

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ- ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ Ph.D.

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ ΔΑΛΑΚΟΥΡΑ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΟΥ ΣΤΗΝ ΥΠΟΓΕΙΑ
ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ



ΒΟΛΟΣ ΜΑΙΟΣ 2008



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

Αριθ. Εισ.: 7178/1
Ημερ. Εισ.: 27-05-2009
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
632.95
ΔΑΛ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ

Υπεύθυνη Καθηγήτρια:
ΜΑΡΙΑ ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ- ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ Ph.D.

Μεταπτυχιακή Εργασία
Του φοιτητή ΔΑΛΑΚΟΥΡΑ ΑΘΑΝΑΣΙΟΥ

Χορήγηση ζιζανιοκτόνου στην υπόγεια στάγδην άρδευση

Εξεταστική επιτροπή

Καθηγήτρια κα. Μαρία Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη
Καθηγητής κ. Λόλας Πέτρος
Αναπληρώτρια Καθηγήτρια κα. Δημήρκου Ανθούλα

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	2
ΠΡΟΛΟΓΟΣ – ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	
1.1. Γενικά.....	6
1.2. Σκοπός του έργου.....	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΟΡΓΟ	
2.1. Γενικά για τα ενεργειακά φυτά.....	8
2.1.1. Πλεονεκτήματα χρήσης ενεργειακών φυτών.....	8
2.2. Γενικά στοιχεία για το Σόργο.....	9
2.2.1. Βοτανικά γνωρίσματα – Ταξινόμηση – Χαρακτηριστικά Σόργου.....	9
2.2.2. Οικολογικές απαιτήσεις	11
2.2.3. Καλλιεργητικές τεχνικές	11
2.2.4. Θρεπτική αξία – Προϊόντα	14
2.2.5. Είδη Σόργου που χρησιμοποιούνται ως ενεργειακή καλλιέργεια.....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΑΡΔΕΥΣΗ	
3.1. Γενικά.....	17
3.2. Επιφανειακή Στάγδην Άρδευση.....	17
3.2.1. Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Επιφανειακής Στάγδην Άρδευσης	20
3.3. Υπόγεια Στάγδην Άρδευση.....	20
3.3.1. Πλεονεκτήματα-Μειονεκτήματα Υπόγειας Στάγδην Άρδευσης.....	22
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΖΙΖΑΝΙΑ και ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ	
4.1. Γενικά.....	23
4.2. Βιολογία και Μορφολογία των Ζιζανίων.....	24
4.3.Γενικά για τα Ζιζανιοκτόνα.....	31
4.3.1.Δινιτροανιλίνες - Trifluralin.....	32
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΥΛΙΚΑ και ΜΕΘΟΔΟΙ	
5.1.Γενικά – Οριοθέτηση – Σχέδιο – Μεταχειρίσεις.....	34
5.2. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά.....	36
5.3. Υλικά άρδευσης	36
5.4. Εξοπλισμός για τη συλλογή βασικών δεδομένων.....	39
5.5.Υπολογισμοί δόσεων άρδευσης και χρόνου άρδευσης και ποσότητας ζιζανιοκτόνου που εφαρμόστηκε στην άρδευση.....	41
5.5.1.Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών.....	41
5.5.2.Πρακτικός τρόπος υπολογισμών.....	42

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ και ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1. Κλιματικά Δεδομένα.....	44
6.1.1. Συζήτηση.....	45
6.2. Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας L.A.I.....	48
6.2.1. Αποτελέσματα.....	48
6.2.2. Συζήτηση.....	49
6.3. Ύψος Φυτών.....	50
6.3.1. Αποτελέσματα.....	50
6.3.2. Συζήτηση.....	51
6.4. Χλωρή Βιομάζα Γλυκού Σόργου.....	52
6.4.1. Αποτελέσματα.....	52
6.4.2. Συζήτηση.....	54
6.5. Ξηρή Βιομάζα Γλυκού Σόργου	55
6.5.1. Αποτελέσματα.....	55
6.5.2. Συζήτηση.....	57
6.6. Χλωρή, Ξηρή Βιομάζα και Πληθυσμός Ζιζανίων.....	58
6.6.1. Χλωρή Βιομάζα Ζιζανίων.....	58
6.6.2. Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων.....	63
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	
7.1. Ύψος φυτών.....	66
7.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας.....	66
7.3. Χλωρή Βιομάζα Γλυκού Σόργου.....	67
7.4. Ξηρή Βιομάζα Γλυκού Σόργου.....	67
7.5 Χλωρή και Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων.....	67
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ.....	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	
9.1. Ελληνική βιβλιογραφία.....	75
9.2. Ξενόγλωσση βιβλιογραφία.....	76
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	
10.1. Συνολική χλωρή και ξηρή βιομάζα ζιζανίων.....	79
10.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.).....	80
10.3. Ύψος φυτών	81
10.4. Χλωρή βιομάζα Σόργου.....	81
10.4.1. Παραγωγή χλωρής βιομάζας.....	81
10.4.2. Παραγωγικότητα χλωρής βιομάζας	82
10.5. Ξηρή βιομάζα Σόργου	82
10.5.1. Παραγωγή ξηρής βιομάζας.....	82

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θερμές ευχαριστίες εκφράζονται στην επιβλέπουσα καθηγήτρια, κα. Μ. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, διευθύντρια του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής για την συνεχή καθοδήγηση, την άψογη συνεργασία και τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφερε καθ' όλη τη διάρκεια της διατριβής.

Ευχαριστώ τον καθηγητή ζιζανιολογίας κ. Λόλα Πέτρο για τον χρόνο που αφιέρωσε στα διάφορα στάδια της διατριβής μου καθώς και για τις σημαντικές του υποδείξεις.

Ευχαριστίες επίσης εκφράζονται και στην αναπληρώτρια καθηγήτρια κα. Δημήτρου Ανθούλα για τις σημαντικές υποδείξεις και την εποικοδομητική κριτική που άσκησε.

Ευχαριστώ επίσης τον γεωπόνο και υποψήφιο διδάκτορα της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Δημήτριο Παπαλέξη για την άριστη συνεργασία και την πολύτιμη βοήθεια που μου προσέφερε κατά τη διάρκεια του πειραματικού σταδίου και της συγγραφής της μεταπτυχιακής διατριβής.

Ευχαριστώ τους φοιτητές Κουνή Σωτήριο και Παπαπαύλο Αθανάσιο για την σημαντική τους βοήθεια κατά την διάρκεια του πειράματος.

Τέλος η παρούσα διατριβή ήλθε εις πέρας, χάρις στο πνεύμα συνεργασίας και στη φιλική διάθεση που επέδειξαν οι: κύριοι Νίκος Παπανίκος και Σπύρος Σουίπας στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Διερευνήθηκε η επίδραση του ζιζανιοκτόνου trifluralin (το οποίο υπάρχει ως ριζοαπωθητικό στο φίλτρο της υπόγειας άρδευσης) στην ανάπτυξη των ζιζανίων στον αγρό. Για το σκοπό αυτό διεξήχθη πείραμα στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, το έτος 2006, με τέσσερις μεταχειρίσεις(επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm, επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm, υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm και ο μάρτυρας χωρίς άρδευση) και κάθε μεταχείριση είχε τέσσερις επαναλήψεις. Η ποσότητα του εφαρμοζόμενου νερού καθορίστηκε με τη βοήθεια του εξατμισόμετρου τύπου A και με την αυτόματη ενεργοποίηση προγράμματος άρδευσης. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στη μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης παρουσιάστηκαν λιγότερα ζιζάνια σε σχέση με τις μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm. Συμπερασματικά πλεονέκτημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι και ο περιορισμός των ζιζανίων κατά ένα ποσοστό με συνέπεια την εξοικονόμηση υγρασίας του εδάφους και την προστασία του περιβάλλοντος λόγω περιορισμού εφαρμογής ζιζανιοκτόνων.

ABSTRACT

The effect of the herbicide trifluralin (which, exists as root intrusion terminator in the filter of the subsurface drip irrigation) in the growth of the weeds has been studied. For that purpose an experiment was carried out place in the farm of University of Thessaly in Velestino, in the year 2006. The four treatments which studied were: surface drip irrigation 100% of the ET_m, surface drip irrigation 80% of the ET_m, subsurface drip irrigation 80% of the ET_m, control and each had four repetitions. The quantity of the water supply was calculated with the assistance of a class A evaporation pan. The results showed that in the subsurface drip irrigation there were less weeds in comparison with those of the surface drip irrigation that the quantity of water supply was at the 100% of the ET_m and of the surface drip irrigation which water supply was at the 80% of the ET_m. It is concluded that an advantage of the subsurface drip irrigation is the restriction of the weed growth(in this study 13,52%). As a result, soil moisture is conserved and the environment is protected.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Γενικά

Τα τελευταία χρόνια η Επιστήμη αλλά και η Παγκόσμια Κοινότητα έχουν στραφεί στην αναζήτηση νέων εναλλακτικών πηγών ενέργειας καθώς και χρησιμοποίηση νέων μεθόδων, οι οποίες έχουν ως βασικό τους άξονα, την προστασία του Περιβάλλοντος αλλά και την Αειφόρο ανάπτυξη.

Μια από τις Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας είναι και η βιομάζα. Με τον όρο βιομάζα εννοούνται τα πάσης φύσεως φυτικά υπολείμματα και ζωικά απόβλητα καθώς και τις ενεργειακές καλλιέργειες. Χαρακτηριστικά παραδείγματα είναι οι καλλιέργειες του Γλυκού σόργου (*Sorghum bicolor L.*), της ελαιοκράμβης (*Brassica napus L.*), του ηλιάνθου (*Helianthus annuus L.*) κ.α..

Γίνεται κατανοητό, ότι με τον όρο ενεργειακή καλλιέργεια αναφέρονται τα φυτικά εκείνα είδη, τα οποία μετά από κατάλληλη επεξεργασία της βιομάζας τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή θερμότητας, βιοαιθανόλης, βιοντίζελ, ηλεκτρικής ενέργειας κ.τ.λ. Οι *Johansson et al. (1993)* υπολόγισαν ότι το 2020 με την βιομάζα θα είναι δυνατό να καλύπτεται το 38% των Παγκόσμιων ενεργειακών αναγκών, οι οποίες σήμερα καλύπτονται με τα συμβατικά καύσιμα και το 17% των Παγκόσμιων απαιτήσεων σε ηλεκτρική ενέργεια, ήτοι 206EJ.

Εκτός των ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, έχει αρχίσει η εφαρμογή μεθόδων άρδευσης, οι οποίες είναι πιο φιλικές προς το περιβάλλον και αποσκοπούν στη μείωση των εισροών και των απωλειών λόγω εξάτμισης. Έτσι επιτυγχάνεται μια ορθολογικότερη διαχείριση των φυσικών πόρων όπως το νερό. Τέτοιες μέθοδοι είναι η επιφανειακή και η υπόγεια στάγδην άρδευση. Με τις παραπάνω μεθόδους και ειδικότερα με την υπόγεια στάγδην άρδευση επιτυγχάνεται ταυτόχρονα ικανοποίηση των υδατικών αναγκών της καλλιέργειας αλλά και εξοικονόμηση νερού. Ως εκ τούτου τα οφέλη που προκύπτουν είναι ιδιαίτερως σημαντικά αν αναλογιστεί κανείς και το πρόβλημα της λειψυδρίας, το οποίο γίνεται εντονότερο στην εποχή μας. Επίσης

ερευνάται και κατά πόσο μπορεί να γίνει ζιζανιοκτονία μέσω της υπόγειας στάγδην άρδευσης, ούτως ώστε να ελαχιστοποιηθεί η εκπομπή ρύπων προς το περιβάλλον (ποσότητες ζιζανιοκτόνου, που κατά την εφαρμογή του ρυπαίνουν την ατμόσφαιρα) με ταυτόχρονη μείωση στην ανάπτυξη των διαφόρων ζιζανίων.

1.2. Σκοπός του Έργου

Σκοπός της παρούσας μεταπτυχιακής διατριβής ήταν η διερεύνηση της επίδρασης του ζιζανιοκτόνου trifluralin που υπάρχει στο ριζοαπωθητικό φίλτρο στην υπόγεια στάγδην άρδευση στην καλλιέργεια του Γλυκού σόργου (*Sorghum bicolor L.*), στα πλαίσια της αειφόρου ανάπτυξης και της χρησιμοποίησης νέων τεχνολογιών. Το πείραμα διεξήχθη το καλοκαίρι του 2006 στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΣΟΡΓΟ

2.1. Γενικά για τα Ενεργειακά Φυτά

Η εξάρτηση της ανθρωπότητας από ορυκτά καύσιμα, τα οποία εξαντλούνται και δημιουργούν προβλήματα στο περιβάλλον, και οι ρύποι που εκπέμπονται από την καύση αυτών οδήγησαν στην εξέρευση νέων φιλικότερων μορφών ενέργειας. Αυτές οι πηγές ενέργειας ονομάζονται ανανεώσιμες και σε αυτές ανήκουν ο ήλιος, ο αέρας, η βιομάζα κ.α.. Λόγω της σημερινής ενεργειακής κρίσης, η βιομάζα παίζει όλο και πιο σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ενεργειακών αναγκών του κόσμου, καθώς είναι μια ανανεώσιμη πηγή ενέργειας, η οποία είναι δυνατό να συμβάλλει σημαντικά στο ενεργειακό ισοζύγιο μιας χώρας, πριν εξαντληθούν τα εθνικά και διεθνή αποθέματα των ορυκτών καυσίμων [30]. Όπως προαναφέρθηκε στο προηγούμενο κεφάλαιο η βιομάζα περιλαμβάνει και τις ενεργειακές καλλιέργειες.

2.1.1. Πλεονεκτήματα χρήσης ενεργειακών φυτών

Η χρήση των ενεργειακών φυτών προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα. Πρώτα απ'όλα μειώνονται οι καθαρές εκπομπές σε αέρια που συμβάλλουν στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Επίσης οι ενεργειακές καλλιέργειες αξιοποιούν περισσότερο CO₂ του αέρα σε σχέση με τις άλλες καλλιέργειες καθώς αποτελούν δεξαμενές άνθρακα.

Επιπλέον οι εκπομπές της καύσης της βιομάζας περιέχουν σχεδόν μηδαμινή ποσότητα SO_x σε σχέση με τα άλλα καύσιμα, αλλά περιέχουν αρκετά υπολογίσιμες ποσότητες NO_x. Επίσης μειώνεται η μόλυνση των υπόγειων νερών αφού τα φυτά έχουν την δυνατότητα να αναπτύσσονται χωρίς πολλές απαιτήσεις σε εισροές (λιπάσματα, εντομοκτόνα, ζιζανιοκτόνα) σε σχέση με τις αροτραίες καλλιέργειες.

Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ορισμένες από τις κυριότερες ενεργειακές καλλιέργειες.

Πίνακας 2.1. Κυριότερες ενεργειακές καλλιέργειες

Ετήσιες ενεργειακές καλλιέργειες	Πολυετείς ενεργειακές καλλιέργειες
Γλυκό σόργο (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench)	Γιγαντιαίο καλάμι (<i>Arundo donax</i> L.)
Ινώδες σόργο (<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench)	Αγκινάρα (<i>Cyrena cardunculus</i>)
Ελαιοκράμβη (<i>Brassica napus</i> L.)	Ευκάλυπτος (<i>Eucalyptus globules</i>)
Ηλίανθος (<i>Helianthus annuus</i> L.)	Μίσχανθος (<i>Miscanthus sinensis X giganteus</i>)
Κενάφι (<i>Hibiscus cannabinus</i> L.)	Switchgrass (<i>Panicum vigratum</i> L.)
Αβησσινιακή μουστάρδα (<i>Brassica carinata</i>)	Ψευδοακακία (<i>Robinia pseudoacacia</i>)

2.2. Γενικά στοιχεία για το Σόργο

Το σόργο προέρχεται πιθανόν από την Αφρική (Αιθιοπία 5.000-7000 π.χ.) και για πολλές χιλιετίδες η καλλιέργεια του ήταν περιορισμένη στην Αφρική και στην Ασία. Σήμερα καλλιεργείται στην Αμερική και σε περιορισμένες εκτάσεις στην Ευρώπη.

Την δεκαετία του 50' εμφανίζονται πέντε ποικιλίες Σόργου:

- το Grain Sorghum, με νάνες ποικιλίες (2-5ft)
- το Σόργο χορτονομής με περισσότερη ξηρά ουσία (6-12ft)
- το Sudan-grass, ως θερινή λιβαδική καλλιέργεια
- τα υβρίδια Σόργου - Sudan-grass, με ενδιάμεση χρήση (λιβαδική – χορτονομής)
- το Σόργο – Alnum ή νέγρο Σόργο

Σήμερα η έκταση που καλλιεργείται με Σόργο το κατατάσσει στην 5^η θέση μεταξύ των οκτώ πλέον διαδεδομένων δημητριακών σε ποσοστό 7% επί του συνόλου.

2.2.1. Βοτανικά γνωρίσματα- ταξινόμηση- χαρακτηριστικά Σόργου

Το σόργο ανήκει στην οικογένεια των αγρωστωδών (Poaceae ή Graminae). Είναι ετήσια καλλιέργεια μικρής φωτοπεριόδου, με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα (Mastrorilli. et al., 1995). Ανήκει στην κατηγορία των C₄ φυτών, δηλαδή μεταξύ αυτών

που διαθέτουν δικαρβοξυλικές φωτοσυνθετικές ιδιότητες. Για τον λόγο αυτό άλλωστε ευδοκμεί σε περιβάλλοντα αλατούχα έως ελαφρώς νατριωμένα, καθώς το Νάτριο προάγει την δραστηριότητα της καρβοξυλικής φωσφορό-ενουλό-πυρουβίνης το κύριο ένζυμο της C₄ φωτοσύνθεσης [21].

Είναι φυτό μόνικο με άνθη διγενή ή μονογενή (οι καλλιεργούμενες ποικιλίες έχουν μονοκλινή φυτά). Η ταξιανθία του είναι φόβη. Τα σταχύδια είναι διανθή με ένα γόνιμο άνθος το οποίο δεν έχει ποδίσκο και ένα άγονο συνήθως με ποδίσκο. Το γόνιμο άνθος αποτελείται από 2 λέπυρα, 3 στήμονες, 1 ύπερο με μονόχωρη ωοθήκη, 2 στύλους και 2 γλωχίνες (που είναι η βάση του ύπερου). Η ταξιανθία έχει μήκος 20-70cm. Η άνθηση διαρκεί περίπου 6-15 ημέρες και αρχίζει από την κορυφή προς την βάση. Το φυτό αυτογονιμοποιείται και σταυρογονιμοποιείται σε ίση αναλογία [2, 12].



Εικόνα 1 φυτά Σόργου (περίοδος τέλος Ιουλίου)

Ο βλαστός του Σόργου είναι καλάμι και μπορεί να φτάσει σε ύψος τα 3,5 - 6m. Κάθε στέλεχος αποτελείται από 7-10 κατακόρυφα μεσογονάτια διαστήματα. Το σόργο έχει την ικανότητα να αδελφώνει και αυτά αναπτύσσονται από τους οφθαλμούς της βάσης. Τα φύλλα εκπτύσσονται από κάθε κόμμο του στελέχους. Το φύλλο διακρίνεται στο έλασμα και στον κολεό. Το έλασμα του σόργου διακρίνεται

από εκείνο του καλαμποκιού από το ότι φέρει δοντάκια περιφερειακά. Επίσης η περιφέρεια του ελάσματος είναι λεία και έχουν σαφώς μικρότερο μέγεθος.

Το ριζικό σύστημα διακρίνεται σε εμβρυακό και μόνιμο. Το εμβρυακό σύστημα αποτελείται μόνο από μία ρίζα σε αντίθεση με το καλαμπόκι, το οποίο έχει περισσότερες από τρεις. Η ρίζα αυτή αυξάνεται μέχρι την άνθηση και διατηρείται για όλο το βιολογικό κύκλο του φυτού. Το μόνιμο ριζικό σύστημα είναι θυσανωτό και εκφύεται από τους κόμπους του στελέχους που βρίσκονται κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Επίσης μπορούν να εμφανιστούν επιγενείς ή εναέριες ρίζες, δηλαδή ρίζες οι οποίες εκφύονται από κόμπους που βρίσκονται πάνω από την επιφάνεια του εδάφους.

Ο καρπός είναι καρυόψη σε σχήμα σφαιρικό ή ωοειδές. Το βάρος 1000 σπόρων είναι 7-40gr και εξαρτάται από την ποικιλία ή τον σκοπό χρήσης του σόργου [2,12].

2.2.2. Οικολογικές απαιτήσεις

Το σόργο αντέχει αρκετά στην ξηρασία, είναι όμως ευαίσθητο στις χαμηλές θερμοκρασίες. Είναι επίσης ανθεκτικό στις υψηλές θερμοκρασίες. Μπορεί να υπομείνει μια περίοδο ξηρασίας και να συνεχίσει την ανάπτυξή του, σε αντίθεση με το καλαμπόκι, στο οποίο ελλείψη υγρασίας κατά την κρίσιμη περίοδο μηδενίζει την παραγωγή του [7]. Φυτρώνει στους 7-10°C εδάφους αλλά απαιτεί μεγαλύτερες θερμοκρασίες για την ανάπτυξή του, για αυτό το λόγο συνήθως σπέρνεται μετά το καλαμπόκι (2 με 3 εβδομάδες μετά). Ελάχιστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι οι 15°C και άριστη οι 27-32°C. Πάνω από τους 37°C παρατηρείται στασιμότητα στην ανάπτυξη του φυτού [2,12].

Συνίσταται σε εδάφη μέτριας γονιμότητας ή φτωχά, με περιορισμένο νερό όπου ξεπερνά τις αποδόσεις του καλαμποκιού [7].

2.2.3. Καλλιεργητικές τεχνικές

Το σόργο επειδή έχει μικρό σπόρο απαιτεί καλή κατεργασία του εδάφους για την επίτευξη κατάλληλης σποροκλίνης, διατήρηση της εδαφικής υγρασίας και

καταστροφή των ζιζανίων. Συνίσταται ένα θερινό όργωμα ή φθινοπωρινό και σβαρνίσματα λίγο πριν τη σπορά [2, 12].

Η σπορά γίνεται την Άνοιξη και μάλιστα περίπου δύο εβδομάδες μετά την σπορά του καλαμποκιού. Η καλύτερη περίοδος για τις εύκρατες περιοχές θεωρείται αυτή από τα μέσα Μαΐου έως και τις αρχές Ιουνίου. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως απαιτεί θερμοκρασίες εδάφους 7-10°C για επιτυχές φύτρωμα. Οι γραμμές σποράς καθορίζονται ανάλογα με την χρήση για την οποία προορίζεται και κυμαίνονται από 40-120cm. Οι αποστάσεις επί των γραμμών σποράς εξαρτώνται από την πυκνότητα σποράς και την καλλιεργητική τεχνική και κυμαίνονται από 10-15cm.

Το Σόργο μπορεί να ακολουθήσει σε πρόγραμμα αμειψισποράς οποιοδήποτε φυτό αλλά καλό είναι να προηγούνται ψυχανθή, καθώς έχουν παρατηρηθεί μειωμένες αποδόσεις όταν μετά το Σόργο ακολουθούν χειμερινά σιτηρά, διότι το ριζικό σύστημα του φυτού εξαντλεί τη διαθέσιμη υγρασία και τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους. Επίσης σημαντικά προβλήματα παρουσιάστηκαν με την ανάπτυξη και παραγωγικότητα διαφόρων εαρινών καλλιεργειών όπως το βαμβάκι και το καλαμπόκι, διότι η υψηλή περιεκτικότητα σε σάκχαρα των ριζικών υπολειμμάτων της καλλιέργειας του Σόργου οδηγεί στην ανάπτυξη μικροοργανισμών, οι οποίοι ανταγωνίζονται τα φυτά σε θρεπτικά στοιχεία κατά την αποσύνθεσή τους.

Το Σόργο αντιδρά στην αζωτούχα και στην φωσφορική λίπανση. Για παραγωγή της τάξεως των 5-7t στρ.⁻¹ τα φυτά καταναλώνουν 5 kg στρ.⁻¹ φώσφορο (P). ανάλογα με την εδαφική συμπεριφορά του χωραφιού και για παραγωγές της τάξεως των 5-7 t στρ.⁻¹ απαιτούνται 5-7kg στρ.⁻¹ αζώτου (N) σε εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, σε μια δόση λίγο πριν ή λίγο μετά την σπορά και σε αμμώδη εδάφη σε δύο δόσεις μία πριν τη σπορά και μία περίπου 30 ημέρες μετά [32]. Συνήθως χορηγούνται 4-15 μονάδες N και 4-7 μονάδες P στο στρέμμα αντίστοιχα [16].

Το Σόργο όπως έχει αναφερθεί και προηγουμένως είναι ανθεκτικό στην ξηρασία και σε συνδυασμό με την ικανότητα του να αναστέλλει την ανάπτυξή του σε

περιόδους ξηρασίας, το καθιστά ικανό να καλλιεργηθεί σε περιοχές με χαμηλές τιμές βροχόπτωσης. Παρότι θεωρείται από τα φυτά με τις χαμηλότερες απαιτήσεις σε νερό (Mastrorilli. et al., 1995), η άρδευση θεωρείται απαραίτητη. Βέβαια εκεί όπου υπάρχει διαθέσιμο νερό καλό είναι να αρδεύεται αμέσως μετά τη σπορά. Ειδικότερα για τα κλιματικά δεδομένα της Θεσσαλίας ο μέσος όρος των συνολικών αναγκών σε αρδευτικό νερό των καλλιεργειών κατά την αρδευτική περίοδο υπολογίζεται σε 550-600 m³ στρ.⁻¹ συνυπολογιζομένου και ενός ποσοστού απωλειών περίπου 20% [9].

Πολλές φορές απαιτείται να γίνεται ζιζανιοκτονία με επιλεκτικά ζιζανιοκτόνα όπως το 2,4D ή με μηχανικά μέσα όπως σκαλιστήρια. Σε μικρό στάδιο δεν μπορεί να ανταγωνιστεί τα ζιζάνια, αλλά λόγω της ταχύτατης ανάπτυξής του γίνεται ισχυρός ανταγωνιστής [2,12]. Διάφοροι μύκητες προσβάλλουν το Σόργο. Οι σπουδαιότεροι από αυτούς είναι είδη των γενών Fusarium, Helminthosporium, Puccinia, Cercospora, Colletotrichum, Ascochyta, Sphacelotheca κ.λ.π. για την καταπολέμησή τους συνίσταται αμειψισπορά, ανθεκτικές ποικιλίες, καταστροφή των άρρωστων φυτών κ.α. Η χημική καταπολέμηση είναι αντιοικονομική για την καλλιέργεια. Επίσης έντομα προσβάλλουν τον βλαστό, τα φύλλα και την καρποταξία. Η αντιμετώπισή τους γίνεται με διάφορα εντομοκτόνα [7]. Η συγκομιδή πραγματοποιείται ανάλογα με την χρήση χορτοκοπτικής μηχανής (για σανό, για ενσίρωση, για βιομάζα κ.ο.κ.) και με την χρήση θεριζοαλωνιστικής μηχανής (για καρπό).

Πίνακας 2.2 Καλλιεργητικές τεχνικές (περιοδικό ΓΕΩΡΓΙΑ – ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΑ 6,πηγή Κ.Α.Π.Ε. 1999)

	Γλυκό σόργο	Ινώδες σόργο
Εποχή σποράς	Μάιος T>15°C	Μάιος T>15°C
Ζιζανιοκτονία	Προφυτρωτική, μεταφυτρωτική	Προφυτρωτική, μεταφυτρωτική
Πυκνότητα φύτευσης (φυτά στρ. ⁻¹)	7.000-20.000	7.000-20.000
Άρδευση (mm)	300-700	300-700
Λίπανση (kg στρ. ⁻¹)	N: 5-10	N: 3-5
Άνθηση	Σεπτέμβριος	Σεπτέμβριος
Συγκομιδή	Σεπτέμβριος – Οκτώβριος	Σεπτέμβριος
Αποδόσεις σε ξηρή βιομάζα (t στρ. ⁻¹)	2-4	2,7
Είδος βιοκαυσίμου	Βιοαιθανόλη	Βιοαιθανόλη, Στερεό

2.2.4. Θρεπτική αξία – Προϊόντα

Η θρεπτική αξία του σανού σόργου είναι παρόμοια με τα άλλα αγρωστώδη. Ο σανός θεωρείται πολύ καλός για ζώα εργασίας και κρεατοπαραγωγικά βοοειδή, ενώ υστερεί για αγελάδες γαλακτοπαραγωγής όπου κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται η μηδική.

Το Σόργο είναι πολύ σημαντικό για την παγκόσμια ανθρώπινη κατανάλωση, αφού από αυτό εξαρτώνται 300 εκατομμύρια άνθρωποι. Ο σπόρος του σόργου χρησιμοποιείται όπως και το ρύζι, δηλαδή ως φαγώσιμο, ή μπορεί να αλεσθεί και να παραχθεί αλεύρι. Το Σόργο χρησιμοποιείται, λόγω της μεγάλης περιεκτικότητας σε σάκχαρα, για την παραγωγή σιροπιού, ενώ ακόμα δεν έχει βρεθεί οικονομικά εφικτός τρόπος εξαγωγής κρυσταλλικής ζάχαρης. Μπορεί από το σπόρο να παραχθεί μπύρα τύπου Kiffer, ενώ ο καφαλισμένος σπόρος χρησιμοποιείται ως υποκατάστατο του καφέ.

Ο σπόρος αναφέρεται ότι έχει πολλές φαρμακευτικές ιδιότητες όπως καταπραϋντικές, διουρητικές, μαλακτικές, αντιοξειδωτικές ενώ επίσης έχει ευεργετικές ιδιότητες κατά την εγκυμοσύνη. Στην νότια Ροδεσία οι ρίζες του φυτού χρησιμοποιούνται για την ελονοσία, οι σπόροι για ασθένειες στήθους και τη διάρροια, ενώ ο μίσχος του για τη φυματίωση. Στην Ινδία το φυτό θεωρείται ανθελμινικό και εντομοκτόνο και στην Νότια Αφρική σε συνδυασμό με το *Erigeron canadense L.*, χρησιμοποιείται για έκζεμα. Στην Κίνα, όπου οι σπόροι χρησιμοποιούνται για την παραγωγή οινοπνεύματος, το κέλυφος του σπόρου σιγοψήνεται με καφέ ζάχαρη και λίγο νερό έτσι ώστε να αντιμετωπίσει την ιλαρά. Σύμφωνα με τον Morton οι ιθαγενείς του νησιού Curacao πίνουν το αφέψημα των φύλλων για την ιλαρά, ενώ αλέθουν τους σπόρους με εκείνες της κολοκυθιάς (*Crescentia*) για ασθένειες των πνευμόνων. Οι κάτοικοι της Βενεζουέλας ζεσταίνουν και πολτοποιούν τους σπόρους για την διάρροια. Οι Βραζιλιάνοι πίνουν το αφέψημα των σπόρων για τις βρογχίτιδες, το βήχα και άλλες ασθένειες του στήθους. Οι κάτοικοι της Αρούμπα το χρησιμοποιούν ως κατάπλασμα στην πλάτη εκείνων που υποφέρουν από πνευμονική συμφόρηση.

Σύμφωνα με την βοτανική του Griene, ένα αφέψημα από 50 gr σπόρου διαλυμένα σε 1lt νερό βράζεται έτσι ώστε να μειωθεί ο όγκος στο μισό και χρησιμοποιείται για τα νεφρά και τις παθήσεις του ουρικού συστήματος [8].

Κυρίως το σακχαρώδες και το ινώδες Σόργο παράγουν πολύ καλή ποιότητα βιομάζας, η οποία χρησιμοποιείται για την παραγωγή υγρών καυσίμων (βιοαιθανόλης) και στερεών βιοκαυσίμων (ως ξηρή βιομάζα), τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως στις μεταφορές και στην παραγωγή θερμικής και ηλεκτρικής ενέργειας. Τέλος πρέπει να αναφερθεί ότι από αυτά τα είδη σόργου παράγεται και χαρτοπολτός και οικοδομικά υλικά [8].

2.2.5. Είδη σόργου που χρησιμοποιούνται ως ενεργειακή καλλιέργεια

Δύο είναι τα είδη του σόργου που χρησιμοποιούνται για παραγωγή ενέργειας. Αυτά είναι το **ινώδες** και **γλυκό Σόργο** (*Sorghum bicolor* L. Moench).

Το ινώδες σόργο αποτελεί υβρίδιο του καρποδοτικού σόργου και του σόργου για την κατασκευή σκούπας. Παρόλο που έχει τροπική προέλευση μπορεί να αναπτυχθεί σε υποτροπικές και εύκρατες περιοχές, ενώ κάποια υβρίδια παρουσίασαν μεγάλη απόδοση σε Μεσογειακές συνθήκες. Είναι ετήσιο φυτό με μεγάλη φωτοσυνθετική ικανότητα, μεγάλη παραγωγή βιομάζας, με αντοχή στην ξηρασία και μικρές απαιτήσεις σε άζωτο. Χαρακτηρίζεται από μέση περιεκτικότητα σε ζάχαρη (9-12%), ενώ η υψηλή ενεργειακή του αξία οφείλεται στο υψηλό ποσοστό σε λινοκυτταρικές ίνες (περίπου 2t στρ.⁻¹) που περιέχει. Το ριζικό σύστημα είναι πολύ ανεπτυγμένο με πολλές πλάγιες ρίζες και πολύ αποτελεσματικό, κάτι που κάνει το φυτό πολύ ανθεκτικό στις συνθήκες ξηρασίας, ενώ είναι ικανό να κινητοποιεί το φυσικό άζωτο και τα θρεπτικά στοιχεία στο έδαφος. Επίσης το εκτεταμένο ριζικό σύστημα σε συνδυασμό με τους πυκνούς πληθυσμούς μειώνει τον κίνδυνο της διάβρωσης του εδάφους σε λοφώδεις περιοχές ή σε πλαγιές. Το ινώδες σόργο μπορεί να αναπτυχθεί σε μεγάλο εύρος εδαφών με pH 5 έως 8 και σε εδάφη με

μεγάλη αλατότητα, αλκαλικότητα και κλίση. Εδάφη όξινα και βαριά θα πρέπει να αποφεύγονται.

Το ινώδες σόργο σπέρνεται την άνοιξη, όταν η θερμοκρασία του εδάφους είναι περίπου 15°C. Οι αποστάσεις σειρών είναι 70cm, ενώ τα φυτά σπέρνονται ανά 10-20cm επί της σειράς. Για τις ελληνικές συνθήκες απαιτούνται 300-700mm άρδευση, ανάλογα και με την περιοχή όπου καλλιεργείται. Οι απαιτήσεις σε λίπανση είναι μικρές και συνήθως παρέχονται 5 μονάδες N. Η απόδοση σε χλωρή βιομάζα φτάνει τους 10 – 14 t στρ.⁻¹, ενώ σε ξηρή βιομάζα τους 3-4 t στρ.⁻¹. Γνωστές ποικιλίες ινώδους σόργου είναι η ABF 306, η NK 506, η H 132 και η FS 5 [24].

Σε αντίθεση με το ινώδες, το γλυκό σόργο έχει υψηλό ποσοστό από ευκόλως ζυμούμενα σάκχαρα (σακχαρόζη, γλυκόζη και φρουκτόζη). Η χρησιμοποίησή του για την παραγωγή βιοκαυσίμων έχει σημαντικά πλεονεκτήματα καθώς και καθοριστικά μειονεκτήματα.

Τα πλεονεκτήματα είναι τα ακόλουθα:

- Έχει υψηλή απόδοση σε βιομάζα.
- Έχει μικρές απαιτήσεις σε άζωτο (N).
- Έχει χαμηλό κόστος εγκατάστασης.

Τα μειονεκτήματά του είναι ότι:

- ✓ Είναι ευάλωτο στο πλάγιασμα σε συνθήκες όπου επικρατούν ισχυροί άνεμοι.
- ✓ Δεν έχει αποτυπωθεί η βέλτιστη περίοδος συγκομιδής.
- ✓ Για το ξεχώρισμα των φύλλων από τους μίσχους πρέπει να χρησιμοποιείται ειδικό μηχάνημα.

Σε γενικές γραμμές οι απαιτήσεις του γλυκού σόργου είναι παρόμοιες με εκείνες που απαιτούνται για την καλλιέργεια του ινώδους σόργου. Η απόδοση σε χλωρή βιομάζα φτάνει τους 8-12t στρ.⁻¹, ενώ σε ξηρή βιομάζα τους 2,5-3,5t στρ.⁻¹. Σε ιδανικές συνθήκες ποτίσματος και λιπάνσεως, η παραγωγή βιοαιθανόλης εκτιμάται στα 650 - 900 l στρ.⁻¹. Γνωστές ποικιλίες του γλυκού σόργου είναι η SOFRA, η KORALL, η COWLEY, η KELLER και η MN 1500 [14,23].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.

ΑΡΔΕΥΣΗ

3.1. Γενικά

Η άρδευση διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη μιας καλλιέργειας και κατέπекταση στην προσδοκόμενη στην παραγωγή, ειδικά σε κλιματικές συνθήκες όπως το ξηρό Μεσογειακό καλοκαίρι. Έτσι, χορηγώντας τις αναγκαίες για τα φυτά ποσότητες ύδατος καθ' όλη τη διάρκεια της ανάπτυξής τους, επιτυγχάνουμε μεγιστοποίηση της παραγωγής.

Με την πρόοδο της τεχνολογίας, έγινε δυνατή και η επίλυση διαφόρων προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά την εφαρμογή των παραδοσιακών μεθόδων άρδευσης (κατάκλιση, άρδευση με αυλάκια, καταιονισμός). Εφαρμόστηκαν σύγχρονα συστήματα άρδευσης, όπως η επιφανειακή στάγδην άρδευση και η υπόγεια στάγδην άρδευση.

Με τις προαναφερθείσες μεθόδους μειώνονται οι απώλειες λόγω της επιφανειακής εξάτμισης, το φυλλώδες βρέξιμο και τη συσσώρευση αλάτων στη ζώνη της ριζόσφαιρας που δημιουργείται στην άρδευση με αυλάκια και λωρίδες.

3.2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση

Η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος κατά την οποία νερό εφαρμόζεται στο χωράφι σε μικρές ποσότητες με τη μορφή σταγόνων έτσι που κάθε φυτό χωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την κανονική του ανάπτυξη και απόδοση υγρασία. Η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται σωστά και προσφέρεται για περιπτώσεις όπου το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εφαρμοστούν άλλες μέθοδοι (κατάκλιση, περιορισμένη διάχυση, άρδευση με αυλάκια, καταιονισμός).

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και από τη μονάδα ελέγχου.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο P.V.C. διαμέτρου 12-25mm και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στο χωράφι των καλλιεργητικών μηχανημάτων.

Το δίκτυο εφαρμογής από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12-16mm, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 25mm, στους οποίους σε προκαθορισμένες θέσεις, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων.

Η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων. Κύριο στοιχείο της μονάδας ελέγχου αποτελούν τα φίλτρα γιατί το νερό που παροχετεύεται στο δίκτυο πρέπει να είναι απαλλαγμένο από φερτά υλικά, ακόμη και πολύ μικρών διαστάσεων, για να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες.

Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού. Τα φίλτρα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες: α) τα φίλτρα σίτας (για λεπτόκοκκα υλικά), β) τους υδοκυκλώνες (για στερέα υλικά μεγάλης σχετικά διαμέτρου) και γ) τα φίλτρα χαλίκων ή άμμου (για περιπτώσεις όπου το νερό περιέχει σημαντική ποσότητα από οργανικές ύλες και μικροφύκη).

Βάση του συστήματος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Το νερό εμφανίζεται στην έξοδο των σταλακτάρων με τη μορφή σταγόνων κατά τακτά χρονικά διαστήματα, έτσι ώστε σε κάθε θέση να διηθούνται στο έδαφος λίγα λίτρα νερού την ώρα. Για να μπορεί να εκπληρώσει σωστά την αποστολή του ένας σταλακτήρας, πρέπει να εξασφαλίζει μικρή και ομοιόμορφη

παροχή που να μην επηρεάζεται από περιορισμένες μεταβολές της πίεσης στον αγωγό εφαρμογής, να έχει σχετικά μεγάλη διατομή ροής ώστε να μην αποφράζεται εύκολα, να είναι κατασκευασμένος από υλικό που να μην επηρεάζεται σημαντικά και να μην παθαίνει μόνιμες αλλοιώσεις από τις έντονες μεταβολές της θερμοκρασίας κατά την έκθεσή του στο χωράφι, να είναι ευκολόχρηστος και να έχει μικρό κόστος.

Οι σταλακτήρες διακρίνονται σε κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Έτσι ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε: i) σταλακτήρες με στρωτή ροή, ii)σταλακτήρες με μερικά στροβιλώδη ροή, iii)σταλακτήρες με στροβιλώδη ροή. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού σε α) αυτοκαθαριζόμενοι και β) μη αυτοκαθαριζόμενοι και ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε 1)σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και 2) σταλακτήρες με επιστόμιο ή σπή [13].

Η σωστή λειτουργία ενός δικτύου άρδευσης με σταγόνες απαιτεί ορισμένους χειρισμούς όπως η αυτοματοποιημένη έναρξη και παύση λειτουργίας του συστήματος, η διαδοχική υδροδότηση των διαφόρων μονάδων και η ρύθμιση των απαιτούμενων παροχής και φορτίου στην αρχή του δικτύου και στους αγωγούς τροφοδοσίας.

Η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης άρχισε να εξαπλώνεται στην Ελλάδα στις αρχές της δεκαετίας του 80' και η μεγάλη εξάπλωσή της οφείλεται κυρίως στις καλλιέργειες των οπωροφόρων δένδρων και της αμπέλου. Οι *Bravdo και Herper (1987)* απέδειξαν ότι με την επιφανειακή στάγδην άρδευση επιτυγχάνεται ικανοποιητικότερη χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων στη καλλιέργεια της αμπέλου και ειδικότερα του φωσφόρου. Σήμερα στη χώρα μας χρησιμοποιείται σε συντριπτικό ποσοστό για την άρδευση του βαμβακιού. Ενδεικτικά αναφέρεται η αύξηση της καλλιεργήσιμης έκτασης στη χώρα μας με βαμβάκι από 160.000ha στα τέλη της δεκαετίας του 80' σε άνω των 400.000ha το 2001 [6].

Συγκρίνοντας τις μεθόδους της επιφανειακής και της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού παρατηρήθηκε μεγαλύτερη ομοιομορφία

άρδευσης στην υπόγεια έναντι της επιφανειακής άρδευσης, αύξηση της αποδοτικότητας του νερού εφαρμογής στην υπόγεια άρδευση σε ποσοστό 20% σε σχέση με την επιφανειακή, υψηλότερες αποδόσεις στην υπόγεια άρδευση με ταυτόχρονη εξοικονόμηση νερού σε ποσοστό 20-40%, και ικανότητα χρήσης της υπόγειας με καλά αποτελέσματα ακόμη και σε αργιλώδη εδάφη [1].

3.2.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Επιφανειακής στάγδην άρδευσης

Τα πλεονεκτήματα της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι: α) η χαμηλή πίεση λειτουργίας του συστήματος, β) η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, γ) η ταυτόχρονη χορήγηση λιπασμάτων σε υδατοδιαλυτή μορφή, δ) η μείωση των απωλειών νερού εξαιτίας της επιφανειακής απορροής, ε) η πλήρης αυτοματοποίηση της μεθόδου και στ) η εφαρμογή του σε περιοχές με εξαιρετικά ανώμαλη τοπογραφία χωρίς την ανάγκη ισοπέδωσης.

Πέρα όμως από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω η μέθοδος παρουσίασε και σημαντικά μειονεκτήματα όπως: i) υψηλό κόστος εγκατάστασης και συντήρησης, ii) η ανάγκη απομάκρυνσης των δευτερευόντων αγωγών άρδευσης λίγο πριν και μετά την εγκατάσταση της νέας καλλιέργειας (σε μονοετείς καλλιέργειες), iii) η αδυναμία άμεσης προσέγγισης του νερού στο ενεργό ριζόστρωμα των φυτών (ειδικά σε βαριάς σύστασης εδάφη), iv) η φθορά των υλικών λόγω των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέρβειας πανίδας, v) η αποφυγή χρήσης αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα (έμφραξη σταλακτήρων, αύξηση αλατότητας στη ριζόσφαιρα) και vi) η ανάγκη χρήσης άλλης μεθόδου για το φύτρωμα των καλλιεργειών.

3.3. Υπόγεια στάγδην άρδευση

Η υπόγεια στάγδην άρδευση είναι μια παραλλαγή της επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Εμφανίστηκε πριν 50 περίπου χρόνια στις Η.Π.Α. και τη Μεγάλη Βρετανία με τη λήξη του δευτέρου Παγκοσμίου Πολέμου, εξαιτίας της χαμηλής τιμής των υλικών P.E. και PVC.

Χρησιμοποιήθηκε αρχικά σε μεγάλης αξίας καλλιέργειες όπως τα οπωροφόρα δένδρα, σε κήπους, στο βαμβάκι κ.α. Ήδη από το 1959 χρησιμοποιείται κατά κόρον σε μεγάλες εκτάσεις της Καλιφόρνιας και του Τέξας των Η.Π.Α. εξαιτίας του σημαντικού ελλείμματος σε αρδευτικό νερό των περιοχών αυτών (*Phene et al., 1992*). Το 1986 ο *Phene* σε πειράματα τομάτας αυξάνει τη μέση παραγωγή από 30 tn acre⁻¹ με τη χρήση παραδοσιακών μεθόδων επιφανειακής άρδευσης σε 50-60 tn acre⁻¹ με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης.

Επίσης σε έρευνα του USDA (*Phene et al., 1986*) αποδεικνύεται ότι το προφίλ υγρασίας στην υπόγεια στάγδην άρδευση, όσον αφορά την επιφάνεια του εδάφους εξαρτάται αποκλειστικά από τη ρύθμιση της συχνότητας των αρδεύσεων. Οι *Hutmacher et al., (1992)* επιτυγχάνουν μεγάλη μείωση του συνολικού κόστους άρδευσης και υλικών με την εφαρμογή της υπόγειας στάγδην άρδευσης σε λιβαδικές καλλιέργειες.

Το 1993 χρησιμοποιείται για πρώτη φορά το Triflyralin-5 στην υπόγεια άρδευση ως ριζοαπωθητικό. Η ενσωμάτωση του Teflan στους σταλάκτες και η αργή αποδέσμευσή του οδηγεί στην παύση παρείσφρησης της ρίζας παράπλευρα και εντός των σταλακτιήρων. Οι *Solomon και Jorgensen* από το 1989 έως και το 1993 αναφέρουν χαρακτηριστικά ότι το προϊόν αντιστέκεται απολύτως ικανοποιητικά στην αποκαλούμενη παρείσφρησης της ρίζας, ενώ ταυτόχρονα επιτυγχάνεται ομοιομορφία της άρδευσης σε ποσοστό 70-97%.

Το 2000 οι *Sakellariou-Makrantonaki et al.,* παρατηρούν αύξηση της εδαφικής υγρασίας στη ζώνη του ριζοστρώματος σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων και αύξηση ζαχαρικού τίτλου αυτών συγκρίνοντας την υπόγεια με την επιφανειακή στάγδην άρδευση.

Οι *Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη και συνεργάτες (2003)* στα συμπεράσματα τους από την ολοκλήρωση πειράματος σε καλλιέργεια ινώδους Σόργου στη Θεσσαλία, αναφέρουν σαφή υπεροχή σε παραγωγή ξηρής βιομάζας καθώς και

υψηλότερους αναπτυξιακούς ρυθμούς στα φυτά που αρδεύτηκαν υπογείως έναντι αυτών που αρδεύτηκαν επιφανειακά.

3.3.1. Πλεονεκτήματα – Μειονεκτήματα Υπόγειας στάγδην άρδευσης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι τα ακόλουθα: α) η χρήση αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα και η μείωση της συγκέντρωσης των αλάτων έως το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος (*Devitt and Miller, 1988*), β) η μέγιστη μείωση των απωλειών νερού λόγω εξάτμισης (40-45% στις παραδοσιακές επιφανειακές μεθόδους, 25% στην επιφανειακή στάγδην άρδευση και 5-10% στην υπόγεια άρδευση) και των υψηλών ταχυτήτων ανέμου, γ) η καλύτερη μεταφορά των υδατοδιαλυτών λιπασμάτων στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος (*Solomon, 1993*), δ) ο πλήρης αυτοματισμός της άρδευσης βάση των ημερήσιων αναγκών σε εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (*Sakellariou, 2000*), ε) η μείωση των αναγκών σε ενέργεια για τη λειτουργία του συστήματος, ειδικότερα με τη χρήση της ηλιακής ακτινοβολίας (*I-Pai Wu, 1994*), στ) η μείωση της φθοράς των υλικών άρδευσης εξαιτίας των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέργεια πανίδας, ζ) η μη απαίτηση μετακίνησης του δικτύου πριν τη σπορά, η) η μείωση της εδαφολογικής διάβρωσης (ειδικότερα στα επικλινή εδάφη).

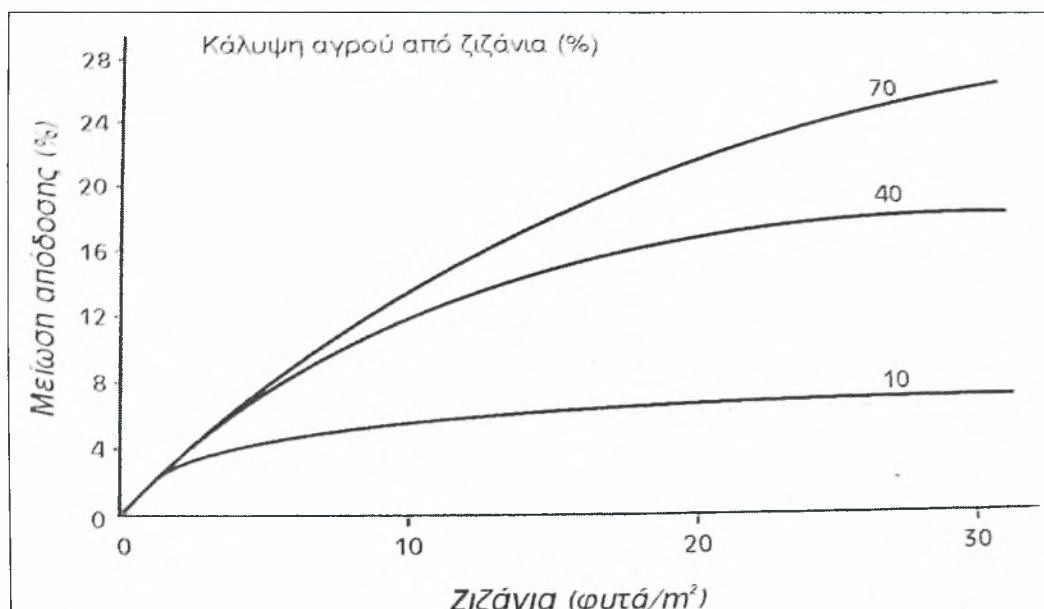
Τα συνήθη προβλήματα είναι: i) το μεγάλο κόστος εγκατάστασης όταν δεν γίνεται σωστός σχεδιασμός, ii) η δυσκολία ελέγχου του υπόγειου δικτύου και iii) η απόφραξη των σταλακτήρων από τα φερτά υλικά (*Phene, 1983*) και iv) η αδυναμία φυτρώματος χωρίς την χρήση ενδιάμεσης μεθόδου (π.χ. κανόνι βροχής).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.

ΖΙΖΑΝΙΑ – ΖΙΖΑΝΙΟΚΤΟΝΑ

4.1. Γενικά

Τη σημερινή εποχή όπου οι καλλιεργούμενες εκτάσεις μειώνονται και ο πληθυσμός αυξάνεται, στόχος των γεωργικών εκμεταλλεύσεων είναι η μεγιστοποίηση της παραγωγής. Ως εκ τούτου πρέπει να λαμβάνονται όλα εκείνα τα μέτρα που θα βοηθήσουν στην επίτευξη αυτού του σκοπού ενώ παράλληλα θα σέβονται το φυσικό περιβάλλον. Ένα τέτοιο μέτρο είναι ο έλεγχος των ζιζανίων. Ο έλεγχος των ζιζανίων είναι μεγάλης σημασίας γιατί τα ζιζάνια ανταγωνίζονται ισχυρά τα καλλιεργούμενα φυτά ως προς το φως, το νερό και τα θρεπτικά στοιχεία μειώνοντας σημαντικά τις στρεμματικές αποδόσεις. Επίσης, τα ζιζάνια είναι ξενιστές πολλών επιβλαβών μικροοργανισμών, οι οποίοι προκαλούν σοβαρές ασθένειες στις καλλιέργειες. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται μέσω της γραφικής παραστάσεως η μείωση της παραγωγής που προκαλείται από τα ζιζάνια ανάλογα με την πυκνότητα και το ποσοστό κάλυψης του εδάφους.



Σχήμα 4. 1 Σχέση μεταξύ του ποσοστού κάλυψης του αγρού από τα ζιζάνια και της μείωσης της απόδοσης των καλλιεργούμενων φυτών (Τροποποιημένο από Dent et al., 1989).

Ο όρος ζιζάνιο με την ευρύτερη έννοια αναφέρεται σε “κάθε φυτό που αναπτύσσεται εκεί όπου και όταν δεν είναι επιθυμητό”[3]. Πέρα όμως από τον παραπάνω ορισμό η ζιζανιολογία δέχεται και τον οικολογικό ορισμό ότι “τα ζιζάνια είναι φυτά που η χρησιμότητα τους δεν είναι ακόμα καλά γνωστή στον άνθρωπο”. Όπως είπε και ο Αριστοτέλης, “η φύση δεν κάνει τίποτα που να μην είναι χρήσιμο” [4].

Στις παρακάτω ενότητες θα ακολουθήσει περιγραφή των ζιζανίων που υπήρχαν στα πειραματικά τεμάχια καθώς και του ζιζανιοκτόνου που χρησιμοποιήθηκε.

4.2. Βιολογία και Μορφολογία των Ζιζανίων

Κατά τη διάρκεια του πειράματος τα κυριότερα ζιζάνια που αναπτύχθηκαν στα πειραματικά τεμάχια ήταν τα ακόλουθα: Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*), Σετάρια (*Setaria spp.*), Ψουβουδία (*Chenopodium album*), Γλυστρίδα (*Portulaca oleraceae*), Αγριάδα (*Cynodon dactylon*), Αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*), Τριβόλι (*Tribulus terrestris L.*).

Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*)

Ανήκει στην οικογένεια των Convolvulaceae. Είναι πολυετές ζιζάνιο των χειμερινών και ανοιξιάτικων φυτών μεγάλης καλλιέργειας, των δενδρωδών καλλιεργειών, των λαχανοκομικών φυτών και του αμπελιού. Είναι φυτό θερμόφιλο και φωτόφιλο. Προτιμά ξηρά, θερμά, γόνιμα και βαθιά πηλώδη εδάφη [3].

Άλλα κοινά της ονόματα είναι περιπλοκάδα, ραματάκι. Πολλαπλασιάζεται με έρπουσες ρίζες που φέρουν επίκτητους οφθαλμούς και σπόρο (έως 550 φυτό⁻¹) που φυτρώνει νωρίς την άνοιξη και όλο το καλοκαίρι. Οι σπόροι έχουν λήθαργο που διαρκεί από λίγους μήνες έως και 3 χρόνια. Οι επίκτητοι οφθαλμοί πάνω στις έρπουσες ρίζες βλαστάνουν από νωρίς την άνοιξη και μέχρι αργά το φθινόπωρο. Η περικοκλάδα είναι ένα από τα χειρότερα ζιζάνια στον κόσμο και στην Ελλάδα.

Βρέθηκε ότι σε μεγάλες πυκνότητες μπορεί να μειώσει τις αποδόσεις σε πολλές καλλιέργειες από 30%- 70%.

Οι κοτυληδόνες είναι καρδιόσχημες, με μεγάλο μίσχο και εμφανείς τις νευρώσεις, λίγο σαρκώδεις, με μικρή εγκοπή στην κορυφή. Ο βλαστός είναι έρπων-πλαγιαστός ή αναρριχόμενος όπου βρει υποστήριγμα, λείος, λεπτός, εξάπλευρος. Τα φύλλα είναι εναλλάξ, απλά, με μακρύ μίσχο, τοξόμορφα με δύο οξυλήκτους λοβούς στη βάση. Έχουν περιφέρεια λεία ή κυματοειδή και η επιφάνειά τους είναι χωρίς τρίχες.

Έχει άνθος μεγάλο, χροανωδές, λευκού έως κοκκινωπού χρώματος και φέρονται ένα-ένα στις μασχάλες των φύλλων. Ο καρπός είναι κάψα, σφαιρική – ωοειδής, χωρίς τρίχες, με 1-3 σπόρους. Ο σπόρος είναι ωοειδής, τρίπλευρος (μια πλευρά κυρτή, οι άλλες πεπλατυσμένες μήκους 3-5mm), χρώματος σκούρου καφέ – γκριζόμαυρου, δεν γυαλίζει, τραχύς, χωρίς τρίχωμα και με μικρές μικροεξογκώσεις [5].



Εικόνα 4.1. Φωτογραφία Περικοκλάδας [35].

Σετάρια (*Setaria spp.*)

Ανήκει στην οικογένεια των Poaceae. Είναι μονοετές ανοιξιότικο ζιζάνιο και απαντάται σε ανοιξιότικα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, σε αμπέλια και σε δενδρώδεις καλλιέργειες. Προτιμά θερμά, υγρά και πλούσια πηλώδη ή αμμοπηλώδη εδάφη [3]. Είναι γνωστή επίσης και με τα ονόματα κολλητσίδα, αλεπουουρά. Ζιζανιολογικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν τρία είδη, τα *S. viridis* (πράσινη), *S. vericillata* (σπονδυλωτή), *S. glauca* (γλαυκόχρους). Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (μέχρι 3400 φυτό⁻¹) που φυτρώνει νωρίς την άνοιξη – καλοκαίρι σχεδόν σε όλες τις καλλιέργειες.

Το καλάμι της είναι ύψους 30-100cm είναι κυρτό (γονατιστό) – ανορθούμενο στο πρώτο είδος, όρθιο κυρτό ανορθούμενο στα άλλα δυο, άτριχο, λείο στο πρώτο, τραχύ στα άλλα δυο, διακλαδισμένο από τη μέση και πάνω και έχει γόνατα με κοκκινωπές κατά μήκος γραμμώσεις στο δεύτερο. Το έλασμα έχει ευδιάκριτο λευκό – ανοιχτό πράσινο κεντρικό νεύρο και σε όλα τα είδη είναι άτριχο. Ο κολεός είναι λείος, άτριχος, συνήθως κοκκινωπός στο τρίτο, τριχωτός μόνο στις άκρες στο πρώτο, λείος με κοντές απαλές τρίχες στα χείλη στο δεύτερο είδος.

Δεν έχει ωτίδια και το γλωσσίδιο είναι αντικατεστημένο από κοντές απαλές τρίχες σε δακτύλιο. Η ταξιανθία είναι στάχυς. Κάθε σταχύδιο, το οποίο είναι διανθές φέρει ένα μόνο γόνιμο ανθίδιο. Τα λέπυρα καλύπτονται από τρίχες και ο χιτώνας δεν καταλήγει σε άγανο [5].



Εικόνα 4.2. Φωτογραφία Σετάριας [33].

Λουβουδία (*Chenopodium album*)

Ένα από τα χειρότερα ζιζάνια στον κόσμο και στην Ελλάδα. Προτιμά εδάφη πηλώδη ή αμμώδη, υγρά και πλούσια σε άζωτο και οργανική ουσία [3].

Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (3-20χιλιάδες φυτό⁻¹) που φυτρώνει νωρίς την άνοιξη σε χαμηλότερες θερμοκρασίες από ότι το βλήτο. Παρουσιάζει μεγάλη ποικιλομορφία στο σχήμα των φύλλων και κυρίως στο χρωματισμό των βλαστών.

Οι κοτυληδόνες είναι στενόμακρες ωοειδείς, σαρκώδεις, με μικρό μίσχο με αλευρώδες επίχρισμα στην πάνω επιφάνεια και κοκκινωπό – βιολετί χρώμα στην κάτω. Ο βλαστός έχει ύψος 20-200cm, είναι όρθιος, διακλαδισμένος ή όχι, λείος, πράσινος και με κοκκινωπές κατά μήκος γραμμώσεις και αυλακώσεις. Τα φύλλα διαφέρουν στο σχήμα και φέρονται εναλλάξ. Είναι απλά, έμμισχα, τριγωνικά μέχρι λογχοειδή με περιφέρεια λεία, οδοντωτή ή κυματοειδή, με αλευρώδη επίχρισμα στην πάνω και κάτω επιφάνεια.

Το άνθος είναι πολύ μικρό, πρασινωπό, σε σωρούς στις μασχάλες των πάνω φύλλων. Ο καρπός είναι πολύ μικρός (1-1,5mm), κάψα με πολύ λεπτή μεμβράνη. Ο σπόρος είναι σχήματος φακού – δίσκου, με βαθούλωμα στην άκρη. Είναι χρώματος μαύρου ή καφέ και η επιφάνεια του είναι δικτυωτή ή λεία [5].



Εικόνα 4.3. Φωτογραφία Λουβουδίας [35].

Γλυστρίδα (*Portulaca oleraceae*)

Ένα από τα δέκα χειρότερα ζιζάνια στον κόσμο. Απαντάται σε καλλιεργούμενους αγρούς και ακαλλιέργητες εκτάσεις. Προτιμά ελαφρά αλλά πλούσια σε θρεπτικά στοιχεία εδάφη [3].

Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (50.000 φυτό^{-1}) που φυτρώνει αργά την άνοιξη νωρίς το καλοκαίρι. Οι κοτυληδόνες είναι επιμήκεις – ωσειδείς, σαρκώδεις, κοκκινωπές στην κάτω επιφάνεια. Ο βλαστός στην αρχή είναι όρθιος και μετά πλαγιαστός – έρπων. Είναι σαρκώδης κοκκινωπός και γυαλιστερός. Όλα τα φύλλα εκτός από τα πρώτα και τα τελευταία στην κορυφή φέρονται εναλλάξ. Είναι απλά, άμισχα, χοντρά, σαρκώδη, άτριχα και είναι φαρδύτερα στην κορυφή από ότι στην βάση.

Το άνθος είναι μικρό (5-10mm διάμετρο) και φέρεται στις μασχάλες των φύλλων και τις άκρες των βλαστών. Ο καρπός είναι κάψα, σφαιρικού σχήματος με μήκος 4-9mm. Ο σπόρος είναι ωσειδής με ανώμαλη επιφάνεια και έχει μαύρο χρώμα [5].



Εικόνα 4.4. Φωτογραφία Γλυστρίδας [35].

Αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*)

Ένα από τα δέκα χειρότερα και δυσκολοεξόντωνα ζιζάνια στην χώρα μας. Προτιμά εδάφη πλούσια σε οργανική ουσία, με αντίδραση από ελαφρώς όξινη μέχρι αλκαλική [3].

Πολλαπλασιάζεται με σπόρο που φυτρώνει αργά την άνοιξη νωρίς το καλοκαίρι και παρατεταμένα μέχρι το φθινόπωρο. Η βιωσιμότητα του αγγίζει τα 20 χρόνια. Οι κοτυληδόνες του είναι ωοειδείς, έμμισχες, μυτερές και τριχωτές στην άκρη. Ο βλαστός έχει ύψος 20-100cm, είναι όρθιος, διακλαδισμένος και αραιά τριχωτός. Τα φύλλα είναι έμμισχα, ωοειδή ή τριγωνικά, με περιφέρεια ελαφρά κυματιστή ή οδοντωτή.

Το άνθος του είναι μικρό και λευκό και είναι τοποθετημένα 4 ή 5 άνθη μαζί σε ποδίσκο πάνω στο βλαστό ανάμεσα σε δύο φύλλα. Ο καρπός είναι μικρή ράγα, πράσινη στην αρχή και μαύρη μετά την ωρίμανση. Έχει μικρό, πεπλατυσμένο σπόρο, ο οποίος είναι ωοειδής και έχει κίτρινο ή καφέ σκούρο χρώμα [5].



Εικόνα 4.5. Φωτογραφία Αγριοτομάτας [5,35].

Τριβόλι (*Tribulus terrestris* L.).

Είναι ετήσιο ζιζάνιο των ανοιξιάτικων καλλιεργειών, που ευδοκίμει κυρίως σε αμμώδη εδάφη [3].

Πολλαπλασιάζεται με σπόρο (100-200 φυτό⁻¹) που φυτρώνει νωρίς την άνοιξη και διατηρεί τη βιωσιμότητά του για πολλά χρόνια. Οι κοτυληδόνες του είναι έμμισχες, τραχειές, επιμήκεις- ωειδείς με αβαθή εσοχή στην κορυφή, και σαρκώδεις. Ο βλαστός είναι πλαγιαστός – έρπων, διακλαδισμένος από τη βάση ακτινωτά και είναι κοκκινωπός. Τα φύλλα είναι σύνθετα (πτεροσχιδή) και αποτελούνται από 6-15 ζεύγη φυλλαρίων που είναι ωειδή ή λογχοειδή και είναι καλυμμένα με μαλακές τρίχες οι οποίες στην πάνω επιφάνεια με τον καιρό πέφτουν.

Το άνθος του είναι κίτρινο και φέρεται στις μασχάλες των φύλλων. Οι καρποί του είναι ακανθωτοί και περικλείουν 2-5 σπόρους. Οι σπόροι είναι μικρού μεγέθους, ωειδείς και έχουν καφέ – ανοικτό χρώμα [5] .



Εικόνα 4.6 Φωτογραφία Τριβολιού [5,35].

Ανριάδα (*Cynodon dactylon*)

Ένα από τα χειρότερα ζιζάνια παγκοσμίως. Προσαρμόζεται σε μεγάλη ποικιλία εδαφών από αμμώδη μέχρι αργιλώδη. Είναι φυτό των θερμών και υγρών κλιμάτων, αλλά αντέχει υπερβολικά στην ξηρασία. Απαντάται συνήθως σε όλα τα ανοιξιάτικα φυτά μεγάλης καλλιέργειας, σε αμπέλια, σε δενδρώδεις καλλιέργειες και σε ακαλλιέργητες εκτάσεις [4].

Πολλαπλασιάζεται με ριζώματα, στόλωνες και σπανιότερα με σπόρο. Το καλάμι είναι λεπτό, σκληρό, γονατιστό στη βάση και ριζοβολεί στα γόνατα που ακουμπούν στο χώμα. Είναι επίσης διακλαδιζόμενο από τη βάση και τους έρποντες στόλωνες καλάμια με ταξιανθία ανορθούμενα 8-30cm. Το έλασμα είναι μαλακό, στενό και κοντό. Έχει γκριζοπράσινο χρώμα, με λιγιστές αραιές τρίχες στην πάνω επιφάνεια.

Ο κολεός είναι ανοικτός, κυλινδρικός και αραιά τριχωτός. Η αγριάδα δεν διαθέτει ωτίδια. Γλωσσίδιο δεν υπάρχει και στη θέση του βλέπουμε δακτύλιο από κοντές άσπρες τρίχες. Τα σταχύδια είναι μονάνθη και φέρονται σε δύο σειρές. Τα άνθη φέρονται σε 3-7 στάχεις, οι οποίοι έχουν σχήμα παλάμης και σχηματίζονται στην κορυφή των καλάμιών. Ο χιτώνας φέρει τρίχες αλλά όχι άγανο [5].



Εικόνα 4.7. Φωτογραφία Αγριάδας [33]

4.3. Γενικά για τα Ζιζανιοκτόνα

Τα ζιζάνια όπως αναφέρθηκε και στην αρχή του κεφαλαίου προκαλούν σημαντικές απώλειες στην παραγωγή μιας καλλιέργειας. Έτσι έχουν εφαρμοστεί διάφορες μέθοδοι για το έλεγχό τους.

Μέθοδοι αντιμετώπισης των ζιζανίων είναι οι ακόλουθες 1) το βοτάνισμα 2) η μηχανική μέθοδος 3) τα καλλιεργητικά μέτρα 4) το κάψιμο των ζιζανίων 5) η κάλυψη του εδάφους 6) η κατάκλυση ή η αποστράγγιση 7) η ηλιοαπολύμανση 8) η βιολογική μέθοδος 9) η χημική μέθοδος [3].

Από όλες τις προαναφερθείσες μεθόδους η χημική μέθοδος αποτελεί αναμφίβολα ένα από τα μεγαλύτερα επιτεύγματα στη βελτίωση των καλλιεργητικών φροντίδων κατά τη διαδικασία παραγωγής γεωργικών προϊόντων [3].

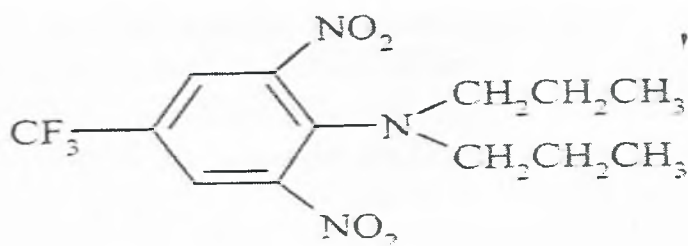
4.3.1. Δινιτροανιλίνες - trifluralin

Ο πυρήνας τους είναι ανιλίνη με δύο νιτροομάδες στις θέσεις 2 και 6 του φαινυλικού δακτυλίου. Έχουν χρώμα κίτρινο και μικρή υδατοδιαλυτότητα. Ο υποκαταστάτης της τέταρτης θέσης καθορίζει τις δύο υποομάδες των δινιτροανιλινών και τις ιδιότητες τους. Έτσι, παρατηρούνται δύο υποομάδες: α) τις 2,6-δινιτρο-4-σουλφονυλανιλίνες, με $R_1 = -HSO_2$ και β) τις 2,6-δινιτρο-4-μεθυλανιλίνες, όπου $R_1 = -CH_3$. Τα ζιζανιοκτόνα της πρώτης υποομάδας εκπλύνονται πιο εύκολα, είναι λιγότερο πτητικά και λιγότερο ευαίσθητα στο φως από ότι τα ζιζανιοκτόνα της δεύτερης υποομάδας [3].

Χρησιμοποιούνται σαν προσπαρτικά (προφυτευτικά) ενσωματούμενα ζιζανιοκτόνα. Οι δινιτροανιλίνες ελέγχουν τα πιο συνηθισμένα ετήσια αγρωστώδη και πλατύφυλλα ζιζάνια, περισσότερο όμως τα αγρωστώδη. Εισέρχονται στα φυτά από τη ρίζα ή το βλαστό, καθώς αυτός μεγαλώνει και εξέρχεται από το έδαφος. Η μετακίνηση του είναι περιορισμένη στο ξύλωμα. Οι δινιτροανιλίνες δρουν παρεμποδίζοντας τη μίτωση – κυτταροδιαίρεση στο ριζικό σύστημα και ειδικότερα τον πολυμερισμό και τη συμμετοχή της πρωτεΐνης τουμπουλίνης στο σχηματισμό της ατράκτου. Επίσης, οι δινιτροανιλίνες είναι ζιζανιοκτόνα πολύ, μέτρια ή καθόλου πτητικά, γι' αυτό ορισμένα είναι ενσωματούμενα, ανάλογα με το ζιζανιοκτόνο και φωτοαποσυντίθεντε σχετικά εύκολα [5]. Η παραμονή τους στο έδαφος, ανάλογα πάντοτε με τη δόση εφαρμογής τους και τις συνθήκες του περιβάλλοντος, κυμαίνεται

από 3 μέχρι 12 μήνες. Οι περισσότερες δινιτροανιλίνες, πρακτικά δεν εκπλύνονται στο έδαφος (βαθμός έκπλυσης 1), για αυτό η ενσωμάτωσή τους στο βάθος όπου φυτρώνουν τα περισσότερα ζιζάνια είναι απαραίτητη για την αύξηση της αποτελεσματικότητάς τους [3].

Το trifluralin (Treflan κ.α.), ανήκει στην χημική ομάδα των δινιτροανιλίνων. Είναι προσπαρτικό ενσωματούμενο, εκλεκτικό σε αραχίδα, βαμβάκι, ηλίανθο, κουνουπίδι, λάχανο, φασόλια και προφυτευτικά στη τομάτα, πιπεριά, λάχανο. Μαζί με τα συνηθισμένα αγρωστώδη – πλατύφυλλα ζιζάνια ελέγχει και το τριβόλι, όχι όμως και την αγριοτομάτα. Η ενσωμάτωση του δεν πρέπει να καθυστερεί πέρα από 24 ώρες. Συνθήκες στρες στα φυτά ενδέχεται να υποβοηθήσουν την φυτοτοξικότητά του. Είναι αποτελεσματικό σε ισχυρά οργανικά εδάφη και συνδυάζεται με πολλά ζιζανιοκτόνα [5].



Σχήμα 4.2 Trifluralin (Treflan) [5].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

5.1. Γενικά – Οριοθέτηση – Σχέδιο

Μελετήθηκε η επίδραση του ζιζανιοκτόνου trifluralin (τριφλουραλίνη) που υπάρχει στο φίλτρο της υπόγειας στάγδην άρδευσης και το οποίο φίλτρο είναι ριζοαπωθητικό, στη μείωση των ζιζανίων και στην αύξηση της παραγωγής σε καλλιέργεια του Γλυκού σόργου (*Sorghum bicolor* L.) στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (Βελεστίνο) την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2006.

Το στίγμα του αγροκτήματος είναι 39°23' γεωγραφικό πλάτος, 22°45' γεωγραφικό μήκος και βρίσκεται σε υψόμετρο 50m από το επίπεδο της θάλασσας. Στην περιοχή του αγροκτήματος επικρατεί κυρίως ένα τυπικό Μεσογειακό κλίμα, χαρακτηριζόμενο από θερμά και ξηρά καλοκαίρια και ψυχρούς και υγρούς χειμώνες.

Η σπορά πραγματοποιήθηκε στις 11 Μαΐου 2006 και έγινε με πνευματική σπαρτική μηχανή, η οποία είχε τέσσερις σπαρτικές κεφαλές. Η συνολική επιφάνεια, που καταλαμβάνει ο συγκεκριμένος πειραματικός αγρός είναι 1 στρέμμα. Η επιφάνεια του κάθε πειραματικού τεμαχίου ήταν 50m² (κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις: 10m x 5m). Σε κάθε τεμάχιο σπάρθηκαν έξι σειρές φυτών. Η απόσταση μεταξύ των σειρών σποράς ήταν 0,8m. Η απόσταση των φυτών επί της γραμμής σποράς υπολογίστηκε στα 0,143m (πυκνότητα σποράς 8.400 φυτά στρ.⁻¹).

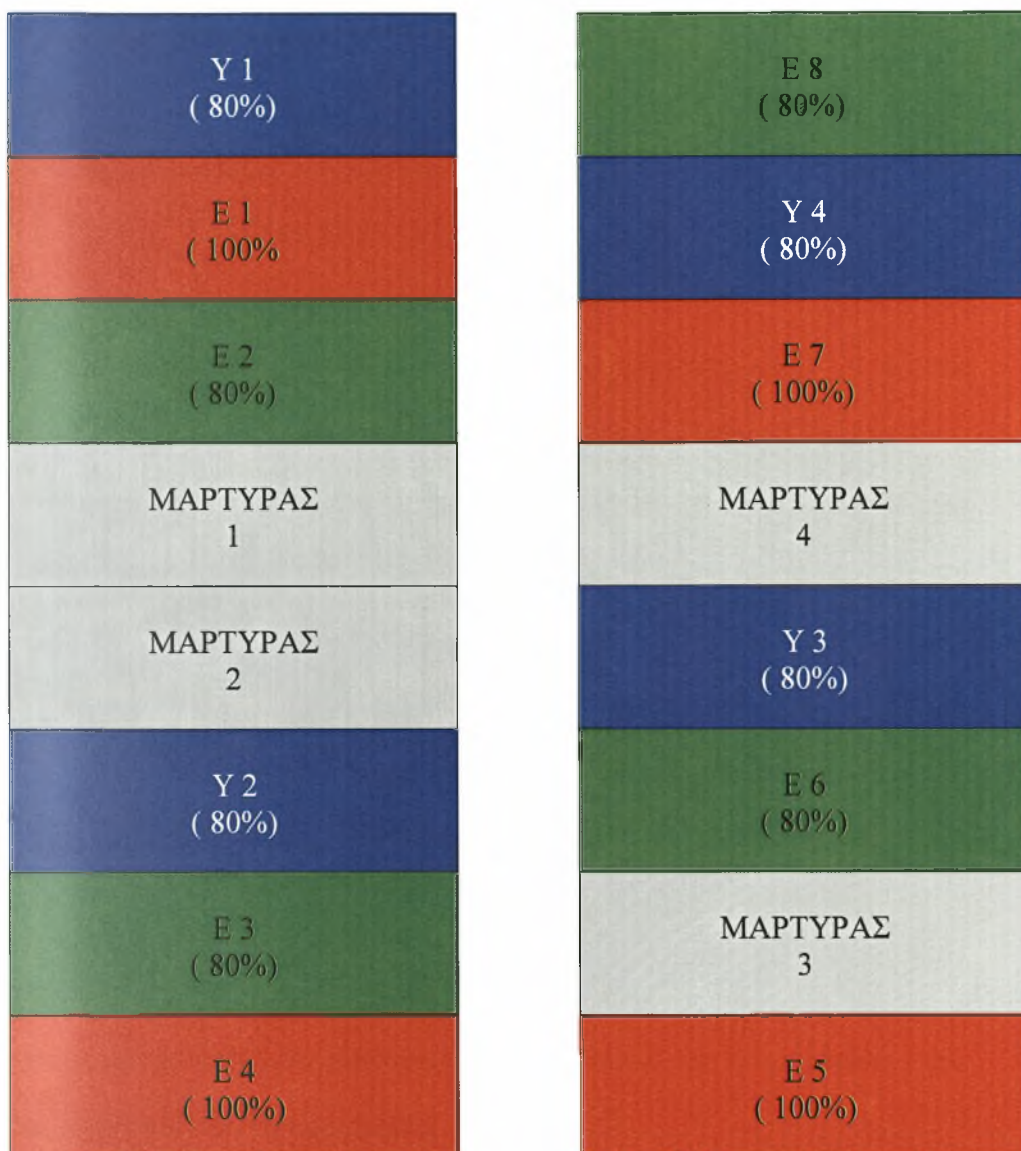
Στην πρώτη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης η ποσότητα του νερού που χορηγήθηκε αντιστοιχούσε στο 80% της δόσης άρδευσης, ενώ στη δεύτερη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης η ποσότητα του νερού που χορηγήθηκε αντιστοιχούσε στο 100% της δόσης άρδευσης.

Στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης η ποσότητα του νερού που χορηγήθηκε αντιστοιχούσε στο 80% της δόσης άρδευσης. Στους μάρτυρες δεν χορηγήθηκε καθόλου νερό (Σχήμα 5.1).

επιφανειακός
σταθμός

ΠΕΞΑΜΕΝΗ -
ΠΕΕΔΡΑ

επιφανειακός
σταθμός



E1 100%, E4 100%	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΟ 100% ΤΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ
E5 100%, E7 100%	
E2 80%, E3 80%	ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΟ 80% ΤΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ
E6 80%, E8 80%	
Y1 80%, Y2 80%	ΥΠΟΓΕΙΑ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ ΣΤΟ 80% ΤΩΝ ΗΜΕΡΗΣΙΩΝ ΑΝΑΓΚΩΝ ΣΕ ΝΕΡΟ
Y3 80%, Y4 80%	
M1, M2 M3, M4	ΚΑΘΟΛΟΥ ΧΟΡΗΓΗΣΗ ΝΕΡΟΥ Η ΜΗ ΑΡΔΕΥΣΗ

Σχήμα 5.1. Σκαρίφημα του πειραματικού αγρού

5.2. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά

Το έδαφος, όπου το πείραμα πραγματοποιήθηκε είναι καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυοαργιλοπηλώδους υφής και ανήκει στην υποομάδα των *Tyric Xerochrepts* [34].

Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας *xeic* και εδαφικής θερμοκρασίας *thermic*. Τα εδάφη αυτά υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη και κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη. Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με β' βαθμό αποστράγγισης, ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους, εξαιτίας της πορώδους σύστασής του.

Τα ανθρακικά άλατα υπάρχουν στην εδαφοτομή σε χαμηλά επίπεδα και εμφανίζουν τάση μετακίνησης και έκπλυσης προς τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Το pH του εδάφους είναι αλκαλικό (7,9-8,2) χωρίς όμως να προκαλεί προβλήματα στην καλλιέργεια. Το πορώδες είναι καλά ανεπτυγμένο και η οργανική ουσία είναι επαρκής μέχρι το βάθος των 60cm.

5.3. Υλικά Άρδευσης

Το υπόγειο δίκτυο άρδευσης βρίσκεται σε βάθος 45cm και η τοποθέτησή του έγινε με ειδικό μηχάνημα (τον υπεδαφοθέτη).

Οι αγωγοί μεταφοράς τόσο του επιφανειακού όσο και του υπόγειου δικτύου άρδευσης ήταν από πολυαιθυλένιο (PE).

Τοποθετήθηκαν έξι ηλεκτροβάνες (μία για κάθε δύο πειραματικά τεμάχια της ίδιας μεταχείρισης) με σκοπό την πλήρη αυτοματοποίηση της άρδευσης (αυτόματη έναρξη και λήξη). Επίσης τοποθετήθηκαν έξι υδρομετρητές, αντίστοιχα με τις ηλεκτροβάνες, για τον έλεγχο των πιθανών αποκλίσεων από τις επιθυμητές τιμές των δόσεων άρδευσης. Οι ηλεκτροβάνες ήταν τύπου *Aquaret II*, με τάση λειτουργίας 9-40 V.

Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδέθηκαν με ειδικό προγραμματιστή (miracle) άρδευσης, με σκοπό την αυτοματοποίησή της. Ο προγραμματιστής παρέχει τη δυνατότητα λειτουργίας τεσσάρων ηλεκτροβανών ταυτόχρονα σε τρία διαφορετικά προγράμματα.

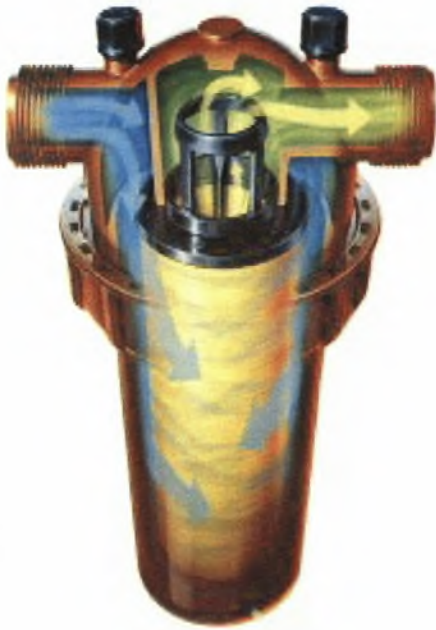


Εικόνα 5.1 Ο ειδικός προγραμματιστής άρδευσης (miracle).

Επιπλέον παρέχει τη δυνατότητα συνεχούς άρδευσης για δέκα (10) σχεδόν ώρες και μπορεί να προγραμματιστεί με βάση ένα εβδομαδιαίο πρόγραμμα άρδευσης. Παρέχει τη δυνατότητα μείωσης ή αύξησης των δόσεων άρδευσης μέχρι και 100%.

Στο υπόγειο δίκτυο χρησιμοποιήθηκε ειδική βαλβίδα εκτόνωσης κενού (vacuum breaker valve) για την αποφυγή εμφράξεων στο δίκτυο.

Τοποθετήθηκε επίσης φίλτρο δίσκων (της εταιρίας Netafim), εμπλουτισμένο με Trifluralin (ζιζανιοκτόνο της ομάδας των δινιτροανιλίνων), με εξωτερικές διαστάσεις 27,5cm × 14cm × 14,5cm και βάρος 1,27kg. Οι διαστάσεις του συστήματος των δίσκων είναι 21cm × 8.5cm × 8.5cm και βάρους 0.38kg. Η μέγιστη παροχή νερού του φίλτρου ανέρχεται στα 6000 l h⁻¹ [36]. Η ποσότητα του ζιζανιοκτόνου που εμπεριέχεται στο φίλτρο είναι της τάξης των ppb (part per billion).



Sealed Techfilter cartridge



1" short

Εικόνα 5.2 Φίλτρο τριφλουραλίνης που χρησιμοποιήθηκε [36].

Χρησιμοποιήθηκε επίσης τσιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή, χωρητικότητας περίπου 50m^3 . Η πλήρωσή της πραγματοποιούνταν από παρακείμενη γεώτρηση με τη χρήση αντλίας (μέσης παροχής $60\text{-}80\text{m}^3$ νερού h^{-1}).

Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 31 αρδεύσεις και χορηγήθηκαν 550m^3 νερού στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm, ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση που αντιστοιχούσε στο 80% της ETm χορηγήθηκαν 440m^3 νερού.

Πίνακας 5. 1 Δόσεις άρδευσης των μεταχειρίσεων

Ημερομηνία άρδευσης	Δόση επιφ/κης στάγδην στο 100% της ETm (mm)	Δόση επιφ/κης στάγδην στο 80% της ETm (mm)	Δόση υπόγειας στάγδην στο 80% της ETm (mm)
18/05/06	16,40	13,12	13,12
24/05/06	11,20	8,96	8,96
01/06/06	11,40	9,12	9,12
06/06/06	9,72	7,77	7,77
21/06/06	16,68	13,34	13,34
25/06/06	14,12	11,29	11,29
28/06/06	17,34	13,87	13,87
01/07/06	19,47	15,58	15,58
08/07/06	19,44	15,55	15,55
11/07/06	18,24	14,59	14,59
14/07/06	17,04	13,63	13,63
17/07/06	18,24	14,59	14,59
20/07/06	14,75	11,80	11,80
23/07/06	19,20	15,36	15,36
26/07/06	19,20	15,36	15,36
29/07/06	20,16	16,13	16,13
01/08/06	18,00	14,40	14,40
04/08/06	21,12	16,19	16,19
07/08/06	22,08	17,66	17,66
10/08/06	21,12	16,90	16,90
14/08/06	19,42	15,54	15,54
17/08/06	19,20	15,36	15,36
20/08/06	19,20	15,36	15,36
23/08/06	22,73	18,19	18,19
26/08/06	16,82	13,46	13,46
29/08/06	17,51	14,01	14,01
01/09/06	21,81	17,45	17,45
05/09/06	19,61	15,69	15,69
08/09/06	15,81	12,65	12,65
12/09/06	17,23	13,79	13,79
17/09/06	15,96	12,77	12,77
Σύνολο	550,21	440,17	440,17

5.4. Εξοπλισμός για τη συλλογή βασικών δεδομένων

Οι μετρήσεις του πληθυσμού των ζιζανίων πραγματοποιούνταν με τη χρήση ενός τετράγωνου ξύλινου πλαισίου, διαστάσεων 0,50m x 0,50m. Χρησιμοποιήθηκε ειδική ζυγαριά ακριβείας με μέγιστο αποδεκτό βάρος 100kg.

Η εξέλιξη του πληθυσμού των ζιζανίων μετρήθηκε συνολικά σε 7 μετρήσεις, (ήτοι στις 11/05/2006, 20/06/2006, 20/07/2006, 04/08/2006, 29/08/2006, 14/09/2006,

02/10/2006). Για την μέτρηση του πληθυσμού πραγματοποιούνταν 5 ρίζεις του ξύλινου πλαισίου σε τυχαία κάθε φορά σημεία σε κάθε πειραματικό τεμάχιο και κατόπιν σημειωνόταν ο αριθμός και το είδος των ζιζανίων. Επακολουθούσε μέτρηση της χλωρής βιομάζας και εν συνεχεία τα δείγματα τοποθετούνταν σε ειδικές σακούλες και αφήνονταν στο θερμοκήπιο προκειμένου να γίνει η ξήρανσή τους και να υπολογιστεί η ξηρή βιομάζα τους.



Εικόνα 5.3 Ξύλινο πλαίσιο μέτρησης ζιζανίων

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων της περιοχής (ημερήσια μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα, καταγραφή της ημερήσιας βροχόπτωσης και εξάτμισης χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του αγροκτήματος.

Η μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.) έγινε στον αγρό με την επιλογή τριών τυχαίων φυτών από κάθε επανάληψη. Με τον ίδιο τρόπο πραγματοποιήθηκε και η μέτρηση του ύψους των φυτών.

Η εξέλιξη της παραγωγής σε χλωρή και ξηρή βιομάζα των μεταχειρίσεων μετρήθηκε συνολικά σε έξι στελεχοκοπές (09/07, 29/07, 18/08, 07/09, 22/09 και στις 07/10/06). Για την μέτρηση της χλωρής βιομάζας, σε κάθε δειγματοληψία, ελήφθησαν από τις δυο εκ των τεσσάρων κεντρικών σειρών του κάθε πειραματικού τεμαχίου, όλα τα φυτά που υπήρχαν σε δυο μη συνεχόμενα τρέχοντα μέτρα. Κατόπιν ακολουθούσε ο διαχωρισμός στον αγρό των φυτικών τμημάτων (φύλλα, βλαστοί και όργανα αναπαραγωγής) καθώς επίσης και το ζύγισμα των νωπών δειγμάτων. Χρησιμοποιήθηκε ειδική ζυγαριά ακριβείας με μέγιστο αποδεκτό βάρος τα 100kg.

Οι βλαστοί και τα φύλλα τοποθετήθηκαν σε ειδικές χάρτινες σακούλες και αφήνονταν στο θερμοκήπιο προκειμένου να γίνει η ξήρανσή τους και να υπολογιστεί η ξηρή βιομάζα τους.

Τέλος, τονίζεται ότι κατά την διάρκεια του πειράματος δεν έγινε καμία λιπαντική αγωγή ή άλλου είδους προσθήκη θρεπτικών στοιχείων στα πειραματικά τεμάχια.

5.5. Υπολογισμοί δόσεων άρδευσης και χρόνου άρδευσης και ποσότητας ζιζανιοκτόνου που εφαρμόστηκε στην άρδευση.

5.5.1. Θεωρητικός τρόπος υπολογισμών

Για τον υπολογισμό της άρδευσης με σταγόνα χρησιμοποιούνται συνήθως δυο τρόποι, ο θεωρητικός και ο πρακτικός (εξατμισόμετρο). Ο θεωρητικός τρόπος περιλαμβάνει τους παρακάτω υπολογισμούς:

→ Υπολογισμός της θεωρητικής δόσης άρδευσης (I_d):

$$I_d(\text{mm}) = \frac{(FC - PWP) * h * c * P * ASW}{10}$$

(1)

Όπου:

FC= Υδατοικανότητα

PWP= Σημείο Μόνιμης Μάρανσης

h= Βάθος ριζοστρώματος

c= Όριο εξάντλησης υγρασίας

P=Ποσοστό διαβροχής

ASW= Φαινόμενο Ειδικό Βάρος

→ Στη συνέχεια υπολογίζεται η πρακτική δόση άρδευσης (I_{da}):

$$I_{da}(\text{mm}) = I_d / 0,95 \quad (2)$$

Όπου: **0,95** το ποσοστό ωφελιμότητας του νερού άρδευσης

→ Το ωριαίο ύψος βροχής (I_{dh}) υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$I_{dh} = \frac{q * n}{S_r * S_t} \quad (3)$$

Όπου:

q= Παροχή σταλάκτη

S_r= Ισαποχή των γραμμών σποράς



St= ισαποχή των φυτών επί της γραμμής σποράς

n= αριθμός σταλακτήρων ανά φυτό

$$n = \frac{St}{2 * Se} \quad (4)$$

Όπου:

Se= ισαποχή σταλακτήρων.

Ο αριθμός **2** αναφέρεται στην τοποθέτηση των αγωγών εφαρμογής (σειρά παρά σειρά).

→ Η διάρκεια άρδευσης (It) υπολογίζεται από τη σχέση:

$$It(h) = Ida / Idh \quad (5)$$

→ Για τον υπολογισμό του εύρους άρδευσης χρησιμοποιούμε τη παρακάτω σχέση:

$$Ir(d) = Id / Etd \quad (6)$$

Όπου:

Etd = η μέση ημερήσια εξατμισοδιαπνοή (mm).

Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται διότι αφ'ενός η ημερήσια εξάτμιση κατά τη διάρκεια ενός μήνα δεν είναι ποτέ σταθερή, και αφετέρου διότι απαιτούνται συνήθως πολύ μεγάλοι χρόνοι λειτουργίας.

5.5.2. Πρακτικός τρόπος υπολογισμών

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε για την άρδευση της καλλιέργειας ήταν αυτή του εξατμισίμετρου τύπου A. Το εξατμισίμετρο A αποτελείται από μια κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένη λαμαρίνα και έχει διάμετρο 121cm και βάθος 25,4cm. Η τοποθέτηση του γίνεται σε ειδική ξύλινη βάση σε ύψος 15cm από την επιφάνεια του εδάφους. Εντός της λεκάνης βρίσκεται ογκομετρικός σωλήνας μήκους 28,5cm και διαμέτρου 1,2cm. Η χωρητικότητα του σωλήνα είναι 50ml με διακριτικότητα 0,1ml και σφάλμα τα 0,05ml.



Ο καθορισμός των δόσεων άρδευσης και για τις τρεις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισίμετρου τύπου A, πολλαπλασιάζοντας πάντα με το συντελεστή του εξατμισίμετρου ($K_{εξ}=0,80$).

→ Για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης για την επιφανειακή στάγδην άρδευση, η οποία αντιστοιχούσε στο 100% των ημερήσιων αναγκών σε νερό χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$I_{da_{επ}} \text{ (mm)} = E_{pan} \times E_{εξ} \times K_c \quad (7)$$

→ Στην υπόγεια στάγδην άρδευση επειδή ελαχιστοποιούνται οι απώλειες λόγω εξάτμισης και πραγματοποιείται άμεσα η εφαρμογή του αρδευτικού νερού στο ενεργό ριζόστρωμα των φυτών, μειώθηκε η χορηγούμενη δόση άρδευσης κατά 20% έναντι της επιφανειακής στάγδην άρδευσης που αντιστοιχούσε στο 100% των ημερήσιων αναγκών σε νερό.

Έτσι η πρακτική δόση άρδευσης στην υπόγεια στάγδην άρδευση καθώς και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση, οι οποίες αντιστοιχούσαν στο 80% των ημερήσιων αναγκών σε νερό υπολογίστηκε ως εξής:

$$I_{da_{υπ}} \text{ (mm)} = I_{da_{επ}} \times 80\% \quad (8)$$

→ Για τον χρονικό υπολογισμό της διάρκειας άρδευσης χρησιμοποιήθηκε ο τύπος:

$$I_t(h) = I_{da} / I_{dh} \quad (9)$$

Όπου:

I_{da} = πρακτική δόση άρδευσης

I_{dh} = ωριαίο ύψος βροχής

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

6.1. Κλιματικά Δεδομένα

Στο σχήμα 6.1 παρουσιάζονται τα κλιματικά δεδομένα (θερμοκρασία αέρα και βροχόπτωση), που επικράτησαν καθ'ολή τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου (από 11/05 έως και 04/10/2006) στο Βελεστίνο. Παράλληλα πραγματοποιείται η σύγκριση τους με τις μέσες κλιματικές τιμές θερμοκρασίας και βροχόπτωσης της τελευταίας 25ετίας για την υπό μελέτη περιοχή.

Η καλοκαιρινή περίοδος του 2006 χαρακτηρίζεται από σχετικά υψηλές τιμές βροχόπτωσης για τους μήνες, Ιούλιο και Σεπτέμβριο ενώ αντίθετα για τους υπόλοιπους μήνες (Ιούνιος, Αύγουστος και Οκτώβριος) παρατηρούμε κατά πολύ χαμηλότερες τιμές βροχόπτωσης από τις αντίστοιχες τιμές της 25ετίας.

Στον πίνακα 6.1 παρουσιάζεται η ποσοστιαία απόκλιση των τιμών βροχόπτωσης της καλλιεργητικής περιόδου του 2006 από τις αντίστοιχες μέσες μηνιαίες τιμές της τελευταίας εικοσιπενταετίας.

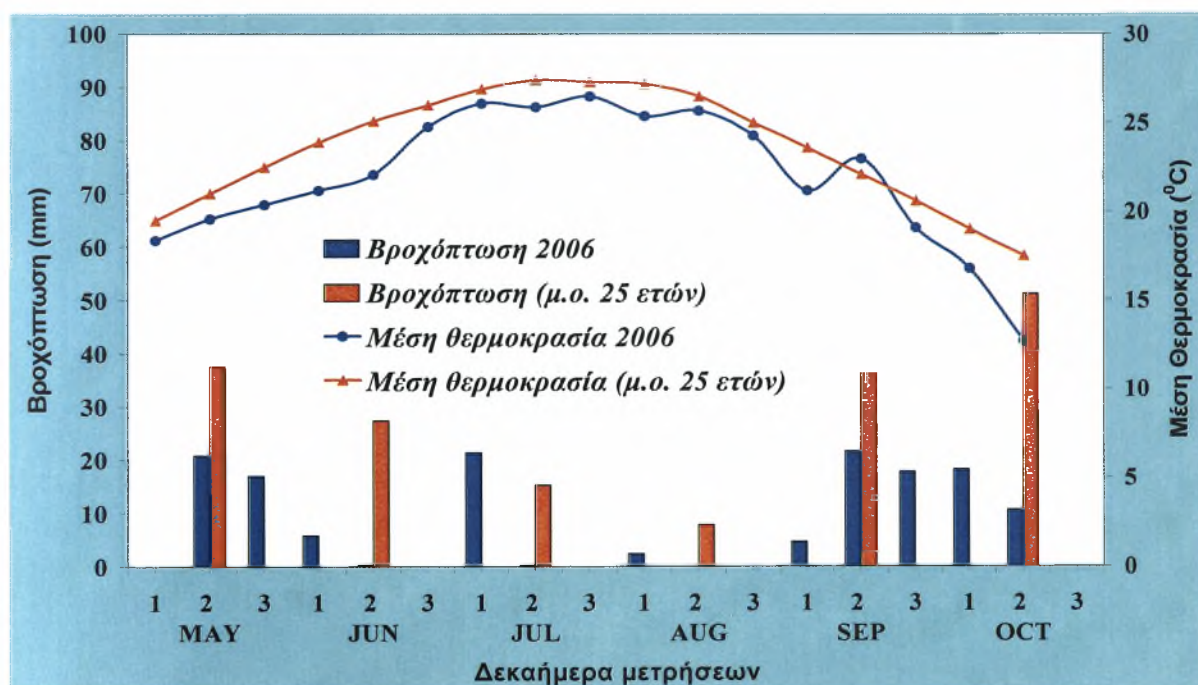
Στον πίνακα 6.2 συγκρίνονται οι θερμοκρασίες που επικράτησαν την καλλιεργητική περίοδο του 2006 με τις αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας της 25ετίας.

Πίνακας 6.1. Ποσοστιαία απόκλιση των τιμών της βροχόπτωσης για την καλλιεργητική περίοδο του 2006.

Μήνας	Μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης του 2006 (mm)	Μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης 25ετίας (mm)	Ποσοστιαία απόκλιση για την καλλιεργητική περίοδο του 2006 (%)
Μάιος	37,8	37,5	+0,8
Ιούνιος	6	27,4	-78
Ιούλιος	21,6	15,3	+29,2
Αύγουστος	2,4	7,8	-69,2
Σεπτέμβριος	44	36,3	+17,5
Οκτώβριος	28,8	51,2	-43,8

Πίνακας 6.2. Τιμές θερμοκρασίας για την καλλιεργητική περίοδο του 2006 και αντίστοιχες τιμές θερμοκρασίας της 25ετίας.

Μήνας	Θερμοκρ. 1 ^{ου} Δεκαημέρου (2006)	Θερμοκρ. 1 ^{ου} Δεκαημέρου (25ετίας)	Θερμοκρ. 2 ^{ου} Δεκαημέρου (2006)	Θερμοκρ. 2 ^{ου} Δεκαημέρου (25ετίας)	Θερμοκρ. 3 ^{ου} Δεκαημέρου (2006)	Θερμοκρ. 3 ^{ου} Δεκαημέρου (25ετίας)
Μάιος	18,4	19,5	19,6	21	20,4	22,5
Ιούνιος	21,2	23,9	22,1	25,1	24,8	26
Ιούλιος	26,1	26,9	25,9	27,4	26,5	27,3
Αύγουστος	25,4	27,2	25,7	26,5	24,3	25
Σεπτέμβριος	21,2	23,6	23	22,1	19,1	20,6
Οκτώβριος	16,8	19	12,7	17,5		



Σχήμα 6.1 Κλιματικά δεδομένα πειραματικού αγρού

6.1.1. Συζήτηση

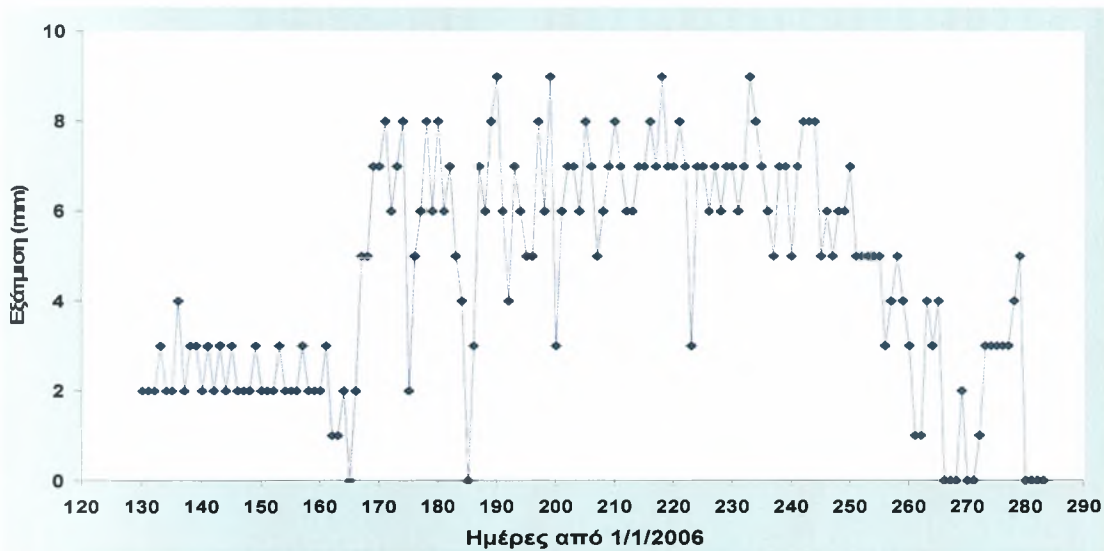
Οι θερμοκρασίες του αέρα ήταν ηπιότερες σε σχέση με την προηγούμενη 25ετία. Αντίθετα με τις τιμές των θερμοκρασιών, οι τιμές των βροχοπτώσεων για τους μήνες Μάιο, Ιούλιο και Σεπτέμβριο ήταν σχετικά μεγαλύτερες έναντι των αντίστοιχων τιμών των βροχοπτώσεων της 25ετίας.

Οι βροχοπτώσεις για τους μήνες Ιούνιο, Αύγουστο και Οκτώβριο ήταν κατά πολύ χαμηλότερες από αυτές της εικοσιπενταετίας. Όπως προκύπτει λοιπόν το καλοκαίρι του 2006 ήταν πιο ξηρό σε σχέση με το μέσο όρο της 25ετίας.

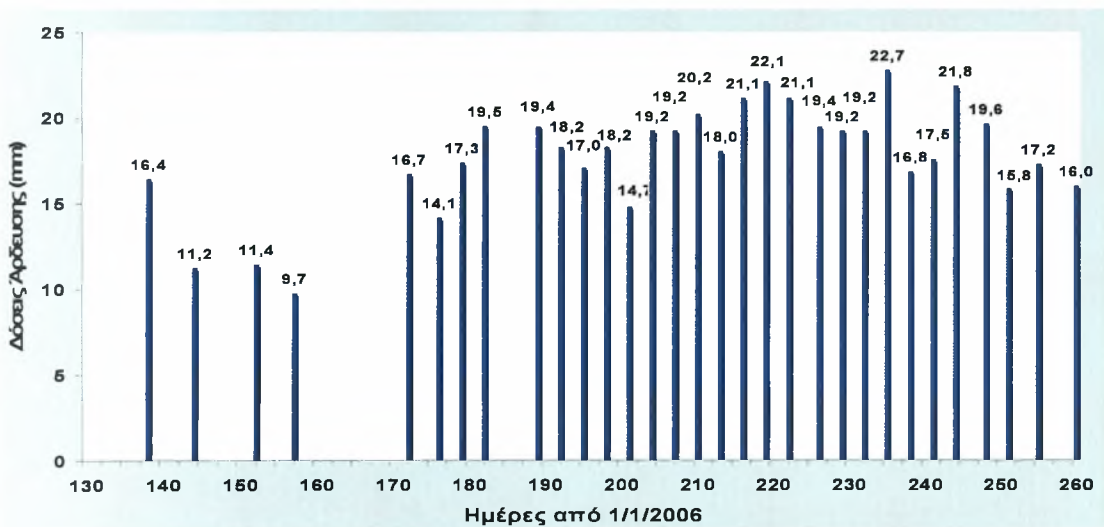
Στο σχήμα 6.2 απεικονίζεται η ημερήσια διακύμανση της εξάτμισης κατά τη διάρκεια του πειράματος. Παρατηρείται στο σχήμα 6.2 ότι σε ορισμένα σημεία η

εξάτμιση ορίζονται οι ενδείξεις του εξατμισόμετρου οι οποίες προέκυψαν όταν η ημερήσια βροχόπτωση ήταν ίση με την αντίστοιχη ημερήσια εξάτμιση.

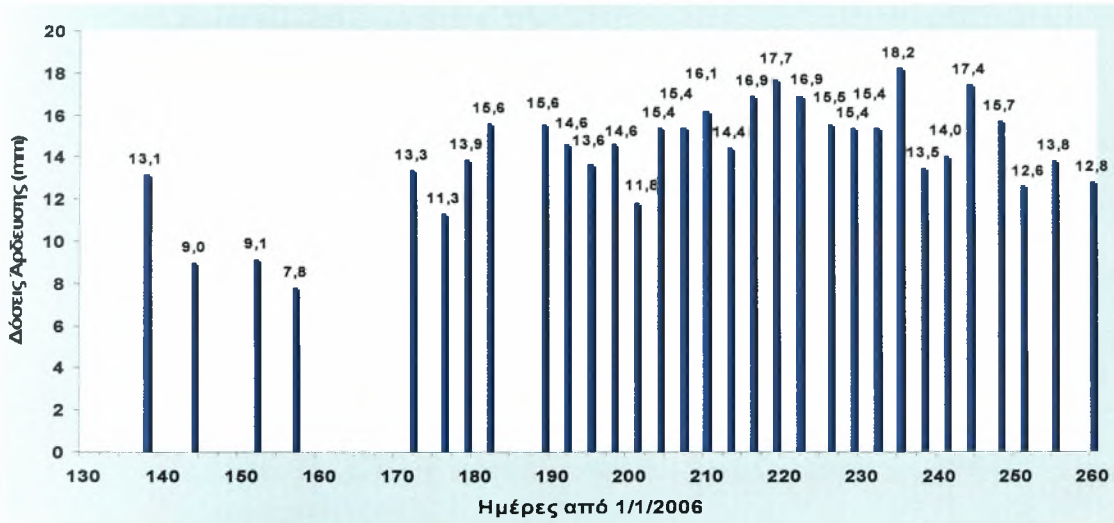
Στο σχήμα 6.3 παρουσιάζονται οι δόσεις άρδευσης για την επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm και στο σχήμα 6.4 οι δόσεις άρδευσης για την επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm και την υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm αντίστοιχα.



Σχήμα 6.2. Διακύμανση της εξάτμισης κατά τη διάρκεια του πειράματος



Σχήμα 6.3. Δόσεις άρδευσης στην επιφανειακή στάγδην στο 100% της ETm

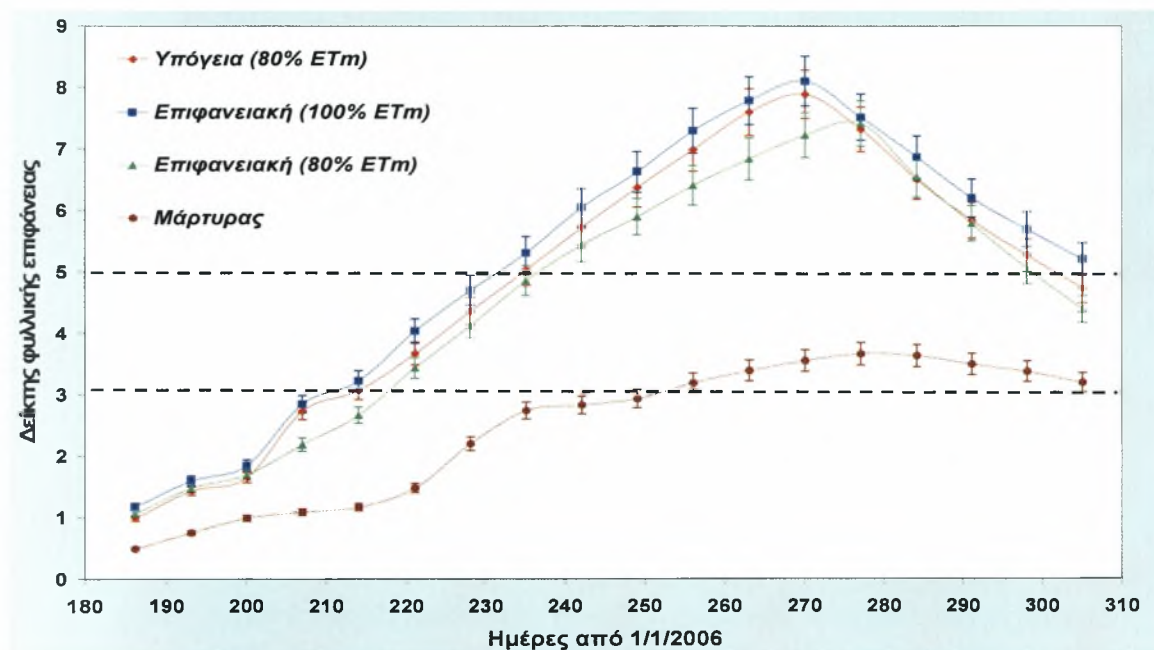


Σχήμα 6.4. Δόσεις άρδευσης στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην στο 80% της ETm

6.2. Φυλλική επιφάνεια (L.A.I.)

6.2.1. Αποτελέσματα

Στο σχήμα 6.5 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.) της καλλιέργειας για όλες τις μεταχειρίσεις καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2006 στο Βελεστίνο. Επίσης στον πίνακα 6.3 απεικονίζονται οι μέσοι όροι των μετρήσεων του L.A.I. για το σύνολο των μεταχειρίσεων.



Σχήμα 6.5. Η εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας L.A.I.

Η τιμή πέντε (5) για το δείκτη φυλλικής επιφάνειας έχει να κάνει με την αναγκαία και ικανή συνθήκη φυτοκάλυψης. Έτσι η τιμή πέντε (5) αντιστοιχεί στο 90% της φυτοκάλυψης. Η τιμή τρία (3) αντιστοιχεί στο 50% της φυτοκάλυψης και η τιμή (6) στο 99% της φυτοκάλυψης.

Από το παραπάνω διάγραμμα φαίνεται ότι η μεγαλύτερη τιμή μετρήθηκε στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm. Σε σχέση με την επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm και την υπόγεια στάγδην άρδευση η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm παίρνει την μέγιστη τιμή του L.A.I. μια εβδομάδα αργότερα (04/10) από τις άλλες δύο.

Πίνακας 6.3. Τιμές μετρήσεων του L.A.I. για το σύνολο των μεταχειρίσεων.

	Υπόγεια 80%ETm	Επιφανειακή 100%ETm	Επιφανειακή 80%ETm	Μάρτυρας
5/7/2006	0,99	1,18	1,07	0,49
12/7/2006	1,43	1,60	1,48	0,75
19/7/2006	1,65	1,85	1,70	0,99
26/7/2006	2,73	2,85	2,19	1,09
2/8/2006	3,07	3,23	2,67	1,17
9/8/2006	3,67	4,04	3,44	1,48
16/8/2006	4,36	4,70	4,13	2,20
23/8/2006	5,03	5,31	4,86	2,74
30/8/2006	5,72	6,05	5,44	2,83
6/9/2006	6,37	6,63	5,90	2,93
13/9/2006	6,99	7,30	6,41	3,19
20/9/2006	7,60	7,79	6,84	3,39
27/9/2006	7,89	8,11	7,23	3,55
4/10/2006	7,32	7,52	7,42	3,66
11/10/2006	6,50	6,87	6,54	3,63
18/10/2006	5,83	6,20	5,79	3,49
25/10/2006	5,26	5,69	5,05	3,37
1/11/2006	4,72	5,20	4,39	3,19

6.2.2. Συζήτηση

Μια σημαντική παρατήρηση η οποία αφορά τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων, στο στάδιο της γήρανσης των φύλλων, είναι η σαφής διαφοροποίηση στη χρονική διάρκεια της πτώσης της τιμής του L.A.I. κάτω από την τιμή 5.

Στις μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και της υπόγειας στάγδην άρδευσης η πτώση της τιμής του L.A.I. κάτω από την επιθυμητή τιμή 5 παρατηρήθηκε την περίοδο 25/10-01/11/2006. Αντίθετα η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm δεν πέφτει καθόλου κάτω από την τιμή 5. Ο μάρτυρας μετά βίας ξεπερνά την κατώτερη επιθυμητή τιμή τρία (3).

Συγκρίνοντας τη χρονική διάρκεια διατήρησης της τιμής του L.A.I. πάνω από την τιμή 5 για το σύνολο των μεταχειρίσεων παρατηρείται ότι στα πειραματικά που αρδεύτηκαν υπόγεια αυτή διήρκεσε συνολικά 67 ημέρες, στα πειραματικά της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm 77 ημέρες, στα πειραματικά της επιφανειακής στάγδην στο 80% της ETm 60 ημέρες ενώ στα πειραματικά του μάρτυρα δεν ξεπέρασε ουδέποτε την τιμή 5.

6.3. Ύψος Φυτών

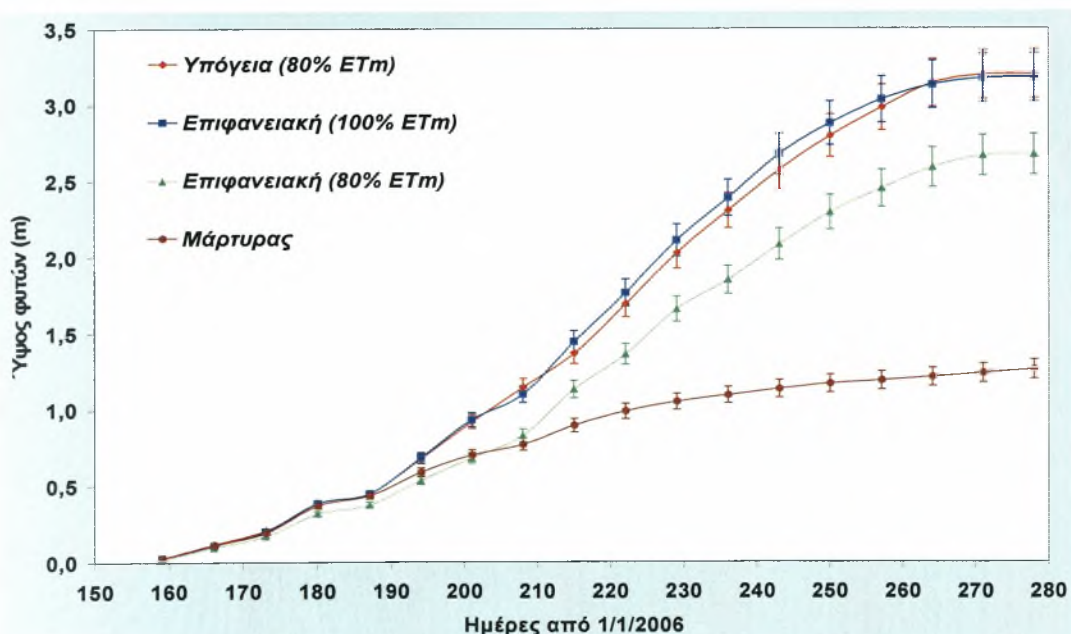
6.3.1. Αποτελέσματα

Η εξέλιξη του ύψους των φυτών όλων των μεταχειρίσεων όπου έγινε άρδευση καθώς επίσης και του μάρτυρα απεικονίζονται στο σχήμα 6.6 για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου του 2006. Στον πίνακα 6.4 παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές υψών των φυτών μαζί με τους μέσους όρους για τις αντίστοιχες περιόδους.

Πίνακας 6.4. Μέγιστες τιμές των υψών των μεταχειρίσεων

Περίοδος Μέτρησης	Μέγιστες τιμές υψών δείγματος και αντίστοιχοι μέσοι (cm)							
	Υπόγειο		Επιφανειακό 100%		Επιφανειακό 80%		Μάρτυρας	
Έως 30/06/06	47	μ.ο. 37	52	μ.ο. 38,5	51	μ.ο. 32	54	μ.ο. 37
Έως 31/07/06	192	μ.ο. 115	140	μ.ο. 110	170	μ.ο. 83	104	μ.ο. 77
Έως 31/08/06	316	μ.ο. 257	345	μ.ο. 267,5	324	μ.ο. 208	147	μ.ο. 113
Έως 30/09/06	378	μ.ο. 319	390	μ.ο. 317	364	μ.ο. 266,5	159	μ.ο. 123,5
Έως 31/10/06	378	μ.ο. 320	390	μ.ο. 318	365	μ.ο. 267,5	163	μ.ο. 126

Ο τελικός μέσος όρος ύψους στον μάρτυρα δεν ξεπέρασε το 126cm με μέγιστη τιμή τα 163cm. Στην υπόγεια στάγδην άρδευση ο τελικός μέσος όρος ήταν 320cm, με μέγιστη τιμή τα 378cm. Στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm ο αντίστοιχος μέσος όρος ήταν 267,5cm, με μέγιστη τιμή τα 365cm. Τέλος στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm ο τελικός μέσος όρος ήταν 318cm, με μέγιστη τιμή τα 390cm.



Σχήμα 6.6. Η εξέλιξη των υψών των φυτών στο σύνολο των μεταχειρίσεων.

Από το σχήμα 6.6 φαίνεται ότι μέχρι και τα τέλη Ιουνίου (180 ημέρες από 01/01/2006) όλες οι μεταχειρίσεις δεν παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές. Στα τέλη του επόμενου μήνα, του Ιουλίου (210 ημέρες από 01/01/2006) η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης μαζί με την μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm εμφανίζουν μια διαφοροποίηση έναντι των υπόλοιπων μεταχειρίσεων, ήτοι του μάρτυρα και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm. Επιπλέον οι δύο τελευταίες μεταχειρίσεις (μάρτυρας και επιφανειακή στάγδην στο 80% της ETm) δεν παρουσιάζουν διαφορές μεταξύ τους.

Στα μέσα Σεπτεμβρίου (260 ημέρες από 01/01/2006) είναι ευδιάκριτες οι διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Την μεγαλύτερη ανάπτυξη την παρατηρούμε στις μεταχειρίσεις της υπόγειας στάγδην άρδευσης και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm. Ακολουθεί η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και τελευταία είναι η μεταχείριση του μάρτυρα. Από τα μέσα Σεπτεμβρίου και μέχρι το τέλος παρατηρείται μια σταθεροποίηση του ύψους σε όλες συνολικά τις μεταχειρίσεις.

6.3.2. Συζήτηση

Συμπερασματικά σαφή υπεροχή εμφανίζουν οι τιμές του ύψους των φυτών όπου έγινε υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm και τη επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm έναντι των υπολοίπων μεταχειρίσεων. Προκύπτει ότι η υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm είναι ισοδύναμη με την επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100 της ETm.

Επομένως, με τη χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης επιταχύνθηκε η ανάπτυξη των φυτών κυρίως εξαιτίας της άμεσης διοχέτευσης του αρδευτικού νερού στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών.

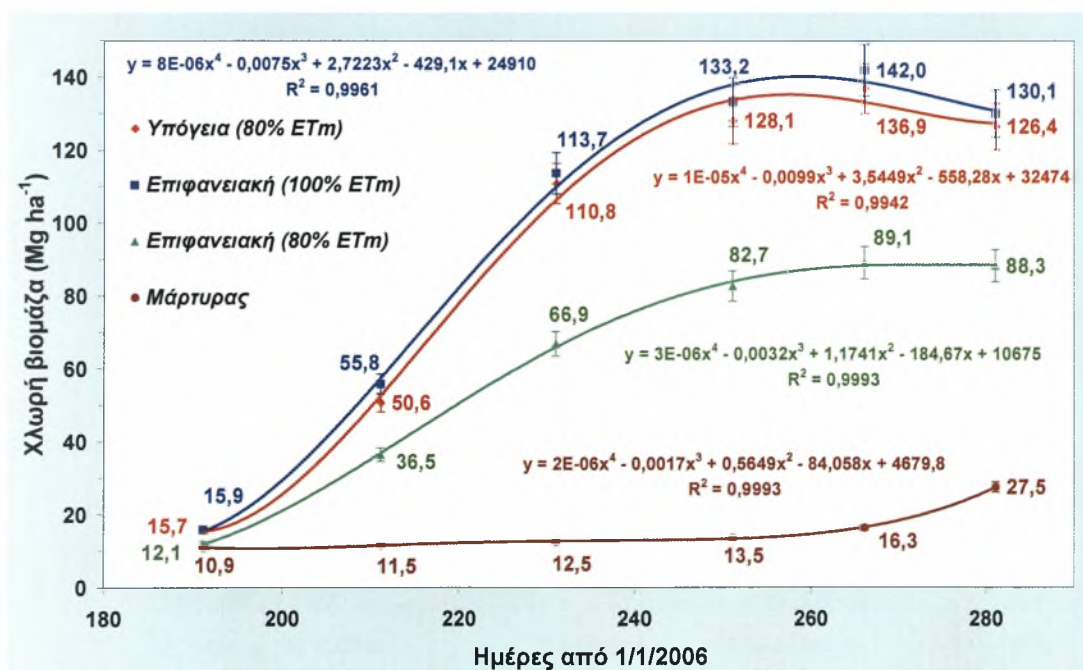
6.4. Χλωρή βιομάζα Γλυκού σόργου

6.4.1. Αποτελέσματα

Στο σχήμα 6.7 απεικονίζεται η εξέλιξη της χλωρής βιομάζας καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2006 για όλες τις μεταχειρίσεις, καθώς επίσης και οι πολυωνυμικές εξισώσεις της μεταβολής της χλωρής βιομάζας των μεταχειρίσεων.

Στους πίνακες 6.5 και 6.6 παρουσιάζονται η παραγωγή σε $t \text{ στρ.}^{-1}$ και η παραγωγικότητα σε $kg \text{ d}^{-1} \text{ στρ.}^{-1}$ της χλωρής βιομάζας των μεταχειρίσεων για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου του 2006, αντίστοιχα.

Τέλος στο σχήμα 6.8 απεικονίζεται η παραγωγικότητα σε χλωρή βιομάζα όλων των μεταχειρίσεων.



Σχήμα 6.7. Εξέλιξη της χλωρής βιομάζας για το σύνολο των μεταχειρίσεων.

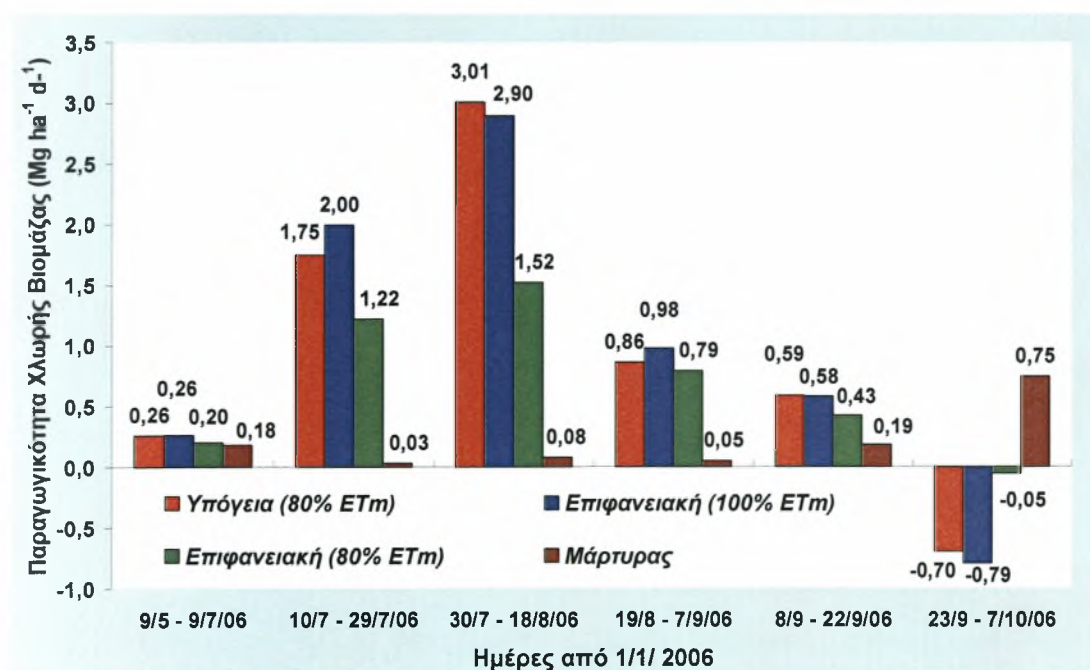
Πίνακας 6.5. Παραγωγή χλωρής βιομάζας σε $Mg \text{ ha}^{-1}$ όλων των μεταχειρίσεων.

Ημερομηνία μετρήσεων	Παραγωγή χλωρής βιομάζας ($Mg \text{ ha}^{-1}$)			
	Υπόγειο	Επιφανειακό 100%	Επιφανειακό 80%	Μάρτυρας
09/07/2006	15,7	15,8	12,1	10,9
29/07/2006	50,6	55,8	36,5	11,5
18/08/2006	110,8	113,7	66,9	12,5
07/09/2006	128,1	133,2	82,7	13,5
22/09/2006	136,9	142,0	89,1	16,3
07/10/2006	126,4	130,1	88,3	27,5

Όπως φαίνεται από τον πίνακα 6.5 και το σχήμα 6.7 η μεγαλύτερη παραγωγή επιτεύχθηκε στη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm, με μέγιστη τιμή τους 142,0 Mg ha⁻¹. Δεύτερη σε παραγωγή χλωρής βιομάζας ήταν οι μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης με μέγιστη τιμή τους 136,9 Mg ha⁻¹. Από το σχήμα και τον αντίστοιχο πίνακα διαφαίνεται ότι η διαφορά μεταξύ των δύο προαναφερθέντων μεταχειρίσεων δεν ήταν μεγαλύτερη του 0,50 Mg ha⁻¹.

Αντίθετα, οι μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και του μάρτυρα παρουσίασαν σαφώς μικρότερη παραγωγή με τον μάρτυρα να έχει την μικρότερη παραγωγή. Έτσι η μέγιστη τιμή παραγωγής που μετρήθηκε στη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm ήταν 8,91 Mg ha⁻¹ ενώ για τον μάρτυρα η αντίστοιχη τιμή ήταν 2,75 Mg ha⁻¹.

Η ανοδική τάση που έχει προς το τέλος η καμπύλη του μάρτυρα στο σχήμα 6.7 οφείλεται στις βροχοπτώσεις της περιόδου Οκτωβρίου.



Σχήμα 6.8 Παραγωγικότητα σε χλωρή βιομάζα για όλες τις μεταχειρίσεις.

Στο σχήμα της παραγωγικότητας παρατηρείται ότι την μεγαλύτερη παραγωγικότητα τη παρουσίασε η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης το διάστημα από 30 Ιουλίου μέχρι και τις 18 Αυγούστου.

Στα τέλη Σεπτεμβρίου και μέχρι την λήξη του πειράματος παρατηρούνται αρνητικοί ρυθμοί παραγωγικότητας για όλες τις μεταχειρίσεις εκτός του μάρτυρα, ο οποίος παρουσιάζει θετικές τιμές παραγωγικότητας.

Πίνακας 6.6. Παραγωγικότητα χλωρής βιομάζας σε kg/d/στρ. όλων των μεταχειρίσεων.

Περίοδοι Μέτρησης	Παραγωγικότητα χλωρής βιομάζας (kg/d/στρ.)			
	ΥΠΟΓΕΙΟ	ΕΠΙΦ.100%	ΕΠΙΦ.80%	ΜΑΡΤΥΡΑΣ
09/05-09/07/06	0,26	0,26	0,20	0,18
10/07-29/07/06	1,75	2,00	1,22	0,03
30/07-18/08/06	3,01	2,89	1,52	0,08
19/08-07/09/06	0,86	0,98	0,79	0,05
08/09-22/09/06	0,59	0,58	0,43	0,19
23/09-07/10/06	-0,70	-0,79	-0,05	0,75

6.4.2. Συζήτηση

Συμπερασματικά, μπορεί να αναφερθεί, πρώτον η ανάγκη χρήσης αρδευτικού νερού συμπληρωματικά ακόμα και στις χαμηλών απαιτήσεων καλλιέργειες για την κάλυψη των αναγκών σε εξατμισοδιαπνοή, και δεύτερον η χρήση της υπόγειας άρδευσης προσφέρει αρκετά σημαντικά πλεονεκτήματα όπως η μεγιστοποίηση της παραγωγικότητας αλλά και η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.

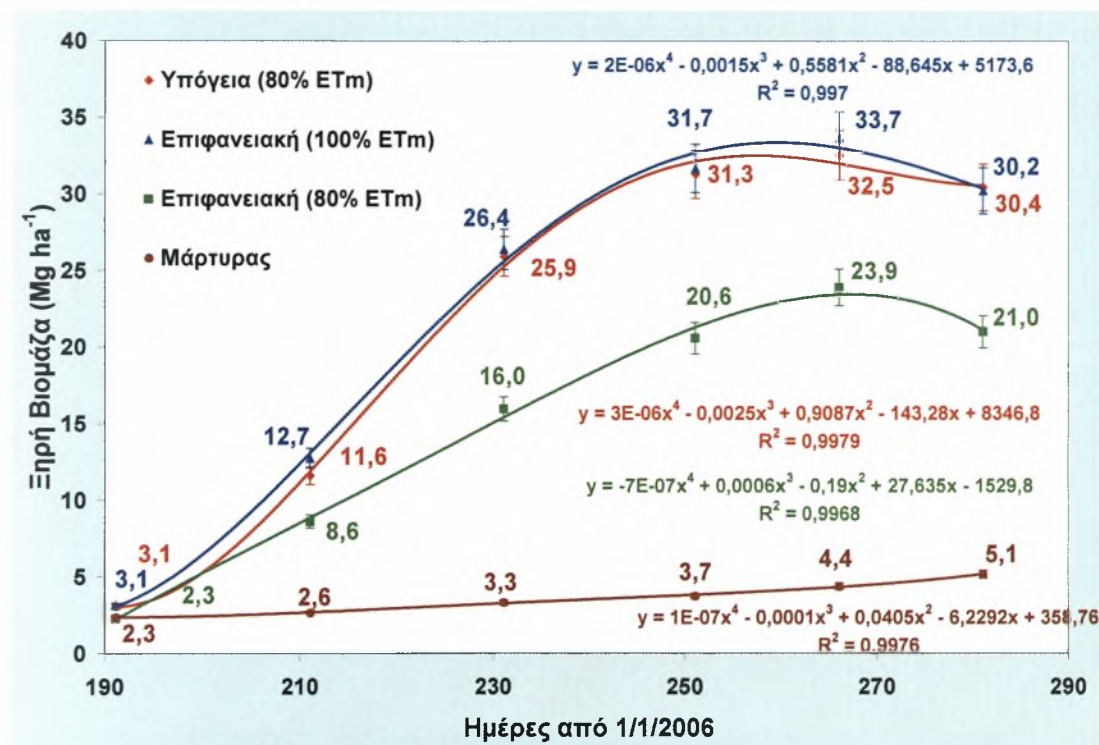
Η επίτευξη της μέγιστης τιμής παραγωγικότητας από την μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης οφείλεται στο γεγονός ότι με την υπόγεια στάγδην άρδευση γίνεται άμεση διοχέτευση του αρδευτικού νερού στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών με ταυτόχρονη ελαχιστοποίηση των απωλειών λόγω εξάτμισης.

Τέλος, οι τιμές παραγωγικότητας θεωρούνται εξαιρετικά υψηλές σε σχέση με αποδόσεις που έχουν καταγραφεί στο παρελθόν (Panoutsou, 1999; Sakellariou – Makrantonaki et al., 2001) και μάλιστα απουσία λιπαντικής αγωγής καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

6.5. Ξηρή βιομάζα Γλυκού σόργου

6.5.1. Αποτελέσματα

Η μεταβολή σε παραγωγή ξηρής βιομάζας των μεταχειρίσεων παρουσιάζεται στο σχήμα 6.9 και στο σχήμα 6.10 παρουσιάζεται η παραγωγικότητα σε ξηρή βιομάζα για το σύνολο των μεταχειρίσεων. Στους πίνακες 6.7 και 6.8 παρουσιάζονται η παραγωγή σε Mg ha^{-1} και η παραγωγικότητα σε $\text{kg d}^{-1} \text{ στρ.}^{-1}$ της ξηρής βιομάζας των μεταχειρίσεων για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου του 2006, αντίστοιχα.



Σχήμα 6.9. Εξέλιξη της παραγωγής σε ξηρή βιομάζα για το σύνολο των μεταχειρίσεων

Πίνακας 6.7. Παραγωγή ξηρής βιομάζας σε Mg ha^{-1} όλων των μεταχειρίσεων.

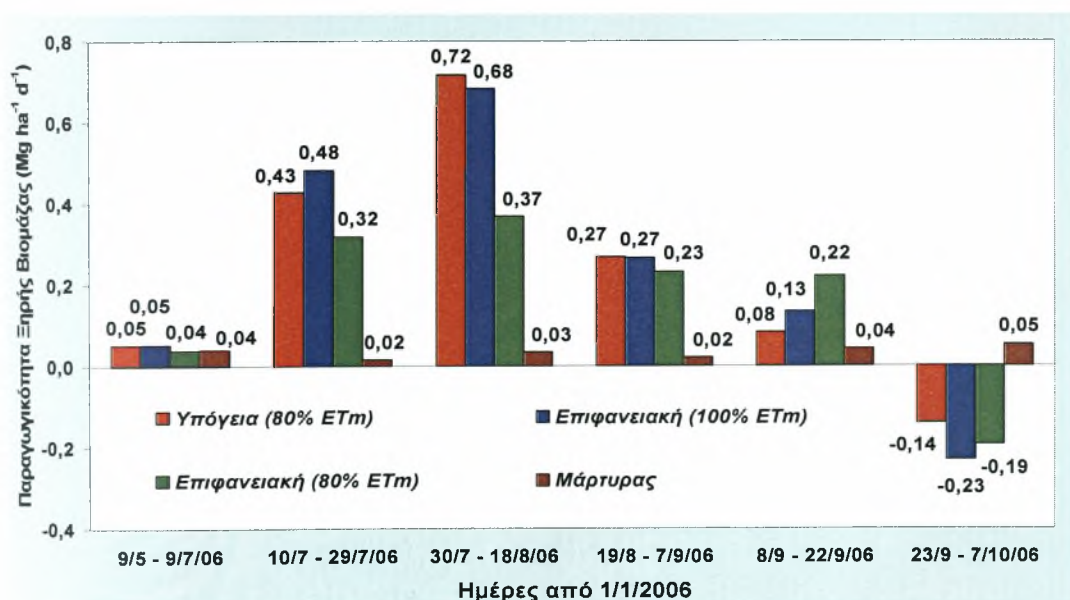
Ημερομηνία μετρήσεων	Παραγωγή ξηρής βιομάζας (Mg ha^{-1})			
	Υπόγειο	Επιφανειακό 100%	Επιφανειακό 80%	Μάρτυρας
09/07/2006	3,1	3,1	2,3	2,3
29/07/2006	11,6	12,7	8,6	2,6
18/08/2006	25,9	26,4	16,0	3,3
07/09/2006	31,3	31,7	20,6	3,7
22/09/2006	32,5	33,7	23,9	4,4
07/10/2006	30,4	30,2	21,0	5,1

Εύκολα κανείς συγκρίνοντας τα σχήματα της χλωρής και της ξηρής βιομάζας του γλυκού Σόργου διαπιστώνει ότι σχεδόν έχουν την ίδια μορφή. Όπως φαίνεται από τον πίνακα 6.7 και το σχήμα 6.9 η μεγαλύτερη παραγωγή μετρήθηκε στη

μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm, με μέγιστη τιμή τους 33,70 Mg ha⁻¹. Δεύτερη σε παραγωγή ξηρής βιομάζας ήταν η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης με μέγιστη τιμή τους 3,254 Mg ha⁻¹. Αντίθετα η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και του μάρτυρα παρουσίασαν σαφώς μικρότερη παραγωγή με τον μάρτυρα να έχει, όπως και στην χλωρή βιομάζα, την μικρότερη παραγωγή. Έτσι η μέγιστη τιμή παραγωγής που μετρήθηκε στη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm ήταν 2,391 Mg ha⁻¹ ενώ για τον μάρτυρα η αντίστοιχη τιμή ήταν 0,513 Mg ha⁻¹. Οι μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm και της υπόγειας στάγδην άρδευσης δεν παρουσίασαν στατιστικώς σημαντικές διαφορές, σε αντίθεση με την επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm και τον μάρτυρα.

Πίνακας 6.8. Παραγωγικότητα ξηρής βιομάζας σε kg d⁻¹ στρ.⁻¹ όλων των μεταχειρίσεων.

Περίοδοι Μέτρησης	Παραγωγικότητα ξηρής βιομάζας (kg/d/στρ.)			
	Υπόγειο	Επιφανειακό 100%	Επιφανειακό 80%	Μάρτυρας
09/05-09/07/06	0,051	0,052	0,038	0,039
10/07-29/07/06	0,427	0,481	0,317	0,015
30/07-18/08/06	0,717	0,683	0,368	0,034
19/08-07/09/06	0,268	0,265	0,231	0,021
08/09-22/09/06	0,083	0,134	0,221	0,042
23/09-07/10/06	-0,141	-0,231	-0,193	0,052



Σχήμα 6.10 Παραγωγικότητα σε ξηρή βιομάζα για όλες τις μεταχειρίσεις.

Από το σχήμα της παραγωγικότητας της ξηρής βιομάζας, προκύπτει ότι η μεγαλύτερη παραγωγικότητα επιτεύχθηκε στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης, την περίοδο από 30 Ιουλίου έως και 18 Αυγούστου.

Παρατηρείται επίσης από τις 18 Αυγούστου και μέχρι τέλους τους πειράματος μία μείωση στην παραγωγικότητα για όλες τις μεταχειρίσεις πλην του μάρτυρα, η οποία μείωση της παραγωγικότητας την περίοδο 23 Σεπτεμβρίου με 7 Οκτωβρίου λαμβάνει αρνητικές τιμές. Ο μάρτυρας καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου διατηρεί θετικές τιμές παραγωγικότητας και μάλιστα την περίοδο 23 Σεπτεμβρίου με 7 Οκτωβρίου επιτυγχάνει την μεγαλύτερη τιμή παραγωγικότητας.

6.5.2. Συζήτηση

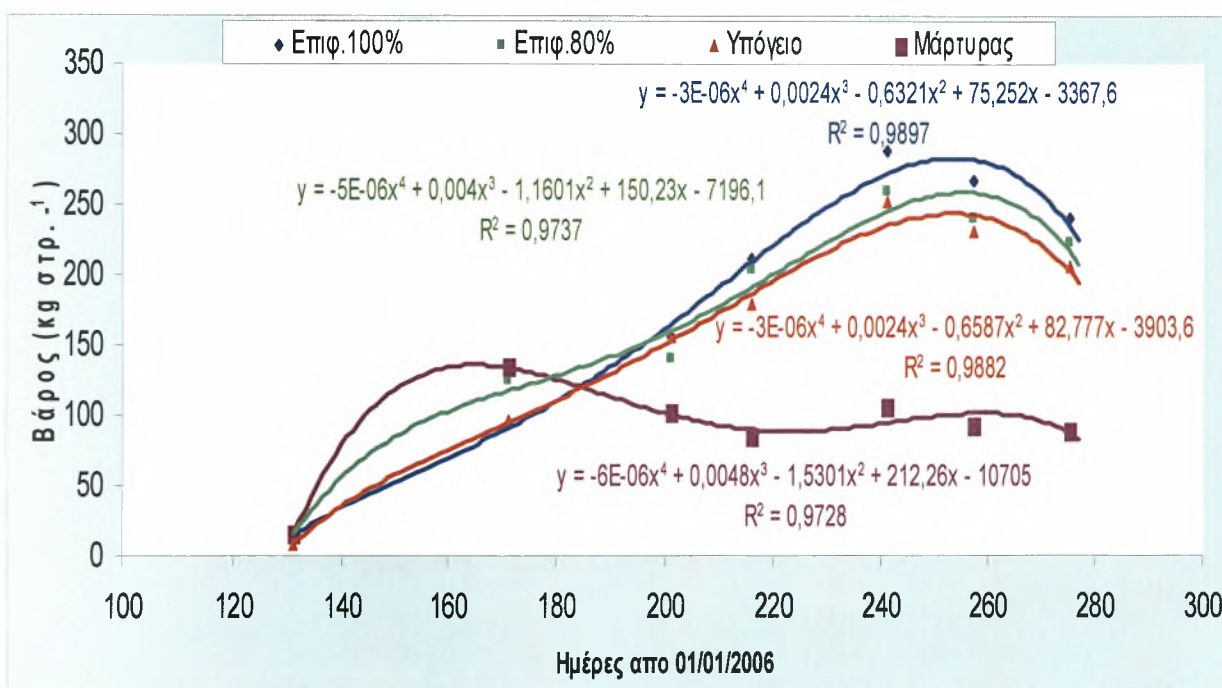
Συμπερασματικά, μπορεί να αναφερθεί ότι τα φυτά των μεταχειρίσεων της υπόγειας στάγδην άρδευσης και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm είχαν υψηλότερες τελικές τιμές ξηρής βιομάζας. Επίσης επέδειξαν και ταχύτερους ρυθμούς παραγωγικότητας, ακολουθώντας τις αντίστοιχες τιμές παραγωγής σε χλωρή βιομάζα.

6.6. Χλωρή και Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων

6.6.1. Χλωρή Βιομάζα Ζιζανίων

Στο σχήμα 6.11 απεικονίζεται η εξέλιξη της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2006 για όλες τις μεταχειρίσεις. Στον πίνακα 6.9 παρουσιάζονται οι τιμές της χλωρής βιομάζας των μεταχειρίσεων για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου του 2006, αντίστοιχα.

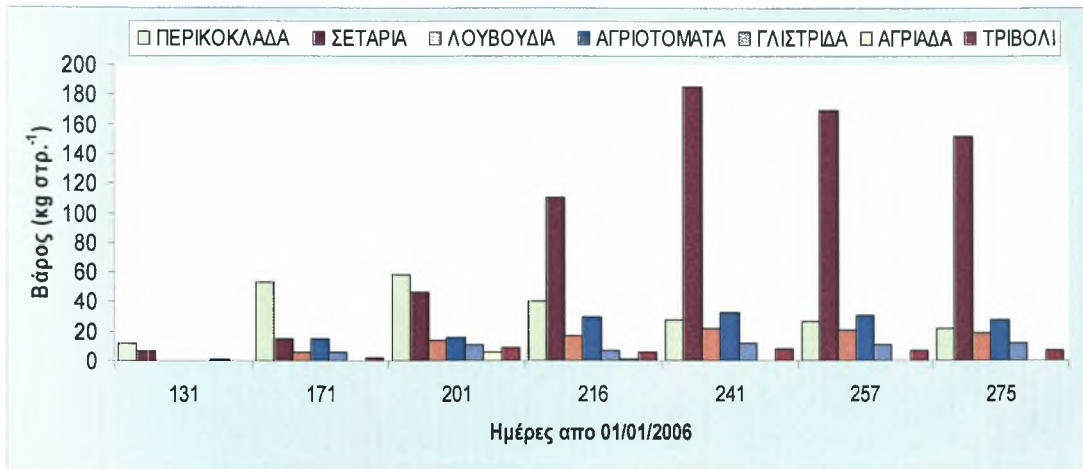
Στα σχήματα 6.12 – 6.15 απεικονίζεται η χλωρή βιομάζα των ζιζανίων ξεχωριστά σε κάθε μεταχείριση και στα σχήματα 6.16-6.19 απεικονίζεται συνολικά ο πληθυσμός των ζιζανίων σε κάθε μεταχείριση.



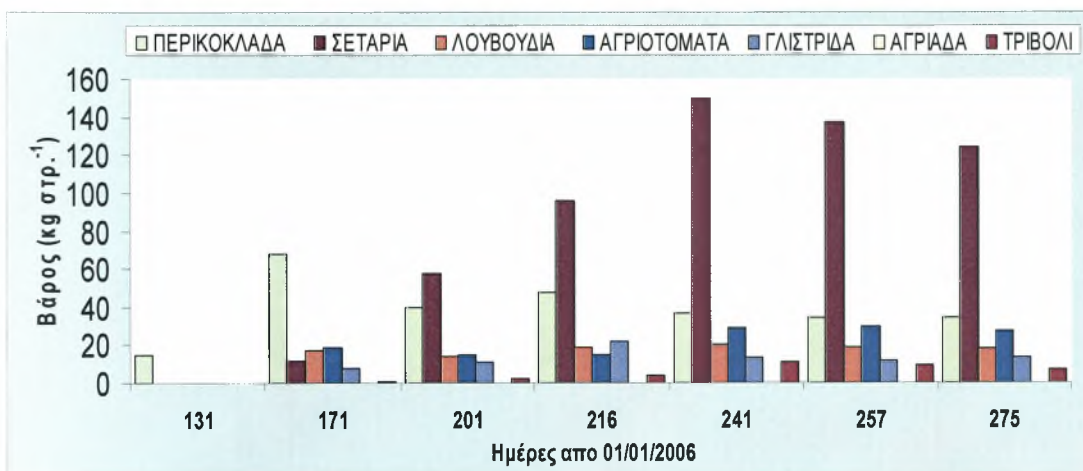
Σχήμα 6.11. Εξέλιξη της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων για το σύνολο των μεταχειρίσεων της καλλιεργητικής περιόδου 2006.

Πίνακας 6.9. Οι τιμές της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων για το σύνολο των μεταχειρίσεων της καλλιεργητικής περιόδου 2006.

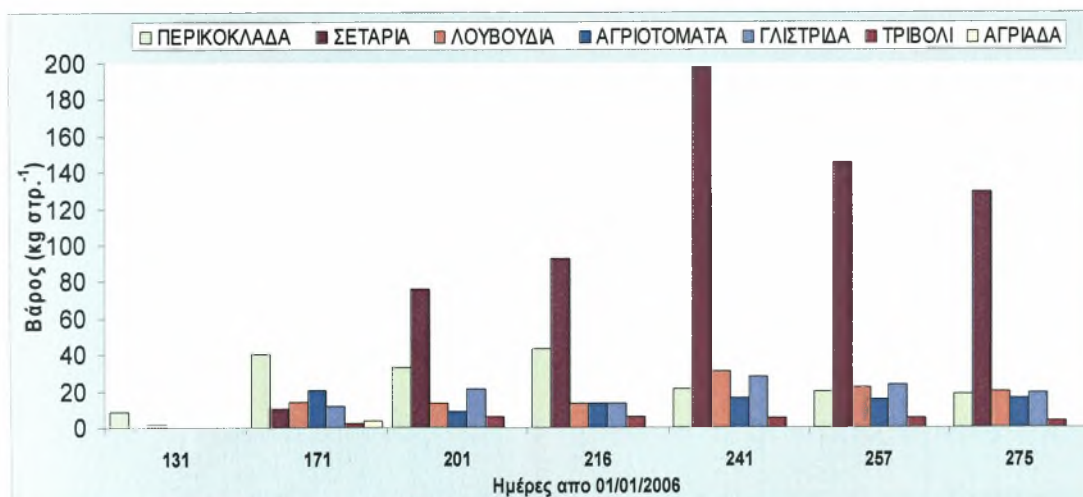
Ημερομηνία μετρήσεων	Χλωρή Βιομάζα Ζιζανίων (σε kg στρ. ⁻¹)			
	Υπόγειο	Επιφανειακό 100%	Επιφανειακό 80%	Μάρτυρας
11/05/2006	14,10	14,78	8,636	14,87
20/06/2006	94,80	124,50	96,00	134,50
20/07/2006	156,00	140,00	155,00	101,00
04/08/2006	211,00	204,00	178,00	84,00
29/08/2006	288,00	260,00	251,00	105,00
14/09/2006	266,96	241,00	230,00	93,00
02/10/2006	240,00	223,00	206,00	89,00



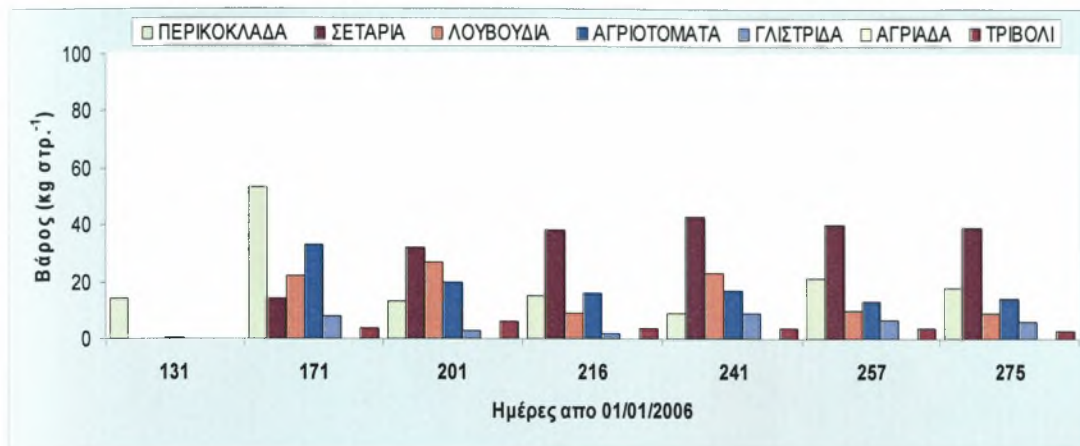
Σχήμα 6.12. Οι μετρήσεις της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ΕΤm.



Σχήμα 6.13. Οι μετρήσεις της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ΕΤm.



Σχήμα 6.14. Οι μετρήσεις της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της υπόγειας στάγδην άρδευσης στο 80% της ΕΤm.



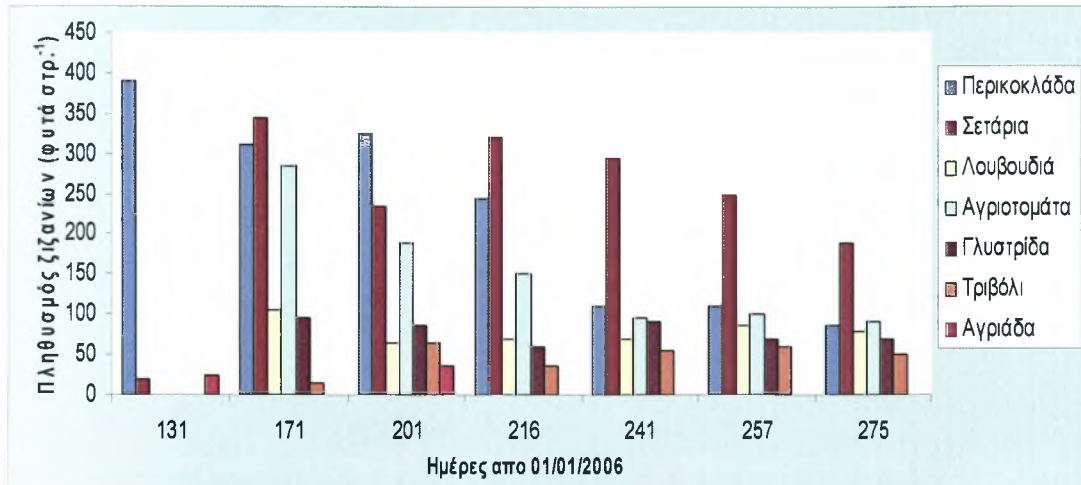
Σχήμα 6.15. Οι μετρήσεις της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα.

Όπως προκύπτει από το σχήμα της εξέλιξης της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων μέχρι και την τρίτη μέτρηση (20/07/2006) οι τρεις μεταχειρίσεις, ήτοι η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm, η υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm και η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm δεν φαίνεται να έχουν διαφοροποίηση μεταξύ τους. Ο μάρτυρας είχε τα λιγότερα ζιζάνια και επομένως και την μικρότερη τιμή χλωρής βιομάζας καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

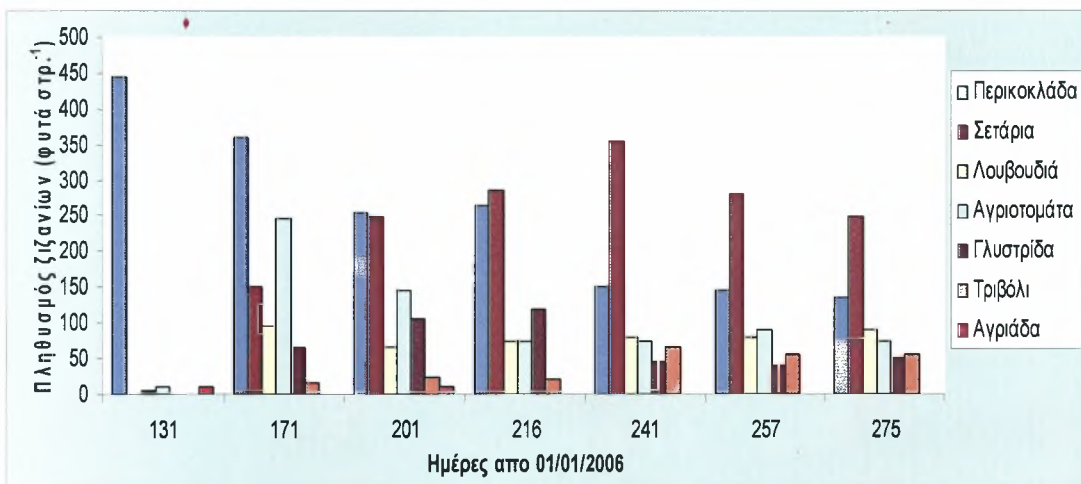
Από τις 04/08/2006 και μέχρι τέλους προκύπτει ότι η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm είχε τις μεγαλύτερες τιμές χλωρής βιομάζας ζιζανίων. Ακολουθούσε η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm και τρίτη ήταν η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm.

Παρατηρήθηκε μια μείωση της χλωρής βιομάζας των ζιζανίων στην υπόγεια στάγδην άρδευση από τις 04/08/2006 χωρίς βεβαίως να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις επιφανειακές μεταχειρίσεις.

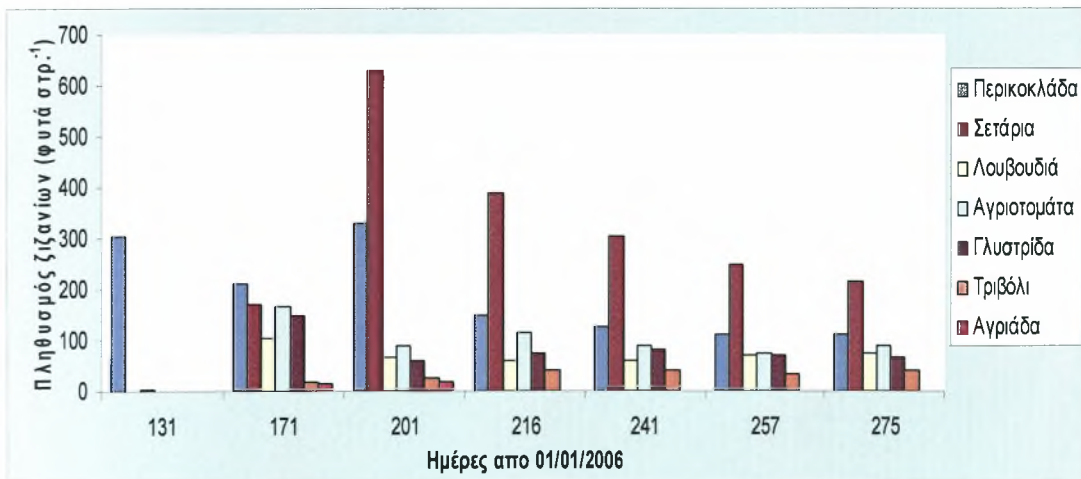
Από τα σχήματα 6.12 έως και 6.15 προκύπτει ότι σε όλες τις μεταχειρίσεις τα κυρίαρχα ζιζάνια ήταν η Σετάρια (*Setaria spp.*) και η Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*).



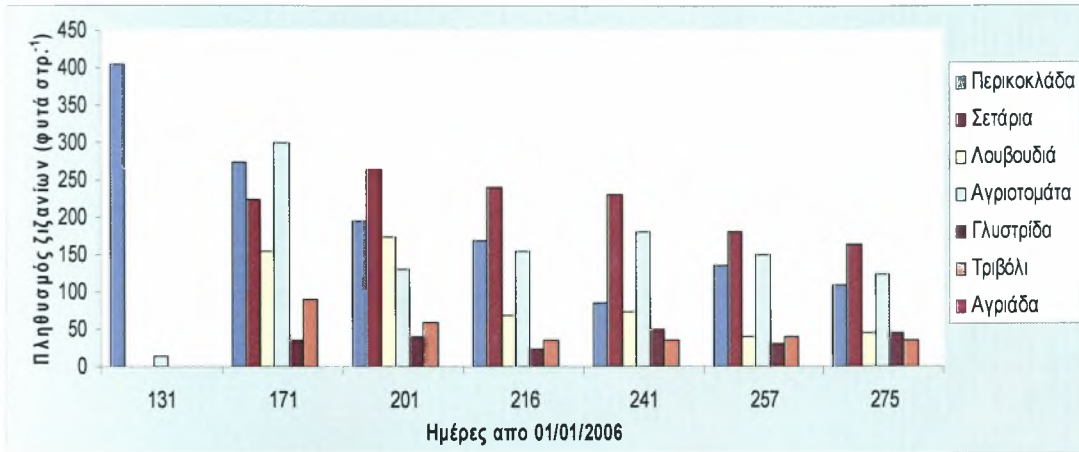
Σχήμα 6.16. Ο συνολικός πληθυσμός των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm.



Σχήμα 6.17. Ο συνολικός πληθυσμός των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm.



Σχήμα 6.18. Ο συνολικός πληθυσμός των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της υπόγειας στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm



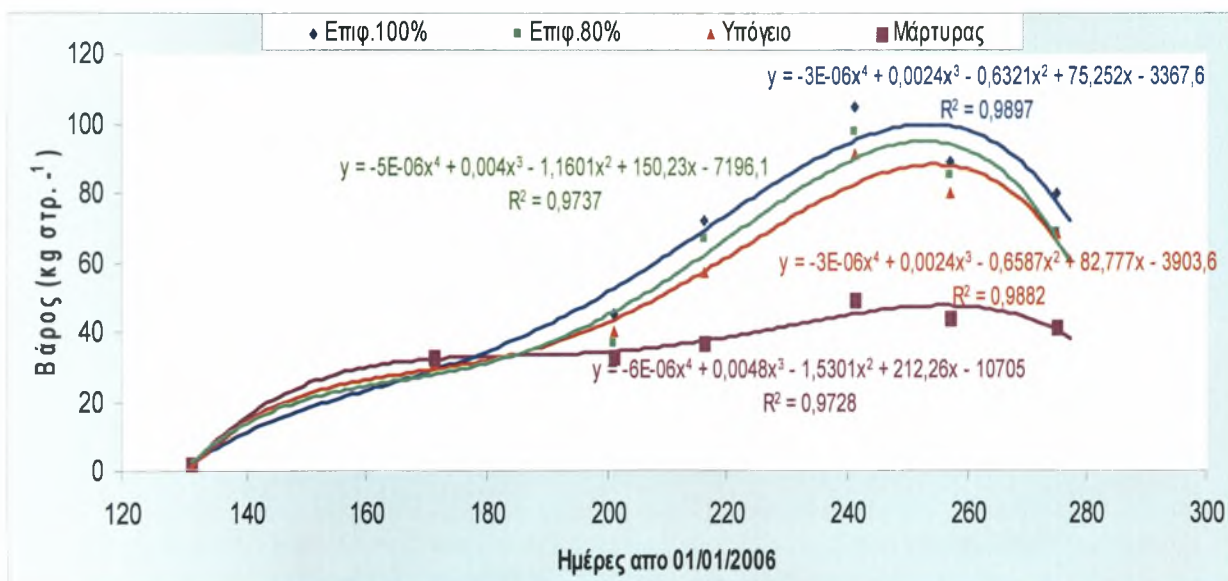
Σχήμα 6.19. Ο πληθυσμός των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια του μάρτυρα.

Από τα σχήματα 6.16 έως 6.19 προκύπτει ότι τα ζιζάνια που είχαν τους μεγαλύτερους πληθυσμούς ήταν πρώτη η Σετάρια (*Setaria spp.*), η Περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*) και η Αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*).

6.6.2. Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων

Στο σχήμα 6.20 απεικονίζεται η εξέλιξη της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων καθ'όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου του 2006 για όλες τις μεταχειρίσεις. Στον πίνακα 6.10 παρουσιάζονται οι τιμές της ξηρής βιομάζας των μεταχειρίσεων για το σύνολο της καλλιεργητικής περιόδου του 2006, αντίστοιχα.

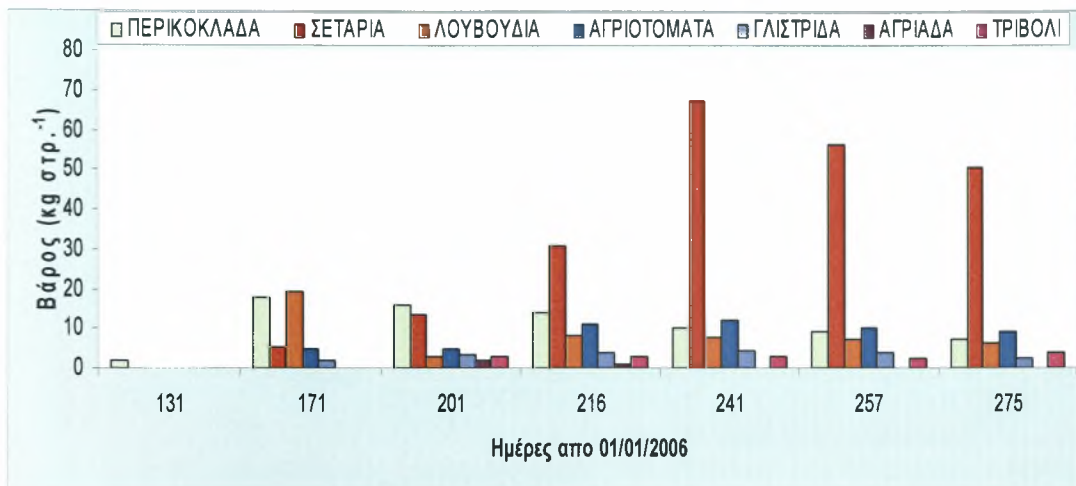
Στα σχήματα 6.21 – 6.24 απεικονίζεται η ξηρή βιομάζα των ζιζανίων ξεχωριστά σε κάθε μεταχείριση.



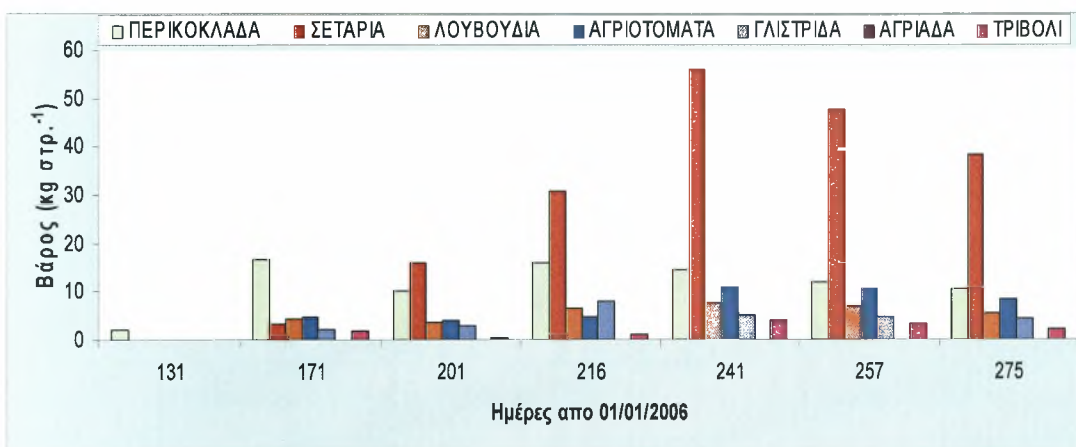
Σχήμα 6.20. Εξέλιξη της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων για το σύνολο των μεταχειρίσεων της καλλιεργητικής περιόδου 2006.

Πίνακας 6.10. Οι τιμές της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων για το σύνολο των μεταχειρίσεων της καλλιεργητικής περιόδου 2006.

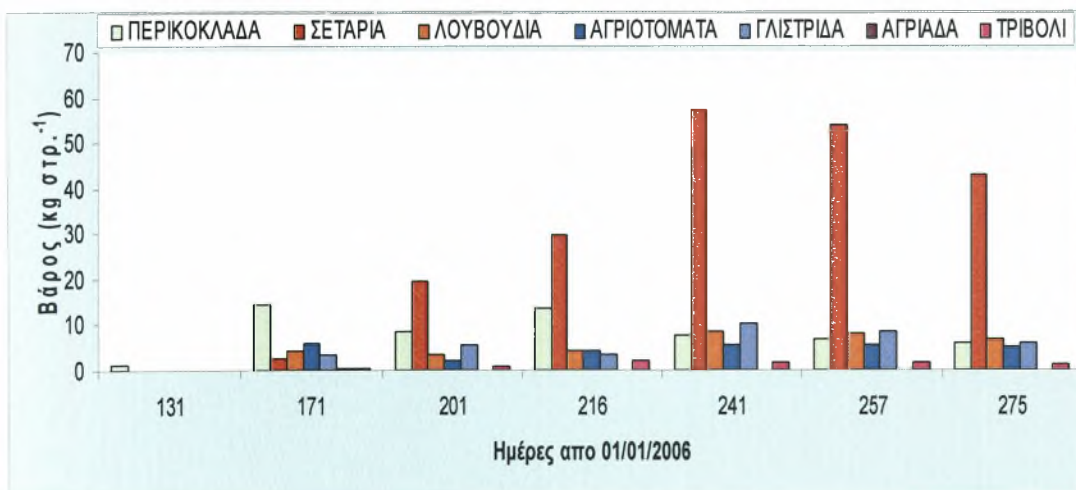
Ημερομηνία μετρήσεων	Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων (σε Kg στρ. ⁻¹)			
	Επιφ.100%	Επιφ.80%	Υπόγειο	Μάρτυρας
11/05/2006	1,95	2,08	1,10	1,90
20/06/2006	32,00	31,00	31,00	33,00
20/07/2006	45,00	37,00	40,00	33,00
04/08/2006	72,00	67,00	57,00	37,00
29/08/2006	105,00	98,00	91,00	49,00
14/09/2006	89,00	85,00	80,00	44,00
02/10/2006	80,00	69,00	68,00	41,00



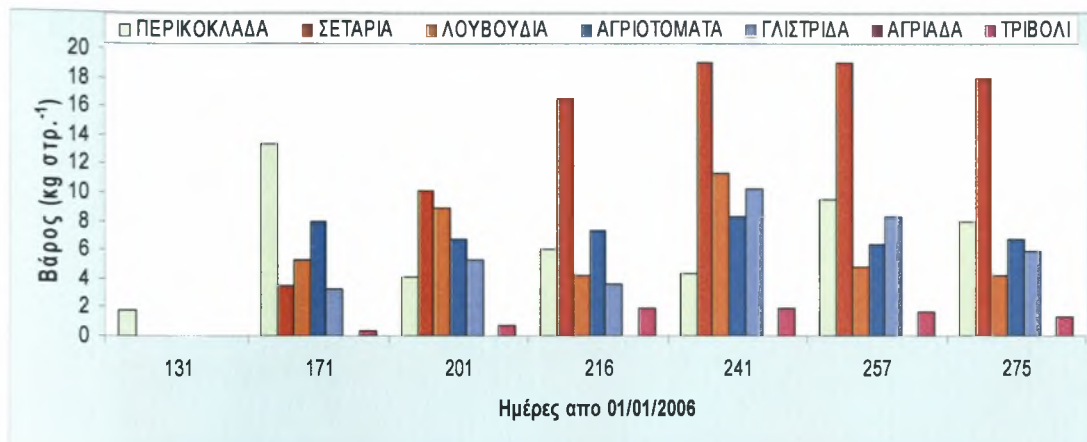
Σχήμα 6.21. Οι μετρήσεις της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ΕΤm.



Σχήμα 6.22. Οι μετρήσεις της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ΕΤm.



Σχήμα 6.23. Οι μετρήσεις της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια της υπόγειας στάγδην άρδευσης στο 80% της ΕΤm.



Σχήμα 6.24. Οι μετρήσεις της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια του Μάρτυρα.

Από το σχήμα 6.20 παρατηρείται ότι οι μεταχειρίσεις σε παραγωγή ξηρής βιομάζας ακολουθούν τις αντίστοιχες παραγωγές των μεταχειρίσεων σε χλωρή βιομάζα.

Όπως προκύπτει από το σχήμα της εξέλιξης της ξηρής βιομάζας των ζιζανίων μέχρι και την τρίτη μέτρηση (20/07/2006) οι τρεις μεταχειρίσεις, ήτοι η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm, η υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm και η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm δεν φαίνεται να έχουν διαφοροποίηση μεταξύ τους. Ο μάρτυρας είχε τα λιγότερα ζιζάνια και επομένως και την μικρότερη τιμή ξηρής βιομάζας καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Από τα σχήματα 6.21 έως και 6.24 προκύπτει όπως και στα διαγράμματα της χλωρής βιομάζας ότι σε όλες τις μεταχειρίσεις το κυρίαρχο ζιζάνιο ήταν η σετάρια (*Setaria spp.*) και ακολουθούσε η περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis*), η αγριοτομάτα (*Solanum nigrum*) και η λουβουδία (*Chenopodium Album*).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

7.1. Ύψος φυτών

- Οι μεταχειρίσεις της υπόγειας στάγδην άρδευσης και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm παρουσίασαν τη μεγαλύτερη ανάπτυξη σε ύψος, χωρίς να έχουν μεταξύ τους σημαντικές στατιστικές διαφορές.
- Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm είχε μικρότερη ανάπτυξη σε ύψος από τις προηγούμενες δύο μεταχειρίσεις και παρουσίασε στατιστικώς σημαντικές διαφορές με τις μεταχειρίσεις της υπόγειας στάγδην άρδευσης και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm.
- Τέλος ο μάρτυρας είχε σαφέστατα την μικρότερη απ'όλες τις μεταχειρίσεις ανάπτυξη σε ύψος.

7.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας (L.A.I.)

- Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm είχε την μεγαλύτερη τιμή του δείκτη φυλλικής επιφάνειας.
- Οι μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm και της υπόγειας στάγδην άρδευσης παίρνουν τις μέγιστες τιμές τους την ίδια περίοδο, ενώ η επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm παίρνει την μέγιστη τιμή της μια εβδομάδα αργότερα.
- Ο μάρτυρας δεν ξεπέρασε την επιθυμητή τιμή 5 καθ'όλη τη διάρκεια του πειράματος.
- Η τιμή του L.A.I. της μεταχείρισης της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm διατηρήθηκε πάνω από τη τιμή 5 για 10 ημέρες περισσότερο από την τιμή της υπόγειας στάγδην άρδευσης και 17 ημέρες περισσότερο

από την τιμή της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm. Ως εκ τούτου η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης ωφελήθηκε περισσότερο από τις άλλες μεταχειρίσεις.

7.3. Χλωρή Βιομάζα Γλυκού σόργου

- Η μεγαλύτερη παραγωγή χλωρής βιομάζας επετεύχθει στην μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm (14,20 Mg στρ.⁻¹).
- Η μεγαλύτερη παραγωγικότητα σημειώθηκε στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης (3,01 kg d⁻¹ στρ.⁻¹).
- Οι διαφορές μεταξύ της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm και της υπόγειας στάγδην άρδευσης δεν είναι στατιστικώς σημαντικές.
- Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά με τις μεταχειρίσεις της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm και της υπόγειας στάγδην άρδευσης.

7.4. Ξηρή Βιομάζα Γλυκού σόργου

- Η μεγαλύτερη παραγωγή ξηρής βιομάζας επετεύχθει στην μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm (3,37 Mg στρ.⁻¹).
- Η μεγαλύτερη παραγωγικότητα σημειώθηκε στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης (0,72 kg d⁻¹ στρ.⁻¹).
- Ο μάρτυρας όπως και στην παραγωγή χλωρής βιομάζας είχε τη μικρότερη παραγωγή ξηρής βιομάζας.

7.5. Χλωρή και Ξηρή Βιομάζα Ζιζανίων

- Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm είχε τη μεγαλύτερη παρουσία ζιζανίων, το οποίο φαίνεται και από τη χλωρή όσο και από τη ξηρή βιομάζα.

- Η μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm ήρθε δεύτερη σε παρουσία ζιζανίων και ακολούθησε τρίτη η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στο 80% της ETm.
- Η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης παρουσίασε στατιστικώς σημαντική διαφορά με την επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm από την τέταρτη μέτρηση (04/08/2006) και μέχρι τέλους.
- Η μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης παρουσίασε κατά μέσο όρο 13,52% λιγότερη χλωρή βιομάζα ζιζανίων σε σχέση με την μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στο 100% της ETm.
- Ο μάρτυρας είχε τα λιγότερα ζιζάνια.
- Αποδείχτηκε ότι η ανάπτυξη των ζιζανίων στις μεταχειρίσεις της υπόγειας στάγδην άρδευσης επηρεάστηκε μεν από τη τριφλουραλίνη που περιέχεται στο φίλτρο της υπόγειας άρδευσης αλλά χωρίς να υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8.

ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

11/05/2006, Πέμπτη: Σπορά Γλυκού Σόργου (*Sorghum bicolor* L. Moench). Οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων. Άρδευση για 30 λεπτά με κανόνι όλων των πειραματικών τεμαχίων. 1^η μέτρηση των ζιζανίων.

18/05/2006, Πέμπτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 16,4mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 13,12mm.

24/05/2006, Τετάρτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 11,2mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 8,96mm.

01/06/2006, Πέμπτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 11,4mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 9,12mm.

06/06/2006, Τρίτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 9,72mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 7,77mm.

09/06/2006, Παρασκευή: 1^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

16/06/2006, Παρασκευή: 2^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

20/06/2006, Τρίτη: 2^η μέτρηση των ζιζανίων.

21/06/2006, Τετάρτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 16,68mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 13,34mm.

23/06/2006, Παρασκευή: 3^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

25/06/2006, Κυριακή: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 14,12mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 11,29mm.

28/06/2006, Τετάρτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 17,34mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 13,87mm.

30/06/2006, Παρασκευή: 4^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

01/07/2006, Σάββατο: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,47mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,58mm.

05/07/2006, Τετάρτη: 1^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

07/07/2006, Παρασκευή: 5^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

08/07/2006, Σάββατο: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,44mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,55mm.

09/07/2006, Κυριακή: 1^η στελεχοκοπή για τον υπολογισμό της χλωρής βιομάζας στην καλλιέργεια του Γλυκού Σόργου.

11/07/2006, Τρίτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 18,24mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 14,59mm.

12/07/2006, Τετάρτη: 2^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

14/07/2006, Παρασκευή: 6^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 17,04mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 13,63mm. 6^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

17/07/2006, Δευτέρα: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 18,24mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 14,59mm.

19/07/2006, Τετάρτη: 3^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

20/07/2006, Πέμπτη: 3^η μέτρηση των ζιζανίων. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 14,75mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100%, της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 11,8mm.

21/07/2006, Παρασκευή: 7^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

23/07/2006, Κυριακή: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,2mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,36mm.

26/07/2006, Τετάρτη: 4^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.). Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,2mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,36mm.

28/07/2006, Παρασκευή: 8^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

29/07/2006, Σάββατο: 2^η στελεχοκοπή για τον υπολογισμό της χλωρής βιομάζας στην καλλιέργεια του Γλυκού Σόργου. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 20,16mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100%

της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 16,13mm.

01/08/2006, Τρίτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 18mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 14,4mm.

02/08/2006, Τετάρτη: 5^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

04/08/2006, Παρασκευή: 9^η μέτρηση του ύψους των φυτών. 4^η μέτρηση των ζιζανίων. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 21,12mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 16,19mm.

07/08/2006, Δευτέρα: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 22,08mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 17,66mm.

09/08/2006, Τετάρτη: 6^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

10/08/2006, Πέμπτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 21,12mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 16,9mm.

11/08/2006, Παρασκευή: 10^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

14/08/2006, Δευτέρα: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,42mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,54mm.

16/08/2006, Τετάρτη: 7^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

17/08/2006, Πέμπτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,2mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,36mm.

18/08/2006, Παρασκευή: 3^η στελεχοκοπή για τον υπολογισμό της χλωρής βιομάζας στην καλλιέργεια του Γλυκού Σόργου. 11^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

20/08/2006, Κυριακή: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,2mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,36mm.

23/08/2006, Τετάρτη: 8^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.). Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 22,73mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 18,19mm.

25/08/2006, Παρασκευή: 12^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

26/08/2006, Σάββατο: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 16,82mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 13,46mm.

29/08/2006, Τρίτη: 5^η μέτρηση των ζιζανίων. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 17,51mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 14,01mm.

30/08/2006, Τετάρτη: 9^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

01/09/2006, Παρασκευή: 13^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 21,81mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 17,45mm.

05/09/2006, Τρίτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 19,61mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 15,69mm.

06/09/2006, Τετάρτη: 10^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

07/09/2006, Πέμπτη: 4^η στελεχοκοπή για τον υπολογισμό της χλωρής βιομάζας στην καλλιέργεια του Γλυκού Σόργου.

08/09/2006, Παρασκευή: 14^η μέτρηση του ύψους των φυτών. Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 15,81mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 12,65mm.

12/09/2006, Τρίτη: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 17,23mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 13,79mm.

13/09/2006, Τετάρτη: 11^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

14/09/2006, Πέμπτη: 6^η μέτρηση των ζιζανίων.

15/09/2006, Παρασκευή: 15^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

17/09/2006, Κυριακή: Άρδευση των μεταχειρίσεων. Εφαρμογή 15,96mm αρδευτικού νερού στις επαναλήψεις της επιφανειακής στάγδην στο 100% της ETm ενώ στην υπόγεια στάγδην και στην επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm εφαρμόστηκαν 12,77mm.

20/09/2006, Τετάρτη: 12^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

22/09/2006, Παρασκευή: 5^η στελεχοκοπή για τον υπολογισμό της χλωρής βιομάζας στην καλλιέργεια του Γλυκού Σόργου. 16^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

27/09/2006, Τετάρτη: 13^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

29/09/2006, Παρασκευή: 17^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

02/10/2006, Δευτέρα: 7^η μέτρηση των ζιζανίων.

04/10/2006, Τετάρτη: 14^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

06/10/2006, Παρασκευή: 18^η μέτρηση του ύψους των φυτών.

07/10/2006, Σάββατο: 6^η στελεχοκοπή για τον υπολογισμό της χλωρής βιομάζας στην καλλιέργεια του Γλυκού Σόργου.

11/10/2006, Τετάρτη: 15^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

18/10/2006, Τετάρτη: 16^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

25/10/2006, Τετάρτη: 17^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

01/11/2006, Τετάρτη: 18^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (L.A.I.).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

9.1. Ελληνική Βιβλιογραφία

- 1) Αλεξίου, Ι., Καλφούντζος, Δ., Κωτσόπουλος, Σ., Βύρλας, Π. και Καμπέλη, Σ., 2003. *Σύγκριση της υποεπιφανειακής και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού*. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, σελ.: 199-206.
- 2) Γαλανοπούλου-Σενδοúκα, Σ., 2001. *Ειδική Γεωργία Ι, Πανεπιστημιακές παραδόσεις*, Βόλος.
- 3) Ελευθεροχωρινός, Η.Γ. 2002: *Ζιζανιολογία 2η έκδοση*, Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα, σελ.: 5, 19, 48, 51, 57, 61-62, 69-71, 73,85, 86, 90, 91, 92, 93, 95, 100, 154-155, 310-315.
- 4) Λόλας, Π., 1997. *Ζιζάνια στην Ελλάδα*. Γεωργική Τεχνολογία (ειδική ετήσια έκδοση), σελ.: 11.
- 5) Λόλας, Π., 2003. *Ζιζανιολογία: Ζιζάνια, Ζιζανιοκτόνα*, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη, σελ.: 74, 75, 112, 120, 124, 133, 184-186.
- 6) Οργανισμός Βάμβακος, 2001. *Συνολική παραγωγή σύσπορου βαμβακιού στην ελληνική επικράτεια*.
- 7) Παπακώστα, Δ., 2001. *Σημειώσεις Ειδικής Γεωργίας Ι*, Εκδόσεις Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, σελ.: 178-180.
- 8) Περιοδικό Γεωργία – Κτηνοτροφία, 1996. *Διάφοροι μέθοδοι άρδευσης και αρδευτικά συστήματα. Μηχανήματα για την Γεωργία* (σελ.: 48-57).
- 9) Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., 1996. *Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου*, Υδροτεχνικά, 6, σελ.: 62-77.
- 10) Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Τζιμόπουλος, Χ., Καλφούντζος, Δ., 1997. *Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο TDR και στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων*. Πρακτικά 1^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Αθήνα, σελ.271-280.

- 11) Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ., Δαναλάτος, Ν., Βουλτσάνης, Π. και Νάκος, Ν., 2003. *Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του Ινώδους Σόργου στην Κεντρική Ελλάδα*. Πρακτικά 2^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ.: 183-190.
- 12) Σφήκας, 1984. *Ειδική Γεωργία*, Πανεπιστημιακές παραδόσεις.
- 13) Τερζίδης, Γ., Παπαζαφειρίου, Ζ., 1997. *Γεωργική Υδραυλική*, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη, σελ.: 172-174, 200.

9.2. Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- 14) Alexopoulou, E., and Chatziathanassiou, A., *Description of growing experience on sweet sorghum in Greece*.
- 15) Bravdo, B.A. & Hepner, Y. 1987. *Irrigation management and fertigation to optimize grape composition and vine performance*. Acta Horticulture 206: 49-67.
- 16) Dercas, N., Panoutsou, C., Dalianis, C., Sooter, C., 1995. Sweet Sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench). *Response to four irrigation and two nitrogen fertilization rates*. In: Chartier et al. (Ed). *Biomass for Energy, Environment, Agriculture*. Proceedings of the 8th E.C. Conference Vol.1. Pergamon Press. U.K., 629-639.
- 17) Devitt, D. and Miller, W., 1998. *Subsurface Drip Irrigation of Bermudagrass with Saline Water*. Applied Agricultural Res. Vol.3, No 3, pp. 133-143.
- 18) Hutmacker, R.B., Phene, C.J., Mead, M., Clark, D., Shouse, P., Vail, S.S., Swain, R., Van Genuchten, M., Donovan, T. and Jobes, J., 1992. Subsurface drip irrigation of alfalfa in the Imperial Valley. Proc. 22nd California/ Arizona Alfalfa Symposium 22:20-32, University of California and University of Arizona Cooperative Extension, Holtville, CA, December, 9-10.

- 19) I-Pai Wu, 1994. *Low energy Subsurface Drip Irrigation (system for Pasture)*. Department of Animal Sc. Prepared by: Biosystems Engineering Dept. University of Hawaii.
- 20) Johansson, T.B.J., Kelly, H., Reddy, A.K.N. and Williams, R.H., 1993. *Renewable fuels and electricity of a growing world economy*. In: Johansson.
- 21) Karlson, P., 1980. Βιοχημεία Ιατρικής Σχολής. Αθήνα.
- 22) Mastroilli, M., Katerji, N., Rana, G., Steduto, P., 1995. *Sweet Sorghum in Mediterranean climate: radiation use and biomass water use efficiencies*. *Industrial Crops and Products* 3, 253-260.
- 23) Nicholaou, N., *Sweet sorghum a promising annual crop for Greece*.
- 24) Panoutsou, K., *Fiber sorghum, a promising annual crop for biomass production in Greece*.
- 25) Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.S., Meek, D.W., Re, J.V., 1983. *Management of subsurface trickle irrigation systems*. ASAEpaper No. 83-2598.
- 26) Phene, C.J. et al, 1986. *Fertilization of high yielding subsurface trickle tomatoes*. Proceedings of the 34th Fertilizer Conf. California Fertilizer Ass. Fresno California. pp.33-43.
- 27) Phene, C.J., Hutmaker, R.B., Ayars, J.E., Davis, K.R., Mead, R.M. and Schoneman, R.A., 1992. *Maximizing water use efficiency with subsurface drip irrigation*. International summer meeting of the American Society of Agricultural Engineers, Paper No.922090. St. Joseph Michigan.
- 28) Sakellariou - Makrantonaki, M., Kalfountzos, D. and Papanikos, N., 2000. *Evaluation of surface and subsurface Drip Irrigation Effect on Sugar – Beet Yield*. Proc. 2th National Congress. Hell. Soc. Agric. Eng. (HelAgEng), Volos. pp. 157-164 (in Greek).
- 29) Sakellariou- Makrantonaki, M., Papalexis, D., Nakos, N., Kalavrouziotis, I.K., 2007: *Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece*. Vol.90, Issue 3, pp. 181-189.

- 30) Scherpernzeel, J. *Agenda 2000: Consequences for energy crops.*
- 31) Solomon Kenneth H. and Jorgensen Greg. 1993. *Subsurface Drip Irrigation.* Center For Irrigation Tech. CATI Publication No 930405.
- 32) Solomon, K., 1993. *Subsurface drip irrigation. Product selection and performance.* In: *subsurface Drip Irrigation Theory, Practices and application,* Jorgansen, G.S. and K.N. Norum (Eds.). CATI Publication No 921001.
- 33) Undersander, D.J., Smith, L.H., Kaminski, A.R., Kelling, K.A. and Doll, J.D., 1990. *Sorghum – forage.* For Alternative Field Crop Manual. University of Minnesota: Center of Alternative Plants and Animal Products.
- 34) U.S.D.A. 1990. USDA backgrounder. News division, Office of Public Affairs, Room 404-A, Washington, D.C.
- 35) www.missuripaInts.com
- 36) www.netafim.com

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

10.1. Συνολική χλωρή και ξηρή βιομάζα ζιζανίων

Χλωρή Βιομάζα

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	7	4,538	248,188	93,806
VAR00002	7	4,311	214,395	81,033
VAR00003	7	4,016	210,777	79,666
VAR00004	7	2,219	91,323	34,517

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	4,839	6	,003	453,894	224,358	683,432
VAR00002	5,321	6	,002	431,171	232,888	629,453
VAR00003	5,042	6	,002	401,655	206,719	596,592
VAR00004	6,429	6	,001	221,917	137,456	306,377

Ξηρή Βιομάζα

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	7	1,517	90,051	34,036
VAR00002	7	1,389	84,083	31,780
VAR00003	7	1,314	77,454	29,275
VAR00004	7	85,322	38,394	14,511

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	4,459	6	,004	151,769	68,485	235,052
VAR00002	4,372	6	,005	138,956	61,192	216,721
VAR00003	4,491	6	,004	131,464	59,831	203,098
VAR00004	5,880	6	,001	85,322	49,813	120,830

Όπου:

VAR00001: Επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm

VAR00002: Επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm

VAR00003: Υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm

VAR00004: Μάρτυρας

10.2. Δείκτης φυλλικής επιφάνειας

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	18	4,84056	2,177180	,513166
VAR00002	18	5,11778	2,209569	,520800
VAR00003	18	4,58611	2,068728	,487604
VAR00004	18	2,45222	1,132065	,266830

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	9,433	17	,000	4,840556	3,75787	5,92324
VAR00002	9,827	17	,000	5,117778	4,01899	6,21657
VAR00003	9,405	17	,000	4,586111	3,55736	5,61487
VAR00004	9,190	17	,000	2,452222	1,88926	3,01518

Όπου

var00001: υπόγεια στάγδην άρδευση στο 80% της ETm

var00002: επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 100% της ETm

var00003: επιφανειακή στάγδην άρδευση στο 80% της ETm

var00004: μάρτυρας

10.3. Ύψος

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	18	1,62061	1,173570	,276613
VAR00002	18	1,64789	1,188898	,280226
VAR00003	18	1,32156	,974474	,229686
VAR00004	18	,80094	,417898	,098499

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	5,859	17	,000	1,620611	1,03701	2,20421
VAR00002	5,881	17	,000	1,647889	1,05666	2,23911
VAR00003	5,754	17	,000	1,321556	,83696	1,80615
VAR00004	8,131	17	,000	,800944	,59313	1,00876

10.4. Χλωρή βιομάζα Σόργου

10.4.1. Παραγωγή Χλωρής Βιομάζας

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	6	9,47200	4,966053	2,027383
VAR00002	6	9,83883	5,091926	2,078770
VAR00003	6	6,26083	3,170202	1,294229
VAR00004	6	1,53700	,623397	,254501

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	4,672	5	,005	9,472000	4,26045	14,68355
VAR00002	4,733	5	,005	9,838833	4,49518	15,18248
VAR00003	4,837	5	,005	6,260833	2,93391	9,58776
VAR00004	6,039	5	,002	1,537000	,88279	2,19121

10.4.2. Παραγωγικότητα Χλωρής Βιομάζας

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	6	,96167	1,280872	,522914
VAR00002	6	,98717	1,305262	,532871
VAR00003	6	,68467	,607745	,248111
VAR00004	6	,21267	,269268	,109928

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	1,839	5	,125	,961667	-,38253	2,30586
VAR00002	1,853	5	,123	,987167	-,38262	2,35696
VAR00003	2,760	5	,040	,684667	,04688	1,32246
VAR00004	1,935	5	,111	,212667	-,06991	,49525

10.5. Ξηρή βιομάζα Σόργου

10.5.1. Παραγωγή Ξηρής Βιομάζας

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	6	2,24733	1,224461	,499884
VAR00002	6	2,29817	1,227943	,501305
VAR00003	6	1,53950	,835932	,341268
VAR00004	6	,35783	,105200	,042948

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	4,496	5	,006	2,247333	,96234	3,53233
VAR00002	4,584	5	,006	2,298167	1,00952	3,58681
VAR00003	4,511	5	,006	1,539500	,66224	2,41676
VAR00004	8,332	5	,000	,357833	,24743	,46823

10.5.2. Παραγωγικότητα Ξηρής Βιομάζας

T-Test

One-Sample Statistics

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
VAR00001	6	,23417	,306140	,124981
VAR00002	6	,23067	,323374	,132017
VAR00003	6	,16367	,207888	,084870
VAR00004	6	,03383	,013732	,005606

One-Sample Test

	Test Value = 0					
	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	95% Confidence Interval of the Difference	
					Lower	Upper
VAR00001	1,874	5	,120	,234167	-,08711	,55544
VAR00002	1,747	5	,141	,230667	-,10869	,57003
VAR00003	1,928	5	,112	,163667	-,05450	,38183
VAR00004	6,035	5	,002	,033833	,01942	,04824



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097932