

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**



ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση σε βιομάζα έξι
ποικιλιών σόργου στην ανατολική Θεσσαλία»**

ΚΡΙΤΣΑΝΟΣ ΑΣΤΕΡΙΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΔΑΝΑΛΑΤΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΒΟΛΟΣ 2021

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απόδοση σε βιομάζα έξι ποικιλιών σόργου στην ανατολική Θεσσαλία»

«Effect of nitrogen fertilization on biomass yield of six sorghum varieties in eastern Thessaly»

ΚΡΙΤΣΑΝΟΣ ΑΣΤΕΡΙΟΣ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Επιβλέπων: κ. Νικόλαος Δαναλάτος, καθηγητής, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

κ. Καρκάνη Ανέστη, Επικ. Καθηγητή, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

κα. Ελπινίκη Σκουφογιάννη, Ε.ΔΙ.Π, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση της παρούσας πτυχιακής εργασίας, οφείλω να ευχαριστήσω όλους όσους συντέλεσαν και βοήθησαν να ολοκληρωθεί αυτή η προσπάθεια.

Τον καθηγητή κ. Νικόλαο Δαναλάτο επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τόσο ενδιαφέρον θέμα, στα πλαίσια της πτυχιακής μου εργασίας, όπου απέκτησα αρκετές γνώσεις και εφόδια τα οποία θα με συντροφεύουν σε μεγάλο διάστημα της ζωής μου.

Τον επίκουρο καθηγητή, κ. Ανέστη Καρκάνη μέλος της τριμελούς επιτροπής για το ενδιαφέρον του ως προς την πτυχιακή εργασία μου αλλά και για το ενδιαφέρον που έδειξε καθ' όλη την φοιτητική μου πορεία.

Την κα. Ελπινίκη Σκουφογιάννη, Ε.ΔΙ.Π, μέλος της τριμελούς επιτροπής επίσης για το ενδιαφέρον της ως προς την πτυχιακή εργασία μου , αλλά και για όλες τις φορές που ζήτησα την βοήθεια της κατά την φοιτητική μου πορεία και μου τη χάρισε απλόχερα.

Τον καθηγητή κ. Δημήτριο Μπαρτζιάλη, ο οποίος αποτέλεσε κύριο παράγοντα για την εκπόνηση αυτής της εργασίας με τις συμβουλές και την βοήθεια του, είτε θεωρητική είτε πρακτική.

Τον ερευνητή κ. Κυριάκο Γιαννούλη, ο οποίος επίσης αποτέλεσε σημαντικό παράγοντα για την εκπόνηση της εργασίας αυτής.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω όλα τα μέλη ΔΕΠ του Τμήματος καθώς και την γραμματεία για την εξυπηρέτηση που μου παρείχαν καθ' όλη την διάρκεια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	vi
Εισαγωγή.....	1
1. Καταγωγή - Εξάπλωση και ταξινομήσεις.....	2
1.2 Καταγωγή και εξάπλωση.....	2
1.3 Βοτανική ταξινόμηση.....	2
1.4 Ταξινόμηση τύπων του <i>Sorghum bicolor</i>	3
1.5 Ποικιλίες σόργου.....	4
1.6. Ποικιλίες χορτοδοτικού σόργου αναφορικά.....	5
2. Χαρακτηριστικά Σόργου.....	6
2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά.....	6
2.2 Ειδικότερα χαρακτηριστικά από τους διάφορους τύπους σόργου.....	10
3. Αύξηση και ανάπτυξη και στοιχεία καλλιέργειας.....	13
3.1 Στάδια ανάπτυξης.....	13
3.2 Στοιχεία της καλλιέργειας και κλιματικές συνθήκες	14
3.3 Προσαρμοστικότητα σόργου.....	15
3.4 Καλλιεργητικές τεχνικές και έδαφος.....	17
4. Λίπανση, άρδευση και σπορά.....	18
4.1 Λίπανση.....	18
4.2 Άρδευση.....	20
4.3 Εποχή σποράς και πληθυσμός φυτών ανά τύπο.....	21
4.3.1 Χορτοδοτική καλλιέργεια και πληθυσμός.....	21
4.3.2 Καρποδοτικές καλλιέργειες και πληθυσμός.....	21
4.3.3 Σπορά και βάθος.....	22
5. Ζιζάνια και καταπολέμηση.....	23
5.1 <i>Sorghum halepense</i> (βέλιουρας).....	24
6. Συγκομιδή.....	24
6.1 Συγκομιδή σε χορτοδοτική καλλιέργεια.....	24
6.2 Συγκομιδή σε καρποδοτική καλλιέργεια.....	25
6.3 Συγκομιδή σε ζαχαρούχο σόργο και σόργο για σκούπα.....	26
7. Επίδραση αζώτου στο σόργο.....	26

8. Υλικά & Μέθοδοι.....	28
8.1 Διαδικασία εκτίμησης ποιοτικών χαρακτηριστικών φυτικού υλικού.....	31
9. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	32
9.1 Έδαφος	32
9.2 Καιρικές συνθήκες.....	33
9.3 Αύξηση και ανάπτυξη καλλιέργειας.....	35
10. Συμπεράσματα.....	41
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	42

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το σόργο της οικογένειας Poaceae αποτελεί φυτό το οποίο χρησιμοποιείται για την υψηλή παραγωγή βιομάζας. Πραγματοποιήθηκε πείραμα στον αγρό, με τη χρήση ενός παραγοντικού σχεδιασμού υποδιαιρεμένων τεμαχίων (split – plot) πραγματοποιώντας τρεις επαναλήψεις και 24 αγροτεμάχια για κάθε επανάληψη. Ο κύριος παράγοντας ήταν οι έξι διαφορετικές ποικιλίες (V1: Buffalo grain, V2: Elite, V3: Big Kahuna, V4: 25K1009 , V5: 4264 και V6: 5D61) και ο δευτερεύον παράγοντας τα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης (0N, 8N , 16N , 24N , χρησιμοποιώντας ουρική αμμωνία 40-0-0). Στην περίπτωση του γλωρού βάρους η ποικιλία “25K1009” παρήγαγε την υψηλότερη απόδοση 6690 kg/στρ. , ακολουθούμενη από τις ποικιλίες “Big Kahuna” και “Elite” με τιμές 6527 kg/στρ. και 6303 kg/στρ. αντίστοιχα. Τιμές οι οποίες είναι στατιστικά υψηλότερες σε σχέση με τις παραγόμενες αποδόσεις των υπόλοιπων ποικιλιών. Ανάλογα αποτελέσματα βρέθηκαν επίσης και στην περίπτωση της ξηρής βιομάζας. Η αύξηση του γλωρού βάρους παρατηρήθηκε υψηλότερη στην περίπτωση της επέμβασης με άζωτο στο επίπεδο 24N όπου η επέμβαση έγινε με 24 kg/στρ. αζώτου, φτάνοντας περί τα 900 kg/στρέμμα.

Εισαγωγή

Το σόργο αποτελεί έναν πολύ σημαντικό παράγοντα στα καρποδοτικά σιτηρά. Είναι φυτό πολλαπλών χρήσεων, οι οποίες εναπόκεινται στη ανθρώπινη διατροφή, την ζωοτροφή και διάφορες βιομηχανικές χρήσεις. Το σόργο μπορεί να δοθεί ως τροφή σε πάρα πολλές κατηγορίες ζώων είτε είναι καρποδοτικό, σπόροι κοκκινωπού χρώματος που μπορεί να είναι ολόκληροι ή συμπυκνωμένοι (pellets) έχοντας μικρότερη θρεπτική αξία από άλλες καλλιέργειες που χρησιμοποιούνται για ζωοτροφή π.χ. καλαμπόκι είναι αρκετά συμφέρουσα επιλογή για κτηνοτρόφους λόγω του χαμηλού κόστους της σε ποσοστό που αγγίζει πολλές φορές το 15% συγκριτικά με το καλαμπόκι, είτε χορτοδοτικό για βόσκηση. Αποτελεί τροφή για αγελάδες, γουρούνια αλλά και πουλερικά. Όσον αφορά το χορτοδοτικό σόργο η χρήση του δεν περιορίζεται μόνο για την βόσκηση στην ζωοτροφή, χρησιμοποιείται και για παραγωγή ενσιρώματος και σανού. Στην βιομηχανική χρήση ανάλογα με το τμήμα του φυτού λαμβάνονται τα αντίστοιχα προϊόντα, παραδείγματος χάριν, από τις ταξιανθίες του φυτού γίνεται η παραγωγή της σκούπας, στο ζαχαροφόρο σόργο το στέλεχος “δίνει” το σιρόπι που αποτελεί γλυκαντική ουσία ή παράγει αλκοόλη και βιοαιθανόλη έπειτα από ζύμωση. Αποτελεί ωστόσο σημαντικό ενεργειακό φυτό. Υπάρχει τεράστια ανάγκη για ενεργειακή γεωργία, λόγω της συνεχούς αύξησης των ρύπων από τα ορυκτά καύσιμα, της υπερβολικής κατανάλωσης ορυκτών που οδηγεί σιγά - σιγά στην εξάλειψη αυτών. Η απόδοση της καλλιέργειας σόργου σε βιομάζα μπορεί να φτάσει έως και πάνω από 10 tn / στρ. Εκτός από την υψηλή παραγωγή σε βιομάζα, στην βιομηχανία συμβάλλει σημαντικά και με το ποσοστό χυμού που διαθέτει (65- 80 %). Στο ποσοστό αυτό χυμού εμπεριέχονται σάκχαρα που φτάνουν έως το 15% και απόδοση 360- 4.500 kg / στρ (Παπακώστα- Τασοπούλου, 2012). Με παραγωγή έπειτα από ζύμωση που φτάνει 380-560 lit/ στρ. αιθανόλης (Vermeerris κ.ά., 2008). Ακόμη από τον χυμό παράγεται και σιρόπι όπως προαναφέρθηκε με μεθοδολογία διαφορετική από αυτή για το ζαχαροκάλαμο και τα ζαχαρότευτλα (Rooney και Waniska, 2000), με παραγωγή έως και 90 kg ζάχαρης.

1. Καταγωγή - Εξάπλωση και ταξινομήσεις

1.2 Καταγωγή και εξάπλωση

Η καλλιέργεια του γίνεται κατά κύριο λόγο σε ημίξηρες τροπικές περιοχές και υποτροπικές, μπορεί ακόμη να καλλιεργηθεί σε εύκρατες με χαμηλή βροχόπτωση και σε ξηροθερμικά μέρη. Πρωτοσυναντήθηκε στην Αφρική, σε στέπες και σαβάνες και εξημερώθηκε σε περιοχές με διαφορετικές μορφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες, εξού και οι πάρα πολλοί τύποι του. Η εξημέρωση του χρονολογείται περίπου στο 5000 π.Χ. στην περιοχή της Νοτιοδυτικής Αιθιοπίας και μεταφέρθηκε Ανατολικά με διάυλο την Αραβική χερσόνησο [Kimber (2000)]. Η καλλιέργεια του σόργου παγκοσμίως σε μέτρηση κατά τις χρονιές 1989-1990 βρέθηκε να είναι περίπου στα 108.726.367 στρέμματα και η παραγωγή έφτασε περίπου τα 58 εκατομμύρια τόνους (FAO, 1991). Η κατανομή των εκτάσεων αυτών στο μεγαλύτερο ποσοστό της βρέθηκε στην Ασία και στην Αφρική σε ποσοστό 41,6 % και 40,1 % αντίστοιχα και ακολουθούν η Βόρεια και Κεντρική Αμερική (13,5 %), Νότια Αμερική (3,1 %) και Ωκεανία (0,9 %). Οι πέντε μεγαλύτεροι παραγωγοί σόργου σε παγκόσμιο επίπεδο είναι οι Ηνωμένες Πολιτείες, που αποτελεί ή τουλάχιστον αποτελούσε κατά τα δεδομένα του 1991 το ¼ της παγκόσμιας παραγωγής, με δεύτερη να έρχεται η Ινδία με ποσοστό 21,5 τις εκατό ακολουθούμενη από το Μεξικό με περίπου 11 %, την Κίνα με 9 % και την Νιγηρία με περίπου 7 %. Οι πέντε αυτές χώρες καλύπτουν το 73 % της παγκόσμιας συνολικής παραγωγής.

1.3 Βοτανική ταξινόμηση.

Στην εισαγωγή αναφέρθηκε η ύπαρξη αρκετών τύπων σόργου, αποτέλεσμα της εξέλιξης του φυτού σε διαφορετικές μορφολογικές και κλιματικές συνθήκες. Αναλυτικότερα το γένος *Sorghum* έχει τα εξής υπογένη : *Sorghum*, *Chaetosorghum*, *Heterosorghum*, *Parasorghum* και το *Stiposorghum* (Dahlberg, 2000). Όπου κατά κύριο λόγο καλλιεργείται το υπογένος *Sorghum*. Συγκεκριμένα, η βοτανική ταξινόμηση του καλλιεργούμενου σόργου είναι η εξής:

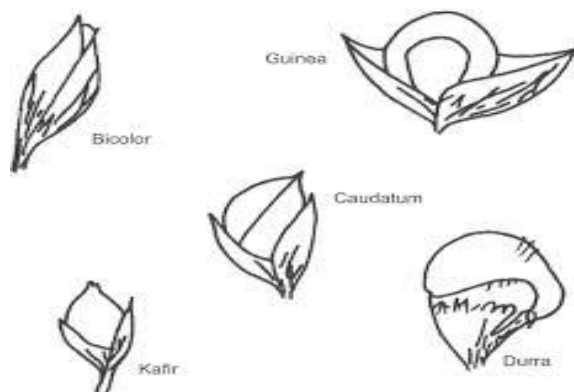
- Βασίλειο : Plantae
 - Υποβασίλειο : Tracheobionta
 - Άθροισμα : Spermatophyta
 - Υπό-άθροισμα : Magnoliophyta
 - Κλάση: Liliopsida
 - Υποκλάση : Commelinidae
 - Τάξη : Cyperales
 - Οικογένεια: Poaceae
 - Γένος: Sorghum Moench
 - Είδος: Sorghum bicolor (L.) Moench

[Ταξινόμηση κατά το Υπουργείο Γεωργίας των Ηνωμένων πολιτειών (USDA).]

Έχει χρωμοσομικό αριθμό $n=10$ το υπογένος Sorghum , με κατά κύριο λόγο διπλοειδών αλλά και σημαντικό αριθμό πολυπλοειδών μελών.

1.4 Ταξινόμηση τύπων του Sorghum bicolor.

Το είδος Sorghum bicolor επίσης ταξινομήθηκε σε 5 βασικούς τύπους οι οποίοι είναι ευδιάκριτοι. Οι 5 αυτοί τύποι είναι οι εξής: Bicolor, Guinea , Caudatum, Kafir , Durra . Η διάκριση όπως προαναφέρθηκε είναι εύκολη και γίνεται μόνο με την μορφολογία των σταχυδίων (Harlan και de Wet, 1972). η ταξινόμηση αυτή χρησιμοποιείται για τον χαρακτηρισμό γενοτύπων στις τράπεζες γενετικού υλικού (Rooney, 2004)



Εικόνα 2.1 : Βασικοί τύποι σταχυδίων κατά Harlan και de Wet

Οι τύποι αυτοί παρουσιάζουν τα παρακάτω χαρακτηριστικά κατά κύριο λόγο, στο σπόρο και στον καρπό:

- Bicolor : σπόρος καλυμμένος εξ ολοκλήρου ή στα $\frac{3}{4}$ αυτού από λέπυρα, επιμήκης με λέπυρα εφαπτόμενα στο σπόρο, σφιχτά.
- Caudatum : καρπός καμπυλοειδής στη μια πλευρά και στην άλλη ή επίπεδοι ή κοίλοι, ασύμμετρος, καλυμμένος από τα λέπυρα έως στο μισό του μήκους τους
- Durra: σπόροι στρογγυλού σχήματος , “αντίστροφο ωοειδές” με λέπυρα αρκετά πλατιά τα οποία σχηματίζουν πτύχωση σχεδόν στο άκρο τους
- Guinea : εμφανίζουν ποικιλομορφία ως προς το μέγεθος του σπόρου οι οποίοι είναι “κοντόχοντροι”, έχουν λέπυρα ισομεγέθη με τον σπόρο ή πολλές φορές μεγαλύτερα
- Kafir: καρποί με σχεδόν σφαιρικό σχήμα ή σφαιρικό, περίπου συμμετρικοί, τα λέπυρα είναι εφαπτόμενα στον καρπό, διαφόρων μεγεθών

Το *Sorghum bicolor* ταξινομείται βέβαια όπως προαναφέρθηκε και ανάλογα με την χρήση του, παραδείγματος χάρη, το καρποδοτικό σόργο χρησιμοποιείται για την ζωοτροφή, και την ανθρώπινη διατροφή , το χορτοδοτικό για παραγωγή σανό , ενσίρωματος και για βόσκηση ενώ το ζαχαρούχο για τις βιομηχανικές χρήσεις που αναλύθηκαν στην εισαγωγή και τέλος σόργο σκούπα οπού διαθέτει μακριές λεπτές ταξιανθίες για παραγωγή σκουπών.

1.5 Ποικιλίες σόργου

Πρόκειται για αυτογονομοποιούμενο φυτό, με ποσοστό σταυρογονιμοποίησης που κυμαίνεται από 2 – 35 % αλλά κατά μέσο όρο είναι στο 5 με 6 % , η γονιμοποίηση γίνεται με τον αέρα. Οι ποικιλίες που είχαν καταγωγή από τροπικές και υποτροπικές περιοχές χαρακτηρίζονται από μεγάλο ύψος που φτάνει έως και τα 5 m με ελάχιστο ύψος τα 3 m και διάρκεια ωρίμανσης από 120 – 180 ημέρες. Οι ποικιλίες που βελτιώθηκαν ώστε να ανταποκρίνονται σε εύκρατες περιοχές, με ενσωμάτωση γονιδίων νανισμού διακρίνονται από ύψος 1,2 – 2,5 m, έχουν μεγαλύτερο δείκτη συγκομιδής και δημιουργούν καλύτερες συνθήκες διαχείρισης, όπως για παράδειγμα το να ευνοείται η μηχανική συγκομιδή σε αυτές τις ποικιλίες.

Αναφορικά, η ποικιλία Buffalo grain είναι μια από αυτές , η σπορά της γίνεται την άνοιξη , ο χρόνος που απαιτείται για την άνθηση είναι 75-80 ημέρες από τη σπορά με ύψος φυτού 1,8 – 2,2 m με παραγωγή που φτάνει έως 5 τόνους ανά στρέμμα (πράσινη ουσία), ενώ η ποικιλία Big Kahuna είναι όψιμη αμερικανικής προέλευσης, ανοιξιάτικης σποράς και το ύψος της κυμαίνεται από 3 – 4 μέτρα , είναι κατάλληλη για ενσίρωμα, βόσκηση

σανό αλλά και βιοαέριο στο οποίο και πλεονεκτεί έχοντας παραγωγή έως και 10 τόνους ανά στρέμμα βιομάζα.

Εν έτη 2020 κυριαρχούν και οι 2 τύποι καλλιεργειών σύμφωνα πάντα με την περιοχή στην οποία γίνεται η καλλιέργεια, τις οικονομικές απολαβές και τον τύπο σόργου που επιθυμεί ο παραγωγός να καλλιεργήσει. Σε περιπτώσεις καλλιεργειών για παραγωγή καρπού συνήθως η καλλιέργεια γίνεται με χαμηλόσωμα φυτά λόγω των διευκολύνσεων που αναφέρθηκαν ανωτέρω, ενώ για παραγωγή χόρτου υπάρχει ανάγκη για φυτά τα οποία έχουν μεγάλο ύψος για υψηλότερη παραγωγή.

1.6. Ποικιλίες χορτοδοτικού σόργου αναφορικά

Μερικές από τις ποικιλίες του χορτοδοτικού σόργου αναφέρονται παρακάτω μαζί με τα χαρακτηριστικά τους:

Buffalo grain : Χρησιμοποιείται για όλες τις παραπάνω χρήσεις, χαρακτηριστικό του υβριδίου αυτού είναι η καφέ κεντρική νεύρωση του φυλλώματος και η πολύ καλή παραγωγή σπόρου. Η σπορά του υβριδίου αυτού γίνεται κατά την άνοιξη με ποσότητα σπόρου σε σειρές 2 kg / στρ σε αρδευόμενα εδάφη. Το ύψος των φυτών είναι από 1,80 έως 2,2 μέτρα περίπου. Η μέγιστη λίπανση είναι 10 – 15 μονάδες N ανά στρέμμα. Η άνθηση λαμβάνει χώρα 75-80 ημέρες μετά τη σπορά, η παραγωγή του υβριδίου είναι ψηλή φτάνοντας έως και τους 5 τόνους πράσινης ουσίας ανά στρέμμα, έχει εξαιρετική ικανότητα επανάπτυξης. Χαρακτηρίζεται από υψηλή ευπεπτότητα ως ζωοτροφή δίνοντας προϊόν μεγάλης περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη. Όσον αφορά τη βιομάζα διακρίνεται από βέλτιστη ποιότητα για σιλό είτε από χαρτομάζα είτε από τον καρπό.

Big Kahuna : Πρόκειται για υβρίδιο αμερικανικής προέλευσης, θεωρείται ως όψιμη ποικιλία που φτάνει σε ύψος έως και 3-4 μέτρα , είναι καλλιέργεια μονής κοπής με μεγάλη παραγωγή βιομάζας που φτάνει έως τους 10 τόνους ανά στρέμμα χαρακτηριστικό που το καθιστά ιδανικό για βιοαέριο. Πρόκειται για ένα υβρίδιο με υψηλή ανθεκτικότητα στις ασθένειες και ιδιαίτερα ανθεκτικό στο πλάγιασμα. Είναι κατάλληλο για ενσίρωμα, βόσκηση , σανό και βιοαέριο. Η σπορά γίνεται κατά την άνοιξη με ελάχιστη θερμοκρασία εδάφους 16 ° C και ποσότητα σπόρου 2 – 3 κιλά ανά στρέμμα. Η λίπανση που χρειάζεται είναι 15 – 20 μονάδες αζώτου / στρέμμα.

2. Χαρακτηριστικά Σόργου

2.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Ριζικό σύστημα: το *Sorghum bicolor* διαθέτει μόνιμο ριζικό σύστημα, με πλάγιες διακλαδώσεις, χωρίς ριζώματα γεγονός που το κάνει να διαφέρει από τον βέλιουρα (*Sorghum halepense*). Κύριο χαρακτηριστικό του ριζικού συστήματος είναι ότι αποτελείται από λεπτές και ινώδεις ρίζες που φτάνουν έως 1,5 με 2 μέτρα κάτω από το έδαφος με ρυθμό 2 – 5 cm / ημέρα (Faggeia κ.α. , 1991). Η υγρασία του εδάφους και ο γενότυπος ορίζουν το μέγεθος της ρίζας. Η υγρασία ωστόσο ρυθμίζει και την δημιουργία εναέριων ριζών οι οποίες διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στήριξη του φυτού.



Εικόνα 3.1 Εναέριες ρίζες σόργου



3.22: Ρίζες σόργου σε φωσφορικά εδάφη

Στέλεχος : Πρόκειται για κατακόρυφο βλαστό γνωστό και ως κάλαμο οποίος αποτελείται 7 έως 20 γόνατα από τα οποία εκφύεται ένα φύλλο και μεσογονάτια διαστήματα ίσου αριθμού επίσης, με ύψος που μπορεί να φτάνει έως και περισσότερο από 5 μέτρα με ελάχιστο μήκος 0,5 μέτρο (Καραμάνος, 1999: 198-247) και διάμετρο βάσης από 0,5 – 5 cm . Στα μεσογονάτια διαστήματα μειώθηκε το μήκος με την ανακάλυψη 4 υποτελών γονιδίων (dw1 – dw4) τα οποία όπως αναφέρθηκε μειώνουν το μήκος χωρίς να μειώνεται ο αριθμός τους (Quinby & Casper, 1954). Τα γονίδια δρώντας αθροιστικά, ο αριθμός των υποτελών αυτών γονιδίων στο γονιδίωμα καθορίζει κατά κύριο λόγο το ύψος του σόργου. Στο εσωτερικό του στελέχους βρίσκεται η εντεριώνη η οποία μπορεί να είναι είτε χυμώδεις είτε να περιέχει υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα (ζαχαρώδες σόργο). Στα κατώτερα γόνατα, κοντά στο έδαφος, οι οφθαλμοί σχηματίζουν αδελφώματα στα οποία ο

ρυθμός σχηματισμού αυτών ποικίλει ανάλογα με τον τύπο ή την ποικιλία σόργου. Η επιμήκυνση των μεσογονατίων όπως και η αύξηση του φυτού συμβαίνει ταχύτατα σε ηλικία οπού το φυτό είναι 30 ημερών ενώ η επιβράδυνση της αύξησης του μήκους των περιοχών αυτών γίνεται καθώς πλησιάζει η άνθηση ενώ, κατά τη διάρκεια αυτής σταματά τελείως.



Εικόνα 3.3-4 : Στέλεχος φυτού

Φύλλα : Η έκφυση των φύλλων γίνεται διαδοχικά από κάθε κόμβο του στελέχους, τα φύλλα ενός φυτού σε αριθμό κυμαίνονται από 7 – 20, με τις πρώιμες ποικιλίες να διαθέτουν λιγότερα φύλλα συγκριτικά με τις όψιμες . Τα φύλλα του σόργου μπορούν να χαρακτηριστούν ως παρόμοια με αυτά του καλαμποκιού με το χαρακτηριστικό της παραλλακτικότητας των διαστάσεων του φύλλου (μήκος - πλάτος) να διαφέρει, από γενότυπο σε γενότυπο. Διαθέτει έλασμα του οποίου η άνω επιφάνεια του φύλλου είναι λεία και διαθέτει επίσης οδοντωτή περιφέρεια. Τα φύλλα του σόργου , καλύπτονται από μια κηρώδη ουσία που συμβάλλει στη μείωση απωλειών νερού. Στη μείωση απωλειών νερού ωστόσο συντελεί και το έλασμα μαζί με τα πολυάριθμα μηχανικά κύτταρα της άνω επιφάνειας του φύλλου, με τα οποία το έλασμα αποκτά την ιδιότητα να συστρέφεται και να αναδιπλώνεται κατά μήκος σε περιόδους ξηρασίας είτε σύντομης, είτε παρατεταμένης.



Εικόνα 3.5 : Φύλλα σόργου στους κόμβους Εικόνα 3.6 : Φύλλα Sorghum bicolor στον αγρό.

Ταξιανθία: Το σόργο είναι φυτό μονόκιο και μονόκλινο σε αντίθεση με το καλαμπόκι που είναι μονόκιο και δίκλινες. Διαθέτει ταξιανθία φόβη και είναι προέκταση του στελέχους διαφέροντας, ως προς το πόσο συμπαγές είναι και το μέγεθος της. Συναντώνται είτε ως όρθιες είτε ως κάμπουσες προς τα κάτω, με τις όρθιες να συναντώνται πιο συχνά στις βελτιωμένες ποικιλίες διευκολύνοντας έτσι τη μηχανική συγκομιδή. Τα σταχύδια βρίσκονται κατά ζεύγη στις διακλαδώσεις της δεύτερης τάξεως, έχοντας ένα άμισχο που είναι γόνιμο και ένα έμμισχο το οποίο είναι άγονο. Το γόνιμο σταχύδιο αποτελείται από δύο ανθίδια οπου μόνο το ένα είναι γόνιμο και 2 παχιά λέπυρα. Το γόνιμο ανθίδιο με τη σειρά του αποτελείται από το χιτώνα, 2 γλωχίνες, τη λεπίδα, 3 στήμονες και τον ύπερο. Πρόκειται για ένα αυτογονομοποιούμενο φυτό.



Εικόνα 3.7-8: Κάμπουσα προς τα κάτω ταξιανθία φόβη στην αριστερή εικόνα ενώ στη δεξιά πιο συμπαγείς Εικόνα 3.9: Ταξικαρπία σόργου. (Α. Θεοδωρακοπούλου)

Κόκκος: Ανάλογα με τον τύπο σόργου μπορεί να διαφέρουν σε σχήμα και μέγεθος, αλλά και ευκολία αποχωρισμού των λέπυρων από το σπόρο, αλλά δεν διαφοροποιούνται ωστόσο μόνο ανάλογα με τον τύπο σόργου. Οι σπόροι μιας φόβης μπορεί να εμφανίσουν διαφοροποίηση στο βάρος τους, της τάξεως έως και 10% ανάλογα με τη θέση τους στην ταξιανθία. Μπορεί να έχουν περισσότερο βάρος οι κόκκοι της κορυφής ή της βάσης σε άλλα υβρίδια (Stoskopf, 1985). Είναι καρύοψη όπως σε όλα τα σιτηρά, πράγμα που σημαίνει ότι είναι ξηρός, μονόσπερμος με περικάρπιο περγαμνηνοειδές που συμφύεται με το σπέρμα. Χρωματικά, μπορεί να είναι λευκό, κρεμ, κίτρινο, καστανό, κόκκινο κ.α. που οφείλονται στις χρωστικές του περικαρπίου. Όσον αφορά τη σύσταση ο καρπός αποτελείται από 84 % ενδοσπέρμιο, 10 % έμβρυο και 6% περικάρπιο. Το ενδοσπέρμιο έχει 22 – 24 % περιεκτικότητα σε αμυλόζη και 75 – 78 % αμυλοπηκτίνη (Καραμάνος ,

1999 : 198 – 247). Το έμβρυο είναι αυτό που φέρει τις καταβολές των πρώτων οργάνων. Μπορεί να διαχωριστεί σε 2 μέρη , το ασπίδιο , το οποίο περιβάλλει τον κεντρικό άξονα του εμβρύου και συνιστά την κοτύλη, είναι επίσης αρκετά περιεκτικό σε λάδι και σε ουσίες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στα αρχικά στάδια του φυτρώματος και της ανάπτυξης.



Εικόνα 3.10: Καρπός καρποδοτικού σόργου Εικόνα 3.11: Καρπός ζαχαρούχου σόργου

2.2 Ειδικότερα χαρακτηριστικά από τους διάφορους τύπους σόργου.

Χορτοδοτικό σόργο: Πρόκειται για φυτά με ύψος 2- 3 μέτρα τα οποία διακρίνονται από τους πολλούς τύπους ποικιλιών και υβριδίων παράγοντας μεγάλες ποσότητες χόρτου και καρπού. Τα υβρίδια εμφανίζουν παρόμοια απόδοση σε ενσίρωμα με το καλαμπόκι, χρησιμοποιώντας το 1/3 του νερού που χρησιμοποιεί το καλαμπόκι (Παπακώστα-Τασοπούλου, 2012 : 350). Τα υβρίδια έχουν σχεδιαστεί ώστε να παράγουν φυτά με λεπτά στελέχη , έχοντας αρκετά αδέρφια και μεγάλο ποσοστό σε φύλλωμα με δυνατότητα αναβλάστησης μετά από κοπή. Η ποιότητα της απόδοσης του παραγόμενου χόρτου συνδέεται άρτια με την άνθηση και την ωρίμανση και είναι αντιστρόφως ανάλογα, δηλαδή όσο αργεί η άνθηση τόσο πιο καλή ποιότητα και για πιο μεγάλο διάστημα.



Εικόνα 3.12: Καλλιέργεια χορτοδοτικού σόργου

Καρποδοτικό σόργο: Τα καλλιεργούμενα φυτά είναι “κοντά” σε σύγκριση με τους άλλους τύπους. Συγκεκριμένα το ύψος τους κυμαίνεται από 60 εκ. έως 1,5 μέτρο ευνοώντας έτσι την μηχανική συγκομιδή. Πρόκειται για φυτά με κατά κύριο λόγο σκληρό βλαστό αλλά υπάρχουν και ποικιλίες με ημι-χυμώδη στελέχη που η χρήση τους προορίζεται για παραγωγή ενσιρώματος αλλά και χόρτου. Όσον αφορά τα φύλλα είναι μεγάλα και φαρδιά κυριαρχούν στις νέες ποικιλίες και τα υβρίδια. Σχετικά με τις ταξιανθίες είναι κατά κύριο λόγο μεγάλες και συμπαγείς. Οι σπόροι που προορίζονται για ανθρώπινη κατανάλωση είναι λευκοί , ενώ υπάρχουν ακόμη και κίτρινοι ή κόκκινοι.



Εικόνα 3.13: Καλλιέργεια καρποδοτικού σόργου

Ζαχαρούχο σόργο: Ο συγκεκριμένος τύπος φυτών σόργου φτάνει έως και τα 6 m και το στέλεχος τους είναι πολύ χυμώδες με υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα. Οι νέες ποικιλίες διαθέτουν ικανότητα αντοχής στο πλάγιασμα και σε ορισμένες ασθένειες. Έχει ταξιανθίες μικρές οι οποίες είναι είτε πυκνές είτε αραιές , σκούρου χρώματος. Το ζαχαρούχο σόργο είναι εκείνο που οφείλεται για την παραγωγή σιροπιού και βιοαιθανόλης. Οι τύποι που αποτελούν βάση για την παραγωγή τέτοιων ποικιλιών είναι το σόργο για ενσίρωμα και το ζαχαρούχο σόργο.



Εικόνα 3.13: Καλλιέργεια ζαχαρούχου σόργου

Σόργο για παραγωγή σκούπας: Κυριότερο χαρακτηριστικό αυτών των τύπων σόργου είναι οι χαλαρές μακριές ταξιανθίες ,που είναι πλούσιες σε διακλάδωση (Εικόνα 3.14) . Φτάνουν σε μήκος έως και το 1 μέτρο και αφού αφαιρεθούν οι σπόροι παράγονται σκούπες. Πρόκειται για στελέχη με ύψος από 90 εκ. έως 4,5 μέτρα τα οποία είναι ξυλώδη με ξηρή εντεριώνη.



Εικόνα 3.14: Σόργο για παραγωγή σκούπας

3. Αύξηση και ανάπτυξη και στοιχεία καλλιέργειας

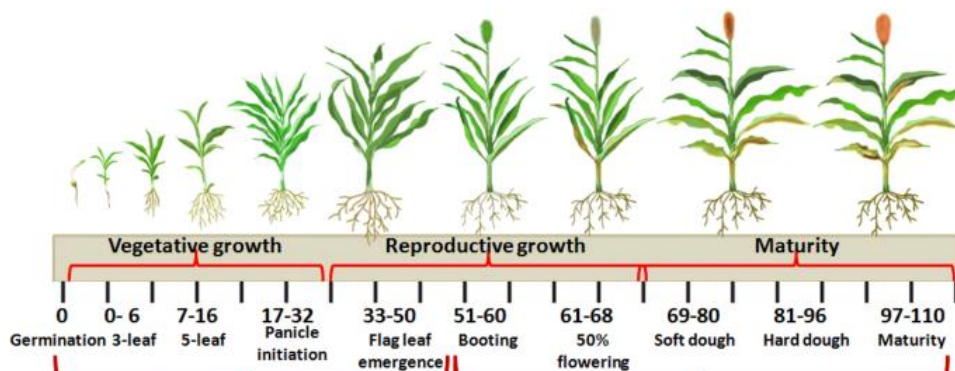
3.1 Στάδια ανάπτυξης

Όπως προαναφέρθηκε ο βιολογικός κύκλος του σόργου μπορεί να διαρκέσει από 80 – 120 μέρες ανάλογα με την ποικιλία ή το υβρίδιο που έχει επιλεγεί και σύμφωνα πάντα με τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν. Ως βασικά στάδια του βιολογικού κύκλου του σόργου διακρίνονται , το βλαστικό στάδιο ανάπτυξης στο οποίο εμπεριέχονται τα εξής : σπορά - φύτευμα , ανάπτυξη ριζικού συστήματος, ανάπτυξη υπέργειου τμήματος, αδελφωμα, καλάμωμα και διαφοροποίηση μεριστωμάτων από βλαστικά σε αναπαραγωγικά, και η αναπαραγωγική ανάπτυξη όπου σε αυτήν συγκαταλέγονται : η έκπτυξη ταξιανθιών, η άνθηση, η γονιμοποίηση, το γέμισμα καρπού η ωρίμανση και τέλος η γήρανση - ξήρανση του φυτού.

Ο κύκλος ζωής του σόργου ξεκινά με την βλάστηση του σπόρου το φύτευμα και την ανάπτυξη του νεαρού φυταρίου. Όταν γίνει η σπορά ο σπόρος “αντιδρά με την υγρασία του εδάφους απορροφά νερό και το περικάρπιο αρχίζει να διογκώνεται. Σε αρχικό στάδιο διακρίνεται η επιμήκυνση του ριζιδίου και η κολεόριζα που το περιβάλλει, κάνοντας την έξοδο τους από το περικάρπιο και σε μικρό διάστημα της τάξεως των 2 ημερών περίπου εξέρχεται το πτερύδιο με το κολεόπτιλο που το περιβάλλει. Το ριζίδιο στη συνέχεια επιμηκώνεται όλο και περισσότερο με αποτέλεσμα να τρυπά την κολεόριζα εμφανίζοντας σιγά - σιγά τις εμβρυακές ρίζες που συμβάλλουν στη στήριξη του φυτού και στην απορρόφηση νερού και θρεπτικών για τα πρώτα στάδια ανάπτυξης του. Η ανάδυση του νεαρού φυταρίου στο έδαφος γίνεται με επιμήκυνση του κολεόπτιλου και του πρώτου μεσογονάτιου διαστήματος. Το φύτευμα γίνεται με ελάχιστη θερμοκρασία 10 ° C και σε κανονικές συνθήκες ανάπτυξης το νεαρό φυτάριο εξέρχεται από την επιφάνεια του εδάφους σε 5-8 μέρες μετά τη διασπορά (Δαλιάνης . 1983 : 310 – 381)

Κύριο χαρακτηριστικό της βλαστικής ανάπτυξης είναι η γρήγορη αύξηση του ριζικού συστήματος, των μεσογονατίων διαστημάτων , του στελέχους και την ταχύτερη εμφάνιση και ανάπτυξη των φύλλων. Μετά το πέρας ενός δεκαπενθημέρου από την ανάδυση , έχουν εμφανιστεί 4 έως 5 φύλλα και στο μήνα επάνω έχουν εμφανιστεί όλα τα φύλλα . Το στάδιο του αδελφώματος ξεκινά 2 εβδομάδες περίπου μετά την ανάδυση έως την άνθηση. Το καλάμωμα λαμβάνει χώρα με την γρήγορη αύξηση του ξηρού βάρους του φυτού και την επιμήκυνση του στελέχους. Ορίζεται ως άριστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των φυτών από 27 – 32 ° C (Καραμάνος, 1999 :198 – 247)

Με την εμφάνιση των ταξιανθιών έπειτα από 2 – 6 μέρες ξεκινά η άνθηση, αλλά μπορεί και πριν την πλήρη εμφάνιση της ταξιανθίας από τον κολεό του τελευταίου φύλλου. Η αρχή την άνθησης σηματοδοτείται από την κορυφή της φόβης προς τη βάση και οι ημέρες που διαρκεί είναι ανάλογες με τη θερμοκρασία. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω πρόκειται κατά κύριο λόγο για αυτογονομοποιούμενο φυτό, αλλά όταν είναι σταυρογονιμοποιούμενο η διαδικασία συμβαίνει σε μικρό ποσοστό με την βοήθεια του ανέμου συνήθως στις χαμηλότερες ταξιανθίες και στα άνθη του ανώτερου τμήματος της ταξιανθίας. Μετά τη γονιμοποίηση ο καρπός ωριμάζει σε διάστημα 25- 55 ημερών μετά την άνθηση.



Εικόνα 4.1: Στάδια ανάπτυξης του φυτού. Πηγή: Physiological, genetic and molecular basis of drought resilience in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]

3.2 Στοιχεία της καλλιέργειας και κλιματικές συνθήκες

Ως καλλιέργεια έχει ιδιαίτερες απαιτήσεις σχετικά με τη θερμοκρασία και είναι ανεκτικό σε συνθήκες ξηρασίας. Για καλλιέργεια σόργου με σκοπό την παραγωγή ζωοτροφών απαιτείται όμως μεγάλο ποσοστό βροχοπτώσεων, το ίδιο ισχύει και για την παραγωγή σιτηρών. Σε περίπτωση περιορισμένων βροχοπτώσεων σε κάποιες περιοχές είτε σε ξηρές, η καλλιέργεια μπορεί να ανταποκριθεί με σημαντική αύξηση κάνοντας συμπληρωματική άρδευση. Ωστόσο οι διαφορές μεταξύ των ποικιλιών λόγω της εξημέρωσης τους σε διαφορετικές μορφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες όπως προαναφέρθηκε, στον τομέα της άρδευσης και της ανθεκτικότητας είναι σημαντικές. Αναφορικά με την θερμοκρασία, διαδραματίζει κυρίαρχο ρόλο στην εκλογή της ποικιλίας. Για ποικιλίες υψηλής παραγωγής η καλύτερη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι αυτήν των 25° C, ορισμένες όμως ποικιλίες προσαρμόζονται και σε χαμηλότερες θερμοκρασίες παράγοντας ικανοποιητικές αποδόσεις. Όταν οι μέσες θερμοκρασίες στην καλλιεργητική

περίοδο είναι μεγαλύτερες από 20° C , οι πρώιμες ποικιλίες σιτηρών απαιτούν 90 – 110 ημέρες για ωρίμανση ενώ οι μέτριες σε ωρίμανση ποικιλίες 110 – 140 . Σε περίπτωση που οι μέσες θερμοκρασίες είναι χαμηλότερες από την προαναφερθείσα η περίοδος ωρίμανσης λαμβάνει αύξηση της τάξεως των 10 – 20 ημερών σε κάθε μείωση 0,5° της θερμοκρασίας, ανάλογα με την ποικιλία. Όταν οι μέσες θερμοκρασίες κυμαίνονται από 10 – 15 ° C , το καλλιεργούμενο σόργο χρησιμοποιείται μόνο ως ζωοτροφή, λόγω το προβλημάτων που δημιουργούνται με την ωρίμανση σπόρων όταν οι συνθήκες είναι ψυχρές. Κατά το στάδιο της άνθησης και του σχηματισμού σπόρου θερμοκρασίες μικρότερες από 15 ° C και μεγαλύτερες από 35 ° C οδηγούν σε κακοσχηματισμένο σπόρο μειωμένη απόδοση και αργή ωρίμανση.

3.3 Προσαρμοστικότητα σόργου

Πρόκειται για φυτό με μεγάλη προσαρμοστικότητα, μπορεί να καλλιεργηθεί και σε εύκρατες και σε τροπικές περιοχές. Αναφορικά με τις τροπικές περιοχές, δεν έχει περίοδο καλλιέργειας , γίνεται όλο το χρόνο ενώ σε περίπτωση που καλλιεργηθεί σε εύκρατες περιοχές η περίοδος καλλιέργειας περιορίζεται σε άνοιξη και καλοκαίρι. Είναι φυτό που χρειάζεται υψηλές θερμοκρασίες για την ανάπτυξη του και έχει πολύ μικρή ανοχή στον παγετό. Η λίπανση με άζωτο αυξάνει την ευαισθησία των νεαρών φυτών στις χαμηλές θερμοκρασίες (Ercoli et. Al. , 2003).

Ένα από τα κύρια χαρακτηριστικά του φυτού, είναι η μεγάλη αντοχή του σε συνθήκες ξηρασίας αλλά, το χαρακτηριστικό αυτό δεν είναι “ισοδύναμο” στις διάφορες ποικιλίες σόργου. Δηλαδή οι ποικιλίες μπορεί να διαφέρουν ως προς την αντοχή τους στην ξηρασία. Η αντοχή στην ξηρασία έχει να κάνει κυρίως με τα μορφολογικά και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας, όπως :

- Μέχρι να αναπτυχθεί καλά το ριζικό σύστημα, ο ρυθμός ανάπτυξης του υπέργειου τμήματος θα πρέπει να είναι μικρός.
- Πρέπει η ρίζα να είναι μεγάλη σε όγκο και βάρος αλλά και ο λόγος ρίζα προς βλαστό να είναι υψηλός για ανθεκτικές ποικιλίες.
- Η φυλλική επιφάνεια να είναι μικρή και το μόνιμο ριζικό σύστημα να είναι μεγάλο.
- Κατά τη διάρκεια της περιόδου ξηρασίας είναι σημαντική η διατήρηση της σπαργής και η ικανότητα μείωσης οσμωτικού δυναμικού.

- Η ικανότητα διατήρησης υψηλού υδατικού δυναμικού με την αύξηση της ξηρασίας στο έδαφος.
- Η μείωση των απωλειών νερού , π.χ. παχιά εφυμενίδα με κηρώδες επίχρισμα και μείωση της διαπνοής από τύλιγμα των φύλλων μέσω των μηχανικών κυττάρων. (Faggeria, et. Al., 1991)



Εικόνα 4.2: Καλλιέργεια σόργου σε συνθήκες ξηρασίας στο Τέξας

Επίσης έχει παρατηρηθεί ότι και διαμέσου των γονιδίων μπορεί να υπάρξει το χαρακτηριστικό της αντοχής στην ξηρασία. Οι γενότυποι που παραμένουν πράσινοι και δεν ξηραίνονται γρήγορα είναι πιο ανθεκτικοί στην ξηρασία από αυτούς που ξηραίνονται γρηγορότερα (Rooney, 2000). Μια άλλη ικανότητα του σόργου είναι αυτή , του να αναπτύσσεται σε σκληρά αργιλώδη εδάφη μέσης αποστράγγισης, εφόσον έχει ανεχθεί παροδική κατάκλιση με νερό.

Μπορεί να αναπτυχθεί με επιτυχία σε πολλούς τύπους εδαφών, πρόκειται για φυτό που θεωρείται ανεκτικό στην οξύτητα, για καρποδοτικό σόργο, άριστες τιμές pH είναι το 6,2 έως 7,8. Για έδαφος με pH μικρότερο από 5,7 συνίσταται η εφαρμογή ασβέστωσης.

Αποτελεί φυτό με μικρή φωτοπερίοδο αλλά με αρκετές ανάγκες για θρεπτικά συστατικά. Η απόδοση είναι αρκετά καλή σε ελαφριάς και μέσης σύστασης εδάφη. Απαιτεί καλά αεριζόμενο έδαφος με καλή αποστράγγιση. Οι απαιτήσεις σε λίπασμα είναι συνήθως 18 kg/ στρ N , 2 – 4,5 kg/ στρ P και έως 8 kg / στρ . Επίσης είναι καλλιέργεια μέτριας ανεκτικότητας σε αλατότητα.



Εικόνα 4.3 : Καλλιέργεια σόργου πληττόμενη από παγετό. (MSU)

3.4 Καλλιεργητικές τεχνικές και έδαφος.

Το σόργο είναι ένα φυτό το οποίο καλλιεργείται διαφορετικά ανά περιοχές. Μπορεί η καλλιέργεια του να είναι είτε συνεχής, είτε να καλλιεργείται με αμειψισπορά. Ο συνεχής τύπος καλλιέργειας συνήθως συναντάται και είναι πιο διαδεδομένος σε περιοχές με υψηλές βροχοπτώσεις ή δυνατότητα συνεχούς άρδευσης, μέχρις ότου οι αποδόσεις να παραμένουν υψηλές. Η συνεχής καλλιέργεια όμως προϋποθέτει κατάλληλες λιπάνσεις, διαχείριση υπολειμμάτων, όπως προαναφέρθηκε άρδευση και φυτοπροστασία. Σε καλλιέργεια με αμειψισπορά το σόργο είναι αρκετά “φιλικό” με οποιαδήποτε καλλιέργεια. Ευνοϊκές συνθήκες όμως δημιουργούνται σε σύστημα αμειψισποράς, βαμβάκι - σόργο ή σόγια - σόργο όπου επήλθε αύξηση αποδόσεων. (Cothren κ.α., 2000, Kaye κ.α., 2007). Όσο για το έδαφος είναι απαραίτητος ο ψιλοχωματισμός του εδάφους διότι ο σπόρος του σόργου είναι μικρού μεγέθους και χωρίς ψιλοχωματισμό το φυτό εμφανίζει βραδύτερη ανάπτυξη. Η κατεργασία του εδάφους για σπορά σόργου είναι η παρακάτω με τη συγκεκριμένη σειρά:

- Διαχείριση φυτικών υπολειμμάτων της προηγούμενης καλλιέργειας σε περίπτωση που η προηγούμενη καλλιέργεια ήταν π.χ. βαμβάκι. Σε περίπτωση που τα υπολείμματα δεν είναι ογκώδη δεν γίνεται καμία επέμβαση
- Ακολουθεί τεμαχισμός των ογκωδών υπολειμμάτων με δισκοσβάρνα για πιο εύκολη ενσωμάτωση αυτών για την αποσύνθεσή τους.

- όργωμα για ενσωμάτωση υπολειμμάτων και μείωση επιφανειακής απορροής κατά τους φθινοπωρινούς και τους χειμερινούς μήνες.
- Δισκοσβάρνισμα για καταστροφή ζιζανίων
- Πριν την σπορά δισκοσβάρνισμα και μετά καλλιεργητή για καλύτερο ψιλοχωματισμό ώστε να είναι πιο εύκολη η ενσωμάτωση σπόρου, λιπασμάτων, ζιζανιοκτόνων και εντομοκτόνων εδάφους



Εικόνα 4.4. Ψιλοχωματισμός εδάφους για προετοιμασία σποροκλίνης.

4. Λίπανση, άρδευση και σπορά

4.1 Λίπανση

Η εκμετάλλευση των θρεπτικών συστατικών του εδάφους από το σόργο είναι αρκετά μεγάλη η ιδιότητα αυτή της προσρόφησης μεγάλων ποσοτήτων θρεπτικών συστατικών οφείλεται στο ριζικό σύστημα του φυτού το οποίο είναι θυσανώδες και μεγάλης έκτασης. Όμως για δημιουργία μιας καλλιέργειας υψηλών αποδόσεων είναι αναγκαία η προσθήκη λίπανσης.

Για καλλιέργεια **χορτοδοτικού** σόργου σε μη αρδευόμενα εδάφη οι απαιτήσεις σε N είναι αρκετά μικρότερες ενώ σε P και K έως και μηδαμινές για παράδειγμα η ποσότητα αζώτου που θα πρέπει να προστεθεί είναι από 3 έως 6 kg N / στρ . **Για παραγωγή όμως χλωρομάζας 15-20 tn ανά στρέμμα σε υγρά και θερμά κλίματα χρησιμοποιήθηκαν 40 kg N / στρ. (Fribourg, 1995).** Αλλά χρίζει ιδιαίτερης προσοχής η αζωτούχος λίπανση στο χορτοδοτικό σόργο διότι μπορεί να γίνει τοξική η τροφή για τα ζώα.

Για καλλιέργεια **καρποδοτικού** σόργου η προσθήκη λιπασμάτων είναι πολύ σημαντική έως ενός σημείου διότι ειδικά η αζωτούχος λίπανση, αυξάνει την απόδοση σε καρπό, έως ενός σημείου γιατί όμως;! Διότι η υπερβολική λίπανση με άζωτο μπορεί να προκαλέσει πλάγιασμα και συνάμα μείωση της απόδοσης σε καρπό. Σε αρδευόμενους

αγρούς για παράδειγμα για απόδοση σπόρου 600 kg / στρ η εφαρμογή αζώτου είναι στα 20 kg N / στρ , σε έλλειψη φωσφόρου προστίθενται 6 kg/ στρ P₂O₅ και σε έλλειψη καλίου εφαρμόζουμε με τις πρώτες ενδείξεις.

Για το **ζαχαρούχο** σόργο συνιστώνται 10-15 kg N / στρ με προσοχή διότι οι μεγάλες ποσότητες αζώτου μπορούν να προκαλέσουν πολύ εύκολα πλάγιασμα στο ζαχαρούχο σόργο.

Όσο για το **σόργο σκούπα** προτείνονται 7- 14 kg N / στρ και 4 kg P₂O₅ / στρ (Maiti , 1997 , Carter et. Al. 2000).



Εικόνα 4.5: Πλάγιασμα σε καλλιέργεια σόργου



μπορεί να παραχθεί έως το 90 % της μέγιστης αναμενόμενης παραγωγής σε κάθε περιοχή (Kansas State University, 1998)

4.3 Εποχή σποράς και πληθυσμός φυτών ανά τύπο

Όπως προαναφέρθηκε η σπορά σόργου μπορεί να γίνει είτε καθ' όλη τη διάρκεια του χρόνου σε τροπικές περιοχές ανάλογα βέβαια και με τις κλιματικές συνθήκες. **Στις εύκρατες περιοχές ωστόσο η σπορά γίνεται κατά τους μήνες της άνοιξης με την συνθήκη του να είναι η θερμοκρασία εδάφους μεταξύ 12 έως 14 ° C και συγκεκριμένα από τέλη Μάρτιου, έως και μέσα Απριλίου.** Σε περίπτωση που η θερμοκρασίες του εδάφους κατά τη σπορά είναι μικρότερες από τις προαναφερθείσες, τότε οι σπόροι ενδέχεται να σαπίσουν. Σε όσιμη σπορά , υπάρχει ο κίνδυνος να έρθουν αντιμέτωπα τα φυτά με πρώιμο παγετό κατά τον Σεπτέμβριο και να πληγούν, αυτή η κατάσταση είναι επικίνδυνη επίσης για υβρίδια μεγάλου βιολογικού κύκλου, σε αντίθεση με την όσιμη σπορά, η πρώιμη μπορεί να εξασφαλίσει άνθηση και καλή επικοινωνία πριν “έρθουν” οι υψηλές θερμοκρασίες του καλοκαιριού.

4.3.1 Χορτοδοτική καλλιέργεια και πληθυσμός.

Σύμφωνα με έρευνα του Ινστιτούτου Κτηνοτροφικών Φυτών και Βοσκών (Παπουτσή - Κωστοπούλου, 1992) οι παρακάτω αποστάσεις συνιστώνται ως κατάλληλες για την αντίστοιχη κατεύθυνση της καλλιέργειας.

Αποστάσεις  Κατευθύνσεις 	Μεταξύ των γραμμών (cm) :	Πάνω στη γραμμή (cm):	Ποσότητα σπόρου (kg/στρ):
Ενσίρωση	70-80	10 – 15	2,5 – 3,0
Χλωρό χόρτο ή σανό	30 – 40	Συνεχείς	4
Βόσκηση	15 –20	Συνεχείς	5

Για το σανό μικρότερη ποσότητα σπόρου οδηγεί στην αύξηση της διαμέτρου των στελεχών με αποτέλεσμα την καθυστέρηση της αποξήρανσης.

4.3.2 Καρποδοτικές καλλιέργειες και πληθυσμός.

Ο πληθυσμός των φυτών σε καλλιέργεια σόργου εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τον πληθυσμό των φυτών μπορεί να αφορούν τις διάφορες περιοχές, τη διαθεσιμότητα του νερού, την ποικιλία, την καλλιεργητική τεχνική, τη διάρκεια του βιολογικού κύκλου και το στόχο της απόδοσης που έχει θέσει ο

καλλιεργητής. Συνήθως σε μη αρδευόμενες περιοχές ο αριθμός των καλλιεργούμενων φυτών κυμαίνεται από 4.000 έως 6000 φυτά το στρέμμα με απόσταση μεταξύ των γραμμών που αγγίζει το 1 m. Σε αρδευόμενες περιοχές ο αριθμός φυτών ανά στρέμμα όπως είναι αναμενόμενο είναι πολύ μεγαλύτερος. Συγκεκριμένα, οι πληθυσμοί ξεκινούν από 10.000 έως 16.000 φυτά ανά στρέμμα με απόσταση μεταξύ των γραμμών της τάξεως 50 έως 70 cm. Για σποροπαραγωγή οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών είναι 75 εκ. και πάνω στη γραμμή 10 εκ. (Kelly and George, 1998).



Εικόνα 4.7: Καλλιέργεια σόργου σε αποστάσεις μεταξύ των γραμμών έως και 80 cm (Sorghum ID)

Για το **ζαχαρούχο σόργο** οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών κυμαίνονται από 70 – 100 cm και πάνω στις γραμμές 10 – 15 cm. Για το **σόργο σκούπα**, μεταξύ των γραμμών 90 – 100 cm και επί της γραμμής 8 – 10 cm.

4.3.3 Σπορά και βάθος

Η διαδικασία της σποράς γίνεται με χρήση σπαρτικών ανοιξιάτικων καλλιεργειών ή σιταριού με κατάλληλη ρύθμιση σύμφωνα με τα χαρακτηριστικά του σόργου.

Το βάθος σπορά είναι ανάλογο με τον τύπο εδάφους αλλά και την υγρασία, δηλαδή αν η σπορά γίνει σε μεγαλύτερο βάθος από το κατάλληλο για τον συγκεκριμένο τύπο εδάφους τότε ο τελικός αριθμός των φυτών θα είναι αρκετά πιο μειωμένος από τον αναμενόμενο. Γι' αυτό συνίστανται σε αμμώδη εδάφη το βάθος σποράς να είναι 4 –5 εκ. ενώ σε βαριά 2,5 – 3 εκ.

5. Ζιζάνια και καταπολέμηση

Πρόκειται για μία καλλιέργεια η οποία είναι πολύ ευαίσθητη στον ανταγωνισμό ζιζανίων ιδιαίτερα στο στάδιο του φυτρώματος και στα αρχικά στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. **Τα ζιζάνια μπορούν να μειώσουν την παραγωγή έως και 41 % και αυτό οφείλεται στην αργή πρώτη του ανάπτυξη.** Η ζιζανιοκτονία μπορεί να είναι είτε μηχανική είτε χημική. Πολύ σημαντικό ρόλο, διαδραματίζει ο **βέλιουρας (*Sorghum halepense*)** ζιζάνιο το οποίο βρίσκεται στο ίδιο γένος με την καλλιέργεια σόργου, γεγονός που καθιστά την αντιμετώπισή του αρκετά δύσκολη, με αποτέλεσμα να μην υπάρχουν εγκεκριμένα εκλεκτικά σκευάσματα.

Κατά τη μηχανική ζιζανιοκτονία κατά τη σπορά επιβάλλεται η καθαρότητα του αγρού ενώ μετά τη σπορά οι χειρισμοί πρέπει να γίνονται έγκαιρα και ανάλογα με την ανάπτυξη των ζιζανίων. Πρέπει να γίνονται σκαλίσματα όταν τα ζιζάνια είναι μικρά για να μην μεγαλώνουν και ανταγωνίζονται το σόργο, αλλά πρέπει να είναι και επιφανειακά ώστε να μην πληγωθούν οι ρίζες.

Η χημική ζιζανιοκτονία πρέπει να γίνεται με προσοχή λόγω της μεγάλης ευαισθησίας του σόργου στα ζιζανιοκτόνα σε σύγκριση με το σιτάρι και το καλαμπόκι. Ενδείκνυται η Proprazine κατά τα αρχικά στάδια ανάπτυξης δείχνοντας ασφαλή αποτελέσματα.

Σημαντικά αποτελέσματα αναφέρονται και με τη χρήση Altrazine σε δόση 110 g/ στρ , έχοντας ως αρνητικό την ευαισθησία διαφορών γονότυπων σε αυτή. Η Altrazine είναι ιδιαίτερα σημαντική μεταφυτρωτικά έχοντας μεγάλη αποτελεσματικότητα στα πλατύφυλλα ζιζάνια όταν εφαρμόζεται περίπου 2 εβδομάδες μετά το φύτευμα. Σημαντική είναι και η συμβολή του ζιζανιοκτόνου 2,4-D όταν εφαρμόζεται έγκαιρα σε άλλη περίπτωση προκαλεί βλάβες στα φυτά. Για παράδειγμα σε περίπτωση που τα φυτά είναι μικρότερα σε ύψος από 15 cm τότε παρεμποδίζεται η ανάπτυξη των ριζών. Σε περίπτωση που η εφαρμογή γίνει σε ύψος φυτού 25 – 30 εκ. προκαλεί νανισμό, τάση πλαγιάσματος και στείρωση μερικών άνθεων. Προτείνονται δόσεις 30- 40 gr/ στρ για το άλας με Na. Τα 2 ζιζανιοκτόνα αυτά λειτουργούν και συνδυαστικά.

5.1 Sorghum halepense (βέλιουρας)

Συναντάται συχνά στους Ελληνικούς καλλιεργούμενους αγρούς και ανήκει στα 10 πιο σημαντικά ζιζάνια της χώρας αλλά και σε παγκόσμιο επίπεδο, με αρκετά μεγάλη οικονομική σημασία. Ανήκει στα ζιζάνια που εξοντώνονται δύσκολα και εξαπλώνεται αρκετά με αποτέλεσμα να δημιουργεί σοβαρά προβλήματα, κυριαρχώντας εύκολα σε ένα χωράφι. Στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του, ο κολεός και η άκρη του ελάσματος είναι κοκκινωπής αποχρώσεως στα κατώτερα φύλλα. Στα ανώτερα φύλλα διακρίνουμε φύλλα τραχεία με οδοντωτή περιφέρεια. Παράγει σαρκώδη ριζώματα μεγάλου αριθμού, η ταξιανθία είναι φόβη και το ύψος του καλαμιού φτάνει έως και τα 2 μέτρα.

6. Συγκομιδή

Η συγκομιδή είναι μια διαδικασία εξαρτώμενη από τρεις παράγοντες, την υγρασία, το χρώμα και την σκληρότητα του σπόρου. Το χρώμα είναι χαρακτηριστικό για την κάθε ποικιλία κατά την ωρίμανση και η υγρασία στο στάδιο αυτό φτάνει το 18 – 20 % . Τα φυτά ωστόσο μπορούν να αφεθούν στο χρώμα για λίγο καιρό ακόμη με κίνδυνο να πλαγιάσουν , ώστε να γίνει η ξήρανση απευθείας στο χωράφι.

6.1 Συγκομιδή σε χορτοδοτική καλλιέργεια

Η συγκομιδή σε αυτόν τον τύπο καλλιέργειας διαφέρει ανάλογα με το πώς ο παραγωγός θέλει να την εκμεταλλευθεί. Όπως προαναφέρθηκε η χρήσεις τις καλλιέργειας χορτοδοτικού σόργου εναπόκεινται, στη βόσκηση, στην ενσίρωση και στην εκμετάλλευση χλωρού χόρτου και σανό. Όσον αφορά την βόσκηση , η καλλιέργεια είναι έτοιμη για βοσκή, κιάλας ενάμιση μήνα μετά τη σπορά, με υψηλό κίνδυνο της δηλητηρίασης των ζώων λόγω του υδροκυανίου που παράγει το σόργο στα αρχικά στάδια ανάπτυξής του. Γι' αυτό η βόσκηση συνίστανται κατά το στάδιο οπού τα φυτά έχουν φτάσει τουλάχιστον το ύψος των 60 εκατοστών. Για την εκμετάλλευση της καλλιέργειας σε ενσίρωση οι απόψεις τείνουν να διαφέρουν στον τομέα των ερευνών. Η μια άποψη περί συγκομιδής σόργου για ενσίρωση είναι ότι πρέπει να γίνεται όταν ο σπόρος βρίσκεται στο στάδιο μεταξύ γάλακτος και μαλακής ζύμης, πριν όμως έρθει η γήρανση του ελάσματος των φύλλων (Fribourg, 1995). Η άλλη άποψη η οποία στηρίζεται στην βελτίωση της απόδοσης και της ποιότητας της ενσίρωσης είναι ότι η συγκομιδή θα πρέπει να γίνεται κατά το στάδιο της σκληρής ζύμης του σπόρου. Τα μέσα συγκομιδής και τεμαχισμού είναι χορτοκοπτικά μηχανήματα

με προστιθέμενα εργαλεία για τεμαχισμό της φυτικής μάζας σε μικρά κομμάτια και τα φορτώνουν σε όχημα συρόμενο από τον ελκυστήρα όπου θα μεταφερθούν στους σιρούς όπου θα γίνει η διεργασία της ενσίρωσης (Τσατσαρέλης, 2003) . Για χλωρό χόρτο ή σανό η συγκομιδή γίνεται όταν τα φυτά φτάσουν το 1 μέτρο κόβοντας στα 10-15 εκατοστά από το έδαφος.



Εικόνα 4.8 Συγκομιδή χορτοδοτικού σόργου για ενσίρωση (φωτογραφία Science photo library)



Εικόνα 4.9 - 10 : χορτοδοτικό σόργο για βόσκηση και ενσίρωση έτοιμη για κατανάλωση από τα ζώα.

6.2 Συγκομιδή σε καρποδοτική καλλιέργεια

Οι καρποί του καρποδοτικού σόργου συγκομίζονται, έχοντας ακόμη το πράσινο χρώματος, φυσιολογικά σε υγρασία καρπού 25 – 35 % αλλά αυτό δεν είναι θεμιτό, στο καρποδοτικό πρέπει να γίνει ξήρανση των στελεχών για να περάσει η θεριζοαλωνιστική μηχανή, οπότε η συγκομιδή καθυστερεί μέχρι τότε. Για μείωση αυτού του διαστήματος καθυστέρησης εφαρμόζονται διάφορες ουσίες για αποξήρανση του φυλλώματος όπου η εφαρμογή αυτή γίνεται κατά το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης όπου οι σπόροι που

ωριμάζουν τελευταίοι - οι λεγόμενοι κάτω - κάτω σπόροι της ταξιανθίας - σχηματίζουν μαύρη ζώνη αποκοπής (Kansas State University).

6.3 Συγκομιδή σε ζαχαρούχο σόργο και σόργο για σκούπα

Για το ζαχαρούχο σόργο η συγκομιδή γίνεται όταν οι σπόροι βρίσκονται στο στάδιο της ζύμης όσον αφορά την παραγωγή σιροπιού διότι αν συγκομιστεί πιο νωρίς εμφανίζονται προβλήματα στη διαύγαση του σιροπιού εξαιτίας της μεγάλης περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη (Rooney & Waniska, 2000). Για παραγωγή αιθανόλης η συγκομιδή γίνεται όταν ο σπόρος κατά την ωρίμανση εμφανίζει συνδυασμό υψηλής περιεκτικότητας σε ζάχαρα του στελέχους και υψηλής απόδοσης καρπού.

Για το σόργο σκούπα η συγκομιδή λαμβάνει χώρα κατά το στάδιο του γάλακτος των σπόρων, έχοντας ταξιανθίες με ανοιχτό πράσινο χρώμα. Μπορεί ωστόσο να γίνει όταν οι ταξιανθίες έχουν κίτρινο χρώμα και οι σπόροι έχουν ωριμάσει φυσιολογικά. Ο σπόρος είναι ιδιαίτερα σημαντικός για την συγκεκριμένη καλλιέργεια διότι συμπληρώνει το εισόδημα των παραγωγών.

7. Επίδραση αζώτου στο σόργο.

Το σόργο αντιδρά θετικά στην προσθήκη αζώτου, διότι αποτελεί καλλιέργεια η οποία εξαντλεί τα εδάφη ακόμη και αυτά που χαρακτηρίζονται από υψηλή γονιμότητα σε διάστημα από 3 – 5 χρόνια. **Το επίπεδο του αζώτου που προστίθεται** στην καλλιέργεια, αλλά και το στάδιο ανάπτυξης αυτής **επηρεάζουν την πορεία της απορρόφησης του**. Όταν το εδαφικό άζωτο είναι περιορισμένο, η απορρόφηση χαρακτηρίζεται ως μεγαλύτερη μετά την καρπόδεση, ενώ όταν η επάρκεια του εδάφους σε άζωτο αυξάνεται το μέγιστο μετατοπίζεται ελάχιστα πριν την έξοδο της ταξιανθίας.

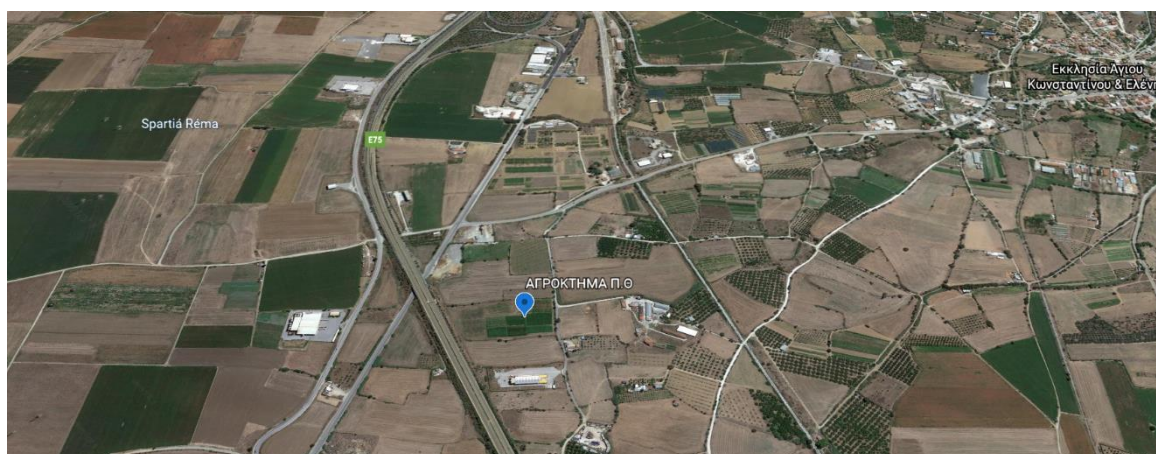
Το άζωτο συμβάλλει στην αύξηση της παραγωγής ξηρής ουσίας αλλά και στην αύξηση της περιεκτικότητας των φυτών σε αζωτούχες ενώσεις, συμβάλλει ακόμη στην παραγωγή καρπού και στον συντελεστή εκμετάλλευσης του νερού, διότι η παραγωγή καρπού αυξάνεται αναλογικά περισσότερο από τη διαπνοή. Το άζωτο επίσης διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην πρωίμιση της καλλιέργειας.

Το πρόγραμμα αρδεύσεων διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην αντίδραση της καλλιέργειας στο άζωτο. Σε περίπτωση που έχει πραγματοποιηθεί προσπαρτική άρδευση

ή η υγρασία του εδάφους είναι υψηλή κατά τη σπορά τότε το φυτό αντιδρά στο άζωτο που χορηγείται κατά τη βασική λίπανση και όχι με τις μεταγενέστερες λιπάνσεις. Αντιθέτως, σε περίπτωση συνεχούς υγρασίας καθ' όλη την ανάπτυξη της καλλιέργειας το σόργο αντιδρά στην προσθήκη αζώτου έως τα 13 kg/ στρ. Γενικά προτείνονται δόσεις μεταξύ 6 έως και 24 kg ανά στρέμμα ανάλογα με τις συνθήκες της καλλιέργειας.

8. Υλικά & Μέθοδοι

Ωστε να διεξαχθεί το πειραματικό μέρος της έρευνας εγκαταστάθηκε πειραματικός αγρός στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας που βρίσκεται στο Βελεστίνο, Μαγνησία, κατά την καλλιεργητική περίοδο 2018-2019 (Εικόνα. i). Πιο συγκεκριμένα εγκαταστάθηκε ένας πειραματικός αγρός σε πρώτη φάση είχε καλλιεργηθεί με κτηνοτροφικό μπιζέλι (Φθινόπωρο 2018) το οποίο και συγκομίστηκε κατά την Άνοιξη του 2019, όπου διαδοχικά, σπάρθηκαν έξι ποικιλίες σόργου για την εκτίμηση των αγρονομικών και διατροφικών χαρακτηριστικών τους.



Εικόνα i: Αγρόκτημα ΠΘ στην περιοχή Βελεστίνο, πειραματικοί αγροί.

Πραγματοποιήθηκε εκτίμηση **εδαφολογικών** χαρακτηριστικών, με χρήση δειγματοληψίας και ανάλυσης εκ των διαφόρων σημείων του πειραματικού αγρού λαμβάνοντας δείγμα σε βάθος 0-30 cm και 30-60 cm.

Τα **μετεωρολογικά** στοιχεία ελήφθησαν σε συνεργασία με το Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής, με χρήση του μετεωρολογικού σταθμού ο οποίος βρίσκεται επίσης στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή Βελεστίνο. Οι μέσες τιμές βροχοπτώσεων και θερμοκρασίας αφορούν την περιοχή της Νέας Αγχιάλου, λόγω μη ύπαρξης στοιχείων για την περιοχή του Βελεστίνο.

Κάτωθεν, γίνεται αναλυτική παρουσίαση των πειραματικών αγρών και των σχεδίων που χρησιμοποιήθηκαν για τις επεμβάσεις.

Χρησιμοποιήθηκε ως πειραματικό σχέδιο το split – plot design, δηλαδή τυχαιοποιημένες ομάδες τεμαχίων, με υποτεμάχια, όπου στα κύρια τεμάχια εγκαταστάθηκαν οι έξι ποικιλίες σόργου με τις εξής μεταχειρίσεις (ποικιλίες):

- Buffalo grain,
- Elite,
- Big Kahuna,

- 25K1009,
- 4264
- και 5D61,

ενώ στα υποδιαιρεμένα τεμάχια, ήταν τα 4 επίπεδα λίπανσης με άζωτο εφαρμόζοντας σε αυτά 3 επαναλήψεις, με μεταχειρίσεις όσον αφορά την λίπανση σε επίπεδα:

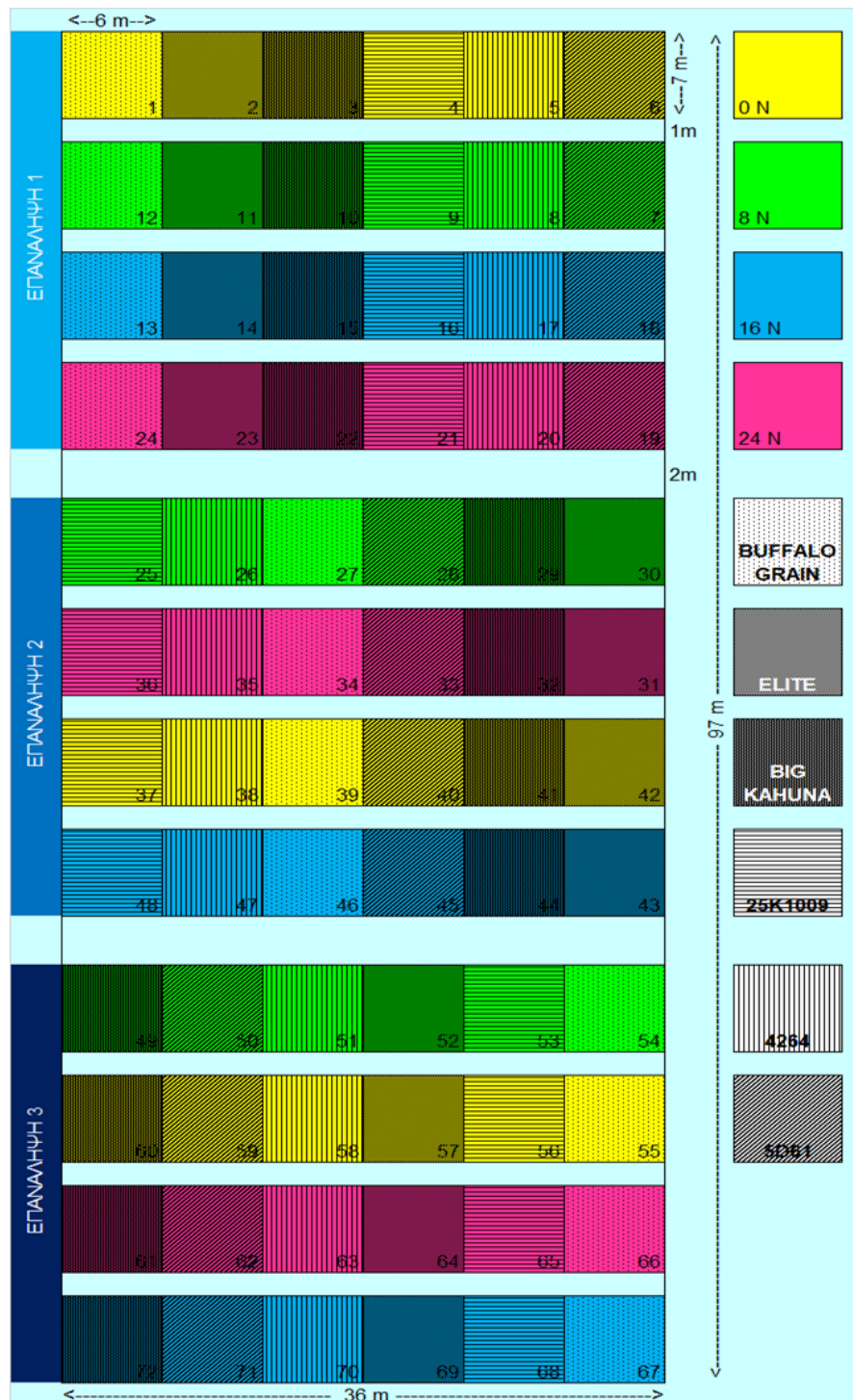
- 0N (0 kg N ανά στρέμμα)
- 8N (8 kg N ανά στρέμμα)
- 16N (16 kg N ανά στρέμμα)
- 24N (24 kg N ανά στρέμμα)

Έχοντας συνολικά 72 τεμάχια, όπου οι διαστάσεις του κάθε τεμαχίου ήταν όσον αφορά το πλάτος 6 m και το μήκος 7 m , με συνολική έκταση κάθε τεμαχίου τα 42 m².

Όπως προαναφέρθηκε πριν την καλλιέργεια των έξι ποικιλιών είχε προηγηθεί σπορά κατά το φθινόπωρο με κτηνοτροφικό μπιζέλι (ποικιλία Όλυμπος), σε ποσότητα σπόρου 14 kg / στρέμμα, το οποίο και συγκομίστηκε τέλη Μαΐου. Διαδοχικά ακολούθησε κατεργασία εδάφους με σκοπό την καλλιέργεια των 6 ποικιλιών όπου έγιναν κατεργασίες όπως, βαρύς καλλιεργητής και περιστροφικό. Μετά την ολοκλήρωση των κατεργασιών πραγματοποιήθηκε σπορά των 6 ποικιλιών αρχές Ιουνίου και πιο συγκεκριμένα στις 5/6/2019 με χρήση σπαρτικής γραμμικών καλλιεργειών με αποστάσεις στις γραμμές για τις ποικιλίες, Buffalo grain, Elite, Big Kahuna , 8 cm και μεταξύ των γραμμών 50 cm, ενώ στις υπόλοιπες οι αποστάσεις σποράς μεταξύ των γραμμών ήταν 75 cm και επί της γραμμής 8 cm, σύμφωνα με την ορθή πρακτική αλλά και τα χαρακτηριστικά των ποικιλιών. Για την λίπανση, δεν έγινε εφαρμογή βασικής λίπανσης, αλλά εφαρμόστηκε στις 20 Ιουλίου του 2019, επιφανειακή αζωτούχος λίπανση (ουροθειϊκή αμμωνία, 40-0-0) χειρωνακτικά σύμφωνα πάντα με τα επίπεδα λίπανσης τα οποία και αναφέρονται στο πειραματικό σχέδιο. Μετά το στάδιο του φυτρώματος πραγματοποιήθηκε χημική ζιζανιοκτονία με σκοπό την εξουδετέρωση πλατύφυλλων ζιζανίων, ενώ για τα αγρωστώδη δεν εφαρμόστηκε κάποιο σκεύασμα το οποίο και να είναι εγκεκριμένο, αποτέλεσμα αυτού οι ποικιλίες να ανταγωνίζονται έντονα με τον βέλιουρα (*Sorghum halepense*) όπου πραγματοποιήθηκε προσπάθεια χειρωνακτικής καταπολέμησης του.

Η συγκομιδή έγινε στις 25/10/2019, πραγματοποιώντας κοπή σε κάθε πειραματικό αγροτεμάχιο, όσα φυτά υπήρχαν σε απόσταση 1 m επί της γραμμής σε κάποια από τις ενδιάμεσες γραμμές του αγροτεμαχίου στο οποίο πραγματοποιούνταν η κοπή κάθε φορά. Τα φυτά τα οποία και κόψαμε σε κάθε αγροτεμάχιο ζυγίστηκαν και ακολούθησε επιλογή

των 2 πιο αντιπροσωπευτικών φυτών από κάθε ‘δεμάτιο’ που ζυγίσαμε για την μέτρηση της υγρασίας και την εκτίμηση στο εργαστήριο των ποιοτικών χαρακτηριστικών αυτών.



Εικόνα Α. Πειραματικό σχέδιο των 6 ποικιλιών (Ποικιλίες, επίπεδα λίπανσης & επαναλήψεις)

8.1 Διαδικασία εκτίμησης ποιοτικών χαρακτηριστικών φυτικού υλικού

Με σκοπό την εκτίμηση ποιοτικών χαρακτηριστικών της κάθε ποικιλίας τα δείγματα αποξηράθηκαν σε θαλάμους αποξήρανσης και πραγματοποιήθηκε θρυμματισμός. Η ανάλυση έγινε με την χρήση αναλυτή NIR (DA7250 NIR analyzer, Perten Instruments, Hägersten, Sweden). Η εκτίμηση έγινε ως προς το ποσοστό (%) των παρακάτω παραμέτρων:

- ASH (τέφρα)
- Protein (πρωτεΐνη)
- NDF (παράγοντας ουδέτερης αντίδρασης της ίνας)
- ADF (όξινης αντίδρασης της ίνας)
- Crude fiber (ακατέργαστες ίνες)
- Fat (λίπη)
- Calcium (ασβέστιο)
- Phosphorus (φώσφορος)

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά του φυτού υποδηλώνονται με τους παράγοντες NDF, ADF, Crude fiber όπου έχουν άμεση σχέση με την ηλικία και το αναπτυξιακό στάδιο της καλλιέργειας. Οι τιμές των παραγόντων NDF και ADF συσχετίζονται με την περιεκτικότητα σε λιγνίνη, κυτταρίνη, ημικυτταρίνες και αδιάλυτα ανόργανα συστατικά στις ζωοτροφές. Το NDF εκτιμάται μέσω διαλύματος ουδέτερης αντίδρασης ενώ το ADF μέσω διαλύματος όξινης αντίδρασης



Εικόνα Β : Θρυμματισμός αποξηραμένων φυτικών υλικών



Εικόνα Γ-Δ: Αναλυτής NIR (Φασματοφωτόμετρο κατά την εκτίμηση)

9. Αποτελέσματα και Συζήτηση

9.1 Έδαφος

Πρόκειται για αργιλώδες έδαφος που αντιδρά αλκαλικά και στον επιφανειακό αλλά και κάτω από τον επιφανειακό ορίζοντα (υπό-επιφανειακό). Χαρακτηρίζεται ως αρκετά γόνιμο με την οργανική ουσία να φτάνει στο 2,91 % σε βάθος έως και 30 cm από 30-60 cm φτάνει το 1,86 %, ανοργανοποιεί δηλαδή υψηλό ποσοστό οργανικού αζώτου με αποτέλεσμα, χωρίς την προσθήκη αζωτούχων λιπάνσεων να έχει απόδοση μεγαλύτερη από αυτή του μέσου όρου αλίπαντων αγρών στον Ελλαδικό χώρο. Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 1) αναγράφεται αναλυτικά η σύσταση στο έδαφος του πειραματικού αγρού που χρησιμοποιήθηκε.

Πίνακας 1. Ιδιότητες εδάφους σε επιφανειακό (0-30 cm) και υπό-επιφανειακό (30-60 cm) ορίζοντα.

Χαρακτηριστικά Βάθος (cm)	Κοκκομετρική σύσταση			Υφή	ΦΕΒ	CEC cmol/kg	pH (πάστας)
	Άμμος (%)	Ιλύς (%)	Άργιλος (%)				
0 - 30	26,8	31,33	41,87	C	1,27	26,05	7,63
30 - 60	25,93	30,93	43,13	C	1,27	23,18	7,9

Χαρακτηριστικά Βάθος (cm)	EC (πάστας) mS/cm	C _{орг.} g/kg	N g/kg	C/N	Οργ. Ουσία %	CaCO ₃	ESP άμμος (%)
	0 - 30	1,17	14,52		1,67	8,78	2,91
30 - 60	0,47	9,31	1,06	8,85	1,86	7,68	1,03

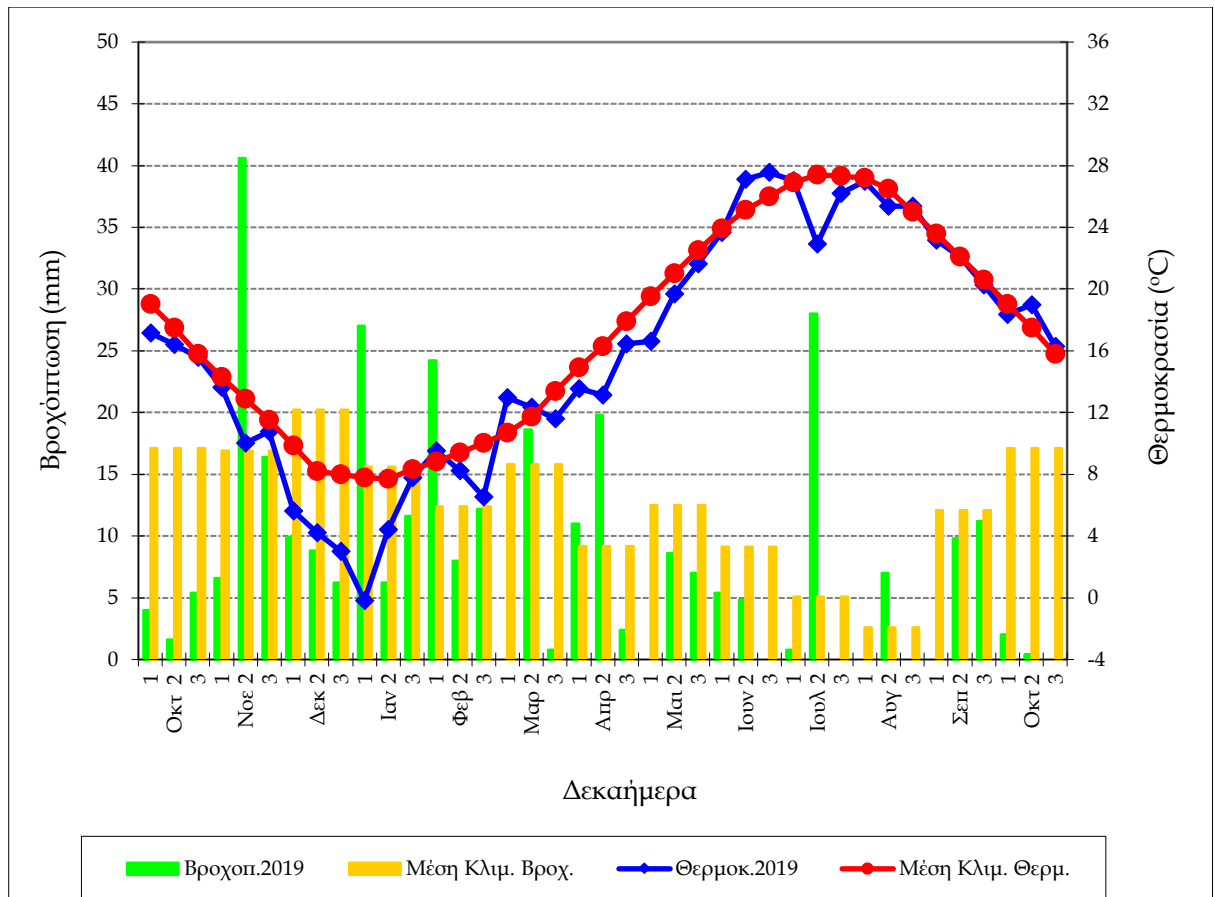
Πίνακας 2: Περιεκτικότητα μακροθρεπτικών και ιχνοστοιχείων στο επιφανειακό και υπό-επιφανειακό ορίζοντα

Βάθος (cm)	P-Olsen mg/kg	Na ⁺ cmol/kg	K ⁺ cmol/kg	Fe mg/kg	Mn mg/kg	Zn mg/kg	Cu mg/kg	B mg/kg
	0 - 30	18,73	0,23	1	5,47	15,22	1,4	1,8
30 - 60	3,45	0,24	0,35	7,72	16,37	0,6	2,01	0,32

Όπου σύμφωνα με τον **Πίνακα 2** η περιεκτικότητα σε μακροθρεπτικά και ιχνοστοιχεία κρίνεται ως ικανοποιητική.

9.2 Καιρικές συνθήκες

Οι θερμοκρασιακές συνθήκες κατά την σπορά και μετέπειτα θεωρήθηκαν κανονικές για την περιοχή μελέτης έχοντας όμως μικρές διακυμάνσεις. Οι βροχοπτώσεις στην περιοχή έκαναν την εμφάνισή τους αρχές Απριλίου σε πιο έντονο επίπεδο, χωρίς να εμφανίσουν κάποιο σημαντικό έλλειμμα κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (περί τα 15 mm), σύμφωνα με τη μέση κλιματική. Έντονες βροχοπτώσεις σημειώθηκαν όμως κατά το 2^ο μισό του Ιουλίου φτάνοντας έως και τα 28 mm και αισθητά η θερμοκρασία έπεσε συνάμα. Ακολουθεί διάγραμμα.



Διάγραμμα 1. Μέτρηση ανά δεκαήμερο μέσης θερμοκρασίας αέρα και βροχόπτωσης στο Βελεστίνο στο διάστημα Οκτώβριος 2018 – Οκτώβριος 2019 (Πηγή: Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής)

9.3 Αύξηση και ανάπτυξη καλλιέργειας

Παρατίθεται πίνακας με τα χαρακτηριστικά απόδοσης των 6 ποικιλιών που μελετήθηκαν σε αγρό όπου είχε προηγηθεί καλλιέργεια μπιζελιού με σκοπό την παραγωγή ενσιρώματος.

Πίνακας 3. Απόδοση 6 ποικιλιών σόργου στον υπό μελέτη αγρό.

Μεταβλητές Παράγοντες		Χλωρή Βιομάζα	Ξηρή Βιομάζα	Υγρασία	N	N στη βιομάζα	N βιομάζας-N λίπανσης	Αποδοτικότητα χρήσης N	
		(kg/στρ.)		(%)		(kg/στρ.)		(%)	
Ποικιλίες σόργου	Buffalo Grain	3558	907	74,36	1,05	9,52			
	Elite	6303	1469	76,65	0,83	12,20			
	Big Kahuna	6527	1153	82,19	0,86	10,20			
	25K1009	6690	1615	75,72	0,90	14,89			
	4264	4536	1096	75,83	0,87	10,13			
	5D61	3854	1056	72,43	0,80	8,30			
<i>ΕΣΔ_{.05}</i>		526,5	199,1	2,156	<i>ns</i>	<i>ns</i>			
Αζωτο (kg/στρ.)	0	4452	1081	75,33	0,59	6,35	0		
	8	4880	1182	75,11	0,82	9,73	3,38	42,3	
	16	5364	1201	77,08	1,11	13,21	6,86	42,9	
	24	6283	1398	77,27	1,02	14,21	7,86	32,8	
<i>ΕΣΔ_{.05}</i>		443,9	127,5	1,486	0,126	2,069			
Ποικιλίες σόργου X Αζωτο (kg/στρ.)	Buffalo Grain	0	3240	884	72,76	0,76	6,62	0	
		8	3317	886	73,06	0,95	8,45	1,83	22,9
		16	3663	876	75,68	1,32	11,61	4,99	31,2
		24	4013	981	75,92	1,15	11,41	4,79	20,0
	Elite	0	6030	1543	74,35	0,51	7,88	0	
		8	6090	1399	77,03	0,78	11,59	3,71	46,4
		16	6217	1418	77,31	1,11	15,58	7,70	48,1
		24	6877	1515	77,90	0,91	13,75	5,87	24,5
	Big Kahuna	0	5440	979	81,96	0,57	5,64	0	
		8	5723	1061	81,32	0,78	8,34	2,70	33,8
		16	6690	1167	82,56	1,05	12,32	6,68	41,8
		24	8253	1404	82,92	1,04	14,51	8,87	37,0
	25K1009	0	5300	1305	75,45	0,69	9,22	0	
		8	6285	1651	73,53	0,78	12,92	3,70	46,3
		16	6862	1563	77,16	1,18	18,33	9,11	56,9
		24	8312	1944	76,72	0,95	19,08	9,86	41,1
	4264	0	3225	783	75,66	0,52	4,20	0	
		8	4205	1016	75,77	0,79	7,97	3,77	47,1
		16	4805	1158	75,84	1,10	12,76	8,56	53,5
		24	5910	1425	76,07	1,08	15,60	11,40	47,5

	5D61	0	3480	989	71,78	0,51	4,52	0	
		8	3658	1091	69,93	0,83	9,10	4,58	57,3
		16	3947	1023	73,92	0,89	8,70	4,18	26,1
		24	4332	1120	74,10	0,97	10,90	6,38	26,6
<i>EΣA₀₅</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>			
<i>CV (%)</i>		<i>12,5</i>	<i>15,5</i>	<i>2,9</i>	<i>21,1</i>	<i>28,1</i>			

Στον παραπάνω πίνακα, διατυπώνεται η απόδοση σε ξηρό αλλά και χλωρό βάρος, όπως επίσης και η περιεχόμενη υγρασία των υπό εξέταση 6 ποικιλιών σόργου κατά το στάδιο της συγκομιδής. Στην αμέσως επόμενη στήλη εμφανίζεται, η επι της εκατό περιεκτικότητα του αζώτου στην ξηρή βιομάζα, αλλά παρουσιάζεται και ως βάρος (kg) ανά στρέμμα. Στις τελευταίες 2 στήλες παρουσιάζεται η προσφορά της αζωτούχου λίπανσης στην καλλιέργεια αλλά και το ποσοστό χρησιμοποίησης της από τα φυτά.

Για την χλωρή βιομάζα:

Την «πρωτιά» στον τομέα της απόδοσης σύμφωνα με τον πίνακα λαμβάνει η ποικιλία ‘25K1009’ με 6690 kg/ στρέμμα , με την ποικιλία “Big Kahuna” να την ακολουθά με απόδοση 6527 kg/ στρέμμα και αμέσως επόμενη να είναι η ποικιλία “Elite” με 6303 kg / στρέμμα, οι οποίες υπερέχουν στατιστικά σημαντικά (2 – 3 τόνους περισσότερο) σε σχέση με τις υπόλοιπες τρεις ως προς την απόδοση σε παραγόμενη χλωρή βιομάζα.

Για την ξηρή βιομάζα :

Η ποικιλία “Big Kahuna” έδειξε να έχει υψηλό ποσοστό περιεχόμενης υγρασίας το οποίο φτάνει περίπου στο 82% , δεδομένο που καθιστά την ποικιλία στην τρίτη θέση στην παραγωγή ξηρής βιομάζας με απόδοση 1153 kg / στρέμμα, υστερώντας σημαντικά από τις υπόλοιπες δύο, “25K1009” και “Elite”, οι οποίες έχοντας περιεχόμενη υγρασία περίπου 75% , όπου οι αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα ήταν 1615 kg / στρέμμα για την “25K1009” και 1469 kg / στρέμμα για την “Elite”. Οι υπόλοιπες 3 ποικιλίες σημείωσαν χαμηλότερες αποδόσεις από τις προαναφερθείσες σε ξηρό βάρος. Η ποικιλία η οποία είχε την λιγότερη περιεχόμενη υγρασία σε σχέση με τις υπόλοιπες ήταν η “5D61” η οποία είναι πιο πρόωμη σε σχέση με τις υπόλοιπες. Αξίζει να σημειωθεί όμως ότι, αν και η εποχή πραγματοποίησης της συγκομιδής είναι όψιμη, το ποσοστό της υγρασίας είναι υψηλό. Για επιτυχημένη ενσίρωση της παραγόμενης βιομάζας η υγρασία πρέπει να κυμαίνεται περί το 65%. Γι’ αυτό η βιομάζα αμέσως μετά την κοπή θα πρέπει να αφήνεται για 1 – 2 μέρες στον αγρό

συμμερίζονται πάντα οι καιρικές συνθήκες, ώστε να «χαθεί» το απαραίτητο ποσοστό υγρασίας και στη συνέχεια να οδηγηθεί προς ενσίρωση.

Η προσθήκη αζωτούχου λίπανσης σε αυξανόμενα επίπεδα (0N , 8N , 16N και 24N), απέδωσε αντίστοιχα σε αύξηση χλωρού βάρους, εμφανίζοντας στατιστικά σημαντικές διαφορές από το ένα επίπεδο στο επόμενο. Ως προς το ξηρό βάρος εμφανίστηκαν διαφορές ανά τα επίπεδα, όπου διαπιστώθηκε αύξηση στο ξηρό βάρος, εμφανίζοντας όμως μόνο στα ακραία επίπεδα στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Όσον αφορά το χλωρό βάρος η μετάβαση από το πρώτο επίπεδο (0N) στα επόμενα δύο (8N και 16N) επέφερε αύξηση βάρους της τάξεως ≈ 450 kg/στρ. ,όμως η μετάβαση από το επίπεδο 16N στο επίπεδο λίπανσης 24N επέφερε αύξηση του χλωρού βάρους περίπου διπλάσια φτάνοντας ≈ 900 kg/στρέμμα. Αύξηση επετεύχθη όπως προαναφέρθηκε και στο ξηρό βάρος. Λαμβάνοντας υπόψιν τις αλληλεπιδράσεις των παραγόντων, υψηλά αποδοτική σε χλωρό και σε ξηρό βάρος στο επίπεδο λίπανσης 24N (24 kg/στρέμμα N) έδειξε να είναι η ποικιλία “25K1009”.

Οι αποδόσεις των ποικιλιών σε σχέση με τις αναμενόμενες (Mirona *et al*, 2018) ήταν σε χαμηλότερο επίπεδο. Οι παράγοντες στους οποίους ενδεχομένως οφείλονται οι χαμηλότερες αποδόσεις είναι είτε η όσιμη εγκατάσταση της καλλιέργειας , λόγω οψίμησης της προηγούμενης στον αγρό καλλιέργειας (μπιζέλι ποικιλίας Όλυμπος), είτε ο παράγοντας του έντονου ανταγωνισμού από το ζιζάνιο *Sorghum halepense* (κοινή ονομασία, βέλιουρας) για το οποίο δεν υπάρχει εγκεκριμένο εκλεκτικό ζιζανιοκτόνο για την καλλιέργεια του σόργου. Αξίζει να σημειωθεί ότι το σόργο (*Sorghum bicolor*) και ο βέλιουρας (*Sorghum halepense*) ανήκουν στο ίδιο γένος αλλά σε διαφορετικό είδος.

Η περιεχόμενη υγρασία των δύο πρώτων επιπέδων λίπανσης κατά τη συγκομιδή υστερούσε σημαντικά στατιστικά κατά δυο ποσοστιαίες μονάδες έναντι των δυο μεγαλύτερων επιπέδων.

Όσον αφορά την περιεκτικότητα σε άζωτο μεταξύ των ποικιλιών, δεν εμφανίστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Υπεροχή αριθμητικά εμφάνισε η ποικιλία “Buffalo grain” σε σχέση με τις υπόλοιπες. Η λίπανση με άζωτο επέδρασε στο περιεχόμενο άζωτο των φυτών όπως είναι φυσιολογικό. Το 3^ο με το 4^ο επίπεδο αζώτου (16N και 24N όπου αντίστοιχα 16 kg/στρέμμα και 24 kg/στρέμμα) δεν εμφάνισαν στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους, εμφάνισαν όμως σημαντική στατιστική διαφορά σε σύγκριση με το

επίπεδο 8N και τον μάρτυρα (0N), που διέφεραν και μεταξύ τους (0N και 8N). Στον πειραματικό αγρό παρατηρήθηκε βασική πρόσληψη της τάξεως 6,35 kg N/ στρέμμα από τις 8 μονάδες ή ποσοστιαία το 42,3% του αζώτου που χορηγήθηκε, το επίπεδο των 16 μονάδων να προσφέρει 6,86 kg/στρέμμα που αντιστοιχεί στο ποσοστό χρήσης 42,9% και το επίπεδο 24 μονάδων να προσφέρει 7,86 kg/στρέμμα που το ποσοστό χρήσης από τα φυτά είναι 32,8%. Αναφορικά με την αλληλεπίδραση παραγόντων σημαντική βασική απορρόφηση (την υψηλότερη από τις υπόλοιπες) αλλά και την πιο υψηλή αξιοποίηση αζώτου φάνηκε να έχει η ποικιλία “25K1009” αποτέλεσμα αυτού ήταν να έχει και τις υψηλότερες αποδόσεις όπως προαναφέρθηκε σε σχέση με τις υπόλοιπες ποικιλίες.

Στον παρακάτω πίνακα (Πίνακας 4) δίδονται τα αποτελέσματα για την εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών του φυτικού υλικού των 6 ποικιλιών σόργου στα 4 επίπεδα λίπανσης, τα οποία προέκυψαν από ανάλυση δειγμάτων με τη χρήση του αναλυτή NIR.

Πίνακας 4: Ποιοτικά χαρακτηριστικά των 6 ποικιλιών σόργου σε 4 επίπεδα λίπανσης

Μεταβλητές Παράγοντες		Πρωτεΐνη	Στάχτη	NDF	ADF	Ακατέργαστες ίνες	Λιπαρά	Ασβέστιο	Φώσφορος	
Ποικιλίες σόργου	Buffalo Grain	6,54	4,84	52,71	31,33	37,78	1,63	0,24	0,16	
	Elite	5,16	4,40	54,00	32,36	37,80	1,58	0,23	0,15	
	Big Kahuna	5,38	5,06	57,96	34,73	38,83	1,55	0,27	0,17	
	25K1009	5,63	4,85	56,46	34,02	42,36	1,44	0,26	0,13	
	4264	5,45	4,84	57,69	35,18	43,83	1,35	0,26	0,12	
	5D61	5,00	5,55	58,93	35,78	45,39	1,48	0,32	0,17	
ΕΣΔ.05		<i>ns</i>	0,249	2,992	2,196	3,963	0,088	0,020	0,016	
Αζώτο (kg/στρ.)	0	3,71	4,56	55,71	33,48	41,31	1,48	0,25	0,14	
	8	5,12	4,99	56,43	33,80	41,96	1,52	0,27	0,16	
	16	6,92	5,29	57,46	34,92	41,87	1,49	0,28	0,15	
	24	6,36	5,20	57,10	34,47	41,37	1,52	0,28	0,16	
ΕΣΔ.05		0,789	0,239	1,222	0,829	<i>ns</i>	<i>ns</i>	0,015	<i>ns</i>	
Ποικιλίες σόργου X Αζώτο (kg/στρ.)	Buffalo Grain	0	4,75	4,26	50,54	29,78	35,14	1,61	0,21	0,14
		8	5,94	4,55	50,47	29,82	40,83	1,64	0,22	0,16
		16	8,27	5,37	55,84	33,52	38,82	1,61	0,27	0,16
		24	7,21	5,17	54,01	32,20	36,35	1,68	0,27	0,17
	Elite	0	3,18	3,82	51,49	30,55	35,97	1,63	0,20	0,14
		8	4,87	4,40	54,48	32,77	37,90	1,59	0,23	0,15
		16	6,90	5,00	55,34	33,37	37,63	1,61	0,25	0,16
		24	5,69	4,38	54,69	32,76	39,72	1,50	0,24	0,15
	Big Kahuna	0	3,59	4,61	56,51	34,07	38,01	1,52	0,25	0,17
		8	4,89	5,04	59,23	34,42	38,65	1,59	0,28	0,17
		16	6,57	5,33	57,59	34,87	39,01	1,56	0,28	0,17
		24	6,47	5,25	58,51	35,57	39,65	1,54	0,27	0,18

	25K1009	0	4,32	4,47	56,34	34,05	42,53	1,37	0,24	0,11
		8	4,88	4,79	55,67	33,27	42,98	1,51	0,27	0,14
		16	7,35	5,16	56,60	34,23	41,79	1,42	0,26	0,13
		24	5,95	4,90	57,26	34,52	42,15	1,47	0,27	0,14
	4264	0	3,23	4,46	57,65	34,92	45,25	1,35	0,26	0,13
		8	4,92	4,67	57,44	35,21	43,43	1,30	0,24	0,11
		16	6,90	5,03	58,20	35,68	44,08	1,35	0,25	0,11
		24	6,75	5,18	57,49	34,93	42,57	1,41	0,28	0,13
	5D61	0	3,15	5,15	58,72	35,51	46,14	1,44	0,31	0,17
		8	5,21	5,74	58,86	35,57	44,97	1,50	0,33	0,18
		16	5,57	5,57	59,32	36,39	45,91	1,44	0,31	0,17
		24	6,06	5,73	58,87	35,66	44,57	1,52	0,32	0,18
<i>ΕΣΔ.05</i>		<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>	<i>ns</i>
<i>CV (%)</i>		<i>21,1</i>	<i>11,9</i>	<i>4,3</i>	<i>5,2</i>	<i>6,0</i>	<i>15,4</i>	<i>15,1</i>	<i>39,2</i>	

Όσον αφορά την πρωτεΐνη, δεν υπήρχαν σημαντικές στατιστικές διαφορές ανάμεσα στις ποικιλίες. Αναλυτικότερα τα 3 πρώτα επίπεδα λίπανσης διέφεραν μεταξύ τους στατιστικά σημαντικά, αλλά το 4^ο επίπεδο με το 3^ο δεν διέφεραν στατιστικά σημαντικά μεταξύ τους. Στο επίπεδο των 16 μονάδων αζώτου όλες οι ποικιλίες με εξαίρεση την “5D61” παρουσίασαν το υψηλότερο ποσοστό πρωτεΐνης.

Αναφορικά με τη στάχτη υψηλότερο ποσοστό έδειξε να εμφανίσει η ποικιλία “5D61” με ποσοστό 5,5%, αμέσως επομένη ήταν η “Big Kahuna” ,με ποσοστό στάχτης 5,06%, ακολούθησαν ή υπόλοιπες ποικιλίες με χαμηλότερο ποσοστό αυτό της ποικιλίας “Elite” (4.40%). Μεταξύ της πρωτεΐνης και της στάχτης έδειξε να υπάρχει αναλογία στα διαφορετικά επίπεδα λίπανσης με N. Στην αλληλεπίδραση παραγόντων χαμηλότερη τιμή έδειξε η ποικιλία “Elite”, καταγράφοντας 0 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα, σε αντίθεση με την ποικιλία “5D61” που κατέγραψε 8 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα.

Για τον δείκτη NDF καταγράφηκαν μικρότερες τιμές στις 2 πρώτες ποικιλίες. Η ποικιλία “Buffalo grain” έδειξε να διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις ποικιλίες με εξαίρεση την ποικιλία “Elite” η οποία έδειξε να διαφέρει σημαντικά από την “Big Kahuna”, την “4264” και την “5D61”. Στα επίπεδα αζώτου οι τιμές του δείκτη NDF είναι ανάλογες της πρωτεΐνης, δηλαδή η τιμή αυξάνει όσο αυξάνεται το άζωτο και μειώνεται στο τέταρτο επίπεδο σε σχέση με το τρίτο. Για την αλληλεπίδραση παραγόντων την χαμηλότερη τιμή εμφάνισε η “Buffalo grain” στο επίπεδο 8N (50,47) και την υψηλότερη η “5D61” στο επίπεδο 16N (59,32).

Για τον δείκτη ADF , οι δύο πρώτες ποικιλίες (Buffalo grain, Elite) εμφάνισαν μικρότερες τιμές, έχοντας στατιστικές διαφορές αντίστοιχες με του δείκτη NDF. Στην αλληλεπίδραση

παραγόντων η ποικιλία με την χαμηλότερη τιμή ήταν η “Buffalo grain” στο επίπεδο του μάρτυρα με τιμή 29,78 και την υψηλότερη τιμή η ποικιλία “5D61” στο επίπεδο των 16N (36,39). Οι τιμές του ADF είναι αντιστρόφως ανάλογες με την πεπτικότητα και επομένως ζωοτροφές με χαμηλές συγκεντρώσεις είναι συνήθως υψηλότερες σε ενέργεια (Rasby & Martin, <https://beef.unl.edu/learning/feedanalysis.shtml>).

Στις ακατέργαστες ίνες (crude fiber) οι ποικιλίες φαίνεται να ομαδοποιούνται. Εμφανίστηκε διάκριση μεταξύ των τριών πρώτων ποικιλιών με τιμές γύρω στο 38%, ενώ στην 2^η «ομάδα» των υπόλοιπων τριών ποικιλιών με τιμές 42 – 45 %. Οι ποικιλίες των δύο ομάδων διαφέρουν στατιστικά σημαντικά εξαιρουμένων της τρίτης με την τέταρτη ποικιλία (ως αναγράφονται στον Πίνακα 4). Τα διάφορα επίπεδα λίπανσης δεν έδειξαν να επηρεάζουν το ποσοστό ακατέργαστων ινών. Αναφορικά με την αλληλεπίδραση παραγόντων, χαμηλότερη τιμή εμφάνισε η ποικιλία “Buffalo grain” στο επίπεδο του μάρτυρα (35,14) και την υψηλότερη τιμή η ποικιλία “5D61” επίσης στο επίπεδο του μάρτυρα (46,14).

Για λιπαρά, διακρίνεται πάλι ομαδοποίηση, όμοια της προηγούμενης. Με τις 2 πρώτες ποικιλίες να διαφέρουν σημαντικά από τις 3 τελευταίες ποικιλίες αλλά και η τρίτη ποικιλία διαφέρει σημαντικά στατιστικά από την 4^η και την 5^η, με την 5^η ποικιλία (4264) να υστερεί σημαντικά έναντι των άλλων. Οι διαφορές στα επίπεδα αζώτου δεν έδειξαν να επηρεάζουν την περιεκτικότητα της βιομάζας σε λιπαρά. Οι αλληλεπιδράσεις δεν εμφανίζουν σημαντικές στατιστικές διαφορές. Η χαμηλότερη τιμή καταγράφηκε για την ποικιλία “4264” στο επίπεδο 8N (1,30) και την υψηλότερη τιμή κατέγραψε η ποικιλία “Buffalo grain” στο επίπεδο 24N (1,68).

Περιεκτικότητα σε ασβέστιο: η ποικιλία “5D61” υπερέχει σημαντικά έναντι των άλλων ποικιλιών, ενώ η ποικιλία που έδειξε να υστερεί έναντι όλων εξαιρουμένης της “Buffalo grain” ήταν η ποικιλία “Elite” .

Η μηδενική λίπανση με άζωτο έδειξε να υστερεί σημαντικά έναντι των υπολοίπων επιπέδων αζώτου. Στην αλληλεπίδραση παραγόντων την χαμηλότερη τιμή εμφάνισε η ποικιλία “Elite” στο επίπεδο του μάρτυρα (0,20) και την υψηλότερη η ποικιλία “5D61” στις 8 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα (0,33).

Αναφορικά με την περιεκτικότητα σε φώσφορο οι ποικιλίες “Big kahuna” & “5D61” έδειξαν να υπερέχουν στατιστικά σημαντικά έναντι όλων εξαιρουμένης της ποικιλίας “Buffalo grain”, απεναντίας η ποικιλία “4264” έδειξε να υστερεί σημαντικά έναντι όλων

πλην της “25K1009”. Όπως και στα υπόλοιπα ποιοτικά χαρακτηριστικά, τα διάφορα επίπεδα αζώτου δεν προκαλούν μεταβολή στην περιεκτικότητα των φυτών σε φώσφορο. Στην αλληλεπίδραση των παραγόντων η ποικιλία “25K1009” είχε την χαμηλότερη τιμή (0,11) στις 0 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα και η ποικιλία “4264” στα επίπεδα 8N και 16N. Η υψηλότερη τιμή καταγράφηκε από την ποικιλία “Big Kahuna” (0,18) στις 24 μονάδες αζώτου και από την “5D61” στο επίπεδο 8N και 24N.

10. Συμπεράσματα

Στην καλλιέργεια των 6 ποικιλιών σημαντικό ρόλο στις αποδόσεις κατέλαβε το ζιζάνιο βέλιουρας (*Sorghum halepense*) το οποίο άσκησε υψηλό ανταγωνισμό στην καλλιέργεια. Επομένως η αποφυγή αγρών με υψηλό πληθυσμό βέλιουρα κρίνεται αναγκαία αφού η χημική καταπολέμηση του είναι αδύνατη λόγω έλλειψης εγκεκριμένου εκλεκτικού σκευάσματος διότι ανήκει στο ίδιο γένος – στόχο

Από την τον έλεγχο των έξι ποικιλιών που καλλιεργήθηκαν και παρατηρήθηκαν προέκυψε ότι η ποικιλία “25K1009” έδωσε την υψηλότερη στρεμματική απόδοση σε ξηρό βάρος σε σημαντικό στατιστικό βαθμό έναντι των υπολοίπων εξαιρουμένης της ποικιλίας “Elite”, η οποία ακολουθούσε σε ξηρό βάρος, έχοντας αξιόλογα ποιοτικά χαρακτηριστικά. Η προσθήκη 24 μονάδων αζώτου επέφερε αύξηση της απόδοσης σε στατιστικώς σημαντικό βαθμό, όχι όμως και την πρωτεΐνη έναντι των 16 μονάδων αζώτου ανά στρέμμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ελληνική

Θεοδωρακοπούλου Α. 2007 . Καλλιέργεια Γλυκού Σόργου (*Sorghum bicolor* L.) για παραγωγή βιοκαυσίμου. Δ. Λεχαινών

Καραμάνος, Α. (1999). Τα σιτηρά των θερμών κλιμάτων: Αραβόσιτος, σόργο, ρύζι, κεχρί. Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Παπαζήση.

Μπαξεβάνος Δ. & Τσιάλας Ι. 2012. Τεχνική της ενσίρωσης και καλλιέργεια φυτών ενσίρωσης. Θεσσαλονίκη: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΙΑ

Παπακώστα – Τασοπούλου Δ. 2012. Ειδική γεωργία, σιτηρά & ψυχανθή. Θεσσαλονίκη: ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΠΑΙΔΙΑ, σελ.341-371

Τσατσαρέλης Κ.,2003. Μηχανική συγκομιδή γεωργικών προϊόντων, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Γιαχούδη

Ξένη βιβλιογραφία

Ashok Badigannavar, Niaba Teme, Antonio Costa de Oliveira, Guying Li, Michel Vaksman, Vivian Ebeling Viana, T. R. Ganapathi & Fatma Sarsu (2018). Physiological, genetic and molecular basis of drought resilience in sorghum [*Sorghum bicolor* (L.) Moench], India: Indian Journal of Plant Physiology

Daria Baholet, Katerina Mrvova, Pavel Horky, Leos Pavlata.2018 , Comparison of nutrient composition of sorghum varieties depending on different soil types, MendelNet 2018

Kansas State University, 1998 , Kansas performance tests with grain sorghum hybrids, report

Mitchell R. Tuinstra. 2008, Food-grade sorghum varieties and production considerations: a review, Journal of Plant Interactions

Riziki Mwadalu and Maina Mwangi, 2013. The potential role of sorghum in enhancing food security in semi-arid eastern Kenya: A review. Journal of Applied Biosciences (J. Appl. Biosci.)

Rooney WL. 2000. Genetics and cytogenetics. In: Smith CW, Frederiksen RA, editors. Sorghum: Origin, history, technology, and production. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Wilfred Vermeris, Ana Saballos, Gebisa Ejeta, Nathan S Mosier, Michael R Ladisch, Nicholas C Carpita, 2007, Molecular breeding to enhance ethanol production from corn and sorghum stover, Crop Science Society of America, Crop Science

Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

USDA, Natural Resources Conservation Service
<https://plants.usda.gov/java/ClassificationServlet?source=profile&symbol=SOBI2&display=31>

FAO, Land & Water <http://www.fao.org/land-water/databases-and-software/crop-information/sorghum/en/>

<https://www.cropscience.bayer.gr/el-GR/Compendium/Pests-Diseases-Weeds/Weeds/Veliouras.aspx>

ΑΓΡΟΣΙΤΟΣ Α.Ε. Σποροπαραγωγική

<https://agrositos.gr/ktinotrofika-fyta/buffalo-grain/?fbclid=IwAR309ytva5VHlaFH2SORIXEBAuFc6hT1jD09Cg2mmJ9LOBp53cloVgv-vfY>

Research gate https://www.researchgate.net/figure/Photo-showing-secondary-roots-of-sorghum-Source-Internet-Leaves-Sorghum-leaves-are_fig1_262673355

BotanyOne <https://www.botany.one/2018/03/sorghum-root-system-classification-contrasting-phosphor-environments/>

Αποθετήριο https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/5155/3/01_chapter_03.pdf

<http://agiorisnestanis.blogspot.com/2017/10/sorghum.html>

Native plant trust, Go botany

<https://gobotany.nativeplanttrust.org/species/sorghum/bicolor/>

Illinois Wild Flowers <https://www.illinoiswildflowers.info/grasses/plants/sorghum.html>

MSU https://www.canr.msu.edu/news/frosted_sorghum-sudangrass_pasture_poses_prussic_acid_poisoning_risk

Farm Table <https://farmtable.com.au/build/irrigated-sorghum-best-practice-guide/>

Sorghum ID <https://www.sorghum-id.com/en/successful-seed-sowing/>

Rasby & Martin, <https://beef.unl.edu/learning/feedanalysis.shtml>

GAIAPEDIA

<http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%9B%CE%AF%CF%80%CE%B1%CE%BD%CF%83%CE%B7%CF%83%CF%8C%CF%81%CE%B3%CE%BF%CF%85>

Science photo library: <https://www.sciencephoto.com/media/180507/view>