

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗΣ (ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑΣ)
ΣΤΑ ΠΑΡΑΓΩΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ**



**ΒΟΥΛΓΑΡΗΣ ΘΡΑΣΥΒΟΥΛΟΣ
Γ Ε Ω Π Ο Ν Ο Σ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ – ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ**

ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ ΒΟΛΟΥ 2005



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»

Αριθ. Εισ.: 5034/1
Ημερ. Εισ.: 17-10-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: Δ
633.638 7
ΒΟΥ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω κατ'αρχήν την επιβλέπουσα καθηγήτριά μου, κ. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε για να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, όσο και για την συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξή της σε όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης ευχαριστώ τον κ. Μήτσιο Ιωάννη καθηγητή του εργαστηρίου Εδαφολογίας και τον κ. Αβραάμ Ιμπραχίμ Χα επίκουρο καθηγητή του εργαστηρίου Λαχανοκομίας, της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή και για την συμβολή τους στην διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Τον κ. Παναγιώτη Βύρλα, υποψήφιο διδάκτορα στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής για την σημαντική βοήθειά του.

Την Γεωπόνο της ΕΒΖ κ. Δημοπούλου Καλλιρόη για τις πολύτιμες συμβουλές της.

Τους προπτυχιακούς φοιτητές της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, Σούλτη Κατερίνα, Χορευτάκη Στεφανία και Καρατάσιου Ειρήνη για τη βοήθειά τους η οποία ήταν σημαντική για την διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Τον υπεύθυνο Γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Σουίπα Σπύρο και τον βοηθό του κ. Τσιότρα Αθανάσιο για την άψογη συνεργασία μας.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην οικογένειά μου για την ηθική συμπαράσταση που μου έδειξε σε όλη την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | |
|--|-----------|
| ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... | 7 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1..... | 6 |
| 1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ..... | 9 |
| 1.1 Καταγωγή και διάδοση..... | 9 |
| 1.2 Σημασία για την Ελλάδα | 10 |
| 1.3 Βοτανική κατάταξη..... | 12 |
| 1.4 Βοτανική περιγραφή | 12 |
| 1.5 Αύξηση και ανάπτυξη | 13 |
| 1.6 Οικολογικές απαιτήσεις..... | 14 |
| 1.6.1 Κλίμα | 14 |
| 1.6.2 Εδαφοκλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα | 15 |
| 1.7 Καλλιεργητικές Φροντίδες..... | 17 |
| 1.7.1 Αμειψισπορά..... | 17 |
| 1.7.2 Λίπανση | 18 |
| 1.7.3 Καταπολέμηση ζιζανίων..... | 19 |
| 1.7.4 Σπορά..... | 20 |
| 1.7.5 Άρδευση..... | 21 |
| 1.8 Εχθροί και Ασθένειες | 23 |
| 1.8.1 Ασθένειες..... | 23 |
| 1.8.2. Ζωικά παράσιτα | 25 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2..... | 24 |
| 2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ..... | 27 |
| 2.1 Γενικά-Ιστορική εξέλιξη..... | 27 |
| 2.3 Πλεονεκτήματα της στάγδην άρδευσης..... | 31 |
| 2.4 Μειονεκτήματα της στάγδην άρδευσης..... | 35 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3..... | 35 |
| 3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ | 38 |

| | | |
|--------------------------|--|------------|
| 3.1 | Χάραξη του πειραματικού αγρού..... | 38 |
| 3.2 | Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού | 42 |
| 3.3 | Εγκατάσταση της καλλιέργειας..... | 45 |
| 3.4 | Υλικά άρδευσης..... | 46 |
| 3.5 | Εξαμισίμετρο τύπου Α | 50 |
| 3.6 | Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) | 50 |
| 3.7 | Μετεωρολογικά δεδομένα | 51 |
| 3.8 | Δειγματοληψίες | 52 |
| 3.9 | Στατιστική επεξεργασία | 56 |
| 3.10 | Υπολογισμοί δόσεων και εύρους και διάρκειας άρδευσης..... | 56 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4..... | | 91 |
| 4. | ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ..... | 94 |
| 4.1 | Κλιματικά δεδομένα..... | 94 |
| 4.2 | Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI). | 96 |
| 4.3 | Νερό που χορηγήθηκε σε κάθε μεταχείριση. | 99 |
| 4.4 | Αποτελέσματα δειγματοληψιών | 100 |
| 4.4.1 | Αριθμός ριζών..... | 100 |
| 4.4.2 | Βάρος Φύλλων και κορυφών..... | 101 |
| 4.4.3 | Βάρος ριζών..... | 102 |
| 4.4.4 | Ζαχαρικός τίτλος (Pol)..... | 104 |
| 4.4.5 | Βάρος ριζών σε σχέση με τον ζαχαρικό τίτλο | 105 |
| 4.4.6 | Στρεμματοζάχαρο-Αξία αγοράς ζαχαρότευτλων..... | 105 |
| 4.4.7 | Μελασσογόνα συστατικά (K, Na, a-N) | 107 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5..... | | 106 |
| 5. | ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... | 110 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | | 112 |
| ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ..... | | 120 |
| 1. | ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΤΟΥΣ 2004..... | 120 |

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αξιολογήθηκε η επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων, συγκρίνοντάς την με την επιφανειακή στάγδην άρδευση σε δύο περιπτώσεις: α) για το ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET) και β) για εύρος άρδευσης στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET). Ταυτόχρονα έγινε σύγκριση μεταξύ των επιφανειακών μεθόδων που δέχθηκαν διαφορετικές δόσεις νερού σε ίδιο εύρος άρδευσης, καθώς και μεταξύ αυτών που δέχθηκαν ίδια δόση νερού σε διαφορετικό εύρος άρδευσης. Για το σκοπό αυτό εγκαταστάθηκε πείραμα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, το 2004. Το πειραματικό σχέδιο ήταν Πλήρεις Τυχαιοποιημένες Ομάδες με 5 μεταχειρίσεις και 4 επαναλήψεις. Η άρδευση ήταν αυτοματοποιημένη και η δόση άρδευσης καθορίστηκε σύμφωνα με την εξατμισοδιαπνοή, με την βοήθεια εξατμισιμέτρου τύπου A, σε κάλυψη 100% και 80% των αναγκών της καλλιέργειας.

Τα αποτελέσματα έδειξαν υπεροχή της Υπόγειας στάγδην άρδευσης στην τελική αξία, (χρηματική), της παραγωγής έχοντας ταυτόχρονα σημαντική εξοικονόμηση νερού. Επιπλέον στην Υπόγεια μεταχείριση παρατηρήθηκε ο μεγαλύτερος ζαχαρικός τίτλος. Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν διαφορετική ποσότητα νερού με το ίδιο εύρος άρδευσης, μεγαλύτερο βάρος ριζών παρουσίασαν αυτές οι οποίες δέχθηκαν το 100% των αναγκών σε νερό. Η συγκέντρωση των μετασογόνων συστατικών, (K, Na και α-άμινο N), στις ρίζες των ζαχαρότευτλων παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p=0,05$) ανάμεσα στις μεταχειρίσεις, μόνο στην περίπτωση του K.

ABSTRACT

The effects of subsurface drip irrigation (SDI) on sugar beet crop performance was evaluated in comparison with surface drip irrigation (DI) in two cases: a) for the same irrigation intervals between SDI and DI, according to the measured evapotranspiration and b) for the irrigation intervals of DI treatments according to the

cultivation practice and of SDI treatments according to the evapotranspiration. At the same time, there has been a comparison between DL treatments which received different water depths at equal irrigation intervals as well as between those which received equal water depth at different irrigation intervals. For this purpose, a field experiment was set up in the experimental farm of University of Thessaly in 2004. The experimental design was a Randomize Complete Block with 5 treatments and 4 blocks. Irrigation was automated, and application depths were determined, using a class-A evaporation pan, for matching the 100% and 80% evapotranspiration needs.

The results showed that SDI had ascendancy over DI in the ultimate value of the crop as well as a significant saving in water consumption. Additionally in SDI it was observed biggest sugar title. Between the treatments with different amount of water and with the same irrigation intervals those that accepted the 100% evapotranspiration needs, appeared to have a biggest root weight. The concentration of non-sugar impurities, (K, Na and α -amino N), in the roots of the sugar beets show statistically significant differences ($p = 0.05$) among treatments, only in case of K.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Το νερό βασικό στοιχείο κάθε βιολογικής διαδικασίας, διαδραματίζει το σημαντικότερο ρόλο στη ζωή του ανθρώπου και αποτελεί έναν από τους βασικότερους παράγοντες της οικονομικής και κοινωνικής ανάπτυξης κάθε χώρας. Ο κύριος χρήστης νερού είναι η γεωργία, με συμμετοχή που ανέρχεται στο 87,4% των υδάτων της χώρας αρδεύοντας σήμερα 14,5 εκατ.στρ. Στην προοπτική των δύο επόμενων δεκαετιών μάλιστα, εκτιμάται ότι το νερό θα αποτελέσει τον πλέον κρίσιμο περιοριστικό παράγοντα για την επιβίωση και την ανάπτυξη των περισσότερων αναπτυσσόμενων αλλά και πολλών ήδη αναπτυγμένων χωρών στον κόσμο. Οι δυσοίωνες αυτές προβλέψεις πρέπει επιτέλους να κρούσουν τον κώδωνα του κινδύνου και να μας οδηγήσουν στην αναζήτηση δραστικών μέτρων για την αντιμετώπιση του προβλήματος.

Γενική είναι η διαπίστωση ότι το υφιστάμενο σήμερα καθεστώς στον τομέα των αρδεύσεων οδηγεί σε μεγάλη σπατάλη νερού. Ένα από τα βασικότερα αίτια της σπατάλης αυτής είναι ο μη ακριβής προσδιορισμός των αναγκών σε νερό άρδευσης των καλλιεργειών. Το ύψος των απωλειών νερού είναι άμεσα συνδεδεμένο με τη σωστή εφαρμογή της άρδευσης, (η οποία προϋποθέτει τον ακριβή προσδιορισμό της αρδευτικής δόσης), τον προσδιορισμό του χρόνου εφαρμογής των αρδεύσεων, (ο οποίος καθορίζεται από την διακύμανση της εξατμισοδιαπνοή και της βροχής κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου), τον προσδιορισμό της διάρκειας άρδευσης, (η οποία καθορίζεται από την διηθητικότητα του εδάφους) και την εφαρμοζόμενη μέθοδο. Για τον περιορισμό λοιπόν των απωλειών του νερού κατά τη διανομή και χορήγησή του στα φυτά, καθώς επίσης και για την επίτευξη υψηλότερων αποδόσεων υπάρχει έντονο το ενδιαφέρον, διεθνώς, για την ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων άρδευσης μερικώς ή πλήρως αυτοματοποιημένων, όπως είναι η υπόγεια και η επιφανειακή στάγδην άρδευση.

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων επεκτείνεται στις περιοχές της κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας και αποτελεί το 5% περίπου της καλλιεργούμενης γεωργικής έκτασης στην περιοχή αυτή. Η άρδευση με σταγόνες, αν και οι έρευνες για την εφαρμογή της μεθόδου δείχνουν ότι υπερέχει ως προς την παραγωγή και την εξοικονόμηση νερού σε σχέση με άλλες μεθόδους που εφαρμόζονται, εν τούτοις πραγματοποιείται μόλις σε ποσοστό 1% της καλλιεργούμενης έκτασης το μεγαλύτερο μέρος του οποίου αντιστοιχεί στην περιοχή της Θεσσαλίας (Δημοπούλου Καλλιρόη 2005).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά ζαχαρότευτλων, συγκρίνοντας την με την επιφανειακή στάγδην άρδευση σε δύο περιπτώσεις: α) για ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα, σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET) και β) για εύρος άρδευσης, στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο σύμφωνα με την ET. Ταυτόχρονα, δίνεται η δυνατότητα συγκρίσεων μεταξύ των επιφανειακών μεθόδων που δέχθηκαν άρδευση με διαφορετικές ποσότητες νερού αλλά ίδιο εύρος άρδευσης, καθώς και μεταξύ αυτών που δέχθηκαν άρδευση με την ίδια ποσότητα νερού, σε διαφορετικό εύρος άρδευσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ

1.1 Καταγωγή και διάδοση

Το γένος *Beta*, στο οποίο ανήκουν τα τεύτλα, θεωρείται ότι κατάγεται από τη Δυτική Ασία, ιδιαίτερα από τη Μικρά Ασία και την περιοχή του Καυκάσου. Από εκεί τα διάφορα είδη επεκτάθηκαν στην Ευρώπη και Ασία με όρια προσαρμογής 35-60° Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος. Μερικά άγρια είδη, συγγενικά προς το καλλιεργούμενο, όπως το *Beta maritima*, αυτοφύονται και στην Ελλάδα. Η λέξη "τεύτλον" είναι η αρχαία ελληνική του ονομασία. Κατά τη Ρωμαϊκή εποχή επικράτησε η ονομασία Beta, ελληνικής κατά πάσα πιθανότητα προέλευσης (Winner 1993).

Είναι καλλιέργεια της εύκρατης ζώνης του βόρειου ημισφαιρίου και κυρίως της Ευρώπης. Στο νότιο ημισφαίριο καλλιεργείται ελάχιστα, γιατί εκεί ευδοκίμει το ζαχαροκάλαμο. Η παγκόσμια έκταση που καλύπτουν τα ζαχαρότευτλα ανέρχεται σε 80 εκατ. στρέμματα και η μέση τιμή για το στρεμματοζάχαρο είναι περίπου 375kg. Κύριες παραγωγικές χώρες είναι η πρώην Σοβιετική Ένωση, η Γερμανία, η Τσεχία, η Σλοβακία, η Γαλλία, η Πολωνία και οι Η.Π.Α. Η Ε.Ε. παράγει περίπου το 35-40% της παγκόσμιας παραγωγής και οι χώρες του πρώην ανατολικού συνασπισμού περίπου το ίδιο ποσοστό. Οι μεγαλύτερες αποδόσεις παρατηρούνται σε χώρες της Δυτικής Ευρώπης, ενώ οι αποδόσεις στις Μεσογειακές χώρες παρουσιάζουν διακυμάνσεις, λόγω των καιρικών συνθηκών και των προσβολών από ασθένειες.

Τα τεύτλα ήταν μέρος της διατροφής των αρχαίων Αιγυπτίων και αναφέρονται από πολλούς αρχαίους Έλληνες, όπως ο Ιπποκράτης που θεωρούσε το ζαχαρότευτλο φάρμακο και συνιστούσε σούπα από τεύτλα. Ως γλυκαντική πηγή αναγνωρίστηκε γύρω στο 1500, αλλά μόνο το 1747 διαπιστώθηκε ότι το ζάχαρο του ζαχαρότευτλου (του λευκού και του ερυθρού κτηνοτροφικού) ήταν όμοιο με του ζαχαροκάλαμου. Πενήντα χρόνια αργότερα εφαρμόστηκε μέθοδος βιομηχανικής εξαγωγής ζαχάρως που δεν απέδωσε καρπούς κυρίως λόγω της μικρής περιεκτικότητας των τεύτλων σε ζάχαρη.

Με τη βελτιωτική προσπάθεια και ειδικότερα του Vilmorin στη Γαλλία, που πρωτοεφήρμοσε τη μέθοδο της δοκιμής των απογόνων, δημιουργήθηκαν ποικιλίες με 16-17% περιεκτικότητα σε ζάχαρη, όση και η σημερινή περίπου με αποτέλεσμα, παράλληλα με την πρόοδο της βιομηχανικής τεχνολογίας και την εφεύρεση του πολοσιμέτρου (σακχαρο-μέτρου), που αποτέλεσε το πρώτο ευκολόχρηστο μέσο για τον

υπολογισμό της περιεκτικότητας σε ζάχαρη, έγινε οικονομικώς συμφέρουσα από το 1850 η παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα.

Η δημιουργία ειδικών Ινστιτούτων και φορέων έδωσε νέα ώθηση στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων. Ανάμεσα στους φορείς αυτούς ξεχωρίζει το Διεθνές Ινστιτούτο Έρευνας Ζαχαρότευτλων αποτελούμενο από ειδικούς επιστήμονες των χωρών που καλλιεργούν ζαχαρότευτλα. Το Ινστιτούτο ιδρύθηκε το 1932 στις Βρυξέλλες και το 1981 συμμετείχαν 500 περίπου μέλη από 34 χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα (Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης 1960, Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Σφήκας 1988, Cook and Scott 1993).

1.2 Σημασία για την Ελλάδα

Τα ζαχαρότευτλα πρωτοκαλλιεργήθηκαν στη Λαζαρίνα της Θεσσαλίας (Ν. Τρικάλων) το 1894, όπου ιδρύθηκε από μία ιδιωτική Εταιρεία ένα εργοστάσιο ζάχαρης το οποίο λειτούργησε για 15 περίπου χρόνια (1895-1910). Η προσπάθεια αυτή ναυάγησε για διάφορους λόγους (κυρίως εξαιτίας σοβαρών ζημιών των τεύτλων από το έντομο Κλεονός, αλλά και γιατί με τη θέσπιση του μονοπωλίου σακχάρεως απαγορεύτηκε η παραγωγή ζάχαρης στην Ελλάδα).

Το 1960 ιδρύθηκε η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης (Ε.Β.Ζ.), οπότε άρχισαν και πάλι να καλλιεργούνται ζαχαρότευτλα στην Ελλάδα. Ιδρύθηκαν με τη σειρά πέντε εργοστάσια: στη Λάρισα, στο Πλατύ, στις Σέρρες, στην Ξάνθη και στην Ορεστιάδα. Η σημερινή δυναμικότητα των εργοστασίων μετά από σταδιακές επεκτάσεις και βελτιώσεις είναι:

Λάρισα 7.000 τόνοι

Πλατύ 8.500 τόνοι

Σέρρες 5.000 τόνοι

Ξάνθη 6.000 τόνοι

Ορεστιάδα 6.000 τόνοι



Εικόνα 1.1 Γεωγραφική κατανομή των λειτουργικών μονάδων της E.B.Z. A.E.

Η τευτλοκαλλιέργεια παρουσίασε αλματώδη πρόοδο, τόση ώστε σε δέκα χρόνια καλύφθηκαν οι ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη και η στρεμματική απόδοση έφθασε να είναι ανάμεσα στις υψηλότερες της Ευρώπης. Μέχρι το 1980 η καλλιεργούμενη έκταση κυμαινόταν στο σταθερό επίπεδο των 400-450 χιλ. στρ., ενώ η στρεμματική απόδοση ριζών ήταν περίπου 6,5t και της ζάχαρης 900kg. Η καλλιέργεια ήταν από τις πλέον ανταγωνιστικές για τον παραγωγό και μόνο με τον έλεγχο που ασκεί η Βιομηχανία στην καλλιέργεια συγκρατήθηκε η επέκτασή της. Εξάλλου η εξάπλωση της τευτλοκαλλιέργειας βοήθησε την ανάπτυξη της κτηνοτροφίας με τα υπολείμματα της καλλιέργειας, όπως είναι τα φύλλα με τις κορυφές, αλλά και με τα υποπροϊόντα της καλλιέργειας, όπως η υγρή και ξηρή πούλπα και η μελάσα. Η μελάσα ειδικότερα χρησιμοποιείται και για την παραγωγή οινοπνεύματος, ζυμών αρτοποιίας, φαρμακευτικών προϊόντων κ.ά. (Κλαβανίδης 1979, Σφήκας 1988).

Από τη δεκαετία του 1980 και μέχρι σήμερα υποχώρησε η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας σε σημείο που πολλές χρονιές να μην επιτυγχάνεται ο στόχος των 400 χιλ. στρ. που θεωρείται απαραίτητος για την οικονομικότητα της λειτουργίας

των εργοστασίων και την κάλυψη των αναγκών της χώρας σε ζάχαρη. Οι λόγοι που συνέβαλαν στο αποτέλεσμα αυτό είναι η αύξηση της ανταγωνιστικότητας του βαμβακιού, κυρίως λόγω των επιδοτήσεων της Ε.Ε., τα προβλήματα που παρουσιάζει η καλλιέργεια με τη συνεχή χρήση, κυρίως ο μειωμένος σακχαρικός τίτλος και η μη ορθή πολιτική που εφαρμόστηκε ως προς ορισμένα σημεία. Τα τελευταία χρόνια παρατηρείται και πάλι αύξηση του ενδιαφέροντος για την καλλιέργεια.

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων είναι ελεγχόμενη από την Ελληνική Εταιρεία Ζάχαρης και οι παραγωγοί συνάπτουν συμβόλαιο με την Εταιρεία, η οποία τους εξασφαλίζει μία εγγυημένη τιμή παράδοσης των τεύτλων τους.

Γενικώς η καλλιεργούμενη με τεύτλα έκταση στη χώρα μας καλύπτει κατά μέσο όρο 450.000 στρ. και η ετήσια παραγωγή ζάχαρης κυμαίνεται γύρω από τα όρια της ποσόστωσης η οποία καλύπτει την εσωτερική κατανάλωση ζάχαρης, ανερχόμενη περίπου στους 310 χιλ. τόνους και παρέχει δυνατότητες για εξαγωγή μικροποσοτήτων τα τελευταία χρόνια. Με την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων ασχολούνται περίπου 25 χιλ. αγροτικές οικογένειες.

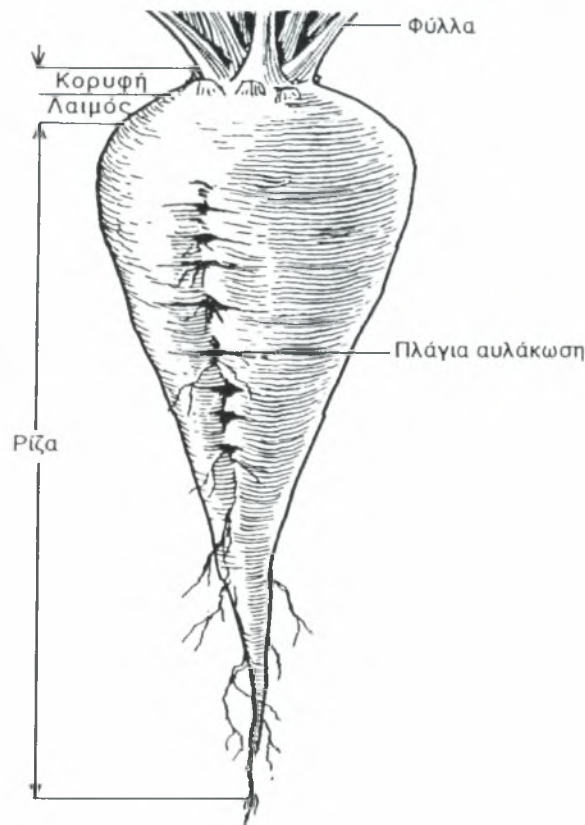
1.3 Βοτανική κατάταξη

Το ζαχαρότευτλο από το οποίο εξάγεται η ζάχαρη είναι το *Beta vulgaris* L. της οικογένειας *Chenopodiaceae* Στο ίδιο όμως είδος ανήκουν τα λαχανοκομικά τεύτλα (κοκκινογούλια ή παντζάρια), τα φυλλώδη τεύτλα (leaf beets) και τα κτηνοτροφικά τεύτλα. Τα κτηνοτροφικά τεύτλα είναι παρόμοια με τα ζαχαρότευτλα, αλλά η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι 8-10% έναντι 14-20% των ζαχαρότευτλων. Ορισμένοι θεωρούν το ζαχαρότευτλο ως ιδιαίτερο είδος, το *B. saccharifera* Πρόγονος του ζαχαρότευτλου θεωρείται το *B. maritime* που αυτοφύεται στη Νότια Ευρώπη (και στην Ελλάδα) και το οποίο, σύμφωνα με νεότερες απόψεις, δεν θεωρείται διαφορετικό είδος αλλά τύπος του *Beta vulgaris* (Σφήκας 1988, Winner 1993).

1.4 Βοτανική περιγραφή

Το ζαχαρότευτλο υπό κανονικές συνθήκες είναι διετές φυτό, δηλαδή ολοκληρώνει τον βιολογικό του κύκλο σε δύο έτη από τη σπορά. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους τα φυτά αναπτύσσουν τις ογκώδεις σαρκώδεις ζαχαρούχες ρίζες τους οι οποίες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία για την παραγωγή ζάχαρης και κατά το δεύτερο έτος παράγουν ανθικό στέλεχος, άνθη και καρπούς. Το ώριμο ζαχαρότευτλο χωρίζεται σε τρία μέρη (Εικ 1.4.1). (Παπακώστα-Τασοπούλου 2002).

Εικόνα 1.4.1 (κύρια τμήματα ενός ώριμου ζαχαρότευτλου)



1.5 Αύξηση και ανάπτυξη

Με ικανοποιητική θερμοκρασία και υγρασία ο σπόρος διογκώνεται και βλαστάνει γρήγορα, έτσι που σε 4-5 ημέρες από τη σπορά οι δύο κοτυληδόνες βγαίνουν στην επιφάνεια του εδάφους και απλώνουν οριζόντια, όπως και τα νεαρά φύλλα που ακολουθούν. Με τον τρόπο αυτό δεσμεύουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια. Σταδιακά σχηματίζεται η ροζέττα. Στο στάδιο που το πρώτο φύλλο έχει πλήρως εκπτυχθεί, η ρίζα έχει βάθος 30cm και πλέον.

Όταν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη των κορυφών, αρχίζουν συνήθως και περισεύουν προϊόντα φωτοσυνθέσεως, τα οποία ως ζαχαρόζη αποθηκεύονται στη ρίζα που σταδιακά διογκώνεται. Παράλληλα, τα παλαιά φύλλα κιτρινίζουν και πεθαίνουν, ενώ σχηματίζονται νέα φύλλα και έτσι η φυλλική επιφάνεια παραμένει σχετικώς σταθερή για μεγάλο διάστημα. Ο μεγαλύτερος Δ.Φ.Ε. (Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας) επιτυγχάνεται όταν το μεγαλύτερο φύλλο του φυτού (συνήθως το δωδέκατο) έχει πλήρως εκπτυχθεί, ενώ στη συνέχεια μειώνεται (Elliott and Weston 1993).

Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη της χλωράς ουσίας των ζαχαρότευτλων βρέθηκε να αυξάνει στην Αγγλία από 5% στις αρχές Ιουνίου σε 15-20% τον Οκτώβριο και

Νοέμβριο, ενώ η απόλυτη τιμή φάνηκε να παραλλάσσει αναλόγως της υγρασίας εδάφους και των βροχοπτώσεων (Scott and Jaggard 1993).

Το φθινόπωρο περιορίζεται η ανάπτυξη ριζών και κορυφών και έτσι δεν αναλίσκεται ζαχαρόζη, αλλά δεν σχηματίζεται και νέα λόγω οικολογικών περιορισμών και γήρανσης του φυτού. Έτσι, η συγκέντρωση της ζαχαρόζης στις ρίζες φθάνει ένα σταθερό επίπεδο, οπότε γίνεται η συγκομιδή. Η ανάπτυξη του ζαχαρότευτλου κατά το βλαστικό στάδιο φαίνεται στην Εικόνα 1.3.1 (Σφήκας 1988, Elliott και Weston 1993).

1.6 Οικολογικές απαιτήσεις

Το ζαχαρότευτλο έχει σχετικώς στενή γενετική παραλλακτικότητα και κατά συνέπεια και οικολογική προσαρμοστικότητα γι' αυτό είναι απαραίτητη η γνώση των οικολογικών απαιτήσεων του, αλλά και των συνθηκών της περιοχής. Τα προβλήματα της προσαρμογής μετριάζονται από το γεγονός ότι για βιομηχανικούς σκοπούς το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται ως μονοετές φυτό και δεν χρειάζεται να αντιμετωπιστούν τα δύσκολα προβλήματα της αναπαραγωγής.

1.6.1 Κλίμα

Οι σπουδαιότεροι κλιματολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των ζαχαρότευτλων είναι η θερμοκρασία ημέρας και νύκτας, το μήκος ημέρας, η ένταση φωτός, η ατμοσφαιρική υγρασία, η συγκέντρωση CO₂ και η κίνηση του αέρα (Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Scott and Jaggard 1993).

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία στην οποία μπορεί να αρχίσει η βλάστηση του σπόρου είναι 3-4°C, ενώ με θερμοκρασίες 15-25°C το φύτρωμα συντελείται σε 3-4 ημέρες. Τα νεαρά φυτά είναι ευαίσθητα και υφίστανται ζημίες με θερμοκρασίες από -3 έως -4°C. Από το στάδιο των μόνιμων φύλλων γίνονται ανθεκτικά μέχρι και -8°C, ενώ φθινοπωρινές θερμοκρασίες -3 έως -4°C προκαλούν ζημίες στο φύλλωμα.

Η άριστη θερμοκρασία για την καθαρή φωτοσύνθεση και συνεπώς για παραγωγή ζαχαρόζης είναι 19-22°C. Υψηλότερες θερμοκρασίες είναι επιζήμιες κυρίως κατά το τέλος της περιόδου, όταν γίνεται η εντατική αποθήκευση ζαχαρόζης στη ρίζα.

Το ποσοστό σακχάρου στη ρίζα επηρεάζεται κυρίως από τον καιρό στο τέλος της εποχής, ενώ η συνολική ποσότητα του επηρεάζεται από τον καιρό που επικράτησε όλη την περίοδο. Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι επίσης αποτέλεσμα της ορμο-

νικής ισορροπίας του φυτού (Elliott και Weston 1993).

Υγρασία. Ως προς την υγρασία το ζαχαρότευτλο είναι απαιτητικό φυτό, παρόλο που ο συντελεστής διαπνοής είναι χαμηλός (240-400), γιατί σχηματίζει πλούσια φυτική μάζα. Έτσι, σε ξηροθερμικά περιβάλλοντα η καλλιέργεια πρέπει να είναι αρδευόμενη. Οι αρδεύσεις πρέπει να δίνονται πριν διψάσουν τα φυτά. Τις μεγαλύτερες ανάγκες έχει το φυτό κατά το μέσο της περιόδου αναπτύξεως του, ενώ η άρδευση πρέπει να αποφεύγεται κατά το τέλος της περιόδου, γιατί μειώνεται η περιεκτικότητα των ριζών σε ζαχαρόζη. Οι κύριες επιδράσεις της στέρησης ύδατος είναι το κλείσιμο των στοματιών και κατά συνέπεια η μείωση της φωτοσύνθεσης, η καθυστέρηση εκπτυξης των φύλλων και η πρόωρη γήρανση των φύλλων (Dunham 1993).

Φως. Ως προς το φως το ζαχαρότευτλο ευνοείται από μέση ένταση. Πολύ υψηλή ή πολύ χαμηλή ένταση μπορεί να προκαλέσει μείωση του ποσοστού του σακχάρου. Η συνολική παραγωγή σακχάρου αυξάνει με την ένταση του φωτισμού και μεγιστοποιείται, όταν το επίπεδο αζώτου είναι σε κανονικά όρια, γιατί, όταν είναι πολύ υψηλά φαίνεται ότι ευνοείται η βλαστική αύξηση (παραγωγή κορυφών) και μειώνεται η αποθήκευση προϊόντων φωτοσύνθεσης στις ρίζες.

Μικροκλίμα. Το μικροκλίμα που δημιουργείται στο περιβάλλον της φυτείας, λόγω της πυκνής φυτοκάλυψης, επηρεάζει επίσης την αύξηση και ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων. Οι μεταβολές που παρατηρούνται στη φυτοστιβάδα ως προς τη θερμοκρασία, το ποσό της ακτινοβολίας που δεσμεύεται ή αντανακλάται, καθώς και η περιεκτικότητα σε CO₂ και η εξατμισοδιαπνοή, που επηρεάζονται και από τον άνεμο, διαμορφώνουν και την παραγωγικότητα των φυτών.

1.6.2 Εδαφοκλιματικές συνθήκες στην Ελλάδα

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα και σε ημιξηρικές περιοχές: α) παραλιακές με μεσογειακό κλίμα και β) εσωτερικές πεδιάδες με ηπειρωτικό κλίμα. Οι ετήσιες βροχοπτώσεις κυμαίνονται από 470-550mm με κύριο χαρακτηριστικό την άνιση κατανομή και τη διαμόρφωση ξηροθερμικής περιόδου Μαΐου - Σεπτεμβρίου. Κατά την περίοδο σποράς (Φεβρουάριος-Απρίλιος) οι ημέρες παγετού είναι 6-8 με θερμοκρασίες όχι κατώτερες του -4°C. Κατά τους θερινούς μήνες η μέση μέγιστη θερμοκρασία κυμαίνεται από 32°C (Θεσσαλία) έως 30°C (Θράκη), με πολύ υψηλότερη όμως την απόλυτη μέγιστη τιμή. Ο συνδυασμός υψηλών θερμοκρασιών και χαμηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας προκαλεί συχνά κατά τη θερινή πε-

ρίοδο αναστολή της ομαλής ανάπτυξης του φυτού και ανεπιθύμητη επιβράχυνση της ζωής του φυλλώματος με αποτέλεσμα τη μετέπειτα αναβλάστηση. Η αναφύλλωση, σε συνδυασμό με το μικρό ημερήσιο θερμομετρικό εύρος, δεν ευνοούν την προοδευτική αύξηση του ζαχαρικού τίτλου, οπότε αυτή αναστέλλεται περί το τέλος Αυγούστου, ενώ συνεχίζεται η αύξηση του βάρους ριζών μέχρι και τον Οκτώβριο. Η ηλιοφάνεια και η υγρασία εδάφους (λόγω των αρδεύσεων) είναι κατά κανόνα ευνοϊκές σε όλη τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Η μηχανική σύσταση των εδαφών παραλλάσσει ευρέως από βαρεία αργιλώδη (Θεσσαλία 65%, Μακεδονία-Θράκη 35%) έως μέσα ιλυοπηλώδη-πηλώδη (25%) και ελαφρά (Θεσσαλία 10%, Μακεδονία-Θράκη 40%). Το pH του εδάφους είναι κατά κανόνα 7,5-8,4. Σε αρκετά εδάφη υπάρχει υψηλή αλάτωση (συγκέντρωση Na), η οποία σε συνδυασμό με υψηλή εδαφική στάθμη νερού συμβάλλει στην κακή αποστράγγιση και ποιότητα νερού. Η περιεκτικότητα σε οργανική ουσία είναι χαμηλή (1-2%) στα περισσότερα εδάφη (ποσοστό 65%).

Εντούτοις, λόγω των ισχυρών λιπάνσεων, το υπολειμματικό νιτρικό άζωτο είναι αρκετά υψηλό (> 10ppm στο 60% των αγρών) και ίσως σε ορισμένες περιπτώσεις υπερβολικά υψηλό, ώστε να θεωρείται ένα από τα πιθανά αίτια της μείωσης των αποδόσεων και κυρίως του ζαχαρικού τίτλου που παρατηρείται συχνά τα τελευταία χρόνια. Ο φώσφορος λόγω των λιπάνσεων θεωρείται ικανοποιητικός (>10ppm κατά Olsen στο 70% των αγρών). Το κάλιο επίσης, λόγω προελεύσεως μητρικού υλικού εδάφους, υπάρχει συνήθως σε επαρκείς ποσότητες (>100ppm ανταλλάξιμο K στο 85% των αγρών). Σε ορισμένες περιπτώσεις παρατηρείται ανεπάρκεια B και Μη.

Με τις συνθήκες διεξαγωγής της τευτλοκαλλιέργειας στον τόπο μας, όταν η συγκομιδή γίνεται στην αρχή της καμπάνιας του εργοστασίου (συνήθως μέσα Αυγούστου), παρατηρείται χαμηλό στρεμματοζάχαρο και όταν γίνεται προς το τέλος της καμπάνιας (τέλος Νοεμβρίου) παρατηρείται χαμηλός ζαχαρικός τίτλος.

Η νότια Ελλάδα θεωρείται ακατάλληλη για την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων, κυρίως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η Δυτική Ελλάδα, όπου η θερμοκρασία του χειμώνα δεν κατεβαίνει πέραν του -5°C κατά κανόνα, γι' αυτό εκεί θα μπορούσε ίσως να ευδοκιμήσει φθινοπωρινή καλλιέργεια με ανθεκτικές ποικιλίες τόσο στις χαμηλές θερμοκρασίες όσο και στην προάνθηση. Η φθινοπωρινή καλλιέργεια θα μπορούσε να εκμεταλλεύεται τις βροχές του χειμώνα και να διευρύνει την περίοδο λειτουργίας του ζαχαρουργείου σε συνδυασμό με εαρινή καλλιέργεια, όπως προαναφέρθηκε. Στη Βόρεια Ελλάδα οι προσπάθειες που έγιναν για εισαγωγή φθινοπωρινής καλλιέργειας απέτυχαν, κυρίως λόγω του υ-

περβολικού για το φυτό ψύχους. Η δημιουργία κατάλληλων ανθεκτικών ποικιλιών (στο ψύχος και στην έκπτυξη ανθικών καταβολών θα συμβάλλει στην αύξηση της ανταγωνιστικότητας της καλλιέργειας (Στοιχεία Ε.Β.Ζ., Σφήκας 1988).

1.7 Καλλιεργητικές Φροντίδες

1.7.1 Αμειψισπορά

Τα ζαχαρότευτλα εναλλάσσονται με καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού, βιομηχανικής τομάτας κ.ά. ή και σιταριού, όταν αυτό παίρνει μέρος στην αμειψισπορά αρδευόμενων εκτάσεων για διάφορους λόγους. Τα σιτηρά ευνοούνται, όταν έπονται των ζαχαρότευτλων, ίσως γιατί εκμεταλλεύονται την υπολειμματική λίπανση. Η συνεχής καλλιέργεια ζαχαρότευτλων αντενδείκνυται, γιατί μειώνει τις αποδόσεις (ίσως και λόγω του υπολειμματικού N), αλλά κυρίως γιατί συμβάλλει στην αύξηση προσβολών από εχθρούς και ασθένειες. Στην Ελλάδα, με βάση το συμφωνητικό τευτλοκαλλιέργειας, οι αγρότες είναι υποχρεωμένοι να ακολουθούν τετραετή αμειψισπορά και σε περιοχές που κινδυνεύουν από ριζομανία εξαετή αμειψισπορά. Τετραετής αμειψισπορά επιβάλλεται επίσης από τους Κώδικες Ορθής Γεωργικής Πρακτικής του Υπουργείου Γεωργίας προκειμένου να ενταχθεί μία συγκεκριμένη εκμετάλλευση ζαχαρότευτλων σε περιβαλλοντικά προγράμματα.

Πείραμα που έγινε στο Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας έδειξε ότι τα βαμβακόφυτα που καλλιεργήθηκαν μετά τα ζαχαρότευτλα παρουσίασαν γενικώς καθυστερημένη εμφάνιση χτενιών, ανθέων και καρυδιών, καθυστερημένη ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας και καθυστερημένη εξέλιξη του βάρους των βλαστικών και αναπαραγωγικών οργάνων, σε σχέση με τα βαμβακόφυτα μετά από το βαμβάκι ή το καλαμπόκι. Η καθυστέρηση αυτή περιορίστηκε βαθμηδόν στη διάρκεια της βλαστικής περιόδου ή και εκμηδενίστηκε, ώστε παρόλο που στην πρόιμη συγκομιδή τα βαμβακόφυτα μετά από τα ζαχαρότευτλα έδειξαν τάση μειωμένης απόδοσης, η τελική τους απόδοση δεν διέφερε από τις άλλες μεταχειρίσεις. Η καθυστερημένη ανάπτυξη των βαμβakoφύτων αποδόθηκε στο γεγονός ότι οι διογκωμένες ρίζες των ζαχαρότευτλων συμπίεζον το έδαφος, έτσι ώστε να παρακωλύεται η αρχική διείσδυση των ριζών της επόμενης καλλιέργειας, αλλά πιθανόν να οφείλεται και σε άλλα αίτια (Γαλανοπούλου-Σενδουκά κ.ά.1999).

1.7.2 Λίπανση

Υπό κανονικές συνθήκες το ζαχαρότευτλο ικανοποιεί μόνο μέρος των θρεπτικών αναγκών του από το έδαφος, ενώ το υπόλοιπο είναι απαραίτητο να το προσλάβει με λίπανση ανόργανη ή οργανική. Υπέρβαση όμως των λιπαντικών αναγκών μπορεί να προκαλέσει ρύπανση των υπόγειων υδάτων. Η Ε.Β.Ζ. επιδιώκει να κινηθεί στα πλαίσια της ορθολογικής λίπανσης με στόχο τον άριστο συνδυασμό κόστους και γεωργικής απόδοσης. Τα ζαχαρότευτλα συνήθως αντιδρούν έντονα στην οργανική και ανόργανη λίπανση ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους, τις κλιματολογικές συνθήκες της καλλιέργειας (Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης 1960, Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Σφήκας 1988, Draycott 1993).

Άζωτο. Είναι το σπουδαιότερο θρεπτικό συστατικό που επηρεάζει την απόδοση και ποιότητα των ζαχαροτεύτλων και προσλαμβάνεται κυρίως ως νιτρικό αλλά και υπό αμμωνιακή μορφή. Η έλλειψή του προκαλεί χαρακτηριστική χλώρωση των φύλλων και καταστέλλει την αύξηση των φυτών. Τα αζωτούχα λιπάσματα αυξάνουν συνήθως το βάρος ριζών και κεφαλών, αλλά συνήθως δεν αυξάνουν την περιεκτικότητα σε σάκχαρο. Έχουν επίσης αξιοσημείωτη επίδραση στα φύλλα, που γίνονται εύρωστα και ζωηρά πράσινα.

Επαρκής ποσότητα αυξάνει τη στρεμματική απόδοση σε ρίζες και συνεπώς σε στρεμματοζάχαρο, αλλά και η περίσσεια Ν μειώνει τον ζαχαρικό τίτλο και την καθαρότητα του χυμού με αποτέλεσμα να γίνεται αντιοικονομική τόσο για τον παραγωγό όσο και για τη βιομηχανία. Υπολογίζεται γενικώς ότι για να μεγιστοποιηθεί το στρεμματοζάχαρο πρέπει η φυτεία να προσλάβει 20-25 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα.

Φώσφορος. Με τη έλλειψη φωσφόρου επιβραδύνεται η αύξηση των νεαρών φυτών, η φυλλική επιφάνεια παραμένει μικρή και η απόδοση μειώνεται. Γενικώς σε πτωχά εδάφη η φωσφορική λίπανση αυξάνει θεαματικά τις αποδόσεις, αυξάνει επίσης την ζαχαροπεριεκτικότητα της ρίζας, εφόσον η αζωτούχος λίπανση είναι μέτρια, όχι όμως όταν η τελευταία είναι ισχυρή. Οι ανάγκες σε Ρ στη χώρα μας κυμαίνονται από 0-16 μονάδες P_2O_5 /στρ., ενώ η συμβουλευτική λίπανση ανέρχεται σε 10 περίπου μονάδες Ρ.

Τα στοιχεία θείο ασβέστιο και μαγνήσιο θεωρούνται δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία, ενώ οι ανάγκες σε ιχνοστοιχεία αντιμετωπίζονται επαρκώς στα περισσότερα ελληνικά εδάφη εκτός του βορίου και μαγνησίου, που σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται προσθήκη είτε με διαφυλλικούς ψεκασμούς για άμεση αντιμετώπιση της τροφопενίας, είτε με κατάλληλα λιπάσματα στο έδαφος για μόνιμη αντιμετώπιση.

Για τα ελληνικά εδάφη η μέση άριστη δόση λίπανσης είναι:

12-14 Kg/στρ. N, 9-11 Kg/στρ. P₂O₅ και 0-45 /στρ. Kg/στρ K₂O (EBZ ΑΕ, 2001α).

1.7.3 Καταπολέμηση ζιζανίων

Παρόλο που τα ζαχαρότευτλα θεωρούνται καλλιέργεια αποπνικτική των ζιζανίων, έχουν ανάγκη από αντιμετώπιση των ζιζανίων κυρίως κατά τη νεαρή τους ηλικία. Η εργασία αυτή πριν το 1955 γινόταν, στην Ευρώπη, κατά ένα μεγάλο ποσοστό με χειρωνακτικά μέσα, τα "τσαπίσματα". Η ραγδαία όμως ανάπτυξη της βιομηχανίας και επομένως ο περιορισμός των εργατικών χεριών για τη γεωργία έφερε την καλλιέργεια στα πρόθυρα της εγκατάλειψης της, η οποία αποφεύχθηκε με την εξίσου εντυπωσιακή πρόοδο στην εκμηχάνιση της καλλιέργειας και την ανακάλυψη και χρήση κατάλληλων ζιζανιοκτόνων, τα οποία άρχισαν να χρησιμοποιούνται ευρέως στην Ευρώπη από τις αρχές της δεκαετίας του 1960.

Στην Ελλάδα η χρησιμοποίηση ζιζανιοκτόνων στα τεύτλα άρχισε ουσιαστικώς από το 1970, επεκτάθηκε σταδιακώς και έφθασε σήμερα να καλύπτει πρακτικώς το σύνολο των εκτάσεων. Η καθυστερημένη χρήση των ζιζανιοκτόνων στην Ελλάδα οφείλεται στην σχετική επάρκεια εργατικών χεριών πριν το 1970, στην αβέβαιη τότε δράση των ζιζανιοκτόνων εδάφους λόγω των μεγάλων βροχομετρικών διακυμάνσεων και στην υψηλή τιμή των ζιζανιοκτόνων.

Αρχικώς χρησιμοποιούσαν μόνο ζιζανιοκτόνα εδάφους, ενσωματούμενα και προφυτρωτικά, η αποτελεσματικότητα των οποίων εξαρτάται από την υγρασιακή κατάσταση του εδάφους. Σήμερα χρησιμοποιούνται εξίσου και συνεχώς επεκτείνονται τα μεταφυτρωτικά ζιζανιοκτόνα εδάφους και κυρίως τα διαφυλλικά.

Η αντιμετώπιση των ζιζανίων υποβοηθείται, στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών και οπωσδήποτε πριν την πλήρη φυτοκάλυψη του εδάφους, με τα μηχανοσκαλίσματα στο ενδιάμεσο των γραμμών, ιδιαίτερα, όταν γίνεται εφαρμογή ζιζανιοκτόνων σε στενές λωρίδες εκατέρωθεν της γραμμής σποράς (Κλαβανίδης 1979, Henriksson και Hakansson 1993).

Τα πιο συνηθισμένα ζιζάνια των τευτλοκαλλιεργειών στην Ελλάδα είναι τα *Solarium nigrum*, *Chenopodium spp.*, *Amaranthus spp.*, *Sinapsis arvensis*, *Echinochloa crusgalli*, *Avena sterilis*, **κουσκούτα** κ.ά. (Κλαβανίδης 1979, Στοιχεία E.B.Z.). Η εφαρμογή αποτελεσματικών ζιζανιοκτόνων σε συνδυασμό με τη χρήση μονόσπερμου σπόρου περιορίσει δραστικά τα εργατικά χέρια που ήταν παλαιότερα απαραίτητα για αραίωμα και σκάλισμα.

Επειδή σήμερα υπάρχει ο κίνδυνος της κατάχρησης των ζιζανιοκτόνων, με επακόλουθα την αύξηση του κόστους παραγωγής και τη ρύπανση του περιβάλλοντος, το πρόβλημα των ζιζανίων πρέπει να αντιμετωπίζεται στα πλαίσια της ολοκληρωμένης καταπολέμησης με εφαρμογή της κατάλληλης αμειψισποράς και καλλιεργητικής τεχνικής σε συνδυασμό με τη χρήση ζιζανιοκτόνων στον βαθμό που επιβάλλεται. Πρόσφατα η βιοτεχνολογία δημιούργησε ποικιλίες τεύτλων ανθεκτικές σε ορισμένα ζιζανιοκτόνα, οι οποίες προς το παρόν απαγορεύονται να καλλιεργηθούν στην επικράτεια της Ε.Ε., όπως και στην περίπτωση του βαμβακιού.

1.7.4 Σπορά

Η σπορά κάτω από τις ελληνικές συνθήκες πραγματοποιείται από τα μέσα Φεβρουαρίου έως και τα τέλη Μαρτίου, με μέση ημερομηνία σποράς περίπου τη 10^η Μαρτίου. Η έγκαιρη προετοιμασία του αγρού παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης των πλεονεκτημάτων της πρώιμης σποράς όπως την καλύτερη αξιοποίηση της υπάρχουσας υγρασίας του εδάφους, τις αυξημένες πιθανότητες βροχόπτωσης, το ομοιόμορφο φύτευμα, την καλύτερη ανάπτυξη φυτών, το μικρότερο κόστος ζιζανιοκτονίας, την καλύτερη προστασία από τις προσβολές των εντόμων, τα μεγαλύτερα χρονικά περιθώρια για επανασπορά, αν απαιτηθεί, την καλύτερη τελική απόδοση (EBZ AE, 2001 β). Οι Scott et al., (1993), αναφέρουν θετική σχέση μεταξύ της αύξησης του βάρους ριζών και τη αύξησης της προσλαμβανόμενης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με το ζαχαρικό τίτλο, αλλά είναι λιγότερο εμφανές. Ο συντελεστής που αντιπροσωπεύει την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ζάχαρη είναι 0,97 g/MJ. Αυτό εξηγεί τα πλεονεκτήματα της πρώιμης σποράς ως προς την απόδοση.

Το βάθος σποράς είναι 1-3 cm ανάλογα με την εποχή σποράς (πρώιμη ή όψιμη) και την κατάσταση του αγρού. Η απόσταση σποράς μεταξύ των γραμμών έχει καθιερωθεί στα 50 cm. Η επιλογή των αποστάσεων σποράς επί της γραμμής γίνεται λαμβάνοντας υπόψη την κατάσταση του αγρού και τις πιθανές απώλειες φυτρώματος. Στόχος είναι το φύτευμα 8000-11000 φυτών / στρ., ομοιόμορφα κατανομημένα, ώστε με τις απώλειες μέχρι το φθινόπωρο να συγκομιστούν 7000-10000 φυτά/στρ. (EBZ AE, 2001β). Σύμφωνα με τους Scott et al., (1993),- σε ανόργανα εδάφη ένας πληθυσμός 7500 φυτά/στρ. είναι ο ελάχιστος που απαιτείται για την μέγιστη παραγωγή ζάχαρης / στρ.

1.7.5 Άρδευση

Απαιτήσεις σε νερό. Παρά τον χαμηλό συντελεστή διαπνοής (240-400) τα ζαχαρότευτλα, όπως προαναφέρθηκε, απαιτούν πολύ νερό, γιατί σχηματίζουν μεγάλη φυτική μάζα. Υπάρχει γενικώς μία στενή σχέση μεταξύ συνολικής ξηράς ουσίας και ποσότητας νερού που καταναλώθηκε. Η συσχέτιση όμως της εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού και απόδοσης παραμένει ασαφής, παρόλη την έρευνα που έχει διεξαχθεί, γιατί επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως εδαφοκλιματικούς, πληθυσμό φυτών, λίπανση, εποχή συγκομιδής κ.ά. Για τον προσδιορισμό των αναγκών επιχειρείται να αναπτυχθούν καμπύλες που να βασίζονται στον "συντελεστή της σχετικής οριακής εξατμισοδιαπνοής", δηλαδή στη σχέση μεταξύ μείωσης της παραγωγικότητας του φυτού, όπως αυτή εκφράζεται ως ποσοστό επί της μέγιστης αποδόσεως και μείωσης εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού, όπως αυτή εκφράζεται ως ποσοστό επί της μέγιστης εξατμισοδιαπνοής. Η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή στο Davis της Καλιφόρνιας (που θεωρείται ότι έχει παραπλήσιο κλίμα με την Ελλάδα) και με σπορά 1 Απριλίου και συγκομιδή 31 Οκτωβρίου είναι: Απρίλιος 25mm, Μάιος 75mm, Ιούνιος 210mm, Ιούλιος 240mm, Αύγουστος 205mm, Σεπτέμβριος 145mm και Οκτώβριος μηδέν (συνολική 900mm). Πολλά πρότυπα χρήσης ύδατος και ανάπτυξης φυτού έχουν χρησιμοποιηθεί, αλλά κανένα από αυτά δεν φαίνεται να είναι πρακτικώς αποτελεσματικό (Dunham 1993).

Οι ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε συνολική ποσότητα νερού κυμαίνονται από 400mm στη Φινλανδία, όπου η βλαστική περίοδος είναι μικρή και δροσερή, μέχρι 1500mm σε περιοχές με μακρά και θερμή περίοδο, όπως Μαρόκο και νότια Καλιφόρνια.

Στην Ελλάδα, με βάση τα πειράματα της E.B.Z., για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων, οι απαιτήσεις σε νερό ανέρχονται σε 800-1000mm, ποσότητα που πολλές φορές δεν παρέχεται λόγω της ανεπάρκειας νερού. Η ποσότητα αυτή δεν επηρεάζει σημαντικά τον σακχαρικό τίτλο, ενώ συντελεί στη μείωση του επιβλαβούς αζώτου και της διαλυτής τέφρας. Παράλληλα όμως επιβάλλεται ορθολογική χρήση του νερού, έτσι ώστε με την αύξηση της παραγωγής να υπάρχει ανταπόδοση του κόστους αρδεύσεως. Εξάλλου, η υπεράρδευση μπορεί να είναι και επιζήμια, γιατί π.χ. ευνοεί την κερκόσπορα γι' αυτό και επιβάλλεται να γίνεται συντονισμός αρδεύσεων και ψεκασμών.

Οι απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό των ζαχαρότευτλων ποικίλλουν από 100 έως 200mm για Αγγλία και Γαλλία, μέχρι 500-1000mm για τις παραμεσόγειες π.χ. περιοχές.

Στην Ελλάδα οι απαιτήσεις σε αρδευτικό νερό ποικίλλουν κατά μέσο όρο από 700mm (Θεσσαλία), σε 150-300mm (Κεντρική Μακεδονία) και 300-500mm (Ανατολική Μακεδονία και Θράκη). Έτσι, αναλόγως των συνθηκών και της διαθεσιμότητας του αρδευτικού ύδατος δίνονται 3-7 αρδεύσεις με παροχή 40-80m³/οτρ. και άρδευση.

Σημειώνεται ότι μόνο το 1/5 από την παγκοσμίως καλλιεργούμενη έκταση (80εκ. στρ.) αρδεύεται και το ποσοστό αυτό ποικίλλει από περιοχή σε περιοχή (στη Βόρειο Ευρώπη είναι λιγότερο από 20%, ενώ στην ανατολική Μεσόγειο κυμαίνεται από 80-100%).

Χρόνος αρδεύσεως. Για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων οι αρδεύσεις πρέπει να γίνονται, πριν τα φυτά δείξουν συμπτώματα δίψας. Στην Αμερική αποδείχθηκε περί το 1940 πόσο εσφαλμένη ήταν η τεχνική που απέβλεπε στο να διψάσει το φυτό κατά την νεαρή ηλικία για να αναγκαστεί να αναπτύξει βαθύ ριζικό σύστημα και να αυξήσει την απόδοση του. Αντιθέτως με την τεχνική αυτή σταματούσε η ανάπτυξη του φυτού. Πάντως το ζαχαρότευτλο είναι από τα φυτά που ανέχονται ελαφρά στέρηση του νερού.

Συχνά και ιδιαίτερα στις νοτιότερες περιοχές της χώρας μας επιβάλλεται να δοθεί άρδευση (ελαφρός καταιονισμός) για να διευκολυνθεί το φύτευμα ή η πρώτη ανάπτυξη των φυτών. Τα τεύτλα είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα στην έλλειψη νερού 3-4 εβδομάδες μετά το φύτευμα, οι ανάγκες όμως αυξάνουν με την πρόοδο της ανάπτυξεως του φυτού και την άνοδο των θερμοκρασιών. Το βιομηχανικό ζαχαρότευτλο δεν έχει καθορισμένη κριτική περίοδο, σε αντίθεση με τις καλλιέργειες που ανθοφορούν, αλλά οι ανάγκες του σε νερό είναι μεγαλύτερες περί το μέσο της περιόδου ανάπτυξεως. Η άρδευση πριν τη συγκομιδή βρέθηκε γενικώς ότι αυξάνει την απόδοση των ριζών, μειώνει όμως τον σακχαρικό τίτλο. Εντούτοις μία τελευταία ελαφρά άρδευση, 10-20 ημέρες πριν τη συγκομιδή, ιδιαίτερα στα συνεκτικά εδάφη, διευκολύνει την εξαγωγή των ριζών από το έδαφος.

Η κυρίως αρδευτική περίοδος για τη χώρα μας αρχίζει περί τα τέλη Μαΐου-αρχές Ιουνίου και διαρκεί μέχρι τέλη Αυγούστου. Τα ζαχαρότευτλα ποτίζονται στην Ελλάδα με αυλάκια (<15%) ή καταιονισμό (>85%), ενώ η κατάκλυση δεν συνιστάται, γιατί δημιουργεί σηψιρριζίες. Σήμερα άρχισε να χρησιμοποιείται και η στάγδην άρδευση (Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Σφήκας 1988, Dunham 1993).

1.8 Εχθροί και Ασθένειες

Στην Ελλάδα εμφανίζεται μεγάλη ποικιλία παρασίτων και παθογόνων στα τεύτλα και ισχυρότερη ένταση προσβολών σε σύγκριση με τις χώρες της λοιπής Ευρώπης. Παρακάτω αναφέρονται τα σπουδαιότερα για τα σημερινά δεδομένα, φυτικά και ζωικά παράσιτα, οι ζημιές που προκαλούν και οι τρόποι αντιμετώπισης τους. Σημειώνεται ότι η Ε.Β.Ζ. προκειμένου να ελέγχει αποτελεσματικά την ποιότητα των τεύτλων που προμηθεύεται από τους παραγωγούς, αναλαμβάνει τη διενέργεια των απαραίτητων ψεκασμών για τη φυτοπροστασία.

1.8.1 Ασθένειες

Ως σοβαρότερες βιοτικές ασθένειες αναφέρονται οι παρακάτω (Ε.Β.Ζ. 1982, APS PRESS 1991, Asher 1993, Duffus and Ruppel 1993, Ιωαννίδης 1997). Τα συμπτώματα ορισμένων ασθενειών των ζαχαρότευτλων φαίνονται στην Εικόνα 1.8.1.

α) Μυκητολογικές

1) Η κυριότερη μυκητολογική ασθένεια στην Ελλάδα είναι η **κερκοσπορίωση** (Εικ.2.8.1) που προκαλείται από τον μύκητα *Cercospora beticola*.

2) **Ωίδιο**. (Εικ.1.8.1) Προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe betae*.

3) **Τήξεις φυταρίων**. Προκαλούνται από μύκητες όπως των γενών *Rhizoctonia*, *Sclerotinia*, *Pythium*, *Fusarium*, *Aphanomyces* κ.α.

4) Λιγότερο σοβαρές ασθένειες είναι ο **περονόσπορος** (*Peronospora farinosa*) και η **σκωρίαση** (*Uromyces betae*), καθώς και η **φουζαρίωση** (*Fusarium* spp.) και η **βερτισιλλίωση** (*Verticillium* spp.).

β) Ιώσεις

1) **Ριζομανία** (Beet Necrotic Yellow Virus) (Εικ.1.8.1)

2) **Ιολογικός Ίκτερος** (beet yellows).

γ) Βακτηριώσεις

1) **Μαλακή σήψη ή υγρή σήψη**. (Wet root rot, soft rot). Ασθένεια που μπορεί να οφείλεται σε βακτήρια ή σε μύκητες.

2) **Καρκίνος των τεύτλων** (Grown Gall) (Εικ.1.8.1). Προκαλείται από το βακτήριο *Agrobacterium tumefaciens*.

3) **Ξανθομονάς** (Εικ.1.8.1). Προκαλείται από το βακτήριο *Xanthomonas beticola*.

4) **Βακτηριακή κηλίδωση** (Bacterial blight). Προκαλείται από το βακτήριο *Pseudomonas aptata*.

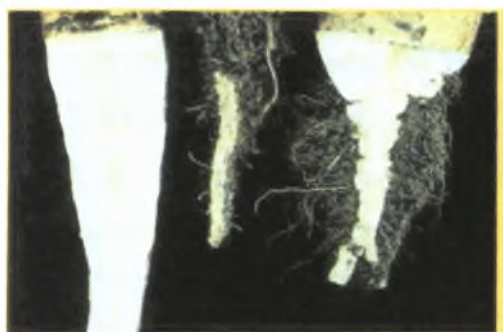
1.8.1 Ασθένειες ζαχαρότευτλων



1. Κερκοσπορίωση (*Cercospora beticola*)
(E.B.Z. 1982)



2. Ωίδιο (*Erysiphe betae*) (APS PRESS
1991)



3. Ριζομανία. Συμπτώματα ριζών (E.B.Z.
1982)



4. Ξανθομονάς (*Xanthomonas beticola*)
(E.B.Z. 1982)



5. Καρκίνος των τεύτλων (*Agrobacterium tumefaciens*) (E.B.Z. 1982)



6. Ριζομανία. Συμπτώματα φύλλων (APS
PRESS 1991)

1.8.2. Ζωικά παράσιτα

Αναφέρονται εχθροί των τεύτλων, που ανήκουν κυρίως στα έντομα και λιγότερο στα ακάρεα και νηματώδεις. Διακρίνονται αναλόγως του φυτικού μέρους που προσβάλλουν και του σταδίου προσβολής, σε ζωικούς εχθρούς εδάφους (ριζών), φυλλώματος και φυταρίων (E.B.Z. 1982, APS PRESS 1991, Cooke 1993, Στρουθόπουλος 1995, Ιωαννίδης 1997). Ορισμένα ζωικά παράσιτα φαίνονται στην Εικ. 1.8.2.

α) Ζωικά παράσιτα εδάφους

1) Στο σπόρο που φυτρώνει και στα νεαρά φυτά προκαλούν ζημιές τα έντομα **σιδηροσκώληκες, αγροτίδες** (Εικ 1.8.2), **γρυλλοτάπη κ.α.**

2) **Νηματώδεις** (Εικ 1.8.2).

β) Ζωικά παράσιτα φυλλώματος

1) **Άλτης** (*Chaetocnema* spp.)

2) **Κασσίδα** (*Cassida* spp.)

3) **Φθοριμαία** (*Phthorimaea ocellatella*)

4) **Αφίδες**

5) **Λίξος** (*Lixus* spp.)

6) **Κάμπιες φυλλώματος**

7) **Τετράνυχος**

γ) Ζωικά παράσιτα φυταρίων

Προσβάλλουν, κατά το φύτευμα και την πρώτη ανάπτυξη, τα τεύτλα κάτω από το έδαφος (σιδηροσκώληκες) ή τον λαιμό (αγροτίδες) ή τις κοτυληδόνες και τα πρώτα ζεύγη μόνιμων φύλλων (άλτης, κλεονός, τανύμεκος κ.ά.) προκαλώντας ζημιές που μπορεί να καταστρέψουν ολόκληρη τη φυτεία.

1) **Κλεονός** (*Bothynoderes punctiventris*) (Εικ. 1.8.2).

2) **Τανύμεκος** (*Tanymecus dilaticollis*)

Εικόνα 1.8.2 Ζωικά παράσιτα ζαχαρότευτλων



1. Σιδηροσκώληκας (*Agriotes sp.*) (E.B.Z. 1982)



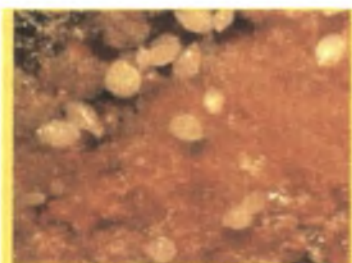
2. Αγρότιδα (*Agrotis sp.*) (E.B.Z. 1982)



3. Νηματώδης: Μεγάλοι κόμβοι που προκλήθηκαν στις ρίζες από τον *Meloidogyne incognita* (APS PRESS 1991)



4. Νηματώδης: Υγιές ζαχαρότευτλο και τρία προσβεβλημένα φυτά από τον *Meloidogyne hapla* (APS PRESS 1991)



5. Νηματώδης: Άσπρα θηλυκά άτομα του *Heterodera schachtii* σε κοκκινογούλι (APS PRESS 1991)



6. Κασσιίδα (*Cassiola triobilis*) (Ιωαννίδης 1977)



7. Λίξος (*Lixus cabricollis*) (Ιωαννίδης 1977)



8. Κλεονός (*Bothynoderes punctiventris*) (Ιωαννίδης 1977)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

2.1 Γενικά-Ιστορική εξέλιξη

Η στάγδην άρδευση επιφανειακή ή υπόγεια ανήκει στις μεθόδους τοπικής ή μερικής άρδευσης. Έτσι χαρακτηρίζονται οι μέθοδοι που χορηγούν το νερό απευθείας στη ζώνη της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και μόνο εκεί, σε αντίθεση με τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους που χορηγούν το νερό σε όλη (κατάκλιση, καταιονισμός) ή σχεδόν σε όλη(αυλάκια) την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια.

Η στάγδην άρδευση μπορεί να αποτελέσει μεγάλο πλεονέκτημα για την αποτελεσματική χρήση του νερού. Ένα καλά σχεδιασμένο σύστημα στάγδην άρδευσης ή υπόγειας στάγδην άρδευσης, δεν έχει απώλειες νερού εξαιτίας της υπερχειλίσης, καθίζησης, ή της εξάτμισης. Ο σχεδιασμός της άρδευσης μπορεί να χειριστεί με ακρίβεια, ώστε να ικανοποιεί τις ανάγκες της καλλιέργειας, παρέχοντας τόσο αυξημένες αποδόσεις όσο και καλύτερη ποιότητα της καλλιέργειας.

Η στάγδην άρδευση μειώνει την επαφή του νερού με τα φύλλα, τον κορμό και τα φρούτα της καλλιέργειας, κάτι που έχει ως αποτέλεσμα τη μείωση των ασθενειών που είναι δυνατόν να προσβάλλουν την καλλιέργεια. Συχνά οι καλλιεργητές και οι επιστήμονες της άρδευσης αναφέρονται στην “υπόγεια στάγδην άρδευση”. Όταν ο σταλάζων σωλήνας μπορεί να τοποθετηθεί κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, γίνεται λιγότερο επιρρεπής στην φθορά κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου ή του ξεχορτιάσματος. Έτσι η χρήση του νερού μπορεί να είναι περισσότερο αποτελεσματική με την υπόγεια στάγδην άρδευση, γιατί μπορεί να αποφύγει τις απώλειες νερού σε εξάτμιση και υπερχειλίση , ενώ παράλληλα έχει την ικανότητα διαβροχής του εδάφους κάτω από τη ριζική ζώνη.

Τα χημικά καλλιεργητικά μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιηθούν σε υπόγεια άρδευση. Καθώς μόνο η ριζική ζώνη της καλλιέργειας υπόκειται σε άρδευση το άζωτο του εδάφους υφίσταται μικρότερες απώλειες με την απορροή του νερού και έτσι μικρότερη ποσότητα αζώτου , έχει σχεδόν το ίδιο αποτέλεσμα. Επίσης εντομοκτόνα που φέρουν την ένδειξη “για εφαρμογή μόνο σε στάγδην άρδευση” μικρότερη ποσότητα εντομοκτόνου απαιτείται για τον έλεγχο των εντόμων.

Έτσι με όλα τα δυνητικά πλεονεκτήματα της στάγδην άρδευσης , η αναγωγή σε

στάγδην άρδευση ενός ήδη υπάρχοντος συστήματος άρδευσης μπορεί να αυξήσει το κόστος παραγωγής, για αυτό θα πρέπει να υπάρχει ένα σημαντικό οικονομικό πλεονέκτημα για τους καλλιεργητές, ώστε να επιλέξουν την στάγδην άρδευση.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση είναι μια εναλλακτική μορφή της συμβατικής επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Τα λάστιχα είναι τοποθετημένα σε ορισμένο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το οποίο εξαρτάται από τις καλλιεργητικές πρακτικές και από την καλλιέργεια που πρόκειται να αρδευτεί. Η υπόγεια στάγδην άρδευση είναι πιθανόν η πιο παλιά από τα μοντέρνα συστήματα άρδευσης. Ο Phene et al.(1983,1993) αναφέρουν ότι στην Αμερική, το 1913, καλλιεργούνταν μήλα, μηδική και δημητριακά με τη χρήση υπόγειων πορωδών σωλήνων και αναφέρει ότι επειδή η μέθοδος ήταν ακριβή για μικρές καλλιέργειες η χρήση της συνιστούσαν μόνο σε εντατικές καλλιέργειες.

Όπως αναφέρουν οι Phene et al (1993), ο Korneff το 1926 πρότεινε τη χρήση ενός κλειστού, αυτόματου συστήματος υπόγεια άρδευσης το οποίο αποτελούνταν από πορώδεις σωλήνες που συνδεόταν με ένα ρεζερβουάρ κάτω από μικρό κενό. Με τη μετακίνηση του νερού από το έδαφος διαμέσου της καλλιέργειας, δημιουργούνταν μια κλίση που τραβούσε νερό από το ρεζερβουάρ, μέχρι την επίτευξη ενός ισοζυγίου. Οι Bordas και Mathieu, το 1930-31, εφάρμοσαν τη μέθοδο Korneff's και ανέφεραν αυξημένη απόδοση της καλλιέργειας καθώς επίσης και διατήρηση του νερού και των ζιζανιοκτόνων.

Παρά όλα τα παραπάνω, αρκετά προβλήματα δεν κατέστησαν δυνατή την εφαρμογή της μεθόδου.

Οι Goldberg et al., και Phene et al. (1993) αναφέρουν τα ακόλουθα προβλήματα:

- η επιθεώρηση ενός υπόγειου συστήματος είναι πολύ δύσκολη.
- Το φράξιμο των σταλακτήρων από ρίζες ή άλλα στερεά συστατικά του εδάφους, καθιστά προβληματική την εφαρμογή του συστήματος.
- Ένα υπόγειο σύστημα είναι δύσκολο στη συντήρηση και επισκευή του.

Οι Phene et al.(1983), συνέστησαν τεχνικές χειρισμού που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν αποτελεσματικά ώστε να αποτραπεί το φράξιμο των σταλακτήρων και να καταστεί η εφαρμογή του συστήματος υπόγεια στάγδην άρδευσης περισσότερο

εφικτή. Η ανάπτυξη βελτιωμένων πλαστικών υλικών έχει κάνει το σύστημα περισσότερο οικονομικό και εφαρμόσιμο σε πολλές καλλιέργειες συμπεριλαμβανομένης και αυτής του βαμβακιού (Smith et al., 1991). Ο Solomon (1993) αναφέρει ότι όταν χρησιμοποιείται το σύστημα το νερό άρδευσης και τα διάφορα χημικά όπως λιπάσματα, εφαρμόζονται απευθείας στη ρίζα. Αυτό είναι ένα σημαντικό πλεονέκτημα για τα θρεπτικά συστατικά που έχουν μικρή κινητικότητα στο έδαφος. Στην υπόγεια στάγδην άρδευση τα 15-20cm της επιφάνειας του εδάφους, έχουν χαμηλότερη υγρασία όταν οι πάσσαλοι βρίσκονται σε βάθος 45 cm και αυτό έχει ως αποτέλεσμα να παρατηρείται μείωση της εξάτμισης (Phene et al.,1983, Solomon ,1993). Μια σχετικά ξερή εδαφική επιφάνεια επιτρέπει την είσοδο και την κίνηση των γεωργικών μηχανημάτων σε όλη τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου και ελαχιστοποιεί την ανάπτυξη των ζιζανίων (Schwancl et al.,1990). Επιπρόσθετα, παρεμποδίζει την αποσύνθεση των ριζών και άλλες ασθένειες του εδάφους και παρεμποδίζει το σχηματισμό φλοιού που παρεμποδίζει τον αερισμό και την είσοδο του νερού της βροχής στο έδαφος, που με τη σειρά του προκαλεί το ξεχείλισμα του εδάφους. Εκτός από όλα τα παραπάνω, ένα υπόγειο σύστημα άρδευσης δεν εκτίθεται στον ήλιο και στις ακραίες καιρικές καταστάσεις, το οποίο σημαίνει μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των υλικών. Το πιο βασικό από όλα τα πλεονεκτήματα ενός τέτοιου συστήματος είναι ότι η μόνιμη εγκατάσταση του σε κάποιο βάθος κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, μειώνει τη χειρωνακτική εργασία της οποίας το κόστος είναι μεγάλο στις αναπτυγμένες χώρες.

Ο Shani et al.(1996) από πειράματα που πραγματοποίησαν στο Ισραήλ, απέδειξαν ότι η συχνότητα του νερού που αποδίδεται από τους σταλακτήρες του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης θα πρέπει να ελέγχεται σε σχέση με την υδραυλική αγωγιμότητα του εδάφους. Ο Ruskin (2000) αναφέρει ότι το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να εφαρμόζεται σε μικρά, συχνά ποσά, επειδή σε εδάφη μέσης και βαριάς υφής η κίνηση του νερού στο έδαφος οφείλεται κυρίως στις τριχοειδείς δυνάμεις. Έτσι εφαρμόζοντας την ίδια ποσότητα νερού, επιτυγχάνεται ακόμη και 46% αποταμίευση νερού με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης.

Τα ζαχαρότευτλα είναι μια από τις πιο ανθεκτικές καλλιέργειες στην ξηρασία και στην αλατότητα του εδάφους και αυτό οφείλεται στη μεγάλη περίοδο αύξησης που έχουν, και η οποία δεν εμφανίζει ευαισθησία κατά τη διάρκεια της ανθοφορίας, καθώς επίσης και στο βαθύ ριζικό σύστημα της καλλιέργειας και στην ικανότητά του

να χρησιμοποιεί την οσμωτική πίεση (Dunham,1993). Γενικά το περιεχόμενο ζάχαρης σε συνθήκες χαμηλής διαθεσιμότητας νερού ενώ το αντίθετο συμβαίνει με μια ξηρή μάζα. Ο Amaducci et al. (1989), μελέτησαν την αντίδραση της απόδοσης των σακχαρότευτλων στην άρδευση στη Νότια και Δυτική Ιταλία. Σύμφωνα με τη μελέτη, η άρδευση μείωσε το περιεχόμενο ζάχαρης και αύξησε τη ριζική μάζα κάτι που είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής απόδοσης.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση των σακχαρότευτλων εξακολουθεί να μελετάται στην Ελλάδα (Sakellariou-Makrantonaki et al.,1998,1999,2000). Η υπόγεια στάγδην άρδευση δεν έχει εφαρμοστεί στην Ελλάδα ακόμη, παρόλο που σε πολλές χώρες, παρά το γεγονός ότι το νερό άρδευσης βρίσκεται σε έλλειμμα, έχει γίνει μια αποδεκτή και εφαρμόσιμη μέθοδος άρδευσης.

Καθώς η έλλειψη νερού άρδευσης γίνεται ολοένα και πιο αντιληπτή στην Ελλάδα, η χρήση του νερού πρέπει να βελτιωθεί στη γεωργία και πρέπει να αναζητηθούν εναλλακτικές μέθοδοι, όπως η υπόγεια στάγδην άρδευση.

2.2 Μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και την 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 PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στον αγρό των γεωργικών μηχανημάτων.

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με διάμετρο 12-25 mm, στους οποίους, σε προκαθορισμένες θέσεις τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φθάνει στο έδαφος με την 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.

Βάση τους συστήματος στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Οι

σταλακτῆρες διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. Έτσι, ανάλογα με το είδος ροῆς του νερού διακρίνονται σε σταλακτῆρες με στρωτή ροή, με μερικῶς στροβιλῶδη ροή και με στροβιλῶδη ροή.

Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ἢ στραγγαλισμοῦ της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτῆρες με μακρὸ διάδρομο ροῆς και με επιστόμιο ἢ οπή. Στην κατηγορία αὐτή ανήκουν και οι αυτορυθμιζόμενοι που διατηροῦν σταθερὴ παροχὴ ανεξάρτητα ἀπὸ το φορτίο με κάποιον μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμοῦ τους διακρίνονται σε αυτοκαθαριζόμενους και μη αυτοκαθαριζόμενους. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτῆρες εἶναι κατὰ κανόνα και αυτορυθμιζόμενοι και εἶναι ο τύπος που χρησιμοποιεῖται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης κ.ά., 1997, Μιχελάκης, 1998).

2.3 Πλεονεκτήματα της στάγδην ἄρδευσης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος επιφανειακῆς και υπόγειας στάγδην ἄρδευσης εἶναι τα παρακάτω:

1. Πιο αποτελεσματικὴ χρῆση του νεροῦ. Το σύστημα της στάγδην ἄρδευσης μπορεί να εφαρμοστεί σε αγροὺς με περιεργους σχηματισμοὺς και ἀνώμαλη τοπογραφία. Το σύστημα μπορεί να λειτουργήσει αποτελεσματικὰ ὅταν τα ἄλλα συστήματα ἄρδευσης αποτυγχάνουν, γιατί μέρη του αγροῦ παρουσιάζουν υπερβολικὴ διήθηση, σχηματίζοντα λασπόλακκοι στο ἔδαφος ἢ το νερό υπερχειλίζει.

Σε καλλιέργεια ντομάτας το κέρδος ἀπὸ την εφαρμογὴ υπόγειας στάγδην ἄρδευσης προκύπτει ἀπὸ το αυξανόμενο εισόδημα, λόγω μεγαλύτερης παραγωγῆς και την ετήσια μείωση του κόστους των παραδοσιακῶν καλλιεργητικῶν και ενεργειακῶν δαπανῶν, συγκρινόμενο με την ἄρδευση με καταιονισμό (Hanson et al., 2004).

2. Το σύστημα στάγδην ἄρδευσης εἶναι αποτελεσματικὸ σε περιοχές ὅπου το νερό που διατίθεται για την ἄρδευση παρουσιάζει ἔλλειμμα ἢ εἶναι πολὺ ακριβό, γιατί δίνει τὴ δυνατότητα εφαρμογῆς στην ἄρδευση συγκεκριμένης ποσότητας νεροῦ.

Έτσι οι απαιτήσεις ἄρδευσης ὅσο αφορά την καλλιέργεια του καλαμποκιού, με την χρῆση υπόγειας στάγδην ἄρδευσης μπορούν να μειωθoύν κατὰ 25% ἢ και περισσότερο (Lamm et al., 1995). Αὐτὸ κυρίως οφείλεται στη μείωση ἢ εξάλλειψη της εξάτμισης και της απορροῆς, μείωση της υπερχειλίσης που οφείλεται στην ἄρδευση και στη μεγαλύτερη διήθηση και υπερχειλίση του νεροῦ σε ξηρότερες επιφάνειες του εδάφους. Σε βάθος εδάφους με καλὴ ικανότητα συγκράτησης νεροῦ, μπορούν να

χρησιμοποιηθούν συστήματα στάγδην άρδευσης μικρότερης ικανότητας, ώστε να δώσουν μικρότερη ημερήσια προσαύξηση νερού. Η μείωση της ημερήσιας άρδευσης σε 4,3 mm/day έδωσε ικανοποιητική απόδοση παραγωγής 16.1 Mg/h σε δυτικές περιοχές του Κάνσας όπου οι ανάγκες σε νερό της επιφάνειας του εδάφους φτάνουν τα 9-10 mm/day (Lamm and Trooien,2001).

3. Η εφαρμογή των θρεπτικών ουσιών γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια, ενώ παράλληλα μειώνεται το κόστος των λιπασμάτων και οι απώλειες των νιτρικών. Αν τα θρεπτικά συστατικά εφαρμόζονται στη ριζική ζώνη σε ρυθμούς που συμπίπτουν με τους ρυθμούς απορρόφησης των θρεπτικών συστατικών από την καλλιέργεια, αυξάνεται η αποτελεσματικότητα της πρόσληψης θρεπτικών ουσιών, μειώνεται η ποσότητα του χρησιμοποιούμενου λιπάσματος, όπως επίσης και η πιθανότητα απωλειών διαλυτών θρεπτικών συστατικών.

Το πεπόνι, (ποικιλία cantaloupe), ανταποκρίνεται καλύτερα όταν η συγκέντρωση του αζώτου στο νερό άρδευσης ποικίλει στα διάφορα στάδια ανάπτυξης, με περίπου 150mg NL για το στάδιο ανθοφορίας και 50mg/NL στο στάδιο αναπαραγωγής (Bhella and Wilcox, 1985). Το σύστημα στάγδην άρδευσης δίνει το πλεονέκτημα του καλύτερου χειρισμού των θρεπτικών συστατικών στη ριζική ζώνη και καλύτερη διανομή του νερού στο έδαφος.

4. Αυξάνονται οι πιθανότητες χρησιμοποίησης νερού, υποβαθμισμένης ποιότητας. Μικρότερες και πιο συχνές εφαρμογές άρδευσης μπορούν να διατηρήσουν ένα πιο συνεκτικό και μικρότερο περίβλημα εδάφους, το οποίο μειώνει τους κινδύνους της αλατότητας, γιατί έτσι μειώνεται η αλατότητα στη περιοχή του ενεργού ριζοστρώματος (Al-Omran et al., 2004).

Επίσης η υπόγεια στάγδην άρδευση δίνει τη δυνατότητα άρδευσης με τη χρήση υγρών αποβλήτων (Σακελλαρίου κ.α., 2003 και 2004). Η χρήση υγρών ζωικών αποβλήτων για άρδευση με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης έχει πολλά πιθανά πλεονεκτήματα μεταξύ των οποίων και η μειωμένη ανθρώπινη επαφή με τα υγρά απόβλητα (Trooien et al., 1999).

5. Επιτυγχάνεται μεγαλύτερη ομοιομορφία κατά την εφαρμογή του νερού.

6. Είναι δυνατόν με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος, να παραμείνουν στον αγρό αρκετά ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή κρίνει ο καλλιεργητής. Όταν δε οι σταλακτηφόροι αγωγοί τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, η επιφάνεια του αγροτεμαχίου. Έτσι καλλιέργειες όπως οινοποιήσιμα σταφύλια που τείνουν προς

μηχανοποίηση μπορούν να ωφεληθούν από την εφαρμογή του συστήματος στάγδην άρδευσης (Zoldoske et al., 1998).

7. Με την εφαρμογή του συστήματος στάγδην άρδευσης βελτιώνεται η υγεία των φυτών εφόσον η εμφάνιση ασθενειών λόγω ζιζανίων και μυκήτων μειώνεται λόγω του μειωμένου περιεχόμενου υγρασίας του εδάφους. Επίσης σε περίπτωση εμφάνισης ζιζανίων αυτά καταπολεμούνται έγκαιρα με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αφού το ψεκαστικό μηχάνημα μπορεί εύκολα να κινηθεί οποιαδήποτε στιγμή. Επίσης το σύστημα μπορεί να εφαρμοστεί για μερικούς τύπους μυκητιάσεων που ευνοούνται από την υψηλή υγρασία της επιφάνειας του εδάφους και του περιβάλλοντος του φυτού, όπως έχει παρατηρηθεί σε μελέτες που έγιναν για τη Μηδική (Hengeller, 1995, Bui and Osgood, 1990, Alam and Dumler, 2002).

8. Παρατηρείται μεγαλύτερη και βαθύτερη ανάπτυξη των ριζών. Το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης έχει δείξει ότι ευνοεί την ριζική ανάπτυξη σε σύγκριση με την στάγδην άρδευση, και είναι αποτελεσματική σε ένα συνεχόμενα δροσερό περιβάλλον. Εξαιτίας αυτών των φυσιολογικών διαφορών, παρατηρείται μικρότερη αναπνοή του ριζικού συστήματος σε φυτά που έχουν καλλιεργηθεί με υπόγεια στάγδην άρδευση, που έχει ως αποτέλεσμα μια σημαντική αύξηση της φωτοσύνθεσης. Έχει παρατηρηθεί ότι το μήκος της ρίζας ανά μονάδα όγκου ξηρού εδάφους σε γλυκό καλαμπόκι, (Supersweet Jubilee), είναι μεγαλύτερο όταν καλλιεργείται με υπόγεια στάγδην άρδευση, σε σύγκριση με την απλή στάγδην άρδευση (Phene et al., 1983, 1993).

9. Το σύστημα της στάγδην άρδευσης προσφέρεται για αυτοματοποίηση της άρδευσης. Τα χαρακτηριστικά πίεσης κλειστού κυκλώματος του συστήματος, που μπορούν να μειώσουν την ποικιλομορφία της εφαρμογής, την ποικιλομορφία διανομής εδάφους, νερού και θρεπτικών συστατικών, καθιστούν το σύστημα ιδανικό για αυτοματοποίηση και εφαρμογή αυτού σε προχωρημένες τεχνολογίες άρδευσης. Το σύστημα στάγδην άρδευσης επιτυγχάνει υψηλά πρότυπα συντήρησης του ύδατος και της ποιότητας του νερού (Lamm et al., 1996).

10. Επίσης το σύστημα της υπόγειας στάγδην άρδευσης πλεονεκτεί ως προς την ακεραιότητά του. Υπάρχουν λιγότερα μηχανοποιημένα τμήματα σε ένα τέτοιο σύστημα συγκρινόμενο με ένα σύστημα απλού ποτίσματος. Τα περισσότερα υλικά του συστήματος είναι πλαστικά και δεν υπόκεινται σε διάβρωση. Τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης δεν απαιτούν απομάκρυνση και επανεγκατάσταση μεταξύ των καλλιεργειών και έτσι προκαλούν μικρότερη καταστροφή στην καλλιέργεια (Schwankl, 2002).

11. Το σύστημα δεν εκτίθεται σε υπεριώδη ακτινοβολία και δεν υποβάλλεται σε εναλλαγές ξηρού- υγρού ή ζεστού και κρύου με αποτέλεσμα να είναι περισσότερο ανθεκτικό.

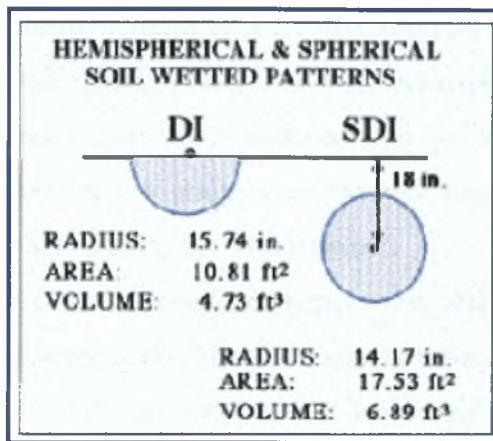
12. Η μεταφορά των υλικών διαμέσου του αγροτεμαχίου απλοποιείται γιατί όλες οι σωληνώσεις βρίσκονται κάτω από το έδαφος. Επιπρόσθετα η επιφάνεια του εδάφους διατηρείται ξηρή για το μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, με εξαίρεση τις περιόδους των βροχοπτώσεων, και έτσι διευκολύνεται η μετακίνηση των μηχανημάτων και παρατηρείται μικρότερη διάβρωση του εδάφους.

13. Επίσης το σύστημα ευνοεί την εφαρμογή διπλοκαλλιεργειών γιατί οι σωληνώσεις του συστήματος δεν απαιτούν μετακίνηση και επανατοποθέτηση.

14. Κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης, επιτυγχάνεται καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη παραγωγή για τις καλλιέργειες.

Έχει αποδειχθεί ότι υπάρχει μια αύξηση στον όγκο του βρεγμένου εδάφους (έδαφος με σφαιρικό σχήμα) κατά την εφαρμογή συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης (Phene, 1999). Για μια δεδομένη ποσότητα παρεχόμενου νερού σε εύφορο αργιλώδες έδαφος έχει αποδειχθεί ότι:

1. Ο σφαιρικός όγκος που διαβρέχεται με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι κατά 46% μεγαλύτερος από τον ημισφαιρικό όγκο που διαβρέχεται με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης,
2. Η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή εδάφους που είναι διαθέσιμη για την προσρόφηση νερού από τη ρίζα είναι κατά 62% μεγαλύτερη στην υπόγεια από ότι στην επιφανειακή άρδευση αποκλείοντας στην τελευταία την υγρή επιφάνεια του εδάφους και
3. Η ακτίνα διαβροχής είναι κατά 10% μικρότερη στο σύστημα υπόγειας από αυτή στο σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης (Εικ.1).



Εικόνα 1. Διαφορές στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά του ημισφαιρικού και σφαιρικού διαβρεχόμενου σχεδίου της στάγδην άρδευσης και της υπόγειας στάγδην άρδευσης αντίστοιχα.

Συνέπεια όλων των παραπάνω είναι τα εξής:

- α) ο όγκος του εδάφους που είναι βρεγμένος με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης να έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό από ότι στο σύστημα της επιφανειακής,
- β) η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή που διατίθεται για τη λήψη ύδατος και θρεπτικών στοιχείων από τη ρίζα να είναι μεγαλύτερη στο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης και
- γ) η πιο μικρή ακτίνα διαβροχής στην υπόγεια στάγδην άρδευση επιτρέπει μικρότερα διαστήματα μεταξύ των σταλακτήρων με αποτέλεσμα με αποτέλεσμα την καλύτερη ύγρανση και ομοιομορφία διανομής του νερού.

Όσον αφορά τα παραπάνω συμπεράσματα, σύμφωνα με τον Oron et al., (1999) η μορφή του βρεγμένου όγκου του εδάφους για την υπόγεια στάγδην άρδευση δεν είναι η παραπάνω, γιατί η βαρύτητα τροποποιεί τη μορφή του ανώτερου σχεδίου με αποτέλεσμα αυτή να είναι πολύ πιο σύνθετη και επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και την κατανομή της ρίζας.

2.4 Μειονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που είναι δυνατόν να εμφανιστούν σε ένα σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι τα παρακάτω:

1. Με την εφαρμογή του συστήματος παρατηρούνται δυσκολίες στην παρακολούθηση και αξιολόγηση της άρδευσης. Η εφαρμογή του νερού με το σύστημα δεν μπορεί να παρακολουθηθεί και αυτό καθιστά δύσκολη την εκτίμηση της λειτουργίας του συστήματος και την ομοιομορφία της εφαρμογής. Έτσι ο λάθος τρόπος χειρισμού είναι δυνατόν να οδηγήσει σε υπο-άρδευση και σε μειωμένη τόσο απόδοση

όσο και ποιότητα της καλλιέργειας, ή σε υπερ- άρδευση με συνέπεια τον κακό αερισμό του εδάφους και προβλήματα βαθιάς διήθησης. Απαιτείται σχεδιασμός των διαδικασιών άρδευσης για την παρεμπόδιση τόσο της υπο όσο και της υπερ – άρδευσης, καθώς και η παρακολούθηση των ροόμετρων και των καταστολέων πίεσης για τη διαπίστωση της σωστής λειτουργίας του συστήματος.

Ο Schwankl, 2002 κατά τον πειραματισμό του σε αμύγδαλα, για την παρακολούθηση της άρδευσης προτείνει τη χρήση οπτικών δεικτών.

2. Απαιτείται η επιλογή ζιζανιοκτόνων που δεν απαιτούν υγρασία (άρδευση με καταιονισμό ή τεχνητή βροχή) για να ενεργοποιηθούν, μιας και με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης όλη η επιφάνεια του εδάφους παραμένει ξηρή.

3. Ένα άλλο πρόβλημα αφορά στο διάστημα μεταξύ των σειρών και τις εναλλαγές των καλλιεργειών. Καθώς το σύστημα στάγδην άρδευσης παρέχεται με βάση συγκεκριμένες αποστάσεις, πολλές φορές είναι πιο δύσκολος ο χειρισμός καλλιεργειών με διαφορετικό διάστημα σειρών, (μερικές καλλιέργειες απαιτούν πολύ κοντινά διαστήματα τοποθέτησης των γραμμών στάλαξης).

4. Απαιτείται επιπλέον άρδευση του φυτρώματος αφού με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης το επιφανειακό στρώμα του εδάφους παραμένει ξηρό, οπότε δεν παρέχεται η αναγκαία υγρασία για το φύτευμα των σπόρων.

5. Το κόστος εγκατάστασης είναι αρκετά υψηλό. Το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι μια μεγάλη οικονομική επένδυση συγκρινόμενο με τα συμβατικά συστήματα άρδευσης. Σε πολλές περιπτώσεις το σύστημα δεν έχει καθόλου μεταπολιτική αξία και χαμηλή αξία διατήρησης. Έτσι τόσο μεγάλες επενδύσεις δεν εξουσιοδοτούνται σε περιοχές με αβεβαιότητα όσον αφορά τη διαθεσιμότητα του νερού και των καυσίμων, ειδικά όταν η τιμή του κέρδους από την καλλιέργεια είναι μικρή. Τα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης σχεδιάζονται για μικρότερη διάρκεια ζωής σε σχέση με τα συμβατικά συστήματα, που σημαίνει ότι η ετήσια υποτίμηση του κόστους πρέπει να αυξηθεί ώστε να μπορεί να αντικατασταθεί το σύστημα. Η αυξημένη μακροζωία του συστήματος υπόγειας άρδευσης είναι πιθανόν ο σημαντικότερος παράγοντας για την υπερίσχυση του στον οικονομικό ανταγωνισμό με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (Lamm et al., 2003).

6. Προβλήματα επίσης παρουσιάζονται και με το φιλτράρισμα του νερού. Όπως και σε όλα τα συστήματα μικροάρδευσης το φιλτράρισμα του νερού αποτελεί παράγοντα-κριτήριο για τη σωστή λειτουργία και διατήρηση του συστήματος.

7. Οι σταλάκτες είναι δυνατόν να φράζουν από άλγη, βούρκο ή άλλα σωματίδια του εδάφους. Οι κίνδυνοι απόφραξης στα συστήματα υπόγειας στάγδην άρδευσης

χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες ανεξάρτητα από την προέλευση του νερού άρδευσης: Φυσικοί, (μεγάλου μεγέθους στερεά σωματίδια), χημικοί (άλατα CaCO₃ και σχηματισμό ιζήματος σιδήρου) και βιολογικοί (οργανικά υλικά), (Trooien et al., 1998).

Το φράξιμο των σταλακτήρων που προκαλείται από την παρείσφρηση ρίζας είναι ένα σημαντικό πρόβλημα του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με τη χρήση χημικών ουσιών, με κατάλληλο σχεδιασμό των σταλακτήρων και με σωστή διαχείριση της άρδευσης (Camp R. C. et al., 2000). Έχει παρατηρηθεί ότι μια σφαιρική περιοχή διαμέτρου 2,54cm γύρω από τους σταλακτήρες παρέμεινε καθαρή από την παρουσία ριζών, όταν χρησιμοποιήθηκε ζιζανιοκτόνο Treflan. Στο ίδιο πείραμα παρατηρήθηκε ότι στους σταλακτήρες τύπου Techline της εταιρίας Netafim, δεν παρουσιάστηκε το πρόβλημα παρείσφρησης ρίζας (Solomon and Jorgensen, 1993).

8. Χρειάζεται συνεχής διατήρηση και επισκευή του συστήματος. Οι διαρροές που προκαλούνται από τα τρωκτικά είναι δύσκολες στην επισκευή τους ειδικά όταν πρόκειται για συστήματα που είναι εγκατεστημένα σε μεγάλο βάθος. Όσο αφορά το δίκτυο σταλακτηφόρων αγωγών στην υπόγεια στάγδην άρδευση που παραμένει μόλις στον αγρό, αναφέρεται ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, εγκατάσταση και διαχείριση μπορεί να λειτουργήσει αξιόπιστα έως και 20 έτη (Camp et al., 2000).

3. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

-ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

3.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού.

Σε πειραματικό αγρό (Εικ. 3.1) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας ($39^{\circ}23'$ γεωγραφικό πλάτος, $22^{\circ}45'$ γεωγραφικό μήκος, 50m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας) μετρήθηκε η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαρότευτλων, σε σύγκριση με επιφανειακές μεθόδους στάγδην άρδευσης, κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004.

Η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης σε βάθος 0,45 m με τη βοήθεια υπεδαφοθέτη (Εικ. 3.2), έγινε τη προηγούμενη χρονιά (2003), στα πλαίσια του 1^{ου} χρόνου της πραγματοποίησης του πειράματος από τη Γεωπόνο Δημοπούλου Καλλιρόη.



Εικόνα 3.1 Πειραματικός αγρός



Εικόνα 3.2 Υπεδαφοδέτης

Το πειραματικό σχέδιο που εφαρμόστηκε ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με πέντε μεταχειρίσεις (μία υπόγεια και τέσσερις επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 10m μήκος και 4,5m πλάτος, δηλαδή εμβαδόν 45m^2

Στα σχήματα 3.1 και 3.2 που ακολουθούν παρουσιάζονται η διάταξη του πειραματικού αγρού και ένα πειραματικό τεμάχιο σε μεγένθυση, αντίστοιχα.

Σχήμα 3.1 Πειραματικός αγρός

| | | | | | | | | | |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|
| E 100%ET -3- | Υπόγεια -3- | EKT80%ET -3- | E 80%ET -3- | EKT100%ET -3- | Υπόγεια -4- | EKT100%ET -4- | E 80%ET -4- | EKT80%ET -4- | E 100%ET -4- |
|-----------------|----------------|-----------------|----------------|------------------|----------------|------------------|----------------|-----------------|-----------------|

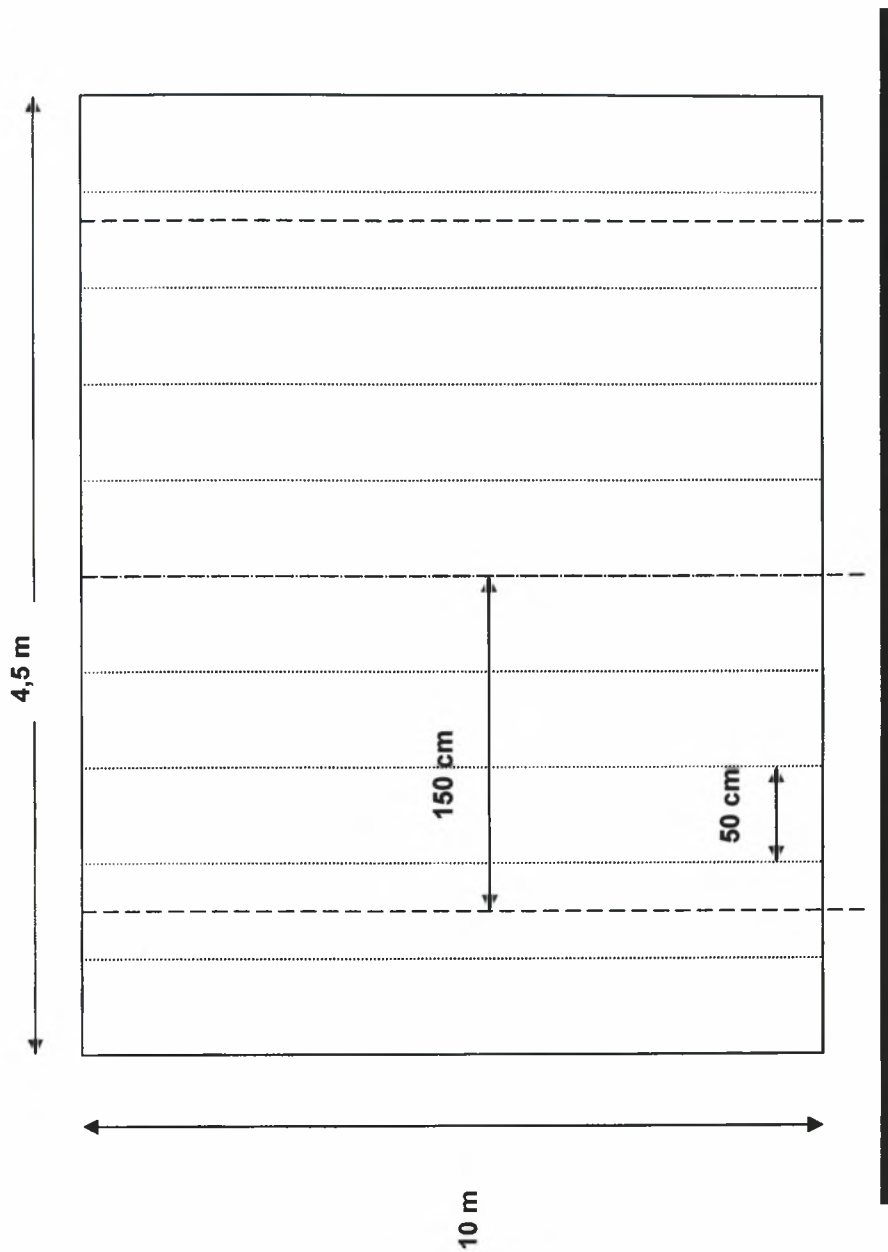
Διάδρομος

| | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|
| Υπόγεια -1- | E 100%ET -1- | EKT100%ET -1- | EKT80%ET -1- | E 80%ET -1- | E 100%ET -2- | Υπόγεια -2- | E 80%ET -2- | EKT100%ET -2- | EKT80%ET -2- |
|----------------|-----------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|----------------|----------------|------------------|-----------------|

Δεξαμενή
Ηλεκτροβάνες
Αντλία



Οι επαναλήψεις για κάθε μεταχείριση σημειώνονται με τους δείκτες 1, 2, 3, 4.



Σχήμα 3.2 Πειραματικό τεμάχιο σε μεγένθυση και οι διαστάσεις του

Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. Υπόγεια στάγδην άρδευση, (**Υπόγεια**), με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στην τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης.

2. Επιφανειακή στάγδην άρδευση, (**E100%ET**), και εύρος άρδευσης το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.

3. Επιφανειακή στάγδην άρδευση, (**E 80%ET**), με εύρος το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 80% των καθαρών αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.

4. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που συνήθως εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική, (**EKT 100%ET**), κατά την οποία οι παραγωγοί ποτίζουν τις καλλιέργειές τους κάθε 10 ημέρες περίπου, και δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.

5. Επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στην καλλιεργητική τεχνική, (**EKT 80%ET**), και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής.

3.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυοαργιλοπηλώδες που ανήκει στην υπο-ομάδα των Typic Xerochrepts (USDA, 1975). Τα εδάφη αυτά έχουν υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη και κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη.

Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας xeric και εδαφικής θερμοκρασίας thermic.

Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με Β βαθμό αποστράγγισης ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους εξαιτίας της πορώδους σύστασης του.

Τα ανθρακικά άλατα υπάρχουν στην εδαφοτομή και σε επίπεδα μετρίως χαμηλά και εμφανίζουν μια σαφή τάση μετακίνησης και έκπλυσής τους προς τα βαθύτερα

στρώματα του εδάφους.

Το pH βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα (7,9 - 8,2) χωρίς όμως να είναι ακόμη προβληματικό.

Το πορώδες είναι καλά αναπτυγμένο, αποτελούμενο κυρίως από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους.

Ο διαθέσιμος φωσφόρος είναι 20 ppm.

Η οργανική ουσία είναι σε χαμηλά γενικά επίπεδα.

Τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na, Mg, K, και η C.E.C. βρίσκονται σε υψηλά επίπεδα.

Η διαθεσιμότητα των ιχνοστοιχείων Fe, Zn και Mn βρίσκεται σε χαμηλά επίπεδα σε αντίθεση με τον Cu. (Μήτσιος κ. ά., 2000).

Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του πειραματικού αγρού.

Πίνακας 3.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P₂

| Βάθος (cm) | Ορίζοντας | Χρώμα ύφουρο | Κοκκινομετρική σύσταση (%) | | | Υφή | Δομή | Όριο οριζόντων |
|------------|-----------|--------------|----------------------------|----|----|-----|--------|----------------|
| | | | S | Si | C | | | |
| 0-34 | Ap | 10YR 4/6 | 25 | 38 | 37 | CL | 3m sbk | A |
| 34-62 | BA | 10YR 3/4 | 30 | 29 | 41 | C | 1f sbk | G |
| 62-96 | Bw | 10YR 3/3 | 35 | 28 | 37 | CL | 2f sbk | G |
| 96-114 | BC | 10YR 4/4 | 47 | 22 | 31 | SCL | 2f sbk | C |
| 114-154 | C | 7,5YR 4/4 | 56 | 17 | 27 | SCL | 1f sbk | |

Εδαφοτομή P₂

Τάξη: Inceptisol

Υποομάδα: Tyric xerochrept

Χαρτογραφική μονάδα: B 43*4/A03Iox

| Βάθος (cm) | Οργανική ουσία g/100g εδάφους | CaCO ₃ % | pH 1:1 | P-Olsen ppm | Ανταλλάξιμα κατιόντα me/100g εδάφους | | | | C.E.C. me/100g εδάφους | Ιχνοστοιχεία ppm | | | |
|------------|-------------------------------|---------------------|--------|-------------|--------------------------------------|------|------|------|------------------------|------------------|------|------|------|
| | | | | | K | Na | Ca | Mg | | Fe | Cu | Zn | Mn |
| 0-34 | 1,10 | 5,0 | 7,9 | 20 | 0,27 | 0,07 | 25,5 | 6,16 | 32,0 | 4,50 | 2,82 | 0,80 | 6,80 |
| 34-62 | 1,07 | 14,5 | 8,1 | 9 | 0,38 | 0,15 | 23,7 | 8,54 | 32,8 | 6,4 | 2,32 | 0,38 | 3,40 |
| 62-96 | 0,70 | 10,7 | 8,2 | 12 | 0,26 | 0,32 | 23,6 | 7,78 | 32,0 | | | | |
| 96-114 | 0,50 | 5,0 | 8,2 | 9 | 0,29 | 0,36 | 19,5 | 6,70 | 26,8 | | | | |
| 4-154 | 0,13 | 4,6 | 8,0 | 12 | 0,29 | 0,25 | 17,7 | 5,49 | 23,2 | | | | |

3.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 16 Απριλίου με τετράσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαροτεύλων (Εικ 3.3) χρησιμοποιώντας την ποικιλία **Rival**. Πριν την εγκατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό έγινε κατεργασία με δισκόσβαρνα ενώ είχε προηγηθεί βασική λίπανση με 10 λ.μ N, 5 λ.μ. P₂O₅ και 5 λ.μ. K₂O.

Οι σπόροι τοποθετήθηκαν σε βάθος 2cm και σε αποστάσεις 50cm μεταξύ των γραμμών και 7,5cm επί της γραμμής, έτσι ώστε να επιτύχουμε απόσταση 15cm μετά το αραίωμα. Ακριβώς στη μέση του αγρού έμεινε διάδρομος πλάτους 4m χωρίς να σπαρεί έτσι ώστε να διευκολύνεται η διέλευση των γεωργικών μηχανημάτων τα οποία είναι απαραίτητα για την καλλιέργεια.



Εικόνα 3.3 Τετράσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαροτεύλων

Στην καλλιέργεια αμέσως μετά την σπορά έγιναν οι κατάλληλες καλλιεργητικές φροντίδες, όπως προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με ουσίες όπως metalachlor (Ντούαλ 96 EC), αλλά και μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία για την αντιμετώπιση ζιζανίων όπως η περικοκλάδα και η λουβουδιά. Επίσης πραγματοποιήθηκαν και προληπτικοί ψεκασμοί κατά της κερκόσπορας και του ωιδίου καθώς επίσης και εφαρμογή εντομοκτόνων για την καταπολέμηση της φθοριμαίας (Εικ 3.4).



Εικόνα 3.4 Συμπτώματα της επίδρασης φθοριμαΐας στα ζαχαρότευτλα

3.4 Υλικά άρδευσης

Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών στο υπόγειο δίκτυο ήταν 1,5m. Η επιλογή της απόστασης αυτής έγινε διότι η καλλιέργεια του ζαχαρότευτλου υποχρεούται να ακολουθεί τετραετή αμειψισπορά, οπότε η εγκατάσταση ενός μόνιμου συστήματος άρδευσης, όπως είναι η υπόγεια στάγδην άρδευση, θα πρέπει να εξυπηρετεί και τις ανάγκες και άλλων καλλιεργειών που συμμετέχουν στον κύκλο αμειψισποράς, όπως είναι για την Ελλάδα, το βαμβάκι και ο αραβόσιτος.

Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε όταν η ανάπτυξη των φυτών ήταν στο στάδιο του β' ζεύγους πραγματικών φύλλων. Ομοίως με το υπόγειο δίκτυο, η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1,5 m. Έτσι, τόσο στο υπόγειο όσο και στο επιφανειακό δίκτυο ανάμεσα σε δύο σταλακτηφόρους αγωγούς παρεμβάλλονταν τρεις σειρές φυτών.

Οι αγωγοί μεταφοράς του υπογείου και των επιφανειακών δικτύων ήταν από πολυαιθυλένιο διατομής 20 mm. Οι σταλακτήρες ήταν αυτορυθμιζόμενοι και αυτοκαθαριζόμενοι, με ισαποχή 0,6 m επί των σταλακτηφόρων αγωγών και παροχή 3,6 l/h σε πίεση λειτουργίας από 0,5 έως 4,0 atm.

Προυπήρχε από την πρώτη χρονιά του πειράματος μία ηλεκτροβάννα για κάθε μεταχείριση, ώστε να αυτοματοποιηθεί η έναρξη και διακοπή της άρδευσης και υδρομετρητές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Συνολικά υπήρχαν 5 ηλεκτροβάνες και 20 υδρόμετρα (Εικ. 3.5) και (Εικ 3.6). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



Εικόνα 3.5 Ηλεκτροβάνες



Εικόνα 3.6 Υδρόμετρο

Στο υπόγειο δίκτυο άρδευσης είχε εγκατασταθεί ειδική βαλβίδα εκτόνωσης κενού (vacuum breaker valve) για να αποφεύγεται η αναρρόφηση νερού και συνεπώς το φράξιμο των σταλακτήρων από στερεά εδαφικά σωματίδια κατά την διακοπή της άρδευσης, καθώς και φίλτρο δίσκων (teck filter) εμποτισμένο με Trifluralin-5 (ζιζανιοκτόνο της ομάδας των δινιτροανιλινών), ως ριζοαπωθητικού.

Όλες οι ηλεκτροβάνες συνδεότανε με ειδικό προγραμματιστή (miracle DC) της εταιρείας Netafim (Εικ. 3.7) έτσι ώστε, να επιτυγχάνεται αυτοματοποίηση της άρδευσης.

Ο συγκεκριμένος προγραμματιστής έχει τη δυνατότητα να ενεργοποιήσει 6, 9

ή 12 ηλεκτροβάνες ανάλογα με τον τύπο. Έχοντας τρία ανεξάρτητα προγράμματα, μπορεί να μοιράσει τις ηλεκτροβάνες σε τρεις διαφορετικές ομάδες με ανεξάρτητες ημέρες και ώρες ποτίσματος. Δίνει τη δυνατότητα 4 επαναλήψεων του προγράμματος στο ίδιο 24ωρο. Η δυνατότητα άρδευσης είναι από 1 min έως και 9 h και 59 min για την κάθε ηλεκτροβάνα και την κάθε επανάληψη. Παρέχει επίσης τη δυνατότητα εβδομαδιαίου προγραμματισμού των αρδεύσεων, την δυνατότητα αύξησης του χρόνου ποτίσματος, σε βήματα του 10%, χωρίς να απαιτείται επαναπρογραμματισμός και τη δυνατότητα διακοπής του προγράμματος για προεπιλεγμένο χρόνο και μέχρι 99 ημέρες επιστρέφοντας αυτόματα στο πρόγραμμα που είχε επιλεγεί μετά την πάροδο του χρόνου αυτού. Τέλος η ενεργοποίηση των ηλεκτροβανών μπορεί να γίνει και χειροκίνητα όποτε αυτό είναι επιθυμητό.



Εικόνα 3.7 Προγραμματιστής (Miracle DC) της εταιρείας Netafim.

Η διάθεση του απαιτούμενου για την άρδευση νερού γινόταν από τσιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή χωρητικότητας 30 m³ (Εικ 3.8). Η πλήρωση της δεξαμενής γινόταν από παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60 - 80 m³/h με άξονα και σωλήνα 4"). Όλος ο μηχανολογικός εξοπλισμός της άρδευσης (αντλία προώθησης του νερού στα αρδευτικά δίκτυα, ηλεκτροβάνες, φίλτρα, βαλβίδα κενού, αγωγός επιστρεφόμενων, πιεζόμετρο κ.ά.) τοποθετήθηκε σε ειδικά διαμορφωμένα κουτιά επί της δεξαμενής (Εικ 3.9).



Εικόνα 3.8 Δεξαμενή συγκέντρωσης νερού άρδευσης



Εικόνα 3.9 Ειδικά κουτιά με το μηχανολογικό εξοπλισμό της άρδευσης

3.5 Εξατμισόμετρο τύπου A

Το εξατμισόμετρο τύπου A χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση της εξάτμισης, απαραίτητης για τον υπολογισμό των αναγκών άρδευσης της καλλιέργειας.

Το εξατμισόμετρο τύπου A είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm (Εικ. 3.10). Η λεκάνη αυτή τοποθετήθηκε πάνω σε ξύλινη βάση σε ύψος 15 cm από την επιφάνεια του εδάφους σε οριζόντια θέση. Η επιφάνεια του νερού παραμένει από 5 έως 7,5 cm κάτω από το χείλος της λεκάνης. Οι μετρήσεις στο βάθος του νερού στη λεκάνη γίνονταν με σταθμήμετρο με ακίδα. Οι ενδείξεις αυτές που αντιπροσώπευαν την εξάτμιση από την λεκάνη σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενες με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισιμέτρου ($K_{ex} = 0,80$) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή K_c , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.



Εικόνα 3.10 Εξατμισόμετρο τύπου A

3.6 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

Η εκτίμηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του αυτόματου οργάνου εμβοδομέτρησης LI - COR (Εικ. 3.11).

Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 15ήμερο, από τις 22 Ιουνίου έως τις 22 Σεπτεμβρίου. Η κάθε μια γινόταν στην ίδια σειρά φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου και πάντα την ίδια ώρα του 24ώρου.



Εικόνα 3.11. Μέτρηση LAI με αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης

3.7 Μετεωρολογικά δεδομένα

Για την καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων (ημερήσια διακύμανση της θερμοκρασίας του αέρα και άθροισμα ημερήσιας βροχόπτωσης) της περιοχής χρησιμοποιήθηκε ο μετεωρολογικός σταθμός του εργαστηρίου γεωργικής υδραυλικής ο οποίος βρίσκεται σε απόσταση 25 m από το κέντρο του πειραματικού αγρού (Εικ. 3.12).

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση καθ' όλη τη διάρκεια του 24ώρου. Η συλλογή τους έγινε με τη βοήθεια data logger και η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.



Εικόνα 3.12 Μετεωρολογικός σταθμός στο αγρόκτημα του Παν/μίου Θεσσαλίας.

3.8 Δειγματοληψίες

Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες. Η πρώτη στις 15 Ιουλίου (91 ημέρες από την σπορά) και η δεύτερη κατά την συγκομιδή στις 4 Οκτωβρίου (166 ημέρες από την σπορά).

Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, συγκομίζονταν και αποκορυφώνονταν με το χέρι δύο γραμμές, (η μία κοντά στο σταλακτηφόρο αγωγό και η άλλη μακριά από αυτόν), μήκους 2m η κάθε μία και επιφάνειας 2m² (Εικ.3.13α,β). Η επιλογή των γραμμών γινόταν από το μέσο του πειραματικού τεμαχίου. Ζυγίστηκαν τα νωπά βάρη του υπέργειου (φύλλα και κορυφές) και υπογείου τμήματος (ρίζων) (Εικ. 3.14α,β,γ,δ). Από κάθε πειραματικό τεμάχιο, (της δεύτερης δειγματοληψίας), ένα δείγμα ριζών, βάρους ~15kg, στάλθηκε στο Χημείο του Εργοστασίου Λάρισας της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης Α.Ε., όπου προσδιορίστηκαν ο ζαχαρικός τίτλος (Pol, ζαχαρόζη % του νωπού βάρους) και η συγκέντρωση των μελασογόνων ουσιών (Κ, Na, α-N) με τη χρήση ζυγού Venema (Venema automation b.v., Groningen, Holland) και συστήματος ανάλυσης BETALYSER® (Dr Wolfgang Kernchen GmbH, Seelze, Germany) (Εικ.3.15).

Στην δεύτερη δειγματοληψία, προσδιορίστηκαν επίσης, το βάρος ριζών και των φύλλων-κορυφών χωριστά για κάθε συγκομισθείσα γραμμή.

Ο υπολογισμός της χρηματικής αξίας της παραγωγής έγινε με βάση τον Πίνακα Τιμών Ζαχαρότευτλων έτους 2004 της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης Α.Ε. Η παραγωγή πληρώνεται από την Ε.Β.Ζ. Α.Ε. με βάση τον ζαχαρικό τίτλο που προσδιορίζεται σε κάθε φορτίο που παραλαμβάνεται. Για παράδειγμα, αν σε ένα φορτίο τεύτλων βάρους 9 ton προσδιορίζεται ζαχαρικός τίτλος 15, η αξία του φορτίου είναι 42,5*9 €, όπου 42,5 €/ton είναι η τιμή αντιστοιχεί στο παραπάνω ζαχαρικό τίτλο.



Εικόνα 3.13α Εξαγωγή των φυτών από κάθε πειραματικό τεμάχιο και τοποθέτησή τους σε τσουβάλια.



Εικόνα 3.13β Μεταφορά των δειγμάτων για το ζύγισμά τους στο εργαστήριο του αγροκτήματος



(α)



(β)



(γ)



(δ)

Εικόνες 3.14α,β,γ,δ Κόψιμο και ζύγισμα των ζαχαροτεύτλων κάθε πειραματικού τεμαχίου στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

1.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ ΖΑΧΑΡΗΣ Α. Ε.
ΕΡΓΟΣΤΑΣΙΟ ΛΑΡΙΣΑΣ

Δ Ε Λ Τ Ι Ο
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΤΕΜΑΧΙΟΥ

↑ 05-10-07
071004

No ΠΘΔ 2
Ημερομηνία 4/10/2004

Pol Ζάχαρη % 16.30

Ο Υπεύθυνος Χημείου

Ⓟ

Κ. Α. _____

Ε. Β. Ζ. Α. Ε.

ΚΑΛΙΟ 5,41 meq/100 gr. No ΠΘΔ 2
ΝΑΤΡΙΟ 2,28 meq/100 gr. Ημ/νία 4/10/2004

Ε. Β. Ζ. Α. Ε.

ΕΠΙΒΛΑΒΕΣ 3,44 No ΠΘΔ 2
ΑΖΩΤΟ Ημερ/νία 4/10/2004

Εικόνα 3.15. Δελτίο πειραματικού τεμαχίου με τα αποτελέσματα από την Ε.Β.Ζ.

3.9 Στατιστική επεξεργασία

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποτελεσμάτων με την χρήση του πειραματικού σχεδίου των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων (R.C.B.). Εκτιμήθηκε ο μέσος όρος των μεταχειρίσεων και η ελάχιστη σημαντική διαφορά ($LSD_{0,05}$)

Χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο M-STAT (MSTAT-C, version 1.41, Crop and Soil Sciences Department, Michigan State University).

3.10 Υπολογισμοί δόσεων και εύρους και διάρκειας άρδευσης

Ο καθορισμός της δόσης άρδευσης για όλες τις μεταχειρίσεις βασίστηκε στην ημερήσια ένδειξη εξάτμισης του εξατμισίμετρου τύπου A. Με βάση αυτές υπολογίζονται οι καθαρές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας, το ποσό δηλαδή του νερού που θα πρέπει να προστεθεί στην καλλιέργεια μέσω της άρδευσης.

Η ένδειξη του εξατμισίμετρου (E_{pan}), που εκφράζει την μέση εξάτμιση του 24ώρου σε mm/ημέρα, πολλαπλασιαζόμενη με τον συντελεστή διόρθωσης του εξατμισίμετρου K_p μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ET_0 . Δηλαδή:

$$ET_0 = K_p * E_{pan}, \text{ (mm/ημέρα)} \quad (3.1)$$

Ο συντελεστής διόρθωσης του εξατμισίμετρου, K_p , υπολογίζεται σαν συνάρτηση της ταχύτητας του ανέμου, της μέσης σχετικής υγρασίας και του είδους και της έκτασης της επιφανείας που περιβάλλει το εξατμισίμετρο. Στην συγκεκριμένη θέση η τιμή του είναι 0,80 (FAO, 1998).

Στη συνέχεια, η τιμή της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς πολλαπλασιαζόμενη με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας K_c , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET_c)

$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (3.2)$$

Η εξατμισοδιαπνοή δηλαδή, εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της ET_c αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (I_n), την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω άρδευσης. Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης (I_{da}), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολο-

γίξεται από την σχέση:

$$I_{da} = I_n - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.3)$$

όπου: B είναι το ύψος βροχής και

ΩB είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται ίσο με 0,8 B (Μιχαλάκης, 1998)

Στο εξατμισόμετρο τύπου A όμως, η ημερήσια ένδειξη, αν δεν συμπεριληφθεί η βροχή οδηγεί απευθείας στις καθαρές ανάγκες σε νερό (FAO, 1998), με την χρήση των σχέσεων (3.1) και (3.2). Συνεπώς, για να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας πρέπει στην τιμή των καθαρών αναγκών σε νερό που προκύπτει από την ένδειξη του εξατμισομέτρου, να προστεθεί το ωφέλιμο ύψος βροχής. Δηλαδή σύμφωνα με την σχέση 3.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$ET_c = I_n + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (3.4)$$

Στον Πίνακα 3.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών (I_n) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET_c) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξάτμισης (E_{pan}) του εξατμισομέτρου τύπου A.

Στις μεταχειρίσεις, όπου το νερό που προστίθεται με την άρδευση επιδιώκουμε να είναι 20% λιγότερο των καθαρών αναγκών, η τιμή της δόσης άρδευσης ($I_{da} = I_n$) πολλαπλασιάζεται με 80%.

Ο υπολογισμός της διάρκειας άρδευσης (I_t) έγινε βάση της σχέσης:

$$I_t = I_{da} / I_{dh}, \text{ σε h} \quad (3.5)$$

όπου: I_{da} είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και

I_{dh} είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Είναι:

$$I_{dh} = (q * \eta) / (St * Sr), \text{ σε mm/h} \quad (3.6)$$

όπου: q είναι η παροχή του σταλακτήρα σε l/h,

$n = St / (3 * Se)$ είναι ο αριθμός σταλακτῆρων ανά 3 σειρές φυτών,

St είναι η ισαποχή των φυτών επί της σειράς σε m,

Sr είναι η ισαποχή των σειρών των φυτών σε m και

Se είναι η ισαποχή των σταλακτήρων σε m.

Στους Πίνακες 3.3 και 3.4 παρουσιάζονται οι δόσεις και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπονοής της καλλιέργειας.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|------------|---|---|------|--|---|
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Πλήρωση εξατμ/τρου | Ημερήσια ένδειξη | Διαφορά ημέρας Epan | Βροχή B | Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(6) | Εξατμ/πνοή αναφοράς Eo=Kp*Epan 0,8*(5) | Kc | Καθαρές ανά- γκες In=Eo*Kc (9)*(8) | Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In*ΩB (10)*(7) |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | mm | mm |
| 15/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 16/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 17/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 18/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 19/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 20/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 21/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 22/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 23/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 24/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 25/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 26/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 27/6/2004 | | | | | | | | | | |
| 28/6/2004 | 180 | 39,5 | - | 8,7 | | | 6,96 | 0,75 | 5,22 | 5,22 |
| 29/6/2004 | 181 | | 48,2 | 7,2 | | | 5,76 | 0,75 | 4,32 | 4,32 |
| 30/6/2004 | 182 | | 55,4 | 8 | | | 6,4 | 0,75 | 4,8 | 4,8 |
| 1/7/2004 | 183 | 8 | 63,4 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 2/7/2004 | 184 | | 17 | 8,5 | | | 6,8 | 1,2 | 8,16 | 8,16 |
| 3/7/2004 | 185 | | 25,5 | 6,5 | | | 5,2 | 1,2 | 6,24 | 6,24 |
| 4/7/2004 | 186 | | 32 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |

* Η στάθμη του εξατμισιμέτρου, μετά από γέμισμα, ανέβηκε στα 8mm από την άκρη του εξατμισιμέτρου.

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------|------------------------|--------------------------------|-----|--------------------------|-----------------------------------|
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Πλήρωση εξατμ/τρου | Ημερήσια ένδειξη | Διαφορά ημέρας Έρην | Βροχή B | Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B | Εξατμ/πνοή αναφοράς Eo=Kp*Έρην | Kc | Καθαρές ανάγκες In=Eo*Kc | Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETC=In+ΩB |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 5/7/2004 | 187 | | 38 | 6,2 | | | 4,96 | 1,2 | 5,952 | 5,952 |
| 6/7/2004 | 188 | | 44,2 | 9,9 | | | 7,92 | 1,2 | 9,504 | 9,504 |
| 7/7/2004 | 189 | | 54,1 | 8,7 | | | 6,96 | 1,2 | 8,352 | 8,352 |
| 8/7/2004 | 190 | | 62,8 | 6,4 | | | 5,12 | 1,2 | 6,144 | 6,144 |
| 9/7/2004 | 191 | | 69,2 | 9,2 | | | 7,36 | 1,2 | 8,832 | 8,832 |
| 10/7/2004 | 192 | | 78,4 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 11/7/2004 | 193 | 4 | 87,4 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 12/7/2004 | 194 | | 13 | 12 | | | 9,6 | 1,2 | 11,52 | 11,52 |
| 13/7/2004 | 195 | | 25 | 11,5 | | | 9,2 | 1,2 | 11,04 | 11,04 |
| 14/7/2004 | 196 | | 36,5 | 10 | | | 8 | 1,2 | 9,6 | 9,6 |
| 15/7/2004 | 197 | | 46,5 | 5,5 | | | 4,4 | 1,2 | 5,28 | 5,28 |
| 16/7/2004 | 198 | 11 | 52 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 17/7/2004 | 199 | | 20 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 18/7/2004 | 200 | | 29 | 8,2 | | | 6,56 | 1,2 | 7,872 | 7,872 |
| 19/7/2004 | 201 | | 37,2 | 4,8 | | | 3,84 | 1,2 | 4,608 | 4,608 |
| 20/7/2004 | 202 | | 42 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 21/7/2004 | 203 | | 51 | 8 | | | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 22/7/2004 | 204 | | 59 | 8 | | | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 23/7/2004 | 205 | 10 | 67 | 7 | | | 5,6 | 1,2 | 6,72 | 6,72 |
| 24/7/2004 | 206 | | 17 | 8,7 | | | 6,96 | 1,2 | 8,352 | 8,352 |

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιατηνοίς της καλλιέργειας (συνέχεια).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------|-----------------------------------|---|-----|---------------------------------------|---|
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Πλήρωση εξατμ/τρου | Ημερήσια ένδειξη | Διαφορά ημέρας Έραπ | Βροχή B | Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(6) | Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=Κρ*Έραπ 0,8*(5) | Kc | Καθαρές ανά- γκες In=Εο*Kc (9)*(8) | Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+ΩB (10)+(7) |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm | mm |
| 25/7/2004 | 207 | | 25,7 | 6,3 | 6,29 | | 5,04 | 1,2 | 6,048 | 6,048 |
| 26/7/2004 | 208 | | 32 | 7,5 | | | 6 | 1,2 | 7,2 | 7,2 |
| 27/7/2004 | 209 | | 39,5 | 0 | 9 | 7,2 | 0 | 1,2 | 0 | 7,2 |
| 28/7/2004 | 210 | | 39,5 | 6,5 | | | 5,2 | 1,2 | 6,24 | 6,24 |
| 29/7/2004 | 211 | | 46 | 7 | | | 5,6 | 1,2 | 6,72 | 6,72 |
| 30/7/2004 | 212 | | 53 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |
| 31/7/2004 | 213 | | 59 | 5 | | | 4 | 1,2 | 4,8 | 4,8 |
| 1/8/2004 | 214 | | 64 | 8 | | | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 2/8/2004 | 215 | 10 | 72 | 8 | | | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 3/8/2004 | 216 | | 18 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |
| 4/8/2004 | 217 | | 24 | 7 | | | 5,6 | 1,2 | 6,72 | 6,72 |
| 5/8/2004 | 218 | | 31 | 5,5 | 0,38 | 0,304 | 4,4 | 1,2 | 5,28 | 5,584 |
| 6/8/2004 | 219 | | 36,5 | 5 | | | 4 | 1,2 | 4,8 | 4,8 |
| 7/8/2004 | 220 | | 41,5 | 5 | | | 4 | 1,2 | 4,8 | 4,8 |
| 8/8/2004 | 221 | | 46,5 | 5,5 | | | 4,4 | 1,2 | 5,28 | 5,28 |
| 9/8/2004 | 222 | | 52 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |
| 10/8/2004 | 223 | | 58 | 7 | | | 5,6 | 1,2 | 6,72 | 6,72 |
| 11/8/2004 | 224 | | 65 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |
| 12/8/2004 | 225 | 10 | 71 | 5 | | | 4 | 1,2 | 4,8 | 4,8 |
| 13/8/2004 | 226 | | 15 | 7,5 | | | 6 | 1,2 | 7,2 | 7,2 |

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------|--------------------------------|--|-----|----------------------------------|--|
| Ημερνία | Ημέρες από 1/1/2004 | Πλήρωση εξατμ/τρου | Ημερήσια ένδειξη | Διαφορά ημέρας Έραπ | Βροχή Β | Ωφέλιμη Βροχή ΩΒ=0,8*Β 0,8*(6) | Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=Κρ*Έραπ 0,8*(5) | Κc | Καθαρές ανάγκες Ιη=Εο*Κc (9)*(8) | Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ΕΤc=Ιη+ΩΒ (10)*(7) |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | mm | mm |
| 14/8/2004 | 227 | | 22,5 | 7,5 | | | 6 | 1,2 | 7,2 | 7,2 |
| 15/8/2004 | 228 | | 30 | 8 | | | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 16/8/2004 | 229 | | 38 | 1 | 3,27 | 2,616 | 0,8 | 1,2 | 0,96 | 3,576 |
| 17/8/2004 | 230 | | 39 | 5 | | | 4 | 1,2 | 4,8 | 4,8 |
| 18/8/2004 | 231 | | 44 | 6,5 | | | 5,2 | 1,2 | 6,24 | 6,24 |
| 19/8/2004 | 232 | | 50,5 | 7,5 | | | 6 | 1,2 | 7,2 | 7,2 |
| 20/8/2004 | 233 | | 58 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 21/8/2004 | 234 | | 67 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 22/8/2004 | 235 | | 76 | 8 | | | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 23/8/2004 | 236 | 26 | 84 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |
| 24/8/2004 | 237 | | 32 | 8,5 | | | 6,8 | 1,2 | 8,16 | 8,16 |
| 25/8/2004 | 238 | | 40,5 | 5,5 | | | 4,4 | 1,2 | 5,28 | 5,28 |
| 26/8/2004 | 239 | | 46 | 9 | | | 7,2 | 1,2 | 8,64 | 8,64 |
| 27/8/2004 | 240 | | 55 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 5,76 |
| 28/8/2004 | 241 | | 61 | 8 | 1,13 | 0,904 | 6,4 | 1,2 | 7,68 | 7,68 |
| 29/8/2004 | 242 | | 69 | 6 | | | 4,8 | 1,2 | 5,76 | 6,664 |
| 30/8/2004 | 243 | 10 | 75 | 5 | | | 4 | 1,2 | 4,8 | 4,8 |
| 31/8/2004 | 244 | | 15 | 7 | | | 5,6 | 1,2 | 6,72 | 6,72 |
| 1/9/2004 | 245 | | 22 | 7 | | | 5,6 | 1 | 5,6 | 5,6 |
| 2/9/2004 | 246 | | 29 | 6,5 | | | 5,2 | 1 | 5,2 | 5,2 |

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|-----------|---------------------|--------------------|------------------|---------------------|---------|--------------------------------|--|----|------------------------------------|--|
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Πλήρωση εξατμ/τρου | Ημερήσια ένδειξη | Διαφορά ημέρας Έραπ | Βροχή B | Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*Β 0,8*(6) | Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=Κρ*Έραπ 0,8*(5) | Kc | Καθαρές ανά- γκες In=Εο*Kc (9)*(8) | Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+QB (10)*(7) |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | mm | mm |
| 3/9/2004 | 247 | | 35,5 | 4,5 | | | 3,6 | 1 | 3,6 | 3,6 |
| 4/9/2004 | 248 | | 40 | 3 | | | 2,4 | 1 | 2,4 | 2,4 |
| 5/9/2004 | 249 | | 43 | 2,5 | 3,65 | 2,92 | 2 | 1 | 2 | 4,92 |
| 6/9/2004 | 250 | | 45,5 | 2,5 | 0,55 | 0,44 | 2 | 1 | 2 | 2,44 |
| 7/9/2004 | 251 | | 48 | 6 | | | 4,8 | 1 | 4,8 | 4,8 |
| 8/9/2004 | 252 | | 54 | 5 | | | 4 | 1 | 4 | 4 |
| 9/9/2004 | 253 | | 59 | 7 | | | 5,6 | 1 | 5,6 | 5,6 |
| 10/9/2004 | 254 | 10 | 66 | 6 | | | 4,8 | 1 | 4,8 | 4,8 |
| 11/9/2004 | 255 | | 16 | 4 | | | 3,2 | 1 | 3,2 | 3,2 |
| 12/9/2004 | 256 | | 20 | 2,5 | | | 2 | 1 | 2 | 2 |
| 13/9/2004 | 257 | | 22,5 | 4,5 | | | 3,6 | 1 | 3,6 | 3,6 |
| 14/9/2004 | 258 | | 27 | 5 | | | 4 | 1 | 4 | 4 |
| 15/9/2004 | 259 | | 32 | 2 | | | 1,6 | 1 | 1,6 | 1,6 |
| 16/9/2004 | 260 | | 34 | 5 | | | 4 | 1 | 4 | 4 |
| 17/9/2004 | 261 | | 39 | 4 | | | 3,2 | 1 | 3,2 | 3,2 |
| 18/9/2004 | 262 | | 43 | 2 | | | 1,6 | 1 | 1,6 | 1,6 |
| 19/9/2004 | 263 | | 45 | 4 | | | 3,2 | 1 | 3,2 | 3,2 |
| 20/9/2004 | 264 | | 49 | 4 | | | 3,2 | 1 | 3,2 | 3,2 |
| 21/9/2004 | 265 | | 53 | 4 | | | 3,2 | 1 | 3,2 | 3,2 |
| 22/9/2004 | 266 | | 57 | 4 | | | 3,2 | 1 | 3,2 | 3,2 |

Πίνακας 3.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
|----------------|------------------------|-----------------------|---------------------|---------------------------|--------------|---|--|----|---|---|
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Πλήρωση εξατμ/τρου | Ημερήσια ένδειξη | Διαφορά ημέρας Εραπ | Βροχή B | Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8*B$ $0,8*(6)$ | Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_o=K_p*E_{rao}$ $0,8*(5)$ | Kc | Καθорές ανά- γκες $I_n=E_o*K_c$ $(9)*(8)$ | Εξατμ/πνοή καλλιέργειας $E_{Tc}=I_n+\Omega B$ $(10)+(7)$ |
| | | mm | mm | mm | mm | mm | mm | | mm | mm |
| 23/9/2004 | 267 | | 61 | 5 | | | 4 | 1 | 4 | 4 |
| 24/9/2004 | 268 | 10 | 66 | | | | | 1 | | |
| 25/9/2004 | 269 | | | | | | | | | |
| 26/9/2004 | 270 | | | | | | | | | |
| 27/9/2004 | 271 | | | | | | | | | |
| 28/9/2004 | 272 | | | | | | | | | |
| 29/9/2004 | 273 | | | | | | | | | |
| 30/9/2004 | 274 | | | | | | | | | |
| 1/10/2004 | 275 | | | | | | | | | |
| 2/10/2004 | 276 | | | | | | | | | |
| 3/10/2004 | 277 | | | | | | | | | |
| 4/10/2004 | 278 | | | | | | | | | |
| 5/10/2004 | 279 | | | | | | | | | |
| 6/10/2004 | 280 | | | | | | | | | |
| 7/10/2004 | 281 | | | | | | | | | |
| 8/10/2004 | 282 | | | | | | | | | |
| 9/10/2004 | 283 | | | | | | | | | |
| 10/10/2004 | 284 | | | | | | | | | |
| 11/10/2004 | 285 | | | | | | | | | |
| 12/10/2004 | 286 | | | | | | | 1 | | |
| Σύνολο: | | | | | 24,27 | 14,384 | | | 518,084 | 532,468 |

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------------------|--------|-------------------|------------|------------|----|
| | | | | E 100% ET Δόση άρδευσης | | | E 80% ET & Υπόγεια Δόση άρδευσης | | | | | | |
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | Άθροισμα Καθαρών αναγκών mm | m ² /στρ. | m ² /45m ² | E 100% ET Δόση άρδευσης | m ² /στρ. | m ² /45m ² | n | Idh (q*n)/(St*Sr) | h | h | h |
| 15/6/2004 | 167 | | | | | | | | | | | | |
| 16/6/2004 | 168 | | | | | | | | | | | | |
| 17/6/2004 | 169 | | | | | | | | | | | | |
| 18/6/2004 | 170 | | | | | | | | | | | | |
| 19/6/2004 | 171 | | | | | | | | | | | | |
| 20/6/2004 | 172 | | | | | | | | | | | | |
| 21/6/2004 | 173 | | | | | | | | | | | | |
| 22/6/2004 | 174 | | | | | | | | | | | | |
| 23/6/2004 | 175 | | | | | | | | | | | | |
| 24/6/2004 | 176 | | | | | | | | | | | | |
| 25/6/2004 | 177 | | | | | | | | | | | | |
| 26/6/2004 | 178 | | | | | | | | | | | | |
| 27/6/2004 | 179 | | | | | | | | | | | | |
| 28/6/2004 | 180 | 5,22 | | | | | | | | | | | |
| 29/6/2004 | 181 | 4,32 | | | | | | | | | | | |
| 30/6/2004 | 182 | 4,8 | | | | | | | | | | | |
| 1/7/2004 | 183 | 8,64 | 22,98 | | | | | | | | | | |
| 2/7/2004 | 184 | 8,16 | | | 22,98 | 1,0341 | 18,384 | 0,82728 | 0,0833 | 4 | 5h 44' 42" | 4h 35' 45" | |
| 3/7/2004 | 185 | 6,24 | | | | | | | | | | | |
| 4/7/2004 | 186 | 5,76 | | | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισαποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακττήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισαποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισαποχή σταλακττήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκειες των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε 100%ΕΤ, Ε 80%ΕΤ και Υπόγεια.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------------------|-------|--------|--------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------------------|----------------------------------|--------|---|------|------------|------------|
| | | | | Καθαρές ανάγκες In | Αθροίσμα Καθαρών αναγκών | | Ε 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | Ε 80% ΕΤ & Υπόγεια Δόση άρδευσης | | | | | |
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | mm | mm | mm | m ² /στρ. | m ² /45m ² | m ² /στρ. | m ² /45m ² | | | mm/h | h | h |
| 5/7/2004 | 187 | 5,952 | 26,112 | | | | | | | | | | |
| 6/7/2004 | 188 | 9,504 | | | 26,112 | 1,17504 | 20,8896 | 0,940032 | 0,0833 | | 4 | 6h 31' 40" | 5h 13' 20" |
| 7/7/2004 | 189 | 8,352 | | | | | | | | | | | |
| 8/7/2004 | 190 | 6,144 | 24 | | | | | | | | | | |
| 9/7/2004 | 191 | 8,832 | | | 24 | 1,08 | 19,2 | 0,864 | 0,0833 | | 4 | 6h 00' 00" | 4h 48' 00" |
| 10/7/2004 | 192 | 8,64 | | | | | | | | | | | |
| 11/7/2004 | 193 | 8,64 | | | | | | | | | | | |
| 12/7/2004 | 194 | 11,52 | 26,112 | | | | | | | | | | |
| 13/7/2004 | 195 | 11,04 | | | 26,112 | 1,17504 | 20,8896 | 0,940032 | 0,0833 | | 4 | 6h 31' 40" | 5h 13' 20" |
| 14/7/2004 | 196 | 9,6 | 32,16 | | | | | | | | | | |
| 15/7/2004 | 197 | 5,28 | | | 32,16 | 1,4472 | 25,728 | 1,15776 | 0,0833 | | 4 | 8h 02' 24" | 6h 25' 55" |
| 16/7/2004 | 198 | 8,64 | | | | | | | | | | | |
| 17/7/2004 | 199 | 8,64 | | | | | | | | | | | |
| 18/7/2004 | 200 | 7,872 | 30,432 | | | | | | | | | | |
| 19/7/2004 | 201 | 4,608 | | | 30,432 | 1,36944 | 24,3456 | 1,095552 | 0,0833 | | 4 | 7h 36' 28" | 6h 05' 11" |
| 20/7/2004 | 202 | 8,64 | | | | | | | | | | | |
| 21/7/2004 | 203 | 7,68 | | | | | | | | | | | |
| 22/7/2004 | 204 | 7,68 | 28,608 | | | | | | | | | | |
| 23/7/2004 | 205 | 6,72 | | | 28,608 | 1,28736 | 22,8864 | 1,029888 | 0,0833 | | 4 | 7h 09' 07" | 5h 43' 17" |
| 24/7/2004 | 206 | 8,352 | | | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισατοχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακττήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισατοχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισατοχή σταλακττήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε 100%ΕΤ, Ε 80%ΕΤ και Υπόγεια.

| 1 Ημερ/νία | 2 Ημέρες από 1/1/2004 | 3 Καθαρές ανάγκες In mm | 4 Άθροισμα Καθα- ρών αναγκών mm | 5 Ε 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | | 7 Ε 80% ΕΤ & Υπό- γεια Δόση άρδευ- σης m ³ /στρ. | 8 Ε 80% ΕΤ & Υπό- γεια Δόση άρδευ- σης m ³ /45m ² | 9 n St/(3*Se) | 10 ldh (q*n)/(St*Sr) mm/h | 11 Ε 100% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h | 12 Ε 80% ΕΤ & Υπό- γεια Διάρκεια άρ- δευσης (7)/(10) h |
|---------------|--------------------------|----------------------------|---------------------------------------|------------------------------|----------------------------------|--|--|---------------------|------------------------------------|---|---|
| | | | | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | | | | | | |
| 25/7/2004 | 207 | 6,048 | 21,12 | | | | | | | | |
| 26/7/2004 | 208 | 7,2 | | 21,12 | 0,9504 | 16,896 | 0,76032 | 0,0833 | 4 | 5h 16' 48" | 4h 13' 26" |
| 27/7/2004 | 209 | 0 | | | | | | | | | |
| 28/7/2004 | 210 | 6,24 | | | | | | | | | |
| 29/7/2004 | 211 | 6,72 | | | | | | | | | |
| 30/7/2004 | 212 | 5,76 | 25,92 | | | | | | | | |
| 31/7/2004 | 213 | 4,8 | | | 25,92 | 20,736 | 0,93312 | 0,0833 | 4 | 6h 28' 48" | 5h 11' 02" |
| 1/8/2004 | 214 | 7,68 | | | | | | | | | |
| 2/8/2004 | 215 | 7,68 | 20,16 | | | | | | | | |
| 3/8/2004 | 216 | 5,76 | | | 20,16 | 16,128 | 0,72576 | 0,0833 | 4 | 5h 02' 24" | 4h 01' 55" |
| 4/8/2004 | 217 | 6,72 | | | | | | | | | |
| 5/8/2004 | 218 | 5,28 | | | | | | | | | |
| 6/8/2004 | 219 | 4,8 | 22,56 | | | | | | | | |
| 7/8/2004 | 220 | 4,8 | | | 22,56 | 18,048 | 0,81216 | 0,0833 | 4 | 5h 38' 24" | 4h 30' 43" |
| 8/8/2004 | 221 | 5,28 | | | | | | | | | |
| 9/8/2004 | 222 | 5,76 | | | | | | | | | |
| 10/8/2004 | 223 | 6,72 | 22,56 | | | | | | | | |
| 11/8/2004 | 224 | 5,76 | | | 22,56 | 18,048 | 0,81216 | 0,0833 | 4 | 5h 38' 24" | 4h 30' 43" |
| 12/8/2004 | 225 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 13/8/2004 | 226 | 7,2 | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακττήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοποχή σταλακττήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε 100%ΕΤ, Ε 80%ΕΤ και Υπόγεια.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|-----|------|-------|---------------------|-----------------------|--------|---------|---------|--------|----|------------|------------|
| | | | | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | | | | | | | |
| 14/8/2004 | 227 | 7,2 | 24,96 | | | | | | | | | |
| 15/8/2004 | 228 | 7,68 | | 24,96 | 1,1232 | 19,968 | 0,89856 | 0,0833 | 0,0833 | 4 | 6h 14' 24" | 4h 59' 31" |
| 16/8/2004 | 229 | 0,96 | | | | | | | | | | |
| 17/8/2004 | 230 | 4,8 | | | | | | | | | | |
| 18/8/2004 | 231 | 6,24 | 19,68 | | | | | | | | | |
| 19/8/2004 | 232 | 7,2 | | | 19,68 | 0,8856 | 15,744 | 0,70848 | 0,0833 | 4 | 4h 55' 12" | 3h 56' 09" |
| 20/8/2004 | 233 | 8,64 | | | | | | | | | | |
| 21/8/2004 | 234 | 8,64 | 24,48 | | | | | | | | | |
| 22/8/2004 | 235 | 7,68 | | | 24,48 | 1,1016 | 19,584 | 0,88128 | 0,0833 | 4 | 6h 07' 12" | 4h 53' 45" |
| 23/8/2004 | 236 | 5,76 | | | | | | | | | | |
| 24/8/2004 | 237 | 8,16 | 21,6 | | | | | | | | | |
| 25/8/2004 | 238 | 5,28 | | | 21,6 | 0,972 | 17,28 | 0,7776 | 0,0833 | 4 | 5h 24' 00" | 4h 19' 12" |
| 26/8/2004 | 239 | 8,64 | | | | | | | | | | |
| 27/8/2004 | 240 | 5,76 | 19,68 | | | | | | | | | |
| 28/8/2004 | 241 | 7,68 | | | 19,68 | 0,8856 | 15,744 | 0,70848 | 0,0833 | 4 | 4h 55' 12" | 3h 56' 09" |
| 29/8/2004 | 242 | 5,76 | | | | | | | | | | |
| 30/8/2004 | 243 | 4,8 | | | | | | | | | | |
| 31/8/2004 | 244 | 6,72 | 24,96 | | | | | | | | | |
| 1/9/2004 | 245 | 5,6 | | | 24,96 | 1,1232 | 19,968 | 0,89856 | 0,0833 | 4 | 6h 14' 24" | 4h 59' 31" |
| 2/9/2004 | 246 | 5,2 | | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισαποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισαποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε 100%ΕΤ, Ε 80%ΕΤ και Υπόγεια.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 6 | 7 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|-----|-----|------|---------------------|-----------------------|-------|-----------------------------|--|---|------------|------------|----|----|
| | | | | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | | Άθροισμα Καθαρών αναγκών mm | Ε 100% ΕΤ Δόση άρδευσης m ³ /στρ. | | | | | |
| 3/9/2004 | 247 | 3,6 | | | | | | | | | | | |
| 4/9/2004 | 248 | 2,4 | | | | | | | | | | | |
| 5/9/2004 | 249 | 2 | 18,8 | | | | | | | | | | |
| 6/9/2004 | 250 | 2 | | 18,8 | 0,846 | 15,04 | 0,6768 | 0,0833 | 4 | 4h 42' 00" | 3h 45' 36" | | |
| 7/9/2004 | 251 | 4,8 | | | | | | | | | | | |
| 8/9/2004 | 252 | 4 | | | | | | | | | | | |
| 9/9/2004 | 253 | 5,6 | | | | | | | | | | | |
| 10/9/2004 | 254 | 4,8 | 21,2 | | | | | | | | | | |
| 11/9/2004 | 255 | 3,2 | | 21,2 | 0,954 | 16,96 | 0,7632 | 0,0833 | 4 | 5h 18' 00" | 4h 14' 24" | | |
| 12/9/2004 | 256 | 2 | | | | | | | | | | | |
| 13/9/2004 | 257 | 3,6 | | | | | | | | | | | |
| 14/9/2004 | 258 | 4 | | | | | | | | | | | |
| 15/9/2004 | 259 | 1,6 | | | | | | | | | | | |
| 16/9/2004 | 260 | 4 | 18,4 | | | | | | | | | | |
| 17/9/2004 | 261 | 3,2 | | 18,4 | 0,828 | 14,72 | 0,6624 | 0,0833 | 4 | 4h 36' 00" | 3h 40' 48" | | |
| 18/9/2004 | 262 | 1,6 | | | | | | | | | | | |
| 19/9/2004 | 263 | 3,2 | | | | | | | | | | | |
| 20/9/2004 | 264 | 3,2 | | | | | | | | | | | |
| 21/9/2004 | 265 | 3,2 | | | | | | | | | | | |
| 22/9/2004 | 266 | 3,2 | | | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοαχγή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισοαχγή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοαχγή σταλακτήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.3 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Ε 100%ΕΤ, Ε 80%ΕΤ και Υπόγεια.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----------------------|-----------------------------------|------|--------|----|------------|---|
| | | | | Ε 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | | | Ε 80% ΕΤ & Υπόγεια Δόση άρδευσης | | | | | |
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | Άθροισμα Καθαρών αναγκών mm | mm ³ /στρ. | mm ³ /45m ² | mm ³ /στρ. | mm ³ /45m ² | mm/h | h | h | h | Ε 80% ΕΤ & Υπόγεια Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) |
| 23/9/2004 | 267 | 4 | 21,6 | | | | | | | | | |
| 24/9/2004 | 268 | | | 21,6 | 0,972 | 17,28 | 0,7776 | 4 | 0,0833 | 4 | 5h 24' 00" | 4h 19' 12" |
| 25/9/2004 | 269 | | | | | | | | | | | |
| 26/9/2004 | 270 | | | | | | | | | | | |
| 27/9/2004 | 271 | | | | | | | | | | | |
| 28/9/2004 | 272 | | | | | | | | | | | |
| 29/9/2004 | 273 | | | | | | | | | | | |
| 30/9/2004 | 274 | | | | | | | | | | | |
| 1/10/2004 | 275 | | | | | | | | | | | |
| 2/10/2004 | 276 | | | | | | | | | | | |
| 3/10/2004 | 277 | | | | | | | | | | | |
| 4/10/2004 | 278 | | | | | | | | | | | |
| 5/10/2004 | 279 | | | | | | | | | | | |
| 6/10/2004 | 280 | | | | | | | | | | | |
| 7/10/2004 | 281 | | | | | | | | | | | |
| 8/10/2004 | 282 | | | | | | | | | | | |
| 9/10/2004 | 283 | | | | | | | | | | | |
| 10/10/2004 | 284 | | | | | | | | | | | |
| 11/10/2004 | 285 | | | | | | | | | | | |
| 12/10/2004 | 286 | | | | | | | | | | | |
| Σύνολο: | | | 518,084 | 518,084 | 518,084 | 414,4672 | 18,651024 | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισαοχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτάρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισαοχή σειρών φυτών: St=0,50 m

Ισαοχή σταλακτάρων: Se=0,60 m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|--------|-------------------|------------|----|------------|
| | | | | ΕΚΤ 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | | | ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης | | | | | |
| Ημερ/νία | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | Άθροισμα Καθαρών αναγκών mm | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | n | Idh (q*n)/(St*Se) | h | h | h |
| 15/6/2004 | 167 | | | | | | | | | | | |
| 16/6/2004 | 168 | | | | | | | | | | | |
| 17/6/2004 | 169 | | | | | | | | | | | |
| 18/6/2004 | 170 | | | | | | | | | | | |
| 19/6/2004 | 171 | | | | | | | | | | | |
| 20/6/2004 | 172 | | | | | | | | | | | |
| 21/6/2004 | 173 | | | | | | | | | | | |
| 22/6/2004 | 174 | | | | | | | | | | | |
| 23/6/2004 | 175 | | | | | | | | | | | |
| 24/6/2004 | 176 | | | | | | | | | | | |
| 25/6/2004 | 177 | | | | | | | | | | | |
| 26/6/2004 | 178 | | | | | | | | | | | |
| 27/6/2004 | 179 | | | | | | | | | | | |
| 28/6/2004 | 180 | 5,22 | | | | | | | | | | |
| 29/6/2004 | 181 | 4,32 | | | | | | | | | | |
| 30/6/2004 | 182 | 4,8 | | | | | | | | | | |
| 1/7/2004 | 183 | 8,64 | 22,98 | | | | | | | | | |
| 2/7/2004 | 184 | 8,16 | | 22,98 | 1,0341 | 18,384 | 0,82728 | 0,0833 | 4 | 5h 44' 42" | | 4h 35' 45" |
| 3/7/2004 | 185 | 6,24 | | | | | | | | | | |
| 4/7/2004 | 186 | 5,76 | | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισαποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισαποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στις μεταχειρισίες ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

| 1 Ημερ/μία | 2 Ημέρες από 1/1/2004 | 3 Καθαρές ανάγκες In mm | 4 Άθροισμα Καθα- ρών αναγκών mm | 5 ΕΚΤ 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | | 7 ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης | 8 ΕΚΤ 80% ΕΤ m³/45m² | 9 n St/(3*Se) | 10 Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h | 11 ΕΚΤ 100% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h | 12 Ε 80% ΕΤ & Υπό- για Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|--|-----------------------------------|---------|----------------------------------|----------------------------|---------------------|------------------------------------|---|--|
| | | | | m³/στρ. | m³/45m² | | | | | | |
| 5/7/2004 | 187 | 5,952 | | | | | | | | | |
| 6/7/2004 | 188 | 9,504 | | | | | | | | | |
| 7/7/2004 | 189 | 8,352 | | | | | | | | | |
| 8/7/2004 | 190 | 6,144 | 50,112 | | | | | | | | |
| 9/7/2004 | 191 | 8,832 | | | 50,112 | 40,0896 | 1,804032 | 0,0833 | 4 | 12h 31' 40" | 10h 01' 20" |
| 10/7/2004 | 192 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 11/7/2004 | 193 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 12/7/2004 | 194 | 11,52 | | | | | | | | | |
| 13/7/2004 | 195 | 11,04 | | | | | | | | | |
| 14/7/2004 | 196 | 9,6 | | | | | | | | | |
| 15/7/2004 | 197 | 5,28 | 63,552 | | | | | | | | |
| 16/7/2004 | 198 | 8,64 | | | 63,552 | 50,8416 | 2,287872 | 0,0833 | 4 | 15h 53' 16" | 12h 42' 37" |
| 17/7/2004 | 199 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 18/7/2004 | 200 | 7,872 | | | | | | | | | |
| 19/7/2004 | 201 | 4,608 | | | | | | | | | |
| 20/7/2004 | 202 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 21/7/2004 | 203 | 7,68 | | | | | | | | | |
| 22/7/2004 | 204 | 7,68 | 53,76 | | | | | | | | |
| 23/7/2004 | 205 | 6,72 | | | 53,76 | 43,008 | 1,93536 | 0,0833 | 4 | 13h 26' 24" | 10h 45' 07" |
| 24/7/2004 | 206 | 8,352 | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακττήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοποχή σταλακττήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|---|----------------------------------|-------------|------------------------|--|--|
| | | | | ΕΚΤ 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης | | | | | | |
| Ημερ/ία | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | Άθροισμα Καθαρών αναγκών mm | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | EKT 80% ΕΤ Δόση άρδευσης m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | n St/(3*Se) | Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h | EKT 100% ΕΤ Διάρκεια άρδευσης (5)/(10) h | E 80% ΕΤ & Υ- πρόγεια Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h |
| 25/7/2004 | 207 | 6,048 | | | | | | | | | |
| 26/7/2004 | 208 | 7,2 | | | | | | | | | |
| 27/7/2004 | 209 | 0 | | | | | | | | | |
| 28/7/2004 | 210 | 6,24 | | | | | | | | | |
| 29/7/2004 | 211 | 6,72 | | | | | | | | | |
| 30/7/2004 | 212 | 5,76 | 47,04 | 47,04 | 2,1168 | 37,632 | 1,69344 | 0,0833 | 4 | 11h 45' 36" | 9h 24' 28" |
| 31/7/2004 | 213 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 1/8/2004 | 214 | 7,68 | | | | | | | | | |
| 2/8/2004 | 215 | 7,68 | | | | | | | | | |
| 3/8/2004 | 216 | 5,76 | | | | | | | | | |
| 4/8/2004 | 217 | 6,72 | | | | | | | | | |
| 5/8/2004 | 218 | 5,28 | | | | | | | | | |
| 6/8/2004 | 219 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 7/8/2004 | 220 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 8/8/2004 | 221 | 5,28 | | | | | | | | | |
| 9/8/2004 | 222 | 5,76 | 58,56 | 58,56 | 58,56 | 2,6352 | 46,848 | 2,10816 | 4 | 14h 38' 24" | 11h 42' 43" |
| 10/8/2004 | 223 | 6,72 | | | | | | | | | |
| 11/8/2004 | 224 | 5,76 | | | | | | | | | |
| 12/8/2004 | 225 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 13/8/2004 | 226 | 7,2 | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακττήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισοποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισοποχή σταλακττήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------------------|--------------------------|-------------------------------------|------------------------|--|--|--|----------------|------------------------------|---|---|
| | | | | ΕΚΤ 100% ΕΤ m³/στρ. | ΕΚΤ 80% ΕΤ m³/45m² | | | | | | |
| Ημερ/ία | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | Άθροισμα Καθα- ρών αναγκών mm | ΕΚΤ 100% ΕΤ m³/στρ. | ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης m³/45m² | ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης m³/στρ. | ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση άρδευσης m³/45m² | n St/(3*Se) | Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h | ΕΚΤ 100% ΕΤ Διάρ- κεια άρδευσης (5)/(10) h | Ε 80% ΕΤ & Υ- πόγεια Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h |
| 14/8/2004 | 227 | 7,2 | | | | | | | | | |
| 15/8/2004 | 228 | 7,68 | | | | | | | | | |
| 16/8/2004 | 229 | 0,96 | | | | | | | | | |
| 17/8/2004 | 230 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 18/8/2004 | 231 | 6,24 | 51,36 | | | | | | | | |
| 19/8/2004 | 232 | 7,2 | | 51,36 | 2,3112 | 41,088 | 1,84896 | 0,0833 | 4 | 12h 50' 24" | 10h 16' 19" |
| 20/8/2004 | 233 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 21/8/2004 | 234 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 22/8/2004 | 235 | 7,68 | | | | | | | | | |
| 23/8/2004 | 236 | 5,76 | | | | | | | | | |
| 24/8/2004 | 237 | 8,16 | | | | | | | | | |
| 25/8/2004 | 238 | 5,28 | | | | | | | | | |
| 26/8/2004 | 239 | 8,64 | | | | | | | | | |
| 27/8/2004 | 240 | 5,76 | 65,76 | | | | | | | | |
| 28/8/2004 | 241 | 7,68 | | 65,76 | 2,9592 | 52,608 | 2,36736 | 0,0833 | 4 | 16h 26' 24" | 13h 09' 07" |
| 29/8/2004 | 242 | 5,76 | | | | | | | | | |
| 30/8/2004 | 243 | 4,8 | | | | | | | | | |
| 31/8/2004 | 244 | 6,72 | | | | | | | | | |
| 1/9/2004 | 245 | 5,6 | | | | | | | | | |
| 2/9/2004 | 246 | 5,2 | | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h

Ισαποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισαποχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισαποχή στάλακττήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-----------|---------------------|-----------------------|-----------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------------------|-------------|-------------------|--|---|
| | | | | ΕΚΤ 100% ΕΤ Δόση αρδεύσης | ΕΚΤ 80% ΕΤ Δόση αρδεύσης | | | | | |
| Ημερ/ία | Ημέρες από 1/1/2004 | Καθαρές ανάγκες In mm | Άθροισμα Καθαρών αναγκών mm | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | m ³ /στρ. | n St/(3*Se) | ldh (q*n)/(St*Sr) | ΕΚΤ 100% ΕΤ Διάρκεια αρδεύσης (5)/(10) h | Ε 80% ΕΤ & Υ-πρόγεια Διάρκεια άρδευσης (7)/(10) h |
| 3/9/2004 | 247 | 3,6 | | | | | | | | |
| 4/9/2004 | 248 | 2,4 | | | | | | | | |
| 5/9/2004 | 249 | 2 | | | | | | | | |
| 6/9/2004 | 250 | 2 | | | | | | | | |
| 7/9/2004 | 251 | 4,8 | 50,56 | | | | | | | |
| 8/9/2004 | 252 | 4 | | 50,56 | 2,2752 | 40,448 | 0,0833 | 4 | 12h 38' 24" | 10h 06' 43" |
| 9/9/2004 | 253 | 5,6 | | | | | | | | |
| 10/9/2004 | 254 | 4,8 | | | | | | | | |
| 11/9/2004 | 255 | 3,2 | | | | | | | | |
| 12/9/2004 | 256 | 2 | | | | | | | | |
| 13/9/2004 | 257 | 3,6 | | | | | | | | |
| 14/9/2004 | 258 | 4 | | | | | | | | |
| 15/9/2004 | 259 | 1,6 | | | | | | | | |
| 16/9/2004 | 260 | 4 | | | | | | | | |
| 17/9/2004 | 261 | 3,2 | | | | | | | | |
| 18/9/2004 | 262 | 1,6 | | | | | | | | |
| 19/9/2004 | 263 | 3,2 | | | | | | | | |
| 20/9/2004 | 264 | 3,2 | | | | | | | | |
| 21/9/2004 | 265 | 3,2 | | | | | | | | |
| 22/9/2004 | 266 | 3,2 | | | | | | | | |

Παροχή σταλακτίτρα: q=3,6 l/h

Ισατοχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m

Αριθμός σταλακτιήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833

Ισατοχή σειρών φυτών: Sr=0,50 m

Ισατοχή σταλακτιήρων; Se=0,60 m

Πίνακας 3.4 Ημερομηνίες, δόσεις και διάρκεια αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | 7 | 8 | | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------|-----|----------------|----------------|----------------------|----------------------------------|----------------------|----------------------------------|---------------------------|-------------------|-------------|-------------|----|
| | | | | Ημερ/νία | Καθαρές ανάγκες In | | Αθροισμα Καθαρών αναγκών | ΕΚΤ 100% ΕΤ Δόση άρδευσης | | | | |
| | | mm | mm | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | m ³ /στρ. | m ³ /45m ² | n | Idh (q*n)/(St*Sr) | h | h | h |
| 23/9/2004 | 267 | 4 | 54,4 | | | | | | | | | |
| 24/9/2004 | 268 | | | 54,4 | 2,448 | 43,52 | 1,9584 | 0,0833 | 4 | 13h 36' 00" | 10h 52' 48" | |
| 25/9/2004 | 269 | | | | | | | | | | | |
| 26/9/2004 | 270 | | | | | | | | | | | |
| 27/9/2004 | 271 | | | | | | | | | | | |
| 28/9/2004 | 272 | | | | | | | | | | | |
| 29/9/2004 | 273 | | | | | | | | | | | |
| 30/9/2004 | 274 | | | | | | | | | | | |
| 1/10/2004 | 275 | | | | | | | | | | | |
| 2/10/2004 | 276 | | | | | | | | | | | |
| 3/10/2004 | 277 | | | | | | | | | | | |
| 4/10/2004 | 278 | | | | | | | | | | | |
| 5/10/2004 | 279 | | | | | | | | | | | |
| 6/10/2004 | 280 | | | | | | | | | | | |
| 7/10/2004 | 281 | | | | | | | | | | | |
| 8/10/2004 | 282 | | | | | | | | | | | |
| 9/10/2004 | 283 | | | | | | | | | | | |
| 10/10/2004 | 284 | | | | | | | | | | | |
| 11/10/2004 | 285 | | | | | | | | | | | |
| 12/10/2004 | 286 | | | | | | | | | | | |
| Σύνολο: | | 518,084 | 518,084 | 518,084 | 518,084 | 414,4672 | 18,651024 | | | | | |

Παροχή σταλακτήρα: q=3,6 l/h
 Ισοποχή φυτών επί της σειράς: St=0,15 m
 Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών: n=St/(3*Se)=0,00833
 Ισοποχή σειρών φυτών: Sf=0,50 m
 Ισοποχή σταλακτήρων; Se=0,60 m

Η δόση και το εύρος άρδευσης πρέπει να είναι τέτοια ώστε, η περιεκτικότητα του εδάφους σε υγρασία να βρίσκεται κοντά στην υδατοϊκανότητα (FC) και πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP). Απαιτείται δηλαδή ο προσδιορισμός της πρακτικής δόσης άρδευση την οποία η αθροιστική ένδειξη του εξατμισιμέτρου δεν θα πρέπει να υπερβαίνει.

Η μεθοδολογία που ακολουθείται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης προϋποθέτει τον προσδιορισμό της υδατοϊκανότητας (FC), του σημείου μόνιμης μάρανσης (PWP) και του φαινόμενου ειδικού βάρους (ΦΕΒ) του εδάφους του αγρού. Ο προσδιορισμός τους έγινε εργαστηριακά και οι τιμές παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 3.5.

Στον ίδιο Πίνακα 3.5 δίνονται επίσης, η τιμή της διαβροχής (P) του εδάφους για την συγκεκριμένη διάταξη των σταλακτηφόρων αγωγών στον πειραματικό αγρό (Τερζίδης κ.α., 1997), καθώς και οι τιμές του βάθους του ριζικού συστήματος των φυτών (h) (Πεσεξίδης, 1982), του ορίου εξαντλήσεως της εδαφικής υγρασίας (c) (Σακελλαρίου, 1993), του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια (f_1) (FAO, 1998) και του συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους (f_2) (Σακελλαρίου, 1993) για κάθε έναν από τους τέσσερις αρδευτικούς μήνες.

Πίνακας 3.5 Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.

| | FC% κ.β | PWP %κ.β | ΦΕΒ g/m ³ | h m | C | P | f_1 | f_2 | E_0 mm/ημ |
|-------------|------------|-------------|-------------------------|--------|------|------|-------|-------|----------------|
| ΙΟΥΝΙΟΣ | 21,2 | 11,64 | 1,23 | 0,60 | 0,60 | 0,53 | 0,75 | 0,60 | 6,37 |
| ΙΟΥΛΙΟΣ | 21,2 | 11,64 | 1,23 | 0,80 | 0,60 | 0,53 | 1,2 | 0,95 | 6,13 |
| ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | 21,2 | 11,64 | 1,23 | 1,00 | 0,60 | 0,53 | 1,2 | 0,95 | 5,26 |
| ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ | 21,2 | 11,64 | 1,23 | 1,10 | 0,60 | 0,53 | 1,0 | 0,85 | 3,48 |

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 3.6, Η μεθοδολογία αυτή οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της στάγδην άρ-

δευσης με θεωρητικό τρόπο, βασιζόμενο στα εδαφολογικά χαρακτηριστικά του εδάφους. Η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιήθηκε στην παρούσα εργασία, (παρά μόνο για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης), διότι αφ' ενός η ημερήσια εξάτμιση κατά την διάρκεια ενός μήνα δεν είναι ποτέ σταθερή και αφετέρου, διότι απαιτούνται συνήθως πολύ μεγάλοι χρόνοι λειτουργίας του αρδευτικού συστήματος.

Πίνακας 3.6 Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης. (Σακελλαρίου, 1993)

| | ΙΟΥΝΙΟΣ | ΙΟΥΛΙΟΣ | ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ |
|---|-------------|-------------|-------------|--------------|
| Διαθέσιμη υγρασία $\Delta.Y.=[(FC-PWP)/100]*\Phi EB,$ % K.O. | 11,7588 | 11,7588 | 11,7588 | 11,7588 |
| Θεωρητική δόση άρδευσης $I_d = \Delta.Y. * h * c * P,$ mm ή m ³ /στρ. | 22,43 | 29,91 | 37,39 | 43,29 |
| Πρακτική δόση άρδευσης $I_{da} = I_d / 0,95$ mm ή m ³ /στρ. (0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση) | 23,61 | 31,48 | 39,36 | 43,29 |
| Ωριαίο ύψος βροχής $I_{dh} = (q * n) / (St * Sr),$ mm / h | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Μέση ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή $ET_d = E_o * f_1 * f_2,$ mm/ημέρα | 2,87 | 6,99 | 6 | 2,96 |
| Εύρος άρδευσης $I_r = I_{da} / ET_d,$ ημέρες | 8,23 | 4,5 | 6,56 | 14,63 |
| Διάρκεια άρδευσης $I_t = I_{da} / I_{dh},$ H | 5h 54' 00'' | 7h 52' 00'' | 9h 50' 24'' | 10h 48' 00'' |

Παροχή σταλακτήρα: $q = 3,61/ h$

Ισαποχή σειρών φυτών : $S_r = 0,50 m$

Ισαποχή φυτών επί της σειράς : $S_t = 0,15 m$

Ισαποχή σταλακτιών : $S_e = 0,60 m$

Αριθμός σταλακτιών ανά 3 σειρές φυτών : $n = S_t / (3 * S_e) = 0,0833$

Από τον πίνακα 3.6 φαίνεται ότι το άθροισμα των καθαρών αναγκών που

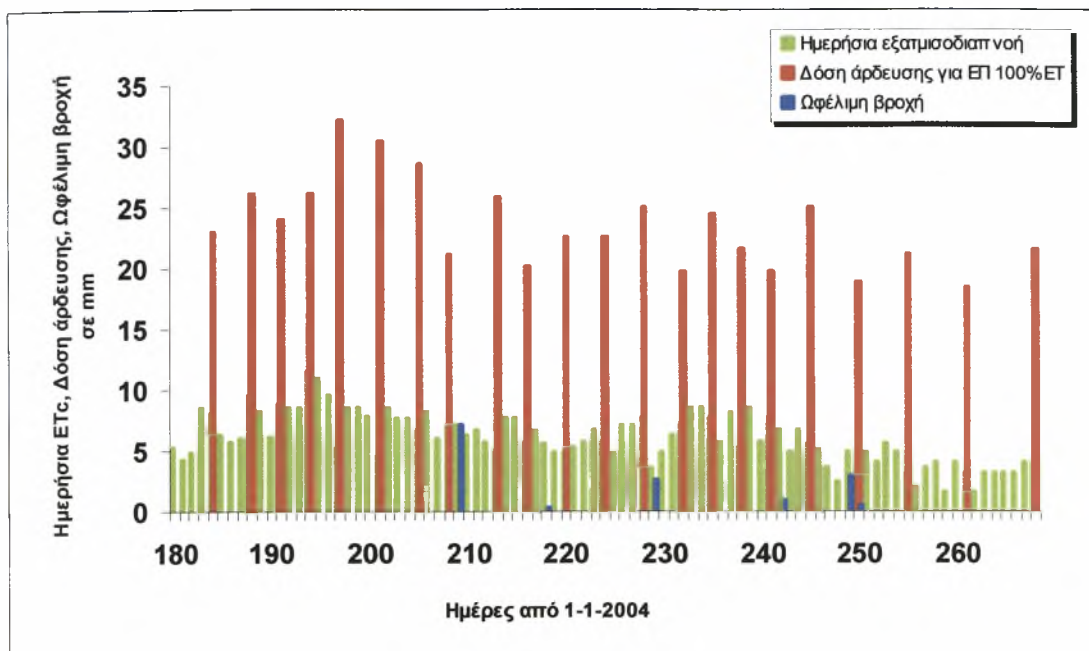
λαμβάνεται υπόψη από το εξατμισόμετρο σε κάθε άρδευση, δεν θα πρέπει να υπερβαίνει τον Ιούνιο τα 23,61mm, τον Ιούλιο τα 31,48mm, τον Αύγουστο τα 39,36mm και τον Σεπτέμβριο τα 43,29mm.

Ο προγραμματισμός της δόσης άρδευσης έγινε τηρουμένων των προδιαγραφών (παροχή σταλακτήρων, ωριαίο ύψος βροχής, διαστάσεις γραμμών άρδευσης και ισαποχή σταλακτήρων επί των γραμμών) για την κάθε μεταχείριση χωριστά, με βάση τους μετρούμενους ρυθμούς ημερήσιας εξάτμισης.

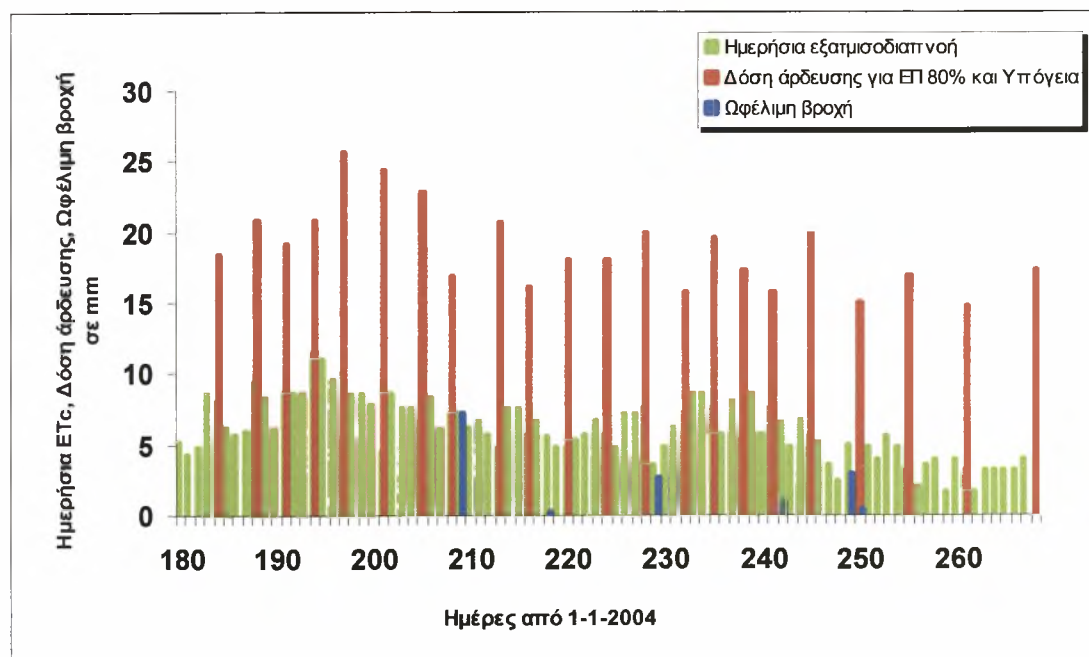
Για την διευκόλυνση του προγραμματισμού της άρδευσης στον αγρό χρησιμοποιήθηκαν οι τυποποιημένοι εκ των προτέρων Πίνακες 3.7α, β, γ, όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισομέτρου (Epan) παραπέμπουν απευθείας στην δόση και στην διάρκεια της άρδευσης.

Πραγματοποιήθηκαν 22 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET, E 80%ET και 10 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις EKT 100%ET και EKT 80%ET.

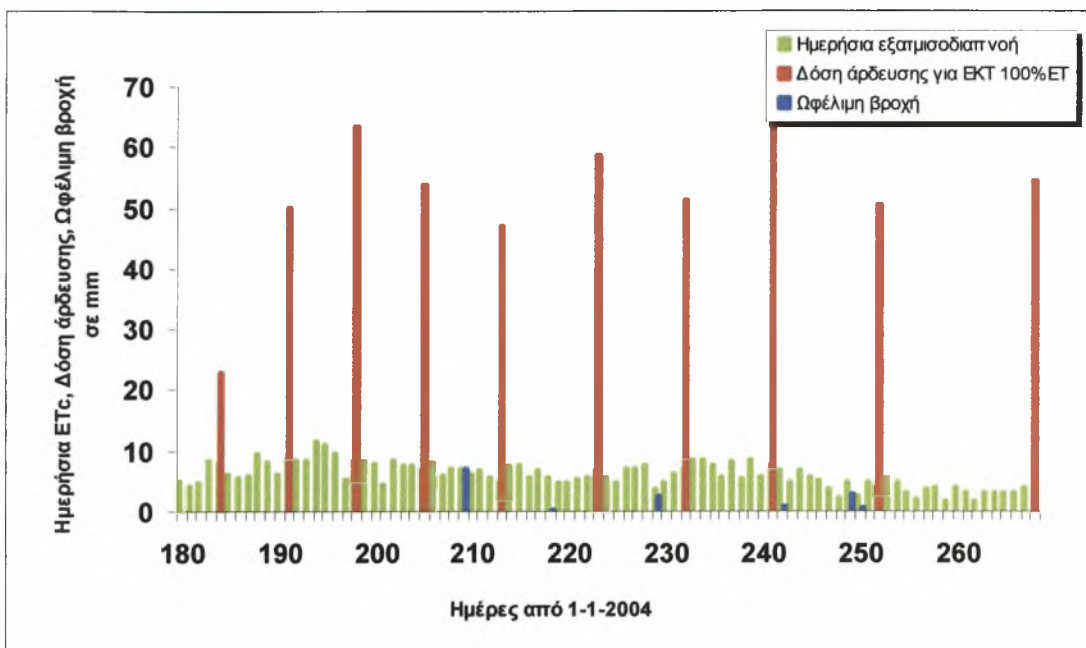
Οι συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (Δόση άρδευσης, Ωφέλιμη βροχή) σε σχέση με την ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, για κάθε μεταχείριση, παρουσιάζονται στα Σχήματα. 3.13, 3.14, 3.15 και 3.16



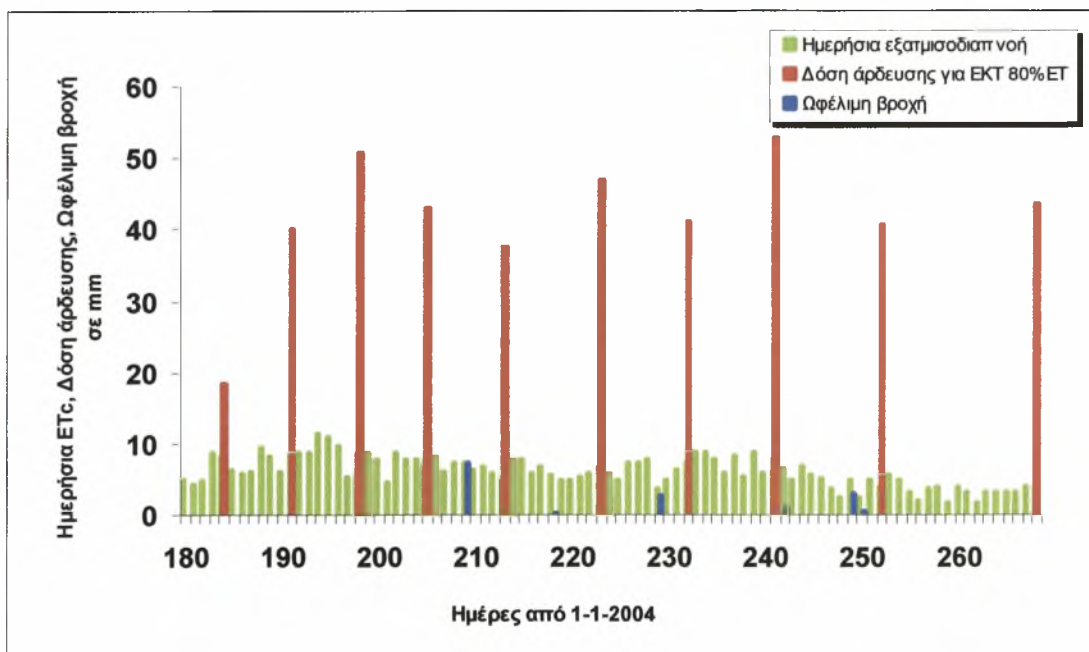
Σχήμα 3.13 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση ΕΠ100%ΕΤ. (Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες 7 και 11 του Πίνακα 3.2 και στη στήλη 5 του Πίνακα 3.3)



Σχήμα 3.14 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση ΕΠ 80%ΕΤ και Υπόγεια. (Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες 7 και 11 του Πίνακα 3.2 και στη στήλη 7 του Πίνακα 3.3)



Σχήμα 3.15 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση EKT 100%ET.
(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες 7 και 11 του Πίνακα 3.2 και στη στήλη 5 του Πίνακα 3.3)



Σχήμα 3.16 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στη μεταχείριση EKT 80%ET.
(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες 7 και 11 του Πίνακα 3.2 και στη στήλη 7 του Πίνακα 3.3)

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου.

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100%ΕΤ Ia100=Epan0,8*Kc (mm) | Επιφ.80%ΕΤ Ia80=Ia100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) Ia υπ.:Ia100*0,80 (mm) | Σταλακτικές ανά φυτό n=S/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής Iah=(ακη) / (SxSt) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It=Ia100/Iah (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It=Ia 80 / Iah (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ia υπ. / Iah (h) |
|--------------------------|---|------------------------------------|--|---------------------------------------|--|---|--|---|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0,0833 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0,6 | 0,48 | 0,48 | 0,0833 | 4 | 9' 00" | 07' 12" | 07' 12" |
| 2 | 1,2 | 0,96 | 0,96 | 0,0833 | 4 | 18' 00" | 14' 24" | 14' 24" |
| 3 | 1,8 | 1,44 | 1,44 | 0,0833 | 4 | 27' 00" | 21' 36" | 21' 36" |
| 4 | 2,4 | 1,92 | 1,92 | 0,0833 | 4 | 36' 00" | 28' 48" | 28' 48" |
| 5 | 3 | 2,4 | 2,4 | 0,0833 | 4 | 45' 00" | 36' 00" | 36' 00" |
| 6 | 3,6 | 2,88 | 2,88 | 0,0833 | 4 | 54' 00" | 43' 12" | 43' 12" |
| 7 | 4,2 | 3,36 | 3,36 | 0,0833 | 4 | 1h 03' 00" | 50' 24" | 50' 24" |
| 8 | 4,8 | 3,84 | 3,84 | 0,0833 | 4 | 1h 12' 00" | 57' 36" | 57' 36" |
| 9 | 5,4 | 4,32 | 4,32 | 0,0833 | 4 | 1h 21' 00" | 1h 04' 48" | 1h 04' 48" |
| 10 | 6 | 4,8 | 4,8 | 0,0833 | 4 | 1h 30' 00" | 1h 12' 00" | 1h 12' 00" |
| 11 | 6,6 | 5,28 | 5,28 | 0,0833 | 4 | 1h 39' 00" | 1h 19' 12" | 1h 19' 12" |
| 12 | 7,2 | 5,76 | 5,76 | 0,0833 | 4 | 1h 48' 00" | 1h 26' 24" | 1h 26' 24" |
| 13 | 7,8 | 6,24 | 6,24 | 0,0833 | 4 | 1h 57' 00" | 1h 33' 36" | 1h 33' 36" |
| 14 | 8,4 | 6,72 | 6,72 | 0,0833 | 4 | 2h 06' 00" | 1h 40' 48" | 1h 40' 48" |
| 15 | 9 | 7,2 | 7,2 | 0,0833 | 4 | 2h 15' 00" | 1h 48' 00" | 1h 48' 00" |
| 16 | 9,6 | 7,68 | 7,68 | 0,0833 | 4 | 2h 24' 00" | 1h 55' 12" | 1h 55' 12" |
| 17 | 10,2 | 8,16 | 8,16 | 0,0833 | 4 | 2h 33' 00" | 2h 02' 24" | 2h 02' 24" |
| 18 | 10,8 | 8,64 | 8,64 | 0,0833 | 4 | 2h 42' 00" | 2h 09' 36" | 2h 09' 36" |
| 19 | 11,4 | 9,12 | 9,12 | 0,0833 | 4 | 2h 51' 00" | 2h 16' 48" | 2h 16' 48" |
| 20 | 12 | 9,6 | 9,6 | 0,0833 | 4 | 3h 00' 00" | 2h 24' 00" | 2h 24' 00" |

Συντελεστής Εξατμισόμετρου: Kp = 0,8
Φυτικός συντελεστής: Kc=0,75
Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m
Ισαποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m
Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομετρου (συνέχεια).

| Εξέλιξη Έρπαν (mm) | Επιφ.100%ΕΤ I _{da} 100=Ερπαν*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80% ΕΤ I _{da} 80=I _{da} 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) I _{da} υπ.=I _{da} 100*0,80 (mm) | Σταλακτίες ανά φυτό n=St/(3*Se) | Όριο ύψος βροχής I _{dh} =(q _{xh})/ (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφ.αν. I _t = I _{da} 100 / I _{dh} (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφ.αν. I _t =I _{da} 80 /I _{dh} (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I _t =I _{da} υπ. /I _h (h) |
|--------------------|---|--|---|------------------------------------|--|--|--|---|
| 21 | 12,60 | 10,08 | 10,08 | 0,0833 | 4 | 3h 09' 00" | 2h 31' 12" | 2h 31' 12" |
| 22 | 13,20 | 10,56 | 10,56 | 0,0833 | 4 | 3h 18' 00" | 2h 38' 24" | 2h 38' 24" |
| 23 | 13,80 | 11,04 | 11,04 | 0,0833 | 4 | 3h 27' 00" | 2h 45' 36" | 2h 45' 36" |
| 24 | 14,40 | 11,52 | 11,52 | 0,0833 | 4 | 3h 36' 00" | 2h 52' 48" | 2h 52' 48" |
| 25 | 15,00 | 12,00 | 12,00 | 0,0833 | 4 | 3h 45' 00" | 3h 00' 00" | 3h 00' 00" |
| 26 | 15,60 | 12,48 | 12,48 | 0,0833 | 4 | 3h 54' 00" | 3h 07' 12" | 3h 07' 12" |
| 27 | 16,20 | 12,96 | 12,96 | 0,0833 | 4 | 4h 03' 00" | 3h 14' 24" | 3h 14' 24" |
| 28 | 16,80 | 13,44 | 13,44 | 0,0833 | 4 | 4h 12' 00" | 3h 21' 36" | 3h 21' 36" |
| 29 | 17,40 | 13,92 | 13,92 | 0,0833 | 4 | 4h 21' 00" | 3h 28' 48" | 3h 28' 48" |
| 30 | 18,00 | 14,40 | 14,40 | 0,0833 | 4 | 4h 30' 00" | 3h 36' 00" | 3h 36' 00" |
| 31 | 18,60 | 14,88 | 14,88 | 0,0833 | 4 | 4h 39' 00" | 3h 43' 12" | 3h 43' 12" |
| 32 | 19,20 | 15,36 | 15,36 | 0,0833 | 4 | 4h 48' 00" | 3h 50' 24" | 3h 50' 24" |
| 33 | 19,80 | 15,84 | 15,84 | 0,0833 | 4 | 4h 57' 00" | 3h 57' 36" | 3h 57' 36" |
| 34 | 20,40 | 16,32 | 16,32 | 0,0833 | 4 | 5h 06' 00" | 4h 04' 48" | 4h 04' 48" |
| 35 | 21,00 | 16,80 | 16,80 | 0,0833 | 4 | 5h 15' 00" | 4h 12' 00" | 4h 12' 00" |
| 36 | 21,60 | 17,28 | 17,28 | 0,0833 | 4 | 5h 24' 00" | 4h 19' 12" | 4h 19' 12" |
| 37 | 22,20 | 17,76 | 17,76 | 0,0833 | 4 | 5h 33' 00" | 4h 26' 24" | 4h 26' 24" |
| 38 | 22,80 | 18,24 | 18,24 | 0,0833 | 4 | 5h 42' 00" | 4h 33' 36" | 4h 33' 36" |
| 39 | 23,40 | 18,72 | 18,72 | 0,0833 | 4 | 5h 51' 00" | 4h 40' 48" | 4h 40' 48" |
| 40 | 24,00 | 19,20 | 19,20 | 0,0833 | 4 | 6h 00' 00" | 4h 48' 00" | 4h 48' 00" |

Συντελεστής Εξατμισομετρου: K_p = 0,8
Φυτικός συντελεστής: K_c=0,75
Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
Ισοποχή σειρών φυτών : S_r = 0,50 m
Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S_t = 0,15m
Ισοποχή σταλακτήρων : S_e = 0,60 m

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).

| Εξέλιξη Έρπαν (mm) | Επιφ.100%ET Ida 100=Ερπ ⁿ *0,8*Kc (mm) | Επιφ. 80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλακτές ανά φυτό n=Su/(3*Se) | Όριο ύψος βροχής Idh=(qx _n) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It = Ida 100 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It=Ida 80/Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. /Idh (h) |
|--------------------|---|--------------------------------------|---|--------------------------------|--|--|--|--|
| 41 | 24,60 | 19,68 | 19,68 | 0,0833 | 4 | 6h 09' 00" | 4h 55' 12" | 4h 55' 12" |
| 42 | 25,20 | 20,16 | 20,16 | 0,0833 | 4 | 6h 18' 00" | 5h 02' 24" | 5h 02' 24" |
| 43 | 25,80 | 20,64 | 20,64 | 0,0833 | 4 | 6h 27' 00" | 5h 09' 36" | 5h 09' 36" |
| 44 | 26,40 | 21,12 | 21,12 | 0,0833 | 4 | 6h 36' 00" | 5h 16' 48" | 5h 16' 48" |
| 45 | 27,00 | 21,60 | 21,60 | 0,0833 | 4 | 6h 45' 00" | 5h 24' 00" | 5h 24' 00" |
| 46 | 27,60 | 22,08 | 22,08 | 0,0833 | 4 | 6h 54' 00" | 5h 31' 12" | 5h 31' 12" |
| 47 | 28,20 | 22,56 | 22,56 | 0,0833 | 4 | 7h 03' 00" | 5h 38' 24" | 5h 38' 24" |
| 48 | 28,80 | 23,04 | 23,04 | 0,0833 | 4 | 7h 12' 00" | 5h 45' 36" | 5h 45' 36" |
| 49 | 29,40 | 23,52 | 23,52 | 0,0833 | 4 | 7h 21' 00" | 5h 52' 48" | 5h 52' 48" |
| 50 | 30,00 | 24,00 | 24,00 | 0,0833 | 4 | 7h 30' 00" | 6h 00' 00" | 6h 00' 00" |
| 51 | 30,60 | 24,48 | 24,48 | 0,0833 | 4 | 7h 39' 00" | 6h 07' 12" | 6h 07' 12" |
| 52 | 31,20 | 24,96 | 24,96 | 0,0833 | 4 | 7h 48' 00" | 6h 14' 24" | 6h 14' 24" |
| 53 | 31,80 | 25,44 | 25,44 | 0,0833 | 4 | 7h 57' 00" | 6h 21' 36" | 6h 21' 36" |
| 54 | 32,40 | 25,92 | 25,92 | 0,0833 | 4 | 8h 06' 00" | 6h 28' 48" | 6h 28' 48" |
| 55 | 33,00 | 26,40 | 26,40 | 0,0833 | 4 | 8h 15' 00" | 6h 36' 00" | 6h 36' 00" |
| 56 | 33,60 | 26,88 | 26,88 | 0,0833 | 4 | 8h 24' 00" | 6h 43' 12" | 6h 43' 12" |
| 57 | 34,20 | 27,36 | 27,36 | 0,0833 | 4 | 8h 33' 00" | 6h 50' 24" | 6h 50' 24" |
| 58 | 34,80 | 27,84 | 27,84 | 0,0833 | 4 | 8h 42' 00" | 6h 57' 36" | 6h 57' 36" |
| 59 | 35,40 | 28,32 | 28,32 | 0,0833 | 4 | 8h 51' 00" | 7h 04' 48" | 7h 04' 48" |
| 60 | 36,00 | 28,80 | 28,80 | 0,0833 | 4 | 9h 00' 00" | 7h 12' 00" | 7h 12' 00" |

Συντελεστής Εξατμισομέτρου: K_p = 0,8
 Φυτικός συντελεστής : K_c=0,75
 Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
 Ισοποχή σειρών φυτών : S_r = 0,50 m
 Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S_t = 0,15m
 Ισοποχή σταλακτήρων : S_e = 0,60 m

Πίνακας 3.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100%ET Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλακτίες ανά φυτό n=Sθ/(3*Se) | Ωραίο ύψος βροχής Idh=(qxn) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. It = Ida 100 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. It=Ida 80 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%,υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|---------------------------------|--|--|--|--|
| 61 | 36,60 | 29,28 | 29,28 | 0,0833 | 4 | 9h 09' 00" | 7h 19' 12" | 7h 19' 12" |
| 62 | 37,20 | 29,76 | 29,76 | 0,0833 | 4 | 9h 18' 00" | 7h 26' 24" | 7h 26' 24" |
| 63 | 37,80 | 30,24 | 30,24 | 0,0833 | 4 | 9h 27' 00" | 7h 33' 36" | 7h 33' 36" |
| 64 | 38,40 | 30,72 | 30,72 | 0,0833 | 4 | 9h 36' 00" | 7h 40' 48" | 7h 40' 48" |
| 65 | 39,00 | 31,20 | 31,20 | 0,0833 | 4 | 9h 45' 00" | 7h 48' 00" | 7h 48' 00" |
| 66 | 39,60 | 31,68 | 31,68 | 0,0833 | 4 | 9h 54' 00" | 7h 55' 12" | 7h 55' 12" |
| 67 | 40,20 | 32,16 | 32,16 | 0,0833 | 4 | 10h 03' 00" | 8h 02' 24" | 8h 02' 24" |
| 68 | 40,80 | 32,64 | 32,64 | 0,0833 | 4 | 10h 12' 00" | 8h 09' 36" | 8h 09' 36" |
| 69 | 41,40 | 33,12 | 33,12 | 0,0833 | 4 | 10h 21' 00" | 8h 16' 48" | 8h 16' 48" |
| 70 | 42,00 | 33,60 | 33,60 | 0,0833 | 4 | 10h 30' 00" | 8h 24' 00" | 8h 24' 00" |
| 71 | 42,60 | 34,08 | 34,08 | 0,0833 | 4 | 10h 39' 00" | 8h 31' 12" | 8h 31' 12" |
| 72 | 43,20 | 34,56 | 34,56 | 0,0833 | 4 | 10h 48' 00" | 8h 38' 24" | 8h 38' 24" |
| 73 | 43,80 | 35,04 | 35,04 | 0,0833 | 4 | 10h 57' 00" | 8h 45' 36" | 8h 45' 36" |
| 74 | 44,40 | 35,52 | 35,52 | 0,0833 | 4 | 11h 06' 00" | 8h 52' 48" | 8h 52' 48" |
| 75 | 45,00 | 36,00 | 36,00 | 0,0833 | 4 | 11h 15' 00" | 9h 00' 00" | 9h 00' 00" |
| 76 | 45,60 | 36,48 | 36,48 | 0,0833 | 4 | 11h 24' 00" | 9h 07' 12" | 9h 07' 12" |
| 77 | 46,20 | 36,96 | 36,96 | 0,0833 | 4 | 11h 33' 00" | 9h 14' 24" | 9h 14' 24" |
| 78 | 46,80 | 37,44 | 37,44 | 0,0833 | 4 | 11h 42' 00" | 9h 21' 36" | 9h 21' 36" |
| 79 | 47,40 | 37,92 | 37,92 | 0,0833 | 4 | 11h 51' 00" | 9h 28' 48" | 9h 28' 48" |
| 80 | 48,00 | 38,40 | 38,40 | 0,0833 | 4 | 12h 00' 00" | 9h 36' 00" | 9h 36' 00" |

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: $K_p = 0,8$
Φυτικός συντελεστής: $K_c = 0,75$
Παροχή σταλακτήρα : $q = 3,6 \text{ l/h}$
Ισοποχή σειρών φυτών : $S_r = 0,50 \text{ m}$
Ισοποχή φυτών επί της σειράς : $S_t = 0,15 \text{ m}$
Ισοποχή σταλακτήρων : $S_e = 0,60 \text{ m}$

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξασμισμέτρου.

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100%ΕΤ I _{da} 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80%ΕΤ I _{da} 80=I _{da} 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) I _{da} υπ.=I _{da} 100*0,80 (mm) | Σταλάττες ανά φυτό n=S/(3*Se) | Ωρίσιο ύψος βροχής I _{dh} =(qxn) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. I _t = I _{da} 100 / I _{dh} (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. I _t =I _{da} 80/I _{dh} (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I _t =I _{da} υπ. / I _{dh} (h) |
|--------------------------|--|---|---|-------------------------------------|---|---|--|---|
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0833 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0,96 | 0,77 | 0,77 | 0,0833 | 4 | 14' 24" | 11' 31" | 11' 31" |
| 2 | 1,92 | 1,54 | 1,54 | 0,0833 | 4 | 28' 48" | 23' 02" | 23' 02" |
| 3 | 2,88 | 2,30 | 2,30 | 0,0833 | 4 | 43' 12" | 34' 34" | 34' 34" |
| 4 | 3,84 | 3,07 | 3,07 | 0,0833 | 4 | 57' 36" | 46' 05" | 46' 05" |
| 5 | 4,80 | 3,84 | 3,84 | 0,0833 | 4 | 1h 12' 00" | 57' 36" | 57' 36" |
| 6 | 5,76 | 4,61 | 4,61 | 0,0833 | 4 | 1h 26' 24" | 1h 09' 07" | 1h 09' 07" |
| 7 | 6,72 | 5,38 | 5,38 | 0,0833 | 4 | 1h 40' 48" | 1h 20' 38" | 1h 20' 38" |
| 8 | 7,68 | 6,14 | 6,14 | 0,0833 | 4 | 1h 55' 12" | 1h 32' 10" | 1h 32' 10" |
| 9 | 8,64 | 6,91 | 6,91 | 0,0833 | 4 | 2h 09' 36" | 1h 43' 41" | 1h 43' 41" |
| 10 | 9,60 | 7,68 | 7,68 | 0,0833 | 4 | 2h 24' 00" | 1h 55' 12" | 1h 55' 12" |
| 11 | 10,56 | 8,45 | 8,45 | 0,0833 | 4 | 2h 38' 24" | 2h 06' 43" | 2h 06' 43" |
| 12 | 11,52 | 9,22 | 9,22 | 0,0833 | 4 | 2h 52' 48" | 2h 18' 14" | 2h 18' 14" |
| 13 | 12,48 | 9,98 | 9,98 | 0,0833 | 4 | 3h 07' 12" | 2h 29' 46" | 2h 29' 46" |
| 14 | 13,44 | 10,75 | 10,75 | 0,0833 | 4 | 3h 21' 36" | 2h 41' 17" | 2h 41' 17" |
| 15 | 14,40 | 11,52 | 11,52 | 0,0833 | 4 | 3h 36' 00" | 2h 52' 48" | 2h 52' 48" |
| 16 | 15,36 | 12,29 | 12,29 | 0,0833 | 4 | 3h 50' 24" | 3h 04' 19" | 3h 04' 19" |
| 17 | 16,32 | 13,06 | 13,06 | 0,0833 | 4 | 4h 04' 48" | 3h 15' 50" | 3h 15' 50" |
| 18 | 17,28 | 13,82 | 13,82 | 0,0833 | 4 | 4h 19' 12" | 3h 27' 22" | 3h 27' 22" |
| 19 | 18,24 | 14,59 | 14,59 | 0,0833 | 4 | 4h 33' 36" | 3h 38' 53" | 3h 38' 53" |
| 20 | 19,20 | 15,36 | 15,36 | 0,0833 | 4 | 4h 48' 00" | 3h 50' 24" | 3h 50' 24" |

Συντελεστής Εξασμισμέτρου: K_p = 0,8
 Φυτικός συντελεστής : K_c=1,2
 Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
 Ισαποχή σειρών φυτών : S_r = 0,50 m
 Ισαποχή φυτών επί της σειράς : S_t = 0,15 m
 Ισαποχή σταλακτήρων : S_e = 0,60 m

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100% ΕΤ Ida 100=Epan*0,8*ΚC (mm) | Επιφ.80% ΕΤ Ida 80=ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) Ida υπ.=ida 100*0,80 (mm) | Σταλακτές ανά φυτό n=Su/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxn) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφ.αν. It = Ida 100/Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφ.αν. It=Ida 80 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|---|---|---|---|
| 21 | 20,16 | 16,13 | 16,13 | 0,0833 | 4 | 5h 02' 24" | 4h 01' 55" | 4h 01' 55" |
| 22 | 21,12 | 16,90 | 16,90 | 0,0833 | 4 | 5h 16' 48" | 4h 13' 26" | 4h 13' 26" |
| 23 | 22,08 | 17,66 | 17,66 | 0,0833 | 4 | 5h 31' 12" | 4h 24' 58" | 4h 24' 58" |
| 24 | 23,04 | 18,43 | 18,43 | 0,0833 | 4 | 5h 45' 36" | 4h 36' 29" | 4h 36' 29" |
| 25 | 24,00 | 19,20 | 19,20 | 0,0833 | 4 | 6h 00' 00" | 4h 48' 00" | 4h 48' 00" |
| 26 | 24,96 | 19,97 | 19,97 | 0,0833 | 4 | 6h 14' 24" | 4h 59' 31" | 4h 59' 31" |
| 27 | 25,92 | 20,74 | 20,74 | 0,0833 | 4 | 6h 28' 48" | 5h 11' 04" | 5h 11' 04" |
| 28 | 26,88 | 21,50 | 21,50 | 0,0833 | 4 | 6h 43' 12" | 5h 22' 34" | 5h 22' 34" |
| 29 | 27,84 | 22,27 | 22,27 | 0,0833 | 4 | 6h 57' 36" | 5h 34' 05" | 5h 34' 05" |
| 30 | 28,80 | 23,04 | 23,04 | 0,0833 | 4 | 7h 12' 00" | 5h 45' 36" | 5h 45' 36" |
| 31 | 29,76 | 23,81 | 23,81 | 0,0833 | 4 | 7h 26' 24" | 5h 57' 07" | 5h 57' 07" |
| 32 | 30,72 | 24,58 | 24,58 | 0,0833 | 4 | 7h 40' 48" | 6h 08' 38" | 6h 08' 38" |
| 33 | 31,68 | 25,34 | 25,34 | 0,0833 | 4 | 7h 55' 12" | 6h 20' 10" | 6h 20' 10" |
| 34 | 32,64 | 26,11 | 26,11 | 0,0833 | 4 | 8h 09' 36" | 6h 31' 41" | 6h 31' 41" |
| 35 | 33,60 | 26,88 | 26,88 | 0,0833 | 4 | 8h 24' 00" | 6h 43' 12" | 6h 43' 12" |
| 36 | 34,56 | 27,65 | 27,65 | 0,0833 | 4 | 8h 38' 24" | 6h 54' 43" | 6h 54' 43" |
| 37 | 35,52 | 28,42 | 28,42 | 0,0833 | 4 | 8h 52' 48" | 7h 06' 14" | 7h 06' 14" |
| 38 | 36,48 | 29,18 | 29,18 | 0,0833 | 4 | 9h 07' 12" | 7h 17' 46" | 7h 17' 46" |
| 39 | 37,44 | 29,95 | 29,95 | 0,0833 | 4 | 9h 21' 36" | 7h 29' 17" | 7h 29' 17" |
| 40 | 38,40 | 30,72 | 30,72 | 0,0833 | 4 | 9h 36' 00" | 7h 40' 48" | 7h 40' 48" |

Συντελεστής Εξατμισόμετρου: $K_p = 0,8$
 Φυτικός συντελεστής: $K_c = 1,2$
 Παροχή σταλακτήρα : $q = 3,6 \text{ l/h}$
 Ισοπαχή σειρών φυτών : $S_r = 0,50 \text{ m}$
 Ισοπαχή φυτών επί της σειράς : $S_t = 0,15 \text{ m}$
 Ισοπαχή σταλακτήρων : $S_e = 0,60 \text{ m}$

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100% ΕΤ Ida 100=Epan*0,8Kc (mm) | Επιφ.80% ΕΤ Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλακίτες ανά φυτό n=Su/(3*Se) | Όριο ύψος βροχής Idh=(qkn) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It = Ida 100 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It=Ida 80/Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|---------------------------------|---|--|--|---|
| 41 | 39,36 | 31,49 | 31,49 | 0,0833 | 4 | 9h 50' 24" | 7h 52' 19" | 7h 52' 19" |
| 42 | 40,32 | 32,26 | 32,26 | 0,0833 | 4 | 10h 04' 48" | 8h 03' 50" | 8h 03' 50" |
| 43 | 41,28 | 33,02 | 33,02 | 0,0833 | 4 | 10h 19' 12" | 8h 15' 22" | 8h 15' 22" |
| 44 | 42,24 | 33,79 | 33,79 | 0,0833 | 4 | 10h 33' 36" | 8h 26' 53" | 8h 26' 53" |
| 45 | 43,20 | 34,56 | 34,56 | 0,0833 | 4 | 10h 48' 00" | 8h 38' 24" | 8h 38' 24" |
| 46 | 44,16 | 35,33 | 35,33 | 0,0833 | 4 | 11h 02' 24" | 8h 49' 55" | 8h 49' 55" |
| 47 | 45,12 | 36,10 | 36,10 | 0,0833 | 4 | 11h 16' 48" | 9h 01' 26" | 9h 01' 26" |
| 48 | 46,08 | 36,86 | 36,86 | 0,0833 | 4 | 11h 31' 12" | 9h 12' 58" | 9h 12' 58" |
| 49 | 47,04 | 37,63 | 37,63 | 0,0833 | 4 | 11h 45' 36" | 9h 24' 29" | 9h 24' 29" |
| 50 | 48,00 | 38,40 | 38,40 | 0,0833 | 4 | 12h 00' 00" | 9h 36' 00" | 9h 36' 00" |
| 51 | 48,96 | 39,17 | 39,17 | 0,0833 | 4 | 12h 14' 24" | 9h 47' 24" | 9h 47' 24" |
| 52 | 49,92 | 39,94 | 39,94 | 0,0833 | 4 | 12h 28' 48" | 9h 58' 48" | 9h 58' 48" |
| 53 | 50,88 | 40,70 | 40,70 | 0,0833 | 4 | 12h 43' 12" | 10h 10' 48" | 10h 10' 48" |
| 54 | 51,84 | 41,47 | 41,47 | 0,0833 | 4 | 12h 57' 36" | 10h 22' 12" | 10h 22' 12" |
| 55 | 52,80 | 42,24 | 42,24 | 0,0833 | 4 | 12h 12' 00" | 10h 33' 36" | 10h 33' 36" |
| 56 | 53,76 | 43,01 | 43,01 | 0,0833 | 4 | 13h 26' 24" | 10h 45' 00" | 10h 45' 00" |
| 57 | 54,72 | 43,78 | 43,78 | 0,0833 | 4 | 13h 40' 48" | 10h 56' 24" | 10h 56' 24" |
| 58 | 55,68 | 44,54 | 44,54 | 0,0833 | 4 | 13h 55' 12" | 11h 08' 24" | 11h 08' 24" |
| 59 | 56,64 | 45,31 | 45,31 | 0,0833 | 4 | 14h 09' 36" | 11h 19' 48" | 11h 19' 48" |
| 60 | 57,60 | 46,08 | 46,08 | 0,0833 | 4 | 14h 24' 00" | 11h 31' 12" | 11h 31' 12" |

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: Kp=0,8
 Φυτικός συντελεστής: Kc=1,2
 Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
 Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m
 Ισοποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m
 Ισοποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100% ET Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80% ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλάκιες ανά φυτό n=St/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxn) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. It=Ida100/Mdh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. It=Ida 80 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------|---|---|--|---|
| 61 | 58,56 | 46,85 | 46,85 | 0,0833 | 4 | 14h 38' 24" | 11h 42' 36" | 11h 42' 36" |
| 62 | 59,52 | 47,62 | 47,62 | 0,0833 | 4 | 14h 52' 48" | 11h 54' 00" | 11h 54' 00" |
| 63 | 60,48 | 48,38 | 48,38 | 0,0833 | 4 | 15h 07' 12" | 12h 06' 00" | 12h 06' 00" |
| 64 | 61,44 | 49,15 | 49,15 | 0,0833 | 4 | 15h 21' 36" | 12h 17' 24" | 12h 17' 24" |
| 65 | 62,40 | 49,92 | 49,92 | 0,0833 | 4 | 15h 36' 00" | 12h 28' 48" | 12h 28' 48" |
| 66 | 63,36 | 50,69 | 50,69 | 0,0833 | 4 | 15h 50' 24" | 12h 40' 12" | 12h 40' 12" |
| 67 | 64,32 | 51,46 | 51,46 | 0,0833 | 4 | 16h 04' 48" | 12h 51' 36" | 12h 51' 36" |
| 68 | 65,28 | 52,22 | 52,22 | 0,0833 | 4 | 16h 19' 12" | 13h 03' 36" | 13h 03' 36" |
| 69 | 66,24 | 52,99 | 52,99 | 0,0833 | 4 | 16h 33' 36" | 13h 15' 00" | 13h 15' 00" |
| 70 | 67,20 | 53,76 | 53,76 | 0,0833 | 4 | 16h 48' 00" | 13h 26' 24" | 13h 26' 24" |
| 71 | 68,16 | 54,53 | 54,53 | 0,0833 | 4 | 17h 02' 24" | 13h 37' 48" | 13h 37' 48" |
| 72 | 69,12 | 55,30 | 55,30 | 0,0833 | 4 | 17h 16' 48" | 13h 49' 12" | 13h 49' 12" |
| 73 | 70,08 | 56,06 | 56,06 | 0,0833 | 4 | 17h 45' 36" | 14h 01' 12" | 14h 01' 12" |
| 74 | 71,04 | 56,83 | 56,83 | 0,0833 | 4 | 17h 45' 36" | 14h 12' 36" | 14h 12' 36" |
| 75 | 72,00 | 57,60 | 57,60 | 0,0833 | 4 | 18h 00' 00" | 14h 24' 00" | 14h 24' 00" |
| 76 | 72,96 | 58,37 | 58,37 | 0,0833 | 4 | 18h 14' 24" | 14h 35' 24" | 14h 35' 24" |
| 77 | 73,92 | 59,14 | 59,14 | 0,0833 | 4 | 18h 28' 48" | 14h 46' 48" | 14h 46' 48" |
| 78 | 74,88 | 59,90 | 59,90 | 0,0833 | 4 | 18h 43' 12" | 14h 58' 48" | 14h 58' 48" |
| 79 | 75,84 | 60,67 | 60,67 | 0,0833 | 4 | 18h 57' 36" | 15h 10' 12" | 15h 10' 12" |
| 80 | 76,80 | 61,44 | 61,44 | 0,0833 | 4 | 19h 12' 00" | 15h 21' 36" | 15h 21' 36" |

Συντελεστής Εξατμισομέτρου: K_p = 0,8
 Φυτικός συντελεστής: K_c=1,2
 Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
 Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m
 Ισαποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m
 Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου.

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100%ΕΤ I _{da} 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80%ΕΤ I _{da} 80=I _{da} 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) I _{da} υπ.=I _{da} 100*0,80 (mm) | Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής I _{dh} =(qxn) / (StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I _t = I _{da} 100Mdh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I _t =I _{da} 80/I _{dh} (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I _t =I _{da} υπ. / I _{dh} (h) |
|--------------------|--|---|---|-----------------------------------|--|--|--|---|
| 0 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,0833 | 4 | 0 | 0 | 0 |
| 1 | 0,80 | 0,64 | 0,64 | 0,0833 | 4 | 12' 00" | 09' 36" | 09' 36" |
| 2 | 1,60 | 1,28 | 1,28 | 0,0833 | 4 | 24' 00" | 19' 12" | 19' 12" |
| 3 | 2,40 | 1,92 | 1,92 | 0,0833 | 4 | 36' 00" | 28' 48" | 28' 48" |
| 4 | 3,20 | 2,56 | 2,56 | 0,0833 | 4 | 48' 00" | 38' 24" | 38' 24" |
| 5 | 4,00 | 3,20 | 3,20 | 0,0833 | 4 | 1h 00' 00" | 48' 00" | 48' 00" |
| 6 | 4,80 | 3,84 | 3,84 | 0,0833 | 4 | 1h 12' 00" | 57' 36" | 57' 36" |
| 7 | 5,60 | 4,48 | 4,48 | 0,0833 | 4 | 1h 24' 00" | 1h 07' 12" | 1h 07' 12" |
| 8 | 6,40 | 5,12 | 5,12 | 0,0833 | 4 | 1h 36' 00" | 1h 16' 48" | 1h 16' 48" |
| 9 | 7,20 | 5,76 | 5,76 | 0,0833 | 4 | 1h 48' 00" | 1h 26' 24" | 1h 26' 24" |
| 10 | 8,00 | 6,40 | 6,40 | 0,0833 | 4 | 2h 00' 00" | 1h 36' 00" | 1h 36' 00" |
| 11 | 8,80 | 7,04 | 7,04 | 0,0833 | 4 | 2h 12' 00" | 1h 45' 36" | 1h 45' 36" |
| 12 | 9,60 | 7,68 | 7,68 | 0,0833 | 4 | 2h 24' 00" | 1h 55' 12" | 1h 55' 12" |
| 13 | 10,40 | 8,32 | 8,32 | 0,0833 | 4 | 2h 36' 00" | 2h 04' 48" | 2h 04' 48" |
| 14 | 11,20 | 8,96 | 8,96 | 0,0833 | 4 | 2h 48' 00" | 2h 14' 24" | 2h 14' 24" |
| 15 | 12,00 | 9,60 | 9,60 | 0,0833 | 4 | 3h 00' 00" | 2h 24' 00" | 2h 24' 00" |
| 16 | 12,80 | 10,24 | 10,24 | 0,0833 | 4 | 3h 12' 00" | 2h 33' 36" | 2h 33' 36" |
| 17 | 13,60 | 10,88 | 10,88 | 0,0833 | 4 | 3h 24' 00" | 2h 43' 12" | 2h 43' 12" |
| 18 | 14,40 | 11,52 | 11,52 | 0,0833 | 4 | 3h 36' 00" | 2h 52' 48" | 2h 52' 48" |
| 19 | 15,20 | 12,16 | 12,16 | 0,0833 | 4 | 3h 48' 00" | 3h 02' 24" | 3h 02' 24" |
| 20 | 16,00 | 12,80 | 12,80 | 0,0833 | 4 | 4h 00' 00" | 3h 12' 00" | 3h 12' 00" |

Συντελεστής Εξατμισομέτρου: K_p = 0,8
 Φυτικός συντελεστής: K_c=1
 Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
 Ισοαποχή σειρών φυτών : S_r = 0,50 m
 Ισοαποχή φυτών επί της σειράς : S_t = 0,15
 Ισοαποχή σταλακτήρων : S_e = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100%ET Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλάκτες ανά φυτό n=St/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxn)/(3*StSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. It = Ida 100 / Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. It=Ida 80/Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|--------------------------------|--|--|--|---|
| 21 | 16,80 | 13,44 | 13,44 | 0,0833 | 4 | 4h 12' 00" | 3h 21' 36" | 3h 21' 36" |
| 22 | 17,60 | 14,08 | 14,08 | 0,0833 | 4 | 4h 24' 00" | 3h 31' 12" | 3h 31' 12" |
| 23 | 18,40 | 14,72 | 14,72 | 0,0833 | 4 | 4h 36' 00" | 3h 40' 48" | 3h 40' 48" |
| 24 | 19,20 | 15,36 | 15,36 | 0,0833 | 4 | 4h 48' 00" | 3h 50' 24" | 3h 50' 24" |
| 25 | 20,00 | 16,00 | 16,00 | 0,0833 | 4 | 5h 00' 00" | 4h 00' 00" | 4h 00' 00" |
| 26 | 20,80 | 16,64 | 16,64 | 0,0833 | 4 | 5h 12' 00" | 4h 09' 36" | 4h 09' 36" |
| 27 | 21,60 | 17,28 | 17,28 | 0,0833 | 4 | 5h 24' 00" | 4h 19' 12" | 4h 19' 12" |
| 28 | 22,40 | 17,92 | 17,92 | 0,0833 | 4 | 5h 36' 00" | 4h 28' 48" | 4h 28' 48" |
| 29 | 23,20 | 18,56 | 18,56 | 0,0833 | 4 | 5h 48' 00" | 4h 38' 24" | 4h 38' 24" |
| 30 | 24,00 | 19,20 | 19,20 | 0,0833 | 4 | 6h 00' 00" | 4h 48' 00" | 4h 48' 00" |
| 31 | 24,80 | 19,84 | 19,84 | 0,0833 | 4 | 6h 12' 00" | 4h 57' 36" | 4h 57' 36" |
| 32 | 25,60 | 20,48 | 20,48 | 0,0833 | 4 | 6h 24' 00" | 5h 07' 20" | 5h 07' 20" |
| 33 | 26,40 | 21,12 | 21,12 | 0,0833 | 4 | 6h 36' 00" | 5h 16' 48" | 5h 16' 48" |
| 34 | 27,20 | 21,76 | 21,76 | 0,0833 | 4 | 6h 48' 00" | 5h 26' 24" | 5h 26' 24" |
| 35 | 28,00 | 22,40 | 22,40 | 0,0833 | 4 | 7h 00' 00" | 5h 36' 00" | 5h 36' 00" |
| 36 | 28,80 | 23,04 | 23,04 | 0,0833 | 4 | 7h 12' 00" | 5h 45' 36" | 5h 45' 36" |
| 37 | 29,60 | 23,68 | 23,68 | 0,0833 | 4 | 7h 24' 00" | 5h 55' 12" | 5h 55' 12" |
| 38 | 30,40 | 24,32 | 24,32 | 0,0833 | 4 | 7h 36' 00" | 6h 04' 48" | 6h 04' 48" |
| 39 | 31,20 | 24,96 | 24,96 | 0,0833 | 4 | 7h 48' 00" | 6h 14' 24" | 6h 14' 24" |
| 40 | 32,00 | 25,60 | 25,60 | 0,0833 | 4 | 8h 00' 00" | 6h 24' 00" | 6h 24' 00" |

Συντελεστής Εξατμισομέτρου: Kp = 0,8
 Φυτικός συντελεστής: Kc=1
 Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h
 Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m
 Ισαποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m
 Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ.100%ΕΤ Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ.80%ΕΤ Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ΕΤ) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλακτικές ανά φυτό n=St/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxh)/(StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. It = Ida 100 Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. It=Ida 80/Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|---|----------------------------------|---|--|--|---|
| 41 | 32,80 | 26,24 | 26,24 | 0,0833 | 4 | 8h 12' 00" | 6h 33' 36" | 6h 33' 36" |
| 42 | 33,60 | 26,88 | 26,88 | 0,0833 | 4 | 8h 24' 00" | 6h 43' 12" | 6h 43' 12" |
| 43 | 34,40 | 27,52 | 27,52 | 0,0833 | 4 | 8h 36' 00" | 6h 52' 48" | 6h 52' 48" |
| 44 | 35,20 | 28,16 | 28,16 | 0,0833 | 4 | 8h 48' 00" | 7h 02' 24" | 7h 02' 24" |
| 45 | 36,00 | 28,80 | 28,80 | 0,0833 | 4 | 9h 00' 00" | 7h 12' 00" | 7h 12' 00" |
| 46 | 36,80 | 29,44 | 29,44 | 0,0833 | 4 | 9h 12' 00" | 7h 21' 36" | 7h 21' 36" |
| 47 | 37,60 | 30,08 | 30,08 | 0,0833 | 4 | 9h 24' 00" | 7h 31' 12" | 7h 31' 12" |
| 48 | 38,40 | 30,72 | 30,72 | 0,0833 | 4 | 9h 36' 00" | 7h 40' 48" | 7h 40' 48" |
| 49 | 39,20 | 31,36 | 31,36 | 0,0833 | 4 | 9h 48' 00" | 7h 50' 24" | 7h 50' 24" |
| 50 | 40,00 | 32,00 | 32,00 | 0,0833 | 4 | 10h 00' 00" | 8h 00' 00" | 8h 00' 00" |
| 51 | 40,80 | 32,64 | 32,64 | 0,0833 | 4 | 10h 12' 00" | 8h 09' 36" | 8h 09' 36" |
| 52 | 41,60 | 33,28 | 33,28 | 0,0833 | 4 | 10h 24' 00" | 8h 19' 12" | 8h 19' 12" |
| 53 | 42,40 | 33,92 | 33,92 | 0,0833 | 4 | 10h 36' 00" | 8h 28' 48" | 8h 28' 48" |
| 54 | 43,20 | 34,56 | 34,56 | 0,0833 | 4 | 10h 48' 00" | 8h 38' 24" | 8h 38' 24" |
| 55 | 44,00 | 35,20 | 35,20 | 0,0833 | 4 | 11h 00' 00" | 8h 48' 00" | 8h 48' 00" |
| 56 | 44,80 | 35,84 | 35,84 | 0,0833 | 4 | 11h 12' 00" | 8h 57' 36" | 8h 57' 36" |
| 57 | 45,60 | 36,48 | 36,48 | 0,0833 | 4 | 11h 24' 00" | 9h 07' 12" | 9h 07' 12" |
| 58 | 46,40 | 37,12 | 37,12 | 0,0833 | 4 | 11h 36' 00" | 9h 16' 48" | 9h 16' 48" |
| 59 | 47,20 | 37,76 | 37,76 | 0,0833 | 4 | 11h 48' 00" | 9h 26' 24" | 9h 26' 24" |
| 60 | 48,00 | 38,40 | 38,40 | 0,0833 | 4 | 12h 00' 00" | 9h 36' 00" | 9h 36' 00" |

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοαποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισοαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 3.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

| Εξάτμιση Epan (mm) | Επιφ. 100%ET Ida 100=Epan*0,8*Kc (mm) | Επιφ. 80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm) | Υπόγεια (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm) | Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se) | Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxn)/(StxSr) (mm/h) | Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It= Ida 100 /Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It=Ida 807 /Idh (h) | Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It=Ida υπ. / Idh (h) |
|--------------------|---------------------------------------|--|---|--------------------------------|---|--|--|---|
| 61 | 48,80 | 39,04 | 39,04 | 0,0833 | 4 | 12h 12' 00" | 9h 45' 36" | 9h 45' 36" |
| 62 | 49,60 | 39,68 | 39,68 | 0,0833 | 4 | 12h 24' 00" | 9h 55' 12" | 9h 55' 12" |
| 63 | 50,40 | 40,32 | 40,32 | 0,0833 | 4 | 12h 36' 00" | 10h 04' 48" | 10h 04' 48" |
| 64 | 51,20 | 40,96 | 40,96 | 0,0833 | 4 | 12h 48' 00" | 10h 14' 24" | 10h 14' 24" |
| 65 | 52,00 | 41,60 | 41,60 | 0,0833 | 4 | 13h 00' 00" | 10h 24' 00" | 10h 24' 00" |
| 66 | 52,80 | 42,24 | 42,24 | 0,0833 | 4 | 13h 12' 00" | 10h 33' 36" | 10h 33' 36" |
| 67 | 53,60 | 42,88 | 42,88 | 0,0833 | 4 | 13h 24' 00" | 10h 43' 20" | 10h 43' 20" |
| 68 | 54,40 | 43,52 | 43,52 | 0,0833 | 4 | 13h 36' 00" | 10h 52' 48" | 10h 52' 48" |
| 69 | 55,20 | 44,16 | 44,16 | 0,0833 | 4 | 13h 48' 00" | 11h 02' 24" | 11h 02' 24" |
| 70 | 56,00 | 44,80 | 44,80 | 0,0833 | 4 | 14h 00' 00" | 11h 12' 00" | 11h 12' 00" |
| 71 | 56,80 | 45,44 | 45,44 | 0,0833 | 4 | 14h 12' 00" | 11h 21' 36" | 11h 21' 36" |
| 72 | 57,60 | 46,08 | 46,08 | 0,0833 | 4 | 14h 24' 00" | 11h 31' 12" | 11h 31' 12" |
| 73 | 58,40 | 46,72 | 46,72 | 0,0833 | 4 | 14h 36' 00" | 11h 40' 48" | 11h 40' 48" |
| 74 | 59,20 | 47,36 | 47,36 | 0,0833 | 4 | 14h 48' 00" | 11h 50' 24" | 11h 50' 24" |
| 75 | 60,00 | 48,00 | 48,00 | 0,0833 | 4 | 15h 00' 00" | 12h 00' 00" | 12h 00' 00" |
| 76 | 60,80 | 48,64 | 48,64 | 0,0833 | 4 | 15h 12' 00" | 12h 09' 36" | 12h 09' 36" |
| 77 | 61,60 | 49,28 | 49,28 | 0,0833 | 4 | 15h 24' 00" | 12h 19' 12" | 12h 19' 12" |
| 78 | 62,40 | 49,92 | 49,92 | 0,0833 | 4 | 15h 36' 00" | 12h 28' 48" | 12h 28' 48" |
| 79 | 63,20 | 50,56 | 50,56 | 0,0833 | 4 | 15h 48' 00" | 12h 38' 24" | 12h 38' 24" |
| 80 | 64,00 | 51,20 | 51,20 | 0,0833 | 4 | 16h 00' 00" | 12h 48' 00" | 12h 48' 00" |

Συντελεστής Εξατμισμέτρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής: Kc=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

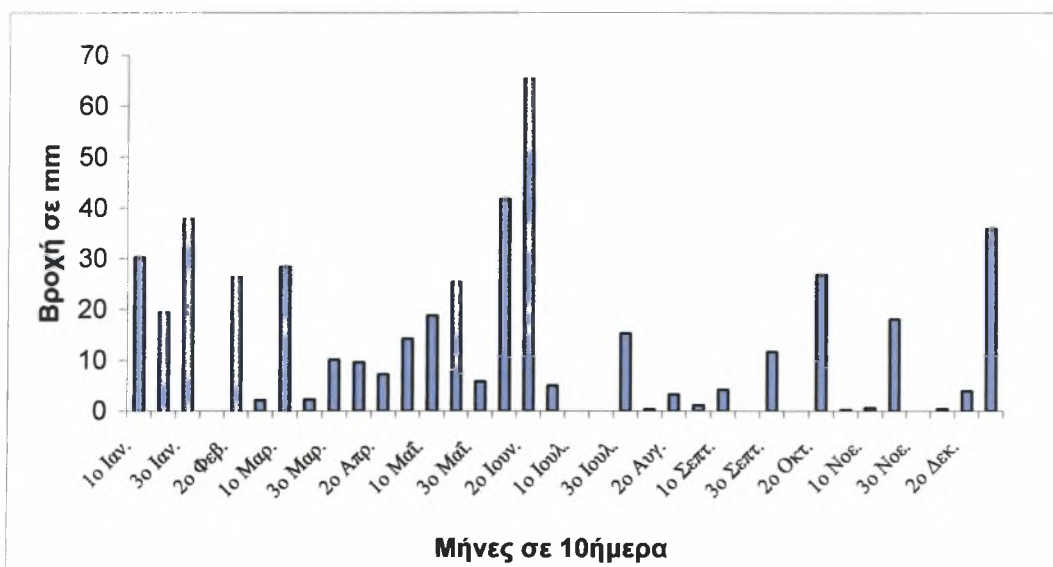
Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

4.1 Κλιματικά δεδομένα

Στο σχήμα 4.1 παρουσιάζονται ανά 10ήμερο, οι τιμές βροχόπτωσης και της μέσης θερμοκρασίας του 24ώρου κατά τη διάρκεια του έτους 2004 στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας το οποίο βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίου Μαγνησίας.



Σχήμα 4.1 Τιμές βροχόπτωσης ανά 10ήμερο του έτους 2004.

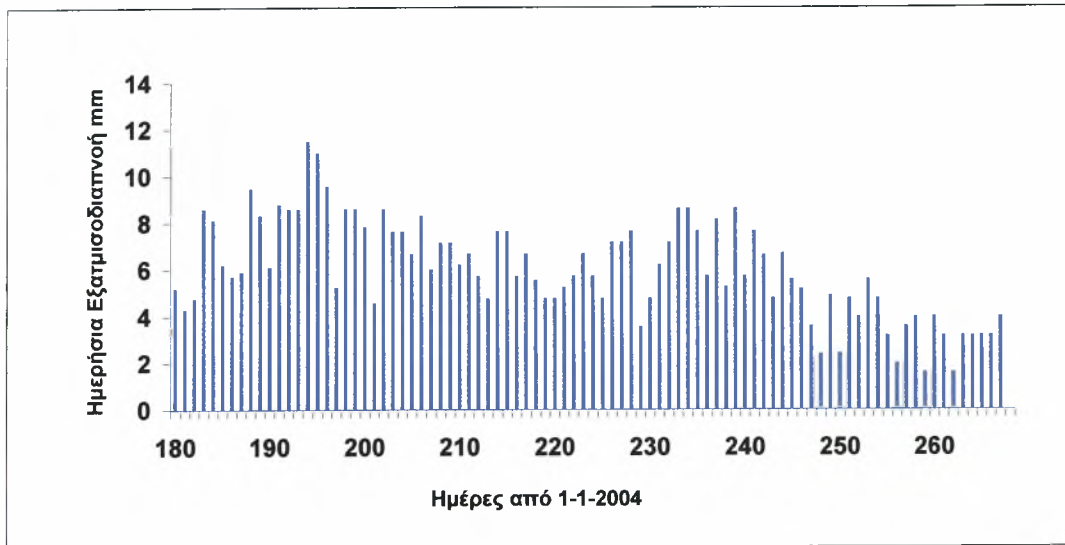
Όπως προκύπτει από το παραπάνω σχήμα, κατά τη διάρκεια της αρδευτικής περιόδου πραγματοποιήθηκαν 7 βροχοπτώσεις βροχόπτωσης με μεγαλύτερης έντασης εκείνη που σημειώθηκε στις 24/07/2004 (6,29mm). Από την ημερομηνία έναρξης της στάγδην άρδευσης (02/07/2004) έως και την ημερομηνία της τελευταίας άρδευσης (24/09/2004) η συνολική βροχόπτωση ήταν 24,27mm. Από την ημερομηνία σποράς (16/04/2004) έως και την έναρξη της στάγδην άρδευσης η συνολική βροχόπτωση ήταν 183,4mm, με μεγαλύτερης έντασης επεισόδιο εκείνο που σημειώθηκε στις 19/06/2004 (60,94mm).

Οι μειωμένες βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια της κύριας αρδευτικής περιόδου έχουν ως αποτέλεσμα την καλύτερη αξιολόγηση των μεθόδων άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαρότευτλων, αφού οι αναγκαίες ποσότητες νερού χορηγήθηκαν κατά κύριο λόγο

μέσω της άρδευσης.

Η ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας παρουσιάζεται στο παρακάτω Σχήμα 4.2.

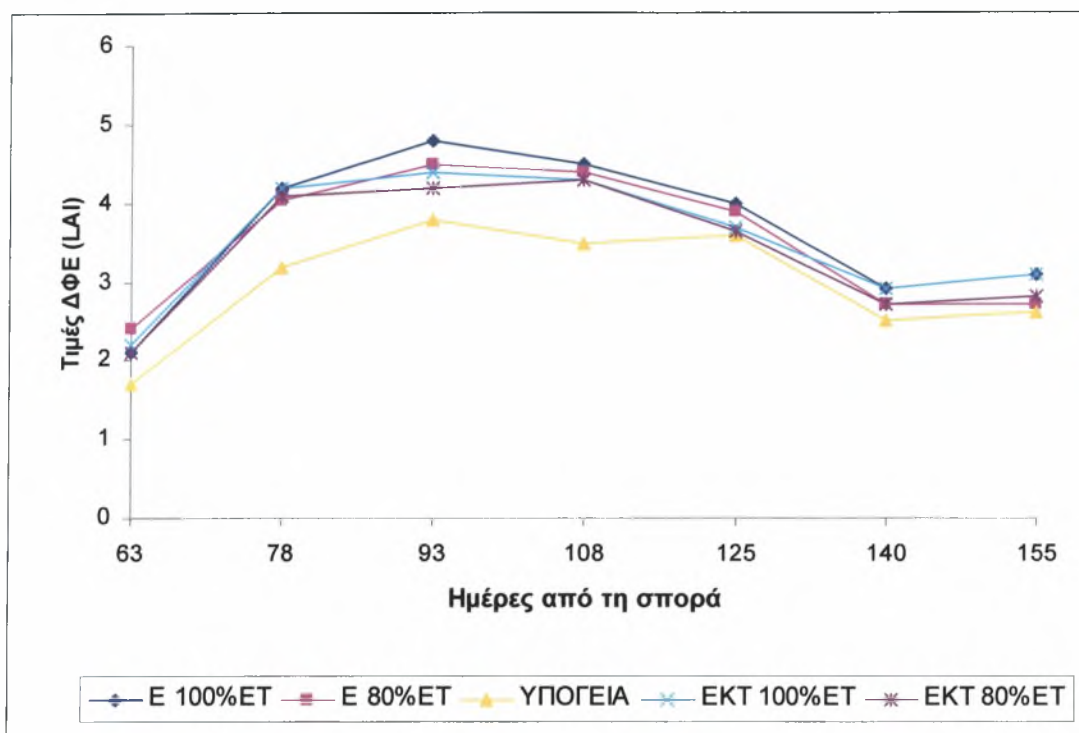
Η μεγαλύτερή της τιμή, 11,52mm, σημειώθηκε στις 12/07/2004.



Σχήμα 4.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (στήλη 11 του Πίνακα 3.2)

4.2 Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).

Στο Σχήμα 4.17 παρουσιάζεται η εξέλιξη του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) στις πέντε μεταχειρίσεις άρδευσης.



Σχήμα 4.17 Εξέλιξη του ΔΦΕ (LAI) κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Οι τιμές προκύπτουν από τον μέσο όρο των τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Όπως μπορούμε να παρατηρήσουμε στο παραπάνω Σχήμα 4.17 στην Υπόγεια μεταχείριση οι τιμές του ΔΦΕ (LAI), είναι μικρότερες από τις τιμές όλων των υπολοίπων μεταχειρίσεων σε όλη σχεδόν τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Όπως θα φανεί και στα παρακάτω αποτελέσματα αυτό ίσως να συνετέλεσε σε μεγάλο βαθμό έτσι ώστε η Υπόγεια μεταχείριση να εμφανίσει στο τέλος τη μεγαλύτερη τιμή σε ζαχαρικό τίτλο.

Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός είναι πως όλες οι μεταχειρίσεις παρουσίασαν μέγιστη τιμή του ΔΦΕ κατά την 3^η μέτρηση στις 22/07/2004, 93 ημέρες δηλαδή μετά την σπορά. Από εκείνη την ημερομηνία και έπειτα οι τιμές του ΔΦΕ όλων των μεταχειρίσεων μειωνότανε σταδιακά, για να αρχίσουν να σταθεροποιούνται πάλι από την 6^η μέτρηση και μετά, δηλαδή από τις 07/09/2004 (Πίνακας 4.1). Η πτώση αυτή των τιμών σε αυτή την περίοδο μάλλον οφείλεται στις υψηλές θερμοκρασίες που επικράτησαν σ' αυτό το χρονικό διάστημα και οι οποίες επηρέασαν αρνητικά την ανά-

πτυξη του φυλλώματος.

Οι επιφανειακές μεταχειρίσεις σημείωσαν μεγαλύτερες τιμές στον ΔΦΕ από ότι η Υπόγεια αφού τα επιφανειακά στρώματα της Υπόγειας διατηρούνται στεγνά και έτσι δεν είναι δυνατή η διαλυτοποίηση του αζώτου που είχε εφαρμοστεί αρχικά. Η υγρασία του εδάφους συμβάλει σημαντικά στην διαλυτοποίηση του αζώτου, το οποίο βοηθά στην ανάπτυξη της φυλλικής επιφάνειας των ζαχαροτεύλων.

Πίνακας 4.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) στις πέντε μεταχειρίσεις.

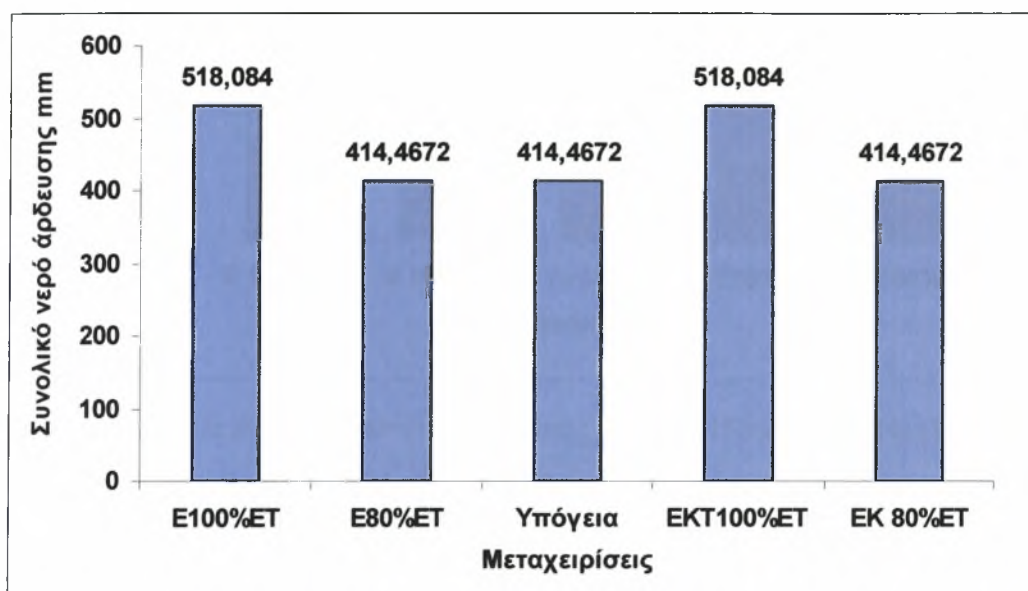
| | Μεταχειρίσεις | Μέσοι όροι 4 επαναληπτικών μετρή- σεων | ΕΣΔ _{0,05} | CV(%) |
|------------------------------|-------------------|--|---------------------|--------|
| 1^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 2,10 | - | 16,54% |
| | Ε 80%ΕΤ | 2,40 | | |
| | 22/6 ^α | Υπόγεια | 1,70 | |
| | 63 ^β | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 2,20 | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 2,10 | |
| 2^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 4,20 | - | 14,60% |
| | Ε 80%ΕΤ | 4,05 | | |
| | 7/7 | Υπόγεια | 3,20 | |
| | 78 | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 4,20 | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 4,10 | |
| 3^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 4,80 ^α | 0,4968 | 7,43% |
| | Ε 80%ΕΤ | 4,50 ^{αβ} | | |
| | 22/7 | Υπόγεια | 3,80 ^γ | |
| | 93 | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 4,40 ^{αβ} | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 4,20 ^{βγ} | |
| 4^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 4,50 ^α | 0,6518 | 10,06% |
| | Ε 80%ΕΤ | 4,40 ^α | | |
| | 6/8 | Υπόγεια | 3,50 ^β | |
| | 108 | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 4,30 ^α | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 4,30 ^α | |
| 5^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 4,00 | - | 10,36% |
| | Ε 80%ΕΤ | 3,90 | | |
| | 23/8 | Υπόγεια | 3,60 | |
| | 125 | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 3,70 | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 3,65 | |
| 6^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 2,90 | - | 14,64% |
| | Ε 80%ΕΤ | 2,70 | | |
| | 7/9 | Υπόγεια | 2,50 | |
| | 140 | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 2,90 | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 2,70 | |
| 7^η μέτρηση | Ε 100%ΕΤ | 3,10 | - | 10,76% |
| | Ε 80%ΕΤ | 2,70 | | |
| | 22/9 | Υπόγεια | 2,60 | |
| | 155 | ΕΚΤ 100%ΕΤ | 3,10 | |
| | | ΕΚΤ 80%ΕΤ | 2,80 | |

^α Ημερομηνία μέτρησης

^β Μέρες από τη σπορά

4.3 Νερό που χορηγήθηκε σε κάθε μεταχείριση.

Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω της στάγδην άρδευσης κατά το χρονικό διάστημα από 02/07/2004 έως και 24/09/2004, ήταν 518,084mm στις μεταχειρίσεις E 100%ET και EKT 100%ET, οι οποίες δέχθηκαν το 100% των υπολογιζόμενων καθαρών αναγκών και 414,4672mm για τις μεταχειρίσεις E 80%ET, EKT 80%ET και Υπόγεια, οι οποίες δέχθηκαν το 80% των υπολογιζόμενων καθαρών αναγκών (Σχ.4.4). Επιπλέον κατά το χρονικό αυτό διάστημα η καλλιέργεια δέχθηκε ένα πολύ μικρό ποσοστό νερού (24,27mm) από βροχόπτωση



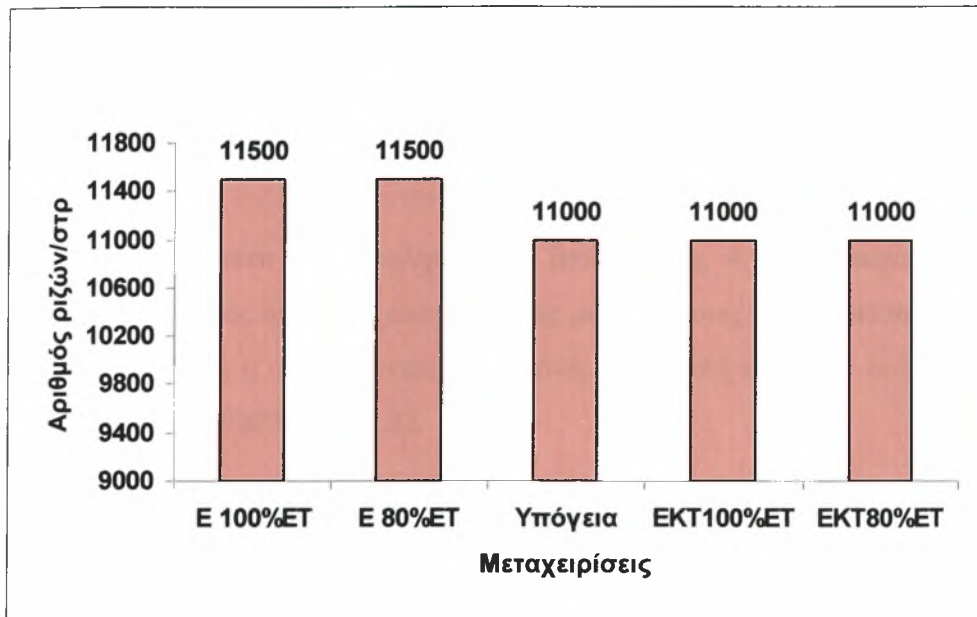
Σχήμα 4.4 Συνολικό νερό που χορηγήθηκε με τη μέθοδο της στάγδην άρδευσης σε κάθε μεταχείριση.

Σύμφωνα τώρα με την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης οι ανάγκες σε νερό των ζαχαρότευτλων κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής χρονιάς με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, είναι από 540 m^3 /στρ. στην περιοχή της Θράκης έως 610 m^3 /στρ. στην πεδιάδα της Θεσσαλίας, με μία διακύμανση προς τα πάνω ή προς τα κάτω 10%, η οποία οφείλεται στις μεταβολές του καιρού χρόνο με το χρόνο. Διαπιστώνουμε λοιπόν ότι τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στο σχήμα 4.4 συμφωνούν με αυτά της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης.

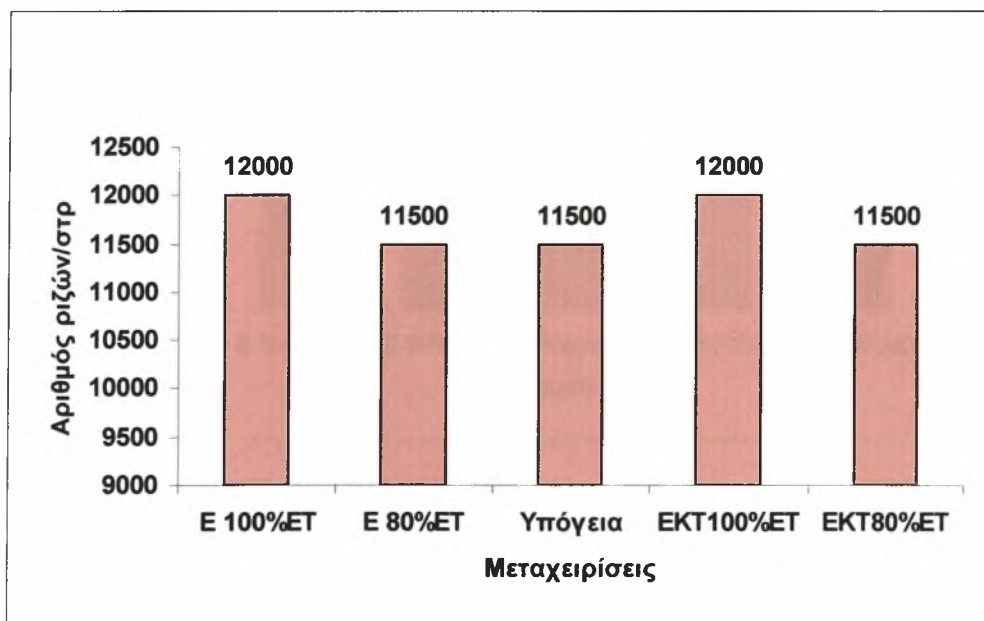
4.4 Αποτελέσματα δειγματοληψιών

4.4.1 Αριθμός ριζών

Στα σχήματα 4.5 και 4.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τον αριθμό ριζών/στρ. της πρώτης και της δεύτερης δειγματοληψίας αντίστοιχα.



Σχήμα 4.5 Αριθμός ριζών στις πέντε μεταχειρίσεις κατά την 1^η δειγματοληψία (15/7/2004)

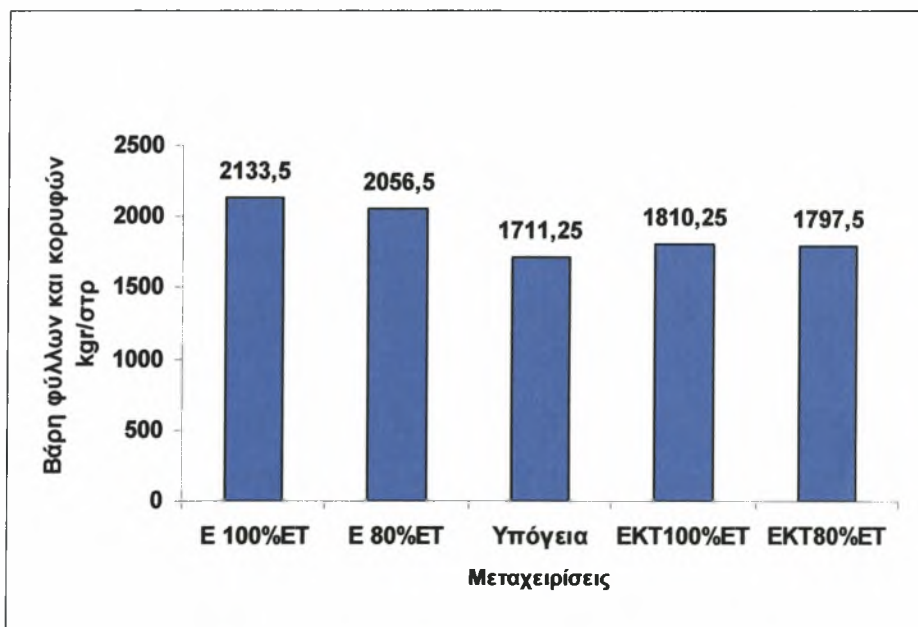


Σχήμα 4.6 Αριθμός ριζών στις πέντε μεταχειρίσεις κατά την 2^η δειγματοληψία (4/9/2004)

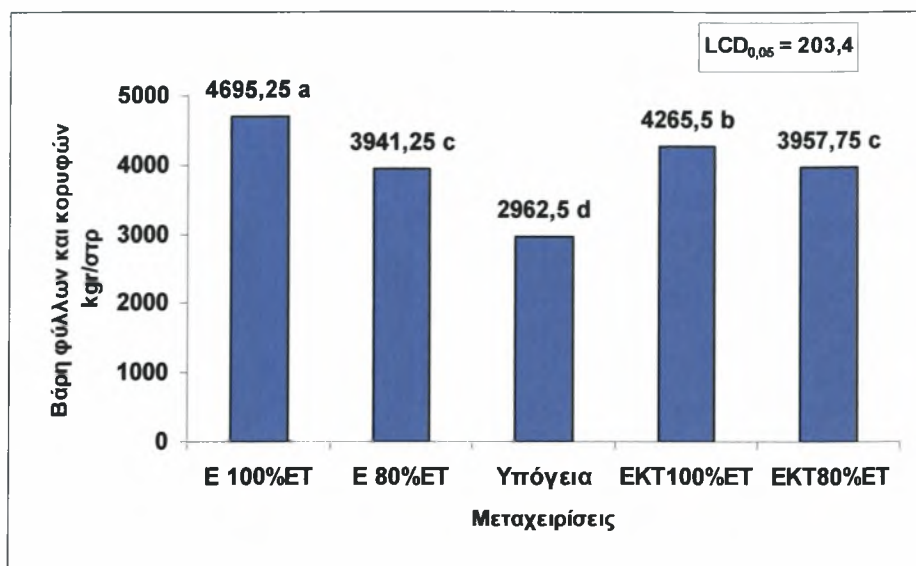
Όπως μπορούμε να διαπιστώσουμε από τα παραπάνω σχήματα ο αριθμός ριζών δεν παρουσίασε στατιστικές σημαντικές διαφορές ούτε στην πρώτη ούτε στην δεύτερη δειγματοληψία αφού η ομοιομορφία φυτρώματος στον πειραματικό αγρό ήταν αρκετά καλή. Σύμφωνα με την Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης ΑΕ (2001), για τις δεδομένες αποστάσεις σποράς (50cm μεταξύ των γραμμών και 15cm επί της γραμμής) υπολογίζεται η φυτρωτική ικανότητα σε ποσοστό περίπου 80%.

4.4.2 Βάρος Φύλλων και κορυφών

Κατά την πρώτη δειγματοληψία του Ιουλίου (Σχ. 4.7) δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Σημειώνεται μια υπεροχή της E 100%ET, η οποία γίνεται στατιστικά σημαντική κατά την δεύτερη δειγματοληψία, στις 4/10/2004 (Σχ. 4.8).



Σχήμα 4.7 Βάρος φύλλων και κορυφών, kg/στρ. στην 1^η δειγματοληψία (15/7/2004).



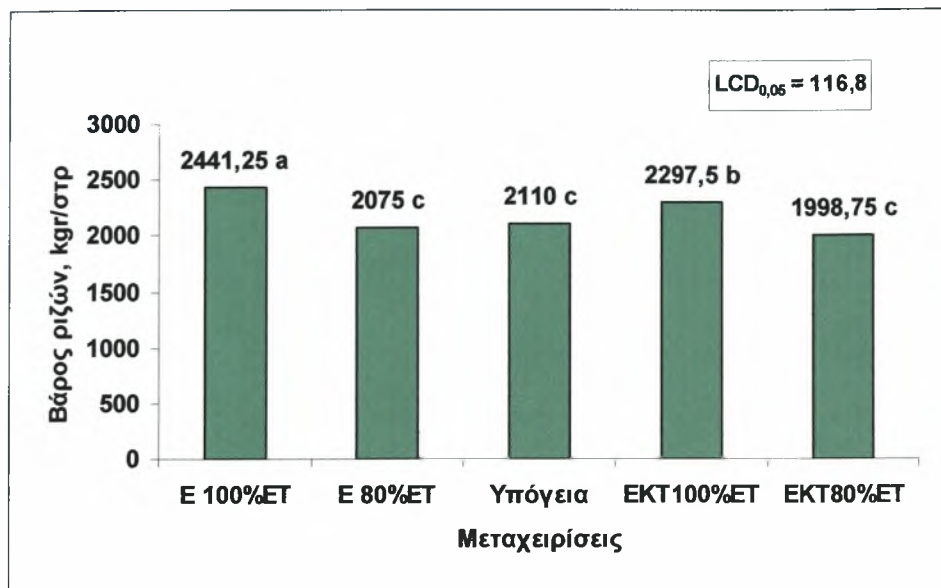
Σχήμα 4.8 Βάρος φύλλων και κορυφών, kg/στρ. στην 2^η δειγματοληψία (4/9/2004).

Το βάρος φύλλων και κορυφών στην υπόγεια μεταχείριση ήταν το μικρότερο από όλες τις άλλες μεταχειρίσεις και στις δύο δειγματοληψίες, σε όλη δηλαδή τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Η E 100%ET διαφέρει στατιστικά σημαντικά από όλες τις μεταχειρίσεις έχοντας το μεγαλύτερο βάρος. Αν συγκρίνουμε τις EKT 100%ET και την EKT 80%ET τότε υπερισχύει η πρώτη η οποία δέχθηκε τη μεγαλύτερη ποσότητα νερού και μάλιστα η υπεροχή της είναι στατιστικά σημαντική. Γενικά οι μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν το μεγαλύτερο ποσοστό νερού παρουσιάζουν το μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τις μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν το 80% των καθαρών αναγκών.

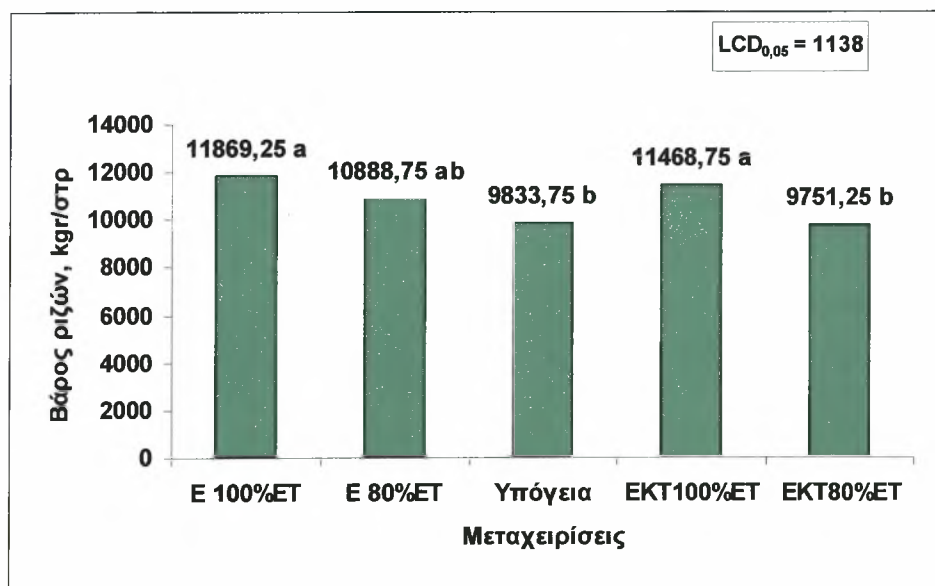
Τέλος τα βάρη των μεταχειρίσεων E 80%ET και EKT 80%ET δεν παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά.

4.4.3 Βάρος ριζών

Τα αποτελέσματα του βάρους ριζών στις δύο δειγματοληψίες, του Ιουλίου και του Αυγούστου παρουσιάζονται στα σχήματα 4.9 και 4.10.



Σχήμα 4.9 Βάρος ριζών, kg/στρ. στην 1^η δειγματοληψία (15/7/2004).



Σχήμα 4.10 Βάρος ριζών, kg/στρ. στην 2^η δειγματοληψία (4/9/2004).

Στην πρώτη δειγματοληψία μεγαλύτερο βάρος ριζών δίνει η E 100%ET με στατιστικά σημαντική διαφορά από όλες τις μεταχειρίσεις. Η διαφορά αυτή διατηρείται και στην δεύτερη δειγματοληψία αλλά είναι στατιστικά σημαντική μόνο με την Υπόγεια και την EKT 80%ET. Ανάμεσα στις EKT 100%ET και EKT 80%ET υπερισχύει η πρώτη και στις δύο δειγματοληψίες με στατιστικά σημαντική διαφορά.

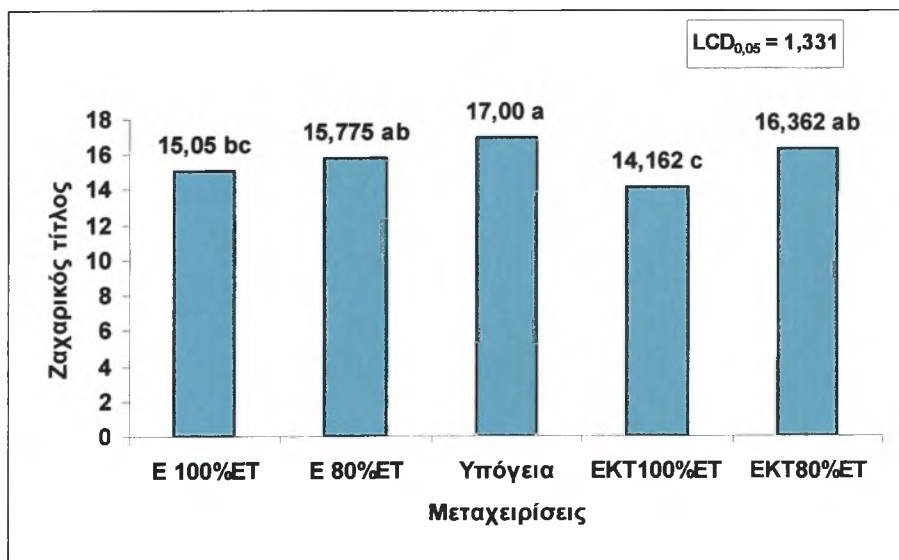
Το ίδιο συμβαίνει και ανάμεσα στις επιφανειακές μεταχειρίσεις E 100%ET

και E 80%ET αλλά με στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στην πρώτη μεταχειρίση. Προφανώς η υπεροχή των μεταχειρίσεων E 100%ET και EKT 100%ET οφείλεται στο μεγαλύτερο ποσό νερού που δέχθηκαν. Άλλωστε και η Υπόγεια η οποία δέχθηκε νερό ίσο με το 80% των καθαρών αναγκών έδωσε περίπου το ίδιο βάρος με τις E 80%ET και EKT 80%ET και στις δύο δειγματοληψίες.

4.4.4 Ζαχαρικός τίτλος (Pol)

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 4.11 μεγαλύτερο ζαχαρικό τίτλο δίνουν οι μεταχειρίσεις Υπόγεια, EKT 80%ET και E 80%ET, οι οποίες δέχθηκαν νερό ίσο με το 80% των καθαρών αναγκών με βάση την εξατμισοδιαπνοή. Η Υπόγεια δίνει το μεγαλύτερο ζαχαρικό τίτλο από όλες τις μεταχειρίσεις και με στατιστικά σημαντική διαφορά από τις E 100%ET και EKT 100%ET.

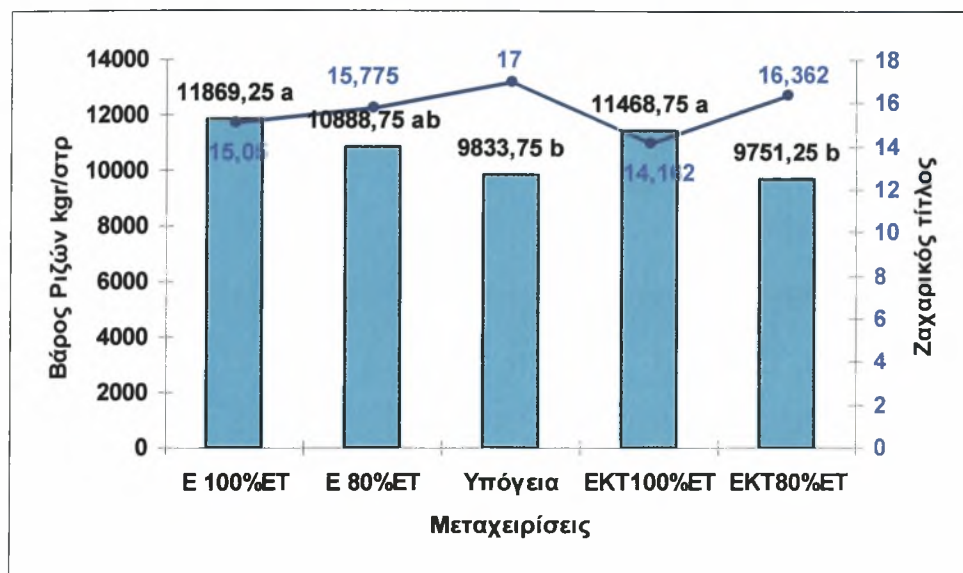
Ανάμεσα στις δύο επιφανειακές μεταχειρίσεις E 100%ET και E 80%ET υπερισχύει η δεύτερη χωρίς στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το ίδιο συμβαίνει και ανάμεσα στις μεταχειρίσεις EKT 100%ET και EKT 80%ET με στατιστικά σημαντικές διαφορές αυτή τη φορά. Τέλος οι διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις E 100%ET και EKT 100%ET καθώς και στις E 80%ET και EKT 80%ET στις οποίες χορηγήθηκε η ίδια συνολική ποσότητα νερού αλλά με διαφορετικό εύρος, δεν είναι στατιστικά σημαντικές.



Σχήμα 4.11 Ζαχαρικός τίτλος στις πέντε μεταχειρίσεις άρδευσης στην 2^η δειγματοληψία.

4.4.5 Βάρος ριζών σε σχέση με τον ζαχαρικό τίτλο

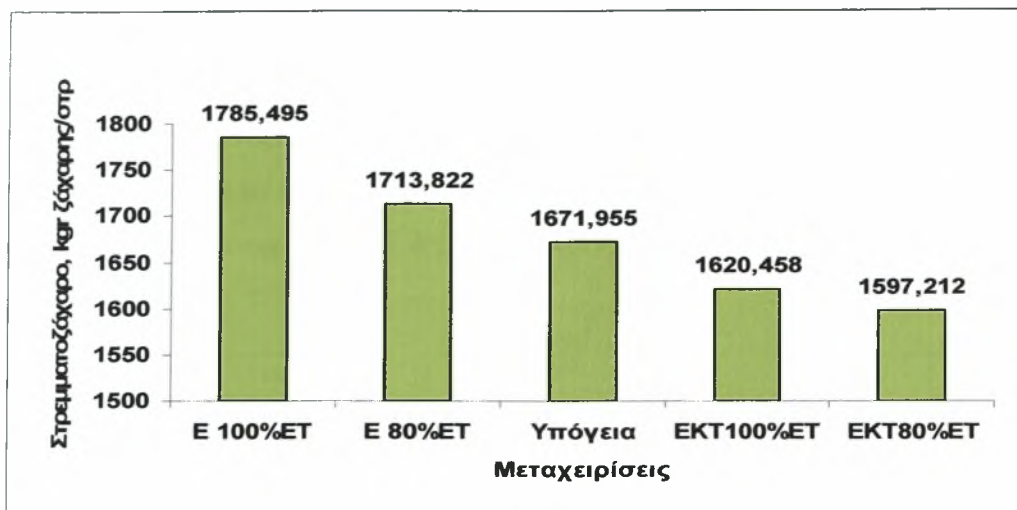
Όπως φαίνεται από το Σχήμα 4.12 η σχέση ανάμεσα στον ζαχαρικό τίτλο και στο βάρος ριζών της δεύτερης δειγματοληψίας, είναι αντιστρόφως ανάλογη, όπως αναφέρει και σε αντίστοιχα αποτελέσματά του ο Wolf, (1995).



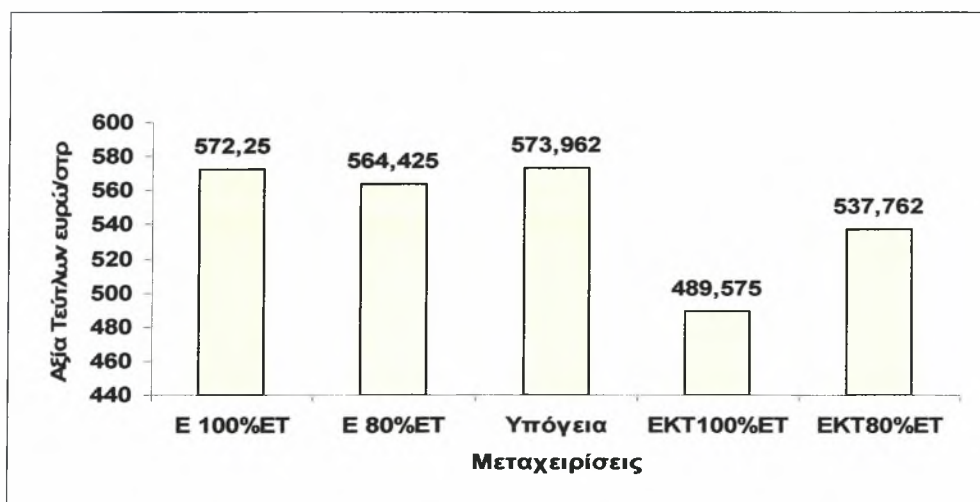
Σχήμα 4.12 Βάρος ριζών σε σχέση με τον ζαχαρικό τίτλο

4.4.6 Στρεμματοζάχαρο-Αξία αγοράς ζαχαρότευτλων

Κατά τη δεύτερη δειγματοληψία, την εποχή της συγκομιδής παρουσιάζεται υπεροχή του στρεμματοζάχαρου της μεταχείρισης E 100%ET σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις χωρίς ωστόσο να είναι στατιστικά σημαντική (Σχ.4.13). Η αξία όμως παραγωγής είναι μεγαλύτερη για την Υπόγεια με ελάχιστη διαφορά από την E 100%ET και E 80%ET και μεγαλύτερη από τις υπόλοιπες χωρίς όμως η διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική (Σχ.4.14).



Σχήμα 4.13 Στρεμματοζάχαρο στην 2^η δειγματοληψία (4/9/2004).

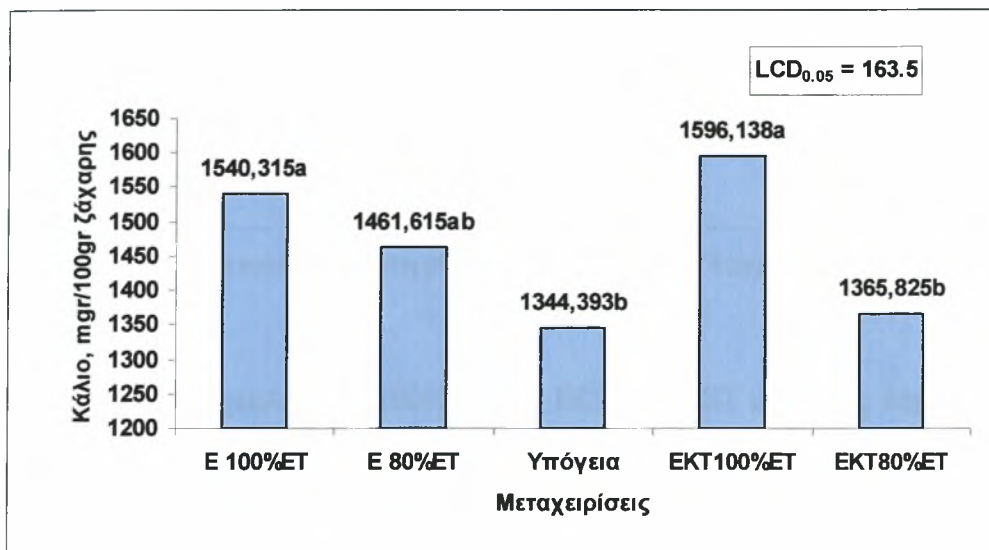


Σχήμα 4.14 Αξία αγοράς τεύτλων στην 2^η δειγματοληψία (4/9/2004).

Μεταξύ των μεταχειρίσεων E 100%ET και E 80%ET, η υπεροχή της δεύτερης στον ζαχαρικό τίτλο δεν εξουδετέρωσε την υπεροχή της πρώτης στο βάρος ριζών κατά την δεύτερη δειγματοληψία, με αποτέλεσμα το στρεμματοζάχαρο καθώς και η αξία των ζαχαρότευτλων της E 100%ET να είναι μεγαλύτερα από τα αντίστοιχα της E 80%ET. Τέλος, ανάμεσα στις μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν την ίδια ποσότητα νερού με βάση την εξατμισοδιαπνοή αλλά με διαφορετικό εύρος, οι επιφανειακές E 100%ET και E 80%ET υπέρσχυσαν των EKT 100%ET και EKT 80%ET και στο στρεμματοζάχαρο και στην χρηματική αξία χωρίς ωστόσο οι διαφορές να είναι σημαντικές.

4.4.7 Μελασσογόνα συστατικά (K, Na, a-N)

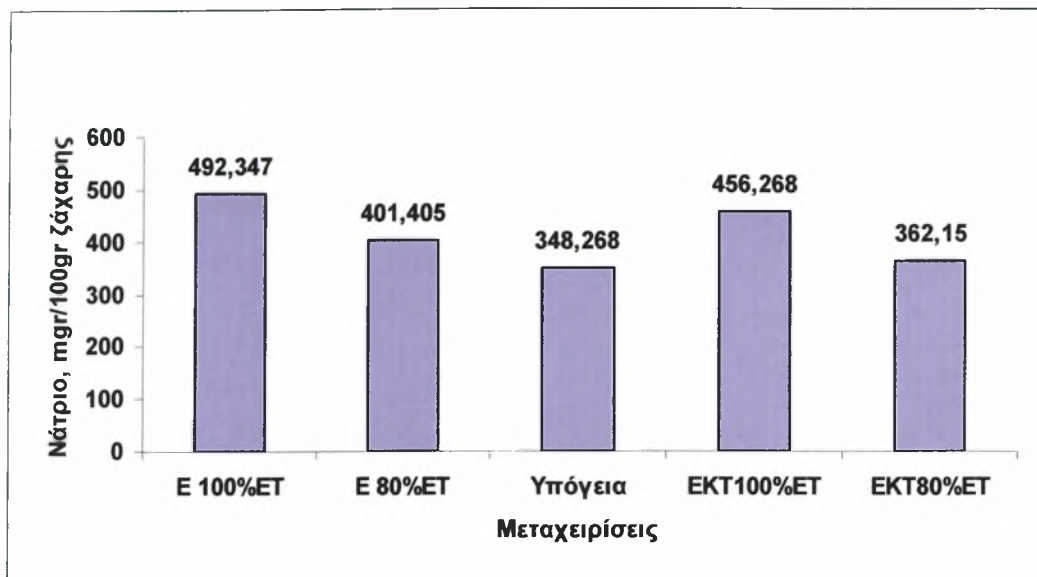
Η περιεκτικότητα των πέντε μεταχειρίσεων στις ρίζες των τεύτλων σε K, Na και α-άμινο N κατά τη δεύτερη δειγματοληψία της περιόδου της συγκομιδής παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα, 4.15, 4.16, 4.17.



Σχήμα 4.15 Περιεκτικότητα K στη ρίζα του τεύτλου στη 2^η δειγματοληψία. (4/9/2004).

Όπως φαίνεται και στο Σχήμα 4.15 η μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε K παρατηρείται στην EKT 100%ET και ακολουθεί η E 100%ET χωρίς στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ τους. Τη μικρότερη περιεκτικότητα σε K παρουσιάζουν η EKT 80%ET και η Υπόγεια μεταχείριση και μάλιστα η διαφορά τους από τις δύο μεγαλύτερες είναι στατιστικά σημαντική.

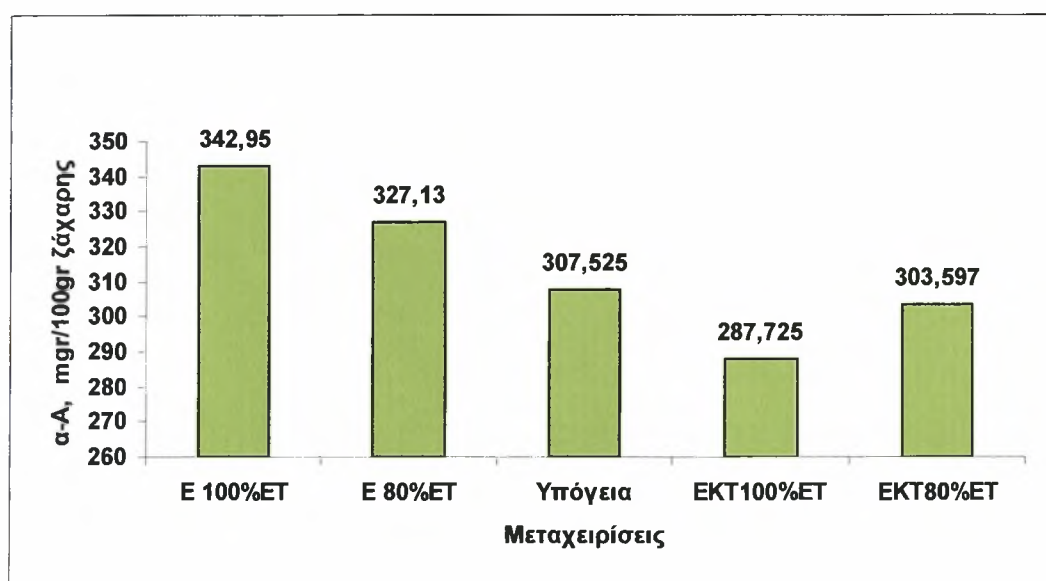
Στο παρακάτω Σχήμα 4.16 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα στις ρίζες των ζαχαρότευτλων σε Na στη 2^η κατά την περίοδο της συγκομιδής.



Σχήμα 4.16 Περιεκτικότητα Na στη ρίζα του τεύτλου στη 2^η δειγματοληψία (4/9/2004).

Οι δύο μεταχειρίσεις E 100%ET και EKT 100%ET οι οποίες δέχθηκαν το 100% των συνολικών αναγκών σε νερό με βάση την εξατμισοδιαπνοή παρουσίασαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε Na χωρίς όμως να σημειώνονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των πέντε μεταχειρίσεων.

Τέλος στο Σχήμα 4.17 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της περιεκτικότητας των ριζών σε α-άμινο N στην 2^η δειγματοληψία.



Σχήμα 4.17 Περιεκ/τα α-άμινο N στη ρίζα του τεύτλου στη 2^η δειγματοληψία (4/9/2004).

Δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων όπως φαίνεται και στο παραπάνω σχήμα 4.17, με τις δύο επιφανειακές μεταχειρίσεις να υπερτερούν σε περιεκτικότητα έναντι των υπολοίπων. Σύμφωνα με τους Tsialtas et al., (2004), οι συγκεντρώσεις K, Na και α-άμινο N στις ρίζες των ζαχαρότευτλων για τις ελληνικές συνθήκες είναι περίπου ανάλογες με τις προαναφερθείσες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

5. ΑΝΑΚΕΦΑΛΑΙΩΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη της επίδρασης της υπόγειας και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων σε πειραματικό αγρό του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας είχε ως αποτέλεσμα την εξαγωγή των παρακάτω συμπερασμάτων:

1. Η υπόγεια στάγδην άρδευση έδωσε βάρος ριζών ίδιο περίπου με αυτό των μεταχειρίσεων E 80%ET και EKT 80%ET αλλά πολύ μικρότερο από αυτό των μεταχειρίσεων E 100%ET και EKT 100%ET. Αυτό εξηγείται από το ότι οι δύο τελευταίες μεταχειρίσεις δέχθηκαν το 100% των συνολικών αναγκών με βάση την εξατμισοδιαπνοή σε αντίθεση με τις υπόλοιπες οι οποίες δέχθηκαν το 80% των συνολικών αναγκών.
2. Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν διαφορετική ποσότητα νερού με το ίδιο εύρος άρδευσης, μεγαλύτερο βάρος ριζών παρουσίασαν αυτές οι οποίες δέχθηκαν το 100% των αναγκών σε νερό, με τη διαφορά αυτή να είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ της E 100%ET και της Υπόγειας και μεταξύ της EKT 100%ET και της EKT 80%ET.
3. Ο μεγαλύτερος ζαχαρικός τίτλος παρατηρήθηκε στην υπόγεια μεταχείριση με σημαντικά μεγάλη διαφορά από αυτόν της E 100%ET και ακολούθησαν οι EKT 80%ET και E 80%ET.
4. Διαπιστώθηκε αντιστρόφως ανάλογη σχέση μεταξύ του βάρους ριζών και του ζαχαρικού τίτλου, αφού οι μεταχειρίσεις με το μικρότερο βάρος ριζών, οι οποίες δέχθηκαν το 80% των καθαρών αναγκών σε νερό με βάση την εξατμισοδιαπνοή, έδωσαν τον μεγαλύτερο ζαχαρικό τίτλο σε σχέση με τις μεταχειρίσεις οι οποίες δέχθηκαν το 100% των συνολικών αναγκών.
5. Η Υπόγεια μεταχείριση, η οποία παρουσίασε τις μικρότερες τιμές ΔΦΕ, είχε τον μεγαλύτερο ζαχαρικό τίτλο ο οποίος είναι η παράμετρος που διαδραματίζει τον σημαντικότερο ρόλο στην τελική παραγωγή. Δίνοντας μια εξήγηση θα μπορούσαμε να πούμε ότι το μικρότερο φύλλωμα έχοντας μικρότερες απαιτήσεις συντήρησης, καταναλώνει και λιγότερα προϊόντα φωτοσύνθεσης, γεγονός το οποίο φαίνεται να επιδρά θετικά στην επίτευξη μεγαλύτερου ζαχαρικού τίτλου.

6. Η αξία αγοράς των ζαχαρότευτλων βρέθηκε να είναι μεγαλύτερη για την υπόγεια μεταχείριση, (έστω και ελαφρώς από την E 100%ET), γεγονός το οποίο είναι πολύ σημαντικό αν αναλογιστούμε ότι στην μεταχείριση αυτή υπήρξε εξοικονόμηση νερού κατά 20%.
7. Η συγκέντρωση των μελασσογόνων συστατικών την εποχή της συγκομιδής παρουσίασε στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο στην περίπτωση του K με την μεγαλύτερη συγκέντρωση να εμφανίζει η EKT 100%ET και να ακολουθεί η E 100%ET χωρίς η διαφορά μεταξύ τους να είναι στατιστικώς σημαντική.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Al-Omran, M. A., Sheta. S. A., Falatah, M. A. and Al-Harbi, R. A. (2004). Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management*. Άρθρο υπό εκτύπωση.
- Amaducci, M. T., Cucci., De Caro., A., Gherbin, P., Mambelli, S. and Venturi, G. (1989), Sugar Beet Yield Response to Irrigation in Different Environmental Conditions, *Irrigazione E Drainaggio*, 36, 153-159.
- Analogides, D. A.. (1993). Estimating sugar beet irrigation requirements on the basis of climatic parameters in (Greece: results and conclusions from a 6-year experimental study (1980—85). In: Anonymous (eds), *Proceedings of the 56th IIRB Congress, Brussels*, pp. 259 - 269. International Institute for Beet Research. Brussels.
- APS PRESS (The American Phytopathological Society). 1991. *Compendium of Beet Diseases and Insects*. Edited by: E. D. Whitney and J. E. Duffus. ISBN 0-89054-070-5.
- ASAE (1996). *ASAE Standards. 43rd Ed. Soil and Water Terminology*. Ayars, J. E., Phene, J. C, Hutmacher, B. R., Davis, R. K., Schoneman, A. R., Vail, S. S. and Mead, M. R. (1999). Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory. *Agricultural Water Management*. 42 (1), pp 1-27.
- Asher, M. J. C. 1993. Rhizonania. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 311-346. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Ayars, E. J., Schonemsn, A. R., Dale, F., Meso, B. and Shouse. P. (2001). Managing subsurface drip irrigation in the presence of shallow ground water. *Agricultural Water management*. 47 (3), pp. 243-264.
- Barbanti, L. (1994). New methods of recommending N-fertilizer use to sugar beet in the Mediterranean area. In Anonymous, eds. *Proceedings of the 57th IIRB Congress, Brussels*, pp. 281-294. International Institute for Beet Research. Brussels, Belgium.
- Bell, A. A., Liu, L., Reidy, B., Davis, M. R. and Subbarao, V. K. (1998). Mechanism of Subsurface Drip Irrigation-Mediated Suppression of Lettuce Drop

- Caused by *Sclerotinia minor*. *Phytopathology*, 1998.
- Βύρλας, Π., Καλφούντζος, Δ. και Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (2003). Επίδραση τον εδαφικού τύπον στην έμφραξη η λόγω εισρόφησης σε υποεπιφανειακά συστήματα στάγδην άρδευσης. Πρακτικά 9^ο Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 225-232.
- Γαλανοπούλου-Σενδούλα, Σ. Βιομηχανικά Φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε. Αθήνα 2002.
- Camp, R. C. (1998). Subsurface drip irrigation. A review. *American Society of Agricultural Engineers*. 41(5), pp. 1353-1367.
- Camp, R. C. (1999). Subsurface drip irrigation Part II. *Irrigation Journal*. April, (01).
- Camp, R. C, Lamm R. F., Evans, G. R. and Phene, J. C. (2000). Subsurface drip irrigation – Past, Present and Future. *Proceedings of the 4th Decennial National Irrigation Symposium*, Nov. 14-16, Phoenix AZ. pp 363-372.
- Camp, R. C. and Lamm, R. F. (2003). Irrigation Systems, Subsurface Drip. *Encyclopedia of Water Science*, pp 560-564.
- Carter, A. and Howell, J. (2000). An Overview of drip irrigation. Department of Plant and Soil Sciences, University of Massachusetts.
- Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης. 1960. Γεωπονικό Ημερολόγιο. Θεσσαλονίκη.
- Cooke, D. A 1993. Pests. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 429-483. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Draycott, P. A. (1993). Nutrition. In: *The Sugar Beet Crop*, pp. 239-278. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman & Hall, London, UK.
- Duffus, J. E., and E. G. Ruppel. 1993. Diseases. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 347-427. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Dunham, J. R. (1993). Water use and irrigation. In: *The Sugar Beet Crop*, pp. 279 - 309. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Published by Chapman & Hall, London, UK.
- Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε., (2000). Άρδευση με σταγόνες: Διατάξεις σταλακτηφόρων- αγωγών-σταλακτήρων. Αποτελέσματα ερευνητικού έργου έτους 2000, σελ. 295-303.

- E.B.Z. (Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης). 1982. Εχθροί και Ασθένειες Ζαχαρό-
τευτλων. Θεσσαλονίκη.
- EBZ AE (1997). Το πότισμα των ζαχαρότευτλων, σελ. 24.
- EBZ AE (2001α). Η λίπανση των ζαχαρότευτλων, σελ. 8.
- EBZ AE (2001 β). Ανοιξιάτικη προετοιμασία χωραφιού και σπορά τεύτλων. σελ. 8.
- EBZ AE (2001 γ). Ζιζανιοκτονία ζαχαρότευτλων, σελ. 16.
- EBZ AE (2001δ). Έντομα ζαχαρότευτλων, σελ.20.
- EBZ AE (2001ε). Ριζομανία των τεύτλων, σελ. 4.
- EBZ AE (2001 στ). Συγκομιδή τεύτλων, σελ. 8.
- EBZ AE (2002α). Κερκόσπορα των ζαχαρότευτλων, σελ. 4.
- EBZ AE (2002β). Ωίδιο των ζαχαρότευτλων, σελ. 4.
- Elliot, M. C, and G. D. Weston. 1993. Biology and physiology of the sugar-beet
plant. In: The Sugar Beet Crop. pp. 37-66. Edited by D. A. Cooke and R. K.
Scott. Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- FAO, (1998). Irrigation and Drainage. Paper No 24.
- Jaggard, W. K., Dewar, M. A. and Pidgeon. D. J. (1998). The relative effects of
drought stress and virus yellows on the yield of sugarbeet in the UK, 1980—95.
The Journal of Agricultural Science. 130, pp 337-343.
- Jorgensen, G. (1995). Subsurface drip irrigation eyed as aid in weed control. CATI
Publication #950701.
- Hanson, R. B., Schwankl, J. L., Schulbach, F. K. and Pettygrove, S. G. (1997). A
comparison of furrow, surface drip and subsurface drip irrigation on lettuce
yield and applied water. Agricultural Water Management. 33, pp 139-157.
- Hanson, B. and May, D. (2004). Effect of subsurface drip irrigation on processing
tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. Agricultural Wa-
ter Management. 68 (1), pp 1-17.
- Harvey, W. C. and Dutton. V. J. (1993). Root quality and processing. In The Sugar
Beet Crop. pp. 571-617. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman & Hall.
London, UK.
- Henrikson, L, and I. Hakansson. 1993. Soil management and crop establishment.
In: The Sugar Beet Crop. pp. 157-177. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott.
Published by Chapman & Hall. ISBN 0-412-25130-02.
- Ιωαννίδης, Φ. 1997. Αντιμετώπιση των κυριότερων ασθενειών και εχθρών των
ζαχαρότευτλων. Ο Σύμβουλος. Τεύχος 3, σσ. 15-18.

- Κλαβανίδης, Ι. 1979. Το ερευνητικό πρόγραμμα στα ζαχαρότευτλα. Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών. Σίνδος.
- Lamm, R. F., Clark, A. G., Yitayew, M., Schoneman, A. R., Mead, M. R. and Schneider, D. A. (1997). Installation Issues for SDI Systems. Presented at the Irrigation Association's 16th Annual International Irrigation Exposition and Technical Conference. Phoenix, Arizona. November 12-14, 1995. Slight revisions were made in August 1997.
- Lamm, F., Trooien, T., Clark, G., Rogers, D. and Alam, M. (1997). SDI and Electrotechnologies. Presented at the EPRI-Agricultural Technology Alliance semi-annual meeting. May 28-30, Boise, Idaho.
- Lamm, R. F., Schlegel, J. A. and Clark, A. G. (1997). Optimum nitrogen fertigation for corn using SDI. A condensation of ASAE Paper No. 972174, Nitrogen Fertigation for Corn Using SDI: A BMP, first presented at the ASAE International Meeting. August 10-14. Minneapolis. Minnesota.
- Lamm, R. F., Rogers, H. D. and Spurgeon, E. W. (2003). Design and management Considerations for Subsurface Drip Irrigation Systems. First presented at the Central Place Irrigation Shortcourse and Equipment Exposition. Kearney, Nebraska, February 7-8, 1994. Slight revisions were made in January 1997. Significant revisions were made in January 2000 and also in January 2003.
- Lamm, R. F., O'Brien, M. D., Rogers, H. D. and Dumler, J. T. (2003). Center Pivot Sprinkler and SDI Economic Comparisons. A January 2003 revision of a paper first presented at the 2002 Mid-Central ASAE Meeting, April 12 - 13, 2002, St. Joseph, MO, USA. Paper Number: MC02-201.
- Machado, M. A. Rui, Maria do Rosario, Oliveira, G. and Portas, C. A. M. (2003) Tomato root distribution, yield and fruit quality under subsurface drip irrigation. *Plant and Soil*. 255(1), pp 333-341.
- Μήτσιος, Ι., Τούλιος, Μ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Σ. (2000) Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης τον αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή τον Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.
- Μιχελάκης, Ν. (1998). Συστήματα α.υτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτεχνική Α.Ε., σελ. 319.
- Neibling, W. H. and Gallian, J. J. (1997). Irrigation Water Management in Sugarbeet Production. Presented at Sugarbeet Schools on January 27-31. 1997.
- Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν. και Νούσιος, Γ. (2000). Διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια, ζαχαρότευτλων.

- Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 149-156.
- Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τερζίδης, Γ., Μασλάρης, Ν. και Νούσιος, Γ. (2003). Διαφορετικές διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 9ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 159-166.
- Phene, C.J., Hutmacher, R.B. and Ayars, J.E. (1993), Subsurface Drip Irrigation: Realizing the Full Potential. In: *Proc. of workshop "Subsurface Drip Irrigation, Theory, Practices and Application"*, February 2, Visalia, California, 97417.
- Phene, C.J., Blume, M.F., Hile, M.M.S., Meek, D.W. and Re, J.V. (1983), Management of Subsurface Trickle Irrigation Systems. ASAE paper No. 83-2598
- Phene, C. J. and Ruskin, R. (1995). Potential of subsurface drip irrigation for management of /nitrate in wastewater. Proceedings of the 5th International Microirrigation Congress, April 2-6, Orlando, Florida, pp. 155-167. Phene, J. C. (1999). Subsurface drip irrigation. Part I: Why and How. Irrigation Journal. April (01).
- Πεσεξίδης, Σ. (1982). Φυσιολογία των Αγροτικών Φυτών: Η φυσιολογία του ζαχαρότευτλου. Θεσσαλονίκη, σελ. 498.
- Ruskin, R. (2000), Subsurface Drip Irrigation and Yields, www.geoflow.com.
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D. and Vyrlas, P. (2002) Water saving and yield increase of sugar beet with subsurface drip irrigation. Global Nest: The international Journal. 4 (2-3), pp 85-91
- Sakellariou-Makrantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P. and Kapetanios, B. (2002). Water saving using modern irrigation methods. Hydorama 2002, pp 96-102.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (1993). Άρδευση με σταγόνα. Άρδευση με αυλάκια. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τζιμόπουλος, Χ. και Καλφούντζος, Δ. (1997). Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο TDR και στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων. Πρακτικά 7ου Πανελληνίου Συνεδρίου Ε.Υ.Ε., Πάτρα, σελ. 184 -192.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν., Καλφούντζος, Α. και Γούλας, Χ. (1998). Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 1ου Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), Αθήνα, σελ. 271-280.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν., Νούσιος, Γ., Ντιούδης, Π. και

- Καλφούντζος, Δ. (1999). Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 4ου Εθνικού Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων (ΕΕΔΥΠ), Βόλος, σελ. 162-169.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2000). Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος. σελ. 157-164.
- 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 σόργου στην κεντρική Ελλάδα. 9^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 183 – 190.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τέντας, Ι., Κολιού, Α., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2003). Άρδευση πρασίνου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα. Πρακτικά 3ου Πανελληνίου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 29-31 Μαΐου, Θεσσαλονίκη, σελ. 265-272.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη. Μ., Βαρδούλη, Β., Βύρλας, Π., Κολιού. Α. και Παπανίκος, Ν. (2004). Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση πρασίνου. Πρακτικά 1ου Πανελληνίου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, 7-9 Μαΐου, Ορεστιάδα.
- Schwankl, L.J., Grattan, S.R. and Miyao, E.M. (1990), Drip irrigation burial depth and seed planting depth effects on tomato germination. In: *Proc. 3rd Nat. In. Symp.*, 682-687, ASAE. Phoenix, AZ.
- Scott, K. R. and Jaggard, W. K. (1993). Crop physiology and agronomy. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 179-237. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Published by Chapman & Hall, London, UK.
- Scott, K. R. and Jaggard, W, K. (2000). Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugar beet grown in the UK since 1970. *The Journal of Agricultural Science*. 134, pp 341-352.
- Shani, U., Xue, S., Gordin-Katz, R. and Warrick, W. A. (1996). Soil-limiting flow from subsurface emitters. I. Pressure Measurements. *Journal of Irrigation and Drainage Engineering*. 122 (5), pp 291 - 295.
- Smith, R.B., Oster, J.D. and Phene, C.J. (1991), Subsurface Drip Produced Highest Net Return in Westlands Area Study, *Calif. Agric*, 45, 8-10.
- Shock, C. C, Feibert, B. G. E. and Saunders, D. L. (1996). Automation of subsurface

- drip irrigation for Onion Production. Also available in <http://www.cropinfo.net/AnnualReports/1996/ondrip96.htm>
- Solomon, H. K. and Jorgensen, G. (1993). Subsurface drip Irrigation. Research Report. Center for Irrigation Technology, CATI Publication #930405.
- Στρουθόπουλος, Θ. 1995. Λεξικό όρων τευτλοκαλλιέργειας. Θεσσαλονίκη.
- Σφήκας, Α. Γ. 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.
- Tognetti, R., Palladino, M., Minnocci, A., Delfine, S. and Alvino, A. (2003). The response of sugar beet to drip and low - pressure sprinkler irrigation in southern Italy. *Agricultural Water Management*. 60 (2), pp 135 - 155.
- Trooien, P. T., Alam, M. and Lamm, R. F. (1998). Filtration and Maintenance considerations for SDI systems. Kansas University. Also available in: <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/document.htm>
- Trooien P. T., Lamm, R. F., Stone, R. L., Alam, M., Rogers, H. D., Clark, A. G. and Shelegel, J. A. (1999). Testing subsurface drip irrigation laterals with lagoon wastewater. Presented to the Irrigation Association International Irrigation Show, Orlando, Florida, USA, 7-9 November.
- Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ. (1997). Γεωργική υδραυλική. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.
- Tsialtas, T. J., Kassioumi, T. M. and Veresoglou, S. D. (2001) N-niche spatiotemporal differentiation, 15N uptake rates and community structure in a Mediterranean grassland. *J. Mediter. Ecol.* 2, pp 93-105.
- Tsialtas, T. J. and Maslaris, N. (2004). Effect of N Fertilization Rate on Sugar Yield and Non-Sugar Impurities of Sugar Beets (*Beta vulgaris*) Grown Under Mediterranean Conditions. *J. Agronomy & Crop Science*. 190 (1-10). Άρθρο υπό εκτύπωση.
- Φασούλας, Α. Π., και Ν. Α. Σενλόγλου. 1966. Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα. Θεσσαλονίκη.
- Winner, C., (1993). History of the crop. In: *The Sugar Beet Crop*. pp. 1-35. Edited by D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Published by Chapman & Hall, London, UK.
- Wolf, I., (1995). Sorte und Sortenwahl bei Zuckerruben und deren Wechselwirkung zu Umwelt und Qualitätsbezahlung. Dissertation, Universität Göttingen, Cuvillier, Göttingen.
- Zhu, H., Sorensen, B. R., Butts, L. C, Lamb, C. M. and Blankenship, D. P. (2002). A

Pressure Regulating System for Variable Irrigation Flow Controls. *Applied Engineering in Agriculture*. 18 (5), pp 533-540.

Zoldoske, F. D., Genito, S. and Jorgensen. S. G. (1995). Subsurface Drip Irrigation (SDI) on Turfgrass: A University Experience. CATI Publication #950104. Zoldoske, D., Striegler, K. R., Berg. T. G., Jorgensen, G., Lake. B. C, Graves G.S. and Burnett, M. D. (1998). Evaluation of Trellis System and Subsurface Drip Irrigation for Wine Grape Production: A Progress Report. CATI Publication #980401.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

1. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ ΕΤΟΥΣ 2004

05/04/2004: Δειγματοληψία εδάφους.

14/04/2004: Βασική λίπανση εδάφους.

15/04/2004: Προετοιμασία του εδάφους-αγρού, με μηχάνημα προετοιμασίας του α-
γροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

16/04/2004: Σπορά των ζαχαρότευτλων. Προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με τις ζιζα-
νιοκτόνες ουσίες ethofumesate (ETOFUMESATE-ALFA 50 SC) και metachlor (
ΝΤΟΥΑΛ 96 EC).

11/05/2004: Άρδευση φυτρώματος με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρε-
φόμενο εκτοξευτή (κανόνι). Δόση άρδευσης 10m³/στρ

18/05/2004; Σκάλισμα και βοτάνισμα.

26/05/2004: Αραίωμα των φυτών.

11/06/2004: Άρδευση φυτρώματος με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρε-
φόμενο εκτοξευτή (κανόνι). Δόση άρδευσης 10m³/στρ

14/06/2004: Χάραξη-οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων. Τοποθέτηση των
σταλακτηφόρων αγωγών του συστήματος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης.

15/06/2004: Τοποθέτηση υδρομέτρων σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.

17/06/2004: Ταμπελάκια σε κάθε μεταχείριση.

22/06/2004: 1^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο
όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

02/07/2004: Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

06/07/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

07/07/2004: 2^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

09/07/2004: Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

12/07/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

15/07/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια. 1^η δειγματοληψία φυτών και προσδιορισμός των ποσοτικών χαρακτηριστικών αυτών.

16/07/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις EKT 100%ET και EKT 80%ET.

19/07/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

22/07/2004: 3^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

23/07/2004; Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

26/07/2004; Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

31/07/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

02/08/2004: Σκάλισμα.

03/08/2004: Σκάλισμα. Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

05/08/2004: Ψεκασμός για ωίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της E.B.Z. με τις μυκητοκτόνες ουσίες flutriafol (Impact 12,5 SC), maneb (Dithane M-22 80WP0 και θείο (θειάφι 98

06/08/2004: 4^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

07/08/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

10/08/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις EKT 100%ET και EKT 80%ET.

11/08/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

15/08/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

19/08/2004: Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

22/08/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

23/08/2004: 5^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

25/08/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

26/08/2004: Εφαρμογή της εντομοκτόνου ουσίας dimethoate για την αντιμετώπιση του εντόμου φθοριμαία.

28/08/2004: Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

01/09/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

06/09/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

07/09/2004: 6^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

08/09/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις EKT 100%ET και EKT 80%ET.

11/09/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

17/09/2004: Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις E 100%ET, E 80%ET και Υπόγεια.

22/09/2004; 7^η μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.

24/09/2004: Στάγδην άρδευση, (τελευταία), σε όλες τις μεταχειρίσεις.

04/10/2004: 2^η και τελική δειγματοληψία για τον προσδιορισμό των ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.

19/10/2004; Αφαίρεση από τον πειραματικό αγρό των σταλακτηφόρων αγωγών και των υδρομέτρων από τα πειραματικά τεμάχια των μεταχειρίσεων. Κλείσιμο του προγραμματιστή άρδευσης.

10/09/2004: Συγκομιδή των φυτών που είχαν απομείνει στον αγρό μετά τις δειγματοληψίες, με μονόσειρη συγκομιστική μηχανή ζαχαρότευτλων.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000089074