

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ  
Αριθμ. Πρωτοκ. 948  
17-10-2008  
Ημερομηνία



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**

**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**

**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΣΤΑΓΔΗΝ  
ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΖΑΧΑΡΙΚΟ ΤΙΤΛΟ ΤΩΝ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ»**



**ΒΛΑΧΑΚΗΣ Ν. ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:**

**Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ – ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ**

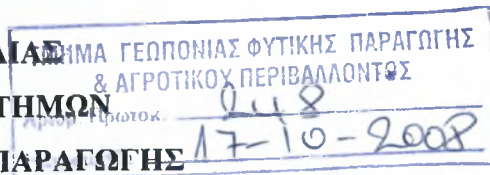
**ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ ΒΟΛΟΥ 2008**



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

Αριθ. Εισ.: 6792/1  
Ημερ. Εισ.: 05-01-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2008  
ΒΛΑ

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



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

**«ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑΣ ΣΤΑΓΔΗΝ  
ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΣΤΟ ΖΑΧΑΡΙΚΟ ΤΙΤΛΟ ΤΩΝ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ»**

**ΒΛΑΧΑΚΗΣ Ν. ΘΕΟΔΩΡΟΣ**  
**ΦΟΙΤΗΤΗΣ**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

Σακελλαρίου–Μακραντωνάκη Μ.,καθηγήτρια Π.Θ., επιβλέπουσα της πτυχιακής  
Νάνος Γεώργιος, Αναπληρωτής Καθηγητής Π.Θ.  
Σφουγγάρης Αθανάσιος, Επίκουρος Καθηγητής Π.Θ.

*Η παρούσα πτυχική διατριβή την αφιερώνω  
Στον αείμνηστο πατέρα μου, Νικόλαο  
Και την μητέρα μου, Αικατερίνη*

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα πτυχιακή διατριβή πραγματοποιήθηκε, στο εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, υπό την επίβλεψη της κ. Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μαρίας. Την οποία ευχαριστώ, όχι μόνο για την ευκαιρία που μου έδωσε να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο γνωστικό αντικείμενο, αλλά για την συνεχή υποστήριξη και βοήθεια της σε όλη την διάρκεια πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης, ευχαριστώ τους κ. Νάνο Γεώργιο, αναπληρωτή καθηγητή του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, και κ. Σφουγγάρη Αθανάσιο, επίκουρο καθηγητή του ίδιου τμήματος, για την συμμετοχή τους στην τριμελή επιτροπή και την συμβολή τους στην διεκπεραίωση της παρούσας διατριβής.

Ένα μεγάλο ευχαριστώ οφείλω στην Δημοπούλου Καλλιρρόη, μεταπτυχιακή φοιτήτρια που ήταν και υπεύθυνη του συγκεκριμένου πειράματος καθώς και στον κ. Παπανίκο Νικόλαο, μέλος ΕΕΔΙΠ του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, για τη βοήθεια και την φιλία του.

Τον υπεύθυνο γεωπόνο του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, κ. Σουίπα Σπύρο.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Νικόλαο και Αικατερίνη, για την στήριξη, τη βοήθεια και την επιμονή που δείξαν όλα αυτά τα χρόνια των προπτυχιακών σπουδών μου.

## **1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

## **2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ**

### **2.1. Γενικά**

### **2.2. Ιστορία της καλλιέργειας**

### **2.3. Η παραγωγή ζάχαρης από τεύτλα στην Ελλάδα**

### **2.4. Σκοπός της παραγωγής ζαχαρότευτλων**

### **2.5. Βοτανική περιγραφή**

### **2.6. Αύξηση – ανάπτυξη**

### **2.7. Τεχνική της καλλιέργειας**

#### **2.7.1. Οικολογικές Απαιτήσεις : Κλίμα – Θερμοκρασία – Υγρασία – Φως - Μικροκλίμα – Έδαφος**

#### **2.7.2. Αμειψισπορά**

#### **2.7.3. Λίπανση**

#### **2.7.4. Κατεργασία εδάφους**

#### **2.7.5. Ζιζανιοκτονία**

### **2.8. Ποικιλίες ζαχαρότευτλων**

### **2.9. ΣΠΟΡΑ**

#### **2.9.1. Εποχή σποράς**

#### **2.9.2. Τρόπος σποράς**

#### **2.9.3. Βάθος σποράς**

#### **2.9.4. Αποστάσεις σποράς**

#### **2.9.5. Απεντόμωση του εδάφους**

#### **2.9.6. Ποσότητα σπόρου**

### **2.10. Εχθροί και ασθένειες**

### **2.11. Άρδευση**

### **2.12. Ωρίμανση και συγκομιδή**

### **2.13. Αποδόσεις**

### **2.14. Επεξεργασία**

### **3. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ**

3.1. Γενικά

3.2. Ιστορική εξέλιξη

3.3. Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευση

3.4. Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης

3.5. Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

### **4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ**

4.1. Χάραξη του πειραματικού αγρού

4.2. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

4.3. Εγκατάσταση της καλλιέργειας

4.4. Υλικά άρδευσης

4.5. Εξατμισόμετρο τύπου A

4.6. Σύστημα μέτρηση υγρασίας του εδάφους

4.7. Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)

4.8. Μετεωρολογικά δεδομένα

4.9. Δειγματοληψίες

4.10. Στατιστική επεξεργασία

4.11. Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκεια άρδευσης

### **5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

5.1. Κλιματικά δεδομένα

5.2. Υγρασία εδάφους

5.3. Φυλλική επιφάνεια

5.4. Εξοικονόμηση νερού

5.5. Αποτελέσματα δειγματοληψιών φυτικών μερών

5.5.1. Αριθμός ριζών

5.5.2. Βάρος φύλλων και κορυφών

5.5.3. Βάρος ριζών

5.5.4. Ζαχαρικός τίτλος

5.5.5. Στρεμματόζάχαρο

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

#### I. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ



## 1. ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία είχε σκοπό να μελετηθεί, να συγκριθεί και να αξιολογηθεί η επίδραση της δόσης άρδευσης στο ζαχαρικό τίτλο των ζαχαρότευτλων. Η άρδευση πραγματοποιήθηκε σε ποσοστό 80% των αναγκών της καλλιέργειας σε νερό σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET), υπόγεια και επιφανειακά και στο 100% αυτής επιφανειακά, με σύστημα στάγδην άρδευσης.

Η παρούσα διατριβή αποτελεί ένα κομμάτι ενός ολοκληρωμένου μεταπτυχιακού πειράματος στο οποίο αξιολογήθηκε η επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας ζαχαρότευτλων, συγκρίνοντας την με την επιφανειακή στάγδην άρδευση σε δυο περιπτώσεις: α) για ίδιο εύρος άρδευσης και στα δυο αρδευτικά συστήματα, σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας και β) για εύρος άρδευσης στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο σύμφωνα με την ET. Ταυτόχρονα έγινε σύγκριση μεταξύ των επιφανειακών μεθόδων που δέχθηκαν 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 2003. 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. Στις επιφανειακές μεταχειρίσεις ίδιου εύρους άρδευσης, η χορήγηση μεγαλύτερης ποσότητας νερού έδωσε μεγαλύτερη αξίας παραγωγή, ενώ υπήρξε υπεροχή των μεταχειρίσεων με το μικρότερο εύρος άρδευσης και την ίδια δόση νερού.

## 2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ

### 2.1. Γενικά - Βοτανική κατάταξη

Το ζαχαρότευτλο από το οποίο εξάγεται η ζάχαρη είναι το *Beta vulgaris L.* της οικογένειας *Chenopodiaceae*. Στο ίδιο ανήκουν τα λαχανοκομικά τεύτλα (κοκκινογούλια ή παντζάρια), τα φυλλώδη τεύτλα (leaf beets) και τα κτηνοτροφικά τεύτλα. Τα κτηνοτροφικά τεύτλα είναι παρόμοια με τα ζαχαρότευτλά, αλλά η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι 8-10% έναντι 14-20% των ζαχαροτεύτλων. 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 νεώτερες απόψεις, δεν θεωρείται διαφορετικό είδος αλλά τύπος του *Beta vulgaris* (Σφήκας 1988, Winner 1993).

Οι κυριότερες κλιματικές απαιτήσεις για την ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων είναι άφθονη βροχόπτωση ή συχνή άρδευση κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, μέση θερμοκρασία (20ο C) δροσερός και ξηρός καιρός κατά το τέλος της περιόδου. Τα ζαχαρότευτλα καλλιεργούνται σε όλη την εύκρατο ζώνη του βορείου ημισφαιρίου και προπαντός στην



Ευρώπη. Στο νότιο ημισφαίριο καλλιεργείται πολύ λίγο, γιατί εκεί ευδοκimeί το ζαχαροκάλαμο.

Οι κυριότερες χώρες που καλλιεργούν τα ζαχαρότευτλα είναι: Σοβιετική Ένωση (ΕΣΣΔ), Αμερική (USA), Γαλλία, Πολωνία, Γερμανία, Ολλανδία, Τουρκία, Κίνα, Ισπανία.

Σε παγκόσμια κλίμακα καλλιεργούνται περίπου 80εκ. στρέμματα με ζαχαρότευτλα από τα οποία εξάγονται γύρω στα 34 εκατομμύρια τόνοι ζάχαρης. Στην Ευρώπη τα ζαχαρουργεία ξεπερνάν τα 1.200 ενώ στις ΗΠΑ πάνω από 80. Για να

αποφεύγονται μεγάλες δαπάνες μεταφοράς των ζαχαρότευτλων η καλλιέργεια είναι πάντοτε συγκεντρωμένη κοντά στα εργοστάσια. Για να λειτουργήσει ένα τέτοιο εργοστάσιο υπολογίζονται πως χρειάζονται 40.000 στρέμματα για να εξασφαλιστεί δουλειά για 2-3,5 μήνες.

## 2.2. Ιστορία της καλλιέργειας

Τα πρώτα προϊόντα από τα οποία ο πρωτόγονος άνθρωπος έπαιρνε τη ζάχαρη, ήταν το μέλι και τα διάφορα φρούτα. Η καλλιέργεια του ζαχαροκάλαμου καθώς και των ζαχαρότευτλων αρχίζει από πολύ νεώτερους χρόνους. Η ρίζα των ζαχαρότευτλων χρησιμοποιούνταν για τροφή από τους Αιγύπτιους κατά την εποχή που κατασκευάζονταν οι πυραμίδες του Χέοπα, στις οποίες ο Ηρόδοτος διάβασε μία σχετική επιγραφή που αναφερόταν στην αξία των ριζών των τεύτλων που καταναλώθηκαν από τους οικοδόμους. Ο Ιπποκράτης συνιστά ζωμό τεύτλων σαν θρεπτικό μέσο. Ο Διογένης, ο Πλάτωνας, ο Κικέρων και ο Καλουμέλας κάνουν μνεία των τεύτλων. Κατά τον μεσαίωνα τα ζαχαρότευτλα ήταν πολύ κοινή τροφή.

Οι πρώτες λεπτομερείς περιγραφές των διαφορετικών ειδών του τεύτλου δίνονται το 1538 από τον Caesalpinus στο βιβλίο του De plantis ο οποίος αναγνωρίζει τέσσερις ποικιλίες (μια από τις οποίες κοκκινόχρωμη) και από τον Delechamps το 1587. Από τότε ήταν οι ρίζες το μέρος εκείνο του φυτού που προτιμούσαν να χρησιμοποιούν σαν λαχανικό και λιγότερο τα φύλλα, ιδιαίτερα στα κοκκινόχρωμα είδη.

Η ανακάλυψη ότι η ζάχαρη που περιέχεται στα ζαχαρότευτλα είναι η ίδια με τη ζάχαρη του ζαχαροκάλαμου, έγινε το 1747 από τον γερμανό χημικό Andrea Marggraf. Αυτός πήρε ζάχαρη κόβοντας σε μικρές φέτες, ξηραίνοντας και κονιορτοποιώντας τα ζαχαρότευτλα για την παραγωγή ζάχαρης. Μέχρι το 1799 δεν έγινε καμιά χρήση της ανακάλυψης αυτής, όταν ο μαθητής του, Franz Karl Achard, τελειοποίησε μια μέθοδο εξαγωγής της ζάχαρης σε βιομηχανική βάση. Εν τούτοις το πρώτο ζαχαρουργείο που ιδρύθηκε στη Σιλεσία το 1806, δεν απέδωσε κυρίως λόγω της μικρής περιεκτικότητας των ζαχαρότευτλων σε ζάχαρη. Αποφασιστικής σημασίας για την ανάπτυξη της ζαχαροβιομηχανίας υπήρξε η δημιουργία ποικιλιών ζαχαρότευτλων που να περιέχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Ο Achard και οι διάδοχοί του δημιούργησαν την ποικιλία white silesian που περιείχε 7-10% ζάχαρη. Αργότερα ο L. Vilmorin στη Γαλλία κατόρθωσε με γενετική επιλογή να αυξήσει την

περιεκτικότητα σε ζάχαρη μέχρι 16-17%, όσο περίπου και οι σημερινές ποικιλίες. Έτσι από το 1850, η εξαγωγή ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα έγινε οικονομικά συμφέρουσα.

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων άρχισε στα 1800 στη Γερμανία και Γαλλία. Εν τούτοις οικονομική σημασία άρχισε να αποκτά στη Γαλλία μετά το 1829 και τη Γερμανία μετά το 1835, όταν επακολούθησε και η εξάπλωση της καλλιέργειας σε πολλές Ευρωπαϊκές Χώρες.

Παράλληλα με τις παραπάνω προσπάθειες στην Ευρώπη γίνονται και στην Αμερική. Εν τούτοις παρά το γεγονός ότι τα ζαχαρότευτλα εισήχθησαν στη Μασαχουσέτη το 1838, μόνο το 1870 ιδρύθηκε το πρώτο πετυχημένο εργοστάσιο στις Η.Π.Α στην Καλιφόρνια. Η επέκταση της ζαχαροβιομηχανίας στις Η.Π.Α έγινε μετά το 1890.

### 2.3. Η καλλιέργεια ζαχαροτευτλων στην Ελλάδα



Στην Ελλάδα η πρώτη προσπάθεια έγινε το 1842 στο χωριό Καινούριο της επαρχίας Λοκρίδος. Στήθηκε μάλιστα και το πρώτο εργοστάσιο, αλλά δεν λειτούργησε ποτέ. Το δεύτερο εργοστάσιο ζάχαρης ιδρύθηκε από τον Χρηστάκη Ζωγράφο, στο μεγάλο αγρόκτημά του στη Λαζαρίνα Τρικάλων. Το εργοστάσιο θεμελιώθηκε το 1892 και επερατώθη το 1894. Η λειτουργία του ζαχαρουργείου της Λαζαρίνας δεν βάσταξε πολλά χρόνια. Με τη συμπλήρωση της πρώτης δεκαπενταετίας το εργοστάσιο σταμάτησε τη λειτουργία του.

Το 1938 έγιναν σοβαρές προσπάθειες να ιδρυθούν ζαχαρουργεία στη χώρα μας, αλλά ο Β΄ παγκόσμιος πόλεμος ματαίωσε και την προσπάθεια αυτή.

**Εικόνα 2.** Η παραγωγή ζαχαροτευτλων στην Ελλάδα.

Η νέα περίοδος της ζαχαροβιομηχανίας στην Ελλάδα αρχίζει το 1960 με την ίδρυση από το Ελληνικό δημόσιο της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζαχάρεως (EBZ) ΑΕ με έδρα τη Θεσσαλονίκη και το 1961 εγκαινιάστηκε το πρώτο εργοστάσιο ζάχαρης στην περιοχή Λαρίσης. Το εργοστάσιο κάλυψε τότε μια έκταση 13.000 στρεμμάτων.

Η παραγωγή των 28.000 τόνων που επεξεργάστηκαν στο εργοστάσιο έδωσε 2.600 τόνους λευκής κρυσταλλικής ζάχαρης. Στη συνέχεια λειτούργησαν άλλα δύο εργοστάσια το 1962 στο Πλατύ και το 1963 στις Σέρρες. Ταυτόχρονα η ΕΒΖ οργάνωσε τις Γεωπονικές Υπηρεσίες για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων.

Στα επόμενα χρόνια η δυναμικότητα των τριών ζαχαρουργείων πολλαπλασιάστηκε, οι εγκαταστάσεις τους εκσυγχρονίστηκαν, ενώ δυο νέα εργοστάσια μπήκαν σε λειτουργία το 1972 στη Ξάνθη και το 1975 στην Ορεστιάδα.

Σήμερα τα 5 εργοστάσια έχουν συνολική ημερήσια δυναμικότητα κατεργασίας 32.500 τόνων τεύτλων και μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη.

Πίνακας 1. Έτος λειτουργίας και δυναμικότητα επεξεργασίας ριζών στο 24ωρο. Σημερινή δυναμικότητα 31.200 τόνοι ζαχαρότευτλων/24ωρο.

α/α	Εργοστάσιο ζάχαρης	Έτος λειτουργίας	Αρχική δυναμικ.	Έτος επεκ. Δυναμ.	Σημερινή δυναμικ.
1	Λάρισα	1961	6.532	1976	7.200
2	Πλατύ	1962	6.484	1978	8.000
3	Σέρρες	1963	2.840	1985	4.500
4	Ξάνθη	1972	4.133	1977	6.000
5	Ορεστιάδα	1975	3.500	1993	5.500

Στη χώρα μας η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων καταλαμβάνει ετησίως, κατά μέσο όρο, περίπου 400,000 στρ. στην κεντρική και Βόρεια Ελλάδα. Η παραγωγή σε ζάχαρη ανέρχεται στους 319.000 τόνους που είναι και η μέγιστη ποσόστωση για την Ελλάδα όπως αυτή καθορίστηκε από την Ευρωπαϊκή Ένωση. Ενώ η τάση είναι να μειωθεί η παραγωγή της ζάχαρης καθώς πρόκειται να καταργηθεί η κρατική παρέμβαση με αποτέλεσμα να μειωθεί η τιμή της ζάχαρης και των ζαχαροτευτλων.

#### 2.4. Σκοπός της καλλιέργειας των τεύτλων

Τα τεύτλα διακρίνονται, σε σακχαροφόρα, κτηνοτροφικά και κηπευτικά.

Τα σακχαροφόρα τεύτλα καλλιεργούνται κυρίως για την παραγωγή ζάχαρης, καθώς επίσης και για οινόπνευμα. Κυρίως στην Γαλλία, αλλά και σε άλλες Ευρωπαϊκές χώρες παράγονται μεγάλες ποσότητες οινοπνεύματος από τα τεύτλα.

Τα υποπροϊόντα των ζαχαρότευτλων είναι: τα φύλλα με τις κορυφές, η πούλπα και η μελάσα, τα οποία όλα μαζί δίνουν περισσότερες θερμίδες κατά στρέμμα από την παραγωγή ενός στρέμματος κτηνοτροφικών καλλιεργειών (πχ κριθάρι, βρώμη, καλαμπόκι), αλλά έχουν και θρεπτική αξία μεγαλύτερη.

Η τευτλοκαλλιέργεια με την άφθονη, θρεπτική και φθηνή τροφή που περιέχει στα ζώα, βάζει στερεές βάσεις για μια σημαντική ανάπτυξη βελτιωμένης κτηνοτροφίας, η οποία συμπληρώνει το εισόδημα του αγρότη.

Τα κτηνοτροφικά τεύτλα καλλιεργούνται αποκλειστικά για την διατροφή των ζώων, τα δε κηπευτικά για την διατροφή των ανθρώπων.

## 2.5. Βοτανική Περιγραφή

Το ζαχαρότευτλο είναι διετές φυτό αλλά για την παραγωγή ζάχαρης η συγκομιδή γίνεται το πρώτο χρόνο. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους τα φυτά αναπτύσσουν τις ογκώδεις, σαρκώδεις, ζαχαρούχες ρίζες τους οι οποίες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία για τη παραγωγή ζάχαρης και το δεύτερο χρόνο παράγουν ανθικό στέλεχος, άνθη και καρπούς.

Το ώριμο ζαχαρότευτλο στο τέλος της πρώτης χρονιάς της ανάπτυξης του χωρίζεται σε τρία μέρη:

**Κορυφή (επικοτύλιο):** είναι το υπέργειο τμήμα του τεύτλου πάνω από την περιοχή έκφυσης των παλαιότερων φύλλων. Φέρει μια τούφα από μεγάλα, χυμώδη φύλλα, σε σπειροειδή διάταξη. Περιέχει ελάχιστη ζαχαρόζη, θεωρείται ξένη ύλη και είναι ανεπιθύμητη για την ζαχαροβιομηχανία.

**Λαιμός (υποκοτύλιο):** είναι το φαρδύτερο τμήμα του τεύτλου μεταξύ της κορυφής και της ρίζας. Στο σημείο του λαιμού γίνεται η κοπή των κορυφών κατά τη συγκομιδή.

**Ρίζα :** έχει σχήμα κωνικό, μήκος 20-35 cm και καταλήγει σε λεπτή πασσαλώδη ρίζα. Ορισμένες φορές φέρει διακλαδώσεις οι οποίες όμως είναι ανεπιθύμητες. Η επιθυμητή σχέση μήκους προς πλάτος της ρίζας είναι 2:1. Η ρίζα του ζαχαρότευτλου εσωτερικά έχει χρώμα ζαχαρί ή λευκό στις περισσότερες καλλιεργούμενες ρίζες. Η κατανομή της ζαχαρόζης δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη τη ρίζα.

**Άνθη :** το ζαχαρότευτλο είναι διετές φυτό. Τον πρώτο χρόνο αναπτύσσεται η σαρκώδης ρίζα του, γι αυτό και καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό. Τον δεύτερο χρόνο παράγει άνθη και σπόρους, ενώ η ρίζα ξυλοποιείται. Για να ανθοφορήσει το φυτό

απαιτείται η εαρινοποίηση. Όταν επικρατήσουν ορισμένες συνθήκες, όπως πχ παρατεταμένο ψύχος (κάτω από  $-4^{\circ}$  C) και στη συνέχεια μακρά φωτοπερίοδος, προκαλείται άνθηση το πρώτο χρόνο, η οποία είναι ανεπιθύμητη για την καλλιέργεια ζάχαρης γιατί μειώνει την περιεκτικότητα της ρίζας.

Το άνθος είναι μικρό χωρίς πέταλα, με πέντε σέπαλα, πέντε στήμονες και με ωοθήκη που περιέχει ένα ωάριο και η οποία καταλήγει σε τρία στίγματα ενωμένα στη βάση. Τα άνθη σχηματίζουν δέσμες, οι οποίες εκφύονται από ένα κοινό άξονα χωρίς διακλαδώσεις. Τα κατώτερα άνθη ανοίγουν πρώτα και η περίοδος ανθοφορίας διαρκεί 3-10 εβδομάδες αναλόγως των καιρικών συνθηκών.

**Σπόρος :** Ο σπόρος είναι μαύρος, διαμέτρου περίπου 2mm και διακρίνεται σε πολύσπερμος και μονόσπερμος. Για σπορά ακριβείας προτιμώνται οι μονόσπερμοι πελλετοποιημένοι σπόροι. Αρρενόστειρες μονόσπερμές ποικιλίες μπορεί να διασταυρωθούν με πολύσπερμους επικονιαστές, για να δώσουν τριπλοειδείς μονόσπερμους σπόρους που δεν χρειάζονται αραιώμα.

Ο σπόρος παρουσιάζει μια περίοδο ληθάργου.

Το ζαχαρότευτλο είναι συνήθως διασταυρούμενο φυτό. Παρουσιάζει σημαντικό ποσοστό αυτοστεριότητας που οφείλεται από γενετικούς παράγοντες, αλλά επηρεάζεται και από το περιβάλλον.

## 2.6. Αύξηση – Ανάπτυξη

Με ικανοποιητική θερμοκρασία και υγρασία ο σπόρος διογκώνεται και βλαστάνει γρήγορα. Σε 4-5 μέρες από τη σπορά εμφανίζονται οι κοτυληδόνες. Στη συνέχεια δημιουργείται η ροζέτα. Στο στάδιο που το πρώτο φύλλο έχει πλήρως εκπτυχθεί, η ρίζα έχει βάθος πάνω από 30 cm.

Με την πλήρη ανάπτυξη των κορυφών, αρχίζουν συνήθως, να περισσεύουν τα προϊόντα της φωτοσύνθεσης, τα οποία αποθηκεύονται στη ρίζα ως σακχαρόζη και με την σειρά της η ρίζα διογκώνεται. Τα παλαιά φύλλα κιτρινίζουν, ενώ σχηματίζονται νέα φύλλα και έτσι η φυλλική επιφάνεια παραμένει σχετικώς σταθερή για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ο μεγαλύτερος Δείκτης Φυλλικής Επιφάνειας επιτυγχάνεται όταν το μεγαλύτερο φύλλο του φυτού έχει πλήρως εκπτυχθεί και στη συνέχεια μειώνεται.

Η συγκέντρωση της σακχαρόζης αυξάνεται έως το φθινόπωρο όπου περιορίζεται η αναπτύξη των ριζών και κορυφών οπότε δεν έχουμε και κατανάλωση σακχαρόζης αλλά ούτε το φυτό παράγει νέα λόγω γήρανσης του και του

περιβάλλοντος.

## 2.7. Τεχνική της Καλλιέργειας

### 2.7.1. Οικολογικές Απαιτήσεις : Κλίμα – Θερμοκρασία – Υγρασία – Φως - Μικροκλίμα – Έδαφος

Για το ζαχαρότευτλο η γνώση των οικολογικών απαιτήσεων του, αλλά και των συνθηκών της περιοχής είναι αναγκαία λόγω της στενής γενετικής παραλλακτικότητας και κατά συνέπεια και οικολογική προσαρμοστικότητα.



Οι σπουδαιότεροι κλιματολογικοί παράγοντες που επηρεάζουν την παραγωγικότητα των ζαχαρότευτλων είναι η θερμοκρασία ημέρας και νύκτας, το μήκος της ημέρας, η ένταση του φωτός, η ατμοσφαιρική υγρασία, η συγκέντρωση CO<sub>2</sub> και η κίνηση του αέρα (Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Scott and Jaggard 1993).

Η **θερμοκρασία** κατά τη οποία αρχίζει η βλάστηση του σπόρου είναι 3-4°C, ενώ με θερμοκρασίες 15-25°C το φύτεμα γίνεται σε 3-4 ημέρες. Τα νεαρά φυτά είναι ευαίσθητα και υφίστανται ζημιές 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 ζημιές στο φύλλωμα.

Η άριστη θερμοκρασία για αυξημένη φωτοσύνθεση και συνεπώς για την αύξηση του βάρους των ριζών κατά τους θερινούς μήνες είναι 20-26°C (Loomis κ.α. 1971). Υψηλότερες θερμοκρασίες είναι επιζήμιες κυρίως κατά το τέλος της περιόδου, όταν γίνεται η εντατική αποθήκευση ζαχαρόζης στη ρίζα. Φαίνεται ότι μεγαλύτερη σημασία από τις απόλυτες τιμές της θερμοκρασίας έχει το θερμομετρικό εύρος. Έχει βρεθεί ότι όσο υψηλότερη γίνεται η θερμοκρασία ημέρας τόσο υψηλότερη είναι και η άριστη θερμοκρασία της νύχτας για να μεγιστοποιηθεί η συγκέντρωση σακχάρου.

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 ορμονικής ισορροπίας του φυτού (Elliott and Weston 1993).

Το **νερό** είναι ένας από τους πιο σημαντικούς παράγοντες για την ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων παρόλο που έχουν σχετικά μικρό συντελεστή διαπνοής (240-400). Οι ανάγκες της καλλιέργειας για νερό είναι αρκετές λόγω της παραγωγής μεγάλης φυτομάζας. Σε περιοχές, όπως η χώρα μας, με περιορισμένη βροχόπτωση κατά την περίοδο της ταχείας ανάπτυξης η άρδευση είναι απαραίτητη για την επίτευξη ικανοποιητικών αποδόσεων. 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 στο τέλος της περιόδου γιατί μειώνεται η περιεκτικότητα των ριζών σε ζαχαρόζη. Οι κύριες επιδράσεις της στέρησης νερού είναι το κλείσιμο των στοματίων και κατά συνέπεια η μείωση της φωτοσύνθεσης, η καθυστέρηση της έκπτυξης των φύλλων και η πρόωρη γήρανση των φύλλων (Dunham 1993).

Ο απαιτούμενος αριθμός αρδεύσεων και η αρδευτική δόση εξαρτώνται από τις ειδικότερες κλιματολογικές συνθήκες της περιοχής.

Τα ζαχαρότευτλά ευνοούνται από τη μέση ένταση του **φωτός**. Πολύ υψηλή ή χαμηλή ένταση μπορεί να προκαλέσει μείωση του ποσοστού του σακχάρου. Η συνολική παραγωγή του 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 και μειώνεται η αποθήκευση προϊόντων της φωτοσύνθεσης στις ρίζες.

Το **μήκος ημέρας** φαίνεται να επηρεάζει τα ζαχαρότευτλα μέσω της φωτοσύνθεσης, αλλά η επίδραση του δεν μπορεί να ερμηνευτεί εύκολα.

Βασικός στόχος σε μια καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων για την αύξηση της παραγωγικότητας είναι η μεγιστοποίηση της δέσμευσης της ηλικιακής ακτινοβολίας, η οποία συνδέεται έμμεσα με τον Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας ακολουθώντας καμπυλόγραμμη σχέση.

Το **μικροκλίμα** που δημιουργείται στο περιβάλλον της φυτείας, λόγω της πυκνής φυτοκάλυψης, επηρεάζει επίσης την αύξηση και την ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων.

Το **έδαφος** διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στην καλλιέργεια των ζαχαροτεύτλων καθώς το εμπορεύσιμο μέρος του φυτού βρίσκεται μέσα στο έδαφος και συνεπώς τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του επηρεάζουν την παραγωγή.

Πιο συγκεκριμένα, τα καταλληλότερα εδάφη είναι τα βαθιά, με καλή

στράγγιση, πηλώδη έως αμμοπηλώδη, πλούσια σε οργανική ουσία, γόνιμα έως μέση γονιμότητάς, με pH 7-8 και απαλλαγμένα από πέτρες και χαλίκια, που παραμορφώνουν τις ρίζες και δυσκολεύουν την εξαγωγή τους.

Τα πολύ βαρέα εδάφη είναι ανεπιθύμητα, γιατί δεν εξασφαλίζουν επαρκή αερισμό και στράγγιση, δίνουν περιορισμένες αποδόσεις και δυσχεραίνουν τη συγκομιδή και τον καθαρισμό των ριζών από τα χώματα.

Επίσης, σε όξινα, κακώς αεριζόμενα ψυχρά και υγρά εδάφη παρατηρούνται τροφοπενίες από έλλειψη μικροστοιχείων. Είναι απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία και κάλιο (Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης 1960, Φασούλας και Σενλογλού 1966).

### **2.7.2. Αμειψισπορά**

Τα ζαχαρότευτλα εναλλάσσονται γενικά με καλλιέργειες βαμβακιού, καλαμποκιού, βιομηχανικής ντομάτας ή και σιταριού, όταν αυτό παίρνει μέρος στην αμειψισπορά αρδευόμενων εκτάσεων για διαφόρους λόγους. Τα σιτηρά ευνοούνται, όταν έπονται των ζαχαρότευτλων, ίσως γιατί εκμεταλλεύονται την υπολειμματική λίπανση.

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 μια συγκεκριμένη εκμετάλλευση ζαχαροτεύτλων σε περιβαλλοντικά προγράμματα.

### **2.7.3. Λίπανση**

Σε συνηθισμένες 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. Η Ε.Β.Ζ. επιδιώκει να κινηθεί στα πλαίσια της ορθολογικής λίπανσης με στόχο τον άριστο συνδυασμό κόστους και γεωργικής απόδοσης. Τα ζαχαρότευτλά συνήθως αντιδρούν έντονα στην οργανική και ανόργανη λίπανση ανάλογα με την σύσταση του εδάφους, τις κλιματολογικές και τις συνθήκες της καλλιέργειας (Γεωπονικός Σύλλογος Μακεδονίας Θράκης 1960,

Φασούλας και Σενλόγλου 1966, Draycott 1993).

**Αζωτο :** Είναι το σπουδαιότερο θρεπτικό συστατικό που επηρεάζει την απόδοση και την ποιότητα των ζαχαροτεύλων και προσλαμβάνεται κυρίως ως νιτρικό αλλά και υπό αμμωνιακή μορφή. Η έλλειψη του προκαλεί χαρακτηριστική χλώρωση των φύλλων και καταστέλλει την αύξηση των φυτών. Τα αζωτούχα λιπάσματα αυξάνουν συνήθως το βάρος των ριζών και κεφαλών, αλλά συνήθως δεν αυξάνουν την περιεκτικότητα σε ζάχαρο.



**Εικόνα 4.** Στην πάνω γραμμή έχουμε περίσσεια Αζώτου και στην κάτω γραμμή έχουμε έλλειψη.

Επαρκής ποσότητα αυξάνει την στρεμματική απόδοση σε ρίζες και άρα σε στρεματοζάχαρο, αλλά η περίσσεια N μειώνει το ζαχαρικό τίτλο και την καθαρότητα του χυμού με αποτέλεσμα να γίνεται αντιοικονομική τόσο για τον παραγωγό όσο και για την βιομηχανία. Γι' αυτό χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην αζωτούχο λίπανση. Υπολογίζεται γενικώς ότι για να μεγιστοποιηθεί το στρεματοζάχαρο πρέπει η καλλιέργεια να προσλάβει 20-25 μονάδες αζώτου ανά στρέμμα. Η συμβουλευτική λίπανση από την Ε.Β.Ζ. είναι 12 -14 kg /στρ.

**Φώσφορος :** γενικά σε πτωχά εδάφη, η φωσφορική λίπανση αυξάνει θεαματικά τις αποδόσεις. Η έλλειψη P προκαλεί, ανάλογα το μέγεθός της, επιβράδυνση αύξησης των νεαρών φυτών, η φυλλική επιφάνεια παραμένει μικρή, μείωση της απόδοσης, ανάπτυξη πασσαλώδους ρίζας ή δευτερογενείς. Η Ε.Β.Ζ. για την χώρα μας προσδιορίζει τις ανάγκες σε P από 0-16 μονάδες P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ στρ, ενώ η συμβουλευτική δόση είναι 9-11 μονάδες.

**Κάλιο και Νάτριο :** ως προς το κάλιο τα ζαχαρότευτλα είναι πολύ απαιτητικά φυτά. Η έλλειψη K καθυστερεί την ανάπτυξη των φυτών, τα φύλλα, πρώτα τα

παλαιότερα, παρουσιάζουν περιφερειακή χλώρωση και αργότερα χλώρωση που μπορεί να επεκταθεί στα μεσονεύρια διαστήματα. Μειώνει επίσης τη φωτοσύνθεση και τον σχηματισμό χλωροφύλλης καθώς και τη σύνθεση πρωτεϊνών και αυξάνει την αναπνοή. Η μεταφορά στις ρίζες των σακχάρων που παράγονται με την φωτοσύνθεση απαιτεί παρουσία Κ. Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη των ριζών είναι αυξημένη σε φυτά που είχαν επάρκεια σε Κ και Να σε σχέση με τα φυτά που είχαν στέρηση. Η παρουσία και των δυο αυτών στοιχείων θεωρείται απαραίτητη. Ενώ το μαγνήσιο και το ασβέστιο βρίσκονται σε ανταγωνισμό με το Κ.

Για τη λίπανση του αγρού με Κ απαιτείται ανάλυση του εδάφους και φυλλοδιαγνωστική. Η περιεκτικότητα του ελάσματος δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1%. Γενικά, τα 2/3 των αγρών δεν λιπαίνονται με κάλιο, ενώ για τα υπόλοιπα προτείνεται καλιούχος λίπανση με 30 kg/στρ.

**Θείο:** το S προσλαμβάνεται από το ζαχαρότευτλο στις ίδιες ποσότητες με το Ρ. η αναλογία του είναι περίπου 12:1 με το Ν. η έλλειψη του S προκαλεί χλώρωση στα νεαρά φύλλα

**Ασβέστιο και Μαγνήσιο :** το Ca παίζει διπλό ρόλο στην επιτυχία της καλλιέργειας. Πρώτα, είναι απαραίτητο στοιχείο για το φυτό και προσλαμβάνεται σε μεγαλύτερη ποσότητα από το Ρ και Mg και δεύτερον, γιατί είναι ο κύριος ρυθμιστής της οξύτητας του εδάφους.

Τα ζαχαρότευτλα έχουν επίσης υψηλές απαιτήσεις σε Mg, προτείνεται η λίπανση με 5-10 kg/στρ.

Τα S, Ca και Mg θεωρούνται δευτερεύοντα στοιχεία.

**Ιχνοστοιχεία:** τα ζαχαρότευτλα έχουν ανάγκη συνήθως από Βόριο, Μαγγάνιο, Χλώριο, Μολυβδαίνιο, Ψευδάργυρο και Χαλκό.

#### 2.7.4. Κατεργασία Εδάφους

Η κατεργασία πρέπει να γίνεται όταν το έδαφος είναι στο ρώγο του. Συνήθως προηγείται ένα βαθύ φθινοπωρινό όργωμα και την άνοιξη με μία ή το πολύ δυο ελαφρές επεμβάσεις δημιουργείται η σποροκλίση. Γενικώς, η κατεργασία του εδάφους την άνοιξη, λόγω και της πρώιμης σποράς, πρέπει να είναι πολύ ελαφρά και επιφανειακή.

### 2.7.5. Καταπολέμηση Ζιζανίων

Τα ζαχαρότευτλα θεωρούνται καλλιέργεια αποπνικτική των ζιζανίων, παρόλα' αυτά έχουν ανάγκη από αντιμετώπιση των ζιζανίων κυρίως στην νεαρή ηλικία. Σήμερα χρησιμοποιούνται 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 λουρίδες εκατέρωθεν της γραμμής σποράς (Κλαβανίδης 1979, Henriksson και Hakansson 1993).

Τα πιο συνηθισμένα ζιζάνια ης τευτλοκαλλιέργειας στην Ελλάδα είναι: η Αγριοτομάτα, η Λουβουδιά, τα Βλήτα, τα Σινάπια, η Αγριάδα, η Αγριοβρώμη και η Κουσκούτα (Κλαβανίδης 1979, Στοιχεία Ε.Β.Ζ.).

## 2.8. ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΤΩΝ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ

Οι καλλιεργούμενες σήμερα στη χώρα μας ποικιλίες είναι όλες ευρωπαϊκής προέλευσης. Η EBZ μέχρι το 1975 προμήθευε τους παραγωγούς αποκλειστικά με σπόρους που προερχόταν από ξένες χώρες. Από το 1975 και μετά άρχισε τον αναπολλαπλασιασμό σπόρων ζαχαρότευτλων στην Ελλάδα με βασικό γενετικό υλικό με ποικιλίες που προερχόταν από ξένους σποροπαραγωγικούς οίκους. Με την παραγωγή ελληνικού τευτλόσπορου η EBZ διαθέτει στους τευτλοπαραγωγούς σπόρο σε τιμές πολύ χαμηλότερες από τις διεθνείς και κυρίως με υψηλές αποδόσεις, περιεκτικότητας σε ζάχαρη και αντοχή στις ασθένειες.

Οι ποικιλίες διακρίνονται βασικά σε μονόσπερμες και πολύσπερμες. Τα τελευταία χρόνια και στη χώρα μας χρησιμοποιείται αποκλειστικά ο γενετικός μονόσπερμος που δίνει από κάθε συγκάρπιο ένα μόνο φυτό, σε αντίθεση με τον πολύσπερμο που είναι συγκάρπιο με 2-5 σπέρματα τα οποία όταν φυτρώσουν δίνουν αντίστοιχα 2-5 φυτά. Ο μονόσπερμος σπόρος υπάρχει σε δύο βασικές μορφές, σαν γυμνός και σαν κουφετοποιημένος.

Και στις δύο μορφές του είναι διατηρημένος, δηλαδή περασμένος από ειδικά κόσκια, ώστε τελικά να κρατηθούν οι σπόροι που έχουν ορισμένο μέγεθος. Στη

χώρα μας χρησιμοποιούμε σπόρους διαμέτρου 3,5-4,5 χιλιοστών.

Οι ποικιλίες των ζαχαρότευτλων κατατάσσονται σε τρεις κυρίως ομάδες, οι οποίες χαρακτηρίζονται με τα γράμματα E, Z, N.

E: είναι ποικιλίες με χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Καλλιεργούνται σε φτωχά και ανεπαρκώς αρδευόμενα εδάφη και είναι κατάλληλα για πρώιμες συγκομιδές.

Z: είναι ποικιλίες με μικρή απόδοση σε βάρος και μεγάλη περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Καλλιεργούνται σε γόνιμα εδάφη κατάλληλα για όψιμες συγκομιδές.

N: είναι ποικιλίες ενδιάμεσες με μέση απόδοση βάρους και μέση περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Καλλιεργούνται σε μέσης γονιμότητας εδάφη, επειδή συνδυάζουν καλό ζαχαρικό τίτλο και ικανοποιητική απόδοση σε βάρος.

Όλες οι ποικιλίες που καλλιεργούνται σήμερα ανήκουν σε ενδιάμεσους τύπους: NZ και EN.

## **2.9. ΣΠΟΡΑ**

Για τη βλάστηση του σπόρου των τεύτλων είναι απαραίτητη ποσότητα υγρασίας, ορισμένη θερμοκρασία και καλός αερισμός. Έδαφος ξηρό ή πολύ υγρό είναι ακατάλληλο για τη βλάστηση του σπόρου. Η καλύτερη υγρασία είναι 12-15%. Η κατώτερη θερμοκρασία βλάστησης είναι + 3° C και η ανώτερη 28-30° C. Η άριστη θερμοκρασία είναι 25° C. Το σύνολο των βαθμών για τη βλάστηση είναι 12-13° C. Σε συνήθειες περιπτώσεις απαιτούνται 10-12 μέρες για την βλάστηση του σπόρου. Η βλαστική ικανότητα του σπόρου των τεύτλων διατηρείται η ίδια για τέσσερα χρόνια, υπό κατάλληλες συνθήκες αποθήκευσης του σπόρου.

### **2.9.1. Εποχή σποράς**

Για την εποχή σποράς μπορεί να λεχθεί ότι όσο προωμότερα γίνεται τόσο καλύτερα. Πρώιμη σπορά των ζαχαροτεύτλων, εφόσον οι συνθήκες το επιτρέπουν, σημαίνει μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις. Στις ψυχρές περιοχές της χώρας, ο Μάρτιος είναι πλέον κατάλληλος μήνας, αν και μπορούμε να σπείρουμε ακόμα και τον Απρίλιο. Στις θερμές περιοχές, η σπορά μπορεί να γίνει και το Φεβρουάριο. Η σπορά του Μαρτίου θεωρείται από τη EBZ ως η κανονική, ενώ εκείνη του Απριλίου

ως όψιμη. Μερικές φορές, λόγω των κακών καιρικών συνθηκών, η σπορά επεκτείνεται και μέχρι το πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου.

### **2.9.2. Τρόπος σποράς**

Η σπορά γίνεται με σπαρτικές μηχανές όμοιες με τις σπαρτικές μηχανές βαμβακιού και καλαμποκιού. Τις σπαρτικές μηχανές μπορούμε να τις κατατάξουμε σε δύο κατηγορίες. Στις μηχανές που είναι εφοδιασμένες με σποροδιανομέα με βοθρία και στις πνευματικές, στις οποίες η συγκράτηση των σπόρων πάνω στο δισκοδιανομέα γίνεται με αναρρόφηση αέρα. Οι πνευματικές μηχανές εξασφαλίζουν ομοιόμορφη σπορά και τοποθετούν σε κάθε θέση ένα σπόρο. Με τον τρόπο αυτό λιγοστεύει ή ελαχιστοποιείται η εργασία του αραιώματος. Σήμερα χρησιμοποιούμε σχεδόν πάντα πνευματικές μηχανές και μπορούμε να σπείρουμε τόσο το γυμνό σπόρο όσο και τον κουφετοποιημένο.

### **2.9.3. Βάθος σποράς**

Το βάθος της σποράς κυμαίνεται από 2-5 εκατοστά και εξαρτάται από την κατάσταση του εδάφους και από την εποχή σποράς. Στις πρώιμες σπορές πρέπει να σπέρνουμε περισσότερο επιφανειακά, ενώ αντίθετα λίγο βαθύτερα όταν σπέρνουμε όψιμα. Μεγαλύτερο βάθος στις πρώιμες σπορές, μπορεί να αποβεί επικίνδυνο στις περιπτώσεις που θα χαλάσει ο καιρός, τόσο για το σπόρο όσο και για τα νεαρά φυτά, εξ' αιτίας της υπερβολικής υγρασίας και των χαμηλών θερμοκρασιών.

### **2.9.4. Αποστάσεις σποράς**

Οι αποστάσεις μεταξύ των γραμμών πρέπει να κυμαίνονται από 45-50 εκατοστά του μέτρου. Η απόσταση των 45 εκατοστών του μέτρου, γραμμής από γραμμή, διευκολύνει το πέρασμα των ψεκαστικών μηχανημάτων, οπότε αφήνοντας αποστάσεις φυτού από φυτό πάνω στη γραμμή γύρω στα 16-25 εκατοστά έχουμε τον σωστό αριθμό φυτών στο στρέμμα για μια καλή παραγωγή.

### 2.9.5. Απεντόμωση του εδάφους

Η απεντόμωση του εδάφους είναι σήμερα μια απαραίτητη εργασία, που έχει σαν σκοπό να προστατέψει τα νεαρά φυτά από τα διάφορα έντομα και ιδίως από τα σιδηροσκούληκα που υπάρχουν άφθονα, κυρίως στα χωράφια που προέρχονται από καλαμιές. Με την ευρεία διάδοση που έχει σήμερα ο μονόσπερμος σπόρος και με την τάση να λιγοστεύουν την ποσότητα του σπόρου και να μειώνεται έτσι ο αριθμός των φυτών που φυτρώνουν κατά στρέμμα, η προστασία των νεαρών φυτών γίνεται περισσότερο απαραίτητη. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται όταν η σπορά γίνεται σε απόσταση 15 εκατοστά περίπου που είναι και η τελική θέση των φυτών, χωρίς να ακολουθεί αραίωμα.

Η προστασία των νεαρών φυτών από τα έντομα εδάφους μπορεί να γίνει με διάφορα εντομοκτόνα.

### 2.9.6. Ποσότητα σπόρου

Στη χώρα μας χρησιμοποιείται αποκλειστικά ο γενετικά μονόσπερμος σπόρος, ο οποίος υπάρχει σε δύο βασικές μορφές: σαν γυμνός και σαν κουφετοποιημένος. Και στις δύο μορφές είναι διατηρημένος. Ο κουφετοποιημένος σπόρος σπέρνεται περίπου 75%, είναι ντυμένος εξωτερικά με ένα ειδικό υλικό ώστε να αποκτήσει σφαιρικό σχήμα. Έτσι πετυχαίνουμε μεγαλύτερη ακρίβεια διανομής στο χωράφι αλλά έχει μεγαλύτερες απαιτήσεις σε υγρασία για το φυτρωμά του.

### 2.10. Εχθροί και ασθένειες

#### **Κερκόσπορα (Cercospora beticola)**

Είναι η σοβαρότερη ασθένεια των ζαχαρότευτλων στη χώρα μας. Το θερμό κλίμα (25 - 35°C) και η υγρασία που υπάρχει στα χωράφια από τα ποτίσματα της τεχνητής βροχής, δημιουργούν ένα περιβάλλον που ευνοεί πολύ την κερκόσπορα .

Κατά τα τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου, παρουσιάζονται τα πρώτα συμπτώματα σε παλιά φύλλα. Είναι μικρές στρογγυλές κηλίδες (βούλες) και παρουσιάζονται από μία ή δύο σε κάθε φύλλο.

Η καταπολέμηση της Κερκόσπορας γίνεται με τους εξής τρόπους:

1. Με αμειψισπορά, που είναι το σπουδαίο προληπτικό μέτρο.



2. Αποφυγή των υπερβολικών ποτισμάτων, ιδίως εκείνων με τεχνητή βροχή, με σκοπό να περιορίσουμε την υπερβολική υγρασία, η οποία ευνοεί την ανάπτυξη της ασθένειας.

3. Για την καταπολέμηση της ασθένειας χρειάζονται προληπτικοί ψεκασμοί, όταν αρχίζουν οι μολύνσεις και πολύ πριν παρουσιασθούν τα συμπτώματα. Η περίοδος αυτή αρχίζει από την εποχή που κλείνουν οι γραμμές των τεύτλων, συνήθως από τα μέσα Μαΐου μέχρι τις αρχές Ιουνίου.

### **Ωίδιο**

Ασθένεια φυλλώματος που προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe betae*. Η προσβολή εμφανίζεται από τα μέσα Ιουνίου.

### **Ριζομανία**

Η ριζομανία είναι μια πολύ σοβαρή ασθένεια των τεύτλων. Προκαλείται από ιό, που μεταδίδεται με ένα μύκητα εδάφους. Η κεντρική ρίζα είναι μικρότερη από εκείνη των υγιών φυτών, ενώ αναπτύσσεται υπερβολικός αριθμός ριζιδίων, αποτέλεσμα της δημιουργία συμπαγούς μάζας ριζιδίων με τα οποία στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι νεκρά.

Από το χαρακτηριστικό αυτό σύμπτωμα η ασθένεια ονομάστηκε ριζομανία. Στις όψιμες προσβολές οι ζημιές είναι μικρότερες. Τα φύλλα των ασθενών φυτών παίρνουν διάχυτο κίτρινο χρώμα και είναι ανορθωμένα με έλασμα λεπτό και ελαφρά κατσαρωμένο.

Οι ζημιές που προκαλεί μπορεί να φθάσουν, στις πολύ σοβαρές περιπτώσεις, μέχρι την ολοκληρωτική καταστροφή των τεύτλων.

Για την αντιμετώπιση της ριζομανίας συνιστώνται:

- 1.Εξαετής τουλάχιστον αμειψισπορά
- 2.Αποφυγή υπερβολικών ποτισμάτων. Όπου παρουσιάζεται η ασθένεια, ποτίσματα με λίγο νερό και συχνότερα για να συντηρούνται τα τεύτλα.
- 3.Στράγγιση και ισοπέδωση των χωραφιών, για να μη μαζεύονται νερά στα βαθουλώματα.
- 4.Αποφυγή μεταφοράς χώματος από προσβεβλημένο σε υγιή αγρό
- 5.Καταπολέμηση των ζιζανίων, κυρίως της λουβουδιάς, γιατί είναι φορέας της ασθένειας.

### **Ίκτερος**

Ο Ίκτερος των τεύτλων εμφανίζεται στη χώρα μας σε μικρές εκτάσεις, ενώ προκαλεί μεγάλες ζημιές στην Ευρώπη. Προκαλεί κιτρίνισμα των φυτών, μείωση

παραγωγής ριζών και του ζαχαρικού τίτλου, ακόμη υποβιβασμό της ποιότητας του χυμού.

Ο Ίκτερος οφείλεται σε δύο ιούς, τον κανονικό και τον ήπιο. Τα συμπτώματα και των δύο είναι συνήθως ίδια και συνήθως συνυπάρχουν στα προσβεβλημένα φυτά. Η μόλυνση των φυτών γίνεται με τις αφίδες. Μια και οι περισσότερες ιώσεις μεταφέρονται από τις αφίδες, έλεγχος των τελευταίων θα περιόριζε την εμφάνιση των ιώσεων. Μπορούν να εμφανισθούν αρκετές ιώσεις, που είναι γνωστές με τα ονόματα: κίτρινος ιός, κίτρινη σήψη, κατσαρωτή κορυφή κλπ.

#### **Σιδηροσκώληκες (*agriotes* sp).**

Τα τέλεια έντομα συνήθως δεν προκαλούν ζημιές.

#### **Αγρότιδες (*Agrotis* spp).**

Οι προνύμφες γνωστές και σαν αγρότιδες, θεωρούνται από τα περισσότερο επιβλαβή και πολυφάγα έντομα.

με ανάλογη δράση. Επίσης, καταπολεμούνται με ψεκασμούς κατά τη νύχτα.

#### **Άλτης (*Chaetocnema tibialis*)**

Ο άλτης είναι ένα μικρό σκούρο σκαθάρι, μήκους 3 χιλ. Δημιουργεί μικρές τρύπες στα φύλλα και στο βλαστό των μικρών τεύτλων, αμέσως μετά το φύτεμα ή και αργότερα

#### **Αφίδες (*aphis fabae* Scop, *myzus persicae* Sulz.)**

Χαρακτηριστικά των αφίδων, είναι ο γρήγορος πολλαπλασιασμός και οι πολλοί ξενιστές στους οποίους διαδοχικά συμπληρώνουν το βιολογικό τους κύκλο.

#### **Κλεονός (*Bothynoderes punctiventris*).**

Το μικρό αυτό σκαθάρι τρώει τα φύλλα των μικρών κυρίως φυτών, σε σχήμα συνήθως ημικυκλικό. Διαχειμάζει ως ακμαίο. Ευνοείται πολύ με τις υψηλές θερμοκρασίες και τη λιακάδα δηλ. αργά την άνοιξη τις μεσημεριανές ώρες, ενώ διακόπτεται με νεφοσκεπή ουρανό και βροχή.

#### **Λίξος (*Lixus junci*)**

Είναι έντομο που μοιάζει με τον κλεονό, μόνο που είναι στενότερο και μακρύτερο. Είναι πολύ επικίνδυνο έντομο για τα τεύτλα και ιδιαίτερα τα τεύτλα σποροπαραγωγής.

Σε σπάνιες περιπτώσεις παρουσιάζονται προσβολές και από ένα μικρό σκαθάρι, την **Κασσιδα** που κάνει πολλές τρύπες στα φύλλα.

#### **Φθορμαία (*Scrobipalpa ocelatella*).**

Είναι μια πολύ μικρή κάμπια, που προσβάλλει την καρδιά του φυτού. Σε έντονη

προσβολή, συνενώνονται τα φύλλα της καρδιάς, μαυρίζουν και καταστρέφονται τα σημεία φυτρώματος των νέων φύλλων, με αποτέλεσμα το σάπισμα της καρδιάς των τεύτλων. Ευνοείται από την ξηρασία και τις υψηλές θερμοκρασίες.

### **Νηματώδεις (*Heterodera schachtii* Schmidt)**

Οι νηματώδεις του γένους HETERODERA ζουν μέσα στο υπόγειο τμήμα των φυτών. Ο κυριότερος χαρακτήρας αυτών είναι ο σχηματισμός ανθεκτικών κύστεων ικανών να αντέξουν στις δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος.

## **2.11. ΑΡΔΕΥΣΗ**

Το ζαχαρότευτλο, φυτό με βαθύ ριζικό σύστημα, είναι ικανό να ανθίσταται στην ξηρασία περισσότερο από άλλα φυτά, αλλά όπως όλα τα ριζώδη φυτά, για την άμεση ανάπτυξη του χρειάζεται αξιόλογες ποσότητες νερού. Αν και τα ζαχαρότευτλα έχουν χαμηλό συντελεστή διαπνοής εν τούτοις οι ανάγκες του σε νερό είναι αυξημένες λόγω του σχηματισμού μεγάλης φυτομάζας. Η συσχέτιση της εφαρμοζόμενης ποσότητας νερού και της απόδοσης είναι περίπλοκη γιατί επιδρούν πολλοί παράγοντες όπως εδαφοκλιματικοί, πληθυσμός φυτών, λίπανση, εποχή συγκομιδής κ.α.

Σήμερα αρδεύεται το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων για να μπορεί να είναι οικονομικά βιώσιμη η καλλιέργεια. Με την άρδευση αυξάνεται η παραγωγή της ξηράς ουσίας των ριζών και του φυλλώματος, μειώνεται συνήθως η περιεκτικότητα σε ζαχαρόζη, τελικά όμως το στρεμματοζάχαρο αυξάνεται. Επίσης, αυξάνεται η πρόσληψη θρεπτικών στοιχείων χωρίς όμως απαραίτητως να συνοδεύεται από αύξηση της περιεκτικότητας αυτών στην ρίζα λόγω της μεγαλύτερης ανάπτυξης που προκαλείται με την επάρκεια νερού. Η άρδευση επηρεάζει περισσότερο τις αποδόσεις σε σύγκριση με την αζωτούχο λίπανση και την εποχή συγκομιδής.

Στην Ελλάδα, με βάση τα πειράματα της E.B.Z., για την μεγιστοποίηση των αποδόσεων προτείνεται άρδευση με 800-1000mm. Η ποσότητα αυτή δεν επηρεάζει σημαντικά τον ζαχαρικό τίτλο, ενώ συντελεί στην απομάκρυνση της περίσσειας του αζώτου. Η παραπάνω άρδευση μπορεί να προκαλέσει και ζημίες από μύκητες και ασθένειες.

Η ποσότητα του νερού που θα δώσουμε στο χωράφι εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους. Σε κανονικά επαναλαμβανόμενα ποτίσματα οι δόσεις είναι:

- α) στα ελαφρά - αμμουδερά εδάφη 40-50 κυβ. μέτρα/στρέμμα

β) στα μεσαία -αμμοπηλώδη εδάφη 50-70 κυβ.μέτρα/στρέμμα

γ) στα βαρεία-αργιλώδη εδάφη 60-80 κυβ.μέτρα/στρέμμα.

Το νερό που χρησιμοποιούν τα ζαχαροτεύτλα είναι αυτό που μπορούν να συγκρατήσουν τα εδάφη στο βάθος 60 εκατοστών, περίπου δύο ημέρες μετά το πλήρες πότισμα. Η ποσότητα αυτή είναι η μεγαλύτερη δόση νερού που επιτρέπεται να ρίξουμε. Εκτός από το πότισμα φυτρώματος, τα υπόλοιπα ποτίσματα δεν πρέπει να περιλαμβάνουν λιγότερα από 30 mm νερό στο στρέμμα.

Πιο συγκεκριμένα, οι πρώτες ανάγκες των ζαχαροτεύτλων για πότισμα εμφανίζονται αμέσως μετά τη σπορά, στις περιπτώσεις που δεν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος. Η μεγαλύτερη ποσότητα του νερού χάνεται με την εξάτμιση από το γυμνό έδαφος. Μετά το φύτευμα και πριν από το κλείσιμο των γραμμών, τα τεύτλα έχοντας περιορισμένο φύλλωμα, έχουν μικρές ανάγκες σε νερό, οι οποίες συνήθως αυτή την εποχή ικανοποιούνται από τα υπάρχοντα εδαφικά αποθέματα. Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται γρήγορα σε βάθος και εκμεταλλεύεται αρκετό όγκο εδάφους.

Στη συνέχεια, η κρίσιμη περίοδος που τα τεύτλα έχουν μεγάλη ανάγκη σε νερό, αρχίζει λίγο πριν από το κλείσιμο των γραμμών και τελειώνει περίπου 150 ημέρες από την ημερομηνία σποράς. Στην περίοδο αυτή περιλαμβάνονται οι μήνες Ιούνιος, Ιούλιος και Αύγουστος που θεωρούνται και μήνες της κύριας αρδευτικής περιόδου των ζαχαροτεύτλων. Από το Σεπτέμβριο και μέχρι τη λήξη της συγκομιδής, οι θερμοκρασίες αρχίζουν να πέφτουν, το φύλλωμα των τεύτλων περιορίζεται και οι ανάγκες σε νερό μειώνονται. Η ποσότητα του νερού που χάνεται με την εξάτμιση μειώνεται.

Ο φυτικός συντελεστής  $K_c$  που ορίζεται από την εξίσωση :

$$ET_c = K_c * ET_c \text{ αναφ. ,}$$

όπου:  $ET_c$  είναι η πραγματική εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας  
και  $ET_c$  αναφ. είναι η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

παίρνει τη μέγιστη τιμή στην πλήρη κάλυψη του εδάφους από το φύλλωμα.

Ο παρακάτω πίνακας δίνει τις διάφορες τιμές του  $K_c$  για τα διάφορα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας προσαρμοσμένες στις ελληνικές συνθήκες για τη χρήση δυο μεθόδων υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής με τη μέθοδο Penman κατά FAO – 24 και με τη συνδυασμένη μέθοδο Penman – Monteith κατά FAO.

Μέθοδος	Κε Ζαχαρότευτλων			
	Αρχικό στάδιο	Στάδιο ταχείας ανάπτυξης	Μέση περίοδος	Τελικό στάδιο
Penman κατά FAO – 24	0,35	0,5	0,75	0,4
Penman – Montheith κατά FAO	0,45	0,65	1,00	0,5

Ο Παπαζαφειρίου (1996) αναφέρει σε εκτεταμένα πειράματα σε ζαχαρότευτλα, όπου εφαρμόστηκαν δύο επίπεδα νερού, 530mm και 602mm, για όλη τη βλαστική περίοδο. Η παραγωγή τεύτλων ήταν αντίστοιχα 10,34 και 10,9 τόνοι ανά στρέμμα αλλά η αντίστοιχη παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης ήταν 1,304kg και 1,288kg ανά στρέμμα. Είναι φανερό, ότι μέγιστο οικονομικό αποτέλεσμα επιτεύχθηκε όταν η καλλιέργεια δέχτηκε 530mm καθώς εκτός των άλλων είχαμε εξοικονόμηση νερού και λειτουργικών εξόδων των αρδεύσεων.

### Μέθοδοι ποτίσματος

Οι τρόποι ποτίσματος που εφαρμόζονται στη χώρα μας για τα τεύτλα είναι:

**Επιφανειακό πότισμα:** επιφανειακό πότισμα σημαίνει πότισμα με αυλάκια που ανοίγονται ανάμεσα στις σειρές των τεύτλων. Η άρδευση με αυλάκια παρουσιάζει το σοβαρό πλεονέκτημα να έχει χαμηλό κόστος. Εν τούτοις απαιτεί χωράφια πολύ καλά ισοπεδωμένα, με ομοιόμορφη και σωστή κλίση. Εκτός από το χαμηλό κόστος το πότισμα με αυλάκια έχει το πλεονέκτημα να μην ξεπλένει από τα φύλλα το φάρμακο που χρησιμοποιείται για την καταπολέμηση της κερκόσπορας.

**Τεχνητή βροχή.** Εφαρμόζεται στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχει επιφανειακό δίκτυο και το νερό αντλείται από μεγαλύτερο ή μικρότερο βάθος. Ουσιαστικά πλεονέκτημα της μεθόδου αυτής είναι η ακριβής ρύθμιση και η σχετική οικονομία νερού, δεν απαιτεί τέλεια ισοπέδωση και ο κίνδυνος επιφανειακής διάβρωσης του εδάφους είναι μειωμένος. Η μέθοδος αυτή έχει το μειονέκτημα του μεγάλου κόστους για τη λειτουργία και την αρχική εγκατάσταση και ευνοεί την κερκοσπορίαση. Ανάλογα με τον τρόπο εγκατάστασης και λειτουργίας τα συστήματα της τεχνητής βροχής τα διακρίνουμε:

Στο μεταφερόμενο κλασικό σύστημα τεχνητής βροχής, το οποίο κατανέμει καλύτερα το νερό και επηρεάζεται λιγότερο από τον άνεμο (πολλά εργατικά)

Στο αυτοκινούμενο σύστημα ποτίσματος «καρούλι» ή «πύραυλος» το οποίο έχει διαδοθεί πάρα πολύ τα τελευταία χρόνια και αντικατέστησε σχεδόν το παραδοσιακό μεταφερόμενο σύστημα τεχνητής βροχής. Έχει μικρό κόστος λειτουργίας (λίγα εργατικά), αλλά υψηλό κόστος αγοράς και επηρεάζεται από τον αέρα περισσότερο, με συνέπεια πιο ανομοιόμορφο πότισμα.

Στην αυτοκινούμενη μπάρα ή πολυμπέκ. Είναι μια παραλλαγή της προηγούμενης μεθόδου με μειονεκτήματα και πλεονεκτήματα.

**Στάγδην άρδευση.** Με τη μέθοδο αυτή το πότισμα δεν επηρεάζεται από τον άνεμο και οι συνθήκες για την ανάπτυξη των ασθενειών στο φύλλωμα (κερκόσπορα) είναι λιγότερο ευνοϊκές απ' ό τι στις άλλες μεθόδους ποτίσματος.

Η στάγδην άρδευση είναι σε ερευνητικό στάδιο, αλλά τα αποτελέσματα της φαίνεται να είναι ενθαρρυντικά, τόσο στην παραγωγή όσο και στην ομοιομορφία άρδευσης, την εξοικονόμηση νερού και την επίδραση στο μικροκλίμα της καλλιέργειας.

Οι Sharmasarkar et al. (2001) αναφέρουν υψηλότερη παραγωγή ριζών και στρεματοζάχαρου κάτω από συνθήκες στάγδην άρδευσης συγκριτικά με την άρδευση με αυλάκια και η υψηλότερη αποδοτικότητα παρουσιάζεται στις περιοχές με μεγαλύτερο κόστος ύδατος και υψηλότερες δαπάνες για την καταπολέμηση ζιζανίων.

## **2.12. Ωρίμανση και συγκομιδή**

### **2.12.1 Ωρίμανση**

Τα ζαχαρότευτλα πρέπει να μείνουν στο χωράφι μέχρις ότου αποκτήσουν τη μέγιστη περιεκτικότητα σε ζαχαρόζη. Ωριμα θεωρούνται τα τεύτλα όταν τα ανώτερα φύλλα αποκτούν κιτρινοπράσινο χρωματισμό, ενώ τα κατώτερα αρχίζουν να γίνονται καστανά. Ο χρόνος ωρίμανσης καθώς επίσης και η στρεμματική απόδοση σε ρίζες και ζάχαρη προσδιορίζονται από την εποχή σποράς, την ποικιλία και τις κλιματολογικές και καλλιεργητικές συνθήκες. Δεδομένου ότι το εργοστάσιο πρέπει να λειτουργήσει για μια μεγαλύτερη περίοδο, οι γεωπόνοι του ρυθμίζουν την εποχή συγκομιδής των τεύτλων έτσι ώστε και οι παραγωγοί να μην ζημιώνουν και το εργοστάσιο να λειτουργήσει για μεγαλύτερη περίοδο. Στην περίοδο αυτή, οι

παραγωγοί που θα αναγκαστούν να συγκομίσουν τα τεύτλα πρώιμα, οπότε το στρεμματοζάχαρο θα είναι χαμηλό, επιδοτούνται από την Ε.Β.Ζ. Παρόμοια επιδότηση παίρνουν και οι παραγωγοί που θα συγκομίσουν τα τεύτλα όψιμα (Νοέμβριο - Δεκέμβριο).

### 2.12.2 Συγκομιδή

Συγκομιδή των τεύτλων λέμε την εξαγωγή τους από το έδαφος και την προετοιμασία τους για τη μεταφορά στο εργοστάσιο. Η εργασία αυτή μπορεί να γίνει με τα χέρια, όπως γινόταν στα πρώτα χρόνια της λειτουργίας των εργοστασίων ή με τις ειδικές συγκομιστικές μηχανές. Η συγκομιδή με τα χέρια ήταν μια εργασία πολύ κουραστική, δύσκολη και κόστιζε ακριβά. Ξαναγυρίζουμε όμως σ' αυτή σε περιπτώσεις δύσκολων καιρικών συνθηκών, όπου οι μηχανές δεν είναι σε θέση να εργασθούν.

Σήμερα, η συγκομιδή γίνεται με τις μηχανές τεύτλων. Συνηθέστερες είναι οι αυτοκινούμενες μηχανές μιας σειράς, οι οποίες κάνουν συγχρόνως όλες τις εργασίες, ήτοι κόβουν τις κορυφές, εκριζώνουν τις ρίζες και τις φορτώνουν στα μεταφορικά μέσα. Οι εργασίες αυτές πρέπει να γίνονται προσεκτικά, ώστε τα τεύτλα να είναι απαλλαγμένα από ξένες ύλες και χωρίς απώλειες από σπασίματα, κακή αποκορύφωση κλπ. Η αποκορύφωση του τεύτλου γίνεται με ένα οριζόντιο μαχαίρι της μηχανής, το οποίο ανεβοκατεβαίνει με ειδικό μηχανισμό ανάλογα με το ύψος του κάθε τεύτλου. Οι κορυφές με τα φύλλα απομακρύνονται μετά το κόψιμο με μια περιστροφική βούρτσα του μηχανήματος.

Κατόπιν, ειδικό σύστημα της μηχανής βγάζει τις ρίζες, χωρίς να εισέρχεται σε βάθος μεγαλύτερο από 5-10 εκατοστά για να μη βγάζει μεγάλες ποσότητες χώματος μαζί με τα τεύτλα. Αυτά απαλλάσσονται από τα χώματα με ένα σύστημα κοσκινίσματος. Τα τεύτλα, μετά τον καθαρισμό τους, αποθηκεύονται προσωρινά στον κάδο της μηχανής. Αφού ο κάδος γεμίσει αδειάζεται στην πλατφόρμα για να μεταφερθούν οι ρίζες στο εργοστάσιο.

Η μηχανική συλλογή των τεύτλων παρουσιάζει δύο μειονεκτήματα: α) έχει απώλειες 3-6% και β) οι κορυφές δεν κόβονται πάντα εκεί που πρέπει. Όταν κόβονται ψηλότερα από το κανονικό, αφήνουν ένα τμήμα του λαιμού στην ρίζα η οποία έτσι γίνεται πτωχότερη σε ζάχαρο και δυσχεραίνει την επεξεργασία τους. Όταν κόβονται χαμηλότερα έχουμε απώλεια σε ζάχαρη.

Μια πετυχημένη συγκομιδή προϋποθέτει μια καλή φυτεία με σωστά αραιωμένα τεύτλα και απαλλαγμένη από ζιζάνια. Ο τύπος του εδάφους (βαρύ - ελαφρό), η υγρασιακή του κατάσταση και η κατάσταση της μηχανής και η λειτουργία της, παίζουν επίσης σοβαρό ρόλο.

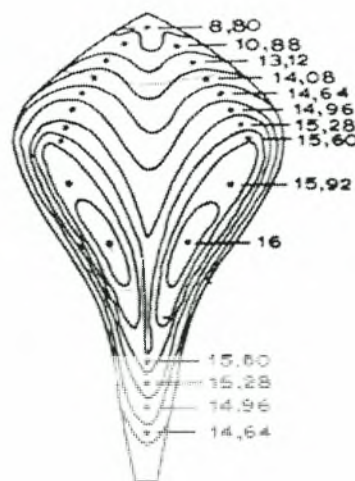
### 2.13 Αποδόσεις

Οι στρεμματικές αποδόσεις σε τεύτλα στη χώρα μας κυμαίνονται μεταξύ 5-7 τόνων στους ποτιστικούς αγρούς και 2,5-3 στους ξηρικούς και με ζαχαρικό τίτλο περίπου 15%.

### 2.14 Επεξεργασία

Η ρίζα του ζαχαρότευτλου περιέχει κατά μέσο όρο 75% νερό και 25% ξηρά ουσία, η οποία αποτελείται κατά 4/5 από διαλυτά συστατικά και το 1/5 από αδιάλυτα. Από τα διαλυτά συστατικά, η ζαχαρόζη βρίσκεται σε μεγάλη αναλογία (κατά μ.ο 16% του βάρους της ρίζας). Από τα διαλυτά συστατικά είναι διάφορες οργανικές ενώσεις αζωτούχες (1,8%) ή μη αζωτούχες (1,4%) και ανόργανα άλατα (0,8%).

Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη διαφέρει σημαντικά από ρίζα σε ρίζα και κυμαίνεται μεταξύ 10-20%. Επίσης διαφέρει, ανάλογα με την εποχή ανάπτυξης και καλλιέργειας. Στην ίδια ρίζα, η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι μεγαλύτερη λίγο πιο πάνω από το μέσο αυτής και μειώνεται προς τα δύο άκρα. Το άκρο της ρίζας είναι το φτωχότερο μέρος σε ζάχαρη, μετά το κέντρο της στεφάνης (κορυφής). Η κατανομή της περιεκτικότητας σε ζάχαρη της ρίζας του ζαχαρότευτλου φαίνεται στην εικόνα 5.



**Εικόνα 5.** Η κατανομή ζαχαρικού τίτλου στη ρίζα.

Η τιμή μονάδας αγοράς των ζαχαρότευτλων από το εργοστάσιο καθορίζεται με βάση την περιεκτικότητα αυτών σε ζάχαρη (ζαχαρικό τίτλο). Ο προσδιορισμός του τελευταίου γίνεται εργαστηριακά με τα ειδικά ζαχαρόμετρα που καλούνται πολωσίμετρα, και μπορούμε να αναγνώσουμε κατ' ευθείαν επί τοις % περιεκτικότητα σε ζάχαρη.

Η σειρά των εργασιών κατά την επεξεργασία των ζαχαρότευτλων για την



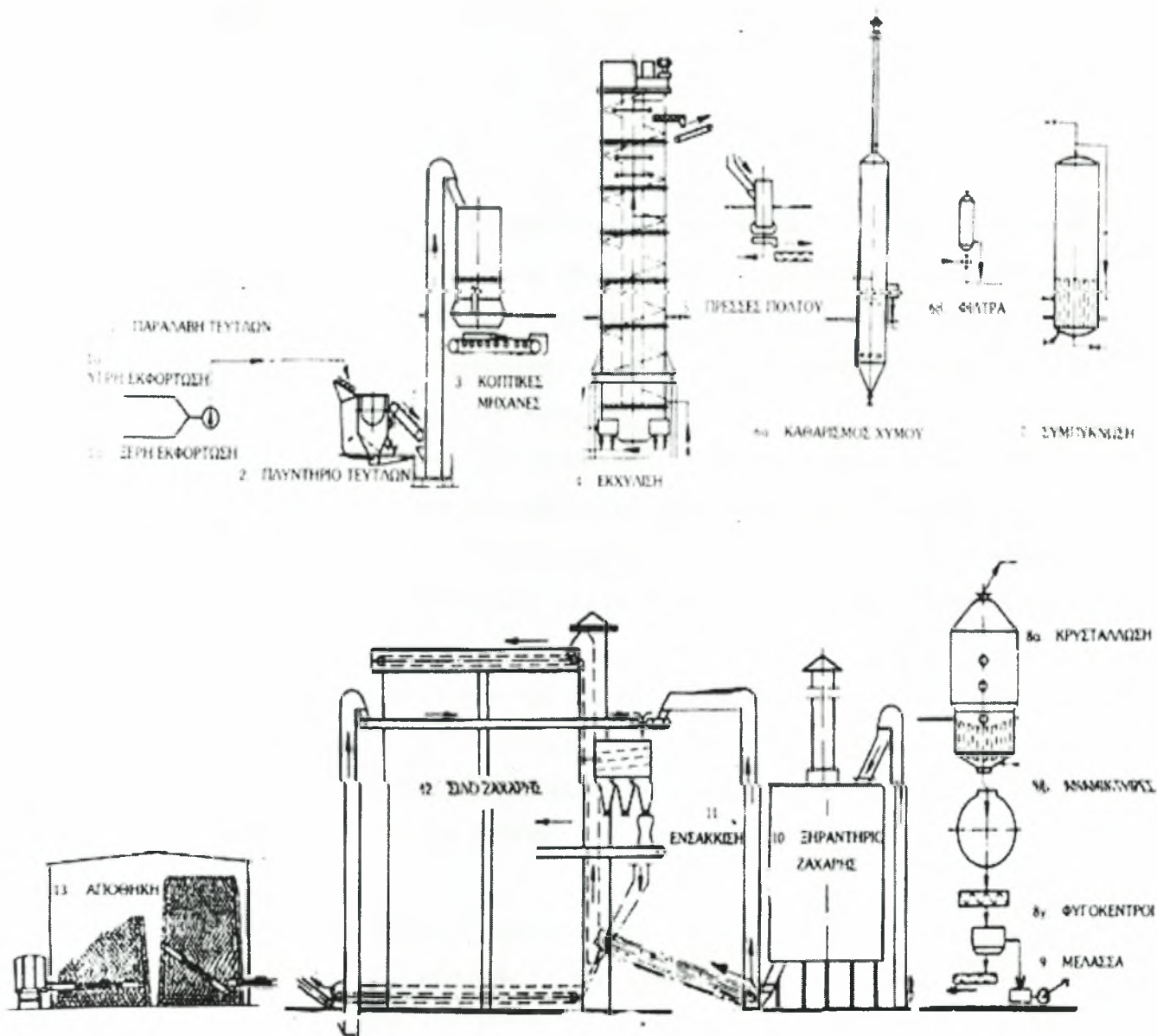
εξαγωγή ζάχαρης είναι σε γενικές γραμμές η παρακάτω: Τα τεύτλα έρχονται στο εργοστάσιο με τρακτέρ, φορτηγά αυτοκίνητα ή σιδηροδρομικά βαγόνια. Ξεφορτώνονται είτε στην υγρή εκφόρτωση (Iα), όπου πέφτουν κατ' ευθείαν στα κανάλια των τεύτλων, είτε στην ξηρή εκφόρτωση (Iβ) και από εκεί στα σιλό.

Τα τεύτλα από τα σιλό με τη βοήθεια νερού, μέσα από κανάλια, πάνε προς την αντλία τεύτλων και από εκεί στο πλυντήριο (2).

Κατόπιν μεταφέρονται στις κοπτικές μηχανές (3) όπου κόβονται σε λεπτά κομμάτια (πρόσφατα τεμαχίδια). Τα πρόσφατα τεμαχίδια οδηγούνται στις συσκευές εκχύλισης (4), ανακατεύονται με ζεστό νερό για να διαλυθεί η ζάχαρη τους, και σε μια ορισμένη θερμοκρασία, παίρνεται ο ζαχαρούχος χυμός (ακατέργαστος χυμός). Το υπόλοιπο του τεύτλου σε μορφή πολτού, πιέζεται σε ειδικές πρέσες (5) και παράγεται ο νωπός πολτός (πούλπα). Αυτός, είτε στη νωπή του μορφή, είτε αφού πρώτα ξεραθεί στα ξηραντήρια πολτού, χρησιμεύει για ζωοτροφή.

Ο ακατέργαστος χυμός από την εκχύλιση, πάει στον καθαρισμό χυμού (6α), όπου με τη βοήθεια ασβέστη (γάλα ασβεστίου) και διοξειδίου του θείου, απομακρύνονται οι ουσίες που δεν έχουν ζάχαρη (μη ζαχαρούχες ουσίες), μέσα σε ειδικά φίλτρα (6β). Μετά τον καθαρισμό χυμού, ο χυμός που είναι καθαρός, αλλά ακόμα αραιός, με τη βοήθεια ατμού συμπυκνώνεται στο σταθμό συμπύκνωσης (7) και παίρνεται τελικά ένας χυμός πυκνός.

Ο πυκνός αυτός χυμός έρχεται στις συσκευές κρυστάλλωσης (8α) και με τη βοήθεια κενού εξατμίζεται (σε θερμοκρασία χαμηλότερη από 100οC), μέχρις ότου το σιρόπι “δέσει” (σχηματίζει μια κλωστή όταν το πιάνουμε με τα δάχτυλα). Τότε το μπολιάζουμε με ένα κουταλάκι με ζάχαρη (πυρήνες κρυστάλλωσης) και αρχίζουν έτσι να γίνονται σε όλο το χώρο της συσκευής (περίπου 50 τόνοι) κρύσταλλοι ζάχαρης. Παίρνουμε τότε μια ζαχαρομάζα που έχει και ζάχαρη και σιρόπι. Αφού γίνει σ' αυτή καλή ανάμειξη στους αναμκτήρες (8β), χωρίζουμε το σιρόπι από τη ζάχαρη, σε φυγόκεντρους ζάχαρης (8γ). Για να βγάλουμε και άλλη ζάχαρη (αποζαχάρωση), ξανακάνουμε με τα σιρόπια άλλες δύο κρυσταλλώσεις. Το τελευταίο σιρόπι λέγεται μελάσα (9), αποθηκεύεται σε δεξαμενές και χρησιμοποιείται σε βιομηχανίες οινοπνεύματος, ζυμών και κτηνοτροφών. Η ζάχαρη από τις φυγόκεντρες κρύνει και ξεραίνεται στα ξηραντήρια ζάχαρης, (10). Μετά κοσκινίζεται και τελικά έρχεται στις ενσαστικτικές μηχανές (II), όπου μπαίνει σε σακιά 50 κιλών, που στη συνέχεια μεταφέρονται στην αποθήκη ζάχαρης (13). Η ζάχαρη μπορεί επίσης να αποθηκευτεί σε ειδικά σιλό (12) και να ενσακίζεται όποτε χρειάζεται.



Εικόνα 6. Διαδικασία παραγωγής ζάχαρης.

### 3. ΑΡΔΕΥΣΗ

#### 3.1. Γενικά

Η τάση που κυριαρχεί σήμερα στο κλάδο των αρδεύσεων είναι, από τη μια η αύξηση των αρδευόμενων εκτάσεων με κατασκευή νέων αρδευτικών έργων και από την άλλη η ανάπτυξη συστημάτων άρδευσης με ελάχιστες απαιτήσεις σε εργατικά χέρια, με υψηλή αποτελεσματικότητα και με μεγάλες δυνατότητες για μείωση των απωλειών κατά την εφαρμογή του νερού.

Η παραπάνω τάση έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη συστημάτων άρδευσης μερικώς έως πλήρως αυτοματοποιημένων, τα οποία ελαχιστοποιούν σε μεγάλο βαθμό το κόστος εφαρμογής του νερού, επιτυγχάνουν υψηλότερες αποδόσεις καλλιεργειών και μηδενίζουν σχεδόν τις απώλειες κατά τη διανομή και τη χορήγηση του νερού στα φυτά.

Ανάλογα με το αν η διαβροχή της επιφάνειας του εδάφους είναι ολική και μερική, διακρίνονται σε μεθόδους ολικής και τοπικής άρδευσης.

Ενώ ανάλογα με τη θέση χορήγησης του νερού σε σχέση προς την επιφάνεια του εδάφους διακρίνονται σε μεθόδους υπόγειας, υπο-επιφανειακής και επιφανειακής άρδευσης.

Με την γενική ονομασία μέθοδοι τοπικής ή μερικής άρδευσης χαρακτηρίζονται οι μέθοδοι εκείνες, που χορηγούν το νερό κατευθείαν στις ζώνες της μεγαλύτερης ριζικής δραστηριότητας των φυτών και μόνον εκεί, αντίθετα από τις διάφορες παραδοσιακές μεθόδους, που χορηγούν το νερό σ' ολόκληρη την έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια.

Κατά τον Decroix (1974), τοπική άρδευση είναι μια μέθοδος που περιλαμβάνει συστήματα με μόνιμα δίκτυα διανομής υπό πίεση, τα οποία χορηγούν το νερό σε μέρος μόνο της επιφάνειας του εδάφους.

Σκοπός των τοπικών αρδεύσεων είναι η χορήγηση του νερού ακριβώς στις θέσεις από τις οποίες πρόκειται να παραλειφθεί και να αξιοποιηθεί από τα φυτά, ώστε να βελτιωθεί η θρέψη τους, να περιοριστούν κατά το δυνατόν οι απώλειες και ν' αυξηθεί κατά συνέπεια η αποτελεσματικότητα της άρδευσης.

Η στάγδην άρδευση ανήκει στις μεθόδους τοπικής άρδευσης και χαρακτηρίζεται βασικά από το ότι χορηγεί το νερό στα φυτά με μικρές και συχνές δόσεις. 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 μέθοδος της άρδευσης με σταγόνες ή στάγδην άρδευση (drip ή trickle irrigation) έχει παρουσιάσει τα τελευταία χρόνια σε παγκόσμια κλίμακα μια αυξανόμενη τάση εφαρμογής. Η μέθοδος συνίσταται στην εφαρμογή του νερού υπό μορφή σταγόνων την περιοχή του ριζοστρώματος των φυτών με την βοήθεια ειδικών σταλακτήρων (drippers ή emitters), που είναι τοποθετημένοι σε ορισμένες αποστάσεις επάνω σε σωλήνες από πολυαιθυλένιο, πολύ μικρή διαμέτρου οι οποίοι είναι απλωμένοι στο έδαφος κατά μήκος των γραμμών φύτευσης (Σακελλαρίου 2003).

Κατά τους Ισραηλινούς Halevy, Boaz, Shani και Dan (Ευρωπαϊκό Συνέδριο στάγδην άρδευσης, Βουκουρέστι 1972), η στάγδην άρδευση αποτελεί μια τεχνική που προορίζεται να θέσει το νερό και τα λιπάσματα κατευθείαν στη διάθεση των ριζών με διανεμητές ειδικά σχεδιασμένους και υπολογισμένους για πολύ μικρές παροχές, έτσι ώστε η κίνηση του νερού μέσα στο έδαφος να είναι τρισδιάστατη και η τάση του να διατηρείται συνεχώς σε πολύ χαμηλά επίπεδα.

Η μέθοδος είναι σχετικά πρόσφατη και πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται σωστά. Ιδιαίτερα, η μέθοδος προσφέρεται για περιπτώσεις που η διαθέσιμη παροχή άρδευσης είναι πολύ μικρή, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εφαρμοσθούν άλλες μέθοδοι άρδευσης. Αρχικά, εφαρμόστηκε για την άρδευση λαχανικών, οπωρώνων και αμπελώνων αλλά στη συνέχεια επεκτάθηκε στην άρδευση των περισσότερων γραμμικών καλλιεργειών (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997).

Η πίεση του νερού στους σταλακτήρες είναι 0,2 – 2 ατμόσφαιρες και η παροχή τους πολύ μικρή γύρω στα 1-10 l/h/σταλακτήρα. Στο νερό πολλές φορές προσθέτονται λιπάσματα ή φάρμακα, η δε πίεση του εξασφαλίζεται από κάποια αντλία ή σπανιότερα από δεξαμενή τοποθετημένη στο υψηλότερο τμήμα του αγρού. Τα ποτίσματα γίνονται με πολύ μικρή παροχή ανά σταλακτήρα έτσι ώστε να μην έχουμε επιφανειακό λίμνασμα ή απορροή και με μεγάλη συχνότητα ώστε να διατηρείται η τάση του νερού στο έδαφος σε πολύ χαμηλά επίπεδα (Σακελλαρίου 2003).

Η στάγδην άρδευση μπορεί να γίνει πιο αποτελεσματική τοποθετώντας τους σταλακτοφόρους σωλήνες κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, αυτή η μέθοδος λέγεται υπόγεια στάγδην άρδευση. Το πλεονέκτημα στην υπόγεια στάγδην άρδευση

οφείλεται στο ότι αποφεύγεται η απώλεια νερού σε εξάτμιση και υπερχειλίση, ενώ παράλληλα έχει την ικανότητα διαβροχής του εδάφους κάτω από την ριζική ζώνη.

Σύμφωνα με τον ASAE S526.1 (AAE Standards, 43rd Ed. 1996) “ Soil and Water terminology”, η κάτω από την επιφάνεια του εδάφους στάγδην άρδευση ορίζεται ως: «η εφαρμογή νερού κάτω από την επιφάνεια του εδάφους διαμέσου σταλακτήρων με αναλογία αποδέσμευση του, σε γενικές γραμμές, στη ίδια κλίμακα με την επιφανειακή στάγδην άρδευση» (Camp et al., 2003).

Τα χημικά καλλιεργητικά μπορεί να είναι πιο αποτελεσματικά όταν χρησιμοποιηθούν σε υπόγεια άρδευση. Επίσης, στα εντομοκτόνα που φέρουν την ένδειξη « για εφαρμογή μόνο στη στάγδην άρδευση» απαιτείται μικρότερη ποσότητα εντομοκτόνου για τον έλεγχο των εντόμων.

### 3.2 Ιστορική εξέλιξη

Η τοπική άρδευση φαίνεται ότι εμφανίστηκε αρχικά με μορφή υπόγειας άρδευσης. Το 1899 στη Γερμανία (Edwards 1971) έγιναν τα πρώτα πειράματα υπόγειας άρδευσης. Στα πειράματα αυτά μικροί πηλοσωλήνες, με διάκενα στις μεταξύ τους αρθρώσεις, τοποθετήθηκαν υπόγεια με σκοπό να επιτευχθεί συνδυασμός άρδευσης και στράγγισης.

Σύμφωνα πάλι με τον John Roberts (Roberts Irrigations Products, Ins), η ιστορία της στάγδην άρδευση χρονολογείται πριν πολλά έτη, ανάλογα με το πώς ορίζεται και το πόσο πρωτόγονη μορφή έχει. Η προέλευση της πιθανόν να είναι από την Αίγυπτο ή ακόμα και κάπου στην Ασία. Κατά την διάρκεια του 1700 υπήρχαν αναφορές ανθρώπων που πειραματίζονταν με πρώιμους τύπους στάγδην άρδευσης.

Το 1934 η ιδέα της τοπικής άρδευσης εμφανίζεται σε πειράματα του Robey (1934), οποίος χρησιμοποιεί σωλήνες από πορώδες ύφασμα.

Με την σημερινή της μορφή καινοτομήθηκε το 1940 στην Αγγλία, αλλά δεν αναγνωρίζεται ως ένα αποτελεσματικό σύστημα άρδευσης, παρά μόνο με τα την χρήση του πολυαιθυλενίου (PVC) στα τέλη του 1960 για την κατασκευή σταλακτήρων αγωγών.

Το 1960 πειραματιστές στο Ισραήλ σημείωσαν θεαματική επιτυχία όταν εφαρμόσαν τη μέθοδο στις ερήμους Neger και Arava. Στις περιοχές αυτές οι αγροί είχαν υποβαθμιστεί με την άρδευση με αυλάκια και καταιονισμό. Η κύρια αιτία ήταν ότι το νερό περιείχε άλατα. Στην στάγδην άρδευση μπορεί να χρησιμοποιηθεί νερό

υψηλής αλατότητας σε σχέση με άλλες μεθόδους άρδευσης. Οι συνθήκες για την ανάπτυξη της γεωργίας στις ερήμους δεν είναι ευνοϊκές. Το νερό είναι γεμάτο άλατα, υψηλές θερμοκρασίες, η σχετική πίεση μικρή και το έδαφος αμμώδες. Σ' αυτές τις συνθήκες η στάγδην άρδευση έφερε σημαντική βελτίωση στην ανάπτυξη των φυτών και στην αύξηση των αποδόσεων.

Το 1971 πραγματοποιείται στο Ισραήλ η πρώτη διεθνής συνάντηση ειδικών στη στάγδην άρδευση. Κατά τη συνάντηση αυτή ανακοινώθηκε ότι με το σύστημα στάγδην είχαν επιτευχθεί υπερδιπλάσιες αποδόσεις φρούτων και λαχανικών απ' αυτές με άλλες μεθόδους και μάλιστα με κατανάλωση 30% λιγότερου νερού, σε συνθήκες ξηρών ή ερημικών περιοχών με εδάφη και νερά αλατούχα.

Το 2ο και το 3ο Διεθνές συνέδριο στάγδην άρδευσης πραγματοποιήθηκαν το 1974 και το 1985 στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ.

Τα τελευταία χρόνια οι τοπικές αρδεύσεις επεκτείνονται ραγδαία διεθνώς και έχουν διαδοθεί σε μεγάλο ή μικρό βαθμό στις περισσότερες χώρες, στις οποίες οι οικοκλιματικές και καλλιεργητικές συνθήκες παρουσιάζονται πρόσφορες.

Αρχικά το σύστημα υπόγειας άρδευσης χρησιμοποιήθηκε για την άρδευση μεγάλης αγρονομικής αξίας καλλιεργειών όπως τα λαχανικά, τα φρούτα, τα καρύδια και το ζαχαροκάλαμο. Όταν η αξιοπιστία και η μακροβιότητα του συστήματος βελτιώθηκε η χρήση επεκτάθηκε και σε καλλιέργειες μικρότερης αγρονομικής αξίας. Αυτό έγινε κατά κύριο λόγο γιατί το σύστημα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί για περισσότερα έτη μειώνοντας έτσι το ετήσιο κόστος άρδευση (Camp et al., 2000).

Η άρδευση με σταγόνες κερδίζει συνεχώς όλο και περισσότερο έδαφος στην εφαρμογή της σε βάρος της τεχνητής βροχής. Στη χώρα μας η μέθοδος χρησιμοποιείται σε όλα σχεδόν τα διαμερίσματα της και ιδιαίτερα στην Κρήτη. Στην αρχή επεκτάθηκε στα θερμοκήπια ή σε εξαιρετικά αποδοτικά καλλιέργειες, αλλά λόγω της μείωσης του κόστους παραγωγής εξαιτίας της βιομηχανικής παραγωγής των σωληνώσεων και των διαφόρων εξαρτημάτων της, εφαρμόζεται σε καλλιέργειες όπως αμπέλια, εσπεριδοειδή, ελαιώνες, λαχανικά (Σακελλαρίου, 2003).

Στα ζαχαρότευτλα οι σταλακτοφόροι σωλήνες τοποθετούνται ανά δυο γραμμές ζαχαροτεύτλων (απόσταση μεταξύ τους περίπου 1 m). Η παροχή των σταλακτήρων και η απόσταση τους επί του σταλακτοφόρου σωλήνα πρέπει να είναι ανάλογες με τον τύπο του εδάφους. Στα ελαφρά εδάφη για παράδειγμα η τοποθέτηση των σταλακτήρων πρέπει να είναι πυκνότερη. Η τροφοδοσία με νερό άρδευσης γίνεται αποκλειστικά από γεωτρήσεις (Παπακώστα – Τασοπούλου, 2002).

Η μικρή απαίτηση της μεθόδου σε εργατικά ημερομίσθια τα οποία έχουν σημειώσει μεγάλη άνοδο και οι υψηλές αποδόσεις των καλλιεργειών όπου χρησιμοποιείται, τείνουν να καλύψουν το υψηλό κόστος της εγκατάστασης και συντελούν στην περαιτέρω εξάπλωση της (Σακελλαρίου, 2003).

Τα ζαχαρότευτλα είναι μια από τις πιο ανθεκτικές καλλιέργειες στην ξηρασία και την 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 στη ικανότητα του να χρησιμοποιεί την οσμωτική πίεση (Dunham, 1993). Οι Amaducci et al (1989), μελέτησαν την αντίδραση της απόδοσης των ζαχαροτεύτλων στη Νότια και Δυτική Ιταλία. Σύμφωνα με τη μελέτη, η άρδευση μείωσε το περιεχόμενο της ζάχαρης και αύξησε τη ριζική μάζα κάτι που είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση της συνολικής απόδοσης.

Η υπόγεια στάγδην άρδευση των ζαχαροτεύτλων εξακολουθεί να μελετάται στην Ελλάδα από την Ε.Β.Ζ. Α.Ε. καθώς επίσης και από το εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

### **3.3 Περιγραφή του συστήματος στάγδην άρδευσης**

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τη μονάδα έλεγχου ή κεφαλή, το δίκτυο μεταφοράς, το δίκτυο εφαρμογής και από τους σταλακτήρες.

Η κεφαλή ή μονάδα ελέγχου συνδέεται με την υδροληψία ή το αντλητικό συγκρότημα.

Αποτελείται από διάφορα μέρη. Τα μέρη αυτά είναι: ένα υδρόμετρο που καταγράφει την ποσότητα του νερού που ξοδεύεται για τη χρέωση και μπορεί να ρυθμιστεί κατά τέτοιο τρόπο ώστε το συγκρότημα να διακόπτει την παροχή ύστερα από τη διέλευση της επιθυμητής ποσότητας νερού.

Μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης ανάλογα με την καθαρότητα του νερού μηχανισμοί για την συγκράτηση φερτών υλών μεγαλύτερου ειδικού βάρους από το νερό (υδροκυκλώνας) ή φίλτρα για την συγκράτηση ελαφρύτερων υλικών (φίλτρα χαλικιών ή σήτας) ώστε να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Κάτι ανάλογο με τα φίλτρα σήτας είναι και τα φίλτρα δίσκων. Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι άλλου είδους καθαρισμό του νερού και χρειάζονται περιοδικά καθαρισμό γιατί βουλώνουν. Καλό είναι να μην υπάρχουν μετρητές πριν και μετά το φίλτρο ώστε να εκτιμάται

μέχρι πιο σημείο το φίλτρο έχει βουλώσει. Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα.

Η κεφαλή μπορεί να είναι εφοδιασμένη και με δοχείο λίπανσης μέσα στο οποίο τοποθετείται η ποσότητα λιπάσματος, από το οποίο το νερό που περνά μέσα από το δίκτυο παίρνει την επιθυμητή ποσότητα λιπάσματος. Ο τρόπος αυτός λέγεται υδρολίπανση και έχει το πλεονέκτημα ότι γίνεται οικονομία σε ποσότητα λιπάσματος που διατίθεται στα φυτά και οικονομία σε εργατικά χέρια.

Η σύνδεση του υδρολιπαντήρα γίνεται στον κύριο αγωγό με δυο σωληνώσεις εισαγωγής και εξαγωγής. Η εισαγωγή του λιπάσματος στον κύριο αγωγό γίνεται ή με διαφορετική πίεση ή με άντληση. Κατά την πρώτη μέθοδο μεταξύ των σωληνώσεων εισαγωγής – εξαγωγής επάνω στον κύριο αγωγό υπάρχει βάνα στραγγαλισμού της παροχής η οποία βοηθά τον στραγγαλισμό της παροχής και δημιουργεί μια διαφορά της τάξης  $\frac{1}{2}$  atm έτσι ώστε με ευκολία να περνά το νερό μέσα από το δοχείο και να διαλυτοποιεί το λίπασμα. Τη θέση της βάνας μπορεί να αντικαταστήσει ένας σωλήνας venturi. Πρέπει να σημειωθεί ότι όλα τα λιπάσματα δεν είναι κατάλληλα λόγω περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό. Επίσης, μπορεί στο διάλυμα να χρησιμοποιηθούν και ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα ή νηματωκτόνα φάρμακα (Σακελλαρίου, 2003).

Η έναρξη εφαρμογής του λιπάσματος πρέπει να γίνεται αφού πρώτα αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία του αρδευτικού δικτύου, κάτι που αποτυγχάνεται μετά από κάποιο χρονικό διάστημα από την έναρξη της άρδευσης. Ακόμη, η λίπανση πρέπει να διακόπτεται κάποιο χρόνο πριν το τέλος της άρδευσης ώστε, κατά τον εναπομείναντα χρόνο, να επιτυγχάνεται η πλήρης απομάκρυνση από το δίκτυο των υπολειμμάτων του λιπάσματος. Μια καλή πρακτική είναι η χορήγηση του λιπάσματος να αρχίσει μισή τουλάχιστον ώρα μετά την έναρξη της άρδευσης και να διακόπτεται μια ώρα πριν το τέλος της (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997).

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους και τους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι κύριοι μεταφέρουν το νερό από την πηγή του στους δευτερεύοντες αγωγούς. Οι κύριοι είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο (PE) ή άκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC) η γαλβανισμένο ατσάλι. Οι δευτερεύοντες είναι από πολυαιθυλένιο (PE) ή άκαμπτο ή εύκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC). Οι δευτερεύοντες αγωγοί μεταφέρουν το νερό από τους κύριους αγωγούς στους αγωγούς εφαρμογής. Το δίκτυο μεταφοράς μπορεί να είναι υπέργειο ή υπόγειο. Στη δεύτερη περίπτωση η μετακίνηση των γεωργικών μηχανημάτων είναι ευκολότερη.



Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από αγωγούς μικρότερης εξωτερικής διαμέτρου (12-32 cm). Μεταφέρουν το νερό από τους δευτερεύοντες αγωγούς στους σταλακτήρες. Είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο ή εύκαμπτο χλωριούχο πολυβινύλιο (PVC). Πρέπει να μην είναι διαβρώσιμοι, ανθεκτικοί στην ηλιακή ενέργεια και στη θερμοκρασία καθώς και εύχρηστοι. Αντέχουν σε πίεση 4-6 atm. Είναι μαύρου χρώματος για να εμποδίζουν τη διέλευση του φωτός προς ανάπτυξη μικροοργανισμών. Είναι κάθετοι προς τους δευτερεύοντες και παράλληλοι προς τις ισοϋψείς στα εδάφη με κλίση. Είναι υπέργειοι ή μπορούν να κρεμαστούν σε ύψος 30-50 cm στις περιπτώσεις που αρδεύουν δενδρώνες σε σχήμα παλμέτας.

Οι σταλακτήρες τοποθετούνται είτε εν σειρά είτε σε σύνδεση επί της γραμμής εφαρμογής. Στην πρώτη περίπτωση ο σταλακτήρας συνδέει δυο τμήματα σωλήνα ίσα με την απόσταση μεταξύ των σταλακτάρων, η θέση των σταλακτάρων δεν μπορεί να αλλάξει και οι σταλακτήρες είναι ορισμένου τύπου (με μακρύ διάδρομο διαδρομής). Στη δεύτερη περίπτωση οι σταλακτήρες τοποθετούνται με διάτρηση επί του αγωγού μεταφοράς. Οι σταλακτήρες μπορούν να μετακινούνται κατά βούληση και είναι ή σταλακτήρες με επιστόμιο, με διάφραγμα ή τύποι με μακρύ διάδρομό ροής.

Οι αγωγοί εφαρμογής τοποθετούνται με διάφορους τρόπους όπως π.χ. απλή ευθεία, διπλή ευθεία, απλή ευθεία με σταλακτήρα πολλαπλής εξόδου, ζικ ζακ, μεικτή ευθεία – κυκλική (Σακελλαρίου 2003).

Ο τρόπος διάταξης της γραμμής εφαρμογής εξαρτάται από τις αποστάσεις φύτευσης, το έδαφος, το ποσοστό του εδάφους που πρέπει να διαβρέχει, το κόστος (Παπαζαφειρίου 1984).

Πολλές φορές η πίεση κυμαίνεται λόγω του ανάγλυφου του αγρού. Σε αυτές τις περιπτώσεις τοποθετούνται ρυθμιστές πίεσης οι οποίοι μειώνουν μια υψηλότερη της επιθυμητής πίεσης εισόδου και διατηρούν μια σταθερά προκαθορισμένη πίεση εξόδου.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το βασικό στοιχείο της άρδευσης με σταγόνες. Συνδέονται με το δίκτυο εφαρμογής και διοχετεύουν το νερό υπό τη μορφή σταγόνων στο έδαφος. Αυτό επιτυγχάνεται με την εκμηδένιση της πίεσης του νερού που ρέει στον αγωγό εφαρμογής λόγω των απωλειών ενέργειας κατά τη διέλευση του από το σταλακτήρα. Οι παροχές του σταλακτάρου κυμαίνονται από 1-10 l/h σε πίεση 0,2 – 2atm.

Κατασκευάζονται από σκληρή πλαστική ύλη, συνήθως από πολυπροπυλένιο, είναι μαύρου χρώματος διαφόρου σχήματος ή μεγέθους. Στην αγορά συναντώνται σε

διαφόρους τύπους, καθένας με τις δικές του ιδιότητες. Οποιοδήποτε τύπου και αν είναι πρέπει να παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (Παπαζαφειρίου 1985):

- Να εξασφαλίσουν σταθερή και ομοιόμορφη παροχή η οποία να μην μεταβάλλεται σημαντικά από περιορισμένες μεταβολές πίεσης στον αγωγό εφαρμογής.

- Να μην εμφράζονται εύκολα. Αυτό περιορίζεται αν η διατομή εκροής του νερού είναι σχετικά μεγάλη.

- Να έχουν χαμηλό κόστος.

- Να τοποθετούνται εύκολα στις γραμμές άρδευσης.

Κάθε σταλακτήρας αποτελείται από το σώμα του που περιλαμβάνει το μηχανισμό της πτώσης πίεσης και τον συνδετήρα με τον αγωγό με την παρεμβολή του στο σωλήνα.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το 1/3 του συνολικού κόστους ενός συστήματος άρδευσης με σταγόνες (Σακελλαρίου 2003).

Οι σταλακτήρες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες. Έτσι ανάλογα με το είδος ροής του νερού διακρίνονται σε σταλακτήρες με στρωτή ροή, με μερικώς στροβιλώδη ροή και με στροβιλώδη ροή. Ανάλογα με τον τρόπο απόσβεσης ή στραγγαλισμού της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή οπή. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν και οι αυτορυθμιζόμενοι που διατηρούν σταθερή παροχή ανεξάρτητα από το φορτίο με κάποιο μηχανισμό αυτόματης ρύθμισης. Ανάλογα με την ικανότητα αυτοκαθαρισμού τους διακρίνονται σε αυτοκαθοριζόμενους και μη. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτοκαθοριζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται σήμερα (Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997).

Βασικά χαρακτηριστικά των τοπικών αρδεύσεων:

- Μικρή παροχή νερού
- Μερική διαβροχή του εδάφους
- Μεγάλη συχνότητα και διάρκεια άρδευσης
- Υψηλή περιεκτικότητα και χαμηλή τάση εδαφικής υγρασίας
- Τρισδιάστατη ή δισδιάστατη κίνηση του νερού στο έδαφος

### 3.4 Πλεονεκτήματα της στάγδην άρδευσης:

**1. Οικονομία νερού.** Κατά την άρδευση με στάγδην άρδευση προκύπτει σημαντική οικονομία νερού, λόγω κυρίως της σημαντικής μείωσης, των απωλειών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διανομή του νερού και κατά την αποθήκευση του στο έδαφος. Είναι αποδοτικότερο επειδή η εξάτμιση μειώνεται, η απορροή μειώνεται ή εξαλείφεται, η βαθιά διήθηση μειώνεται και η ομοιομορφία άρδευση βελτιώνεται.

Σε πειράματα που έγιναν στην περιοχή του Britz και της Mendotato τα έτη 1991-93, σε χωράφι με παρουσία επιφανειακού υπόγειου ύδατος, σε καλλιέργειες με βαμβάκι και τομάτα από τους Ayars et al. (2001), έδειξαν ότι ένα σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης μπορεί να χρησιμοποιηθεί παρουσία ρηχού υπόγειου νερού για να προκαλέσει από την καλλιέργεια τη χρήση ύδατος από το ρηχό υπόγειο νερό μειώνοντας έτσι το συνολικό εφαρμοζόμενο νερό άρδευσης. Οι παραγωγές βελτιώθηκαν και για το βαμβάκι και για την τομάτα έναντι της άρδευσης με αυλάκια και οι βαθιές απώλειες διείσδυσης μειώθηκαν ή σχεδόν μηδενίστηκαν.

**2. Οικονομία εργατικών.** Η ποικιλία πλαστικών σωλήνων και εξαρτημάτων, που διατίθενται σήμερα, επιτρέπει την εγκατάσταση πλήρων μόνιμων δικτύων, που μεταφέρουν και διανέμουν το νερό σ' όλα τα φυτά της καλλιέργειας, μηδενίζοντας πρακτικά την απαιτούμενη εργασία από την πλευρά αυτή.

**3. Εκτέλεση εργασιών κατά τη διάρκεια άρδευσης και αυτοματοποίηση των καλλιεργειών.** Είναι δυνατόν με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος, να παραμείνουν στον αγρό αρκετές ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα, οποιαδήποτε στιγμή κρίνει ο καλλιεργητής και χωρίς να διακόπτεται η άρδευση. Όταν δε οι σταλακτοφόροι αγωγοί τοποθετούνται κάτω από την επιφάνεια του εδάφους, το πλεονέκτημα αυτό είναι ακόμη πιο σημαντικό. Έτσι καλλιέργειες όπως οινοποιήσιμα σταφύλια που τείνουν προς μηχανοποίηση μπορούν να ωφεληθούν από την εφαρμογή του συστήματος στάγδην άρδευσης (Zoldoske et al. 1998).

**4. Εύκολη και αποτελεσματική λίπανση.** Η εφαρμογή των θρεπτικών ουσιών γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια διότι γίνεται απευθείας στη ζώνη διαβροχής και έτσι απορροφάται γρήγορα από τα φυτά (Σακελλαρίου 2003). Οι δαπάνες λιπάσματος και οι απώλειες νιτρικών μπορούν να μειωθούν (Lamm et al. 1997).

5. Με την εφαρμογή του συστήματος στάγδην άρδευσης **βελτιώνεται η υγεία** των φυτών εφόσον με την στάγδην άρδευση δεν διαβρέχεται το φύλλωμα των φυτών. Το ξηρό φύλλωμα καθυστερεί την ανάπτυξη πολλών παθογόνων μικροοργανισμών στα φυτά. Η στάγδην άρδευση δεν διαβρέχει τα φύλλα και έτσι εν εκπλύνονται τα φυτοφάρμακα από την επιφάνεια τους. Επιπλέον δεν παρατηρείται κάψιμο του υπέργειου τμήματος των φυτών από αλατούχο αρδευτικό νερό (Σακελλαρίου 2003).

6. Η εμφάνιση ασθενειών λόγω ζιζανίων και μυκήτων μειώνεται λόγω του μειωμένου περιεχομένου υγρασίας του εδάφους. Επίσης, σε περίπτωση εμφάνισης ζιζανίων αυτά καταπολεμούνται έγκαιρα με την εφαρμογή ζιζανιοκτόνων, αφού το ψεκαστικό μηχανήμα μπορεί εύκολα να κινηθεί οποιαδήποτε στιγμή (Henggeller 1995, Bui and Osdood 1990, Alam and Dulmer 2002).

7. **Αυξάνονται οι πιθανότητες χρησιμοποίησης νερού, υποβαθμισμένης ποιότητας.** Μικρότερες και πιο συχνές εφαρμογές άρδευσης μπορούν να διατηρήσουν ένα πιο συνεκτικό και μικρότερο περίβλημα εδάφους, το οποία μειώνει τους κινδύνους αλατότητας, γιατί μειώνεται η αλατότητα στη περιοχή του ενεργού ριζοσπρώματος (Al – Omran et al. 2004).

8. Το σύστημα στάγδην άρδευσης **μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους σχεδόν τους τύπους εδάφους**, καθώς και σε αγρούς με περίεργες ή ανώμαλη τοπογραφία.

9. **Έλεγχος.** Επειδή η άρδευση με σταγόνες γίνεται διαμέσου ενός συστήματος αγωγών, είναι ευκολότερος ο έλεγχός του νερού που δίνεται σε κάθε άρδευση. Δεν υπάρχουν διακοπές αρδεύσεων λόγω ανέμου όπως συμβαίνει στον καταιονισμό. Το σύστημα στάγδην άρδευσης προσφέρεται για αυτοματοποίηση της άρδευσης.

Ο Lamm et al. (1997), αναφέρει ότι το σύστημα υπόγειας άρδευσης είναι μια μέθοδος όχι μόνο κατάλληλη για αυτοματοποίηση, αλλά είναι επίσης μια μέθοδος που μπορεί να χρησιμοποιήσει την αυτοματοποίηση για να πετύχει τα υψηλά πρότυπα της συντήρησης ύδατος και της προστασίας της ποιότητας του νερού.

10. Η υπόγεια στάγδην άρδευση δίνει τη δυνατότητα άρδευσης με τη χρήση υγρών αποβλήτων (Σακελλαρίου κ.ά. 2002 και 2003).

Οι Trooien et al., (1999), θεωρούν ότι η χρήση υγρών ζωικών αποβλήτων για

άρδευση με το σύστημα υπόγεια στάγδην άρδευσης έχει πιθανά πλεονεκτήματα μεταξύ των οποίων και η μειωμένη επαφή με τα υγρά απόβλητα.

11. Επίσης, το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης πλεονεκτεί ως προς την ακεραιότητα 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).

12. Έχει αποδειχθεί πολύ καλή ποιότητα και παραγωγή των καλλιεργειών κάτω από συνθήκες στάγδην άρδευσης και σε συγκρίσεις της επιφανειακής με την υπόγεια φαίνεται να υπερέχει η δεύτερη.

Ο Phene (1999), έχει αποδείξει ότι υπάρχει μια αύξηση στον όγκο του βρεγμένου εδάφους στο σύστημα υπόγειας άρδευσης (βρεγμένος όγκος με σφαιρικό σχήμα) σε σχέση με το σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης (βρεγμένος όγκος ημισφαιρικού σχήματος). Για μια δεδομένη ποσότητα χορηγούμενου ύδατος σε ένα εύφορο αργιλώδες έδαφος, έχει δείξει, ότι:

a. 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.

b. Η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή εδάφους που είναι διαθέσιμη για την προσρόφηση νερού από τη ρίζα είναι κατά 62% μεγαλύτερη στην υπόγεια άρδευση από ότι στην επιφανειακή αποκλείοντας στην τελευταία την υγρή επιφάνεια του εδάφους.

b. Η ακτίνα διαβροχής είναι κατά 10% μικρότερη στο σύστημα υπόγειας από αυτή στο σύστημα επιφανειακής στάγδην άρδευσης.

Τα παραπάνω έχουν σαν συνέπεια :

i. Ο βρεγμένος εδαφικός όγκος στο σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης νε έχει μικρότερη περιεκτικότητα σε νερό από ότι στο σύστημα της επιφανειακής.

ii. Η αντίστοιχη βρεγμένη περιοχή που διατίθεται για την λήψη ύδατος και θρεπτικών στοιχείων από την ρίζα να είναι μεγαλύτερη στο σύστημα υπόγειας

άρδευσης και

iii. Η πιο μικρή ακτίνα διαβροχής στην υπόγεια στάγδην άρδευση επιτρέπει μικρότερα διαστήματα μεταξύ των σταλακτήρων με αποτέλεσμά την καλύτερη ύγρανση και ομοιομορφία διανομής.

Αξίζει εδώ να σημειωθεί, ότι οι Oron et al. (1999), διαφωνούν με την παραπάνω μορφή του βρεγμένου όγκου του εδάφους για το σύστημα υπόγειας και επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Θεωρούν ότι η βαρύτητα τροποποιεί τη μορφή του ανωτέρω σχεδίου και επομένως αυτή είναι πολύ πιο σύνθετη και επηρεάζεται από τα εδαφολογικά χαρακτηριστικά και την κατανομή της ρίζας.

Σε όλες τις περιπτώσεις οι αποδόσεις με την χρήση της υπόγειας στάγδην άρδευσης διαπιστώνεται ότι είναι ίσες ή καλύτερες με τις αποδόσεις που προκύπτουν με τη χρήση άλλων συστημάτων. Σημαντικό όμως πλεονέκτημα είναι η εφαρμογή μικρότερης ποσότητας αρδευτικού νερού.

Οι Neibling et al., (1997) αναφέρουν παραγωγή ζαχαροτεύτλων κατά 10% περίπου αυξημένη κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης συγκριτικά με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή (Center pivot).

Οι Sakellariou-Makrantonaki et al., (2000) αναφέρουν αύξηση της υγρασίας στη ζώνη του ριζοστρώματος σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων και αύξηση του βάρους των ριζών και του ζαχαρικού τίτλου κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης σε σύγκριση με την επιφανειακή.

Τέλος, οι Bhattarai et al., (2003) συγκρίνοντας διαφορετικά επίπεδα εφαρμογής νερού (50%, 75%, 80%, 120% των υπολογιζόμενων αναγκών βάσει της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής) σε καλλιέργεια βαμβακιού σε βαρύ αργιλώδες έδαφος, διαπίστωσαν μεγαλύτερη παραγωγή με αποδοτικότερη χρήση ύδατος στην εφαρμογή ποσότητας νερού 75% των υπολογιζόμενων αναγκών.

### 3.5 Τα μειονεκτήματα της υπόγειας στάγδην άρδευσης:

1. **Κόστος εγκατάστασης.** Το αρχικό υψηλό κόστος της εγκατάστασης του συστήματος της υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι από τα βασικότερα μειονεκτήματα της εφαρμογής του συγκεκριμένου συστήματος. Αυτό το πρόβλημα ξεπερνιέται από αυξημένη παραγωγή, τη μείωση των εργατικών και από τη εξοικονόμηση αρδευτικού νερού. Επιπλέον, το κόστος εγκατάσταση είναι η κύρια επένδυση η οποία χρησιμοποιείται για αρκετά έτη και μπορεί να υπολογιστεί σε ετήσια βάση.

Η αγροοικονομική ανάλυση που πραγματοποίησαν οι Sharmasarkar et al., (2001), σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων έδειξε ότι, η άρδυσή με σταγόνες είναι πιο κερδοφόρα όταν εφαρμόζεται σε μεγάλες εκτάσεις από ότι σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας.

Οι Lamm et al. (2003), θεωρούν ότι αυξανόμενη μακροζωία του συστήματος υπόγειας στάγδην άρδευσης είναι πιθανόν ο σημαντικότερος παράγοντας για να υπερισχύσει στον οικονομικό ανταγωνισμό με το σύστημα του περιστροφικού αρδευτή(center pivot).

2. **Φραξίματα.** Πρόκειται για φραξίματα που μπορούν παρουσιαστούν στα όργανα διανομής νερού, στους διανεμητές των διαφόρων συστημάτων. Τα φραξίματα μπορούν να προκληθούν από φυσικά, χημικά και βιολογικά αίτια.

Τα αποτελέσματα εργαστηριακής ερευνάς που διεξήχθη από τους Βύρλα κ.α. (2003), προκειμένου να προσδιοριστεί η επίδραση του εδαφικού τύπου και της υποπίεσης στην έμφραξη λόγω εισρόφησης ενός σταλακτήρα που χρησιμοποιείται σε υποεπιφανειακά συστήματα άρδευσης, έδειξαν πως η έμφραξη ήταν τόσο μερική όσο και ολική κυμάνθηκε σε υψηλότερα επίπεδα στο αμμωπηλώδες και στο πηλοαμμώδες έδαφος, ενώ αυξανόταν με την αύξηση της υποπίεσης. Το φράξιμο των σταλακτάρων που προκαλείται από την παρείσφρηση ρίζας είναι ένα πολύ σημαντικό πρόβλημα του συστήματος υπόγειας άρδευσης, αλλά μπορεί να ελαχιστοποιηθεί με χρήση χημικών ουσιών, με κατάλληλο σχεδιασμό των σταλακτάρων και με σωστή διαχείριση της άρδευσης (Camp et al. 2000).

3. Απαιτείται μια **επιπλέον άρδευση** φυτρώματος μιας και με το σύστημα υπόγειας στάγδην άρδευσης το επιφανειακό στρώμα του εδάφους παραμένει ξηρό, όποτε δεν παρέχεται η απαιτούμενη υγρασία για το φύτευμα των σπόρων.

4. **Συσσώρευση αλάτων.** Τα άλατα συσσωρεύονται στη περιφέρεια της υγρής ζώνης. Αυτά μπορεί να προκαλέσουν προβλήματα στις επόμενες καλλιέργειες αν αρδευτούν με μια άλλη μέθοδο άρδευσης κυρίως σε ξηρές περιοχές όπου οι βροχές δεν είναι αρκετές για να εκπλυθούν τα άλατα. Το πρόβλημα ελαττώνεται αν γίνει άρδευση με καταιονισμό ή επιφανειακή ή αν η επόμενη καλλιέργεια αρδεύεται πάλι με σταγόνες στα ίδια σημεία.

5. **Μηχανικές ζημιές.** Προκαλούνται από τα καλλιεργητικά μηχανήματα ή τα ζώα (τροφικά, πτηνά, θηλαστικά) (Σακελλαρίου 2003).

6. 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.

Χρειάζεται συνεχής διατήρηση και επισκευή του συστήματος ενώ και η επιθεώρηση του είναι δύσκολη. Η επιδιόρθωση προβλημάτων είναι δύσκολη ειδικά όταν το σύστημα βρίσκεται σε μεγάλο βάθος στο έδαφος. Όσον αφορά το δίκτυο σταλακτηφόρων αγωγών στην υπόγεια στάγδην άρδευση που παραμένει μόνιμα στον αγρό, αναφέρεται ότι με κατάλληλο σχεδιασμό, εγκατάσταση και διαχείριση μπορεί να λειτουργήσει αξιόπιστα έως και 20 έτη (Camp et al., 2000).

7. 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 παραμένει ξηρή.



## 4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – - ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

### 4.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού

Η επίδραση του συστήματος της υπόγειας άρδευσης με σταγόνες στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαροτεύτλων σε σύγκριση με επιφανειακές μεθόδους στάγδην άρδευσης μελετήθηκε σε πείραμα αγρού (Εικ. 4.1) στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας (39°23' γεωγραφικό πλάτος, 22°45' γεωγραφικό μήκος, 50 m υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας) κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2003.



Εικόνα 4.1 Πειραματικός αγρός

Το πειραματικό σχέδιο ήταν Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων με πέντε μεταχειρίσεις (μία υπόγεια και τέσσερις επιφανειακές) και τέσσερις επαναλήψεις. Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 10 m μήκος και 4,5 m πλάτος, δηλαδή εμβαδόν 45 m<sup>2</sup>.

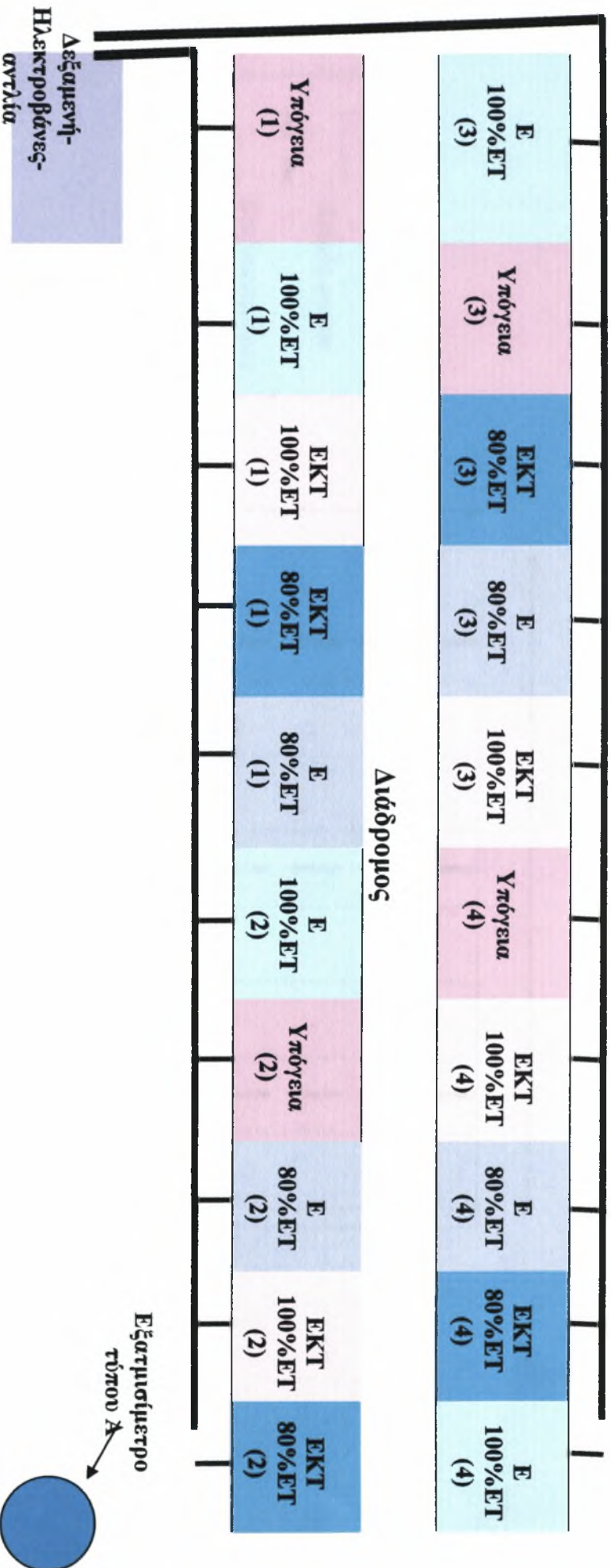
Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1. υπόγεια στάγδην άρδευση 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 στη τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης, η οποία στη συνέχεια θα αναφέρεται εν συντομία ως "*Υπόγεια*",
2. επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής η οποία στη συνέχεια θα αναφέρεται ως "*E 100%ET*",
3. επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος το ίδιο με την υπόγεια και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής, η οποία στη συνέχεια θα αναφέρεται ως "*E 80%ET*",
4. επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που

συνήθως εφαρμόζεται στην πράξη από τους καλλιεργητές ζαχαροτεύτλων και δόση άρδευσης ίση με το 100% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής, η οποία στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **"EKT 100%ET"** και τέλος

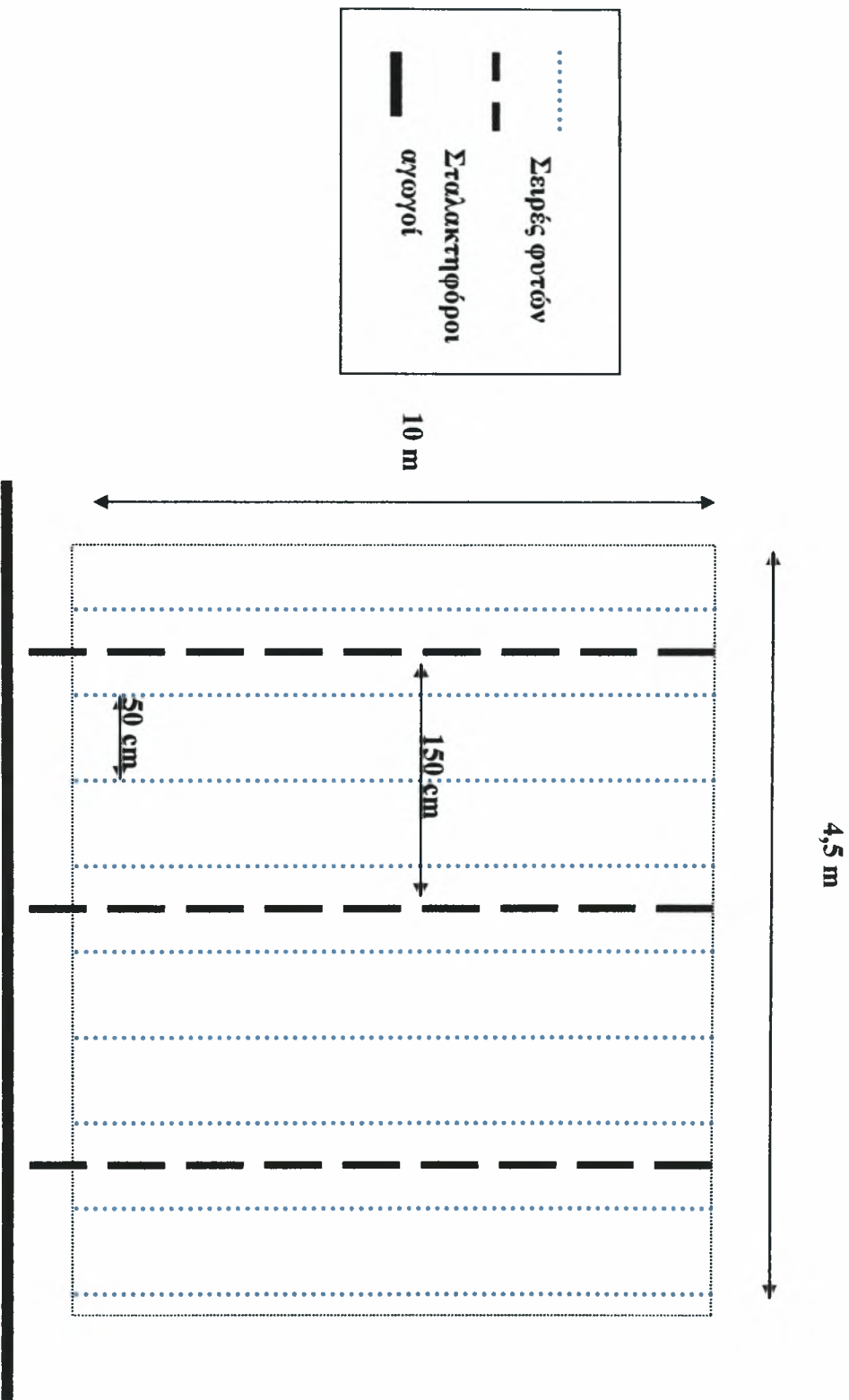
5. επιφανειακή στάγδην άρδευση με εύρος άρδευσης ανάλογο με αυτό που εφαρμόζεται στην καλλιεργητική πρακτική και δόση άρδευσης ίση με το 80% των αναγκών βάση της εξατμισοδιαπνοής, η οποία στη συνέχεια θα αναφέρεται ως **"EKT 80%ET"**.

Στα σχήματα 4.1 και 4.2 παρουσιάζονται η διάταξη του πειραματικού αγρού και το πειραματικό τεμάχιο αντίστοιχα.



Οι δείκτες 1, 2, 3 και 4 δηλώνουν τις επαναλήψεις της κάθε μεταχείρισης.

Σχήμα 4.1 Πειραματικός αγρός



Σχήμα 4.2 Πειραματικό τεμάχιο

## 4.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού

Το πείραμα εγκαταστάθηκε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυο-αργιλοπηλώδες 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 σύστασής 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 4.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του αγρού.

Πίνακας 4.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P<sub>2</sub>.

Βάθος (cm)	Ορίζοντας	Χρώμα ύφους	Κοκκομετρική 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 P<sub>2</sub>

Τάξη : Inceptisol

Υποομάδα : Typic xerochrept

Χαρτογραφική μονάδα :  $B \frac{43 * 4}{A03} Iox$

Βάθος cm	Οργανική ουσία g/100g εδάφους	CaCO <sub>3</sub> %	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	6,40	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						
14-154	0,13	4,6	8,0	12	0,29	0,25	17,7	5,49	23,2						

### 4.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας

Ο αγρός, στον οποίο είχε προηγηθεί κατεργασία με δισκοσβάρνα και είχε εφαρμοσθεί βασική λίπανση με 10 λ.μ. N, 5 λ.μ. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 5 λ.μ. K<sub>2</sub>O, προετοιμάσθηκε με σύστημα προετοιμασίας της E.B.Z. A.E. (Εικ. 4.2).



Εικόνα 4.2 Μηχάνημα προετοιμασίας αγρού.

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 17 Απριλίου 2003 με δωδεκάσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαροτεύτλων της εταιρείας KLEIN (Εικ. 4.3). Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία RIVAL. Η τοποθέτηση των σπόρων έγινε σε βάθος 2cm και σε αποστάσεις 50cm μεταξύ των γραμμών και 7,5cm επί της γραμμής, έτσι ώστε μετά από αραίωμα να έχουμε απόσταση 15cm. Στο μέσο του αγρού έμεινε άσπαρτος διάδρομος μήκους 4m, έτσι ώστε να διευκολύνεται η διέλευση απαραίτητων για την καλλιέργεια μηχανημάτων.



Εικόνα 4.3 Δωδεκάσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαροτεύτλων.

Αμέσως μετά τη σπορά ακολούθησε εφαρμογή προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας με τις ζιζανιοκτόνες ουσίες *ethofumesate* (ETOFUMESATE-ALFA 50 SC) και *metolachlor* (NTOΥΑΛ 96 EC) (Εικ. 4.4).



**Εικόνα 4.4** Εφαρμογή προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας.

Η καλλιέργεια στη συνέχεια δέχθηκε όλες τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες όπως μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία, προληπτικούς ψεκασμούς με μυκητοκτόνα κατά της κερκόσπορας (*cercospora beticola*) και του ωιδίου και με εντομοκτόνα για καταπολέμηση άλτη και φθοριμαίας.

#### **4.4 Υλικά άρδευσης**

Πριν την εγκατάσταση των φυτών προηγήθηκε η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης σε βάθος 0,45 m με τη βοήθεια υπεδαφοθέτη (Εικ. 4.5). Η απόσταση μεταξύ των γραμμών των σταλακτηφόρων αγωγών ήταν 1,5 m. 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.





Εικόνα 4.5 Υπεδαφοθέτης

Η εγκατάσταση του επιφανειακού δικτύου άρδευσης έγινε αργότερα, 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.

Τοποθετήθηκε μία ηλεκτροβάννα για κάθε μεταχείριση, ώστε να αυτοματοποιηθεί η έναρξη και διακοπή της άρδευσης και υδρομετρητές σε κάθε πειραματικό τεμάχιο. Συνολικά εγκαταστάθηκαν 5 ηλεκτροβάννες και 20 υδρόμετρα (Εικ. 4.6 α, β). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



(α)

(β)

**Εικόνα 4.6** Υδρόμετρο (α) και ηλεκτροβάνες (β).

Στο υπόγειο δίκτυο άρδευσης τοποθετήθηκε 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 συνδέθηκαν με ειδικό προγραμματιστή (miracle DC) της εταιρείας Netafim (Εικ. 4.7) έτσι ώστε, να έχουμε αυτοματοποίηση της άρδευσης.



**Εικόνα 4.7** Προγραμματιστής (Miracle DC) της εταιρείας Netafim.

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.

Η διάθεση του απαιτούμενου για την άρδευση νερού γινόταν από τσιμεντένια ορθογώνια δεξαμενή χωρητικότητας 30 m<sup>3</sup>. Η πλήρωση της δεξαμενής γινόταν από

παρακείμενη γεώτρηση (αντλία μέσης παροχής 60 – 80 m<sup>3</sup>/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 διαμορφωμένο κουβούκλιο επί της δεξαμενής (Εικ 4.8).



**Εικόνα 4.8** Δεξαμενή συγκέντρωσης νερού άρδευσης.

#### **4.5 Εξατμισόμετρο τύπου Α**

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

Το εξατμισόμετρο τύπου Α είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm (Εικ. 4.9)



**Εικόνα 4.9** Εξατμισόμετρο τύπου Α

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 ( $K_{εξ} = 0,80$ ) και την αντίστοιχη για κάθε περίοδο τιμή του φυτικού συντελεστή  $K_c$ , έδιναν την τιμή της ημερήσιας εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας.

#### 4.6 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους

Η μέτρηση της εδαφικής υγρασίας έγινε με την μέθοδο T. D. R. (Time Domain Reflectometry), η οποία είναι μια μη ραδιενεργός μέθοδος, γρήγορη και ανεξάρτητη από τον τύπο του εδάφους. Η αρχή λειτουργίας της μεθόδου βασίζεται στην απευθείας μέτρηση της φαινόμενης διηλεκτρικής σταθεράς του υπό μελέτη εδάφους και την αναγωγή αυτής σε κατ' όγκο περιεκτικότητα νερού (Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη κ.α., 1997). Δηλαδή βασίζεται στην χρονομετρημένη απόκριση του ηλεκτρομαγνητικού σήματος της πηγής του οργάνου για διάφορα βάθη από 0 – 75 cm ή 0 – 120 cm και την αναγωγή του χρόνου καθυστέρησης με τη χρήση πολυωνιμικών εξισώσεων σε μονάδες εδαφικής υγρασίας (% κ.ο.).

Το σύστημα περιλαμβάνει:

- τη συσκευή T.D.R. με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατροπής και την οθόνη προβολής των ενδείξεων,
- τον αισθητήρα του οργάνου (probe),
- τον φορτιστή των μπαταριών του οργάνου,
- τα καλώδια επικοινωνίας της συσκευής με τον αισθητήρα και τον υπολογιστή και,
- την ομάδα εργαλείων για την εισαγωγή και εξαγωγή των αισθητήρων.

Η βαθμονόμηση του οργάνου έχει γίνει από τον κατασκευαστή.

Στον πειραματικό αγρό τοποθετήθηκαν τέσσερις αισθητήρες μήκους 75 cm και ένας μήκους 120 cm (Εικ. 4.10α), έτσι ώστε να αντιστοιχεί ένας αισθητήρας για κάθε μεταχείριση. Η θέση των αισθητήρων ήταν επί της γραμμής σποράς στο μέσο

της απόστασης δύο διαδοχικών φυτών (Εικ. 4.10β).



(α)

(β)

**Εικόνα 4.10** Τοποθέτηση αισθητήρων μέτρησης εδαφικής υγρασίας (α) και η κεφαλή του αισθητήρα όπως φαίνεται στον αγρό (β).

Στην παρούσα πειραματική εργασία πραγματοποιήθηκαν 14 μετρήσεις υγρασίας (πριν και μετά την άρδευση) για τις μεταχειρίσεις Υπόγεια , E 100%ET, E 80%ET και 7 μετρήσεις (πριν και μετά την άρδευση) στις μεταχειρίσεις EKT 100%ET και EKT 80%ET.

#### 4.7 Συσσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).

Η εκτίμηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του αυτόματου οργάνου εμβοδομέτρησης LI – COR (Εικ. 4.11α, β).

Πραγματοποιήθηκαν 7 μετρήσεις ανά 15ήμερο, από τις 25 Ιουνίου έως τις 26 Σεπτεμβρίου. Η κάθε μια γινόταν στην ίδια σειρά φυτών κάθε πειραματικού τεμαχίου και πάντα την ίδια ώρα του 24ώρου.



(α)

(β)

#### **4.8 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. 4.12).



**Εικόνα 4.12** Μετεωρολογικός σταθμός στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

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.

#### **4.9 Δειγματοληψίες**

Πραγματοποιήθηκαν δύο δειγματοληψίες. Η πρώτη στις 11 Αυγούστου (117 ημέρες από την σπορά) και η δεύτερη κατά την συγκομιδή στις 13 Οκτωβρίου (180 ημέρες από την σπορά).

Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο, συγκομίζονταν και αποκορυφώνονταν, με το χέρι, δύο γειτονικές γραμμές μήκους 3m (επιφάνεια 3m<sup>2</sup>) (Εικ.4.13α). Η επιλογή των γραμμών γινόταν από το μέσο του πειραματικού τεμαχίου και έτσι ώστε, η μία να

γεινιάζει με σταλακτηφόρο αγωγό, ενώ η άλλη όχι. Μετρήθηκε ο αριθμός ριζών κάθε τεμαχίου και ζυγίστηκαν τα νωπά βάρη του υπεργείου (φύλλα και κορυφές) και υπογείου τμήματος (ριζών) (Εικ. 4.13β). Από κάθε πειραματικό τεμάχιο, ένα δείγμα ριζών, βάρους ~15kg, στάλθηκε στο Χημείο του Εργοστασίου Λάρισας της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης Α.Ε., όπου προσδιορίστηκαν ο ζαχαρικός τίτλος (Poi, ζαχαρόζη % του νωπού βάρους) και η συγκέντρωση των μελασογόνων ουσιών (K, Na, α-N) με τη χρήση ζυγού Venema (Venema automation b.v., Groningen, Holland) και συστήματος ανάλυσης BETALYSER® (Dr Wolfgang Kernchen GmbH, Seelze, Germany).

Στην δεύτερη δειγματοληψία, προσδιορίστηκαν επίσης, το βάρος ριζών και των φύλλων-κορυφών χωριστά για κάθε συγκομισθείσα γραμμή, με σκοπό να ελεγχθεί αν υπάρχει στατιστικώς σημαντική διαφορά μεταξύ των τιμών από τις γραμμές όπου υπάρχει παράπλευρα (δεξιά ή αριστερά) σταλακτηφόρος αγωγός σε σχέση με αυτές που δεν υπάρχει.



(α)

(β)

**Εικόνα 4.13** Εξαγωγή από το έδαφος των φυτών με δικούλια (α) και ζύγισμα συγκομιζόμενων ριζών ζαχαροτεύτλων (β)

Ο υπολογισμός της χρηματικής αξίας της παραγωγής έγινε με βάση τον Πίνακα Τιμών Ζαχαροτεύτλων έτους 2003 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 10 ton προσδιορίζεται ζαχαρικός τίτλος 14, η αξία του

φορτίου είναι  $41,37 \cdot 10$  €, όπου  $41,37$  €/ton είναι η τιμή αντιστοιχεί στο παραπάνω ζαχαρικό τίτλο. Στο ποσό αυτό προστίθεται και μία τιμή  $1,47$  €/ton που αντιστοιχεί στα παραπροϊόντα (πούλπα, μελάσα) που παράγονται από το συγκεκριμένο φορτίο.

#### 4.10 Στατιστική επεξεργασία

Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) των αποτελεσμάτων με την χρήση του πειραματικού σχεδίου των Πλήρως Τυχαιοποιημένων Ομάδων (R.C.B.), εκτός από την περίπτωση ελέγχου των αποτελεσμάτων μεταξύ γραμμών με γειννίαση ή όχι με σταλακτηφόρο αγωγό, όπου χρησιμοποιήθηκε το σχέδιο των Πλήρως Τυχαιοποιημένων ομάδων με υποομάδες. 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).

#### 4.11 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  $ET_o$ . Δηλαδή:

$$ET_o = K_p \cdot E_{pan}, \text{ (mm/ημέρα)} \quad (4.1)$$

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 πολλαπλασιάζεται με τον φυτικό συντελεστή της καλλιέργειας  $K_c$ , μας δίνει την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $E_{Tc}$ ).

$$E_{Tc} = E_{T_o} * K_c, \text{ σε mm} \quad (4.2)$$

Η εξατμισοδιαπνοή δηλαδή, εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της  $E_{Tc}$  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 υπολογίζεται από την σχέση:

$$I_{da} = I_n = E_{Tc} - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (4.3)$$

όπου:  $B$  είναι το ύψος βροχής και

$\Omega B$  είναι το ωφέλιμο ύψος βροχής που υπολογίζεται  
ίσο με 0,8  $B$  (Μιχελάκης, 1998)

Στο εξατμισόμετρο τύπου Α όμως, η ημερήσια ένδειξη, αν δεν συμπεριληφθεί η βροχή οδηγεί απευθείας στις καθαρές ανάγκες σε νερό (FAO, 1998), με την χρήση των σχέσεων (4.1) και (4.2). 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 4.3, στην περίπτωση αυτή θα ισχύει:

$$E_{Tc} = I_n + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (4.4)$$

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών ( $I_n$ ) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας ( $E_{Tc}$ ) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξάτμισης ( $E_{pan}$ ) του εξατμισομέτρου τύπου Α.

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:

$$I_t = I_{da} / I_{dh}, \text{ σε h} \quad (4.5)$$

όπου:  $I_{da}$  είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και  
 $I_{dh}$  είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

$$\text{Είναι: } I_{dh} = (q * n) / (St * Sr), \text{ σε mm/h} \quad (4.6)$$

όπου:  $q$  είναι η παροχή του σταλακτήρα σε l/h,  
 $n = St / (3 * Se)$  είναι ο αριθμός σταλακτήρων 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 4.3 και 4.4 παρουσιάζονται οι δόσεις και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 4.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Πλήρωση εξατμ/τρου mm	(4) Ημερήσια ένδειξη mm	(5) Διαφορά ημέρας Εραπ mm	(6) Βροχή B mm	(7) Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(6) mm	(8) Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο=Κρ*Εραπ 0,8*(5) mm	(9) Κc	(10) Καθαρές ανάγκες Ιη=Εο*Κc (8)*(9) mm	(11) Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ΕΤc=Ιη+ΩB (10)+(7) mm
10/06/03	161	39,5	-	8,5			6,8	0,75	5,1	5,1
11/06/03	162		48	8			6,4	0,75	4,8	4,8
12/06/03	163		56	8			6,4	0,75	4,8	4,8
13/06/03	164	17,5	64	8			6,4	0,75	4,8	4,8
14/06/03	165		25,5	8,5			6,8	0,75	5,1	5,1
15/06/03	166		34	12,5			10	0,75	7,5	7,5
16/06/03	167		46,5	7,5	0,5	0,4	6	0,75	4,5	4,9
17/06/03	168		54	9,5			7,6	0,75	5,7	5,7
18/06/03	169		63,5	8,5			6,8	0,75	5,1	5,1
19/06/03	170		72	0	8,05	6,44	0	0,75	0	6,44
20/06/03	171	15	72	4			3,2	0,75	2,4	2,4
21/06/03	172		19	7,5			6	0,75	4,5	4,5
22/06/03	173		26,5	8,5			6,8	0,75	5,1	5,1
23/06/03	174		35	9			7,2	0,75	5,4	5,4
24/06/03	175		44	8			6,4	0,75	4,8	4,8
25/06/03	176		52	4	4,28	3,424	3,2	0,75	2,4	5,824
26/06/03	177		56	8			6,4	0,75	4,8	4,8
27/06/03	178		64	4	3	2,4	3,2	0,75	2,4	4,8
28/06/03	179		68	-3,5	5,55	4,44	-2,8	0,75	-2,1	2,34
29/06/03	180		64,5	7,5			6	0,75	4,5	4,5
30/06/03	181		72	8			6,4	0,75	4,8	4,8
01/07/03	182		80	6			4,8	1,2	5,76	5,76

**Πίνακας 4.2** 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 1/1/2003	Πλήρωση εξατμ/τρον mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Εραν mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(6) mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς Eo= Kp*Εραν 0,8*(5) mm	Kc	Καθαρές ανάγκες In=Eo*Kc (8)*(9) mm	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+ΩB (10)+(7) mm
02/07/03	183	7	86	9			7,2	1,2	8,64	8,64
03/07/03	184		16	10			8	1,2	9,6	9,6
04/07/03	185		26	9			7,2	1,2	8,64	8,64
05/07/03	186		35	16			12,8	1,2	15,36	15,36
06/07/03	187		51	8			6,4	1,2	7,68	7,68
07/07/03	188		59	9			7,2	1,2	8,64	8,64
08/07/03	189		68	8			6,4	1,2	7,68	7,68
09/07/03	190	20	76	7			5,6	1,2	6,72	6,72
10/07/03	191		27	8			6,4	1,2	7,68	7,68
11/07/03	192		35	8			6,4	1,2	7,68	7,68
12/07/03	193		43	9			7,2	1,2	8,64	8,64
13/07/03	194		52	9			7,2	1,2	8,64	8,64
14/07/03	195		61	4	2,3	1,84	3,2	1,2	3,84	5,68
15/07/03	196		65	8			6,4	1,2	7,68	7,68
16/07/03	197		73	8			6,4	1,2	7,68	7,68
17/07/03	198	7	81	12			9,6	1,2	11,52	11,52
18/07/03	199		19	12			9,6	1,2	11,52	11,52
19/07/03	200		31	-11	13	10,4	-8,8	1,2	-10,56	-0,16
20/07/03	201		20	7	2,1	1,68	5,6	1,2	6,72	8,4
21/07/03	202		27	8			6,4	1,2	7,68	7,68
22/07/03	203		35	8			6,4	1,2	7,68	7,68
23/07/03	204		43	8			6,4	1,2	7,68	7,68
24/07/03	205		51	9			7,2	1,2	8,64	8,64

Πίνακας 4.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Πλήρωση εξαρμ/τρου mm	(4) Ημερήσια ένδειξη mm	(5) Διαφορά ημέρας Εραν mm	(6) Βροχή B mm	(7) Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0.8*B$ 0,8*(6) mm	(8) Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_0=Kp*E_{ραν}$ 0,8*(5) mm	(9) Kc	(10) Καθαρές ανάγκες $I_n=E_0*Kc$ (8)*(9) mm	(11) Εξατμ/πνοή καλλιέργειας $E_{TC}=I_n+\Omega B$ (10)+(7) mm
25/07/03	206		60	9			7,2	1,2	8,64	8,64
26/07/03	207		69	10			8	1,2	9,6	9,6
27/07/03	208		79	6			4,8	1,2	5,76	5,76
28/07/03	209	4	85	7			5,6	1,2	6,72	6,72
29/07/03	210		11	7			5,6	1,2	6,72	6,72
30/07/03	211		18	6			4,8	1,2	5,76	5,76
31/07/03	212		24	3	2	1,6	2,4	1,2	2,88	4,48
01/08/03	213		27	1,5	2	1,6	1,2	1,2	1,44	3,04
02/08/03	214		28	3	3,27	2,616	2,4	1,2	2,88	5,496
03/08/03	215		31	6			4,8	1,2	5,76	5,76
04/08/03	216		37	7			5,6	1,2	6,72	6,72
05/08/03	217		44	8			6,4	1,2	7,68	7,68
06/08/03	218		52	9			7,2	1,2	8,64	8,64
07/08/03	219		61	8			6,4	1,2	7,68	7,68
08/08/03	220		69	6			4,8	1,2	5,76	5,76
09/08/03	221	16,5	75	5,5			4,4	1,2	5,28	5,28
10/08/03	222		22	7			5,6	1,2	6,72	6,72
11/08/03	223		29	9			7,2	1,2	8,64	8,64
12/08/03	224		38	9			7,2	1,2	8,64	8,64
13/08/03	225		47	7			5,6	1,2	6,72	6,72
14/08/03	226	7	54	6			4,8	1,2	5,76	5,76
15/08/03	227		13	7			5,6	1,2	6,72	6,72



**Πίνακας 4.2** 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 1/1/2003	Πλήρωση εξατμ/τρον	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας Εραν	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή $\Omega B=0,8*B$ 0,8*(6)	Εξατμ/πνοή αναφοράς $E_0=K_r*E_{ραν}$ 0,8*(5)	Kc	Καθαρές ανάγκες $I_n=E_0*K_c$ (8)*(9)	Εξάτμ/πνοή καλλιέργειας $E_{Tc}=I_n+\Omega B$ (10)+(7)
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
16/08/03	228		20	8			6,4	1,2	7,68	7,68
17/08/03	229		28	10			8	1,2	9,6	9,6
18/08/03	230		38	8			6,4	1,2	7,68	7,68
19/08/03	231		46	7			5,6	1,2	6,72	6,72
20/08/03	232		53	8			6,4	1,2	7,68	7,68
21/08/03	233		61	7			5,6	1,2	6,72	6,72
22/08/03	234	4	68	7			5,6	1,2	6,72	6,72
23/08/03	235		11	7			5,6	1,2	6,72	6,72
24/08/03	236		18	8			6,4	1,2	7,68	7,68
25/08/03	237		26	8			6,4	1,2	7,68	7,68
26/08/03	238		34	8			6,4	1,2	7,68	7,68
27/08/03	239		42	3			2,4	1,2	2,88	2,88
28/08/03	240	4	45	6			4,8	1,2	5,76	5,76
29/08/03	241		10	8			6,4	1,2	7,68	7,68
30/08/03	242		18	8			6,4	1,2	7,68	7,68
31/08/03	243		26	6			4,8	1,2	5,76	5,76
01/09/03	244		32	7			5,6	1	5,6	5,6
02/09/03	245	7	39	6			4,8	1	4,8	4,8
03/09/03	246		13	3	2,14	1,712	2,4	1	2,4	4,112
04/09/03	247		16	6			4,8	1	4,8	4,8
05/09/03	248		22	5			4	1	4	4
06/09/03	249		27	6			4,8	1	4,8	4,8
07/09/03	250		33	7			5,6	1	5,6	5,6

Πίνακας 4.2 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 1/1/2003	Πλήρωση εξατμ/τρον	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας Εραν	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(6)	Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο= Kp*Εραν 0,8*(5)	Kc	Καθαρές ανάγκες In=Εο*Kc (8)*(9)	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+ΩB (10)+(7)
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	mm
08/09/03	251		40	2	2,1	1,68	1,6	1	1,6	3,28
09/09/03	252		42	4			3,2	1	3,2	3,2
10/09/03	253		46	-10	12,83	10,264	-8	1	-8	2,264
11/09/03	254	8	36	3			2,4	1	2,4	2,4
12/09/03	255		11	6			4,8	1	4,8	4,8
13/09/03	256		17	3	3,27	2,616	2,4	1	2,4	5,016
14/09/03	257		20	2			1,6	1	1,6	1,6
15/09/03	258		22	4			3,2	1	3,2	3,2
16/09/03	259		26	4			3,2	1	3,2	3,2
17/09/03	260		30	4			3,2	1	3,2	3,2
18/09/03	261		34	4			3,2	1	3,2	3,2
19/09/03	262	2	38	5			4	1	4	4
20/09/03	263		7	5			4	1	4	4
21/09/03	264		12	6			4,8	1	4,8	4,8
22/09/03	265		18	5			4	1	4	4
23/09/03	266		23	4			3,2	1	3,2	3,2
24/09/03	267		27	5			4	1	4	4
25/09/03	268		32	4			3,2	1	3,2	3,2
26/09/03	269		36	4			3,2	1	3,2	3,2
27/09/03	270		40	3			2,4	1	2,4	2,4
28/09/03	271		43	-			-	-	-	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>					<b>66,39</b>	<b>53,112</b>			<b>606,88</b>	<b>659,992</b>

Πίνακας 4.3 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ.

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα Καθαρών αναγκών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης Ε 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	(8) Δόση άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ		(9) n S/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(S*Sr)	(11) Διάρκεια άρδευσης Ε 100%ΕΤ (5)/(10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ (7)/(10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>		mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
	10/6/2003	5,1										
	11/6/2003	4,8										
	12/6/2003	4,8										
	13/6/2003	4,8	19,5									
	14/6/2003	5,1		0,8775	19,5	15,6	0,702	0,0833	4	4h 52' 30"	3h 54' 00"	
	15/6/2003	7,5										
	16/6/2003	4,5										
	17/6/2003	5,7	22,8									
	18/6/2003	5,1		1,026	22,8	18,24	0,8208	0,0833	4	5h 42' 00"	4h 33' 36"	
	19/6/2003	0										
	20/6/2003	2,4										
	21/6/2003	4,5										
	22/6/2003	5,1										
	23/6/2003	5,4	22,5									
	24/6/2003	4,8		1,0125	22,5	18	0,81	0,0833	4	5h 37' 30"	4h 30' 00"	
	25/6/2003	2,4										
	26/6/2003	4,8										
	27/6/2003	2,4										
	28/6/2003	-2,1										
	29/6/2003	4,5										

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

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών : n = St / (3 \* Se) = 0,0833



Πίνακας 4.3 Ημερομηνίες, Δόσεις, και Διάρκειες των άρδεύσεων στις μεταλλαγμένες Υπόγειες, Ε. 100%ΕΤ και Ε. 80%ΕΤ (συνέχεια)

(1) Ημερήσια	(2) Ημερίδες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Λθροσισμα Καθαρών αναγκών αναγκών mm	(5) Άδση άρδεύσεως Ε. 100%ΕΤ		(6) m3/45m2	(7) mm ή m3/στρ.	(8) Άδση άρδεύσεως Υπόγειας & Ε. 80%ΕΤ		(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδεύσεως Ε. 100%ΕΤ (5)/(10) h	(12) Διάρκεια άρδεύσεως Υπόγειας & Ε. 80%ΕΤ (7)/(10) h
				mm ή m3/στρ.	m3/45m2								
30/6/2003	181	4,8	21,6										
1/7/2003	182	5,76		21,6	0,972		17,28	0,7776	0,0833		4	5h 24' 00"	4h 19' 12"
2/7/2003	183	8,64											
3/7/2003	184	9,6	24										
4/7/2003	185	8,64		24	1,08		19,2	0,864	0,0833		4	6h 00' 00"	4h 48' 00"
5/7/2003	186	15,36											
6/7/2003	187	7,68	31,68										
7/7/2003	188	8,64		31,68	1,4256		25,34	1,1403	0,0833		4	7h 55' 12"	6h 20' 06"
8/7/2003	189	7,68											
9/7/2003	190	6,72											
10/7/2003	191	7,68	30,72										
11/7/2003	192	7,68		30,72	1,3824		24,58	1,1061	0,0833		4	7h 40' 48"	6h 08' 42"
12/7/2003	193	8,64											
13/7/2003	194	8,64											
14/7/2003	195	3,84	28,8										
15/7/2003	196	7,68		28,8	1,296		23,04	1,0368	0,0833		4	7h 12' 00"	5h 45' 36"
16/7/2003	197	7,68											
17/7/2003	198	11,52	26,88										
18/7/2003	199	11,52		26,88	1,2096		21,5	0,9675	0,0833		4	6h 43' 12"	5h 22' 30"
19/7/2003	200	-10,56											
20/7/2003	201	6,72											

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

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

Ισαποχή σταλακτιήρων : Se = 0,60 m

Αριθμός σταλακτιήρων ανά 3 σειρές φυτών : n = St / (3 \* Se) = 0,0833

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα Καθαρών αναγκών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης Ε 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	(8) Αόση άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδευσης Ε 100%ΕΤ (5)/(10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ (7)/(10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>						
21/7/2003	202	7,68									
22/7/2003	203	7,68									
23/7/2003	204	7,68	30,72								
24/7/2003	205	8,64		30,72	1,3824	24,58	1,1061	0,0833	4	7h 40' 48"	6h 08' 42"
25/7/2003	206	8,64									
26/7/2003	207	9,6	26,88								
27/7/2003	208	5,76		26,88	1,2096	21,5	0,9675	0,0833	4	6h 43' 12"	5h 22' 30"
28/7/2003	209	6,72									
29/7/2003	210	6,72									
30/7/2003	211	5,76									
31/7/2003	212	2,88	27,84								
1/8/2003	213	1,44		27,84	1,2528	22,27	1,00215	0,0833	4	6h 57' 36"	5h 34' 03"
2/8/2003	214	2,88									
3/8/2003	215	5,76									
4/8/2003	216	6,72									
5/8/2003	217	7,68									
6/8/2003	218	8,64	33,12								
7/8/2003	219	7,68		33,12	1,4904	26,5	1,1925	0,0833	4	8h 16' 48"	6h 37' 30"
8/8/2003	220	5,76									
9/8/2003	221	5,28									

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 4.3 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα Καθαρών αναγκών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης E 100%ET		(7) Δόση άρδευσης Υπόγειας & E 80%ET mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	(8) Δόση άρδευσης Υπόγειας & E 80%ET m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr)	(11) Διάρκεια άρδευσης E 100%ET (5)/(10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης Υπόγεια & E 80%ET (7)/(10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>						
10/8/2003	222	6,72									
11/8/2003	223	8,64	34,08								
12/8/2003	224	8,64		34,08	1,5336	27,26	1,2267	0,0833	4	8h 31' 12"	6h 48' 54"
13/8/2003	225	6,72									
14/8/2003	226	5,76									
15/8/2003	227	6,72									
16/8/2003	228	7,68	35,52								
17/8/2003	229	9,6			1,5984	28,42	1,2789	0,0833	4	8h 52' 48"	7h 06' 18"
18/8/2003	230	7,68									
19/8/2003	231	6,72									
20/8/2003	232	7,68	31,68								
21/8/2003	233	6,72			1,4256	25,34	1,1403	0,0833	4	7h 55' 12"	6h 20' 06"
22/8/2003	234	6,72									
23/8/2003	235	6,72									
24/8/2003	236	7,68									
25/8/2003	237	7,68	35,52								
26/8/2003	238	7,68			1,5984	28,42	1,2789	0,0833	4	8h 52' 48"	7h 06' 18"
27/8/2003	239	2,88									
28/8/2003	240	5,76									
29/8/2003	241	7,68									

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

**Πίνακας 4.3** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα Καθαρών αναγκών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης E 100%ET		(7) Δόση άρδευσης Υπόγεια & E 80%ET mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	(8) Δόση άρδευσης E 100%ET		(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδευσης E 100%ET h (5)/(10)	(12) Διάρκεια άρδευσης Υπόγεια & E 80%ET h (7)/(10)
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>		m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
30/8/2003	242	7,68	31,68									
31/8/2003	243	5,76		31,68	1,4256	25,34	1,1403	0,0833	4	7h 55' 12"	6h 20' 06"	
1/9/2003	244	5,6										
2/9/2003	245	4,8										
3/9/2003	246	2,4										
4/9/2003	247	4,8										
5/9/2003	248	4										
6/9/2003	249	4,8	32,16									
7/9/2003	250	5,6		32,16	1,4472	25,73	1,15785	0,0833	4	8h 02' 24"	6h 25' 57"	
8/9/2003	251	1,6										
9/9/2003	252	3,2										
10/9/2003	253	-8										
11/9/2003	254	2,4										
12/9/2003	255	4,8										
13/9/2003	256	2,4										
14/9/2003	257	1,6										
15/9/2003	258	3,2										
16/9/2003	259	3,2										
17/9/2003	260	3,2										

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 4.3 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα Καθαρών αναγκών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης Ε 100%ΕΤ		(6) Δόση άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ		(7) mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	(8) m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδευσης Ε 100%ΕΤ (5)/(10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ (7)/(10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>						
18/9/2003	261	3,2	26,4										
19/9/2003	262	4		26,4	1,188	21,12	0,9504	0,0833	4	6h 36' 00"	5h 16' 48"		
20/9/2003	263	4											
21/9/2003	264	4,8											
22/9/2003	265	4											
23/9/2003	266	3,2											
24/9/2003	267	4											
25/9/2003	268	3,2											
26/9/2003	269	3,2											
27/9/2003	270	2,4	32,8										
28/9/2003	271			32,8	1,476	26,24	1,1808	0,0833	4	8h 12' 00"	6h 33' 36"		
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>606,88</b>	<b>606,88</b>	<b>606,88</b>	<b>606,88</b>	<b>485,5</b>	<b>21,8475</b>						

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακττήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 4.4 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρισίες ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ.

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες απδ 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) ΰθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ		(8) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5) / (10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7) / (10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>					
10/6/2003	161	5,1										
11/6/2003	162	4,8										
12/6/2003	163	4,8										
13/6/2003	164	4,8	19,5									
14/6/2003	165	5,1			19,5	0,8775	15,6	0,702	0,0833	4	4h 52' 30"	3h 36' 00"
15/6/2003	166	7,5										
16/6/2003	167	4,5										
17/6/2003	168	5,7										
18/6/2003	169	5,1										
19/6/2003	170	0										
20/6/2003	171	2,4										
21/6/2003	172	4,5										
22/6/2003	173	5,1										
23/6/2003	174	5,4	45,3									
24/6/2003	175	4,8			45,3	2,0385	36,24	1,6308	0,0833	4	11h 19' 30"	9h 03' 36"
25/6/2003	176	2,4										
26/6/2003	177	4,8										

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

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών : n = St / (3 \* Se) = 0,0833

**Πίνακας 4.4** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ		(8) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*η)/(St*Sr)	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5)/(10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7)/(10) h
				mm η m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	mm η m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
27/6/2003	178	2,4									
28/6/2003	179	-2,1									
29/6/2003	180	4,5									
30/6/2003	181	4,8									
1/7/2003	182	5,76									
2/7/2003	183	8,64									
3/7/2003	184	9,6	45,6								
4/7/2003	185	8,64		45,6	2,052	36,48	1,6416	0,0833	4	11h 24' 00"	9h 07' 12"
5/7/2003	186	15,36									
6/7/2003	187	7,68									
7/7/2003	188	8,64									
8/7/2003	189	7,68									
9/7/2003	190	6,72									
10/7/2003	191	7,68	62,4								
11/7/2003	192	7,68		62,4	2,808	49,92	2,2464	0,0833	4	15h 36' 00"	12h 28' 48"
12/7/2003	193	8,64									
13/7/2003	194	8,64									
14/7/2003	195	3,84									

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

**Πίνακας 4.4** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	(8) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ		(9) n St/(3*Se)	(10) I <sub>dh</sub> (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5) / (10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7) / (10) h
				m ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>		mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
15/7/2003	196	7,68										
16/7/2003	197	7,68										
17/7/2003	198	11,52	55,68									
18/7/2003	199	11,52		55,68	2,5056	44,544	2,00448	0,0833	4	13h 55' 12"	11h 08' 09"	
19/7/2003	200	-10,56										
20/7/2003	201	6,72										
21/7/2003	202	7,68										
22/7/2003	203	7,68										
23/7/2003	204	7,68										
24/7/2003	205	8,64										
25/7/2003	206	8,64										
26/7/2003	207	9,6	57,6									
27/7/2003	208	5,76		57,6	2,592	46,08	2,0736	0,0833	4	14h 24' 00"	11h 31' 12"	
28/7/2003	209	6,72										
29/7/2003	210	6,72										
30/7/2003	211	5,76										
31/7/2003	212	2,88										

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m



**Πίνακας 4.4** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθάρεις ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ	(8) n St/(3*Se)	(9) Idh (q*n)/(St*Sr)	(10) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5) / (10)	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7) / (10)
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>					
1/8/2003	213	1,44								
2/8/2003	214	2,88								
3/8/2003	215	5,76								
4/8/2003	216	6,72								
5/8/2003	217	7,68								
6/8/2003	218	8,64	60,96							
7/8/2003	219	7,68		60,96	2,7432	48,768	0,0833	4	15h 14' 24"	12h 11' 31"
8/8/2003	220	5,76								
9/8/2003	221	5,28								
10/8/2003	222	6,72								
11/8/2003	223	8,64								
12/8/2003	224	8,64								
13/8/2003	225	6,72								
14/8/2003	226	5,76								
15/8/2003	227	6,72								
16/8/2003	228	7,68	69,6							
17/8/2003	229	9,6		69,6	3,132	55,68	0,0833	4	17h 24' 00"	13h 55' 12"
18/8/2003	230	7,68								

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 3,6 \text{ l/h}$

Ισαποχή φυτών επί της σειράς :  $St = 0,15 \text{ m}$

Αριθμός σταλακτήρων ανά 3 σειρές φυτών :  $n = St / (3 * Se) = 0,0833$

Ισαποχή σειρών φυτών :  $Sr = 0,50 \text{ m}$

Ισαποχή σταλακτήρων :  $Se = 0,60 \text{ m}$

**Πίνακας 4.4** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρισείς ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Αθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ		(8) n St/(3*Se)	(9) Idh (q*n)/(St*Sr)	(10) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5)/(10)	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7)/(10)
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
19/8/2003	231	6,72									
20/8/2003	232	7,68									
21/8/2003	233	6,72									
22/8/2003	234	6,72									
23/8/2003	235	6,72									
24/8/2003	236	7,68									
25/8/2003	237	7,68	67,2								
26/8/2003	238	7,68			67,2	53,76	2,4192	0,0833	4	16h 48' 00"	13h 26' 24"
27/8/2003	239	2,88									
28/8/2003	240	5,76									
29/8/2003	241	7,68									
30/8/2003	242	7,68									
31/8/2003	243	5,76									
1/9/2003	244	5,6									
2/9/2003	245	4,8									
3/9/2003	246	2,4									
4/9/2003	247	4,8									
5/9/2003	248	4									

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 4.4 Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ		(9) n St/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*Sr) mm/h	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5) / (10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7) / (10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
6/9/2003	249	4,8	63,84								
7/9/2003	250	5,6		63,84	2,8728	51,072	2,29824	0,0833	4	15h 57' 36"	12h 46' 04"
8/9/2003	251	1,6									
9/9/2003	252	3,2									
10/9/2003	253	-8									
11/9/2003	254	2,4									
12/9/2003	255	4,8									
13/9/2003	256	2,4									
14/9/2003	257	1,6									
15/9/2003	258	3,2									
16/9/2003	259	3,2									
17/9/2003	260	3,2									
18/9/2003	261	3,2									
19/9/2003	262	4									
20/9/2003	263	4									
21/9/2003	264	4,8									
22/9/2003	265	4									

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) = 0,0833

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

**Πίνακας 4.4** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις ΕΚΤ 100%ΕΤ και ΕΚΤ 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/νία	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Άθροισμα καθαρών αναγκών mm	(5) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ		(7) Δόση άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ	(8) n St/(3*Se)	(9) Idh (q*n)/(St*Sr)	(11) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 100%ΕΤ (5) / (10) h	(12) Διάρκεια άρδευσης ΕΚΤ 80%ΕΤ (7) / (10) h
				mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>					
23/9/2003	266	3,2								
24/9/2003	267	4								
25/9/2003	268	3,2								
26/9/2003	269	3,2								
27/9/2003	270	2,4	59,2							
28/9/2003	271			59,2	2,664	47,36	2,1312	4	14h 48' 00"	11h 50' 24"
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>		<b>606,88</b>	<b>606,88</b>	<b>606,88</b>	<b>27,3069</b>	<b>485,504</b>	<b>21,84768</b>			

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 3,6 \text{ l/h}$

Ισαποχή φυτών επί της σειράς :  $St = 0,15 \text{ m}$

Αριθμός σταλακτιήρων ανά 3 σειρές φυτών :  $n = St / (3 * Se) = 0,0833$

Ισαποχή σειρών φυτών :  $Sr = 0,50 \text{ m}$

Ισαποχή σταλακτιήρων :  $Se = 0,60 \text{ m}$

Το εύρος της άρδευσης πρέπει να είναι τέτοιο 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.

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 4.5.

Στον ίδιο Πίνακα 4.5 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 (Πεσεξίδης, 1982), του ορίου εξαντλήσεως της εδαφικής υγρασίας (Σακελλαρίου, 1993), του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια (f1) (FAO, 1998) και του συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους (Σακελλαρίου, 1993) για κάθε έναν από τους τέσσερις αρδευτικούς μήνες.

**Πίνακας 4.5** Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.

	FC % κ.β.	PWP % κ.β.	ΦΕΒ g / m <sup>3</sup>	h m	c	p	f1	f2	Eo mm/ημ
<b>ΙΟΥΝΙΟΣ</b>	21,2	11,64	1,23	0,60	0,60	0,53	0,75	0,60	5,5
<b>ΙΟΥΛΙΟΣ</b>	21,2	11,64	1,23	0,80	0,60	0,53	1,2	0,95	6,1
<b>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ</b>	21,2	11,64	1,23	1,00	0,60	0,53	1,2	0,95	5,8
<b>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ</b>	21,2	11,64	1,23	1,10	0,60	0,53	1,0	0,85	3,2

Με βάση τα δεδομένα αυτά η διαδικασία υπολογισμού της πρακτικής δόσης άρδευσης παρουσιάζεται στον παρακάτω Πίνακα 4.6. Η μεθοδολογία αυτή οδηγεί επίσης, στον υπολογισμό της διάρκειας και του εύρους της στάγδην άρδευσης 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 4.6** Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης. (Σακελλαρίου, 1993).

	ΙΟΥΝΙΟΣ	ΙΟΥΛΙΟΣ	ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ
<b>Διαθέσιμη υγρασία</b>				
$\Delta.Y. = [(FC - PWP) / 100] * \Phi EB,$ % κ.ο.	11,7588	11,7588	11,7588	11,7588
<b>Θεωρητική δόση άρδευσης</b>				
$Id = \Delta.Y. * h * c * P,$ mm ή m <sup>3</sup> /στρ.	22,43	29,91	37,39	43,29
<b>Πρακτική δόση άρδευσης</b>				
$Ida = Id / 0,95$ mm ή m <sup>3</sup> /στρ. (0,95 είναι ο βαθμός εφαρμογής νερού στην στάγδην άρδευση)	23,61	31,48	39,36	43,29
<b>Ωριαίο ύψος βροχής</b>				
$Idh = (q * n) / (St * Sr),$ mm / h	4	4	4	4
<b>Μέση ημερήσια πραγματική εξατμισοδιαπνοή</b>				
$ETd = Eo * f1 * f2,$ mm / ημέρα	2,47	6,95	6,61	2,72
<b>Εύρος άρδευσης</b>				
$Ir = Ida / ETd,$ ημέρες	9,56	4,53	5,95	15,91
<b>Διάρκεια άρδευσης</b>				
$It = Ida / Idh,$ h	5h 54' 00''	7h 52' 12''	9h 50' 24''	10h 48' 00''

Παροχή σταλακτήρα :  $q = 3,6 \text{ l/h}$

Ισαποχή σειρών φυτών :  $Sr = 0,50 \text{ m}$

Ισαποχή φυτών επί της σειράς :  $St = 0,15 \text{ m}$

Ισαποχή σταλακτῆρων :  $Se = 0,60 \text{ m}$

Αριθμός σταλακτῆρων ανά 3 σειρές φυτών :  $n = St / (3 * Se) = 0,0833$

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 4.7α, β, γ, όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισιμέτρου (Epan) παραπέμπουν απευθείας στην δόση και στην διάρκεια της άρδευσης.

Πραγματοποιήθηκαν 21 αρδεύσεις στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET, E 80%ET και 11 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. 4.13, 4.14, 4.15 και 4.16.

Πίνακας 4.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου.

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ Ia100=ET*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ Ia80=Ia100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) Iaυπ.=Ia100*0,80 (mm)	Σταλάτρες ανά φυτό n=Su/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Iah=(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It = Ia100 / Iah (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It = Ia80 / Iah (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It = Iaυπ. / Iah (h)
0	0,00	0,00	0,00	0,0833	4	0	0	0
1	0,60	0,48	0,48	0,0833	4	9' 00"	07' 12"	07' 12"
2	1,20	0,96	0,96	0,0833	4	18' 00"	14' 24"	14' 24"
3	1,80	1,44	1,44	0,0833	4	27' 00"	21' 36"	21' 36"
4	2,40	1,92	1,92	0,0833	4	36' 00"	28' 48"	28' 48"
5	3,00	2,40	2,40	0,0833	4	45' 00"	36' 00"	36' 00"
6	3,60	2,88	2,88	0,0833	4	54' 00"	43' 12"	43' 12"
7	4,20	3,36	3,36	0,0833	4	1h 03' 00"	50' 24"	50' 24"
8	4,80	3,84	3,84	0,0833	4	1h 12' 00"	57' 36"	57' 36"
9	5,40	4,32	4,32	0,0833	4	1h 21' 00"	1h 04' 48"	1h 04' 48"
10	6,00	4,80	4,80	0,0833	4	1h 30' 00"	1h 12' 00"	1h 12' 00"
11	6,60	5,28	5,28	0,0833	4	1h 39' 00"	1h 19' 12"	1h 19' 12"
12	7,20	5,76	5,76	0,0833	4	1h 48' 00"	1h 26' 24"	1h 26' 24"
13	7,80	6,24	6,24	0,0833	4	1h 57' 00"	1h 33' 36"	1h 33' 36"
14	8,40	6,72	6,72	0,0833	4	2h 06' 00"	1h 40' 48"	1h 40' 48"
15	9,00	7,20	7,20	0,0833	4	2h 15' 00"	1h 48' 00"	1h 48' 00"
16	9,60	7,68	7,68	0,0833	4	2h 24' 00"	1h 55' 12"	1h 55' 12"
17	10,20	8,16	8,16	0,0833	4	2h 33' 00"	2h 02' 24"	2h 02' 24"
18	10,80	8,64	8,64	0,0833	4	2h 42' 00"	2h 09' 36"	2h 09' 36"
19	11,40	9,12	9,12	0,0833	4	2h 51' 00"	2h 16' 48"	2h 16' 48"
20	12,00	9,60	9,60	0,0833	4	3h 00' 00"	2h 24' 00"	2h 24' 00"

Συντελεστής Εξατμισιμέτρου: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Kc=0,75

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 4.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*Κ <sub>c</sub> (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(q <sub>κπ</sub> )/ (St*Sr)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισόμετρου: Κ<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Κ<sub>c</sub>=0,75

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : S<sub>r</sub> = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S<sub>t</sub> = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 4.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Εραν (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*Κ <sub>c</sub> (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(q <sub>xh</sub> ) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=0,75

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 4.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*Κ <sub>c</sub> (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=SU/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(q*x <sub>n</sub> ) / (StxSr)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισομέτρου: Κ<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Κ<sub>c</sub>=0,75

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 4.7β** Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου.

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(αxη) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισομέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=1,2

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

ισαποχή σειρών φυτών : S<sub>r</sub> = 0,50 m

ισαποχή φυτών επί της σειράς : S<sub>t</sub> = 0,15 m

ισαποχή σταλακτήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 4.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό η=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, ΥΠΟΓΕΙΟ I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισομέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής: K<sub>c</sub>=1,2

Παροχή σταλακτήρα: q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών: S<sub>r</sub> = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς: S<sub>t</sub> = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων: S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 4.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτικές ανά φυτό η=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισιμέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=1,2

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : S<sub>r</sub> = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S<sub>t</sub> = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 4.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ET I <sub>da</sub> 100=ET*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ET I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ET) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακίτες ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισιμέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=1,2

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : S<sub>r</sub> = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S<sub>t</sub> = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 4.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξοστισμέτρου.

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ET Ida 100=ET*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(αxn) / (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)
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 Εξοστισμέτρου Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Kc=1

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 4.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ET I <sub>da</sub> 100=ET*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ET I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ET) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (St*St) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισμέτρου K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : S<sub>r</sub> = 0,50 m

Ισοποχή φυτών επί της σειράς : S<sub>t</sub> = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 4.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισιμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ET I <sub>da</sub> 100=ET*0,8*K <sub>c</sub> (mm)	Επιφ.80%ET I <sub>da</sub> 80=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ET) I <sub>da</sub> υπ.=I <sub>da</sub> 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(q <sub>xh</sub> )/(StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It = I <sub>da</sub> 80 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It = I <sub>da</sub> υπ. / I <sub>dh</sub> (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 Εξατμισιμέτρου K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=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 4.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαροτεύλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ET Ida 100=ET*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ET Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ET) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλακτές ανά φυτό r=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(qxh) / (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)
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 Εξατμισέτρου Kp = 0,8

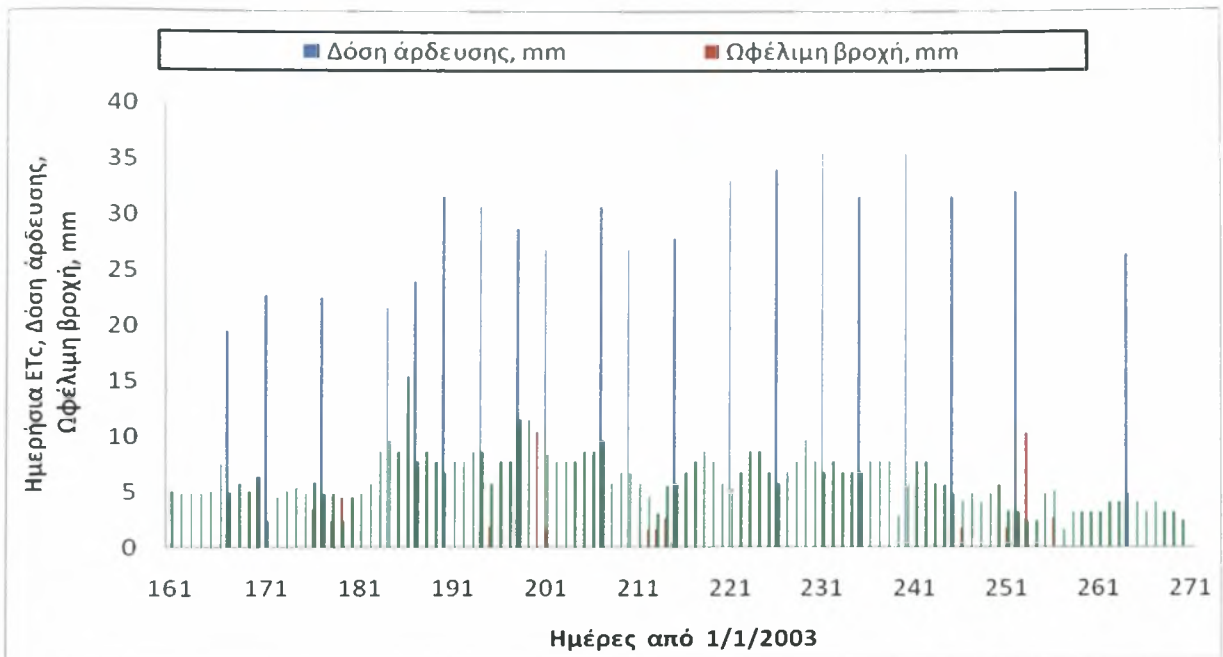
Φυτικός συντελεστής : Kc=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

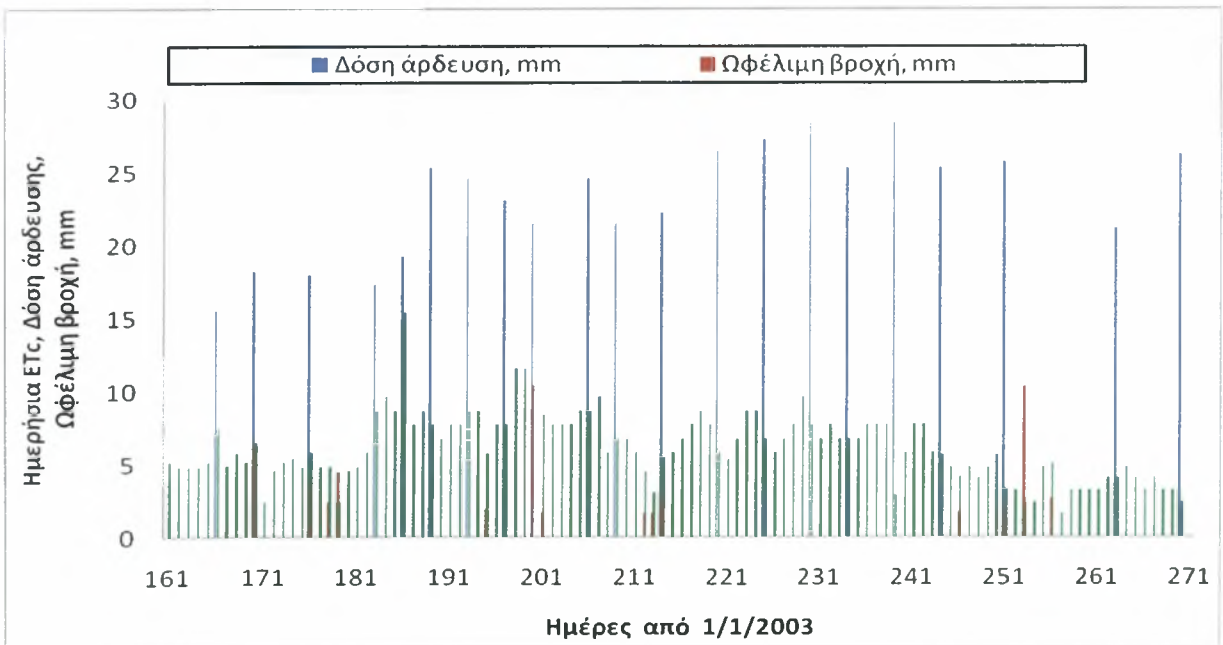
Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

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

Ισοποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m



**Σχήμα 4.13** Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στην μεταχείριση E 100%ET  
(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίνακα 5.2 και στην στήλη (7) του Πίνακα 5.3)

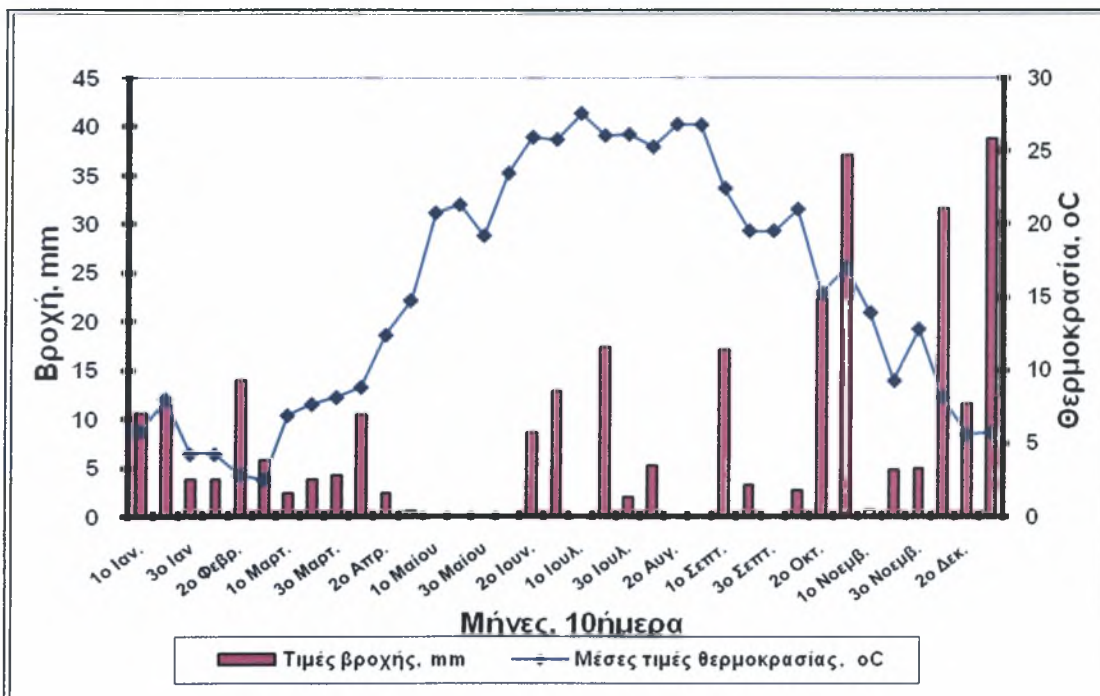


**Σχήμα 4.14** Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στην μεταχείριση Υπόγεια και E 80%ET  
(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίνακα 5.2 και στην στήλη (7) του Πίνακα 5.3)

## 5. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 5.1. Κλιματικά δεδομένα

Στο σχήμα 5.1 παρουσιάζονται, ανά 10ήμερο, οι τιμές της βροχόπτωσης και της μέσης θερμοκρασίας του 24ώρου κατά την διάρκεια του έτους 2003 στην περιοχή του Βελεστίνου Μαγνησίας, όπου διεξήχθη το πείραμα.



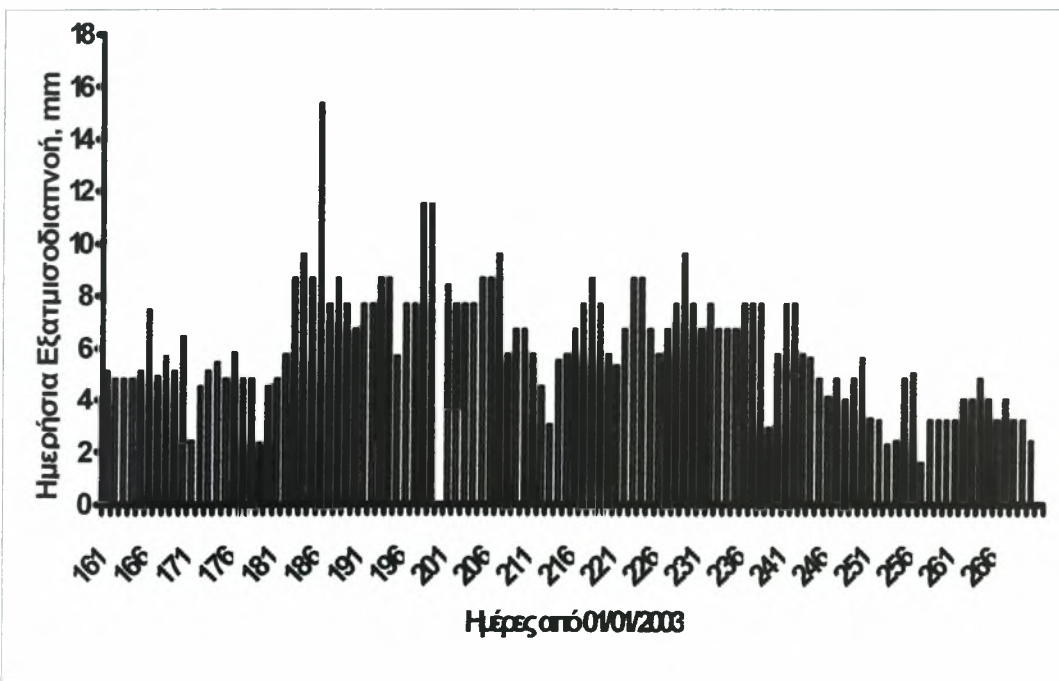
**Σχήμα 5.1** Τιμές βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας 24ώρου ανά 10ήμερο έτους 2003

Όπως προκύπτει από το σχήμα 5.1 οι ελαφρές βροχοπτώσεις στο 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> 10ήμερο του Απριλίου, αν και δεν ήταν μεγάλου ύψους εν τούτοις αξιοποιήθηκαν από την καλλιέργεια στο στάδιο του φυτρώματος. Κατά τη διάρκεια της κύριας αρδευτικής περιόδου (Ιούνιος – Αύγουστος), συνέβησαν έντεκα περιπτώσεις βροχόπτωσης και σε κανένα το ύψος βροχής δεν ξεπέρασε τα 16 mm. Μάλιστα, στα οκτώ το ύψος βροχής ήταν κάτω από 6mm. Από την ημερομηνία έναρξης της

στάγδην άρδευσης (14/06/2003) μέχρι και τη λήξη των άρδεύσεων (28/09/2003) η βροχόπτωση ήταν συνολικά 74,29mm.

Το γεγονός των μειωμένων βροχοπτώσεων συντελεί στην πιο ξεκάθαρη αξιολόγηση των μεθοδολογιών άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ζαχαρότευτλων, μιας και οι αναγκαίες για την καλλιέργεια ποσότητες νερού χορηγήθηκαν κυρίως μέσω της άρδευσης.

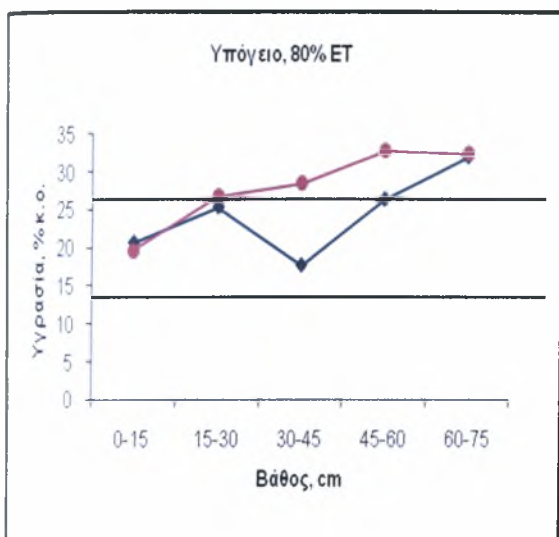
Η θερμοκρασία κατά το διάστημα αυτό κυμάνθηκε σε υψηλά επίπεδα (μέσες θερμοκρασίες 24ώρου μεγαλύτερες των 25° C). Οι συνθήκες αυτές προκαλούσαν έντονη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, όπως φαίνεται στο σχήμα 5.2. Η μεγαλύτερη τιμή εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (15,36) σημειώθηκε στις 5/7 (186 ημέρες από 1/1/2003). Την ημέρα εκείνη σημειώθηκε και η μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία 24ώρου (σχ. 5.1).



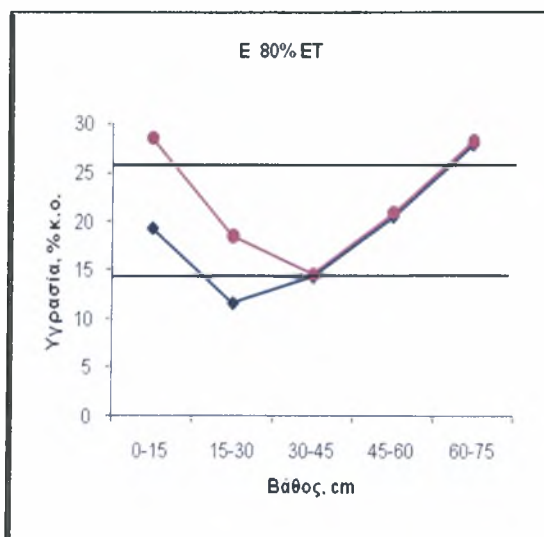
Σχήμα 5.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας  
(οι τιμές αντιστοιχούν στην στήλη 11 του πίνακα 4.2).

## 5.2. Υγρασία εδάφους

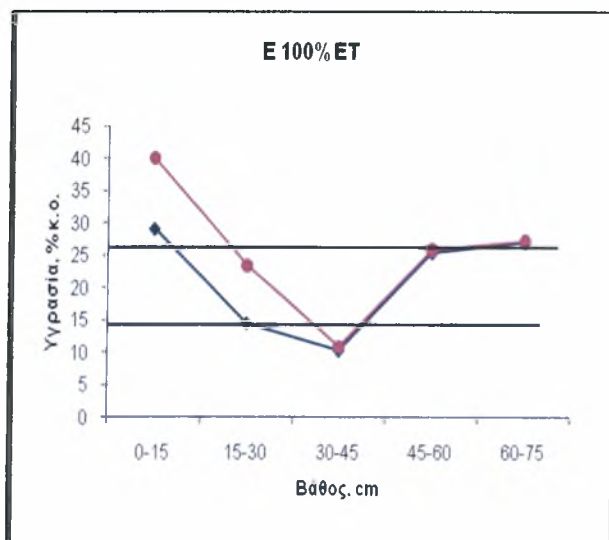
Ο κατάλληλος συγχρονισμός της άρδευσης και η εφαρμογή της απαραίτητης ποσότητας νερού μπορεί να μεγιστοποιήσει την παραγωγή των καλλιεργειών ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους ασθeneιών, τη χρήση λιπασμάτων και τη χρήση νερού.



(α)



(β)



(γ)

Σχήμα 5.3 α, β, γ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 4<sup>η</sup> μέτρηση εδαφικής υγρασίας, στις 11/07/03. ( Πριν την άρδευση με μπλε και δυο μέρες μετά με κόκκινο.)

Τα ζαχαρότευτλα έχουν βαθύ ριζικό σύστημα που μπορεί να απορροφήσει αποτελεσματικά το νερό σε βάθος περίπου 100cm, εφόσον δεν υπάρχουν αδιαπέραστοι ορίζοντες στο εδαφικό προφίλ. Συνεπώς, η άρδευση μπορεί να είναι ελάχιστη, αν το επαρκές νερό είναι διαθέσιμο κοντά στη ζώνη του ριζοστρώματος.

Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στις 5 μεταχειρίσεις φαίνεται στα σχήματα 5.3 α,β,γ. Τα σχήματα αυτά αναφέρονται στις μετρήσεις πριν και μετά την άρδευση της 11<sup>ης</sup> Ιουλίου, αλλά ανάλογη διακύμανση διαμορφώνεται σε όλες τις μετρήσεις.

Παρατηρούμε ότι, στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευση η υγρασία την δεύτερη ημέρα μετά την άρδευση είναι αυξημένη στο βάθος 30 – 60 εκατοστά, γύρω δηλαδή από το βάθος που έχουν τοποθετηθεί οι σταλάκτες, ενώ μειώνεται ελάχιστα κοντά στην επιφάνεια του εδάφους. Αυτό έχει σαν συνέπεια το χορηγούμενο νερό να είναι πιο εύκολα διαθέσιμο για πρόσληψη από τις ρίζες των φυτών.

Αντίθετα, στη μεταχείριση της επιφανειακής στάγδην άρδευσης η υγρασία μετά την άρδευση αυξάνει στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους και μέχρι βάθους 45cm ακολουθώντας μάλιστα φθίνουσα πορεία, ενώ δεν παρατηρείται καμία αξιόλογη μεταβολή σε μεγαλύτερα βάθη.

Οι τιμές της μεταβολής της υγρασίας πρέπει να βρίσκονται πάνω από το σημείο μόνιμης μάρανσης (PWP = 14,32 % κ.ο.) και κοντά στην υδατοϊκανότητα (FC = 26,08% κ.ο.). Παρατηρούμε ότι αυτό ακολουθείται στις μετρήσεις της υπόγειας μεταχειρίσεις σε όλα τα βάθη, ενώ υπάρχουν αποκλίσεις, σημαντικές σε κάποιες μετρήσεις, στις επιφανειακές μεταχειρίσεις, κυρίως στα μεγαλύτερα των 45cm βάθη.

Αυτό δείχνει, ότι το τμήμα της καλλιέργειας (πειραματικά τεμάχια), όπου εφαρμόστηκε η υπόγεια στάγδην άρδευση, δεν βρέθηκε ποτέ σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης.

Τα αποτελέσματα αυτά έρχονται σε συμφωνία με τη διαπίστωση των Neibling et al. (1997), για την ικανότητα του συστήματος άρδευσης με υπόγειους σταλακτοφόρους αγωγούς να διατηρεί την εδαφική υγρασία στο βάθος των 30 – 45cm, σε επίπεδα τέτοια ώστε η τιμή της να μην υπερβαίνει ποτέ τα 50 cbars (ένδειξη τενσιόμετρου), τιμή πάνω από την οποία το έδαφος χαρακτηρίζεται ξηρό στους περισσότερους τύπους εδαφών.

Ανάλογη διαπίστωση αναφέρουν και οι Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη κ.ά. (2000), μετά από πειραματική καλλιέργεια στην ίδια περιοχή.



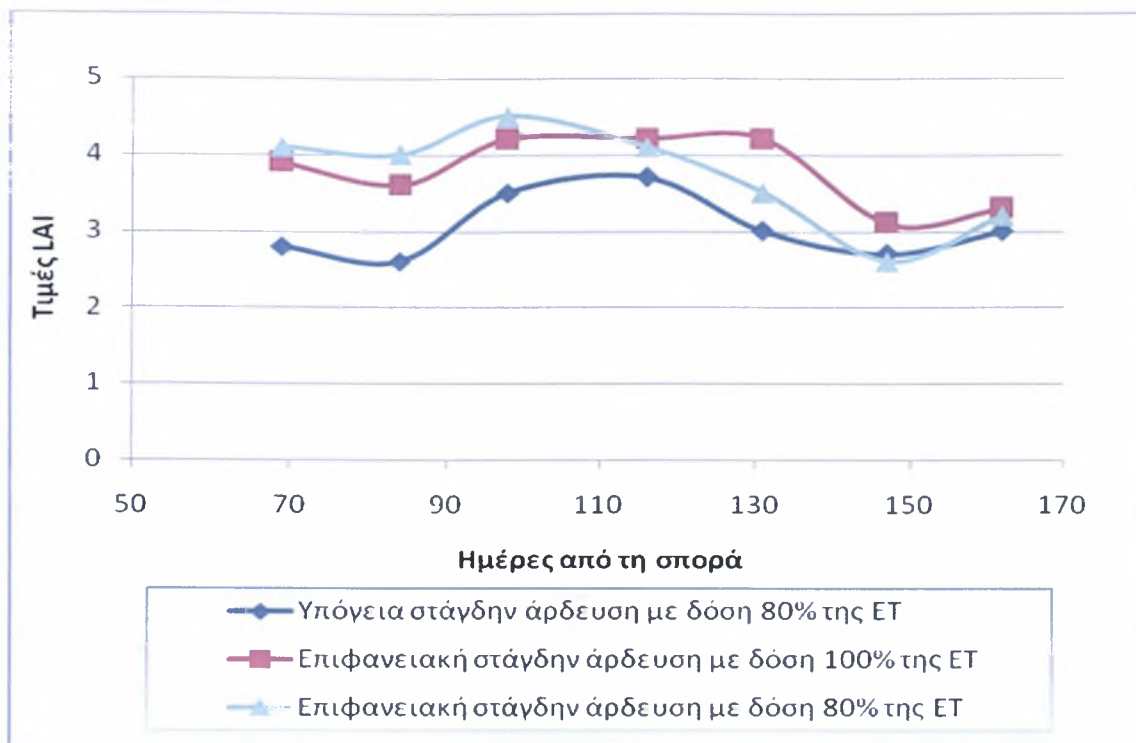
Ενδιαφέρουν, επίσης, παρουσιάζουν και οι παρατηρήσεις που έγιναν στον αγρό, σχετικά με την μη παρουσία ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμόζονταν η υπόγεια στάγδην άρδευση. Επίσης, παρά το γεγονός, ότι δεν σημειώθηκε σημαντική προσβολή από το μύκητα *Cercospora beticola*, εν τούτοις κάποιες κηλίδες της ασθένειας εμφανίστηκαν στα φύλλα των φυτών στα πειραματικά τεμάχια των επιφανειακών μεταχειρίσεων, αλλά καμία στα αντίστοιχα της υπόγειας στάγδην μεταχείρισης. Στα αποτελέσματα αυτά, προφανώς, συντέλεσε το γεγονός ότι στα πειραματικά τεμάχια της υπόγειας στάγδην άρδευσης τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους παρέμεναν ξηρά. Αν ληφθεί υπόψη το γεγονός ότι η ζιζανιοκτονία και οι ψεκασμοί αντιμετώπισης του μύκητα *Cercospora beticola*, κατέχουν ένα μεγάλο ποσοστό του κόστους της καλλιέργειας, τα πεδία αυτά αξίζει να ερευνηθούν.

### 5.3. Φυλλική επιφάνεια.

Ο κύριος στόχος σε μια καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων για την αύξηση της παραγωγικότητας είναι να επιτευχθεί η μέγιστη δυνατή δέσμευση της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία συνδέεται άμεσα με τον Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (Δ.Φ.Ε.). Το 85 – 95 % του προσπίπτοντος φωτός δεσμεύεται με ΔΦΕ μόνο 3 ή 4 (Scott et al, 1993).

Στο σχήμα 5.4 φαίνεται η εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας στις τρεις μεταχειρίσεις.

Στη μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης οι τιμές ΔΦΕ είναι σημαντικά μικρότερες από τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις μέχρι και το δεύτερο 10ημεροτου Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια, κινούνται στα ίδια επίπεδα με τις τιμές αυτών (πίνακας 5.1). Στο σύνολο των μετρήσεων η υπόγεια μεταχείριση παρουσιάζει τον μικρότερο ΔΦΕ (Πίνακας 5.2).



**Σχήμα 5.4** Εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

Οι τιμές προκύπτουν από το μέσο όρο τεσσάρων επαναληπτικών μετρήσεων σε κάθε μεταχείριση για κάθε ημερομηνία.

Η μικρή πτώση που παρουσιάζεται στο ΔΦΕ κατά τη 2<sup>η</sup> μέτρηση (10/7) σε όλες τις μεταχειρίσεις, προφανώς οφείλεται στην επίδραση στο φύλλωμα των πολύ υψηλών θερμοκρασιών ημέρας (γύρω στους 40° C) που επικράτησαν εκείνη την περίοδο. Η ανοδική πορεία ανάπτυξης του φυλλώματος επανέρχεται γρήγορα σε όλες τις μεταχειρίσεις.

Μικρή θετική επίδραση στη φυλλική επιφάνεια φαίνεται να προκαλούν οι βροχοπτώσεις που σημειώθηκαν στις αρχές Σεπτεμβρίου με παράλληλη πτώση των τιμών της θερμοκρασίας.

Το μέγιστο του ΔΦΕ (3,7) για τη μεταχείριση της υπόγεια στάγδην άρδευση επιτεύχθηκε αργότερα από όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, στα μέσα του Αυγούστου. Οι μεταχειρίσεις E 100% ET και E 80% ET δίνουν τη μέγιστη φυλλική επιφάνεια την ίδια χρονική περίοδο.

**Πίνακας 5.1** Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας στις τρεις μεταχειρίσεις.

	<b>Μεταχειρίσεις</b>	<b>Μέσοι όροι</b>	<b>ΕΣΔ<sub>0,05</sub></b>	<b>CV(%)</b>
<b>1<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,80 <sup>b</sup>	0,5219	8,34
25/06*	E 100% ET	3,95 <sup>a</sup>		
(69)**	E 80% ET	4,12 <sup>a</sup>		
<b>2<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,62 <sup>b</sup>	0,5361	9,06
10/07	E 100% ET	3,65 <sup>a</sup>		
(84)	E 80% ET	3,97 <sup>a</sup>		
<b>3<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	3,47		26,43
24/07	E 100% ET	4,25		
(98)	E 80% ET	4,52		
<b>4<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	3,75		27,86
11/08	E 100% ET	4,22		
(116)	E 80% ET	4,15		
<b>5<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	3,02		31,11
26/08	E 100% ET	4,22		
(131)	E 80% ET	3,47		
<b>6<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,72		16,14
11/9	E 100% ET	3,07		
(147)	E 80% ET	2,62		
<b>7<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,97		19,32
26/09	E 100% ET	3,32		
(162)	E 80% ET	3,17		

\* Ημερομηνία μέτρησης

\*\* Ημέρες από τη σπορά

**Πίνακας 5.2** Μέσοι όροι και Τυπική απόκλιση (SD) του ΔΦΕ των τριών μεταχειρίσεων στο σύνολο των μετρήσεων.

Μεταχείριση	Μέσος όρος	SD
Υπόγεια	3,054	0,832
E 100% ET	3,814	0,959
E 80% ET	3,721	0,839

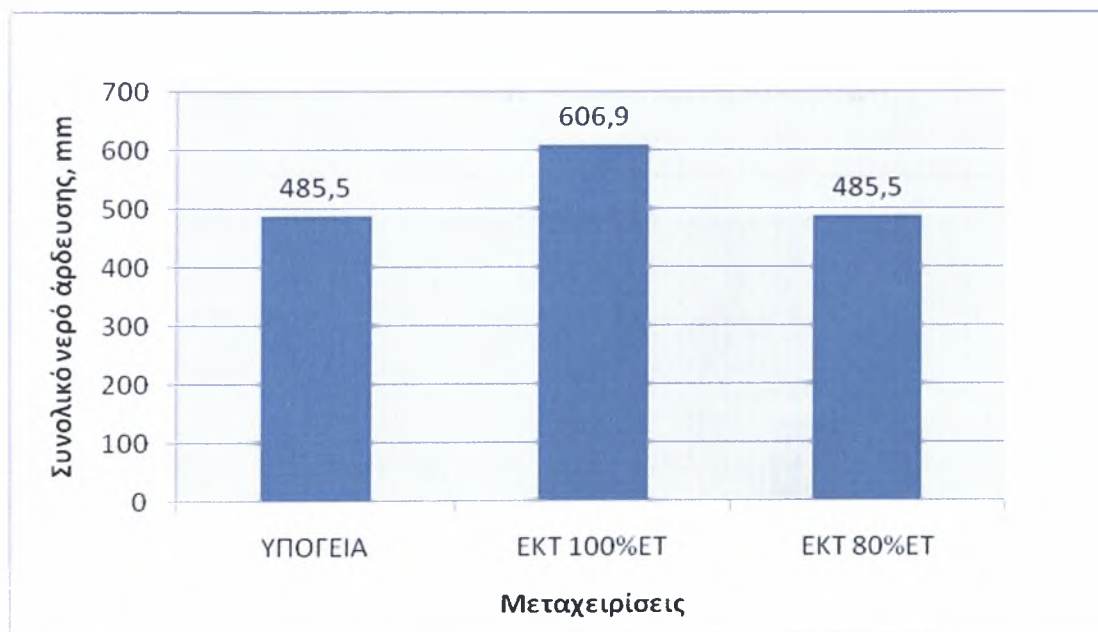
Ο ΔΦΕ συνδέεται άμεσα με την διαθέσιμη ποσότητα αζώτου στην καλλιέργεια. Η υγρασία του εδάφους παίζει σημαντικό ρόλο στην διαλυτοποίηση και συνεπώς στην διαθεσιμότητα του αζώτου. Το γεγονός, ότι στην υπόγεια στάγδην άρδευση τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους διατηρούνται ξηρά, πιθανόν, εξηγεί τη μειωμένη ανάπτυξη φυλλώματος σε σχέση με τις επιφανειακές μεταχειρίσεις, καθώς το αζωτούχο λίπασμα που έχει εφαρμοστεί επιφανειακά, προφανώς, δεν κατέστη διαθέσιμο για την καλλιέργεια σε ποσοστό ανάλογο με το ποσοστό διαθεσιμότητας του σε αυτές τουλάχιστον κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης των φυτών. Πιθανόν, η χορήγηση μέρους του αζωτούχου λιπάσματος μέσω του συστήματος στάγδην άρδευση στην υπόγεια μεταχείριση, θα έδινε τη δυνατότητα καλύτερης εκμετάλλευσης του από την καλλιέργεια, με αποτέλεσμα μεγαλύτερη τιμή του ΔΦΕ.

Όσον αφορά, τώρα, την παραγωγή που θα προέκυπτε κάτω από συνθήκες υπόγειας στάγδην άρδευσης με δεδομένο την επίτευξη μεγαλύτερου ΔΦΕ, είναι ένα θέμα που απαιτεί διερεύνηση. Αν και ο ΔΦΕ έχει βρεθεί ότι σχετίζεται θετικά με την φωτοσύνθεση (Reich et al., 1998) και συνεπώς με την ανάπτυξη μεγαλύτερης βιομάζας, το γεγονός ότι στην παραγωγικότητα του ζαχαρότευτλου ο ζαχαρικός τίτλος είναι η παράμετρος που παίζει μεγαλύτερο ρόλο στην τελική παραγωγή έχοντας επιτευχθεί παράλληλα ένα ικανοποιητικό βάρος ριζών, δεν μπορεί να οδηγήσει στο συμπέρασμα ότι η επίτευξη μεγαλύτερου ΔΦΕ θα έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερη παραγωγή. Η μεγαλύτερη φυλλική επιφάνεια απαιτεί περισσότερη ενέργεια για να συντηρηθεί, οπότε αν μεγαλύτερο μέρος των προϊόντων της φωτοσύνθεσης μετακινηθεί προς το φύλλωμα, αυτό θα έχει ίσως αρνητική επίπτωση

στο ζαχαρικό τίτλο των ριζών. Όλα αυτά όμως είναι υποθέσεις που απαιτούν ανάλογη μελέτη για να επιβεβαιωθεί ή όχι η ορθότητα τους.

#### 5.4. Εξοικονόμηση νερού.

Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω της άρδευσης είναι 606,88mm στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν το 100% των υπολογιζόμενων καθαρών αναγκών και 485,88mm στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν το 80% των καθαρών αναγκών καθώς και στη μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης (σχ. 5.5). ένα επιπλέον ποσό ύδατος 66,39mm δέχθηκε η καλλιέργεια από βροχόπτωση κατά την διάρκεια της αρδευτικής περιόδου (2<sup>ο</sup> 15ημερο Ιουνίου – τέλη Σεπτεμβρίου), το ωφέλιμο ύψος της οποίας ήταν 53,11mm.



**Σχήμα 5.5** Σύνολο νερού που εφαρμόσθηκε με στάγδην άρδευση σε κάθε μεταχείριση

Τα αποτελέσματα συμφωνούν με τις εκτιμήσεις που δίνει η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, με βάση μελέτη πειραματικών αποτελεσμάτων, για τις συνολικές ανάγκες των ζαχαροτεύτλων σε νερό κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου. Σύμφωνα με αυτά, οι συνολικές ανάγκες των ζαχαροτεύτλων σε νερό στο διάστημα μιας καλλιεργητικής χρονιάς, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, ανέρχονται από 540 m<sup>3</sup>/στρ. στην περιοχή της Θράκης έως

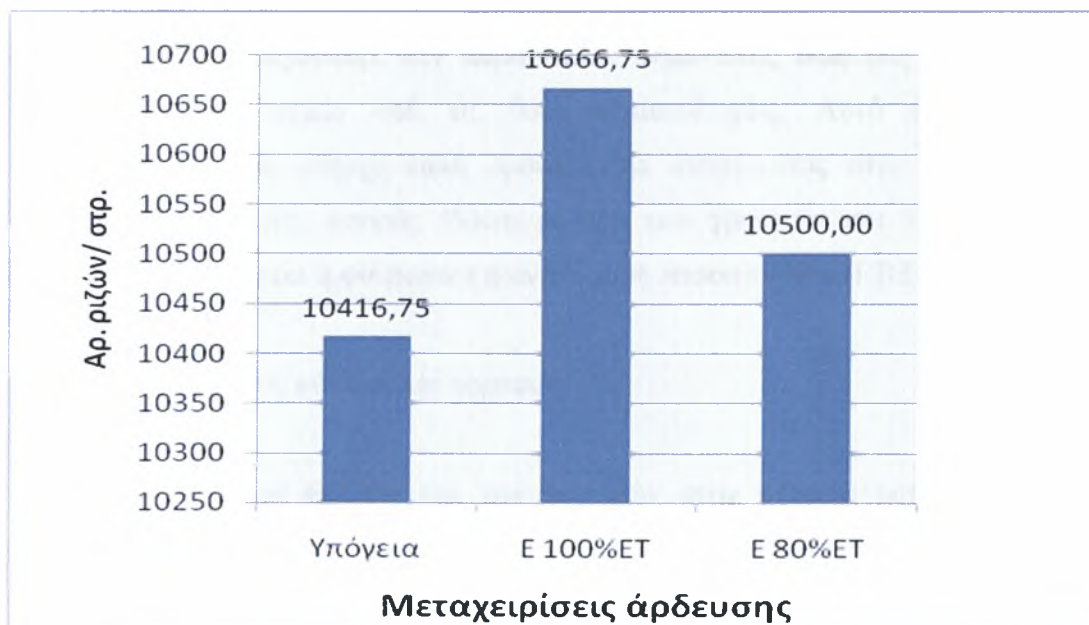
610 m<sup>3</sup>/στρ. στην πεδιάδα της Θεσσαλίας. Οι διακυμάνσεις προς τα πάνω ή προς τα κάτω, που οφείλονται στις μεταβολές του καιρού από χρόνο σε χρόνο, είναι περιορισμένες σε ποσοστό ±10% (EBZ ΑΕ,1997).

Επίσης, ο Analogides, (1993), αναφέρουν ότι στην λεκάνη της Μεσογείου, κατά τους θερινούς μήνες, απαιτείται εφαρμογή ύδατος στην καλλιέργεια ζαχαροτεύλων μέχρι και 800mm για να αντισταθούν οι απώλειες που οφείλονται στην εξατμισοδιαπνοή.

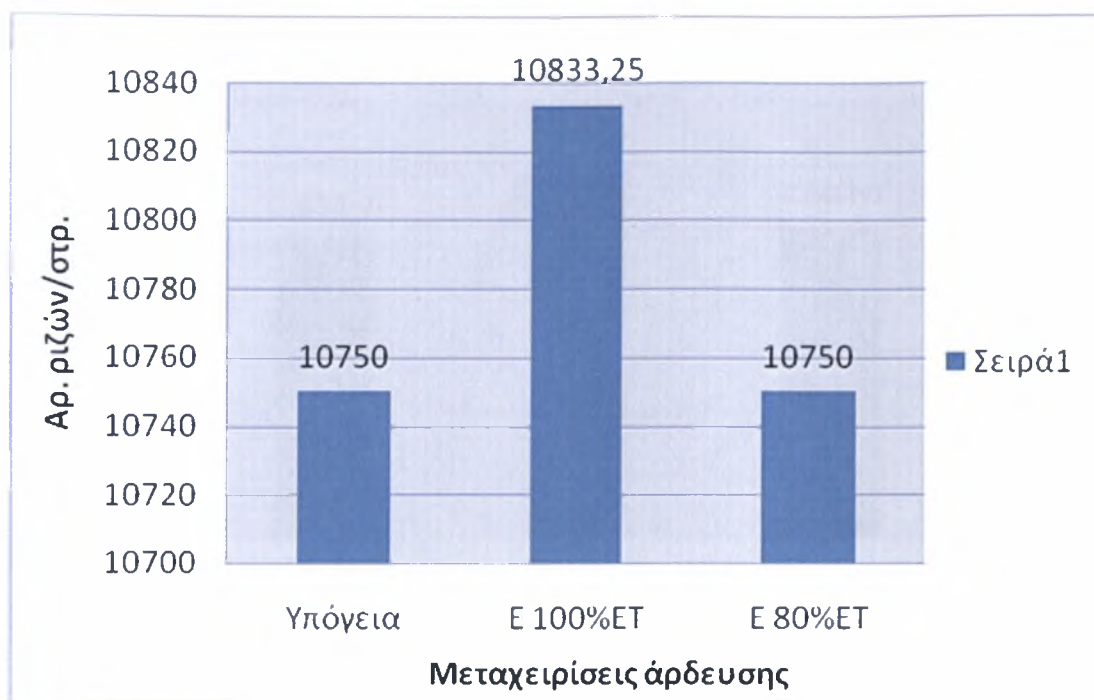
## 5.5. Αποτελέσματα δειγματοληψιών φυτικών μερών

### 5.5.1. Αριθμός ριζών

Στα σχήματα 5.6 και 5.7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του αριθμού ριζών/στρ. της πρώτης και της δεύτερης δειγματοληψίας αντίστοιχα.



Σχήμα 5.6 Αριθμός ριζών/στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1η δειγματοληψία



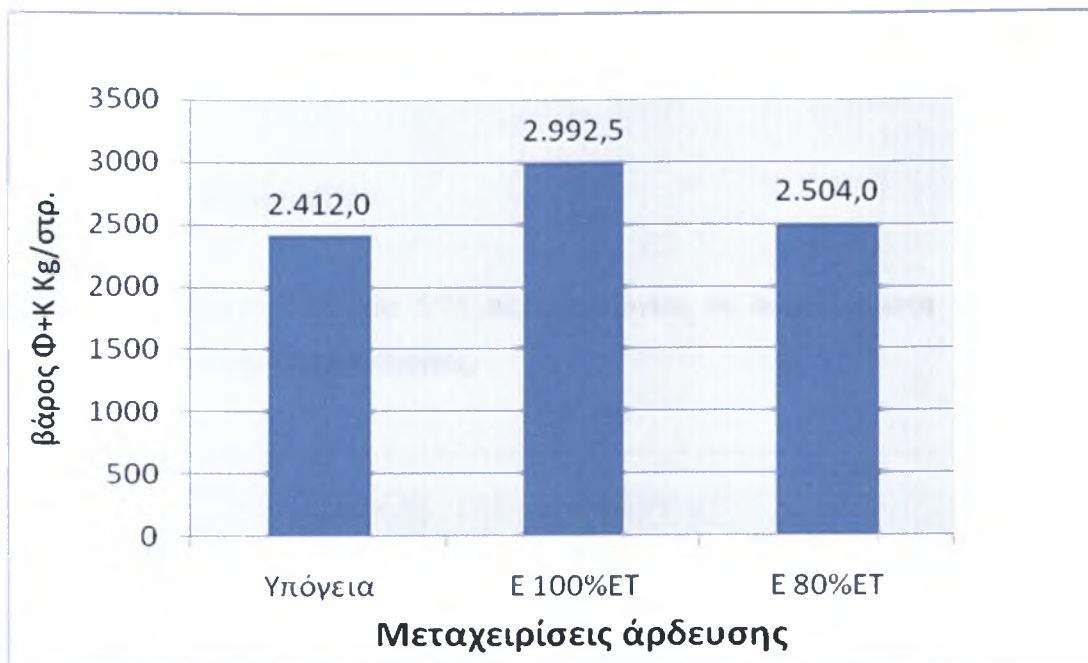
**Σχήμα 5.7** Αριθμός ριζών/στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία

Ο αριθμός ριζών/στρ. δεν παρουσίασε σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις σε καμία από τις δυο δειγματοληψίες. Αυτό άλλωστε ήταν αναμενόμενο, αφού υπήρχε καλή ομοιομορφία φυτρώματος στον αγρό. Για τις δεδομένες αποστάσεις σποράς (50cm μεταξύ των γραμμών και 15 cm επί της γραμμής) υπολογίζεται η φυτρωτική ικανότητα σε ποσοστό 80% (EBZ ΑΕ, 2001).

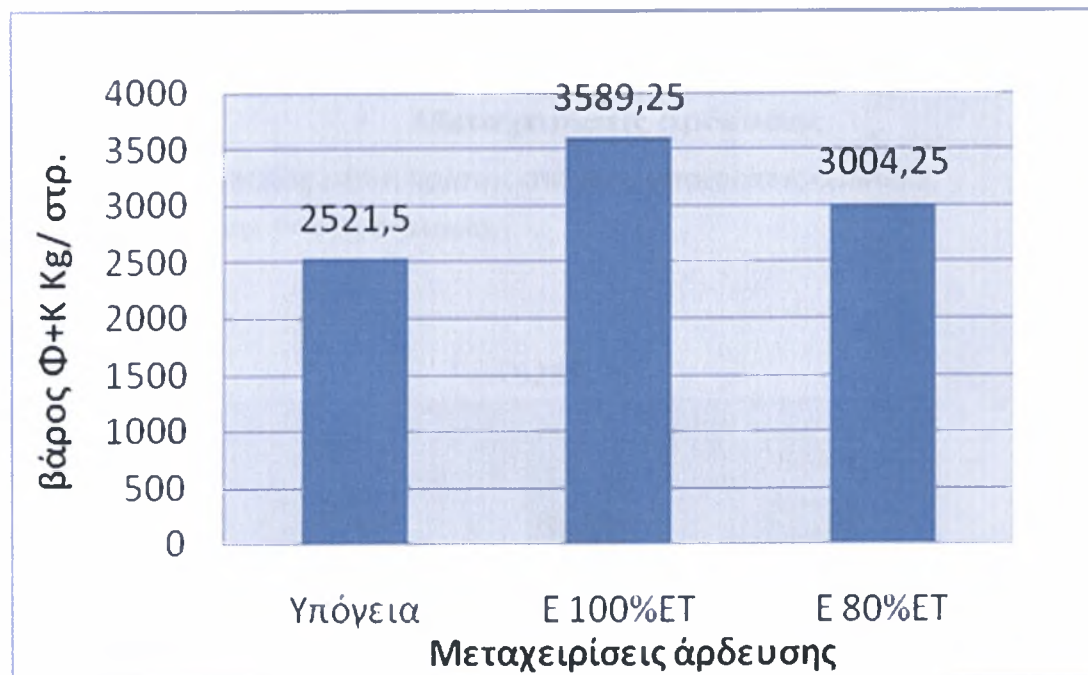
#### 5.5.2. Βάρος φύλλων και κορυφών

Το βάρος των φύλλων και των κορυφών στην υπόγεια μεταχείριση ήταν χαμηλότερο από όλες τις υπόλοιπες καθ' όλη τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις διαφορές που βρέθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων ως προς το ΔΦΕ.

Στη δειγματοληψία του Αυγούστου (Σχ. 5.8) δεν σημειώνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Εμφανίζεται μια μικρή υπεροχή στις μεταχειρίσεις Ε 100%ΕΤ η οποία όμως, γίνεται στατιστικώς σημαντική στη δεύτερη δειγματοληψία, τον Οκτώβριο (Σχ. 5.9)



**Σχήμα 5.8** Βάρος Φύλλων και Κορυφών, Kg/στρ.. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία.



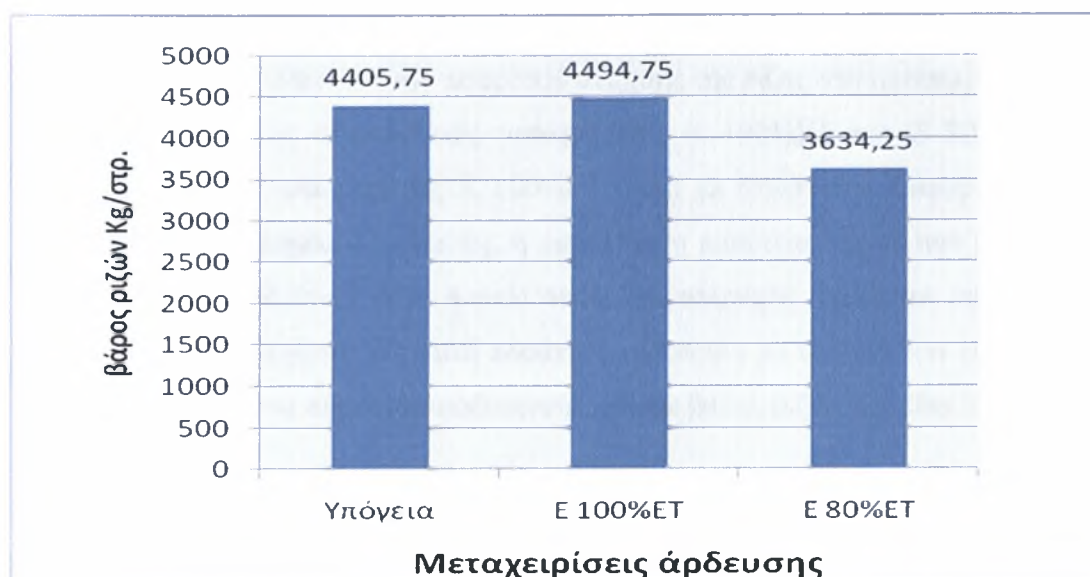
**Σχήμα 5.9** Βάρος Φύλλων και Κορυφών, Kg/στρ.. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.



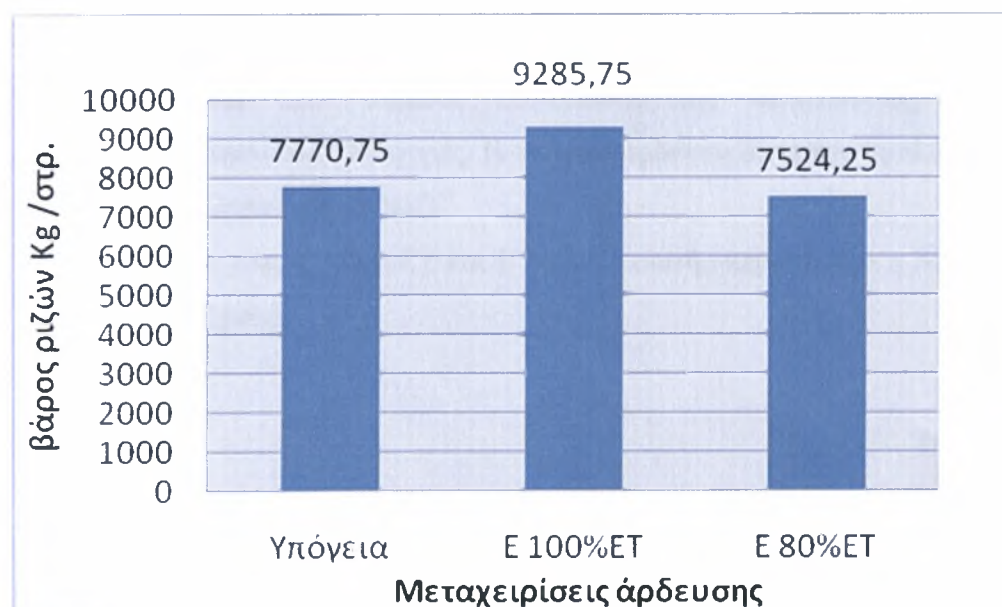
Η σύγκριση των δυο επιφανειακών μεταχειρίσεων E 100%ET και E80%ET δίνει υπεροχή στην πρώτη, όχι όμως στατιστικά σημαντική.

### 5.5.3. Βάρος ριζών

Στα σχήματα 5.10 και 5.11 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του βάρους ριζών/στρ. στις δυο δειγματοληψίες.



**Σχήμα 5.10** Βάρος ριζών, Kg/στρ., στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία.



**Σχήμα 5.11** Βάρος ριζών, Kg/στρ., στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης

στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.

Στην πρώτη δειγματοληψία δεν έχουμε πουθενά στατιστικώς σημαντική διαφορά. Στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία όμως, η μεταχείρισή E 100%ET είναι αυτή που υπερέχει και μάλιστα με στατιστικώς σημαντική διαφορά έναντι όλων των άλλων μεταχειρίσεων.

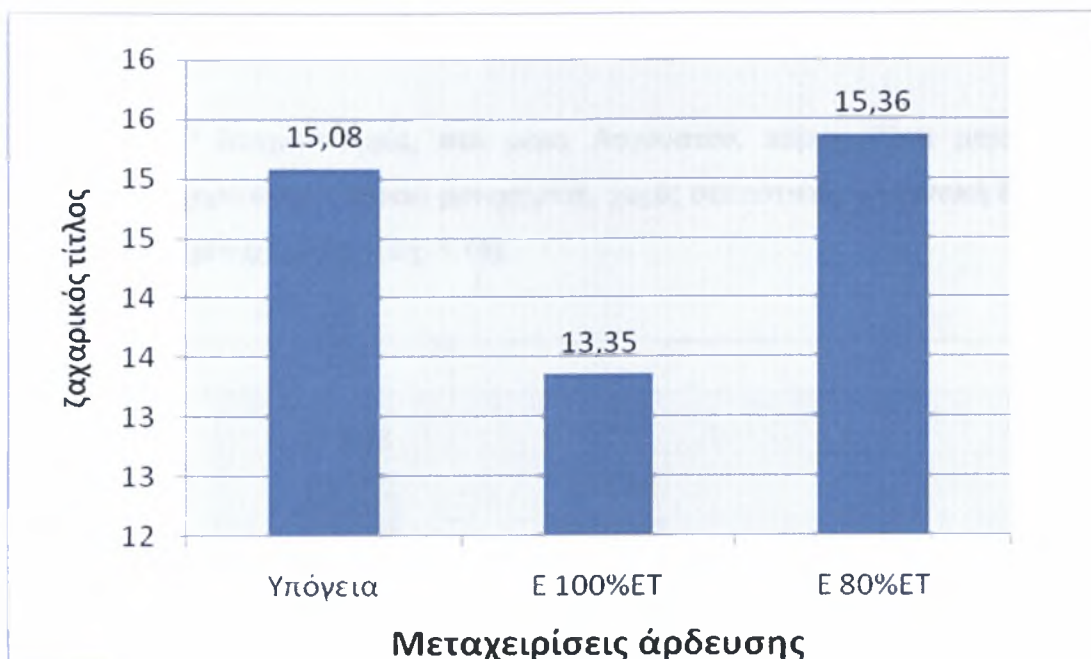
Οι Marlander et al., (2003), αναφέρουν ότι, σύμφωνα με τους Kenter και Hoffman (2002), κατά τη διάρκεια του πρώτου μισού διαστήματος της βλαστικής περιόδου η αύξηση της ρίζας εξαρτάται από το ΔΦΕ, ενώ δεν υπάρχει σχεδόν καμία σχέση μεταξύ του ΔΦΕ και του ποσοστού αύξησης της ρίζας στο μετέπειτα διάστημα.

Ανάμεσα στις επιφανειακές μεταχειρίσεις E 100%ET και E 80%ET, είναι χαρακτηριστική η υπεροχή της E 100%ET αλλά με σημαντική διαφορά μόνο στη δεύτερη δειγματοληψία. Προφανώς, η μεγαλύτερη ποσότητα νερού που χορηγήθηκε στις επιμέρους αρδεύσεις είναι η αιτία αυτής της υπεροχής. Άλλωστε, και η υπόγεια μεταχείριση που δέχθηκε και αυτή ποσότητα νερού ίση με το 80% των αναγκών που υπολογίζονταν βάση της εξατμισοδιαπνοής, έδωσε βάρος ριζών στα ίδια επίπεδα.

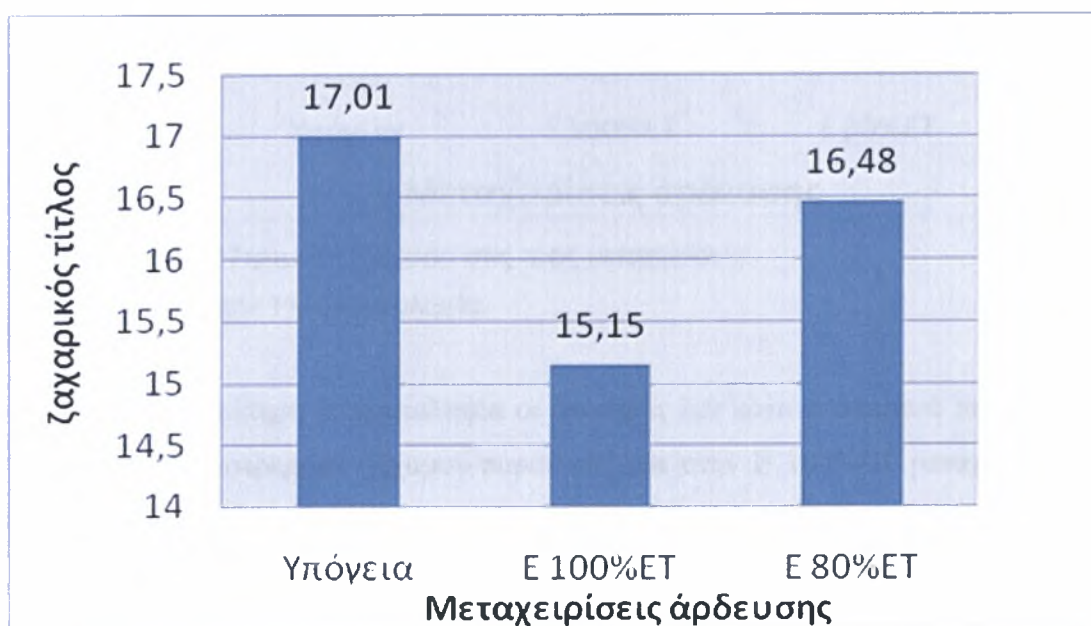
#### 5.5.4. Ζαχαρικός τίτλος

Και στις δειγματοληψίες φαίνεται καθαρά η υπεροχή ως προς το ζαχαρικό τίτλο των μεταχειρίσεων που δέχονταν νερό ίσο με το 80% των αναγκών που υπολογίζονταν με βάση την εξατμισοδιαπνοή. Αν και στην πρώτη δειγματοληψία (Σχ. 5.12) η διαφορά δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, στη δεύτερη (Σχ. 5.13) που αντιστοιχεί και στην περίοδο συγκομιδής της καλλιέργειας, σημειώνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η υπόγεια άρδευση δίνει τον υψηλότερο ζαχαρικό τίτλο και ακολουθεί η E 80%ET.

Ανάμεσα στις E 100%ET και E 80%ET σαφή υπεροχή έχει η δεύτερη και στις δυο δειγματοληψίες.



**Σχήμα 5.12** Ζαχαρικός τίτλος στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία



**Σχήμα 5.13** Ζαχαρικός τίτλος στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στη 2<sup>η</sup> δειγματοληψία

### 5.5.5. Στρεμματοζάχαρο

Στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία, στα μέσα Αυγούστου, παρατηρείται μεγαλύτερο στρεμματοζάχαρο στην Υπόγεια μεταχείριση, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά από τις άλλες μεταχειρίσεις. (Σχ. 5.14).



**Σχήμα 5.14** Στρεμματοζάχαρο στις τρεις μεταχειρίσεις στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία.

Και στη δεύτερη δειγματοληψία οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Η υπεροχή του στρεμματοζάχαρου παρουσιάζεται στην E 100%ET μεταχείριση. Η αξία όμως της παραγωγής είναι μεγαλύτερη στην υπόγεια, χωρίς βέβαια σημαντική διαφορά από την E 100%ET καθώς και από την E 80%ET. Αυτό συμβαίνει γιατί η συγκεκριμένη τιμή του στρεμματοζάχαρου στην υπόγεια μεταχείριση έχει επιτευχθεί με υψηλότερο ζαχαρικό τίτλο.



**Σχήμα 5.15** Στρεμματοζάχαρο στις τρεις μεταχειρίσεις στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.

Ανάμεσα στις μεταχειρίσεις E 100%ET και E 80%ET, η σημαντική υπεροχή της πρώτης στο βάρος ριζών δεν εξουδετερώθηκε από την υπεροχή της δεύτερης στο ζαχαρικό τίτλο, με αποτέλεσμα το στρεμματοζάχαρο που επετεύχθηκε στην E 100%ET να είναι αρκετά μεγαλύτερο ακολουθούμενο και από υψηλότερη αξία αγοράς τεύτλων έναντι της E 80%ET.

Συμπερασματικά, θα λέγαμε ότι ενώ μπορεί η E 100%ET να μας δίνει και στις δυο δειγματοληψίες σχετικά μεγαλύτερο στρεμματοζάχαρο εν' τούτοις η χρηματικές απολαβές του παραγωγού θα είναι μεγαλύτερες από την υπόγεια και από την E 80%ET μεταχείριση μιας και η χρηματική τιμή διαμορφώνεται ανάλογα με την τιμή του ζαχαρικού τίτλου.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η μελέτη και η έρευνα της επίδρασης δυο σύγχρονων μεθόδων άρδευσης (επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης), στην απόδοση της καλλιέργειας ζαχαροτεύτλων, οδήγησε στη διεξαγωγή των ακόλουθων συμπερασμάτων:

- 1) Οι τιμές υγρασίας του εδάφους στη ζώνη του ενεργού ριζοστρώματος των φυτών, έδειξαν μια σαφή διαφοροποίηση της υπόγειας στάγδην άρδευσης έναντι των επιφανειακών μεθόδων. Οι τιμές υγρασίας διατηρήθηκαν κοντά στην υδατοϊκανότητα στα διαστήματα που μεσολαβούσαν μεταξύ των αρδεύσεων, με συνέπεια να μη βρεθεί ποτέ σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης. Παράλληλα, η διατήρηση ξηρής επιφάνειας εδάφους, ελαχιστοποίησε τις απώλειες νερού λόγω εξάτμισης.
- 2) Η υπόγεια στάγδην άρδευση, αν και διατήρησε μικρότερη επιφάνεια φυλλώματος κατά το μεγαλύτερο διάστημα της βλαστικής ανάπτυξης των φυτών, έδωσε παραγωγή ριζών ανάλογη της μεταχείρισης E 80%ET, αλλά σαφώς μικρότερη της μεταχείρισης E 100%ET.
- 3) Ο ζαχαρικός τίτλος κατά τη συγκομιδή που επιτεύχθηκε στη μεταχείριση με την υπόγεια στάγδην άρδευση, ήταν σημαντικά υψηλότερος σε σχέση με τη μεταχείριση E 100%ET, καθώς επίσης και της ε 80%ET, με αποτέλεσμα η παραγωγή στρεμματοζάχαρου να είναι στα ίδια επίπεδα ανάμεσα σε αυτές τις δυο μεθόδους.
- 4) Η χρηματική αξία της παραγωγής βρέθηκε να είναι ελάχιστα μεγαλύτερη υπέρ της υπόγειας και γίνεται ακόμα πιο σημαντική λαμβάνοντας υπόψη το γεγονός ότι το αποτέλεσμα αυτό επιτεύχθηκε με εξοικονόμηση νερού σε ποσοστό 20%.
- 5) Μεταξύ των μεταχειρίσεων που δέχθηκαν διαφορετική ποσότητα νερού με ίδιο εύρος άρδευσης, σημειώθηκε διαφορά στο βάρος ριζών, υπέρ αυτών που η εφαρμογή άρδευσης κάλυψε το 100% των αναγκών της καλλιέργειας, ενώ ο ζαχαρικός τίτλος ήταν μεγαλύτερος στις μεταχειρίσεις όπου η εφαρμογή άρδευσης κάλυψε το 80% των αναγκών, 80% ET.

## 7. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλεξίου, Ι., Καλφούντζος, Δ., Κωτσόπουλος, Σ., Βύρλας, Π. και Καμπέλη, Σ. 2003. Σύγκριση της υποεπιφανειακής και της επιφανειακής στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια βαμβακιού. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Συνεδρίου Υδροτεχνικής Ένωσης (EYE), 2-5 Απριλίου, σελ. 199-206.
- Alam, M., Cringan, S. and Wendell, N. (1999). Oligochaete Worms Invaade SDI System. Also available in <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/documents.htm>.
- Al- Omram, M. A., Sheta, S.A., Fatalah, M. A. and Al-Harbi, R. A. (2004). *Effect of drip irrigation on squash (Curcubita pepo) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits*. Agricultural Water Management.
- 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 56<sup>th</sup> IIRB Congress, Brussels, pp. 259-269. International Institute for Beet Research, Brussels.
- ASAE (1996). ASAE Standards, 43<sup>rd</sup> Ed. Soil and Water Terminology.
- Ayars, J. E., Phene, J. C., Hutmatcher, 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.
- Bell, A. A., Liu, L., Reidy, B., Davis, M.R. and Subbarao, V. K. (1998). *Mechanismus of Subsurface Drip Irrigation – Mediated Suppression Of Lettuce Drop Caused By Sclerotinia Minor*. Phytopathology, 1998.
- Bhattacharai, S., McHugh, j., Lotz, G. and midmore, D. (2003). *Physiological responses of cotton to subsurface drip irrigation on heavy clay soil*.
- Βύρλας, Π., Καλφούντζος, Δ. και Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ. (2003). Επίδραση του εδαφικού τύπου στην έμφραξη λόγω εισρόφησης σε υποεπιφανειακά συστήματα στάγδην άρδευσης. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Συνεδρίου της Ελληνικής υδροτεχνικής Ένωσης (EYE), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 225-232.

- 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. Also available in <http://www.umassdroughtinfo.org>.
- Charlesworth, B. P. and Muirhead, A.W.** (2003). *Crop establishment using subsurface drip irrigation: a comparison of point and area sources*. Irrigation Science. 22(3-4). Pp 171-176.
- Draycott, P.A.** (1993). *Nutrition*. In The Sugar Beet Crop, pp. 239-278. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman and Hall, London, UK.
- Dunham, J.R.** (1993). *Water use irrigation*. In the sugar beet crop, pp. 279-309. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman and Hall, London, UK.
- Enciso, J., Multer, W. and Colaizzi, P.** (2002). Irrigation cotton with salty water and subsurface drip irrigation. Written for presentation at the 2002 ASAE Annual International Meeting/ CIGR XVth World Congress Sponsored by ASAE and CIGR. Hyatt Regency Chicago.
- Ελληνική Στατιστική Υπηρεσία, 2000.** Απογραφή Γεωργία/ Κτηνοτροφίας.
- Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε.** (2000). Άρδευση με σταγόνες : Διατάξεις σταλακτηφόρων αγωγών – σταλακτήρων. Αποτελέσματα ερευνητικού έργου έτους 2000, σελ 295-303.
- E.B.Z. A.E.** (1997). Το πότισμα των ζαχαροτεύτλων, σελ. 24.
- E.B.Z. A.E.** (2001<sup>α</sup>). Η λίπανση των ζαχαροτεύτλων, σελ. 8.
- E.B.Z. A.E.**(2001<sup>β</sup>). Ανοιξιάτικη προετοιμασία χωραφιού και σπορά τεύτλων, σελ. 8.
- E.B.Z. A.E.** (2001<sup>γ</sup>). Ζιζανιοκτονία ζαχαρότευτλων, σελ. 16.
- E.B.Z. A.E.** (2001<sup>δ</sup>). Έντομα ζαχαροτεύτλων, σελ. 20.
- E.B.Z. A.E.** (2001<sup>ε</sup>). Ριζομανία ζαχαροτεύτλων, σελ. 4.
- E.B.Z. A.E.** (2001<sup>στ</sup>). Συγκομιδή τεύτλων, σελ. 8.
- E.B.Z. A.E.** (2002<sup>α</sup> ). Κερκόσπορα των ζαχαροτεύτλων, σελ. 4.
- E.B.Z. A.E.** (2002<sup>β</sup> ). Ωίδιο των ζαχαροτεύτλων, σελ. 4.



**Ferguson, K.R.** (1994). *Subsurface drip irrigation for turf*. In Proc. Of the 15<sup>th</sup> Annual Int'l Irrigation Assn. Expo. Conf., Atlanta, GA. Nov. 5-8. Irrigation Assn. pp 273 – 278.

**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.

**Jnad, I., Lesikar B., Kenimer, A. and Sabbagh, G.** (2001). *Subsurface Drip Dispersal of Residential Effluent: II. Soil hydraulic characteristics*. Transactions of the ASAE. **44**(5), pp 1159-1165

**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**, 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 Water Management. **68**(1), pp 1-17.

**I-Pai, Wu** (1994). *Low Energy Subsurface Drip Irrigation*. System for pasture.

**Ιωαννίδης, Φ.** 1997. *Αντιμετώπιση των κυριότερων ασθενειών και εχθρών των ζαχαροτεύτλων*. Ο Σύμβουλος. Τεύχος 3, σελ. 15-18.

**Κλαβανίδης, Ι.** 1979. *Το ερευνητικό πρόγραμμα στα ζαχαρότευτλα. Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και Βιομηχανικών Φυτών*. Σίνδος.

**Lamm, R. F., Trooien, T., Clark, G., Rogers, D. and Alam, M.** (1997). *SDI and Electro technologies*. 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., 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*.

**Lanier, E. J., Jordan, L. S., Barnes, J. S., Matthews, J., Grabow, L. G., Griffin, J. W., Jack, Jr., Baily, E., Johnson, P. D., Spears F. J. and Wells, R.** (2004). *Disease management in overhead Sprinkler and Subsurface Drip*  
**Millhollon, E. and Anderson, R.** (2001). *Subsurface drip irrigation study*. Red River.

**Μήτσιος, Ι., Τούλιος, Μ., Χαρούλης, Α., Γάτσιος, Φ. και Φλωράς, Σ.** (2000). Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel. Αθήνα.

**Μιχελάκης, Ν.** (1998). Συστήματα αυτόματης άρδευσης. Άρδευση με σταγόνες. Εκδόσεις Εκδοτική Αγροτική Α.Ε. σελ. 319.

**Neibling, W. H. and Gallian, J. J.** (1997). Irrigation Water Management in sugarbeet production. Presented at sugarbeet Schools in January 27-31, 1997. Also available in <http://www.uidaho.edu/sugarbeet/irrg/irrgbeet.htm>.

**Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μάσλαρης, Ν. και Νούσιος, Γ.** (2000). *Διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαροτεύλων*. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 149-156.

**Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Τερζίδης, Γ., Μάσλαρης, Ν. και Νούσιος, Γ.** (2003). *Διαφορετικές άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαροτεύλων*. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής υδροτεχνικής ένωσης (EYE), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 159-166.

**Palmer, M. and Casburn, C.** (1985). Amino nitrogen analyses – factory experiences. *British Sugar Beet Review* **53**, pp 73-76.

- Phene, C. J. and Ruskin, R.,** (1995). *Potential of subsurface drip irrigation for management of nitrate in wastewater*. Proceeding of the 5<sup>th</sup> International Microirrigation Congress, April 2-6, Orlando, Florida, pp. 155-167.
- Phene, C. J.** (1999). *Subsurface drip irrigation*. Part I: Why and How? Irrigation Journal. April (01).
- Παπακώστα – Τασοπούλου,** *Βιομηχανικά φυτά*. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη 2002.
- Πεσεξίδης, Σ.** (1982). *Φυσιολογία των αγροτικών περιοχών : η φυσιολογία του ζαχαροτεύτλου*. Θεσσαλονίκη, σελ. 498.
- Roberts, J.** *Drip Technology*. American society for plasticulture. Also available in [http://www.plasticulture.org/history\\_drip\\_technology.htm](http://www.plasticulture.org/history_drip_technology.htm).
- 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 Karetanios, B.** (2002). *Water saving using modern irrigation methods*. Hydrograma 2002, pp 96-102.
- Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ.** (1993). *Άρδευση με σταγόνα. Άρδευση με αυλάκια*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.
- Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Μάσλαρης, Ν., Καλφούντζος, Δ. και Γούλας Χ.** (1998). *Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων*. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρίας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), Αθήνα, σελ. 271-280.
- Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν.** (2000). *Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων*. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρίας 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<sup>ο</sup> 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). *Αρδευση πρασίνου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα*. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρίας 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 1<sup>ου</sup> Πανελληνίου Περιβαλλοντικού Συνεδρίου, 7-9 Μαΐου, Ορεστιάδα.
- Scott, K. R. and Jaggard, W. K.** (1993). *Crop physiology and agronomy*. In the Sugar Beet Crop. Pp. 179-237. D.A. Cooke and R.K. Scott (Eds.). Chapman and Hall, London, UK.
- Scott, K. R. and Jaggard, W. K.** (2000). *Impact of weather, agronomy and breeding on yields of sugarbeet grown in the UK since 1970*.
- 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 II*. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονίκη.
- 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 Παπαζαφειριού, 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, <sup>15</sup>N uptake rates and community structure in a Mediterranean grassland*. J. Mediter. Ecol. 2, pp 93-105.
- Φασούλας, Α. Π. και Ν. Α. Σενλόγλου.** 1966. *Η προσαρμοστικότητα των φυτών μεγάλης καλλιέργειας στην Ελλάδα*.
- Winner, C.** (1993). *History of crop*. In The Sugar Beet Crop. Pp. 1-35. D. A.

## **ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ**

## I. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ

- **02/04/2003, Τετάρτη:** Δειγματοληψία εδάφους.
- **10/04/2003, Πέμπτη:** Τοποθέτηση των σταλακτηφόρων αγωγών του δικτύου της υπόγειας στάγδην άρδευσης.
- **16/04/2003, Τετάρτη:** Εφαρμογή βασικής λίπανσης.
- **17/04/2003, Πέμπτη:** Προετοιμασία του αγρού για σπορά με μηχάνημα προετοιμασίας. Σπορά των ζαχαρότευτλων. Προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με τις ζιζανιοκτόνες ουσίες *ethofumesate* (ETO FUMESATE-ALFA 50 SC) και *metolachlor* (NTOYAL 96 EC) .
- **02/05/2003, Παρασκευή:** Άρδευση φυτρώματος με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο εκτοξευτή (κανόνι). Δόση άρδευσης: 15 m<sup>3</sup>/στρ. Έχει φυτρώσει το 80% περίπου των φυτών (στάδιο κοτυληδόνων).
- **14/05/2003, Τετάρτη:** Βοτάνισμα.
- **15/05/2003, Πέμπτη:** Βοτάνισμα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των φυτών βρίσκονται στο στάδιο του α΄ ζεύγους πραγματικών φύλλων. Ένα μικρό ποσοστό είναι στο στάδιο των κοτυληδόνων.
- **16/05/2003, Παρασκευή:** Άρδευση φυτρώματος με αυτοπροωθούμενο συγκρότημα με περιστρεφόμενο εκτοξευτή (κανόνι). Δόση άρδευσης: 15 m<sup>3</sup>/στρ.
- **19/05/2003, Δευτέρα:** Σκάλισμα και βοτάνισμα.
- **22/05/2003, Πέμπτη:** Αραίωμα φυτών. Τα φυτά σε ποσοστό περίπου 60% βρίσκονται στο στάδιο του β΄ ζεύγους πραγματικών φύλλων.

- **03/06/2003, Τρίτη:** Τοποθέτηση των σταλακτηφόρων αγωγών του συστήματος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης.
- **04/06/2003, Τετάρτη:** Χάραξη-οριοθέτηση των πειραματικών τεμαχίων. Τοποθέτηση υδρομέτρων σε κάθε πειραματικό τεμάχιο.
- **05/06/2003, Πέμπτη:** Εγκατάσταση του ειδικού εξοπλισμού για την αυτοματοποίηση της λειτουργίας της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης (ηλεκτροβάνες, προγραμματιστής αρδεύσεων). Δοκιμαστική λειτουργία του συστήματος.
- **09/06/2003, Δευτέρα:** Εγκατάσταση εξατμισιμέτρου τύπου Α. Οι γραμμές σποράς των τεύτλων έχουν κλείσει.
- **14/06/2003, Σαββάτο:** Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **18/06/2003, Τετάρτη:** Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ.
- **24/06/2003, Τρίτη:** Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **25/06/2003, Τετάρτη:** Τοποθέτηση πέντε αισθητήρων υγρασίας, έναν για κάθε μεταχείριση σε τυχαίο πειραματικό τεμάχιο της κάθε μεταχείρισης. 1<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.
- **30/06/2003, Δευτέρα:** 1<sup>ος</sup> προληπτικός ψεκασμός για κερκόσπορα και οίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της Ε.Β.Ζ. Α.Ε. με τις μυκητοκτόνες ουσίες *maneb+fentin acetate* (Trimastan 62, 6/9 WP) και *θειό* (Θειάφι 98 DP).
- **01/07/2003, Τρίτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ. Άρδευση σε αυτές τις μεταχειρίσεις.

- **03/07/2003, Πέμπτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **04/07/2003, Παρασκευή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση.
- **06/07/2003, Κυριακή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **07/07/2003, Δευτέρα:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET. Στάγδην άρδευση στις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.
- **09/07/2003, Τετάρτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **10/07/2003, Πέμπτη:** 2<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.
- **11/07/2003, Παρασκευή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση.
- **13/07/2003, Κυριακή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **15/07/2003, Τρίτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET. Στάγδην άρδευση στις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.
- **17/07/2003, Πέμπτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.



2<sup>ος</sup> προληπτικός ψεκασμός για κερκόσπορα και ωίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της EBZ AE με τις μυκητοκτόνες ουσίες *flutriafol* (Impact 12,5 SC), *maneb* (Dithane M-22 80 WP) και *θειό* (Θειάφι 98 DP). Επίσης εφαρμογή εντομοκτόνου ουσίας *esfenvalerate* (Sumi-alfa 5 EC) για την αντιμετώπιση του εντόμου φθοριμαία.

- **18/07/2003, Παρασκευή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **20/07/2003, Κυριακή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **24/07/2003, Πέμπτη:** 3<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.  
Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET. Στάγδην άρδευση στις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.
- **26/07/2003, Σαββάτο:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **27/07/2003, Κυριακή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **29/07/2003, Τρίτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.  
Βοτάνισμα σε πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμοζόταν επιφανειακή στάγδην άρδευση.
- **01/08/2003, Παρασκευή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR

πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET. Στάγδην άρδευση στις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.

- **03/08/2003, Κυριακή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **07/08/2003, Πέμπτη:** 3<sup>ος</sup> προληπτικός ψεκασμός για κερκόσπορα και οίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της EBZ AE με τις μυκητοκτόνες ουσίες *maneb* (Dithane M-22 80 WP), *difenoconazole* (Score 25 EC), *carbendazim* (Carbendazim 50 WP). Επίσης εφαρμογή της εντομοκτόνου ουσίας *esfenvalerate* (Sumi-alfa 5 EC) για την αντιμετώπιση του εντόμου φθοριμαία.  
Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **09/08/2003, Σαββάτο:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **11/08/2003, Δευτέρα:** 4<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.  
1<sup>η</sup> δειγματοληψία φυτών για προσδιορισμό ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών.
- **12/08/2003, Τρίτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET. Στάγδην άρδευση στις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.
- **14/08/2003, Πέμπτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **17/08/2003, Κυριακή:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.

- **19/08/2003, Τρίτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **21/08/2003, Πέμπτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET. Στάγδην άρδευση στις προαναφερόμενες μεταχειρίσεις.
- **23/08/2003, Σαββάτο:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **25/08/2003, Δευτέρα:** 4<sup>ος</sup> προληπτικός ψεκασμός για κερκόσπορα και ωίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της Ε.Β.Ζ. Α.Ε. με τις μυκητοκτόνες ουσίες *difenoconazole* + *propiconazole* (Armure 15/15 EC), *maneb* (Dithane M-22 80 WP) και *θειό* (Θειάφι 98 DP). Επίσης εφαρμογή εντομοκτόνου ουσίας *esfenvalerate* (Sumi-alfa 5 EC) για την αντιμετώπιση του εντόμου φθοριμαία.
- **26/08/2003, Τρίτη:** 5<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.  
Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR πριν την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **28/08/2003, Πέμπτη:** Μέτρηση εδαφικής υγρασίας με την μέθοδο TDR μετά την άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις
- **31/08/2003, Κυριακή:** Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET.
- **07/09/2003, Κυριακή:** Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **11/09/2003, Πέμπτη:** 6<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR. Αφαίρεση από τον πειραματικό αγρό των αισθητήρων μέτρησης υγρασίας.

- **19/09/2003, Παρασκευή:** Στάγδην άρδευση στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ.
- **26/09/2003, Παρασκευή:** 7<sup>η</sup> μέτρηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) με το αυτόματο όργανο εμβαδομέτρησης LI-COR.
- **28/09/2003, Κυριακή:** Στάγδην άρδευση σε όλες τις μεταχειρίσεις.
- **13/10/2003, Δευτέρα:** 2<sup>η</sup> και τελική δειγματοληψία για προσδιορισμό ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.
- **30/10/2003, Πέμπτη:** Αφαίρεση από τον πειραματικό αγρό τους σταλακτηφόρους αγωγούς και τους υδρομετρητές από πειραματικά τεμάχια των επιφανειακών μεταχειρίσεων. Κλείσιμο του προγραμματιστή άρδευσης.
- **04/11/2003, Τρίτη:** Συγκομιδή των φυτών που είχαν απομείνει στον αγρό μετά τις δειγματοληψίες με μονόσειρη συγκομιστική μηχανή ζαχαροτεύτλων.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097432