, αφού ανταγωνίζονται τα καλλιεργούμενα φυτά σε χώρο, φως, θρεπτικά στοιχεία και νερό.

Το σόργο λόγω της μικρής αρχικής του ανάπτυξης είναι προφανώς πολύ ευαίσθητο στον ανταγωνισμό των ζιζανίων. Η κρίσιμη (ή κριτική) περίοδος ελέγχου των ζιζανίων στο σόργο είναι οι πρώτες τέσσερις εβδομάδες ανάπτυξης της καλλιέργειας (Smith και Frederiksen, 2000). Στην συνέχεια μπορεί ο κίνδυνος να μειώνεται αλλά η καλλιέργεια είναι ασφαλής μόνο αφού έχει περάσει το ύψος των ζιζανίων. Συνήθως προβλήματα προκαλούνται από πολυετή ζιζάνια όπως η περιπλοκάδα (*Convolvulus arvensis*), ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*) και η αγριάδα (*Cynodon dactylon*) (Mask και Morris, 1991, Smith και Frederiksen, 2000). Η ζιζανιοκτονία μπορεί να γίνει είτε μηχανικά είτε χημικά.

Στη μηχανική αντιμετώπιση, τα σκαλίσματα πρέπει να γίνονται όταν τα ζιζάνια είναι μικρά και πρέπει να είναι επιφανειακά για να μη βλάπτονται οι ρίζες (Καραμάνος, 1999). Επίσης, όταν το έδαφος δεν έχει πολύ υγρασία και η θερμοκρασία είναι σχετικά υψηλή, διότι τέτοιες συνθήκες μειώνουν τον κίνδυνο μηχανικής ζημιάς στα καλλιεργούμενα φυτά και επιταχύνουν την ξήρανση των εκριζωμένων ζιζανίων (Ελευθεροχωρινός, 1996).

Η χημική ζιζανιοκτονία μπορεί να εφαρμοστεί, προφυτρωτικά ή μεταφυτρωτικά λαμβάνοντας υπ' όψη την ευαισθησία της καλλιέργειας. Οι βλάβες από τα ζιζανιοκτόνα είναι σημαντικότερες στις ποικιλίες γλυκού σόργου (Mask και Morris, 1991).

Η χρήση προφυτρωτικών ζιζανιοκτόνων στην καλλιέργεια σόργου είναι λιγότερο αποτελεσματική σε σχέση με άλλες αντίστοιχες καλλιέργειες, δεδομένου ότι τα φυτά του σόργου είναι πιο ευαίσθητα στα ζιζανιοκτόνα (Martin *et al*, 1975). Οι μετάφυτρωτικές εφαρμογές με ατραζίνη, bendioxide και bromfenoxin έχουν βρεθεί να δίνουν τον άριστο έλεγχο των πλατύφυλλων ζιζανίων.

#### 1.4.6. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ-ΕΧΘΡΟΙ

Το σόργο σαν καλλιέργεια είναι ευαίσθητο σε αρκετές ασθένειες όπως είναι η ανθράκωση (*Colletotrichum sublineolum*), οι βακτηριακές μολύνσεις (*Pseudomonas syringae*), η Σκωρίαση (*Puccinia purpurea*) και η Ελμινθοσπορίαση (*Helminthosporium tutricum*) (Dave TeBeest, 1991).

Οι εν δυνάμει εχθροί είναι έντομα και ακάρεα, κάποια εκ των οποίων προσβάλλουν τα φυτά σε οποιοδήποτε στάδιο ανάπτυξης, ενώ άλλα προκαλούν οικονομική ζημιά μόνο σε συγκεκριμένα στάδια ανάπτυξης (π.χ. *Schizaphis graminum*, *Stenodiplosis sorghicola*, *Atherigona soccata*) (Smith και Frederiksen, 2000).

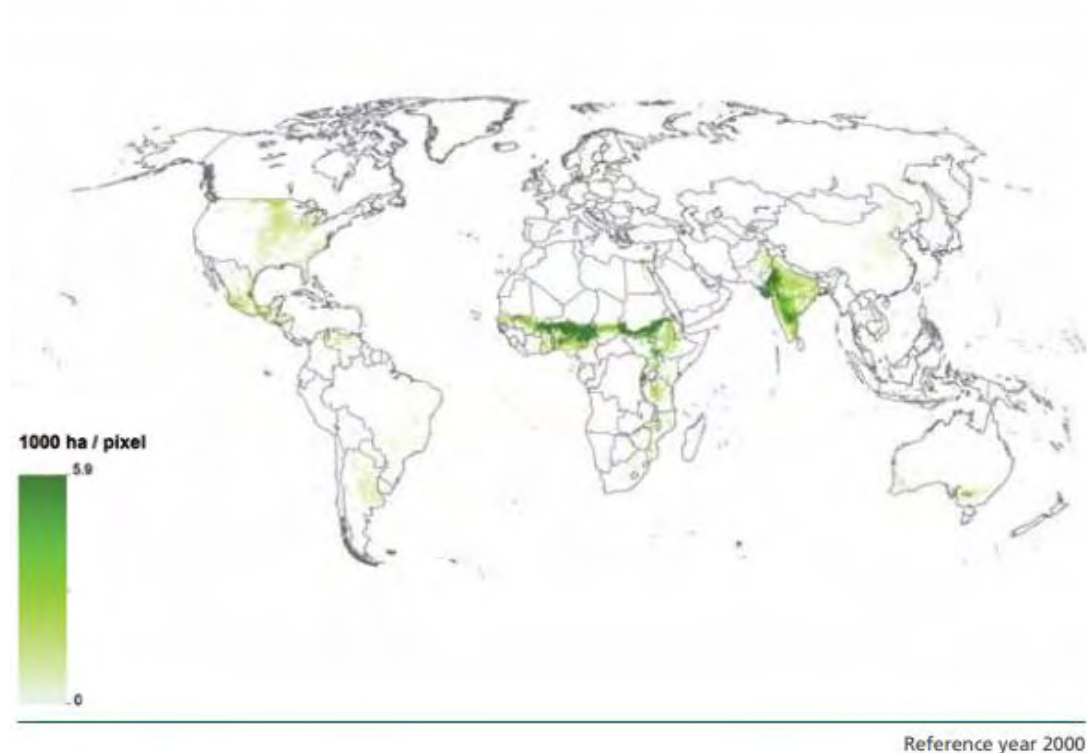
Επίσης, διάφορα λεπιδόπτερα που ανήκουν στην οικ. Noctuidae (*Agrotis segetum*), η Κίτρινη Αφίδα (*Sipha flava*) ,ο Κρεμμυδοφάγος (*Gryllotalpa gryllotalpa*), έντομα που προσβάλλουν τα καρποφόρα όργανα (πράσινο σκουλήκι), και έντομα που προσβάλλουν τα στελέχη (*Sesamia sp.*) είναι συχνοί εχθροί του σόργου (Freeman κ.α., 1973, Gazaway και Mask, 2006a, Smith και Frederiksen, 2000).

Όσον αφορά την αντιμετώπιση, η αμειψισπορά ενδείκνυται για έντομα που δεν μετακινούνται και δεν είναι πολυφάγα (*Diabrotica*), ενώ δεν ωφελεί στην αντιμετώπιση πολυφάγων εντόμων (Τζανακάκης, 1995). Επίσης συνιστάται χρήση σπόρου υψηλής βλαστικότητας, πάνω από 80% και καλά προετοιμασμένη σποροκλίνη, ώστε να εξασφαλιστεί γρήγορο φύτρωμα (Smith and Frederiksen, 2000). Σε περίπτωση που χρειαστεί επέμβαση με κάποιο εντομοκτόνο, πρέπει να αποφεύγεται η χρήση οργανοφωσφορικών διότι συνήθως είναι φυτοτοξικά για το σόργο, ιδιαίτερα για το γλυκό σόργο (Freeman κ.α., 1973).

Στην Ελλάδα και στην Ευρώπη λόγω της περιορισμένης διάδοσης του σόργου δεν γνωρίζουμε αρκετά για τις ασθένειες της καλλιέργειας. Πληθυσμοί *Sesamia* ωστόσο εμφανίστηκαν στην Κ. Ελλάδα (EECI, 2000c), ενώ κατά κανόνα η αύξηση του πληθυσμού του τοποθετείται ,από τέλος Ιουλίου μέχρι το φθινόπωρο (Σταμόπουλος, 1995).

#### 1.4.7. ΣΥΓΚΟΜΔΗ ΚΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ

Ο σκοπός της καλλιέργειας καθορίζει και τον τρόπο συγκομιδής. Γενικά, στο γλυκό και ινώδες σόργο συγκομίζεται ολόκληρο το υπέργειο τμήμα του φυτού σε αντίθεση με το καρποδοτικό σόργο από το οποίο συγκομίζεται μόνο ο σπόρος.



Εικόνα 5 Περιοχές καλλιέργειας Σόργου (GAEZ,2011).

Για την Ευρώπη, ο καλύτερος χρόνος συγκομιδής του γλυκού σόργου είναι από τα μέσα Οκτωβρίου ως τα μέσα Νοεμβρίου, για μέγιστες σακχαρικές αποδόσεις και αποφυγή του παγετού (IEEP, 2005). Ενώ τα κατάλληλα επίπεδα υγρασίας είναι 65%-80% (Worley κ.α., 1992a).

Σύμφωνα με του Guiying και τους συνεργάτες του (2004), η εξαγωγή του σακχαρούχου χυμού από τα στελέχη πρέπει να γίνει άμεσα μετά τη συγκομιδή διότι όταν αυτή καθυστερεί, προκαλείται απώλεια σακχάρων και δυσκολία στην εξαγωγή του σακχαρούχου χυμού.

Η ορθή επιλογή συλλεκτικής μηχανής πρέπει να γίνεται με σκοπό πως τα στελέχη πρέπει να κόβονται όσο το δυνατόν χαμηλότερα στη βάση τους και συγχρόνως να διαχωρίζονται από τα φύλλα και τις ταξικαρπίες, με όσο το δυνατόν λιγότερες ζημιές οι οποίες μειώνουν το χρόνο αποθήκευσης. Μερικές θεριζοαλωνιστικές μηχανές που χρησιμοποιούνται είναι οι: CLASS CC 1400PASQUALI και SPAPPERI (Barbucci κ.α., 1994).

Στο ινώδες σόργο αυτό που επιζητείται είναι η μείωση της υγρασίας της βιομάζας στον αγρό, μέσω της ηλιακής ενέργειας (φυσική ξήρανση), ώστε να ελαχιστοποιηθούν οι ενεργειακές εισροές στην αλυσίδα παραγωγής ενέργειας (Barbucci κ.α., 1994) και το κόστος μεταφοράς και ξήρανσης της βιομάζας.

Η υγρασία του ινώδους σόργου κατά τη συγκομιδή κυμαίνεται μεταξύ 60%-75% (Trebbi, 1993) ενώ μετά το θέρισμα των φυτών, αυτή μειώνεται με φυσική ξήρανση σε 10% μετά από την πάροδο 8 ημερών.

Επίσης για τη συγκομιδή του ινώδους σόργου στην Ευρώπη χρησιμοποιούνται δύο νέες πρωτότυπες μηχανές συγκομιδής ινώδους σόργου. Στην πρώτη περίπτωση, συγχρόνως με το θέρισμα των φυτών γίνεται συμπίεση της βιομάζας και στη συνέχεια τα φυτικά υπολείμματα παραμένουν στον αγρό ώστε να γίνει δεματοποίησή τους μετά την φυσική ξήρανση (Biomatnet, 1997). Η δεύτερη περίπτωση αφορά μηχανή συγκομιδής η οποία συγχρόνως μετατραπεί την ξηρή βιομάζα σε πέλλετς πυκνότητας 500kg/m<sup>3</sup>. Με τον συγκεκριμένο τρόπο συγκομιδής απαλείφεται το κόστος δεματοποίησης και μειώνεται το κόστος μεταφοράς σε σχέση με τη μεταφορά δεμάτων (Barbucci κ.α., 1994).

## 1.5. ΠΑΡΑΓΩΓΗ

Το μεγαλύτερο ενδιαφέρον για την παραγωγή σόργου εντοπίζεται σε Ασία και Αφρική αφού 80% της συνολικής έκτασης καλλιέργειας του σόργου συγκεντρώνεται εκεί, ενώ ένα 10% καλλιεργείται στις ΗΠΑ και το 10% στον υπόλοιπο κόσμο.

Country / Region	Area (Million hectares)				Yield (Metric tons per hectare)				Production (Million metric tons)				Change in Production			
	Prel.		2017/18 Proj.		Prel.		2017/18 Proj.		Prel.		2017/18 Proj.		From last month		From last year	
	2015/16	2016/17	Jan	Feb	2015/16	2016/17	Jan	Feb	2015/16	2016/17	Jan	Feb	MMT	Percent	MMT	Percent
<b>World</b>	43.89	42.00	41.60	41.62	1.40	1.50	1.43	1.43	61.39	63.21	59.37	59.45	0.08	0.14	-3.75	-5.94
<b>United States</b>	3.18	2.49	2.04	2.04	4.77	4.89	4.53	4.53	15.16	12.20	9.24	9.24	0.00	0.00	-2.96	-24.24
<b>Total Foreign</b>	40.72	39.51	39.56	39.58	1.14	1.29	1.27	1.27	46.23	51.01	50.13	50.21	0.08	0.17	-0.80	-1.56
<b>Africa</b>																
Nigeria	5.45	5.45	5.35	5.35	1.04	1.26	1.22	1.22	5.66	6.89	6.55	6.55	0.00	0.00	-0.34	-4.89
Ethiopia	1.70	1.80	1.80	1.80	2.29	2.00	2.09	2.09	3.90	3.60	3.77	3.77	0.00	0.00	0.17	4.58
Sudan	8.00	8.00	8.00	8.00	0.30	0.73	0.56	0.56	2.39	5.86	4.50	4.50	0.00	0.00	-1.36	-23.26
Burkina	1.80	1.80	1.80	1.80	0.80	0.93	1.00	1.00	1.44	1.68	1.80	1.80	0.00	0.00	0.12	7.14
Mali	1.25	1.25	1.25	1.25	1.22	1.12	1.04	1.04	1.53	1.39	1.30	1.30	0.00	0.00	-0.09	-6.74
Niger	3.70	3.70	3.70	3.70	0.51	0.49	0.46	0.46	1.88	1.81	1.70	1.70	0.00	0.00	-0.11	-5.97
Cameroon	0.75	0.75	0.75	0.75	1.53	1.53	1.53	1.53	1.15	1.15	1.15	1.15	0.00	0.00	0.00	0.00
Tanzania	0.80	0.80	0.80	0.80	1.03	1.00	1.00	1.00	0.82	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00
Egypt	0.14	0.14	0.14	0.14	5.36	5.36	5.36	5.36	0.75	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Uganda	0.35	0.35	0.35	0.35	0.91	0.91	0.97	0.97	0.32	0.32	0.34	0.34	0.00	0.00	0.02	6.25
Ghana	0.25	0.25	0.25	0.25	0.91	1.04	1.12	1.12	0.23	0.26	0.28	0.28	0.00	0.00	0.02	7.69
Mozambique	0.37	0.40	0.40	0.40	0.60	0.60	0.65	0.65	0.22	0.24	0.26	0.26	0.00	0.00	0.02	8.33
South Africa	0.05	0.04	0.05	0.05	1.45	3.75	2.50	2.50	0.07	0.15	0.13	0.13	0.00	0.00	-0.03	-16.67
<b>Mexico</b>	1.68	1.46	1.42	1.45	3.33	3.22	3.24	3.28	5.59	4.70	4.60	4.75	0.15	3.26	0.05	1.06
<b>South America</b>																
Argentina	0.75	0.70	0.76	0.76	4.50	4.86	4.61	4.61	3.38	3.40	3.50	3.50	0.00	0.00	0.10	2.94
Brazil	0.58	0.63	0.63	0.63	1.78	2.97	2.86	2.86	1.03	1.87	1.81	1.81	0.00	0.00	-0.06	-3.16
<b>South Asia</b>																
India	6.08	5.10	5.00	5.00	0.70	0.90	0.90	0.90	4.24	4.57	4.50	4.50	0.00	0.00	-0.07	-1.53
Pakistan	0.24	0.20	0.20	0.20	0.60	0.65	0.65	0.65	0.15	0.13	0.13	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>China</b>	0.57	0.76	0.78	0.78	4.79	5.00	4.94	4.94	2.75	3.80	3.85	3.85	0.00	0.00	0.05	1.32
<b>Australia</b>	0.52	0.37	0.63	0.63	3.44	2.67	3.02	3.02	1.79	0.99	1.90	1.90	0.00	0.00	0.91	91.73
<b>European Union</b>	0.13	0.12	0.12	0.12	5.27	5.42	5.63	5.63	0.67	0.64	0.66	0.66	0.00	0.00	0.02	3.13
<b>Others</b>	5.56	5.44	5.38	5.37	1.13	1.10	1.09	1.08	6.29	6.01	5.86	5.80	-0.07	-1.14	-0.21	-3.56

Εικόνα 6 Παραγωγή ανά χώρα, από F.A.O. 2017/18



Πίνακας 2. Παραγωγή ανά περιοχή σύμφωνα με τον F.A.O. (1990).

Ήπειρος	Περιοχή (% συνόλου)	Σοδιά (kg/στρ)	Παραγωγή (% παραγωγής)
Βόρεια και Κεντρική Αμερική	13.5	357.2	36.7
Ασία	41.6	102.3	32.4
Αφρική	40.1	71.8	22.0
Νότια Αμερική	3.1	261.4	6.1
Ωκεανία	0.9	229.8	1.6

### 1.5.1. ΧΡΗΣΕΙΣ

Το σόργο είναι μια καλλιέργεια που χρησιμοποιείται από την αρχαιότητα μέχρι σήμερα και η χρήση του διαφέρει τόσο από εποχή σε εποχή, όσο και από περιοχή σε περιοχή. Ανάλογα την κατεύθυνση που επιλέξουμε διαφέρει και η διαχείριση. Μερικές χρήσεις ανάλογα με τον τύπο του σόργου αναφέρονται παρακάτω.

- Το σποροπαραγωγικό ή καρποδοτικό σόργο (grain sorghum), το οποίο καλλιεργείται για παραγωγή σπόρου, και είναι ένα εντατικά καλλιεργούμενο είδος σε πολλές χώρες της Αφρικής, ορισμένες περιοχές της Ινδίας και τις Η.Π.Α..
- Το σόργο σαρωθοποιΐας (broomcorn), το οποίο χρησιμοποιείται για την κατασκευή σκούπας από τις μακριές διακλαδώσεις της ταξιανθίας του.
- Το ινώδες σόργο που είναι υβρίδιο μεταξύ του σποροπαραγωγικού και του σόργου σαρωθοποιΐας και μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για παραγωγή ενέργειας με καύση ή αεριοποίηση (Amaducci κ.α., 2004), παραγωγή στερεών καυσίμων (κυρίως πέλλετς) για θέρμανση (EECI, 1999c, Monti and Venturi, 2003) ή βιο-υδρογόνου (Grassi and Vasen, 2004). Επίσης, το ινώδες σόργο καθώς και τα υπολείμματα αποχύμωσης του γλυκού σόργου αποτελούν πρώτη ύλη για την παραγωγή πολύ καλής ποιότητας χαρτιού.
- Το σόργο του Σουδάν (Sudangrass), το οποίο καλλιεργείται για ζωοτροφή.

Εκτός από τις κλασικές του χρήσεις το σόργο χρησιμοποιείται σε πολλές ακόμη περιπτώσεις. Για παράδειγμα, στη Νότια Αφρική, το σόργο χρησιμοποιείται για την παραγωγή μύρας, συμπεριλαμβανομένης της τοπικής έκδοσης του Guinness. Τα τελευταία χρόνια, το σόργο έχει χρησιμοποιηθεί ως υποκατάστατο άλλων σιτηρών σε μύρα χωρίς γλουτένη. Παρόλο που οι αφρικανικές εκδόσεις δεν είναι «χωρίς γλουτένη», καθώς χρησιμοποιείται επίσης εκχύλισμα βύνης, είναι πραγματικά διαθέσιμη η αληθινά χωρίς γλουτένη μύρα, χρησιμοποιώντας υποκατάστατα όπως το σόργο ή το φαγόπυρο.

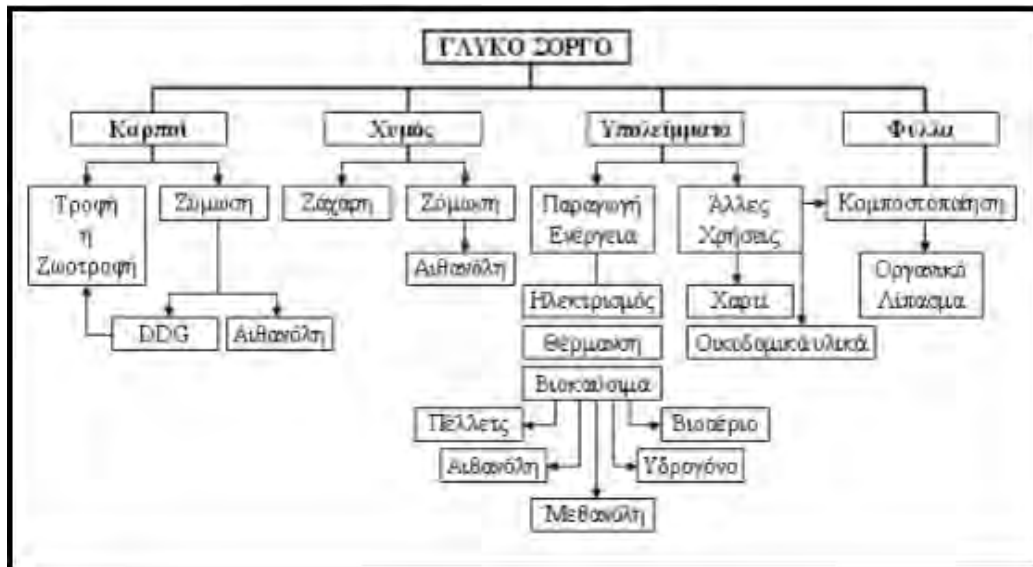
Το σόργο χρησιμοποιείται με τον ίδιο τρόπο όπως το κριθάρι για να παράγει μια βύνη που μπορεί να αποτελέσει τη βάση παραγωγής μύρας χωρίς γλιαδίνη (γλουτένη) και ως εκ τούτου μπορεί να είναι κατάλληλη για άτομα με κοιλιακά προβλήματα ή άλλους ανθρώπους ευαίσθητους σε ορισμένες γλυκοπρωτεϊνών. Η Redbridge ήταν η πρώτη μύρα σόργου που διανεμήθηκε σε εθνικό επίπεδο στις Ηνωμένες Πολιτείες (FAO,1995).

Επίσης, σε μη ανεπτυγμένες περιοχές του κόσμου, το σόργο είναι μια σημαντική καλλιέργεια τροφίμων, ειδικά για τους γεωργούς. Χρησιμοποιείται, για την παρασκευή τροφίμων όπως κουσκούς, αλεύρι σόργου, χυλό και μελάσα. Το *Bhakti (jolada rotti* στη βόρεια Καρνάτακα), που συνήθως παρασκευάζεται από σόργο, είναι η βασική διατροφή σε πολλά μέρη της Ινδίας.

Ακόμη, το ινώδες σόργο μπορεί να γίνει εξαιρετική σανίδα τοίχου για την κατασκευή κατοικιών, καθώς και βιοδιασπώμενη συσκευασία. Δεδομένου ότι δεν συσσωρεύει στατικό ηλεκτρισμό, χρησιμοποιείται επίσης σε υλικά συσκευασίας για ευαίσθητο ηλεκτρονικό εξοπλισμό.

Το γλυκό ή σακχαρούχο σόργο (sweet sorghum), καλλιεργείται για τα γλυκά στελέχη του, κυρίως για την παραγωγή σιροπιού, αλλά και για ζωοτροφή. Χρησιμοποιείται επίσης για παραγωγή βιοαιθανόλης και παραγώγων της, μέσω ζύμωσης των σακχάρων που περιέχονται στο φυτικό χυμό του. Ο σακχαρούχος χυμός μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως πρώτη ύλη για παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης (Woods, 2001, Gnansounou κ.α., 2005, Kangama and Rumei, 2005a, Kangama and Rumei, 2005b). Τα υπολείμματα που παράγονται μετά την εξαγωγή του χυμού από τα στελέχη αποτελούν πρώτη ύλη για παραγωγή ενέργειας με καύση, πυρόλυση ή αεριοποίηση (Jannssens κ.α., 1994) δίνοντας στερεά καύσιμα (πέλλετς), πυρολυτικά έλαια, βιοαέριο και μεθανόλη.

Τα υποπροϊόντα της καλλιέργειας και της παραγωγής αιθανόλης, δηλαδή ο καρπός, τα φύλλα, οι ρίζες και τα υπολείμματα της ζύμωσης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για διάφορους σκοπούς εκτός από ενεργειακούς. Από τις ρίζες, τα φύλλα και τα υπολείμματα μπορεί να παραχθεί οργανικό λίπασμα με κομποστοποίηση (Chiaramonti κ.α., 2004, Kangama and Rumei, 2005a, Chiaramonti κ.α., 2006, Grassi κ.α., 2006). Οι καρποί μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως απευθείας τροφή ή ζωοτροφή, ενώ στην περίπτωση που χρησιμοποιηθούν για παραγωγή αιθανόλης, τα υπολείμματα της απόσταξης DDG (distilled dried grains) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για παραγωγή διατροφικών συμπληρωμάτων φυτικών πρωτεϊνών (Chiaramonti κ.α., 2002, Kangama and Rumei, 2005a, Chiaramonti κ.α., 2006).



Εικόνα 7 Χρήσεις γλυκού Σόργου.

## 1.6. ΧΗΜΙΚΗ ΣΥΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΣΟΡΓΟΥ

Έχουν αναφερθεί σημαντικές διακυμάνσεις στη σύνθεση κόκκων των δημητριακών, ιδιαίτερα για το σόργο (Hulse κ.α., 1980, Jambunathan and Subramanian, 1988, Helbert D. Almeida Rodriguez κ.α., 1991). Οι γενετικοί παράγοντες παίζουν σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της σύνθεσης των κόκκων. Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες έχουν επίσης κάποιο ρόλο.

Πάνω από το 68% της συνολικής ορυκτής ύλης και το 75% του ελαίου του πυρήνα βρίσκεται στο κλάσμα των γεννητικών οργάνων. Η συμβολή του πυρήνα στην πρωτεΐνη είναι μόλις 15%. Το φύτρο σόργου είναι επίσης πλούσιο σε βιταμίνες συμπλέγματος Β. Το ενδοσπέρμιο, το μεγαλύτερο μέρος του πυρήνα, έχει σχετικά χαμηλή περιεκτικότητα ορυκτών ουσιών, τέφρας και ελαίου. (Ahdelrahman. κ.α., 1984).

Food	Protein (%)	Fat (%)	Ash (%)	Crude fibre (%)	Starch (%)	Amylose sugar	Soluble sugar	Reducing sugar	Calcium (mg/100g)	Phosphorus (mg/100 g)	Iron (mg/100 g)
Sorghum											
No. of genotypes	10 479	160	160	100	160	80	160	80	99	99	99
Low	4.4	2.1	1.3	1.0	55.6	21.2	0.7	0.05	6	388	4.7
High	21.1	7.6	3.3	3.4	75.2	30.2	4.2	0.53	53	756	14.1
Mean	11.4	3.3	1.9	1.9	69.5	26.9	1.2	0.12	26	526	8.5

Εικόνα 8 Χημική σύσταση σόργου (Jambunathan and Subramanian, 1988)

### 1.6.1. ΑΜΥΛΟ

Η μέση περιεκτικότητα του σόργου σε άμυλο είναι 69,5% (Jambunathan and Subramanian, 1988). Περίπου το 70% του αμύλου είναι αμυλοπηκτική και το υπόλοιπο 20-30% είναι αμυλόζη (Deatherage κ.α., 1955). Τόσο οι γενετικοί όσο και οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν την περιεκτικότητά του σε αμυλόζη (Hahn, κ.α., 1982).

Η πεπτικότητα του απομονωμένου αμύλου σε σπόρους σόργου κυμάνθηκε από 33-40% έναντι 53-58% για τα άμυλα καλαμποκιού (Sikabbubba, 1989). Προσοχή πρέπει να δίνεται στην παρουσία τανινών στους κόκκους οι οποίες συμβάλλουν στην κακή πεπτικότητα του αμύλου, σε ορισμένες ποικιλίες σόργου (Dreher κ.α., 1984). Οι τανίνες που απομονώθηκαν από κόκκους σόργου αποδείχθηκαν ότι αναστέλλουν το ένζυμο X-αμυλόζη (Davis and Hosenev, 1979).

### 1.6.2. ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ

Το σόργο δεν έχει βιταμίνη Α. Ακόμη δεν υπάρχει βιταμίνη C στους κόκκους των ωμών κελυφών. Ορισμένες ποικιλίες όμως, κίτρινου ενδοσπερμίου του σόργου περιέχουν β-καροτένιο το οποίο μπορεί να μετατραπεί σε βιταμίνη Α από το ανθρώπινο σώμα. Οι Suryanarayana Rao, Rukmini και Mohan (1968) ανέλυσαν διάφορες ποικιλίες σόργου για την περιεκτικότητά τους σε β-καροτένιο. Οι μεταβολές ήταν πολύ μεγάλες, με τιμές κυμαινόμενες από 0 έως 0,097mg ανά 100 g δείγματος κόκκων. Λόγω της φωτοευαίσθητης φύσης των καροτενίων και της μεταβλητότητας λόγω περιβαλλοντικών παραγόντων, οι ποικιλίες κίτρινου ενδοσπερμίου του σόργου είναι πιθανό να έχουν μικρή σημασία ως διαιτητική πηγή προδρομής βιταμίνης Α.

Ακόμη, το σόργο είναι γενικά πλούσιο σε πηγές βιταμινών του συμπλέγματος Β. Μεταξύ των βιταμινών της ομάδας Β, οι συγκεντρώσεις της θειαμίνης, της ριβοφλαβίνης και της νιασίνης στο σόργο ήταν συγκρίσιμες με αυτές του αραβοσίτου. Έχουν παρατηρηθεί μεγάλες διακυμάνσεις στις αναφερόμενες τιμές, ιδιαίτερα για τη νιασίνη (Hulse, κ.α., 1980).

Ανιχνεύσιμες ποσότητες άλλων λιποδιαλυτών βιταμινών, συγκεκριμένα D, E και K, έχουν επίσης βρεθεί σε κόκκους σόργου. Το σόργο, καθώς καταναλώνεται γενικά, δεν αποτελεί πηγή βιταμίνης C. Κατά τη βλάστηση συντίθεται κάποια ποσότητα βιταμίνης C στους κόκκους και κατά τη ζύμωση παρατηρείται περαιτέρω αύξηση της περιεκτικότητας σε βιταμίνες (Taur κ.α., 1984).

### 1.6.3. ΠΡΩΤΕΪΝΕΣ

Στο σόργο, παρατηρήθηκε αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ της απόδοσης κόκκων και της περιεκτικότητας σε πρωτεΐνες (Frey, 1977). Η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνη των κόκκων είναι επίσης σημαντικά και αντιστρόφως συσχετισμένη με το βάρος και την περιεκτικότητα σε άμυλο.

Η πρωτεΐνη των κόκκων και η σύνθεση αμινοξέων στο σόργο διαφέρουν ανάλογα με την τοποθεσία στην οποία καλλιεργείται το φυτό (Deosthale and Mohan, 1970, Deosthale κ.α., 1972, Deyoe and Shellenberger, 1965). Το επίπεδο της αζωτούχου λίπανσης αζώτου επηρεάζει επίσης την ποσότητα και την ποιότητα της πρωτεΐνης στο σόργο (Deosthale κ.α., 1972, Waggle κ.α., 1967). Επίσης, η περιεκτικότητα σε τέφρα και η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες των σπόρων συσχετίζονται θετικά μεταξύ τους (Subramanian and Jambunathan, 1982).

Τόσο οι *in vitro* όσο και οι *in vivo* μελέτες έχουν δείξει ευρεία μεταβλητότητα της εύπεπτης πρωτεΐνης των ποικιλιών σόργου (Axtell κ.α., 1981). Τιμές κυμαίνονται από 49,5-70% και από 30-70% (Silano, 1977) κι έχουν αναφερθεί από τους Elmalik και του συνεργάτες του (1986) οι οποίοι παρατήρησαν ότι στα ποντίκια πεπτικότητα της πρωτεΐνης των ποικιλιών σόργου με υφή ενδιάμεσου και κερατοειδούς ενδοσπερμίου ήταν 70,3% και 74,5%, αντίστοιχα. Αυτές οι τιμές ήταν χαμηλότερες από αυτές που παρατηρήθηκαν για την πρωτεΐνη αραβοσίτου (78,5%). Σε ορισμένες ποικιλίες σόργου η παρουσία συμπυκνωμένων πολυφαινόλων ή τανινών στους κόκκους είναι ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει δυσμενώς τη δυνατότητα πεπτικότητας πρωτεΐνης και τη διαθεσιμότητα αμινοξέων (Bach Knudsen κ.α., 1988).

Σε ποικιλίες σόργου χωρίς τανίνη, ο Sikabbubba (1989) παρατήρησε ότι η πεπτικότητα της πρωτεΐνης συσχετίστηκε αντιστρόφως ανάλογα με την ολική πρωτεΐνη στους κόκκους. Επίσης, η πεπτικότητα της πρωτεΐνης του σπόρου βρέθηκε ότι είναι εξαιρετικά φτωχή, σε σύγκριση με εκείνη που παρατηρήθηκε προηγουμένως για το σιτάρι (81%), τον αραβόσιτο (73%) και το ρύζι (66%). Ωστόσο, σε μια μελέτη με προϊόν με σοκολάτα και σόργο που τροφοδοτήθηκε σε μικρά παιδιά (Maclean κ.α., 1983), η πεπτικότητα της πρωτεΐνης, (81%), ήταν πολύ υψηλότερη από ό, τι για ολόκληρο τον κόκκο (46%).

#### **1.6.4. ΛΙΠΙΔΙΑ**

Η ακατέργαστη περιεκτικότητα του σόργου σε λιπαρές ουσίες είναι 3%. Είναι υψηλότερη από εκείνη του σιταριού και του ρυζιού, αλλά χαμηλότερη από αυτή του αραβοσίτου. Τα στρώματα βλαστών και αλευρόνης είναι τα κύρια συστατικά του λιπιδικού κλάσματος (Almeida Rodriguez κ.α., 1991).

Ακόμη, τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία του κόκκου του σόργου επηρεάστηκε περισσότερο από την τοποθεσία παρά από την ποικιλία (Deosthale και Belavady, 1978). Άλλοι παράγοντες όπως η πυκνότητα του φυτικού πληθυσμού, η εποχή, το νερό και η καταπόνηση, συμβάλλουν επίσης στις μεταβολές της σύνθεσης.

Δεν αναφέρθηκε σημαντική διαφορά όσον αφορά την περιεκτικότητα σε αρκετές ποικιλίες σόργου. Το λιπαρό οξύ ήταν σημαντικά υψηλότερο σε *kafir*, *caudatum* και άγριο σόργο σε σχέση με τις ομάδες *bicolor*, *durra* και *guinea* (Stemler κ.α., 1976).

### **1.6.5. ΦΥΤΙΚΕΣ-ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΕΣ ΙΝΕΣ**

Ο όρος διαιτητικές ίνες χρησιμοποιείται για να περιγράψει μια ποικιλία αβλαβών φυτικών πολυσακχαριτών που περιλαμβάνουν κυτταρίνη, ημικυτταρίνες, πηκτίνες, ολιγοσακχαρίτες, κόμμεα και διάφορες λιγνοποιημένες ενώσεις. Οι φυτικές ίνες έχουν ορισμένες δυσμενείς επιπτώσεις στη διαθεσιμότητα ορισμένων θρεπτικών ουσιών. Σε πειράματα που έγιναν σε ποντίκια, η συγκέντρωση ψευδαργύρου και σιδήρου σε δίαιτες με σόργο πλούσιο σε φυτικές ίνες και φυτικά, ήταν σημαντικά χαμηλότερη από ό, τι στις δίαιτες σόργου με χαμηλή περιεκτικότητα σε ίνες (Ali Harland, 1991).

### **1.6.6. ΤΟΞΙΚΟΤΗΤΑ**

Όπως συμβαίνει με άλλα τρόφιμα, ορισμένοι αναστολείς διατροφής και τοξικές ουσίες συσχετίζονται με σπόρους σόργου. Ενδιαφέρον παρουσιάζεται για τα επίπεδα φυτικού οξέος, των πολυφαινόλων, του ιωδίου, της νιασίνης και άλλων ιχνοστοιχείων. Ευτυχώς υπάρχουν διαθέσιμες μέθοδοι για την εξάλειψη, απενεργοποίηση ή πρόληψη των τοξικών αυτών αρχών.

### **1.7. ΓΕΩΓΡΑΦΙΑ ΤΣΟΥΛΙΟΥ**

Το Τσοτύλι βρίσκεται στη Δυτική Μακεδονία και ανήκει στο δήμο Βοΐου. Βρίσκεται σε υψόμετρο 840m περίπου. Οι χειμώνες κατά κανόνα είναι σκληροί και μεγάλης διάρκειας με αρκετές χιονοπτώσεις και παγωνιές, αν και με τις κλιματικές αλλαγές το μικρόκλιμα αρχίζει να γίνεται πιο ήπιο. Οι βροχοπτώσεις είναι περιορισμένες κατά την καλοκαιρινή περίοδο εκτός από κάποιες καλοκαιρινές μπόρες συνήθως μικρής διάρκειας. Πιθανή είναι και η χαλαζόπτωση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες.

Ο πληθυσμός είναι κατά κανόνα αγροτικός ωστόσο η αστυφιλία και η οικονομική κατάσταση της χώρας σήμερα, έχουν μετατρέψει τους αγρότες της περιοχής σε συλλέκτες επιδοτήσεων, χωρίς κανένα ενδιαφέρον για την παραγωγή και με μοναδικό στόχο τον περιορισμό των εξόδων τους ώστε να «επιβιώσουν» για άλλη μια καλλιεργητική περίοδο. Λίγοι είναι εκείνοι που ασχολούνται με την πραγματική παραγωγή.

### **1.8. ΣΚΟΠΟΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η ανάδειξη του Σόργου ως ένα ιδιαίτερο κτηνοτροφικό φυτό. Το Σόργο δεν έχει καλλιεργηθεί ποτέ στο παρελθόν στην περιοχή του Τσοτυλίου, και εκτιμάται πως μπορεί να βελτιώσει την κατάσταση της οικονομίας του τόπου ,αφού δεν έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις και οι χρήσεις του είναι πολλές και συνδυαστικές.

Τα έξοδα παραγωγής είναι πλέον ο πρώτος προβληματισμός κάθε γεωργού, πόσο μάλλον σε μια τέτοια περιοχή που οι κλιματικές δυσκολίες δυσχεραίνουν ακόμη περισσότερο την αγροτική ανάπτυξη.

Γι' αυτό το λόγο στο συγκεκριμένο πείραμα γίνεται προσπάθεια περιορισμού των εξόδων με τον πιο ορθολογικό τρόπο ώστε να αποκομιστεί μια ικανοποιητική παραγωγή.

Εκτός από τις κλασικές του χρήσεις, η ενσίρωση είναι μια πολύ καλή λύση για κάθε γεωργό της περιοχής, αφού τα ζώα αδυνατούν να βόσκουν για μια μεγάλη περίοδο κάθε έτους. Παράλληλα, ανταγωνίζεται ισάξια σε θρεπτικά άλλες κτηνοτροφικές καλλιέργειες όπως το καλαμπόκι.

Sorghum vs Corn, white

Nutrition Facts	
Serving Size: 100g or 3.5oz	
Amount Per Serving	
Calories 339	Calories from Fat 28
% Daily Value*	
Total Fat 3g	5%
Saturated Fat 0g	2%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 6mg	0%
Total Carbohydrate 75g	25%
Dietary Fiber 6g	25%
Sugars 0g	
Protein 11g	
Vitamin A 0%	Vitamin C 0%
Calcium 3%	Iron 24%

Nutrition Facts	
Serving Size: 100g or 3.5oz	
Amount Per Serving	
Calories 365	Calories from Fat 40
% Daily Value*	
Total Fat 5g	7%
Saturated Fat 1g	3%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 35mg	2%
Total Carbohydrate 74g	25%
Dietary Fiber 0g	~
Sugars 0g	
Protein 9g	
Vitamin A 0%	Vitamin C 0%
Calcium 1%	Iron 15%

Εικόνα 9 Σύγκριση θρεπτικών σε Σόργο και Καλαμπόκι (U.S.D.A.)

Για τους λόγους αυτούς δεν εφαρμόστηκε άρδευση, ενώ σκοπός μας είναι να βρεθεί η καλύτερος συνδυασμός νιτρικής λίπανσης με την παραγωγή, ώστε να μην εφαρμόζονται άσκοπα περισσότερα λιπάσματα.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 2.1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

Για τις ανάγκες του ερευνητικού έργου εγκαταστάθηκε ένα πείραμα αγρού 4km. έξω από το Τσοτύλι Κοζάνης. Η καλλιέργεια που επιλέχθηκε ήταν το σόργο, το οποίο είναι μια νέα καλλιέργεια για την περιοχή αλλά και τη χώρα γενικότερα.

Έγινε πείραμα αγρού με πειραματικό σχέδιο τυχαιοποιημένων τεμαχίων σε 4 επαναλήψεις συγκροτημάτων, όπως φαίνονται στο πειραματικό σχέδιο που ακολουθεί. Οι μεταχειρίσεις λίπανσης ήταν οι ακόλουθες:

1. Μάρτυρας
2. Συμβατική λίπανση (8-0-0)
3. Συμβατική λίπανση (16-0-0)
4. Συμβατική λίπανση (24-0-0)

Η ποικιλία του σόργου που χρησιμοποιήθηκε ήταν Skyscraper και η σπορά (ES5200) έγινε στις 16 Απριλίου.

Πίνακας 3 Πειραματικό σχέδιο του πειράματος.

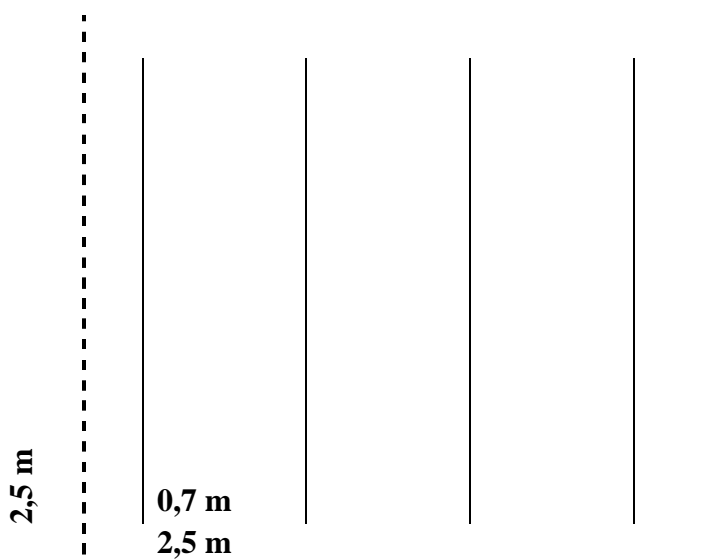
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ: 4 ΕΠΙΠΕΔΑ ΛΙΠΑΝΣΗΣ ΒΑΣΙΚΗ Βραδείας 24-8-8				
N(0)	N(8)	N(16)	N(24)	I
8	0	24	16	II
24	16	0	8	III
16	24	8	0	IV
A	B	Γ	Δ	

Κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελείται από 3 γραμμές από τις οποίες οι δύο ακραίες ήταν οι περιθωριακές, και η μεσαία ήταν γραμμή απόδοσης και δειγματοληψίας. Οι διαστάσεις του κάθε τεμαχίου ήταν 2,5 m πλάτος και 2,5 m μήκος (6,25 m<sup>2</sup>).

Η απόσταση μεταξύ των γραμμών σποράς ήταν 0,7 m και η απόσταση των φυτών επί της γραμμής ήταν 7 cm, ώστε τελικά προέκυψε πληθυσμός περίπου 21 φυτών/m<sup>2</sup>.



Πίνακας 4 Πειραματικό τεμάχιο



## 2.2. ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Τα μετεωρολογικά δεδομένα προέρχονται από το μετεωρολογικό σταθμό της Καστοριάς που είναι εγκατεστημένος περίπου 40km από τον αγρό. Οι μέσες κλιματικές τιμές της θερμοκρασίας και της βροχόπτωσης είναι για την περιοχή της Καστοριάς διότι δεν υπάρχουν στοιχεία για την ευρύτερη περιοχή του Τσοτυλίου.

## 2.3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ

Εφαρμόστηκε η συνήθης καλλιεργητική τεχνική για τις εαρινές καλλιέργειες στην περιοχή. Για την προετοιμασία του αγρού έγιναν όλες οι ενδεδειγμένες καλλιεργητικές φροντίδες (φθινοπωρινό όργωμα, δισκοσβάρνισμα και καλλιεργητής ελαφρού τύπου – προετοιμασίας, το τρίτο δεκαήμερο του Μαρτίου).

Η σπορά έγινε στις 16 Απριλίου 2017. Η σπορά έγινε χειρονακτικά.

Λόγω της περιορισμένης έκτασης του αγρού, έγινε καταπολέμηση των ζιζανίων χειρονακτικά κατά τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου του φυτού, όταν κρινόταν απαραίτητο.

Μία ημέρα πριν τη σπορά έγινε εφαρμογή της βασικής λίπανσης στα «πεταχτά» και ενσωμάτωση των λιπασμάτων με καλλιεργητή ελαφρού τύπου.

Δεν εφαρμόστηκε άρδευση και καθ' όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, δεν έγινε καμιά επέμβαση για φυτοπροστασία, διότι δεν υπήρξε κανένα πρόβλημα προσβολής της καλλιέργειας από εχθρούς και ασθένειες.

## 2.4. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ-ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΙ ΑΥΞΗΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ

Έγιναν μετρήσεις του ύψους των φυτών κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Στη συνέχεια έγινε δειγματοληψία-συγκομιδή φυτών για ανάλυση της απόδοσής τους. Η δειγματοληψία περιλάμβανε την κοπή ενός μέτρου φυτών από τη γραμμή δειγματοληψίας του κάθε τεμαχίου. Αρχικά γινόταν καταγραφή του χλωρού τους βάρους. Στη συνέχεια επιλέγονταν δύο αντιπροσωπευτικά φυτά από κάθε τεμάχιο και χωρίζονταν σε στελέχη και φύλλα όπου προσδιορίζονταν τα αντίστοιχα ξηρά βάρη, όπως και το συνολικό. Η ξήρανση των δειγμάτων γινόταν σε ξηραντήριο σε θερμοκρασία 40 °C. Η ξήρανση θεωρείτο περατωμένη όταν δεν μεταβαλλόταν το βάρος των δειγμάτων από την προηγούμενη μέτρηση μετά την παρέλευση μιας ημέρας.

### 2.4.1. ΑΠΟΔΟΣΗ

Για τον υπολογισμό της απόδοσης έγινε συγκομιδή με το χέρι στις προεπιλεγμένες γραμμές απόδοσης του κάθε τεμαχίου. Η συγκομιδή έγινε 24 Σεπτεμβρίου 2017.

Ο συγκεκριμένος αγρός επιλέχθηκε λόγω του ότι βρισκόταν σε αγρανάπαυση. Παράλληλα, το πειραματικό τεμάχιο ήταν περιφραγμένο κι επομένως αποφεύχθηκαν τυχόν ζημιές από φυσικούς εχθρούς (αγριοχοίρους) που υπάρχουν στην περιοχή και θα αποτελούσαν κίνδυνο για την καλλιέργεια και την εκτέλεση του πειράματος.



Εικόνα 10 Πρώτη εικόνα των βλαστημένων σπόρων.





Εικόνα 11 Ημέρα συγκομιδής.

## 2.5. ΕΞΟΠΛΙΣΜΟΣ

Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην εγκατάσταση:

- Αγροτικός ελκυστήρας
- Άροτρο
- Σπόρος Σόργου Skyscraper (ES5200)
- Χρωματισμένος σπάγκος
- Πάσσαλοι
- Σκαπτικά εργαλεία
- Λίπασμα τύπου 20-10-10
- Ζυγαριά ακριβείας



Εικόνα 12. Σπόρος που χρησιμοποιήθηκε.



Εικόνα 13 Κατάσταση της καλλιέργειας πριν τη συγκομιδή.



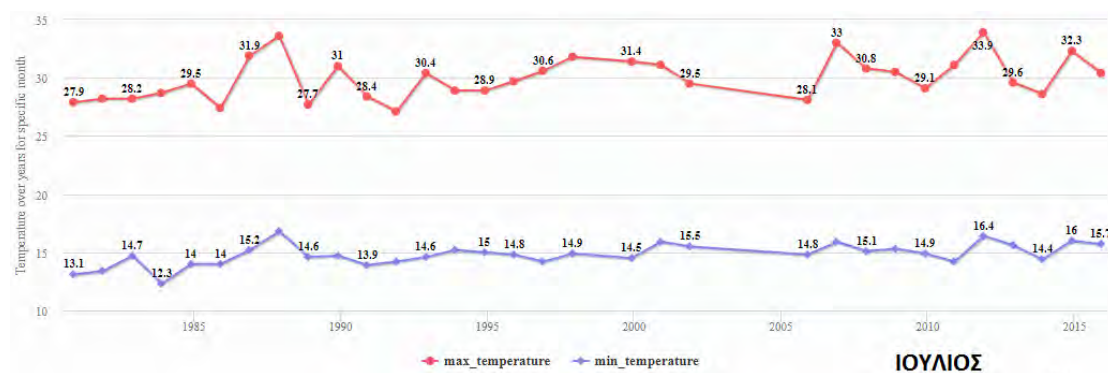
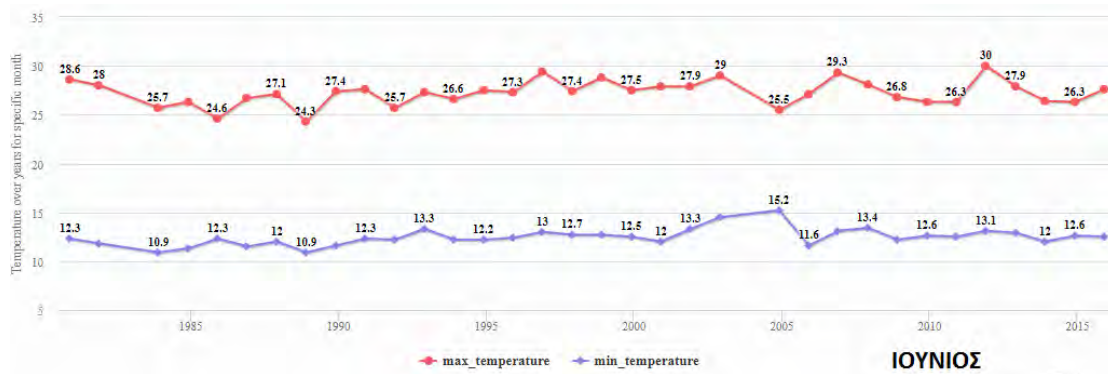
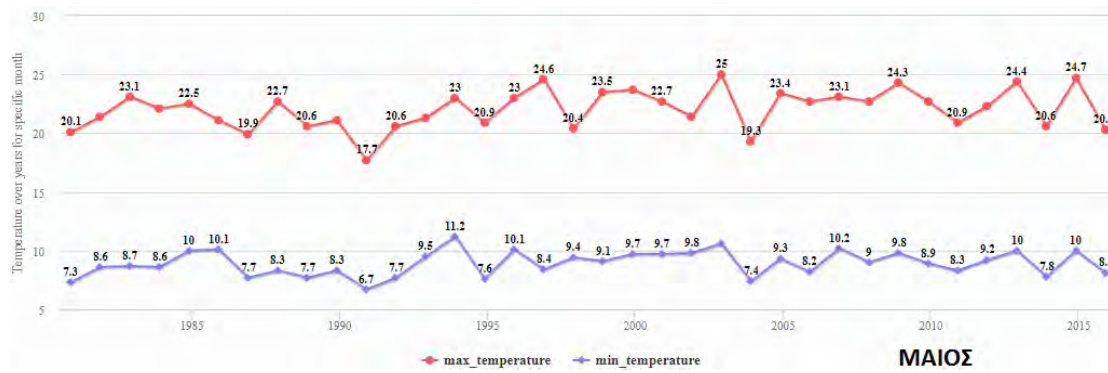
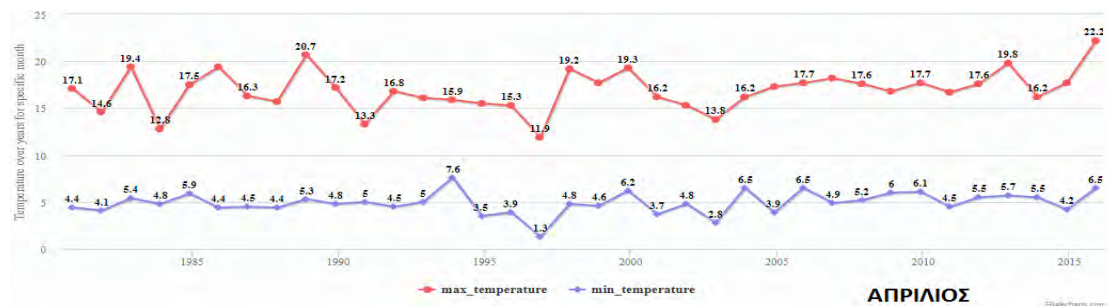
Εικόνα 14 Δειγματοληψίες μετά την αρχική ζύγιση.

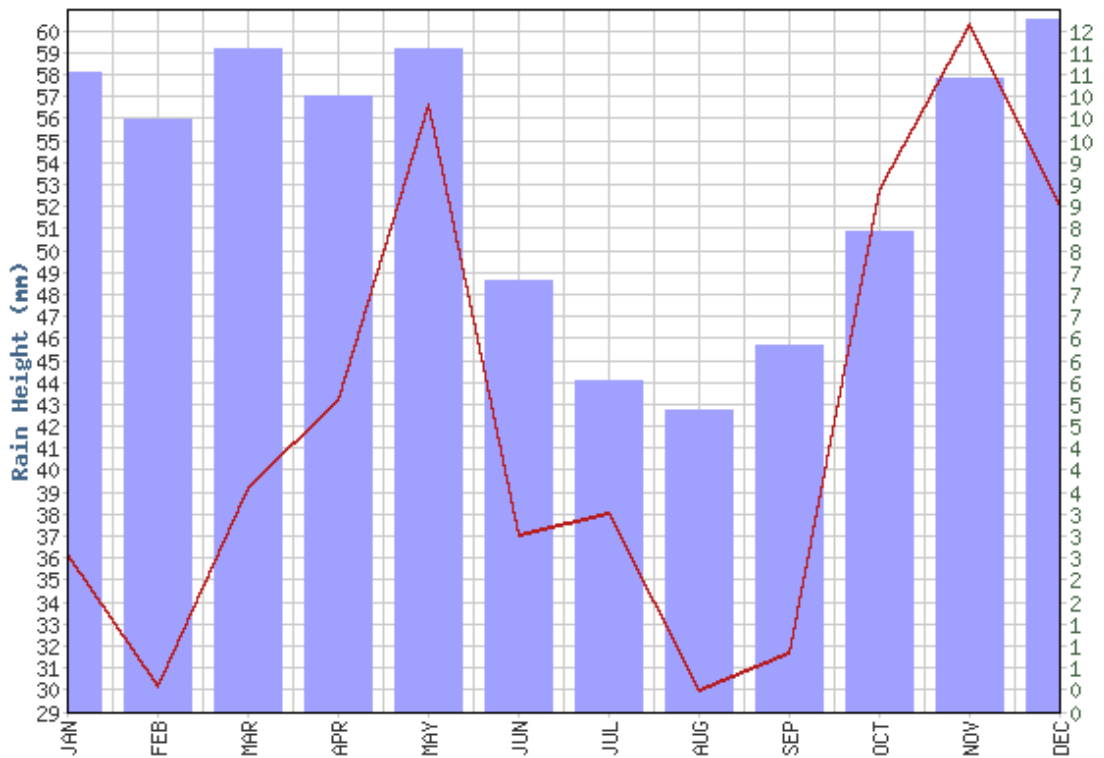
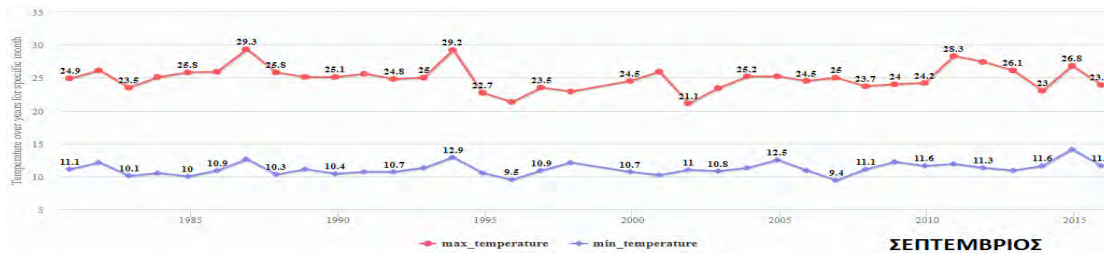
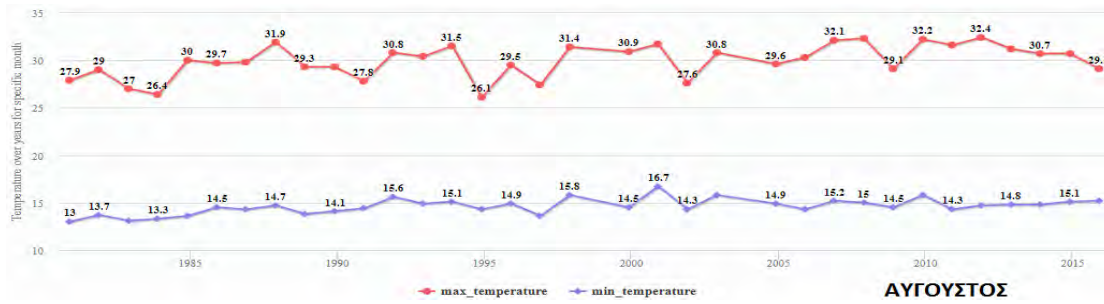
Υλικά και όργανα που χρησιμοποιήθηκαν στην επεξεργασία:

- Κλαδευτικά ψαλίδια
- Ζυγαριά ακριβείας
- Φούρνος-Κλίβανος
- Χάρτινες και πλαστικές σακούλες



### 3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ





Εικόνα 15 Βροχομετρικό ύψος από ΕΜΥ Καστοριάς.

Γενικά, το ετήσιο βροχομετρικό ύψος της περιοχής κυμαίνεται από 800 χιλιοστά έως 1.200 χιλιοστά. Το χιόνι είναι συνηθισμένο φαινόμενο κατά την ψυχρή εποχή, ιδίως στα ορεινά ενώ οι καταιγίδες, θερμικής προέλευσης, είναι σχετικά συχνές κυρίως κατά τη θερμή εποχή του έτους. Η μέση βροχόπτωση για κάθε μήνα παρουσιάζεται στην Εικόνα 11, με στοιχεία που προέρχονται από την Εθνική μετεωρολογική υπηρεσία (ΕΜΥ).

Η καλοκαιρινή περίοδος του 2017 ήταν σχετικά ξερική. Λίγες βροχές μεγάλης έντασης και μεγάλες περιόδους ξηρασίας ειδικά τον Αύγουστο ταλαιπώρησαν κάθε φυτικό και όχι μόνο οργανισμό. Η μέση θερμοκρασία ήταν γενικά υψηλότερη από τις κανονικές τιμές. Αντίθετα, για την συγκεκριμένη περιοχή το συνολικό ύψος βροχόπτωσης της καλλιεργητικής περιόδου ήταν μειωμένο αισθητά, καθώς το σύνολο των κατακρημνισμάτων έφτασε μόλις τα 206 mm.

**Πίνακας 5 Μηνιαίες Τιμές Βροχόπτωσης.**

ΜΗΝΑΣ	ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ ΒΡΟΧΟΠΤΩΣΗΣ (mm)	ΜΕΣΕΣ ΜΗΝΙΑΙΕΣ ΤΙΜΕΣ (mm)
ΑΠΡΙΛΙΟΣ	8	43
ΜΑΙΟΣ	72	57
ΙΟΥΝΙΟΣ	25	37
ΙΟΥΛΙΟΣ	53	35
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	30	30
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ	28	33
Συνολική Βροχόπτωση	206	235

Ο Ιούλιος ήταν αξιοσημείωτος καθώς ξεκίνησε με ένα ισχυρό επεισόδιο καύσωνα (1-2/7) χωρίς όμως ακραίες τιμές για το συγκεκριμένο μήνα. Στα μέσα του μήνα σημειώθηκαν πολύ ισχυρές βροχές και καταιγίδες ενώ η θερμοκρασία έπεσε αρκετά.

Το μεγαλύτερο μέρος του νετού συγκεντρώθηκε σε μικρές χρονικές περιόδους και σίγουρα επηρέασε την αξιοποίηση του ύδατος και την εξέλιξη του πειράματος αλλά παράλληλα έδωσε μια εκτίμηση για την αντοχή και τις δυνατότητες του σόργου. Για παράδειγμα, τη στιγμή που τα αρδευόμενα καλαμπόκια της περιοχής πάσχισαν να φτάσουν τα 2 μέτρα σε ύψος, το σόργο, μη αρδευόμενο τα ξεπέρασε κατά πολύ φτάνοντας μέγιστη τιμή ύψους ως και 2,40m.

Πριν το φύτευμα υπήρξε μία πτώση της θερμοκρασίας με την εμφάνιση πάχνης η οποία επηρέασε την καλλιέργειά μας και χρειάστηκε επανάληψη της σποράς σε κάποια σημεία του αγρού.

Μια αρχική παρατήρηση είναι πως τα φυτά που βρίσκονταν περιμετρικά του χωραφιού αναπτύχθηκαν καλύτερα λόγω της περίσσιας ηλιακής ακτινοβολίας την οποία λάμβαναν. Επίσης τα φυτά ανατολικά του χωραφιού είχαν μεγαλύτερη ανάπτυξη.

Μετά το φύτευμα έγιναν τακτικοί έλεγχοι στην ανάπτυξη ζιζανίων τα οποία και καταπολεμήθηκαν χειρονακτικά αφού το μέγεθος του αγρού το επέτρεπε.

Η διάμετρος των στελεχών κατά την τελευταία μέτρηση κυμάνθηκε μεταξύ 3 και 8 εκατοστά.



Εικόνα 16 Εξέλιξη της καλλιέργειας 40 μέρες μετά τη σπορά.

Πίνακας 6 Μετρήσεις και υπολογισμοί.

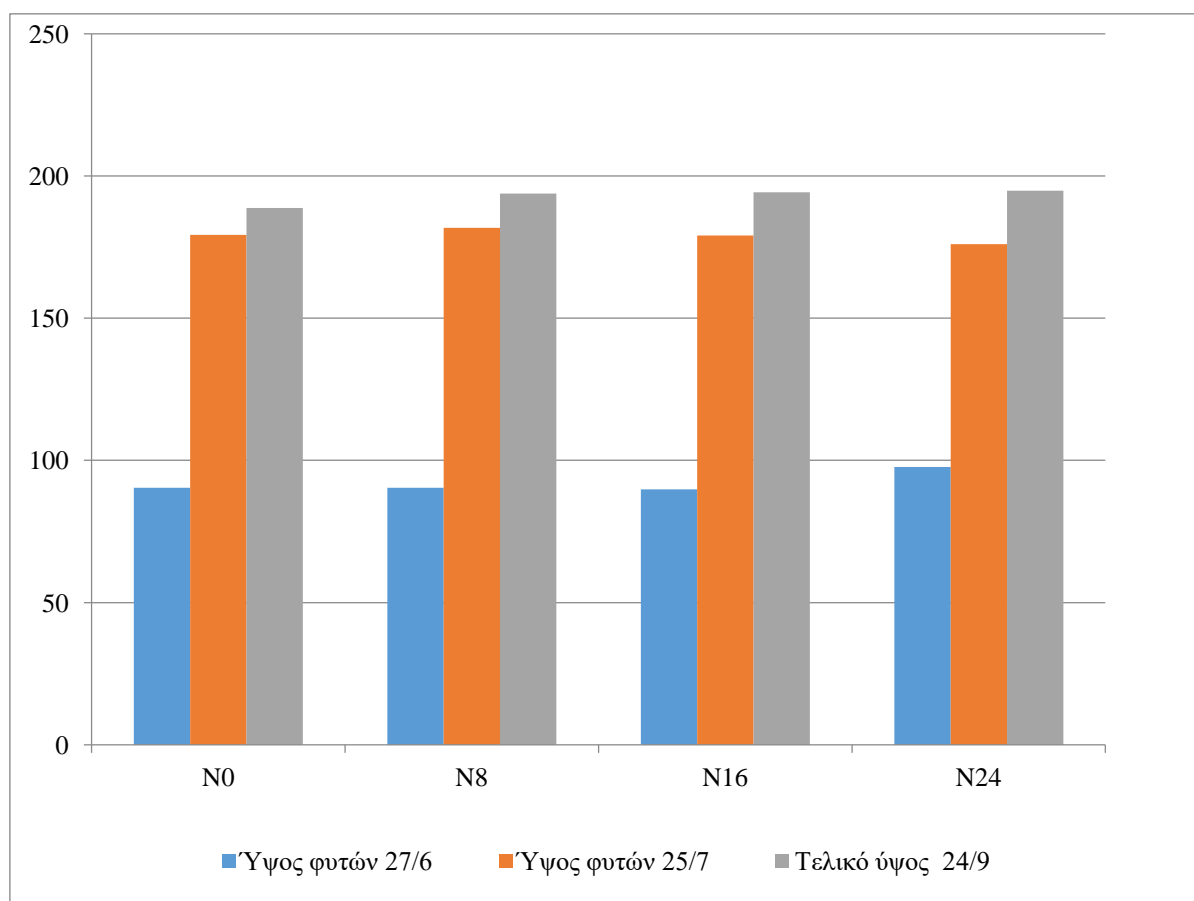
Υψος 27/6 (cm)	Υψος 25/7 (cm)	Τελικό Υψος 24/9 (cm)	Χλωρό βάρος (kg/στρ)	Ξηρό/Χλωρό βάρος	Ξηρά στελέχη /ολικό ξηρό βάρος	Ξηρά φύλλα/ Ολικό ξηρό βάρος	Ολικό βάρος/στρέμματα (kg/στς)	Ξηρά στελέχη /στρέμματα (kg/στρ)	Ξηρά φύλλα/ στρέμματα (kg/στρ)	
100	182	182	4173	0,25	0,72	0,28	1047	753	293	N0-1
70,6	175	185	4213	0,27	0,73	0,27	1127	820	307	N0-2
81	160	179	3360	0,27	0,74	0,26	907	673	233	N0-3
110	200	216	6187	0,25	0,73	0,34	2320	1694	787	N0-4
97	180	196	6013	0,28	0,71	0,29	1707	1213	500	N8-1
74,5	180	180	6773	0,28	0,71	0,29	1900	1353	547	N8-2
101,6	185	195	5507	0,22	0,67	0,33	1207	813	393	N8-3
88,5	182	204	4933	0,29	0,72	0,28	1407	1007	400	N8-4
110	190	192	5667	0,25	0,76	0,24	933	713	220	N16-1
97	196	205	5507	0,34	0,74	0,26	1887	1400	487	N16-2
55	145	177	4707	0,24	0,67	0,33	900	600	300	N16-3
97,3	185	203	5427	0,32	0,71	0,41	1620	1150	660	N16-4
120	177	187	5293	0,28	0,74	0,26	1493	1100	393	N24-1
102,5	167	189	3893	0,28	0,78	0,22	1080	840	240	N24-2
67,3	170	195	6547	0,28	0,71	0,29	1827	1300	527	N24-3
100,8	190	208	6907	0,28	0,74	0,26	1960	1447	513	N24-4



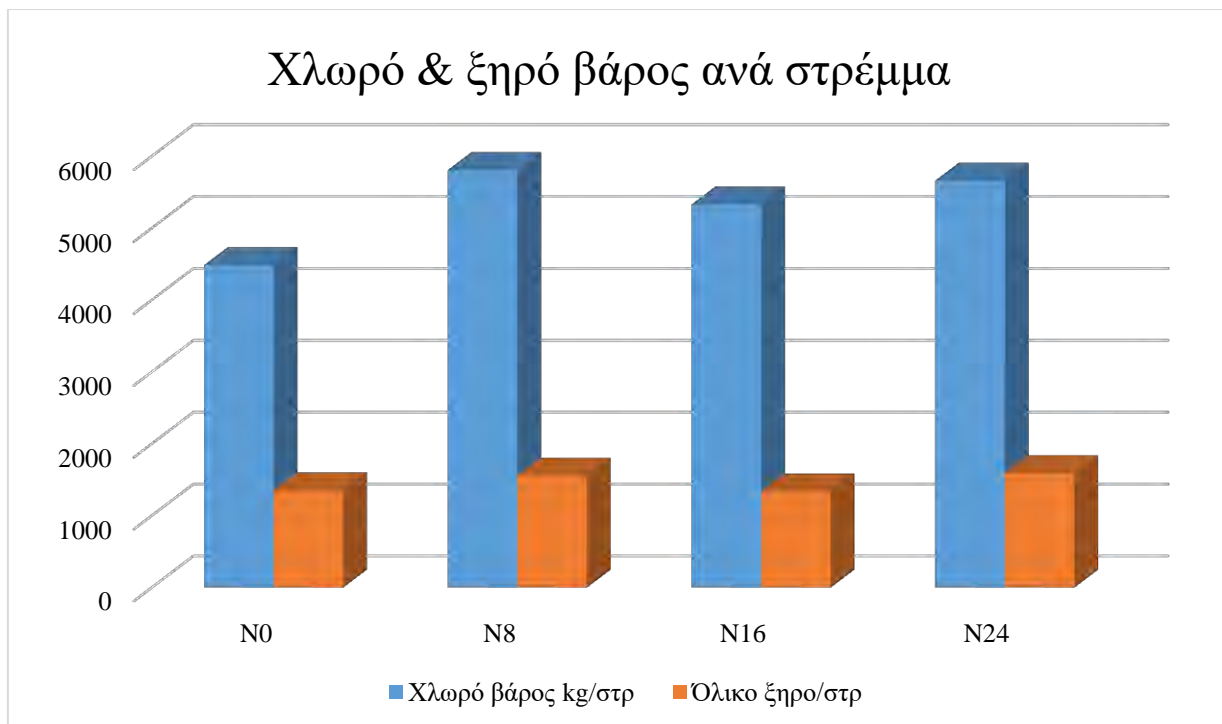
Πίνακας 7 Στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων.

	Ύψος φυτών 27/6	Ύψος φυτών 25/7	Τελικό ύψος φυτών 24/9	Χλωρό βάρος kg/στρ	Ξηρό/Χλωρό	Ξηροί βλαστοί/ολικό ξηρό	Ξηρά φύλλα /Ολικό ξηρό	Όλικο ξηρο/στρ	Ξηρό βάρος βλαστών/στρέμμα	Ξηρό Βάρος φύλλων /στρέμμα
N0	90	179	191	4483	0,26	0,73	0,29	1350	985	405
N8	90	182	194	5807	0,27	0,70	0,30	1555	1097	460
N16	90	179	194	5327	0,29	0,72	0,31	1335	966	417
N24	98	176	195	5660	0,28	0,74	0,26	1590	1172	418
ΕΣΔ	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV%	17.6	7.2	5.2	20.4	10.0	3.3	14.2	31.2	30.8	38.0

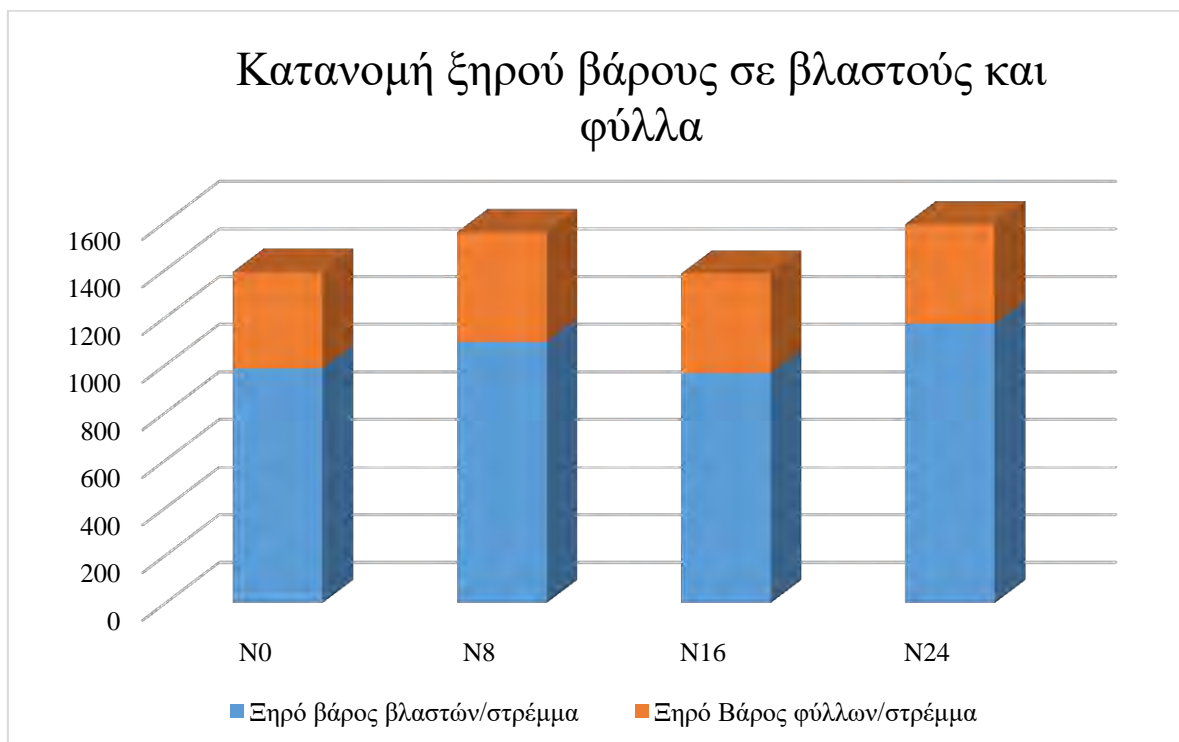
Διαγραμματική απεικόνιση των αποτελεσμάτων:



Εικόνα 17 Εξέλιξη ύψους των φυτών κατά την διάρκεια της καλλιέργειας.



Εικόνα 18 Απεικόνιση απόδοσης χλωρού και ξηρού βάρους ανά στρέμμα.



Εικόνα 19 Απεικόνιση της κατανομής των βλαστών και φύλλων στο ξηρό βάρος.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως η διαφορά σε απόδοση δεν ήταν αξιοσημείωτη για οποιοδήποτε επίπεδο λίπανσης. Το γεγονός αυτό οφείλεται σε δύο λόγους. Ο πρώτος είναι η γονιμότητα του ξεκούραστου χωραφιού και ο δεύτερος είναι η μη άρδυσή του. Η καλλιέργεια δέσμευσε όσο άζωτο μπορούσε ωστόσο χωρίς νερό δεν είχε τη δυνατότητα να εκμεταλλευτεί περισσότερο, ακόμη κι αν το άζωτο που εφαρμόσαμε υπήρχε στο έδαφος.

Τα αποτελέσματα του πειράματός μας δείχνουν πως σε μια καλλιέργεια σόργου σε ξεκούραστο, μη αρδευόμενο χωράφι, δεν υπάρχει ανάγκη λίπανσης καθώς η παραγωγή ήταν εξίσου ικανοποιητική σε όλες τις περιπτώσεις. Το συμπέρασμα αυτό έχει μεγάλη σημασία και λόγω της οικονομικής εφαρμογής σε περιοχές όπου το νερό είναι δυσεύρετο αλλά και στην αειφόρο ανάπτυξη, αφού ειδικά στη χώρα μας τα φαινόμενα υπερβολικής λίπανσης είναι συχνά, και τα αποτελέσματά της θα τα βρούμε μπροστά μας.

Επομένως, είναι καιρός να δώσουμε την ευκαιρία σε νέες, για τη χώρα μας, καλλιέργειες και να υιοθετήσουμε μια αγροτική πολιτική η οποία θα μας εξασφαλίζει το επιθυμητό οικονομικό όφελος, αλλά με γνώμονα πάντα την προστασία του περιβάλλοντος. Το σόργο είναι μία από αυτές τις καλλιέργειες.

Καταλήγοντας, το σόργο φαίνεται να είναι μια καλλιέργεια πολλά υποσχόμενη στην οποία θα έπρεπε αρχίσει να στρέφεται και να επενδύει ο αγροτικός πληθυσμός. Η ανθεκτικότητα και η δυναμικότητα της καλλιέργειας, θα απασχολήσει στο μέλλον την αγροτική οικονομία που ήδη ταλανίζεται και αναζητά διεξόδους.

## **5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

### **ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:**

Γεωργακόπουλος Α.(1933). 19 πλουτοφόρα φυτά: ήτοι σόργον του Σουδάν, βελουδοφάσουλο, σύνφυτον το ξενικόν, κτηνοτροφικές κολοκύθες, σήκιον το εδώδιμον, αλιμιά, αγκινάρα.

Μπλέτσας Βασίλειος (2010) ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΑ ΦΥΤΑ.

Ελευθεροχωρινός (1996) Ζιζανιολογία -ΕΚΔΟΣΕΙΣ ΑΓΡΟΤΥΠΟΣ, ΑΘΗΝΑ, 1996.

Τζανακάκης Μ., (1995) Εντομολογία - Εκδόσεις University Studio Press, Θεσσαλονίκη, 1995.

ΚΑΠΕ (2004).Ενεργειακές καλλιέργειες για την παραγωγή υγρών και στερεών βιοκαυσίμων στην Ελλάδα. -Κέντρο Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας.

Καραμάνος, Α. Ι. (1999). Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: αραβόσιτος, σόργο, ρύζι, κεχρί. -Εκδόσεις Παπαζήση, Αθήνα.

Παπακώστα Δέσποινα, 1996-1997. Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι (Σιτηρά, Ψυχανθή, Χορτοδοτικά Φυτά). -Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης.

Σταμόπουλος ΔΚ., (1995) Έντομα αποθηκών μεγάλων καλλιεργειών και λαχανικών - Δεύτερη Έκδοση. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1995.

Υπουργείο Γεωργίας, (2000) Ενεργειακή Γεωργία - Βιομάζα (Κεφάλαιο 4). Πρακτικά συνεδρίου συνάντησης εργασίας "Γεωργία και Περιβάλλον".

### **ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

Abdelrahman A. , RC Hosney (1984) Basis for hardness in pearl millet, grain sorghum, and corn - Cereal Chemistry 61 (3), (232-235).

Amaducci S. ,Andrea Monti, GianpietroVenturi (2004) Non-structural carbohydrates and fibre components in sweet and fibre sorghum as affected by low and normal input techniques -Industrial Crops and Products Volume 20, Issue 1, (111-118).

Ali HI, BF Harland (1991) (Prehistoric Ethiopia and India: contacts through sorghum and millet genetic resources) - Cereal chemistry (USA).

Almodares A., M. Jafarinia and M.R. Hadi (2009) The Effects of Nitrogen Fertilizer on Chemical Compositions in Corn and Sweet Sorghum -J. Agric. & Environ, Sci., 6 (4): (441-446).

Anderson I., Dwayne R. Buxton, Arne Hallam ,E. Hunter (1995), Biomass production and ethanol potential from sweet sorghum -LEOPOLD CENTER COMPLETED GRANT REPORTS (Project ID 1991-46).

Anthony Bly,(2015) Sorghum Nutrient Requirements SDSU Agronomy, Horticulture and Plant Science Department.

Axtell JD , AW Kirleis, MM Hassen., N D'Croz Mason, E T Mertz and L Munck, (1981) Digestibility of sorghum proteins (1333-1335) -National Academy of Sciences.

Bach Knudsen κ.α., 1988, (Effect of cooking, pH and polyphenol level on carbohydrate composition and nutritional quality of a sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) food, ugali) British Journal of Nutrition, 1988 - cambridge.org.

Barbucci, P., Andreuccetti, P., Frati, G., Bacchiet, P., Vannucci, D. and Pari, L. (1994). Energy crops harvesting: fiber sorghum, kenaf, *Arundo donax*, *Miscanthus*, *Cynara cardunculus* -Biomass for Energy and Industry, 7th E.C. Conference. Bochum: Ponte Press (38-41).

Berenji & Dahlberg, (2004) Perspectives of Sorghum in Europe Volume190, Issue5 October 2004 , (332-338).

Biomatnet, 1997 Innovative Harvesting and Sugar-Juice Separating Machine for Sweet Sorghum and Fibre Sorghum (FAIR-CT95-0069, Final report November 1997, Summary).

BioMatNet,(2000) SORGHUM: Environmental studies on sweet and fibre sorghum sustainable crops for biomass and energy. 2000 Progress Report Executive Summary (FAIR-CF96-1913).

Bitzer and Fox, 2000, Processing sweet sorghum for syrup -University of Kentucky Cooperative Extension Service.

Charles S. Wortmann, Richard Ferguson, Gary W. Hergert, Charles A. Shapiro and Tim M. Shaver (2013) Nutrient management suggestions for grain sorghum – University of Nebraska.

Chiaramonti D, A Agterberg, G Grassi, HP Grimm (2002) Large bioethanol project from Sweet Sorghum in China and Italy (ECHIT): Description of site, process schemes and main products - 12th European Conference.

Curt M.D., J.Fernandez,M.Martinez 1995 (Productivity and water use efficiency of sweet sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) cv. “Keller” in relation to water regime - Biomass and Bioenergy – Elsevier.

Davis AB, RC Hosene, (1979) Grain sorghum condensed tannins. I. Isolation, estimation, and selective adsorption by starch –Cereal chem. 56, (310-314).

Dalianis, C., E. Alexopoulou, N. Dercas and Ch. Sooter, (1996). Effect of plant density on growth, productivity and sugar yields of sweet sorghum in Greece. -

Biomass for Energy and Environment. Proc. 9th European Biomass Conference, Ed. Chartier κ.α., Pergamon Press, Oxford, UK, (582-587).

Dave TeBeest (1991) Ecology and Epidemiology of Fungal Plant Pathogens Studied as Biological Control Agents of Weeds -Microbial Control of Weeds (97-114).

David Chiaramonti , Giuliano Grassi\*<sup>b</sup> , Aldo Nardic , Herbert-Peter Grimm., (2004), ECHI-T: Large bio-ethanol project from Sweet Sorghum in China and Italy - Energia Trasporti Agricoltura (ETA).

Deosthale and Belavady, 1978 (Mineral and trace element composition of sorghum grain: Effect of variety, location and application of the nitrogen fertilizers - agris.fao.org.

Deosthale and Mohan, (1970), Locational differences in protein, lysine and leucine content of sorghum varieties. -Indian Journal of Agricultural Science Vol.40

Deosthale, Nagarajan και Visweswar Rao, (1972), Some factors influencing the nutrient composition of sorghum grain -Indian Journal of Agricultural Science (100-108).

Deatherage WL, MM MacMasters, CE Rist , (1955) A partial survey of amylose content in starch from domestic and foreign varieties of corn, wheat and sorghum and from some other starch-bearing plants - Assoc. Cereal Chem

Deyoe and Shellenberger, 1965 Nutritive value of grains, amino acids and proteins in sorghum grain -*J. Agric. Food Chem*13 (5), (446–450).

Dorivar Ruiz Diaz, 2014 Kansas Fertilizer Research 2013 - Kansas Agricultural Experiment Station Research.

Dreher ML , CJ Dreher, JW Berry, (1984) Starch digestibility of foods: a nutritional perspective - C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition Volume 20, 1984 - Issue 1.

Duke, (1983) Handbook of energy crops Purdue University - [Corporate Author] Center for New Crops and Plant Products.

EECI (1999c) Fiber sorghum, a promising annual crop for biomass production in Greece -European Energy Crops.

EECI (1999f) -European Energy Crops.

EECI (2000c). Sorghum fibre : a new annual crop. -European Energy Crops Internetwork.

EECI, (1999c) Fiber sorghum, a promising annual crop for biomass production in Greece. -European Energy Crops Internetwork.

EECI, (2000g) Environmental studies on sweet and fiber sorghum sustainable crops for biomass production and energy -(Project FAIR CT3-CT96 1913). European Energy Crops.

El Bassam, (1998) C<sub>3</sub> and C<sub>4</sub> plant species as energy sources and their potential impact on environment and climate -Renewable Energy Volume 15, Issues 1–4 (205-210).

Elmalik M , CF Klopfenstein, RC Hosoney.(1986) Digestibility and nutritional quality of sorghum grain with contrasting kernel characteristics -Nutrition reports international.

EUBIA, (2006). Bioenergy: diversified systems to convert biomass resources into heat, power and transportation fuels. -European Biomass Industry Association.

FAO, (1990) The energy integrated system of the shenyang agricultural university: A possible solution for the energetic problem in the northeast region of China. -Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Freeman, K.C. and Broadhead, D.M. and Zummo, N. (1973) Culture of sweet sorghum for sirup production. In: Agriculture Handbook. Washington, D.C., Agricultural Research Service, U.S. Dept. of Agriculture, Meredian, ( 1-30).

Frey (1977) Protein of oats

Gazaway & Mask, (2006b) Sorghum diseases -*Auburn University*.

Gilles Bezancon, (2008) Crops Manual. - Center for Alternative Plant & Animal Products and the Minnesota Extension Service, University of Minnesota.

Grassi G., A Nardi, S Vivarelli, (2006) Low cost production of bioethanol from sweet sorghum.

Grassi and Vasen, (2004) Low cost biohydrogen from solid biomass. Proceedings of the 2nd World Conference on Biomass for Energy, -Industry and Climate Protection, 10-14 May 2004, Rome, Italy.

Gnansounou, E., Dauriat, A. and Wyman, C. E. (2005). Refining sweet sorghum to ethanol and sugar: economic trade-offs in the context of North China. -*Bioresource Technology* 96: 985-1002.

Google Earth.

Guiying, L. Weibin, G., Hicks, A. and Chapman, K. R. (2004). A training manual for sweet sorghum-Under the FAO (project TCP/CPR/0066 eArticle ID 172)

Habyarimana, P Bonardi, D Laureti, V Di Bari (2004) Performances of biomass sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] under different water regimes in

Mediterranean region -Industrial Crops and Products Volume 20, Issue 1, July 2004,(23-28).

Hahn DH, JM Faubion, SH Ring, CA Doherty ,Rooney, (1982) Semiautomated in vitro analysis of sorghum protein availability via pronase hydrolysis - Cereal chem. 59,(132-136).

Helbert D. Almeida Rodriguez, Sergio O. Serna-Saldivar,Lloyd W. Rooney, (1991) Properties of new and commercial sorghum hybrids for use in alkaline-cooked foods Cereal Chem, 68 (25-30).

Hulse, J. H.; Laing, E.M. Pearson (1980) Sorghum and the millets: their composition and nutritive value. pp.xiii + 997pp. ref.89pp.

Irvin C. Anderson , Dwayne R. ,BuxtonArne Hallam, E. Hunter (1995), Biomass production and ethanol potential from sweet sorghum - LEOPOLD CENTER COMPLETED GRANT REPORTS (lib.dr.iastate.edu).

Jambunathan R. and V. Subramanian (1988), Grain quality and utilization of sorghum and pearl millet \_Biotechnology in Tropical Crop Improvement (133-138).

Jannsens M., E. Meekers, J. Chapelle (1994) An energetic fallow in Wallonia: the case of sweet sorghum and sugar beet -Biomass for Energy and Industry, 7th EC (pp. 685-689).

Kangama and Rumei, 2005a, Introduction of sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) into China - African Journal of Biotechnology Vol. 4 (7), ( 575-579).

Kangama, C. O. and Rumei, X. (2005b). Production of crystal sugar and alcohol from sweet sorghum. African Journal of Food Agriculture and Nutritional Development, Vol. 5: (1-5).

LAMNET (2006a). Brochures and leaflets: Sweet sorghum - One of the best world food-feed-energy crop. -Latin America Thematic Network on Bioenergy.

LAMNET (2006d) Technological leaflets: Refined biofuels: Pellets and briquettes. - Latin America Thematic Network on Bioenergy.

Linnaeus (1753) *Species plantarum*.

Livingston and Coffman, 1995, Assessing Hail and Freeze Damage to Field Corn and Sorghum –Texas University (oaktrust.library.tamu.edu).

Luger, E. (1997). Energy crop species in Europe.

MacLean Jr, G López de Romaña., Arturo Gastañaduy, George G. Graham, (1983) The effect of decortication and extrusion on the digestibility of sorghum by preschool children -*The Journal of Nutrition* , Volume 113 (2071–2077).



- Martin (1936) Sorghum improvement -Yearbook of agriculture, 1936 , (523-560).
- Mask PL and WC Morris (1991) Sweet sorghum culture and syrup production - University of Tennessee.
- Mastrorilli Marcello ,Nader Katerji, Gianfranco Ranaa (1999) Productivity and water use efficiency of sweet sorghum as affected by soil water deficit occurring at different vegetative growth stages -European Journal of Agronomy Volume 11, Issues 3–4, (207-215).
- Monti and Venturi, (2003) Comparison of the energy performance of fibre sorghum, sweet sorghum and wheat monocultures in northern Italy -European Journal of Agronomy Volume 19, Issue 1(35-43).
- Olufayo Ayorinde A. ,Pierre Ruelle, Charles Baldy ,Abdallah Aidaoui (1997) Biomass of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) under variable water regime -Biomass and Bioenergy Volume 12, Issue 5, (383-386).
- Quinby & Karper, 1954 Sorghum Improvement Advances in Agronomy.
- Rooney, (1978) Sorghum and pearl millet lipids –Cereal Chem Vol 55. (584-590).
- Shenyang University (1984)
- Sikabbubba (1989) The effect of alcohol soluble proteins on the digestibility of sorghum - Kansas State University.
- Silano, V. Factors affecting digestibility and availability of proteins in cereals , (1977) Phytochemistry – Elsevier.
- Smartt, J. and Simmonds, N. W. (eds) (1995). Evolution of crop plants (2nd edition). Longman Singapore Publishers (Pte) Ltd., Singapore.
- Smith, C. W. and Frederiksen, R. A. (2000). Sorghum: origin, history, technology and production -John Wiley & Sons, Inc., USA.
- Stemler ABL, JR Harlan, JMJ de Wet (1976) (Evolutionary history of cultivated sorghums (*Sorghum bicolor* Moench) of Ethiopia) - Bulletin of the Torrey Botanical Club (325).
- Subramanian and Jambunathan, (1982) Properties of sorghum grain and their relationship to roti quality -Proceedings of the International Symposium on Sorghum Grain Quality, 28-31 October 1981.
- Suryanarayana Rao, Rukmini και Mohan (1968)  $\beta$ -Carotene Context of Some Yellow-Endosperm Varieties of Sorghum -The Indian Journal of Agricultural Science, 38 (4), (368-372).

Taur A.T. Pawar V.D. Ingle U.M. (1984) Effect of fermentation on nutritional improvement of grain sorghum (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) Marathwada Agricultural Univ., Parbhani (India).

Trebbi G. (1993) Power-production options from biomass: The vision of a southern European utility -*Bioresource Technology* Volume 46, Issues 1–2, 1993,(23-29).

Undersander, D. J., Lueschen, W. E., Smith, L. H., Kaminski, A. R., Doll, J. D., Kelling, K A. and Oplinger, E. S. (1990a). Sorghum-for syrup. *Alternative Field*

USDA

Waggle DH, CW Deyoe, FW Smith (1967) Effect of Nitrogen Fertilization on the Amino Acid Composition and Distribution in Sorghum Grain 1 - *Crop Science* Vol. 7 No. 4 (367-368).

Worley J.W., D.H.Vaughan, J.S.Cundiff (1992a) Energy analysis of ethanol production from sweet sorghum -*Bioresource Technology* Volume 40, Issue 3 (263-273).

Woods, (2001) The potential for energy production using sweet sorghum in southern Africa -*Energy for Sustainable Development* Volume 5, Issue 1,(31-38).