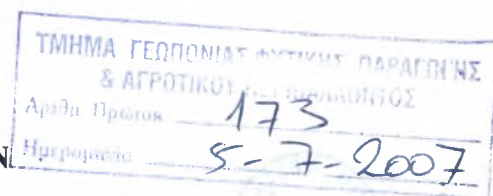


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΓΕΩΡΓΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ**



**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

***“ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑΣ  
ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ  
ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ”***



**ΓΙΟΥΒΑΝΗΣ Α. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**

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

**ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ ΒΟΛΟΥ 2007**



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

Αριθ. Εισ.: 6617/1  
Ημερ. Εισ.: 03-10-2008  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξίθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ  
2007  
ΓΙΟ

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

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ**

***“ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΚΗΣ ΚΑΙ ΥΠΟΓΕΙΑΣ***  
***ΑΡΔΕΥΣΗΣ ΜΕ ΣΤΑΓΟΝΕΣ ΣΤΗΝ ΑΠΟΔΟΣΗ***  
***ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ ”***

**ΓΙΟΥΒΑΝΗΣ Α. ΒΑΣΙΛΕΙΟΣ**  
**ΦΟΙΤΗΤΗΣ**

Εξεταστική Επιτροπή

Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Μ.  
Καθηγήτρια Π.Θ.  
Επιβλέπουσα

Μαυρομάτης Αθανάσιος  
Λέκτορας  
Μέλος

Χα Ιμπραημ  
Αναπληρωτής Καθηγητής  
Μέλος

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια ερευνητικών δραστηριοτήτων που διεξάγονται στο Εργαστήριο Γεωργικής Υδραυλικής του Τμήματος Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Τώρα που η επίπονη, αλλά και ταυτόχρονα συναρπαστική προσπάθεια έφθασε στο τέλος της αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ορισμένους ανθρώπους οι οποίοι ο καθένας τους με τον τρόπο του στάθηκαν δίπλα μου, με βοήθησαν και με υποστήριξαν.

Καταρχήν θα ήθελα να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα Καθηγήτριά μου Κα Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, τόσο για την ευκαιρία που μου έδωσε για να ασχοληθώ με το συγκεκριμένο αντικείμενο, όσο και για τη συνεχή καθοδήγηση και υποστήριξή της σε όλη τη διάρκεια της πραγματοποίησης της εργασίας αυτής.

Επίσης ευχαριστώ θερμά τον κύριο Μαυρομάτη Αθανάσιο, Λέκτορα και τον κύριο Χα Ιμπραημ, Αναπληρωτή Καθηγητή του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την εποικοδομητική κριτική και το χρόνο που αφιέρωσαν για την ανάγνωση και διόρθωση της πτυχιακής διατριβής.

Η παρούσα διατριβή ήρθε εις πέρας χάριν στο πνεύμα συνεργασίας και στη φιλική διάθεση που έδειξαν οι: κα Δημοπούλου Καλλιρόη, κ. Βύρλας Παναγιώτης, κ. Παπανίκος Νίκος και οι εργαζόμενοι στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο.

Τέλος αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω τους γονείς μου, Απόστολο και Χρυσούλα, για την ηθική και υλική συμπαράσταση τους κατά τη διάρκεια των προπτυχιακών μου σπουδών.

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	<u>Σελ.</u>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b>	<b>8</b>
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	<b>9</b>
<b>2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ</b>	<b>11</b>
2.1 Γενικά	11
2.2 Ιστορία της καλλιέργειας	11
2.3 Σημασία για την Ελλάδα	12
2.4 Βοτανική κατάταξη	13
2.5 Βοτανική περιγραφή	13
2.6 Αύξηση - Ανάπτυξη	15
2.7 Τεχνική της καλλιέργειας	16
2.7.1 Οικολογικές απαιτήσεις: Κλίμα – Θερμοκρασία – Υγρασία - Φως- Μικροκλίμα - Έδαφος	16
2.7.2 Λίπανση	18
2.7.3 Σπορά	19
2.7.4 Ζιζανιοκτονία	20
2.7.5 Εχθροί και Ασθένειες	21
2.7.5.1 Ασθένειες	22
2.7.5.2 Ζωικά παράσιτα	22
2.7.6 Συγκομιδή – Μεταφορά – Αποθήκευση ριζών	23
2.8 Ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό	24
<b>3. ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ</b>	<b>31</b>
3.1 Φυτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή	31
3.2 Μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής	34
3.2.1 Μέθοδος του Blaney - Griddle	34
3.2.2 Μέθοδος του λυσίμετρου	35
3.2.3 Μέθοδος του εξατμισόμετρου	36

<b>4. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ</b>	<b>41</b>
4.1 Γενικά	41
4.2 Ιστορική εξέλιξη	44
4.3 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης	45
4.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης	48
4.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης	54
<b>5. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	<b>56</b>
5.1 Χάραξη του πειραματικού αγρού	56
5.2 Εδαφολογικά χαρακτηριστικά του πειραματικού αγρού	60
5.3 Εγκατάσταση της καλλιέργειας	62
5.4 Υλικά άρδευσης	63
5.5 Εξατμισόμετρο τύπου A	66
5.6 Σύστημα μέτρησης υγρασίας του εδάφους	67
5.7 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI)	68
5.8 Μετεωρολογικά δεδομένα	69
5.9 Δειγματοληψίες	69
5.10 Στατιστική επεξεργασία	71
5.11 Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης	71
<b>6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ - ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	<b>101</b>
6.1 Κλιματικά δεδομένα	101
6.2 Υγρασία εδάφους	102
6.3 Φυλλική επιφάνεια	106
6.4 Εξοικονόμηση νερού	110
6.5 Αποτελέσματα δειγματοληψιών	112
6.5.1 Αριθμός ριζών	112
6.5.2 Βάρος φύλλων και κορυφών	113
6.5.3 Βάρος ριζών	114
6.5.4 Ζαχαρικός τίτλος	115
6.5.5 Στρεμματοζάχαρο	117
<b>7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	<b>119</b>

<b>8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	<b>120</b>
<b>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</b>	<b>126</b>
<b>I. ΗΜΕΡΟΛΟΓΙΟ ΕΡΓΑΣΙΩΝ</b>	<b>127</b>
<b>II. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ</b>	<b>134</b>
<b>III. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ</b>	<b>146</b>
<b>IV. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ</b>	<b>163</b>

## Περίληψη

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία μελετήθηκε, συγκρίθηκε και αξιολογήθηκε η επίδραση της δόσης άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά των ζαχαρότευτλων όπου 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 συγκεκριμένη διατριβή είναι τμήμα ενός ολοκληρωμένου μεταπτυχιακού πειράματος στο οποίο αξιολογήθηκε η επίδραση της υπόγεια στάγδην άρδευσης στα παραγωγικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας ζαχαρότευτλων, συγκρίνοντάς της με την επιφανειακή στάγδην άρδευση σε δύο περιπτώσεις: α) για το ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET) και β) για το εύρος άρδευσης στο μεν επιφανειακό σύστημα σύμφωνα με την καλλιεργητική πρακτική, στο δε υπόγειο σύμφωνα με την Ε.Τ. Ταυτόχρονα έγινε σύγκριση μεταξύ των επιφανειακών μεθόδων που δέχτηκαν διαφορετικές δόσεις νερού σε ίδιο εύρος άρδευσης, καθώς και μεταξύ αυτών που δέχτηκαν 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, κάλυψη 100% και 80% των αναγκών της καλλιέργειας. Τα αποτελέσματα έδειξαν υπεροχή της υπόγεια 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 αξία παραγωγής, ενώ υπήρξε υπεροχή των μεταχειρίσεων με το μικρότερο εύρος άρδευσης και την ίδια δόση νερού.



## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Βασική επιδίωξη όλων των γεωργικά προηγμένων κρατών, στον αγροτικό τομέα, αποτελεί η επίτευξη υψηλών αποδόσεων με τον μικρότερο δυνατό κόστος.

Στην πραγμάτωση του στόχου αυτού, η άρδευση φαίνεται να διαδραματίζει ρόλο αποφασιστικής σημασίας. Αυτό εξηγεί το τεράστιο ενδιαφέρον που εκδηλώνεται διεθνώς κατά τα τελευταία χρόνια για την όσο δυνατόν πληρέστερη αξιοποίηση των υδάτινων πόρων.

Συνέπεια αυτών αποτελεί η ανάπτυξη και εφαρμογή συστημάτων άρδευσης μερικώς έως πλήρως αυτοματοποιημένων, τα οποία ελαχιστοποιούν σε μεγάλο βαθμό το κόστος εφαρμογής του νερού, επιτυγχάνουν υψηλότερες αποδόσεις των καλλιεργειών και μηδενίζουν σχεδόν τις απώλειες κατά τη διανομή και χορήγηση του νερού στα φυτά. Σ' αυτό, φυσικά, βοήθησε σοβαρά η ανάπτυξη της τεχνολογίας στον τομέα της κατασκευής πλαστικών σωλήνων και κάθε είδους πλαστικών εξαρτημάτων συνδεσμολογίας, αλλά και η πρόοδος στην κατασκευή ποικίλων ηλεκτρο-υδραυλικών αυτοματισμών.

Σημειώνεται ενδεικτικά ότι η συνολική έκταση της χώρας μας είναι 135 εκ. στρέμματα και ότι από αυτά η γεωργική έκταση καλύπτει τα 39 εκ. στρέμματα περίπου. Τα 13,6 εκ. στρέμματα της γεωργικής έκτασης αρδεύονται και καλλιεργούνται κατά κανόνα με εαρινές καλλιέργειες, ενώ μελλοντικό στόχο αποτελεί η άρδευση 18 εκ. στρεμμάτων, εφ' όσον υπολογίζεται ότι το υδατικό δυναμικό της χώρας μας δύναται να καλύψει αυτήν την έκταση. Οι αροτραίες καλλιέργειες, στις οποίες περιλαμβάνεται και αυτή του ζαχαρότευτλου, καταλαμβάνουν έκταση 23 εκ. στρεμμάτων περίπου, από τα οποία τα 9 εκ. στρέμματα αρδεύονται. Το 34% των αροτραίων καλλιεργειών ανήκει σε ημιορεινές και ορεινές κοινότητες. Στην Καρδίτσα και τα Τρίκαλα, οι αροτραίες καλλιέργειες καταλαμβάνουν το 90% της συνολικής γεωργικής έκτασης, στη Λάρισα το 80%, ενώ στη Μαγνησία το 52% λόγω της σημαντικής παρουσίας των δενδρωδών καλλιεργειών (περίπου 37%).

Η καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων επεκτείνεται στις περιοχές της Κεντρικής και Βόρειας Ελλάδας και αποτελεί το 5% περίπου της καλλιεργούμενης γεωργικής έκτασης στην περιοχή αυτή. Η άρδευση με σταγόνες, αν και οι έρευνες για την εφαρμογή της μεθόδου δείχνουν ότι υπερέχει ως προς την παραγωγή και την εξοικονόμηση νερού σε σχέση με άλλες μεθόδους που εφαρμόζονται, εν τούτοις

πραγματοποιείται μόλις σε ποσοστό 1% της καλλιεργούμενης έκτασης το μεγαλύτερο μέρος του οποίου αντιστοιχεί στην περιοχή της Θεσσαλίας (Δημοπούλου Καλλιρρόη, 2005).

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι να αξιολογήσει την επίδραση της υπόγειας στάγδην άρδευσης στην απόδοση των ζαχαρότευτλων, συγκρίνοντάς την με την επιφανειακή στάγδην άρδευση για ίδιο εύρος άρδευσης και στα δύο αρδευτικά συστήματα, σύμφωνα με την μετρούμενη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ET).

## **2. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ**

### **2.1 Γενικά**

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται σε όλες τις ηπείρους εκτός από την Αυστραλία. Επειδή όμως είναι κυρίως φυτό της εύκρατης ζώνης καλλιεργείται μεταξύ του 30<sup>ου</sup> και 60<sup>ου</sup> παράλληλου στην Ευρώπη, Ασία, Β. Αμερική και Β. Αφρική και σε μικρή έκταση στη Ν. Αμερική, όπου παράγεται λιγότερο από το 2% της ζάχαρης από το ζαχαρότευτλο σε παγκόσμια κλίμακα. Οι κυριότερες χώρες παραγωγής ζάχαρης από το ζαχαρότευτλο είναι η Γαλλία, η Γερμανία, η Ουκρανία, οι ΗΠΑ, η Ρωσία, η Πολωνία, η Ιταλία, η Τουρκία, η Αγγλία και η Ισπανία.

Η πλειονότητα της παγκόσμιας ζάχαρης παράγεται και πωλείται με την προστασία των προνομιακών διεθνών γεωργικών και εμπορικών συμφωνιών. Αυτό το καθεστώς επιτρέπει την πώληση στην παγκόσμια αγορά μόνο μικρών ποσοτήτων ζάχαρης, σε τιμές που παρουσιάζουν σημαντικές διακυμάνσεις.

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται για την παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης. Οικονομικής όμως σημασίας είναι και τα υποπροϊόντα, όπως κορυφές, πούλπα, μελάσα, τα οποία χρησιμοποιούνται για τη διατροφή των ζώων. Πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για εξεύρεση νέων χρήσεων. Πιο σημαντική είναι η παραγωγή αιθανόλης, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως καύσιμο ή πρώτη ύλη για τη χημική βιομηχανία. Η χρησιμοποίηση όμως της ζάχαρης ως πηγή άνθρακα για την παραγωγή χημικών προϊόντων είναι περιορισμένη είτε λόγω του κόστους είτε λόγω της έλλειψης κατάλληλου, φθηνού οργανικού διαλύτη.

### **2.2 Ιστορία της καλλιέργειας**

Τα τεύτλα αναφέρονταν από πολλούς αρχαίους Έλληνες, όπως ο Ιπποκράτης, και αποτέλεσαν συστατικό της διατροφής των αρχαίων Αιγυπτίων. Ως γλυκαντική πηγή αναγνωρίστηκαν περί το 1500, αλλά μόλις το 1747 διαπιστώθηκε ότι το σάκχαρο του ζαχαρότευτλου, ήταν κοινό με αυτό του ζαχαροκάλαμου. Πενήντα έτη αργότερα, εφαρμόστηκε μέθοδος βιομηχανικής εξαγωγής ζάχαρης, η οποία απέτυχε κυρίως λόγω της χαμηλής περιεκτικότητας των τεύτλων σε ζάχαρη.

Οι πρώτες λεπτομερείς περιγραφές των ποικίλων ειδών του ζαχαρότευτλου παρέχονται από τον Caesalpinus το 1538 όπου αναγνωρίζει τέσσερις ποικιλίες.

Από το 17<sup>ο</sup> αιώνα τα ζαχαρότευτλα καλλιεργούνται στον αγρό, κύρια σε Γαλλία και Γερμανία, και χρησιμοποιούνται ως ζωοτροφή.

Περί το 1850, ανακαλύφθηκε το τεύτλο ως βιομηχανικό φυτό για την εξαγωγή ζάχαρης. Ο χημικός Andreas Sigismund Marggraf, απέδειξε ότι οι κρύσταλλοι του σακχάρου που περιέχονται στο χυμό του ζαχαρότευτλου είναι παρόμοιοι με του ζαχαροκάλαμου.

Με τη βελτιωτική προσπάθεια και ιδιαίτερα του Vilmorin στη Γαλλία, που εφάρμοσε πρώτος τη μέθοδο δοκιμής των απογόνων, δημιουργήθηκαν ποικιλίες με περιεκτικότητα σε ζάχαρη 16-17% που είναι παραπλήσια με τη σημερινή. Παράλληλα, σημειώθηκε πρόοδος στη βιομηχανική τεχνολογία και από το 1850 έγινε οικονομικώς συμφέρουσα η παραγωγή κρυσταλλικής ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα.

Η δημιουργία ειδικών Ινστιτούτων και φορέων έδωσε νέα ώθηση στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων. Ανάμεσα σε αυτούς τους φορείς ξεχωρίζει το Διεθνές Ινστιτούτο Έρευνας Ζαχαρότευτλων που αποτελείται από ειδικούς επιστήμονες των χωρών που καλλιεργούν ζαχαρότευτλα.

### **2.3 Σημασία για την Ελλάδα**

Τα ζαχαρότευτλα πρωτοκαλλιεργήθηκαν στη Λαζαρίνα της Θεσσαλίας το 1894 όπου ιδρύθηκε από μια ιδιωτική Εταιρία ένα εργοστάσιο ζάχαρης το οποίο λειτούργησε για 15 περίπου χρόνια. Η προσπάθεια αυτή ναυάγησε για διάφορους λόγους και κυρίως εξαιτίας σοβαρών ζημιών των τεύτλων από το έντομο Κλεονός η νεότερη ζαχαροβιομηχανία της Ευρώπης, ώστε άρχισαν και πάλι να καλλιεργούνται ζαχαρότευτλα στην Ελλάδα. Ιδρύθηκαν με τη σειρά πέντε εργοστάσια στη Λάρισα, στο Πλατύ, στις Σέρρες, στη Ξάνθη και στην Ορεστιάδα και η τευτλοκαλλιέργεια παρουσίασε αλματώδη πρόοδο, ώστε σε 10 χρόνια καλύφθηκαν οι ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη και η στρεμματική απόδοση έφθασε να είναι ανάμεσα στις υψηλότερες της Ευρώπης. Μέχρι το 1980 η καλλιεργούμενη έκταση κυμαίνονταν στο σταθερό επίπεδο των 400-450 χιλ. στρ., ενώ η στρεμματική απόδοση ριζών ήταν περίπου 6,5 t και της ζάχαρης 900 Kg. Η καλλιέργεια ήταν από τις πλέον ανταγωνιστικές για τον παραγωγό, ώστε μόνο με τον έλεγχο που ασκεί η βιομηχανία στην καλλιέργεια συγκρατήθηκε η

επέκτασή της.

Από τη δεκαετία του 1980 και μέχρι σήμερα υποχώρησε η ανταγωνιστικότητα της καλλιέργειας, ώστε πολλές χρονιές να μην επιτυγχάνεται ο στόχος των 400 χιλ. στρ. που θεωρείται απαραίτητος για την οικονομική λειτουργικότητα των εργοστασίων και την κάλυψη των αναγκών της χώρας. Οι λόγοι που συνέβαλαν στο αποτέλεσμα αυτό είναι η αύξηση της ανταγωνιστικότητας του βαμβακιού, κυρίως λόγω των επιδοτήσεων της ΕΟΚ, τα προβλήματα που παρουσιάζει η καλλιέργεια με τη συνεχή χρήση, η κακή πολιτική που εφαρμόστηκε ως προς ορισμένα σημεία κ.α.

## 2.4 Βοτανική Κατάταξη

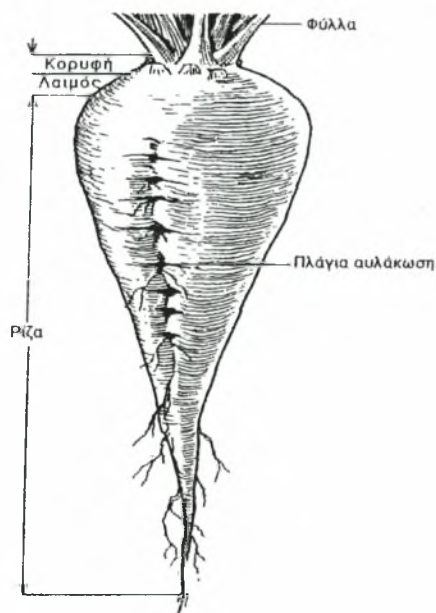
Το ζαχαρότευτλο από το οποίο εξάγεται η ζάχαρη είναι το *Beta vulgaris L.* της οικογένειας *Chenopodiaceae*. Στο ίδιο όμως είδος ανήκουν τα λαχανοκομικά τεύτλα (κοκκινογούλια ή παντζάρια), τα φυλλώδη τεύτλα (leaf beets) και τα κτηνοτροφικά τεύτλα. Τα κτηνοτροφικά τεύτλα είναι παρόμοια με τα ζαχαρότευτλα,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

## 2.5 Βοτανική Περιγραφή

Το ζαχαρότευτλο υπό κανονικές συνθήκες είναι διετές φυτό. Κατά τη διάρκεια του πρώτου έτους τα φυτά αναπτύσσουν τις ογκώδεις, σαρκώδεις, ζαχαρούχες ρίζες τους οι οποίες χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία για παραγωγή ζάχαρης και κατά το δεύτερο έτος παράγουν ανθικό στέλεχος, άνθη και καρπούς. Προκειμένου να ανθίσουν τα φυτά είναι απαραίτητο να υποστούν εαρινοποίηση. Υπό κανονικές συνθήκες αυτή γίνεται στο τέλος του πρώτου έτους, κατά τη διάρκεια του χειμώνα.

Το ώριμο ζαχαρότευτλο κατά το πρώτο έτος ανάπτυξης του χωρίζεται σε τρία μέρη (Εικ. 2.5.1.).

1. **Κορυφή (επικοτόλιο):** Είναι το υπέργειο τμήμα του τεύτλου πάνω από την περιοχή έκφυσης των παλαιότερων φύλλων. Φέρει μία τούφα από μεγάλα, χυμώδη φύλλα, σε σπειροειδή διάταξη. Περιέχει ελάχιστη ζαχαρόζη, θεωρείται ξένη ύλη και είναι ανεπιθύμητη για τη ζαχαροβιομηχανία.
2. **Λαιμός (υποκοτόλιο):** Είναι το φαρδύτερο τμήμα του τεύτλου μεταξύ της κορυφής και της ρίζας. Στο σημείο του λαιμού γίνεται η κοπή των κορυφών κατά τη συγκομιδή.
3. **Ρίζα:** Έχει σχήμα κωνικό, μήκος 20-35 cm και καταλήγει σε λεπτή πασσαλώδη ρίζα. Ορισμένες φορές φέρει διακλαδώσεις (πολυριζία) οι οποίες όμως είναι ανεπιθύμητες. Στις δύο απέναντι πλευρές η ρίζα είναι πεπλατυσμένη, φέρει αυλακώσεις και από τα σημεία αυτά εκφύονται σε διάφορα βάθη πλάγιες ινώδεις ρίζες. Η επιθυμητή σχέση μήκους προς πλάτος της ρίζας είναι 2:1. Ο όρος "ρίζα" όπως αναφέρεται από τη βιομηχανία και αποτελεί τον αποθηκευτικό ιστό του ζαχαρότευτλου μόνο κατά 90% είναι πραγματική ρίζα, ενώ το ανώτερο 10% τμήμα προέρχεται από το υποκοτόλιο. Εξωτερικά η ρίζα καλύπτεται από ένα λεπτό φελλώδες στρώμα, λευκοκίτρινο. Το εσωτερικό της ρίζας στις περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες έχει χρώμα λευκό-ζαχαρί, ενώ σε κατώτερους, ποιοτικά, γενοτύπους πρασινωπή ή κιτρινωπή απόχρωση. Η κατανομή της ζαχαρόζης δεν είναι ομοιόμορφη σε όλη τη ρίζα. Το κέντρο της κορυφής και το άκρο της ρίζας έχουν τη μικρότερη περιεκτικότητα σε ζαχαρόζη, ενώ το τμήμα λίγο πιο πάνω από το μέσο της ρίζας είναι το πιο πλούσιο (Martin κ.ά. 1976).



**Εικόνα 2.5.1.** Κύρια τμήματα ενός ώριμου ζαχαρότευτλου



Κάθε άνθος αποτελείται από πέντε κιτρινοπράσινα περιάνθια, πέντε στήμονες και ένα ωάριο με τρεις στύλους, ενώ στερείται στεφάνης και ποδίσκου. Όταν τα άνθη ανοίγουν, οι στήμονες παράγουν άφθονη ποσότητα γύρης, η οποία διασκορπίζεται κυρίως με τον αέρα. Υπερισχύει η σταυρογονιμοποίηση.

Ο σπόρος είναι μικρός, με διαστάσεις 3,0 mm μήκος και 1,5 mm πάχος. Οι σπόροι κάθε συγκαρπίου αποχωρίζονται πολύ δύσκολα. Αποτέλεσμα αυτού είναι όταν σπέρνεται το συγκάρπιο, να αναπτύσσονται πολλά νεαρά φυτά και να πρέπει να γίνει αραίωμα με το χέρι στα πρώτα στάδια ανάπτυξης, ώστε σε κάθε θέση να αναπτυχθεί μία ρίζα από ένα φυτό. Ο διαχωρισμός των σπόρων μπορεί να γίνει μηχανικά, δεν είναι όμως πλήρης και μειώνει τη βλαστική τους ικανότητα (Scott κ.ά. 1974).

## 2.6 Αύξηση – Ανάπτυξη

Με ικανοποιητική θερμοκρασία και υγρασία ο σπόρος διογκώνεται και βλαστάνει γρήγορα, έτσι που σε 4-5 ημέρες από τη σπορά οι δυο κοτυληδόνες εξέρχονται στην επιφάνεια του εδάφους και εκτείνονται οριζοντίως, όπως και τα νεαρά φύλλα που ακολουθούν. Με τον τρόπο αυτό δεσμεύουν περισσότερη ηλιακή ενέργεια. Σταδιακώς σχηματίζεται η ροζέτα. Στο στάδιο που το πρώτο φύλλο έχει πλήρως εκπτυχθεί, η ρίζα έχει βάθος πάνω από 30 cm.

Όταν ολοκληρωθεί η ανάπτυξη των κορυφών, αρχίζουν συνήθως, να περισσεύουν προϊόντα φωτοσύνθεσης, τα οποία ως σακχαρόζη αποθηκεύονται στη ρίζα που διαρκώς διογκώνεται. Παράλληλα 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 (Δ.Φ.Ε.) επιτυγχάνεται όταν το μεγαλύτερο φύλλο του φυτού (συνήθως το δωδέκατο) έχει πλήρως εκπτυχθεί, ενώ στη συνέχεια μειώνεται.

Το φθινόπωρο περιορίζεται η ανάπτυξη ριζών και κορυφών και έτσι δεν καταναλίσκεται σακχαρόζη, αλλά δε σχηματίζεται και νέα λόγω οικολογικών περιορισμών και γήρανσης του φυτού. Έτσι, όταν η συγκέντρωση της σακχαρόζης στις ρίζες φθάνει ένα σταθερό επίπεδο, ακολουθεί η συγκομιδή.

## 2.7 Τεχνική της Καλλιέργειας

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

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

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

Η θερμοκρασία στην οποία μπορεί να αρχίσει η βλάστηση του σπόρου είναι 3-4°C, ενώ με θερμοκρασίες 15-25°C το φυτόμα συντελείται 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 την καθαρή φωτοσύνθεση και συνεπώς για παραγωγή ζαχαρόζης είναι 19-22°C. Υψηλότερες θερμοκρασίες είναι επιζήμιες κυρίως κατά το τέλος της περιόδου, όταν γίνεται η εντατική αποθήκευση ζαχαρόζης στη ρίζα.

Το ποσοστό σακχάρου στη ρίζα επηρεάζεται κυρίως από τον καιρό στο τέλος της εποχής, ενώ η συνολική ποσότητα του επηρεάζεται από τον καιρό που επικράτησε όλη την περίοδο. Η περιεκτικότητα σε ζάχαρη είναι επίσης αποτέλεσμα της ορμονικής ισορροπίας του φυτού (Elliot και Weston 1993).

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



στοματίων και κατά συνέπεια η μείωση της φωτοσύνθεσης, η καθυστέρηση εκ-  
πτυξης των φύλλων και η πρόωγη γήρανση των φύλλων (Dunham 1993).

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

Το μικροκλίμα που δημιουργείται στο περιβάλλον της φυτείας, λόγω της  
πυκνής φυτοκάλυψης, επηρεάζει επίσης την αύξηση και ανάπτυξη των  
ζαχαρότευτλων. Οι μεταβολές που παρατηρούνται στη φυτοστιβάδα ως προς τη θερ-  
μοκρασία, το ποσό της ακτινοβολίας που δεσμεύεται ή αντανακλάται, καθώς και η  
περιεκτικότητα σε CO<sub>2</sub> και η εξατμισοδιαπνοή, που επηρεάζονται και από τον άνεμο,  
διαμορφώνουν και την παραγωγικότητα των φυτών.

Οι εδαφικές απαιτήσεις του φυτού έχουν ιδιαίτερη σημασία. Ευδοκιμεί σε  
εδάφη βαθιά, με καλή αποστράγγιση, πηλώδη έως αμμοπηλώδη, πλούσια σε  
οργανική ουσία γόνιμα έως μέσης γονιμότητας, με ΡΗ 7-8 και απαλλαγμένα από  
πέτρες και χαλίκια που παραμορφώνουν τις ρίζες και δυσκολεύουν την εξαγωγή τους.  
Ο ρυθμός νιτροποίησης πρέπει να είναι ταχύς στην αρχή και βραδύς στο  
τέλος της καλλιεργητικής περιόδου, γι' αυτό και η πολλή υψηλή περιεκτικότητα  
του εδάφους σε οργανική ουσία είναι ανεπιθύμητη γιατί λόγω των συνθηκών  
υψηλής θερμοκρασίας και υγρασίας που εξασφαλίζει, αυξάνει, πέραν του  
επιθυμητού βαθμού νιτροποίησης. Αντέχει στα αλκαλικά εδάφη ενώ στα  
όξινα κακώς αεριζόμενα, ψυχρά και υγρά εδάφη παρατηρούνται τροφοπενίες. Είναι  
απαιτητικό φυτό σε θρεπτικά στοιχεία, ιδίως σε κάλιο.

Το ζαχαρότευτλο καλλιεργείται κυρίως στην Βόρεια Ελλάδα και σε ημίξηρες  
περιοχές α) παραλιακές με μεσογειακό κλίμα και β) εσωτερικές πεδιάδες με  
ηπειρωτικό κλίμα. Η Νότια Ελλάδα θεωρείται ακατάλληλη για την καλλιέργεια των  
ζαχαρότευτλων, κυρίως λόγω των υψηλών θερμοκρασιών. Ενδιαφέρον παρουσιάζει  
Δυτική Ελλάδα όπου η θερμοκρασία τον χειμώνα δεν κατεβαίνει πέραν του -5°C  
κατά κανόνα, ώστε εκεί θα μπορούσε ίσως να ευδοκιμήσει φθινοπωρινή καλλιέργεια  
ιδιαιτέρως ανθεκτικών στο ψύχος ποικιλιών η οποία εκτός του ότι εκμεταλλεύεται τις  
βροχές του χειμώνα διευρύνει την περίοδο λειτουργίας του ζαχαρουργείου.

### 2.7.2 Λίπανση

Τα ζαχαρότευτλα είναι φυτά με μεγάλες απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία και αντιδρούν στη λίπανση ανάλογα με τη σύσταση του εδάφους, τις κλιματικές συνθήκες και τις συνθήκες της καλλιέργειας. Η ισορροπημένη λίπανση εκτός του ότι επηρεάζει την απόδοση είναι και ουσιώδους σημασίας για την ποιότητα των ριζών, όσον αφορά την καταλληλότητα τους για τη ζαχαροβιομηχανία.

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

**Αζωτο.** Είναι το σπουδαιότερο θρεπτικό συστατικό που επηρεάζει την απόδοση και ποιότητα των ζαχαρότευτλων 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 ριζών και κεφαλών, αλλά συνήθως δεν αυξάνουν την περιεκτικότητα σε σάκχαρο. Έχουν επίσης αξιοσημείωτη επίδραση στα φύλλα, που γίνονται εύρωστα και ζωηρά πράσινα.

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

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

**Κάλιο και Νάτριο.** Ως προς το κάλιο τα ζαχαρότευτλα είναι πολύ απαιτητικά φυτά. Έλλειψη Κ καθυστερεί την ανάπτυξη των φυτών, τα φύλλα, πρώτα τα παλαιότερα, παρουσιάζουν περιφερειακή χλώρωση και αργότερα νέκρωση που μπορεί να επεκταθεί στα μεσονεύρια διαστήματα. Μειώνει επίσης τη φωτοσύνθεση και το σχηματισμό χλωροφύλλης καθώς και τη σύνθεση πρωτεϊνών και αυξάνει την αναπνοή. Η μεταφορά στις ρίζες των σακχάρων που παράγονται με τη φωτοσύνθεση απαιτεί την παρουσία Κ. Το Κ αντικαθίσταται μερικώς από το νάτριο το οποίο θεωρείται απαραίτητο στοιχείο για τα ζαχαρότευτλα. Η απόδοση σε ρίζες και ζάχαρη βασίζεται κυρίως στη συνδυασμένη αζωτούχο και καλιούχο λίπανση, γιατί υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ των δύο αυτών στοιχείων. Υψηλό επίπεδο Ν αυξάνει και το επιθυμητό Κ. Παρόμοια αλληλεπίδραση ισχύει και μεταξύ Ν και Na. Αύξηση καλίου προκαλεί μείωση του επιβλαβούς αζώτου. Η περιεκτικότητα του ελάσματος των φύλλων δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 1%.

Τα στοιχεία θείο, ασβέστιο και μαγνήσιο θεωρούνται δευτερεύοντα θρεπτικά στοιχεία.

Εκτός από τα κύρια και δευτερεύοντα στοιχεία τα ζαχαρότευτλα απαιτούν μικροποσότητες και από ορισμένα άλλα στοιχεία όπως βόριο, μαγγάνιο, χλώριο, μολυβδαίνιο, ψευδάργυρο και χαλκό. Στα περισσότερα ελληνικά εδάφη οι ανάγκες σε ιχνοστοιχεία αντιμετωπίζονται επαρκώς, εκτός του βορίου και μαγνησίου, που σε πολλές περιπτώσεις απαιτείται προσθήκη είτε με διαφυλλικούς ψεκασμούς για άμεση αντιμετώπιση της τροφοπενίας, είτε με κατάλληλα λιπάσματα στο έδαφος για μονιμότερη αντιμετώπιση (Σφήκας 1988, Henriksson and Hakansson 1993).

Για τα ελληνικά εδάφη η μέση άριστη δόση λίπανσης είναι: 12-14 Kg/στρ. Ν, 9-11 Kg/στρ. P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> και 0-45 Kg/στρ. K<sub>2</sub>O (Ε.Β.Ζ. Α.Ε. 2001α).

### 2.7.3 Σπορά

Η σπορά κάτω από τις ελληνικές συνθήκες πραγματοποιείται από τα μέσα Φεβρουαρίου έως και τα τέλη Μαρτίου, με μέση ημερομηνία σποράς περίπου τη 10<sup>η</sup> Μαρτίου. Η έγκαιρη προετοιμασία του αγρού παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης των πλεονεκτημάτων της πρώιμης σποράς όπως την καλύτερη αξιοποίηση της υπάρχουσας υγρασίας του εδάφους, τις αυξημένες πιθανότητες βροχόπτωσης, το ομοιόμορφο φύτευμα, την καλύτερη ανάπτυξη φυτών, το μικρότερο κόστος ζιζανιοκτονίας, την καλύτερη προστασία από τις προσβολές των εντόμων, τα

μεγαλύτερα χρονικά περιθώρια για επανασπορά, αν απαιτηθεί, την καλύτερη τελική απόδοση (EBZ AE, 2001 β). Οι Scott et al., (1993), αναφέρουν θετική σχέση μεταξύ της αύξησης του βάρους ριζών και τη αύξησης της προσλαμβανόμενης ακτινοβολίας κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Κάτι ανάλογο συμβαίνει και με το ζαχαρικό τίτλο, αλλά είναι λιγότερο εμφανές. Ο συντελεστής που αντιπροσωπεύει την μετατροπή της ηλιακής ακτινοβολίας σε ζάχαρη είναι 0,97 g/MJ. Αυτό εξηγεί τα πλεονεκτήματα της πρώιμης σποράς ως προς την απόδοση.

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

#### 2.7.4 Ζιζανιοκτονία

Τα ζιζάνια ανταγωνίζονται τα ζαχαρότευτλα για το φως, τα θρεπτικά στοιχεία και το νερό. Ο κυριότερος από αυτούς τους παράγοντες είναι το φως, καθώς ο τρόπος με τον οποίο γίνεται σήμερα η' καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων εξασφαλίζει επάρκεια νερού και θρεπτικών στοιχείων. Τα ζιζάνια όταν αναπτυχθούν πολύ, δυσκολεύουν την εκτέλεση των ψεκασμών για τα έντομα και τις ασθένειες καθώς και τη συγκομιδή των ριζών. Επίσης είναι ξενιστές εντόμων και άλλων παθογόνων. Περισσότερο ανταγωνιστικά είναι τα ετήσια ζιζάνια και από αυτά τα πλατύφυλλα.

Τα κυριότερα ζιζάνια που δημιουργούν πρόβλημα στη χώρα μας είναι αγριοπιπεριά (*Polygonum persicaria*), αιθούζα (*Aethusa cynapium L.*), λουβουδιά (*Chenopodium album L.*), περικοκλάδα (*Convolvulus arvensis L.*), σινάπι ή βρούβα (*Sinapis arvensis L.*), αγριομελιτζάνα (*Xanthium strumarium L.*), ασπράγκαθο (*Xanthium spinosum L.*), βλήτο (*Amaranthus retroflexus L.*), στύφνος ή αγριοντοματιά (*Solarum nigrum L.*), αγριοβρώμη (*Avena sterilis L.*), φάλαρη (*Phalaris spp.*), αγριάδα (*Cynodon dactylon*), βέλιουρας (*Sorghum halepense L.*),

μουχρίτσα (*Echinochloa crus-galli* L.), σετάρια (*Setaria viridis*). Επίσης συνεχώς ανερχόμενο πρόβλημα αποτελούν η κουσκούτα (*Cuscuta spp.*) και το "άγριο τεύτλο" ή "τεύτλο ζιζάνιο" το οποίο είναι κάθε ανεπιθύμητο φυτό τεύτλων επί ή μεταξύ των γραμμών σποράς.

Η μείωση στην απόδοση ριζών και ζάχαρης λόγω του ανταγωνισμού με τα ζιζάνια, εξαρτάται από την ανταγωνιστική ικανότητα και τον πληθυσμό των ζιζανίων, από την εποχή και τη χρονική διάρκεια της παρουσίας των ζιζανίων στην καλλιέργεια και φυσικά από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες κάθε περιοχής. Τα προβλήματα που δημιουργούν τα ζιζάνια στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων μπορούν να κατανεμηθούν σε τρεις χρονικές περιόδους (Dawson 1974). Η πρώτη (I) αφορά το διάστημα από τη σπορά μέχρι το αραίωμα, η δεύτερη (II) από το αραίωμα μέχρι το "κλείσιμο των γραμμών" και η τρίτη (III) από το "κλείσιμο των γραμμών" μέχρι τη συγκομιδή. Δυσκολότερος είναι ο έλεγχος των ζιζανίων κατά τη διάρκεια της περιόδου I, γιατί τα νεαρά φυτά είναι ευαίσθητα στα ζιζανιοκτόνα και σκεπάζονται εύκολα με χώμα, εάν γίνει σκάλισμα με μηχανικά μέσα.

Ο έλεγχος των ζιζανίων γίνεται με προληπτικά μέτρα, με βοτάνισμα, με μηχανικά μέσα και με ζιζανιοκτόνα.

Ανάλογα με το χρόνο εφαρμογής τους τα ζιζανιοκτόνα διακρίνονται σε προσπαρτικά (με ενσωμάτωση), προφυτρωτικά και μεταφυτρωτικά (E.B.Z. 1993α, 1999α).

Κατά την επιλογή ενός αγρού για καλλιέργεια ζαχαρότευτλων, θα πρέπει να λαμβάνονται υπ' όψη τα ζιζανιοκτόνα που έχουν χρησιμοποιηθεί στην προηγούμενη καλλιέργεια, γιατί ορισμένα ζιζανιοκτόνα με μεγάλη υπολειμματικότητα ενδέχεται να προκαλέσουν ζημιά στα τεύτλα.

#### 2.7.5 Εχθροί και Ασθένειες

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



#### 2.7.5.1 Ασθένειες

Ως σοβαρότερες βιοτικές ασθένειες αναφέρονται οι παρακάτω (E.B.Z. 1982, APS PRESS 1991, Asher 1993, Duffus and Ruppel 1993, Ιωαννίδης 1997).

##### **α) Μυκητολογικές**

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

2) **Ωίδιο**. Προκαλείται από τον μύκητα *Erysiphe betae*.

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

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

##### **β) Ιώσεις**

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

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

##### **γ) Βακτηριώσεις**

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

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

3) **Ξανθομονάς**. Προκαλείται από το βακτήριο *Xanthomonas beticola*.

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

#### 2.7.5.2 Ζωικά παράσιτα

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

##### **α) Ζωικά παράσιτα εδάφους**

1) Στο σπόρο που φυτρώνει και στα νεαρά φυτά προκαλούν ζημιές τα

έντομα **σιδηροσκώληκες, αγροτίδες, γρυλλοτάλη κ.α.**

2) **Νηματώδεις**

β) Ζωικά παράσιτα φυλλώματος

1) **Άλτης** (*Chaetocnema* spp.)

2) **Κασσίδα** (*Cassida* spp.)

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

4) **Αφίδες**

5) **Λίξος** (*Lixus* spp)

6) **Κάμπιες φυλλώματος**

7) **Τετράνυχος**

γ) Ζωικά παράσιτα φυταρίων

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

1) **Κλεονός** (*Bothynoderes punctiventris*)

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

#### 2.7.6 Συγκομιδή – Μεταφορά – Αποθήκευση ριζών

Η πιο επίπονη και δαπανηρή εργασία της τευτλοκαλλιέργειας ήταν παλαιότερα η συγκομιδή, που γινόταν με το χέρι. Εδώ όμως και αρκετά χρόνια, με την εισαγωγή των μηχανών συγκομιδής, η εργασία αυτή εκτελείται γρηγορότερα, άνετα και με λιγότερα έξοδα. Στη χώρα μας επικράτησαν οι αυτοκινούμενες μηχανές αρχικά οι μονόσειρες, στη συνέχεια οι δίσειρες και τρίσειρες και τελευταία οι εξάσειρες.

Οι κύριες φάσεις της εργασίας της μηχανικής συγκομιδής των ζαχαρότευτλων είναι: α) η αποφύλλωση, β) η αποκορύφωση, γ) η εξαγωγή των ριζών από το έδαφος, δ) το καθάρισμα των ριζών από το χώμα και ε) η φόρτωση των ριζών στο μεταφορικό μέσο.

Η περίοδος λειτουργίας των εργοστασίων, η οποία συμπίπτει περίπου με την περίοδο συγκομιδής, ονομάζεται καμπάνια και αρχίζει συνήθως, στην Ελλάδα, περί τα μέσα Αυγούστου και λήγει το Δεκέμβριο.

Η σειρά επιλογής των αγρών που θα συγκομισθούν γίνεται με κριτήρια

βιομηχανικής ωρίμανσης (νίτρο-τεστ, ζαχαρικός τίτλος, μέσο βάρος ριζών) κατόπιν δειγματοληψιών που διενεργούνται. Για το σκοπό αυτό αναλύονται δείγματα μίσχων σε όσο το δυνατόν μεγαλύτερο αριθμό τευτλαγρών κατά την περίοδο Ιουνίου-Αυγούστου. Πρώτα συγκομίζονται οι πρώιμες ποικιλίες και οι καλλιέργειες που παρουσιάζουν χαμηλότερα επίπεδα νιτρικών, ενώ δίνεται χρόνος στις υπόλοιπες να μπουν με τη σειρά τους στο επιθυμητό επίπεδο αζωτοπενίας. Επιπλέον σοβαρά υπόψη λαμβάνεται η κατάσταση της φυτείας, η μηχανική σύσταση του εδάφους των αγρών και η πρόσβαση τους στο οδικό δίκτυο και η σειρά κλήρωσης των παραγωγών. Πρώτα συγκομίζονται τεύτλα προσβεβλημένα από ασθένειες και αγροί που στερούνται νερού ή εφαρμόστηκε ελλιπής λίπανση και το φύλλωμα παρουσιάζεται κιτρινωπό. Βαριάς μηχανικής σύστασης αγροί με ανεπαρκές στραγγιστικό ή οδικό δίκτυο επίσης πρέπει να συγκομίζονται έγκαιρα.

Η μεταφορά των ριζών γίνεται κυρίως οδικώς. Μόνο μικρό ποσοστό της ολικής παραγωγής διακινείται σιδηροδρομικώς μέσω ειδικών κέντρων συγκέντρωσης (Παπακώστα – Τασοπούλου 2002).

Επειδή τα ζαχαρουργεία δεν μπορούν να επεξεργαστούν όλη την προσφερόμενη ποσότητα, ιδίως σήμερα που με τη μηχανοσυλλογή έχει συντομευτεί η περίοδος συγκομιδής, αναγκάζονται να καταφύγουν στην αποθήκευση των τεύτλων (Στρουθόπουλος 1995). Η αποθήκευση ριζών ζαχαρότευτλων γίνεται το φθινόπωρο (μετά τον Οκτώβριο) όταν οι θερμοκρασίες του αέρα και του εδάφους είναι σχετικά χαμηλές. Η αποθήκευση γίνεται στα σιλό και στους ελεύθερους χώρους των ζαχαρουργείων και στους αγρούς των παραγωγών. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρείται μείωση της ζαχαρόζης λόγω του ότι οι ρίζες είναι ζωντανοί ιστοί και τα κύτταρά τους μεταβολίζουν τη ζαχαρόζη με την αναπνοή (Wyse και Dexter 1971). Οι άριστες συνθήκες που πρέπει να επικρατούν κατά την αποθήκευση είναι θερμοκρασία 4-6 °C και σχετική υγρασία 95-98% (Bugbee 1993).

## **2.8 Ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό**

Από τον πολυετή πειραματισμό της ελληνικής βιομηχανίας ζάχαρης έχει προκύψει ότι, όταν η δόση κάθε ποτίσματος είναι επαρκής, οι αποδόσεις των ζαχαρότευτλων είναι ανάλογες με το άθροισμα του νερού, που δέχθηκαν τα φυτά σε



όλη την διάρκεια της αρδευτικής περιόδου. Με βάση τα μελέτη των πειραματικών αποτελεσμάτων έχει εκτιμηθεί ότι οι συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό, στο διάστημα μιας καλλιεργητικής περιόδου, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, ανέρχονται από 450 κυβικά μέτρα στο στρέμμα (περιοχή Θράκης) έως 610 κυβικά μέτρα το στρέμμα (Θεσσαλία). Οι διακυμάνσεις προς τα πάνω ή προς τα κάτω, που οφείλονται στις μεταβολές του καιρού από χρόνο σε χρόνο, είναι περιορισμένες σε ποσοστό περίπου  $\pm 10\%$ . Κάποιες μικρότερες διακυμάνσεις παρατηρήθηκαν επίσης σαν συνέπεια μια πρωϊμότερης σποράς ή μιας οψιμότερης συγκομιδής.

Αφαιρώντας την ποσότητα του νερού, που είναι ήδη αποθηκευμένη στο έδαφος κατά την εποχή της σποράς, και την ωφέλιμη βροχή, που συνήθως πέφτει κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, όπως συμβαίνει κάθε χρόνο, οι μέσες καθαρές ανάγκες σε νερό ποτίσματος στις περιοχές τευτοκαλλιέργειας διαμορφώνονται ως εξής: Θεσσαλία 390 κυβικά μέτρα το στρέμμα, Κεντρική Μακεδονία 350 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα, Θράκη 310 κυβικά μέτρα ανά στρέμμα. Όμως κατά το πότισμα στο χωράφι πρέπει να δίνεται κατά τι περισσότερο νερό από τις καθαρές ανάγκες, ανάλογα με την αποδοτικότητα που έχει το σύστημα ποτίσματος που χρησιμοποιούμε. Στο πότισμα με σταγόνες το ποσοστό είναι 10%, στον καταιονισμό 10-20% και στο πότισμα με αυλάκια 25-30% περίπου επιπλέον των καθαρών αναγκών.

Οι πρώτες ανάγκες των ζαχαρότευτλων για πότισμα εμφανίζονται αμέσως μετά την σπορά, στις περιπτώσεις εκείνες που δεν υπάρχει αρκετή υγρασία στο έδαφος ή δεν βρέχει για να φυτρώσουν οι σπόροι. Το ελαφρύ πότισμα που γίνεται τότε, για υποβοήθηση του φυτρώματος θεωρείται λύση ανάγκης. Το καλό φύτρωμα των σπόρων θα πρέπει κατά κανόνα να επιδιώκεται από νωρίτερα, με σωστή προετοιμασία των χωραφιών από το φθινόπωρο και με λιγότερη κατεργασία την άνοιξη, για να συγκρατείται στο έδαφος η απαιτούμενη υγρασία φυτρώματος.

Μετά την ολοκλήρωση των φυτρωμάτων, κατά το διάστημα έως πριν 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 τότε αναπτύσσεται γρήγορα σε βάθος και εκμεταλλεύεται αρκετό όγκο εδάφους. Εάν όμως κατά την άνοιξη επικρατήσουν έντονες ξηροθερμικές συνθήκες ιδιαίτερα τότε που ορισμένα αργιλώδη εδάφη αρχίζουν να σχίζονται, συνιστάται ένα ελαφρύ πότισμα που θα βοηθήσει στο

καλύτερο λιώσιμο των λιπασμάτων και στο ταχύτερο κλείσιμο των γραμμών.

Η κρίσιμη περίοδος, που τα τεύτλα έχουν μεγάλη ανάγκη τόσο του νερού, όσο και των θρεπτικών στοιχείων που είναι διαλυμένα σ' αυτό θεωρείται ότι αρχίζει: λίγο πριν από το κλείσιμο των γραμμών και τελειώνει περίπου στις 150 ημέρες από την ημερομηνία σποράς. Στην περίοδο αυτή περιλαμβάνονται οι μήνες Ιούνιος, Ιούλιος, και Αύγουστος που παραδοσιακά θεωρούνται μήνες της κύριας αρδευτικής περιόδου των ζαχαρότευτλων. Καλλιεργητικός στόχος είναι η διατήρηση ενός ισορροπημένου φυλλώματος μέχρι τη συγκομιδή και ο σταθερό ρυθμός θρέψης των φυτών στο διάστημα αυτό.

Από τον Σεπτέμβριο μέχρι τη λήξη της συγκομιδής οι θερμοκρασίες αρχίζουν να πέφτουν, το φύλλωμα των τεύτλων περιορίζεται και οι ανάγκες σε νερά μειώνονται. Ωστόσο τα φυτά κατά το διάστημα αυτό δεν πρέπει να στερηθούν νερό. Σε παρατεταμένες ξηροθερμικές συνθήκες η αρδευτική περίοδος επιβάλλεται να παρατείνεται και πέρα από τον Σεπτέμβριο. Αυτό βέβαια, όσο τα παρατεταμένα ποτίσματα δεν δημιουργούν προβλήματα στη συγκομιδή. Σε ορισμένα πολύ βαριά εδάφη, άλλωστε ένα ελαφρό πότισμα μερικές ημέρες πριν την συγκομιδή περιορίζει τα σπασίματα των ριζών από τις μηχανές συγκομιδής και μειώνει τις απώλειες. Όμως η καθημερινή πράξη έχει δείξει ότι κρίσιμη περίοδος μπορεί να είναι οποιοδήποτε διάστημα της βλαστικής περιόδου των ζαχαρότευτλων που τα φυτά έχουν ανάγκη νερού, αλλά δεν ικανοποιούνται.

Τα τελευταία χρόνια σε ορισμένες καλλιέργειες ζαχαρότευτλων τα πιο συχνά ποτίσματα, που γινόταν παλαιότερα, έχουν αντικατασταθεί με ποτίσματα μεγαλύτερων, σε αραιότερα χρονικά διαστήματα. Αυτό θεωρείται λαθεμένη μεταχείριση του νερού γιατί τα ζαχαρότευτλα σε κάποια χρονικά μεσοδιαστήματα μεταξύ δύο ποτισμάτων αισθάνονται σοβαρή έλλειψη νερού. Τότε τα διαστήματα αυτά γίνονται κρίσιμα για την απόδοση της καλλιέργειας λόγω της ακανόνιστης διάθεσης στα φυτά όχι μόνον του νερού, αλλά και των θρεπτικών στοιχείων.

Σε άλλες περιοχές τευτλοκαλλιέργειας το πότισμα του Σεπτεμβρίου έχει υποτιμηθεί αρκετά. Τα ζαχαρότευτλα κατά το μήνα αυτό εξακολουθούν να έχουν ανάγκη νερού και θρεπτικών στοιχείων. Το έδαφος τότε δεν πρέπει να χάνει την υγρασία του και τα θρεπτικά στοιχεία, ειδικότερα του επιφανειακού στρώματος πρέπει να είναι στην άμεση διάθεση των φυτών.

Στα μη επαρκώς ποτισμένα χωράφια, με ξηρά επιφανειακά στρώματα, πρέπει να οφείλονται κατά ένα μεγάλο μέρος οι όψιμες αναβλαστήσεις φυλλώματος. Τότε

συνήθως μετά από μια ελαφριά βροχή τα θρεπτικά στοιχεία γίνονται απότομα διαθέσιμα στα φυτά, και τα χωράφια των ζαχαρότευτλων ξαναπρασινίζουν, με συνέπεια τη σοβαρή πτώση του ζαχαρικού τίτλου.

Η λήξη των ποτισμάτων συνίσταται να γίνεται 2 έως 4 εβδομάδες πριν την συγκομιδή με σκοπό τα φυτά να ζορισθούν προς μια ταχύτερη ωρίμανση που συνοδεύεται από υψηλότερο ζαχαρικό τίτλο. Ωστόσο η ωρίμανση αυτή θα πρέπει κατά το μεγαλύτερο μέρος να είναι αποτέλεσμα μιας φυσιολογικής εξέλιξης της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων, ώστε το διάστημα χωρίς πότισμα πριν την συγκομιδή να γίνεται ελάχιστο. Το πράσινο χρώμα του φυλλώματος πρέπει να "σπάει" φυσιολογικά χωρίς ζόρι.

Η ποσότητα (δόση) του νερού που θα ρίξουμε στο χωράφι εξαρτάται από την σύσταση του εδάφους. Τα βαριά χωράφια δέχονται μεγαλύτερες ποσότητες. Ωστόσο, όταν τα ποτίσματα γίνονται κανονικά, οι δόσεις ποτίσματος δεν διαφέρουν πολύ στις διάφορες κατηγορίες εδαφών.

Το νερό που χρησιμοποιούν τα ζαχαρότευτλα, όπως προαναφέρθηκε, είναι αυτό που μπορούν να συγκρατήσουν τα εδάφη στο βάθος των 60 εκατοστών περίπου δύο ημέρες μετά από ένα πλήρες πότισμα, όπως ακριβώς ένα σφουγγάρι μετά το στράγγισμα. Η ποσότητα αυτή είναι η μεγαλύτερη δόση νερού που επιτρέπεται να ρίξουμε.

Για επαναλαμβανόμενα ποτίσματα οι δόσεις είναι:

Στα ελαφρά – αμμουδερά εδάφη 40-50 κυβ. μέτρα / στρέμμα.

Στα μεσαία – αμμοπηλώδη εδάφη 50-70 κυβ. μέτρα / στρέμμα.

Στα βαριά – αργιλώδη εδάφη 60-80 κυβ. μέτρα / στρέμμα.

Αν η ξηρασία μας αναγκάζει να ποτίσουμε πριν το κλείσιμο των γραμμών ή πριν από τις 20 Μαΐου τότε η δόση ποτίσματα πρέπει να είναι μειωμένη της κανονικής περίπου στα 60%.

Κατά την αμέσως επόμενη περίοδο (Ιούνιος έως Αύγουστος) οι δόσεις ποτίσματος πρέπει να τηρούνται ακριβώς, χωρίς τις υπερβολές που οδηγούν σε σπατάλη νερού. Ιδιαίτερη προσοχή χρειάζεται να δοθεί στα ελαφρά – αμμώδη εδάφη που δύσκολα χορταίνουν με νερό, αλλά ωστόσο δεν πρέπει να τα ποτίζουμε περισσότερες ώρες.

Εάν κατά τον Ιούλιο – Αύγουστο η στάθμη του υπόγειου νερού βρίσκεται σε βάθος μικρότερο του 1.2 μέτρων, η δόση ποτίσματος μπορεί να μειωθεί 30 έως 40%.

Πότισμα με περισσότερο νερό από τη δόση ποτίσματος δεν δίνει κανένα πλεονέκτημα στην ανάπτυξη της καλλιέργειας των ζαχαρότευτλων. Το περίσσειο νερό δεν συγκρατείται, στραγγίζει προς τα κατώτερα στρώματα, ξεπλένει το έδαφος από χρήσιμα θρεπτικά συστατικά και καταλήγει στα υπόγεια νερά.

Αραιότερα ποτίσματα πρέπει να εφαρμόζονται εάν το πότισμα γίνεται με αυλάκια ή καταιονισμό (μπεκ) και πυκνότερα αν το πότισμα γίνεται με σταγόνες.

Με εξαίρεση το πότισμα για φύτευμα, σε καμιά άλλη περίπτωση το νερό που δίνεται σε κάθε πότισμα δεν πρέπει να είναι λιγότερο από 30 κυβ. μέτρα στο στρέμμα, ανεξάρτητα από τη μέθοδο ποτίσματος.

Μια παλαιά εμπειρία λέει ότι η ποσότητα του νερού πρέπει να είναι τόση ώστε η υγρασία που προστίθεται στο έδαφος να ενώνεται, με τη βοήθεια τριχοειδών πόρων, με την ήδη υπάρχουσα υγρασία του χωραφιού.

Από τους υπολογισμούς των αναγκών σε νερό στα διάφορα στάδια ανάπτυξης των ζαχαρότευτλων, για τις επικρατούσες κλιματικές συνθήκες, τις ιδιαιτερότητες της καλλιέργειας και από την εμπειρία που αποκτήθηκε, μπορεί να διαμορφωθεί ένα πρακτικό πρόγραμμα ποτισμάτων στα διάφορα γεωγραφικά διαμερίσματα.

#### ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΠΟΤΙΣΜΑΤΩΝ (κυβ. μέτρα νερού στο στρέμμα)

	Θεσσαλία	Κεντ. Μακεδονία	Ανατ. Μακεδονία	Θράκη
ΙΟΥΝΙΟΣ	70	70	60	60
(αρ. ποτισμ.)	(1-2)	(1-2)	(1-2)	(1-2)
ΙΟΥΛΙΟΣ	150	130	120	120
(αρ. ποτισμ.)	(2-4)	(2-3)	(2-3)	(2-3)
ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ	100	80	70	60
(αρ. ποτισμ.)	(2-3)	(2)	(1-2)	(1-2)

Το πρακτικό ερώτημα "πότε θα ποτίσω" απαντιέται πολύ καλά με ένα πρόγραμμα ποτισμάτων. Ωστόσο συχνά, κάθε χωράφι έχει τις δικές του ατομικές ανάγκες που φαίνονται με την εμφάνιση της φυτείας (π.χ. "μεσημέριασμα φυτών" μη παθολογικής προέλευσης), με την έλλειψη εδαφικής υγρασίας ή με άλλους δείκτες που προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία (τασίμετρα κ.α.).

Η στενή συνεργασία του τευτοκαλλιεργητή με τον γεωπόνο της EBZ δίνει την δυνατότητα προσαρμογής ενός κατάλληλου προγράμματος ποτισμάτων κατά περίπτωση, σύμφωνα με τις επικρατούσες συνθήκες σε κάθε συγκεκριμένο χωράφι.

Η κρίσιμη λεπτομέρεια για την επιτυχία ενός προγράμματος ποτισμάτων, χαρακτηριστική για τα ζαχαρότευτλα είναι ότι: το πότισμα των φυτών πρέπει να επαναλαμβάνεται πριν η εδαφική υγρασία πέσει χαμηλά, όπως ίσως συμβαίνει σε άλλα καλλιεργούμενα φυτικά είδη.

Η ταχύτητα με την οποία το νερό του ποτίσματος απορροφάται από το επιφανειακό έδαφος, το διαπερνά και πηγαίνει προς τα βαθύτερα στρώματα (διηθητικότητα), πρέπει επίσης, να λαμβάνεται υπόψη ως ιδιαίτερο χαρακτηριστικό κάθε χωραφιού. Στα βαριά εδάφη ή στα συμπιεστά εδάφη όπου ο ρυθμός απορρόφησης είναι πολύ μικρός δημιουργείται πρόβλημα με τα λιμνάζοντα νερά ή με τα νερά που ρέουν επιφανειακά έξω από το χωράφι. Τα εδάφη αυτά πρέπει να ποτίζονται με ποτιστικά συγκροτήματα που έχουν μικρή παροχή νερού (ένταση ποτίσματος) και για περισσότερες ώρες.

#### Η ΔΙΗΘΗΤΙΚΗ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ ΣΕ ΕΔΑΦΗ ΔΙΑΦΟΡΕΤΙΚΗΣ ΣΥΣΤΑΣΗΣ

Σύσταση εδάφους	Ρυθμός απορρόφησης νερού ποτίσματος (κυβ. μέτρα την ώρα / στρέμμα)
-----------------	---

αμμώδες – πολύ ελαφρό	~ 35
-----------------------	------

πηλοαμμώδες – ελαφρό	~ 25
----------------------	------

ιλοπηλώδες – μέσο	~ 15
-------------------	------

πηλώδες – σφιχτό	~ 10
------------------	------

αργιλώδες – βαρύ	~ 6
------------------	-----

Η διαπίστωση αν το πότισμα έχει ολοκληρωθεί επιβεβαιώνεται πρακτικά με μια χονδρή μπετονόβεργα με την οποία τρυπούμε το χωράφι δύο ημέρες μετά το πότισμα. Αν αυτή φθάσει χωρίς δυσκολία στα 60 εκ. τότε σημαίνει ότι το χωράφι δέχθηκε τη σωστή ποσότητα νερού. Αν όχι, τότε χρειάζεται να προστεθεί και άλλο νερό. Η διαδικασία αυτή γίνεται μια φορά για κάθε χωράφι, και το συμπέρασμα χρησιμοποιείται ως κατευθυντήριο οδηγός για τα επόμενα ποτίσματα της χρονιάς.

Η αξιοποίηση του ποτίσματος επηρεάζεται από το πορώδες του εδάφους και έχει σχέση με τα καλά οργώματα, με τα χαλαρά εδάφη και όχι με τα πατημένα χωράφια.

Εδώ μπορεί να γίνει περισσότερο κατανοητός ο ρόλος και η σημασία που έχει η ισοπέδωση των χωραφιών (συντήρηση με όργωμα προς μια κατεύθυνση με αναστρεφόμενο άροτρο). Τα νεροκρατήματα όποια εποχή και αν συμβαίνουν προκαλούν ζημιά. Το χειμώνα μας εμποδίζουν να δουλέψουμε ή να σπείρουμε έγκαιρα το χωράφι, έστω με μία ή δύο εστίες νεροκρατήματος, το καλοκαίρι δυσκολεύουν τις διελεύσεις των μηχανημάτων, ευνοούν σήψεις και χάνουμε παραγωγή.

Κάτι που επίσης, δεν πρέπει να παραγνωρίζεται είναι ότι το καλό πότισμα συνοδεύεται με καλή στράγγιση. Η στράγγιση, είτε μέσα σε κάθε χωράφι με άνοιγμα αυλακιών (όπου χρειάζονται), με στραγγιστικά κανάλια, είτε με στραγγιστικά έργα ανά περιοχή, αποτελεί βασική προϋπόθεση για το αποτελεσματικό πότισμα.



### 3. ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

Αντικειμενικός σκοπός της αρδεύσεως είναι ο εφοδιασμός των καλλιεργειών με το απαραίτητο νερό για κανονική ανάπτυξη και μεγιστοποίηση της αποδόσεως του σε συνδυασμό με υψηλή ποιότητα προϊόντων. Ένα σε ανάπτυξη φυτό παίρνει με τις ρίζες του νερό μαζί με τα διαλυμένα σε αυτό θρεπτικά στοιχεία που μετά από μια διαδρομή μέσα από τους φυτικούς ιστούς, καταλήγει στα φύλλα. Από εκεί, όταν τα στόματα των φύλλων είναι ανοικτά, το νερό κινείται παραπέρα με την μορφή υδρατμών προς την περιβάλλουσα στο φύλλωμα ατμόσφαιρα. Νερό επίσης χάνεται από το χωράφι με την διαδικασία της εξατμίσεως από την επιφάνεια του εδάφους, όταν αυτή είναι υγρή. Τέλος, μετά από βροχή η άρδευση με καταιονισμό, το νερό που συγκρατείται από τα υπέργεια μέρη του φυτού εξατμίζεται και αυτό προς την ατμόσφαιρα. Το νερό που απομακρύνεται από το χωράφι με όλες αυτές τις διαδικασίες αναφέρεται σαν εξατμισοδιαπνοή.

Η εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής είναι ένα από τα βασικά στοιχεία που μαζί με την ωφέλιμη υγρασία, αποτελεί τον ακρογωνιαίο λίθο για το σωστό προγραμματισμό των αρδεύσεων. Το τελικό μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των φυτών και τις συνθήκες που επικρατούν στην ατμόσφαιρα που περιβάλλει το φύλλωμα τους.

#### 3.1 Φυτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

##### α) Το είδος του φυτού

Τα φυτικά είδη διαφέρουν μεταξύ τους σε ότι αφορά την εποχή που αναπτύσσονται, το βάθος και την πυκνότητα του ριζικού συστήματος, την πυκνότητα και έκταση του φυλλώματος, το ύψος και όταν αυτά καλλιεργούνται ομαδικά τον τρόπο σποράς και τις μεταξύ τους αποστάσεις. Οι διαφορές αυτές, σε συνδυασμό με τις συνθήκες του περιβάλλοντος, μπορεί να διαφοροποιήσουν το μέγεθος και την κατανομή της εξατμισοδιαπνοής από είδος σε είδος. Λόγω της σοβαρότητας του, το θέμα αυτό αποτέλεσε αντικείμενο πολύχρονης εντατικής έρευνας. Βασισμένος στα πορίσματα αυτής της ερευνάς, ο Penman (1956) έκανε τις

ακόλουθες δύο γενικές διαπιστώσεις:

α) Καλλιέργειες που διαμορφώνουν το φύλλωμα τους σε χαμηλά επίπεδα, με παραπλήσια χαρακτηριστικά, που καλύπτουν πρακτικά όλη την επιφάνεια του εδάφους, που αναπτύσσονται σε χωράφια με επαρκή υγρασία σε όλη την διάρκεια της βλαστικής περιόδου, έχουν την ίδια εξατμισοδιαπνοή ανεξάρτητα από το φυτικό είδος που ανήκουν και τα χαρακτηριστικά του εδάφους στο οποίο καλλιεργούνται.

β) Στην περίπτωση αυτή, το μέγεθος και ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής εξαρτάται από τις επικρατούσες συνθήκες της ατμόσφαιρας στην περιοχή του φυλλώματος και μόνο από αυτές. Εκτεταμένες μεταγενέστερες μελέτες που έγιναν σε πολλά μέρη του κόσμου επιβεβαιώνουν, με μικρές μόνο παρεκκλίσεις, την ορθότητα των διαπιστώσεων αυτών.

### **β) Η ανακλαστικότητα του φυλλώματος**

Η ανακλαστικότητα του φυλλώματος, αλλά και του εδάφους καθορίζει το ύψος της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από τις επιφάνειες που την δέχονται και επηρεάζει κατά ανάλογο τρόπο το ύψος της εξατμισοδιαπνοής. Η ανακλαστικότητα επηρεάζεται από το χρώμα και την τραχύτητα της επιφάνειας που δέχεται την ακτινοβολία. Εκτεταμένες παρατηρήσεις που έγιναν από τους Monthieth (1959) και Haise et al (1963) έδειξαν ότι για τις περισσότερες πυκνά φυτεμένες καλλιέργειες η ανακλαστικότητα κυμαίνεται από 20-30% και για γυμνό έδαφος, ανάλογα με την σύσταση του και την περιεχόμενη υγρασία, από 11-23%. Παρατηρήσεις σε μεμονωμένα φυτά έδειξαν ότι, σαν συνέπεια της διαφορετικής ανακλαστικότητας τους, η εξατμισοδιαπνοή επηρεάστηκε σε ποσοστό μέχρι 25%. Όταν τα φυτά αυτά καλλιεργήθηκαν σε πυκνή διάταξη, η διαφορά περιορίστηκε στο ελάχιστο.

### **γ) Το ποσοστό καλύψεως του εδάφους από το φύλλωμα.**

Το ποσοστό του εδάφους που καλύπτεται από το φύλλωμα των καλλιεργειών ασκεί σημαντική επίδραση στην διαμόρφωση της εξατμισοδιαπνοής. Η εξατμισοδιαπνοή γίνεται μέγιστη όταν η κάλυψη του εδάφους από το φύλλωμα είναι 100%. Αυτό όμως δεν αποτελεί απαραίτητη προϋπόθεση. Μετά από μακροχρόνιες παρατηρήσεις οι Marlatt (1961), Tanner (1963) και Swan et al (1953) κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι για τις περισσότερες καλλιέργειες, όταν το ποσοστό



καλύψεως είναι 50-60% της επιφάνειας του εδάφους η εξατμισοδιαπνοή λίγο διαφέρει από όταν το ποσοστό είναι 100%.

#### δ) Το ύψος των φυτών.

Γενικά από τα δεδομένα που υπάρχουν, δεν φαίνεται ότι η εξατμισοδιαπνοή επηρεάζεται από το ύψος των φυτών μιας καλλιέργειας. Σε πειράματα όμως που έγιναν σε θερμοκήπια, πράγματι παρατηρήθηκε ότι ψηλά φυτά παρουσίασαν πιο έντονη διαπνοή από χαμηλά. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο ότι τα ψηλά μεμονωμένα φυτά, πέρα από την άμεση, δέχονται περισσότερη έμμεση ανοδική ακτινοβολία από το έδαφος που χρησιμοποιείται για διαπνοή. Στην περίπτωση όμως όχι μεμονωμένων φυτών αλλά καλλιεργειών που καλύπτουν όλη την επιφάνεια του εδάφους, δεν υπάρχει διαφοροποίηση στην ακτινοβολία κάθε προελεύσεως που δέχονται, με συνέπεια να μην παρατηρείται διαφοροποίηση στην εξατμισοδιαπνοή.

#### ε) Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος.

Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή κατά τρόπο έμμεσο, σε σχέση με το επίπεδο της εδαφικής υγρασίας και τα χαρακτηριστικά του εδάφους. Σε υγρά εδάφη με ανοιχτή δομή όπου τα φυτά έχουν άφθονη υγρασία στην διάθεση τους, φυτά με αβαθές και αραιό ριζικό σύστημα μπορούν να αντλούν, το ίδιο εύκολα τις απαραίτητες ποσότητες νερού για την ικανοποίηση της μέγιστης εξατμισοδιαπνοής τους όπως και τα φυτά με βαθιές και πυκνές ρίζες. Σε ξηρά και ημίξηρα κλίματα και συνεκτικά εδάφη, φυτά με βαθύ και πυκνό ριζικό σύστημα εκμεταλλεύονται εύκολα όλη την εδαφική υγρασία σε αντίθεση με φυτά που έχουν επιπόλαιο και αραιό ριζικό σύστημα, με συνέπεια τα πρώτα να παρουσιάζουν μεγαλύτερη εξατμισοδιαπνοή από τα δεύτερα.

#### στ) Το στάδιο αναπτύξεως της καλλιέργειας

Ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής δεν είναι σταθερός καθ' όλη την διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Η εξατμισοδιαπνοή αυξάνει με γρήγορο ρυθμό από το φύτευμα μέχρι την πλήρη ανάπτυξη της καλλιέργειας, διατηρείται σταθερή για ένα χρονικό διάστημα και μετά ελαττώνεται. Η ταχεία αύξηση κατά την περίοδο αναπτύξεως οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μεταβολή του ποσοστού φυτοκαλύψεως του εδάφους που ξεκινάει από μηδέν και φτάνει στο 100%. Η ελάττωση στα τελευταία στάδια της βλαστικής περιόδου οφείλεται σε φυσιολογικές διαφοροποιήσεις των φυτών.

## 3.2 Μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής

### 3.2.1 Μέθοδος του Blaney - Griddle

Οι Blaney και Griddle χρησιμοποίησαν παρατηρήσεις από τις Δυτικές ΗΠΑ και διαπίστωσαν μια εμπειρική σχέση που δίνει την εποχιακή εξατμισοδιαπνοή, από το φύτρωμα μέχρι την συγκομιδή των καλλιεργειών, σαν συνάρτηση των μέσων

μηνιαίων θερμοκρασιών του αέρα (T) κατά την περίοδο αυτή, ενός παράγοντα (p) που εκφράζει την διάρκεια της ημέρας κάθε μήνα σαν ποσοστό της αντίστοιχης ετήσιας διάρκειας και ενός φυτικού συντελεστή (K) που είναι χαρακτηριστικός κάθε καλλιέργειας.

Γενικά απορεί να λεχθεί ότι μόνη η μηνιαία θερμοκρασία του αέρα δεν είναι ασφαλής δείκτης για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής (ET). Η εξατμισοδιαπνοή διαμορφώνεται ανάλογα με την λανθάνουσα θερμότητα που, με την σειρά της εξαρτάται κατά κύριο λόγο από την καθαρή ακτινοβολία και την κατάσταση της ατμόσφαιρας που περιβάλλει το υπέργειο τμήμα των καλλιεργειών. Η κατανομή της καθαρής ακτινοβολίας κατά την βλαστική περίοδο δεν ταυτίζεται με την αντίστοιχη διακύμανση της ατμοσφαιρικής θερμοκρασίας. Για παράδειγμα, στην Ελλάδα, ενώ η καθαρή ακτινοβολία στο τέλος του Μαρτίου και του Σεπτεμβρίου κυμαίνεται στα ίδια επίπεδα γίνεται από όλους μας αισθητό ότι η θερμοκρασία στο τέλος Μαρτίου είναι σημαντικά χαμηλότερη από ότι στο τέλος Σεπτεμβρίου. Παρατηρήθηκε όμως ότι αν η ατμοσφαιρική θερμοκρασία πολλαπλασιαστεί με τον παράγοντα ρ το γινόμενο αυτό ακολουθεί σχεδόν πιστά την κατανομή της καθαρής ακτινοβολίας και εξηγεί την σχετική επιτυχία της μεθόδου.

Η εμπειρική σχέση που διατύπωσαν οι Blaney και Griddle (1950) για την εκτίμηση της εποχιακής εξατμισοδιαπνοής έχει την μορφή  $ET=K \cdot F$  όπου ET είναι η εποχιακή εξατμισοδιαπνοή σε ίντσες, K είναι ο εποχιακός φυτικός συντελεστής και F

είναι ένας κλιματικός παράγοντας που υπολογίζεται από την σχέση  $F = \sum_{j=1}^n \left( \frac{T_j \cdot p_j}{100} \right)$

όπου  $T_j$  είναι η μέση θερμοκρασία καθενός από τους η μήνες που διαρκεί η βλαστική περίοδος της καλλιέργειας και  $p_j$  είναι ο μηνιαίος παράγοντας που εκφράζει την

μηνιαία διάρκεια της ημέρας σαν ποσοστό της αντίστοιχης διάρκειας.

Συνεχίζοντας την εργασία τους οι Blaney και Griddle υποστήριξαν πως η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή μπορεί να υπολογιστεί με μια ανάλογη σχέση όπως  $ET_m = K \cdot f$ ,  $f = (0.46T + 8.16)p$ . Όπου  $ET_m$ =μηνιαία εξατμισοδιαπνοή και  $f$ =μηνιαίος φυτικός συντελεστής.

### 3.2.2 Μέθοδος του λυσιμέτρου

Η μέθοδος αυτή κάνει χρήση μιας εγκαταστάσεως που λέγεται λυσίμετρο. Το κύριο σώμα του λυσιμέτρου είναι ένα μεγάλο, κατά προτίμηση κυλινδρικό δοχείο από μέταλλο ή ενισχυμένο πλαστικό που τοποθετείται μέσα στο έδαφος έτσι που το ελεύθερο άκρο του να ταυτίζεται με την επιφάνειά του. Το δοχείο είναι γεμάτο με χώμα και καλλιεργείται με τα φυτά των οποίων πρόκειται να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή. Το βάθος του δοχείου πρέπει να είναι αρκετό ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί ανεμπόδιστα το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας και να έχει αρκετή επιφάνεια, όχι μικρότερη από τέσσερα τετραγωνικά μέτρα. Σε μια τέτοια διάταξη είναι εύκολο να μηδενιστούν η επιφανειακή απορροή και η βαθιά διήθηση, έτσι που η εξατμισοδιαπνοή να μπορεί να υπολογισθεί σαν διαφορά ανάμεσα στο νερό που δέχεται το λυσίμετρο και τη μεταβολή της υγρασίας του εδάφους που περιέχει.

Για να είναι αντιπροσωπευτικές και ακριβείς οι μετρήσεις της εξατμισοδιαπνοής πρέπει να εξασφαλίζονται ορισμένες προϋποθέσεις. Είναι βασικό και απαραίτητο το λυσίμετρο να τοποθετείται στο κέντρο ενός εκτεταμένου χωραφιού που, λυσίμετρο και χωράφι, πρέπει να έχουν την ίδια καλλιέργεια και να ποτίζονται, λυπαίνονται και γενικά να καλλιεργούνται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο. Οι θερμικές ιδιότητες του δοχείου πρέπει να είναι παραπλήσιες με αυτές του εδάφους. Διάφορα εμπόδια, φυτοφράχτες, κάθε είδους κατασκευές, δρόμοι και γενικά επιφάνειες γυμνές που δεν εξατμίζουν νερό δεν επιτρέπεται να υπάρχουν στο χωράφι που περιβάλλει το λυσίμετρο. Τέτοιου είδους εμπόδια αλλοιώνουν σημαντικά το μικροκλίμα με αποτέλεσμα μη αντιπροσωπευτικές παρατηρήσεις.

Η μέτρηση του νερού που μπαίνει στο δοχείο του λυσιμέτρου με άρδευση ή βροχή και του νερού που φεύγει με την εξατμισοδιαπνοή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ανάλογα με αυτούς τα λυσιμέτρα διακρίνονται σε τρεις τύπους. Στον ένα τύπο το δοχείο τοποθετείται μέσα σε ένα φρεάτιο υποδοχής που είναι κατασκευασμένο από σπλισμένο σκυρόδεμα. Στον πυθμένα του φρεατίου τοποθετούνται εύκαμπτοι ασκοί, που είναι συνήθως σωλήνες από βυνίλιο

μεγάλης αντοχής και διαμέτρου, γεμάτοι με νερό. Το δοχείο κάθεται πάνω στους ασκούς και ασκεί πίεση ανάλογη προς το βάρος του. Η πίεση αυτή, με κατάλληλη διάταξη, καταγράφεται και μετατρέπεται σε ένδειξη βάρους. Οι μεταβολές του βάρους που καταγράφονται μεταξύ των διαδοχικών αναγνώσεων αντιστοιχούν στην εξατμισοδιαπνοή. Ο τύπος αυτός αναφέρεται σαν υδραυλικό λυσίμετρο.

Ένας άλλος τύπος έχει την ίδια διάταξη με το υδραυλικό λυσίμετρο, μόνο που εδώ το δοχείο τοποθετείται πάνω σε ένα ζυγιστικά μηχανισμό (γεφυροπλάστιγγα ακριβείας ή ζυγιστικά κύτταρα) ο οποίος δίνει απευθείας τις μεταβολές του βάρους από τις οποίες υπολογίζεται η εξατμισοδιαπνοή. Ο τύπος αυτός λέγεται ζυγιστικό λυσίμετρο.

Ο τρίτος τύπος διαφέρει ουσιαστικά από τους δύο προηγούμενους. Κατ' αυτόν, στο έδαφος κατασκευάζεται μια δεξαμενή από σκυρόδεμα που στην συνέχεια γεμίζεται με χώμα. Στον πυθμένα της δεξαμενής τοποθετούνται διάτρητοι σωλήνες μέσα σε μια στρώση από χονδρόκοκκο υλικό πάχους 30cm περίπου. Οι διάτρητοι σωλήνες συνδέονται, με κατάλληλη διάταξη, με ένα ογκομετρικό δοχείο νερού έτσι που η στάθμη του νερού στην δεξαμενή να διατηρείται σταθερή και να ταυτίζεται με το πάνω όριο της στρώσης του χονδρόκοκκου υλικού. Το πάνω από την στρώση αυτή κανονικό έδαφος εφοδιάζεται με υγρασία, με τριχοειδή ανύψωση. Το νερό που καταναλώνεται από τα φυτά που καλλιεργούνται μέσα στην δεξαμενή αναπληρώνεται από το ογκομετρικό δοχείο, που κρατάει σταθερή τη στάθμη του νερού μέσα στην δεξαμενή. Έτσι, η εξατμισοδιαπνοή κατά την διάρκεια μιας χρονικής περιόδου υπολογίζεται από την μεταβολή του όγκου του νερού στο δοχείο. Η διάταξη αυτή είναι γνωστή σαν ισοσταθμιστικό λυσίμετρο.

### 3.2.3 Μέθοδος του εξατμισμέτρου

Τα εξατμισίμετρα με ελεύθερη επιφάνεια νερού, γνωστά σαν εξατμισίμετρα τύπου λεκάνης, παρέχουν ένα μέτρο της συνδυασμένης επιδράσεως που ασκούν η ηλιακή ακτινοβολία, ο άνεμος, η θερμοκρασία και η υγρασία του αέρα πάνω στην εξάτμιση από μια συγκεκριμένη ελεύθερη επιφάνεια νερού. Οι καλλιέργειες αντιδρούν, σε γενικές γραμμές, στους παραπάνω κλιματικούς παράγοντες με ανάλογο τρόπο. Για τον λόγο αυτό, εξατμισίμετρα του τύπου αυτού χρησιμοποιήθηκαν από πολλούς εδώ και χρονιά για την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής σε διάφορα μέρη του

κόσμου.

Όμως η εξάτμιση από ένα εξατμισόμετρο τύπου λεκάνης και η εξατμισοδιαπνοή από ένα καλλιεργημένο χωράφι δεν ταυτίζονται απόλυτα. Πολλοί παράγοντες διαφοροποιούν την μια από την άλλη, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι:

1) Η ανάκλαση της ηλιακής ακτινοβολίας

Το ποσοστό που ανακλάται από μια ελεύθερη επιφάνεια νερού ανέρχεται σε 5-7% , ενώ από τις περισσότερες καλλιέργειες το ποσοστό αυτό είναι 20-30%. Έτσι για τις ίδιες κατά τα άλλα συνθήκες, το νερό έχει περισσότερο διαθέσιμη ενέργεια για εξάτμιση από ότι οι καλλιέργειες.

2) Η αποθήκευση θερμότητας μέσα στο εξατμισόμετρο μπορεί να είναι σημαντική, με αποτέλεσμα να έχουμε σχεδόν λίγη εξάτμιση κατά την ημέρα και την νύχτα. Αυτό βρίσκεται σε αντίθεση με όλες σχεδόν τις καλλιέργειες που διαπνέουν μόνο κατά την διάρκεια της ημέρας.

3) Μπορεί να υπάρξει μεταφορά θερμότητας από ή προς το εξατμισόμετρο μέσω των τοιχωμάτων του, με ανάλογη επίδραση στην εξάτμιση. Ο παράγοντας αυτός είναι κατ' εξοχή σημαντικός στα βυθισμένα εξατμισόμετρα.

4) Το χρώμα των εσωτερικών και εξωτερικών τοιχωμάτων της συσκευής διαφοροποιεί επίσης το ύψος της εξατμίσεως.

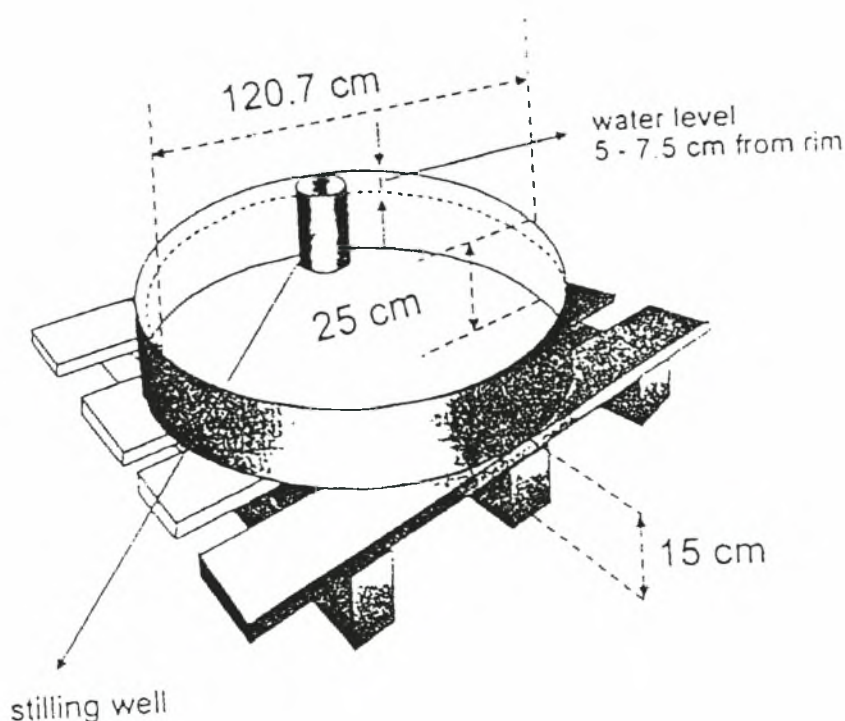
5) Η θέση, ο τρόπος εγκαταστάσεως και το περιβάλλον του τόπου εγκαταστάσεως του οργάνου επηρεάζουν σημαντικά το τελικό μέγεθος της εξατμίσεως. Τα εξατμισόμετρα τύπου λεκάνης για να δώσουν αξιόπιστες εκτιμήσεις των αναγκών των καλλιεργειών σε νερό πρέπει να σχεδιαστούν και να τοποθετηθούν έτσι που να ελαχιστοποιούν την επίδραση των παραγόντων αυτών.

Τύποι εξατμισόμετρων υπάρχουν πολλοί. Σήμερα περισσότερο χρησιμοποιείται το εξατμισόμετρο Α τάξεως της Αμερικανικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας και λιγότερο το βυθισμένο εξατμισόμετρο του Κολοράντο.

Το εξατμισόμετρο τύπου Κολοράντο είναι τετράγωνο με πλευρά 92cm και βάθος 46cm. Είναι κατασκευασμένο από γαλβανισμένη λαμαρίνα και τοποθετείται μέσα στο έδαφος έτσι που το χείλος του να είναι 5cm πάνω από την επιφάνεια του περιβάλλοντος εδάφους. Η στάθμη του νερού μέσα στο εξατμισόμετρο διατηρείται περίπου στο ίδιο επίπεδο με το έδαφος.



Το εξατμισόμετρο Α τάξεως που χρησιμοποιήσαμε στο πείραμα της παρούσης εργασίας είναι μία κυλινδρική λεκάνη κατασκευασμένη από χοντρή γαλβανισμένη λαμαρίνα με διάμετρο 121cm και βάθος 25.4cm που τοποθετείται πάνω σε ξύλινη βάση ώστε ο πυθμένας της να είναι απόλυτα οριζοντιομένος και να απέχει 15cm από επιφάνεια του εδάφους όπως φαίνεται στην εικόνα 3.2.3. Στη συνέχεια το έδαφος υπερυψώνεται κάτω από τη λεκάνη έτσι που τελικά να απέχει 5 cm από τον πυθμένα της. Η λεκάνη γεμίζεται από τον πυθμένα της.



Εικόνα 3.2.3. Εξατμισόμετρο τύπου Α.

Η λεκάνη γεμίζεται με νερό μέχρι 5 cm κάτω από το πάνω χείλος της, η δε στάθμη του νερού κατά την λειτουργία του οργάνου δεν πρέπει να πέφτει κάτω από 7.5cm από το χείλος αυτό. Το νερό της λεκάνης πρέπει να ανανεώνεται συχνά για να μην θολώνει. Τα τοιχώματα της λεκάνης κάθε χρόνο πρέπει να χρωματίζονται με χρώμα αλουμινίου.

Η σχέση που δίνει τη βασική εξατμισοδιαπνοή στη μέθοδο αυτή είναι:

$E_{Tr} = K_p \cdot E_{pan}$  όπου  $E_{pan}$  είναι η μέση εξάτμιση του 24ωρου από το εξατμισόμετρο σε mm/ημέρα και  $K_p$  είναι ο συντελεστής του εξατμισόμετρου. Τιμές του  $K_p$  για εξατμισόμετρα Α τάξεως και για τα εξατμισόμετρα τύπου Κολοράντο δίνονται

αντίστοιχα από πίνακες για διάφορες συνθήκες υγρασίας, ανέμου και περιβάλλοντος του οργάνου όπως φαίνεται στον πίνακα I.

Κατά την επιλογή της τιμής του  $K_p$  ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στην κάλυψη του εδάφους που είναι εγκατεστημένο το όργανο, την κατάσταση του εδάφους που περιβάλλει την θέση εγκαταστάσεως και τις γενικές συνθήκες ανέμου και υγρασίας.

### ΠΙΝΑΚΑΣ I

Τιμές του συντελεστή  $K_p$  εξατμισίμετρου Α τάξεως για διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος του οργάνου, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου.

[Doorenbos-Pruitt (1977)]

Ταχύτητα ανέμου. Km <sup>2</sup> h <sup>-1</sup> .	Περίπτωση Α : Εξατμισίμετρο τοποθεμένο σε φυτοκαλυμμένο έδαφος				Περίπτωση Β : Εξατμισίμετρο τοποθεμένο σε ξερό έδαφος			
	Απόσταση από φυτοκαλυμμένο όριο. m	RHmean . %			Απόσταση από όριο ακάλυπτου εδάφους. m	RHmean. %		
		Χαμηλή < 40	Μέση 40 - 70	Υψηλή > 70		Χαμηλή < 40	Μέση 40-70	Υψηλή > 70
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
Μικρή. <175	1	0.55	0.65	0.75	1	0.70	0.80	0.85
	10	0.65	0.75	0.85	10	0.60	0.70	0.80
	100	0.70	0.80	0.85	100	0.55	0.65	0.75
	1000	0.75	0.85	0.85	1000	0.50	0.60	0.70
Μέτρια 175-425	1	0.50	0.60	0.65	1	0.65	0.75	0.80
	10	0.60	0.70	0.75	10	0.55	0.65	0.70
	100	0.65	0.75	0.80	100	0.50	0.60	0.65
	1000	0.70	0.80	0.80	1000	0.45	0.55	0.60
Μεγάλη 425-700	1	0.45	0.50	0.60	1	0.60	0.65	0.70
	10	0.55	0.60	0.65	10	0.50	0.55	0.65
	100	0.60	0.65	0.70	100	0.45	0.50	0.60
	1000	0.65	0.70	0.75	1000	0.40	0.45	0.55
Πολύ μεγάλη. > 700	1	0.40	0.45	0.50	1	0.50	0.60	0.65
	10	0.45	0.55	0.60	10	0.45	0.50	0.55
	100	0.50	0.60	0.65	100	0.40	0.45	0.50
	1000	0.55	0.60	0.65	1000	0.35	0.40	0.45

Αν το εξατμισόμετρο είναι τοποθετημένο σε θέση με φτωχή φυτοκάλυψη ή σε γυμνό έδαφος ή σε επιφάνεια καλυμμένη με τσιμέντο ή άσφαλτο (περίπτωση που πρέπει απόλυτα να αποφεύγεται) η θερμοκρασία του αέρα στη θέση του οργάνου μπορεί να είναι 2-5 °C ψηλότερη και η σχετική υγρασία 20-30% χαμηλότερη από την ευρύτερη περιοχή.

Αν η θέση του εξατμισόμετρου περιβάλλεται από καλλιέργειες που το ύψος τους ξεπερνά το ένα μέτρο, όπως στην περίπτωση αραβόσιτου που το ύψος του μπορεί να φθάσει τα 2.5 m, οι συντελεστές  $K_p$  των πινάκων πρέπει να αυξηθούν μέχρι και 30% για ξερές, με δυνατό αέρα συνθήκες ενώ η αύξηση αυτή περιορίζεται σε 5-10% όταν η υγρασία είναι υψηλή και η ταχύτητα του αέρα μικρή.

Η στάθμη στην οποία διατηρείται το νερό μέσα στα εξατμισόμετρα παίζει πολύ σημαντικό ρόλο. Σφάλματα μέχρι 15% μπορεί να παρατηρηθούν αν η στάθμη του νερού πέσει 10cm κάτω από τα χείλη του οργάνου. Τοποθέτηση πλεγμάτων πάνω από το όργανο, για την αποφυγή χρησιμοποίησης του νερού από τα πουλιά, περιορίζει την Εραν μέχρι 10%. Για να αποφεύγεται η χρήση του νερού του εξατμισόμετρου από τα πουλιά, κοντά σε αυτό μπορεί να τοποθετηθεί μια λεκάνη γεμάτη με νερό μέχρι το χείλος της, οπότε τα πουλιά κατά κανόνα την προτιμούν. Η θολότητα του νερού μπορεί να επηρεάσει την Εραν μέχρι 5%.



## 4. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

### 4.1 Γενικά

Αποτέλεσμα των κατά καιρούς προσπαθειών, για επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις, υπήρξε η ανάπτυξη και εφαρμογή πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης.

Γενικά, οι μέθοδοι αυτές μπορούν να ταξινομηθούν κατά διάφορους τρόπους ανάλογα με τα κριτήρια ή χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη, σε κάθε περίπτωση, για την ταξινόμηση.

Έτσι, ανάλογα με το αν η διαβροχή της επιφάνειας του εδάφους είναι ολική ή μερική, διακρίνονται σε μεθόδους **ολικής ή τοπικής** άρδευσης.

Ανάλογα με τη θέση χορήγησης του νερού σε σχέση προς την επιφάνεια του εδάφους διακρίνονται σε μεθόδους **υπόγειας, υπο-επιφανειακής και επιφανειακής** άρδευσης. Σημειώνεται ότι η υπόγεια, διαφέρει από την υπο-επιφανειακή, στο ότι μ' αυτήν το νερό χορηγείται σε βαθύτερα στρώματα και ανεβαίνει μετά μέχρι το ριζόστρωμα με τριχοειδή κίνηση, ενώ με την υπο-επιφανειακή, το νερό χορηγείται λίγο κάτω από την επιφάνεια, κατευθείαν μέσα στη ζώνη του ριζοστρώματος.

**Πίνακας 4.1. Κατάταξη μεθόδων άρδευσης με βάση διάφορα κριτήρια**

Διαβροχή εδάφους	Θέση χορήγησης νερού	Είδος ροής	Μέθοδος άρδευσης
Ολική	επιφανειακή	ελεύθερη	κατάκλυση
		υπό πίεση	καταιονισμός
	υπόγεια	υπό πίεση	διάτρητοι σωλήνες
Τοπική	επιφανειακή		αυλάκια
		ελεύθερη	λεκάνες
			λωρίδες
			στάγδην
	υπό πίεση	μικροεκτοξευτήρες	
		σωληνίσκοι – λεκάνες	
	υπο-επιφανειακή	υπό πίεση	πορώδεις σωλήνες

Ανάλογα με το είδος της ροής, κατά τη διανομή του νερού μέσα στην καλλιέργεια, έχουμε μεθόδους **ελεύθερης ροής** και μεθόδους **ροής υπό πίεση**.

Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο διανομής του νερού στα φυτά, έχουμε διάφορες μεθόδους, όπως **κατάκλυση, αυλάκια, πορώδεις σωλήνες, μικροεκτοξευτήρες, στάγδην** κ.λπ. (όπως πίν. 1.1.).

Το σύνολο των μεθόδων, που υπάγονται στην κατηγορία της **τοπικής επιφανειακής άρδευσης με ροή υπό πίεση**, αποτελούν τις μεθόδους που συνήθως αποκαλούνται **μέθοδοι ή συστήματα τοπικής άρδευσης**.

Οι μέθοδοι τοπικής άρδευσης, ανάλογα με το σχήμα της επιφάνειας του εδάφους που διαβρέχουν, διακρίνονται σε μεθόδους **σημειακής διαβροχής** (π.χ. συστήματα στάγδην), **γραμμικής διαβροχής** (π.χ. πορώδεις σωλήνες) ή **κυκλικής διαβροχής** (π.χ. μικροεκτοξευτήρες).

Με τη 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 διάφορες παραδοσιακές μεθόδους (κατάκλυση, καταιονισμός), 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.

Η στάγδην άρδευση ανήκει στις μεθόδους τοπικής άρδευσης και χαρακτηρίζεται βασικά από το ότι χορηγεί το νερό στα φυτά με μικρές και συχνές δόσεις.

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.

Κατά τους Αμερικανούς Marsh, Branson, Gustavson και Davis (2ο Διεθνές Συνέδριο στάγδην άρδευσης, Καλιφόρνια 1974), στάγδην άρδευση είναι η διανομή του νερού με μικρές ποσότητες, σε συχνά διαστήματα, από διανεμητές που

ονομάζονται **σταλακτήρες** και τοποθετούνται κατά προκαθορισμένα διαστήματα στους σωλήνες διανομής. Η παροχή των σταλακτάρων πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή, ώστε η κίνηση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους να είναι αρκετά περιορισμένη και να μη δημιουργείται «λίμνασμα νερού».

Η παροχή των σταλακτάρων γενικά είναι (Goldberg et al., 1971c) κατώτερη των 12 lt/h και συνήθως κυμαίνεται από 2-8 lt/h.

Από πλευράς ορολογίας η άρδευση στάγδην χαρακτηρίζεται και από τους ελληνικούς όρους **άρδευση στάλα-στάλα, άρδευση με σταγόνες και από τους ξένους drip ή tricle irrigation, irrigation au goutte a goutte, irrigazione a goccia, riego por goteo ή riego gota – gota.**

Υπάρχει επίσης και πλήθος εμπορικών ονομασιών που αναφέρονται στην άρδευση στάγδην, όπως: **water miser, water saver, microtricle, micropor, irri-drip, Blass system** κ.α.

Από φυτοτεχνικής πλευράς οι μέθοδοι των τοπικών αρδεύσεων επιδιώκουν τον ίδιο σκοπό που επιδιώκει και η γενικευμένη πια στην πράξη τεχνική της τοπικής λίπανσης. Δηλαδή χορήγηση του νερού ακριθώς στις θέσεις από τις οποίες πρόκειται να παραληφθεί 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 ομοιότητα αυτή των σκοπών της τοπικής άρδευσης και της τοπικής λίπανσης αντανακλάται στην πρακτική των διάφορων συστημάτων τοπικής άρδευσης, στα οποία η χορήγηση του νερού συνοδεύεται σχεδόν πάντοτε από παράλληλη χορήγηση και των λιπασμάτων, τα οποία προστίθενται στο νερό της άρδευσης.

Από οικονομικής πλευράς, εξάλλου, οι μέθοδοι τοπικής άρδευσης προορίζονται να δώσουν λύση στο πρόβλημα της μείωσης του κόστους εφαρμογής του νερού με περιορισμό κυρίως των απαιτούμενων εργατικών χεριών. Αυτό το επιτυγχάνουν με τη μεταφορά και διανομή του νερού στα φυτά με πλήρη, μόνιμα, δίκτυα και κατάλληλους αυτοματισμούς. Γι' αυτό και στην πράξη τα συστήματα τοπικής άρδευσης συνηθίζεται να ονομάζονται από τους αγρότες και τους εγκαταστάτες **συστήματα αυτόματης άρδευσης.**

## 4.2 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. Αργότερα, παρόμοια πειράματα έγιναν και στη Ρωσία, Γαλλία, Αγγλία, Ολλανδία και Αμερική, αλλά η εφαρμογή στην πράξη των συστημάτων της υπόγειας άρδευσης υπήρξε πολύ περιορισμένη.

Το 1918 στην Αμερική (Davis and Nelson, 1970) εκδόθηκε από τον Πειραματικό Γεωργικό Σταθμό του Κολοράδο ένα δελτίο με τίτλο: «Άρδευση με υπόγειους πορώδεις σωλήνες».

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

Η εμφάνιση συστημάτων άρδευσης, παρόμοιων προς τα σημερινά, έγινε μετά το Β' Παγκόσμιο Πόλεμο στη νότια Αγγλία, σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες. Φαίνεται ότι εκεί πρώτος εφάρμοσε το σύστημα στάγδην με την πρωτότυπη μορφή του ο Ισραηλινός Brass, που θεωρείται σήμερα ένας από τους πατέρες του συστήματος.

Αργότερα από την Αγγλία, το σύστημα στάγδην άρχισε να διαδίδεται σε διάφορα μέρη της Ευρώπης.

Στο Ισραήλ (Brass, 1964) κατά το 1959-60 αρχίζουν οι πρώτες σοβαρές εργασίες εφαρμογής του συστήματος στάγδην, ενώ στην Αμερική οι πρώτες εγκαταστάσεις αρχίζουν κατά το 1968 μετά την επίσκεψη του Gustafson στο Ισραήλ.

Το 1971 πραγματοποιείται στο Ισραήλ η πρώτη διεθνής συνάντηση ειδικών για τη στάγδην άρδευση. Κατά τη συνάντηση αυτή (Deshmukh, 1974) ανακοινώθηκε ότι με το σύστημα στάγδην είχαν επιτευχθεί υπερδιπλάσιες αποδόσεις φρούτων και λαχανικών απ' αυτές με άλλες μεθόδους και μάλιστα με ανάλωση 30% λιγότερου νερού, σε συνθήκες ξηρών ή ερημικών περιοχών με εδάφη και νερά αλατούχα.

Στις ΗΠΑ κατά το 1970, '71, '72 και '73 πραγματοποιούνται σεμινάρια εθνικού επιπέδου για τη στάγδην άρδευση, τα οποία παρακολουθούν αγρότες και κατασκευαστές.

Το 1974 πραγματοποιείται το 2ο Διεθνές συνέδριο στάγδην άρδευσης στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, ενώ τον ίδιο χρόνο γίνεται στο Μπορντώ της Γαλλίας

συνέδριο εθνικού επιπέδου για τις τοπικές αρδεύσεις.

Το 1985 πραγματοποιείται το 3ο Διεθνές συνέδριο στάγδην άρδευσης στην Καλιφόρνια (ΗΠΑ) ενώ, στο μεταξύ, πλήθος εργασιών ανακοινώνονται σε άλλα διεθνή και εθνικά συνέδρια ή δημοσιεύονται σε επιστημονικά περιοδικά.

Τα τελευταία χρόνια οι τοπικές αρδεύσεις επεκτείνονται ραγδαία διεθνώς και ήδη έχουν διαδοθεί σε μικρή ή μεγάλη έκταση σε όλα σχεδόν τα κράτη, στα οποία οι οικοκλιματικές και οι καλλιεργητικές συνθήκες παρουσιάζονται πρόσφορες.

Ο αριθμός των καλλιεργειών, οι οποίες έχουν δεχτεί μέχρι σήμερα παγκοσμίως άρδευση με διάφορα συστήματα τοπικής άρδευσης και κυρίως με στάγδην, είναι αρκετά μεγάλος. Μεταξύ των καλλιεργειών αυτών αναφέρονται (Gustafson et al., 1974) και οι ακόλουθες: πορτοκαλιές, λεμονιές, βοτρυόκαρπος (grape fruit), περσέα (avocado), μακαντάμια, παπάγια, μπανάνες, πεκάν, μάνγκο, καφές, ζαχαροκάλαμα, ελιές, αμυγδαλιές, φιστικιές, βερικοκιές, ροδακινιές, αχλαδιές.

### 4.3 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τη μονάδα ελέγχου 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 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 τη συγκράτηση φερτών υλών μεγαλύτερου ειδικού βάρους από το νερό (υδροκυκλώνας) ή φίλτρα για τη συγκράτηση ελαφρύτερων υλικών (φίλτρα χαλικιών ή σίτας) ώστε να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Κάτι ανάλογο με τα φίλτρα σίτας είναι και τα φίλτρα δίσκων. Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού και χρειάζονται καθαρίσμα γιατί βουλώνουν. Καλό είναι να υπάρχουν μετρητές πιέσεων πριν και μετά το φίλτρο ώστε να εκτιμάται



μέχρι ποιου σημείου το φίλτρο έχει βουλώσει. Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν και φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα.

Η κεφαλή μπορεί να είναι εφοδιασμένη και με δοχείο λίπανσης μέσα στο οποίο τοποθετείται η ποσότητα του λιπάσματος, από το οποίο το νερό που περνάει 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 δύο σωληνώσεις εισαγωγής-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 βάννα στραγγαλισμού της παροχής η οποία βοηθάει το στραγγαλισμό της παροχής και δημιουργεί μία διαφορά της τάξης  $\frac{1}{2}$  atm έτσι ώστε με ευκολία να περνάει το νερό μέσα από το δοχείο και να διαλυτοποιεί το λίπασμα. Τη θέση της βάννας μπορεί να αντικαταστήσει ένας σωλήνας νεψιού. 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 νηματοκτόνα φάρμακα (Σακελλαρίου 2003).

Η έναρξη εφαρμογής του λιπάσματος πρέπει να γίνεται αφού πρώτα αποκατασταθεί η ομαλή λειτουργία του αρδευτικού δικτύου, κάτι που επιτυγχάνεται μετά από κάποιο χρόνο 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, 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) ή γαλβανισμένο ατσάλι. Οι δευτερεύοντες είναι από πολυαιθυλένιο ή άκαμπτο ή εύκαμπτο PVC. Οι δευτερεύοντες αγωγοί μεταφέρουν το νερό από τους κύριους αγωγούς στους αγωγούς εφαρμογής. Το δίκτυο μεταφοράς μπορεί να είναι υπέργειο (PE) ή υπόγειο (PVC). Στη δεύτερη περίπτωση η μετακίνηση των γεωργικών μηχανημάτων είναι ευκολότερη.



Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από αγωγούς μικρότερης εξωτερικής διαμέτρου (12-32 mm). Μεταφέρουν το νερό από τους δευτερεύοντες αγωγούς στους σταλακτήρες. Είναι κατασκευασμένοι από πολυαιθυλένιο ή εύκαμπτο PVC. Πρέπει να είναι μη διαβρώσιμοι, ανθεκτικοί στην ηλιακή ενέργεια και στη θερμοκρασία 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 μπορεί 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 δύο τμήματα σωλήνα ίσα με την απόσταση μεταξύ των σταλακτήρων, η θέση των σταλακτήρων 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 διάδρομο ροής.

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

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

Πολλές φορές η πίεση κυμαίνεται λόγω του ανάγλυφου του αγρού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις τοποθετούνται ρυθμιστές πίεσης οι οποίοι μειώνουν μία υψηλότερη της επιθυμητής πίεσης εισόδου και διατηρούν μία σταθερή προκαθορισμένη πίεση εξόδου.

Οι σταλακτήρες αποτελούν το βασικό στοιχείο της άρδευσης με σταγόνες. Συνδέονται με το δίκτυο εφαρμογής και διοχετεύουν το νερό υπό 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 των σταλακτήρων κυμαίνονται από 1-10 l/h σε πίεση 0,2-2 atm.

Κατασκευάζονται από σκληρή πλαστική ύλη, συνήθως από πολυπροπυλένιο,

είναι μαύρου χρώματος και διαφόρου σχήματος ή μεγέθους. Στην αγορά συναντώνται σε διάφορους τύπους, καθένας με τις δικές του ιδιότητες. Οποιοδήποτε τύπου και αν είναι πρέπει να παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (Παπαζαφειρίου 1985):

- Να εξασφαλίζουν σταθερή και ομοιόμορφη παροχή η οποία να μη 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 το 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 αυτοκαθαριζόμενους και μη αυτοκαθαριζόμενους. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτοκαθαριζόμενοι και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης, Παπαζαφειρίου 1997).

#### **4.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης**

Η παρατηρούμενη ταχύτατη επέκταση των μεθόδων τοπικής άρδευσης και κυρίως της στάγδην άρδευσης, σε διεθνή κλίμακα, οφείλεται αναμφίβολα στα σοβαρά αγρονομικά πλεονεκτήματα που συγκεντρώνουν κατά διάφορους βαθμούς οι

μέθοδοι αυτές.

Μεταξύ των πλεονεκτημάτων αναφέρονται (Gornat and Goldberg, 1971· Maillard, 1973) κυρίως τα ακόλουθα:

**1. Οικονομία νερού.** Κατά την άρδευση με συστήματα τοπικής άρδευσης 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.

Η μείωση των απωλειών κατά την εφαρμογή του νερού προέρχεται κυρίως από τον περιορισμό της ποσότητας που παρασύρεται από τον αέρα ή εξατμίζεται πριν πέσει στην επιφάνεια του εδάφους. Ο βαθμός μείωσης των απωλειών, κατ' αυτό τον τρόπο, κυμαίνεται πολύ μεταξύ των διάφορων συστημάτων τοπικής άρδευσης και εξαρτάται βασικά από το είδος των διανεμητών του νερού που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Έτσι, ενώ στα συστήματα στάγδην οι απώλειες κατά την εφαρμογή του νερού είναι τελείως ασήμαντες και πρακτικώς θεωρούνται ανύπαρκτες, σε άλλα συστήματα τοπικής άρδευσης, όπως π.χ. στους μικροεκτοξευτήρες, οι απώλειες αυτές φτάνουν αρκετές φορές σε πολύ υψηλά επίπεδα (30-50%) που πλησιάζουν ή υπερβαίνουν τις απώλειες του κλασικού καταιονισμού.

Η εξάτμιση από την επιφάνεια του εδάφους είναι επίσης σημαντικά μειωμένη, σ' όλα σχεδόν τα συστήματα τοπικής άρδευσης, αφού η βρεχόμενη επιφάνεια του εδάφους αποτελεί πάντοτε μέρος της όλης έκτασης. Εξυπακούεται ότι, όσο μικρότερο είναι το ποσοστό της βρεχόμενης επιφάνειας, τόσο μικρότερες είναι και οι απώλειες λόγω εξάτμισης.

**2. Οικονομία εργατικών.** Η ποικιλία των 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 έτσι πρακτικά την απαιτούμενη εργασία από την πλευρά αυτή.

Εξάλλου, τα διατιθέμενα ποικίλα όργανα ηλεκτροδραυλικών αυτοματισμών, καθώς και τα όργανα ελέγχου της υγρασίας του εδάφους και της εξάτμισης δίνουν τη δυνατότητα να αυτοματοποιηθούν μερικώς έως πλήρως όλες οι εργασίες και οι χειρισμοί που απαιτούνται για την έναρξη και λήξη της άρδευσης, αλλά και για τη διαδοχική χορήγηση του νερού στις διάφορες στάσεις όταν υπάρχουν.

**3. Μείωση των ζιζανίων.** Με τα συστήματα τοπικής άρδευσης,

το έδαφος βρέχεται, όπως έχει αναφερθεί, κατά τμήματα που συνολικά αποτελούν ένα ποσοστό μόνο της όλης έκτασης την οποία καταλαμβάνει η, καλλιέργεια. Η ανάπτυξη των ζιζανίων, κατά συνέπεια, λαμβάνει χώρα μόνο στα τμήματα αυτά και επομένως σε ποσοστό μόνο της όλης έκτασης. Τα ζιζάνια αυτά μπορούν να ελεγχθούν εύκολα και οικονομικά με ζιζανιοκτόνα, τα οποία μάλιστα μπορούν να εφαρμοστούν, υπό ορισμένες προϋποθέσεις, μέσω του δικτύου άρδευσης.

**4. Εκτέλεση εργασιών κατά τη διάρκεια της άρδευσης.** Η τοπική εφαρμογή του νερού και η διατήρηση του μεγαλύτερου ποσοστού της επιφάνειας του εδάφους ξηρού, ειδικά στους δενδρώνες, επιτρέπει την εκτέλεση των διάφορων καλλιεργητικών εργασιών (καταπολεμήσεις ασθενειών, κλαδέματα, συγκομιδή, μεταφορές κ.λπ.) και κατά τη διάρκεια της άρδευσης.

**5. Εύκολη και αποτελεσματική λίπανση.** Στις τοπικές αρδεύσεις υπάρχει η δυνατότητα να χορηγηθούν αρκετά από τα λιπάσματα, μέσω του νερού της άρδευσης, με κατάλληλους υδρολιπαντήρες. Έτσι και οικονομία εργατικών προκύπτει και καλύτερη αποτελεσματικότητα της λίπανσης επιτυγχάνεται, αφού η χορήγηση των λιπασμάτων γίνεται κατευθείαν στο ριζόστρωμα της καλλιέργειας.

**6. Δυνατότητα αξιοποίησης αλατούχων νερών.** Αρκετά από τα συστήματα τοπικής άρδευσης, και ιδιαίτερα η στάγδην άρδευση, δίνουν τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν, για άρδευση καλλιεργειών, αλατούχα νερά. Η δυνατότητα αυτή βασίζεται στους παρακάτω λόγους:

- Η εφαρμογή του νερού κατευθείαν στο έδαφος, χωρίς να διαβρέχεται το φύλλωμα της καλλιέργειας, επιτρέπει να αποφευχθούν οι ζημιές που μπορούν να προκληθούν στα φύλλα από την αυξημένη ωσμωτική πίεση, που δημιουργείται με την αύξηση της συγκέντρωσης των αλάτων καθώς το νερό εξατμίζεται από τα βρεγμένα φύλλα. Εξυπακούεται ότι η περίπτωση αυτή αφορά μόνο συστήματα που δε διαβρέχουν το φύλλωμα της καλλιέργειας.

- Η μεγάλη συχνότητα των αρδεύσεων κάνει δυνατή τη διατήρηση της υδατοπεριεκτικότητας του εδάφους σε συνεχώς υψηλά επίπεδα. Αποτέλεσμα αυτού είναι η συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα και, κατ' επέκταση, η ωσμωτική τάση στο έδαφος να διατηρούνται σε συνεχώς χαμηλά επίπεδα και το ριζόστρωμα να βρίσκεται υπό ανεκτές συνθήκες τάσης. Η κατάσταση αυτή εξασφαλίζεται τόσο περισσότερο, όσο μεγαλύτερη είναι η συχνότητα των αρδεύσεων.

Έτσι, ενώ στις περιπτώσεις άρδευσης στάγδην, όπου η συχνότητα των αρδεύσεων είναι μεγάλη, εξασφαλίζεται κατά κανόνα σε ικανοποιητικό βαθμό, στις περιπτώσεις άλλων συστημάτων τοπικής άρδευσης, όπου η συχνότητα άρδευσης είναι μικρότερη, εξασφαλίζεται σε χαμηλότερο βαθμό.

**7. Ανεξαρτητοποίηση της άρδευσης από τον άνεμο και το ανάγλυφο του εδάφους.** Η χορήγηση του νερού πάνω ή πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ανεξαρτητοποιεί την εφαρμογή της άρδευσης από την επίδραση του ανέμου. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση της άρδευσης στάγδην, καθώς και άλλων συστημάτων τοπικής άρδευσης, στα οποία το νερό δεν εκτοξεύεται αλλά εκρέει από πολύ κοντά στο έδαφος. Δε συμβαίνει όμως σε συστήματα που διανέμουν το νερό με μικρή ή μεγάλη εκτόξευση, καθώς και στον κλασικό καταιονισμό.

Η δυσμενής επίδραση του ανέμου, στις περιπτώσεις που το νερό διανέμεται με εκτόξευση, είναι αύξηση των απωλειών (εξάτμιση, απομάκρυνση με τον άνεμο) και μετατόπιση της βρεχόμενης επιφάνειας του εδάφους.

Εξάλλου, η ευκαμψία των πλαστικών σωλήνων, που χρησιμοποιούνται κατά κανόνα στις τοπικές αρδεύσεις, επιτρέπει την τοποθέτηση τους και σε ανώμαλα επικλινή εδάφη. Έτσι, με τα συστήματα τοπικής άρδευσης δίνεται δυνατότητα να αρδευτούν ανώμαλα εδάφη, τα οποία θα ήταν αδύνατο ή πολύ δαπανηρό να αρδευτούν με άλλες μεθόδους.

**8. Ευνοϊκές συνθήκες υγρασίας.** Με τις συνθήκες της στάγδην άρδευσης -συχνή και βραδεία χορήγηση του νερού με μικρές παροχές- επιτυγχάνεται, όπως προαναφέρθηκε, διατήρηση της υδατοπεριεκτικότητας του εδάφους σε συνεχώς υψηλά επίπεδα και της τάσης σε αντίστοιχα χαμηλά, που συνήθως δεν υπερβαίνουν τα 30 έως 50 cb (centibars).

Τέτοιες χαμηλές τάσεις παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια και λίγο μετά την άρδευση και στις άλλες μεθόδους άρδευσης, αλλά η διατήρησή τους είναι ανάλογη προς τη συχνότητα άρδευσης. Γενικώς, όσο μικρότερη είναι η συχνότητα και επομένως μεγαλύτερο το διάστημα μεταξύ δύο αρδεύσεων, τόσο υψηλότερες θα είναι οι τάσεις λίγο πριν την επόμενη άρδευση.

Σήμερα όμως, γίνεται γενικά δεκτό ότι, σε χαμηλά επίπεδα τάσης της εδαφικής υγρασίας, εξασφαλίζεται ευκολότερη πρόσληψη του νερού και των θρεπτικών στοιχείων από το ριζόστρωμα και επομένως επιτυγχάνονται ευνοϊκότερες



συνθήκες για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.

Η σημασία της τάσης της εδαφικής υγρασίας στην ανάπτυξη των φυτών και την αύξηση των αποδόσεων επιβεβαιώνεται τελευταία συνεχώς, από τις υψηλές αποδόσεις που επιτυγχάνονται με τις συνθήκες της άρδευσης στάγδην, αλλά και των άλλων συστημάτων τοπικής άρδευσης στο μέτρο που εξασφαλίζουν τη διατήρηση χαμηλών επιπέδων τάσης της υγρασίας στο έδαφος (Gornat and Goldberg, 1971).

**9. Έλεγχος ασθενειών και εντόμων.** Η μη διαβροχή του φυλλώματος, με τα συστήματα τοπικής άρδευσης που δεν εκτοξεύουν το νερό, αποτρέπει τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών (ύπαρξη σταγονιδίων νερού, υψηλή σχετική υγρασία) για την εμφάνιση μυκητολογικών και εντομολογικών προσβολών.

Επίσης, η μη διαβροχή του φυλλώματος αποτρέπει την έκπλυση των μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων που εφαρμόζονται με τους ψεκασμούς και παρατείνει έτσι τη διάρκεια δράσης τους.

Το αντίθετο συμβαίνει με το σύστημα του κλασικού καταιονισμού, καθώς και με τα συστήματα τοπικής άρδευσης που εκτοξεύουν το νερό, όπως π.χ. με τους μικροεκτοξευτήρες. Η αναπόφευκτη διαβροχή ολόκληρου ή μέρους του φυλλώματος, στην περίπτωση των συστημάτων αυτών, από τη μια πλευρά δημιουργεί ευνοϊκές προϋποθέσεις για την ανάπτυξη ασθενειών και από την άλλη εκπλύνει τα φυτοφάρμακα και συντομεύει τη διάρκεια δράσης τους.

Εξάλλου, τα συστήματα που εφαρμόζουν το νερό κατευθείαν στο έδαφος και ειδικά τα συστήματα στάγδην, δίνουν αρκετές ελπίδες για δυνατότητα εφαρμογής ορισμένων φυτοφαρμάκων μέσω του δικτύου άρδευσης. Σε διάφορα πειράματα, μυκητοκτόνα εδάφους που προστέθηκαν στο νερό της άρδευσης και απολυμαντικά εδάφους, σε αέρια κατάσταση, που εφαρμόστηκαν μέσω των σωληνώσεων του δικτύου άρδευσης, έδωσαν αρκετά ενθαρρυντικά αποτελέσματα.

**10. Ευνοϊκή επίδραση στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών.** Οι ευνοϊκότερες συνθήκες εφοδιασμού των φυτών με νερό και θρεπτικά στοιχεία, οι καλύτερες συνθήκες φυτουγείας, ο περιορισμός των ζιζανίων και γενικά οι καλύτερες συνθήκες εκτέλεσης των καλλιεργητικών εργασιών φαίνεται να συντελούν, στο βαθμό που εξασφαλίζονται με τα διάφορα συστήματα τοπικής άρδευσης, στην επιτεύξη καλύτερης ανάπτυξης και παραγωγής των φυτών.

Σε πολλές περιπτώσεις πειραμάτων, με συστήματα τοπικών αρδεύσεων και κυρίως με άρδευση στάγδην, επιτεύχθηκε καλύτερη ανάπτυξη, υψηλότερη παραγωγή, καλύτερη ποιότητα και μεγαλύτερη πρωιμότητα.



**11. Σύγχρονη άρδευση μεγαλύτερων εκτάσεων-αξιοποίηση μικρών παροχών.** Η ανά μονάδα επιφάνειας του εδάφους χορηγούμενη ποσότητα νερού (αναλογούσα ένταση βροχής), στα συστήματα τοπικής άρδευσης, είναι πάντοτε μικρότερη απ' ό τι σε συστήματα γενικής άρδευσης. Έτσι μια δεδομένη διαθέσιμη παροχή νερού επιτρέπει πάντοτε τη σύγχρονη άρδευση πολύ μεγαλύτερων εκτάσεων (στάσεων άρδευσης), όταν εφαρμόζεται με συστήματα τοπικής άρδευσης απ' ό τι με άλλες μεθόδους.

Στις περιπτώσεις ύπαρξης διαθέσιμων παροχών πολύ μικρής τάξης, όπως συμβαίνει σε αρκετά μέρη στη Ν. Ελλάδα και στα νησιά, είναι φανερό ό τι μπορούν να αξιοποιηθούν πολύ ευκολότερα και οικονομικότερα για άρδευση καλλιεργειών με συστήματα τοπικής άρδευσης. Η αξιοποίηση τέτοιων μικρών παροχών με άλλες μεθόδους (καταιονισμό, αυλάκια, κατάκλυση) είναι δύσκολη και δαπανηρή, αφού προϋποθέτει σχεδόν πάντοτε την κατασκευή αποταμιευτικών δεξαμενών.

**12. Αντλητικά συγκροτήματα και δίκτυα μικρότερου κόστους.** Αφού η απαιτούμενη ποσότητα νερού ανά μονάδα επιφάνειας στη μονάδα του χρόνου είναι μικρή και η απαιτούμενη πίεση λειτουργίας επίσης μικρή (μέχρι 1 atm) έπεται ό τι, η απαιτούμενη! ισχύς των αντλητικών συγκροτημάτων, στα συστήματα τοπικής άρδευσης, θα είναι επίσης μικρή και πάντως οπωσδήποτε μικρότερη απ' ό τι σε άλλες μεθόδους.

Τα μικρά αντλητικά ό μως, εκτός του ό τι είναι μικρότερου κόστους, προσφέρουν και ένα άλλο γενικότερης σημασίας πλεονέκτημα από πλευράς κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας: η λειτουργία τους, αν και διαρκεί περισσότερο χρόνο, απαιτεί μικρή κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας ανά μονάδα χρόνου. Αυτό έχει μεγάλη σημασία από γενικής πλευράς, αφού είναι γνωστό ό τι είναι πολύ περισσότερο επιθυμητή η, επί μεγαλύτερο χρόνο και μάλιστα κατά τις νυκτερινές ώρες, χαμηλής τάξης ζήτηση ηλεκτρικής ενέργειας απ' ό τι η, επί μικρό χρόνο, υψηλής τάξης ζήτηση, που δημιουργεί αναπόφευκτα ανεπιθύμητες και αντιοικονομικές αιχμές.

Αποτέλεσμα της απαιτούμενης μικρής παροχής νερού ανά μονάδα επιφάνειας στη μονάδα του χρόνου, στα συστήματα τοπικής άρδευσης, είναι ό τι οι απαιτούμενες σωληνώσεις για μεταφορά και διανομή του νερού μπορούν να έχουν σχετικά μικρότερες διαμέτρους και επομένως μικρότερο κόστος προμήθειας απ' ό τι θα είχαν αν η άρδευση γινόταν με καταιονισμό.

#### 4.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Οπωσδήποτε στα συστήματα τοπικής άρδευσης αντιμετωπίζονται κατά μικρό ή μεγάλο βαθμό και διάφορα προβλήματα τα οποία αποτελούν μειονεκτήματα για τα συστήματα αυτά. Τα κυριότερα από τα προβλήματα είναι τα εξής:

**1. Φραξίματα.** Πρόκειται για τα φραξίματα που μπορούν να παρουσιαστούν στα όργανα διανομής του νερού, στους διανεμητές, όπως ονομάζονται, των διάφορων συστημάτων.

Το πρόβλημα των φραξιμάτων παρουσιάζεται τόσο οξύτερο, όσο μικρότερη είναι η διατομή εκροής του νερού που διαθέτουν οι κατά περίπτωση διανεμητές.

Γενικά τα φραξίματα ανάλογα με το αίτιο που τα προκαλεί, χαρακτηρίζονται ως φυσικά, όταν προκαλούνται από στερεά τεμαχίδια λεπτής άμμου, ιλύος ή αργίλου, ως **χημικά**, όταν προκαλούνται από, ιζήματα αλάτων και ως **βιολογικά**, όταν προκαλούνται από άλγες, βακτήρια ή μικροοργανισμούς. Τα διάφορα είδη των φραξιμάτων και η αντιμετώπιση τους περιγράφονται εκτενέστερα σε επόμενο κεφάλαιο.

**2. Συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος.** Στις περιπτώσεις χρησιμοποίησης αλατούχων νερών με συστήματα τοπικής άρδευσης, δημιουργείται συνήθως μια συγκέντρωση αλάτων στα όρια μεταξύ βρεχόμενου και μη εδάφους. Το πρόβλημα αυτό, σε περιοχές με ικανοποιητικές βροχοπτώσεις, καταντά ασήμαντο, γιατί με τις βροχές τα άλατα εκπλύνονται σε βαθύτερα στρώματα. Σε περιοχές όμως με χαμηλές βροχοπτώσεις (κατώτερες από 250 mm το χρόνο) πρέπει να γίνουν ειδικές εκπλύσεις με επιπλέον αρδεύσεις κ.ά.

**3. Μηχανικές ζημιές.** Μηχανικές ζημιές μπορούν να προκληθούν στις σωληνώσεις του δικτύου ή στους διανεμητές από απρόσεκτη χρήση μηχανικών μέσων ή από διάφορα ζώα.

Αναφέρονται ζημιές από διάφορα τρωκτικά και ιδίως ποντίκια, έντομα κ.λπ. στους πλευρικούς σωλήνες και κυρίως στους πορώδεις. Οι ζημιές αυτές και σπάνιες είναι και ασήμαντης έκτασης και έτσι δεν μπορούν να θεωρηθούν σαν άξιο λόγου μειονέκτημα.

**4. Αδυναμία προστασίας από παγετούς.** Στα συστήματα τοπικής άρδευσης, αφού το νερό διανέμεται συνήθως κάτω από την κόμη των δέντρων, δεν υπάρχει δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το δίκτυο άρδευσης για προστασία από

παγετούς, όπως αντίθετα μπορεί να γίνει στην περίπτωση του καταιονισμού.

**5. Άλλα μικρότερα προβλήματα.** Αναφέρεται, ότι νεαρά δέντρα, που αρδεύονται με συστήματα τοπικής άρδευσης, τείνουν να δημιουργούν μικρότερο ή μονόπλευρο ριζικό σύστημα. Πειράματα όμως, αλλά και η πράξη, επιβεβαιώνουν ότι τέτοιο πρόβλημα πρακτικά δεν υπάρχει.

Επίσης αναφέρεται ότι, σε περιπτώσεις χορήγησης υπερβολικών και πολύ συχνών δόσεων νερού, είναι πιθανή η ανάπτυξη μυκήτων εδάφους και αυτό όμως αποδείχτηκε στην πράξη χωρίς ιδιαίτερη σημασία.

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

### 5.1 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. 5.1) 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 5.1 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:

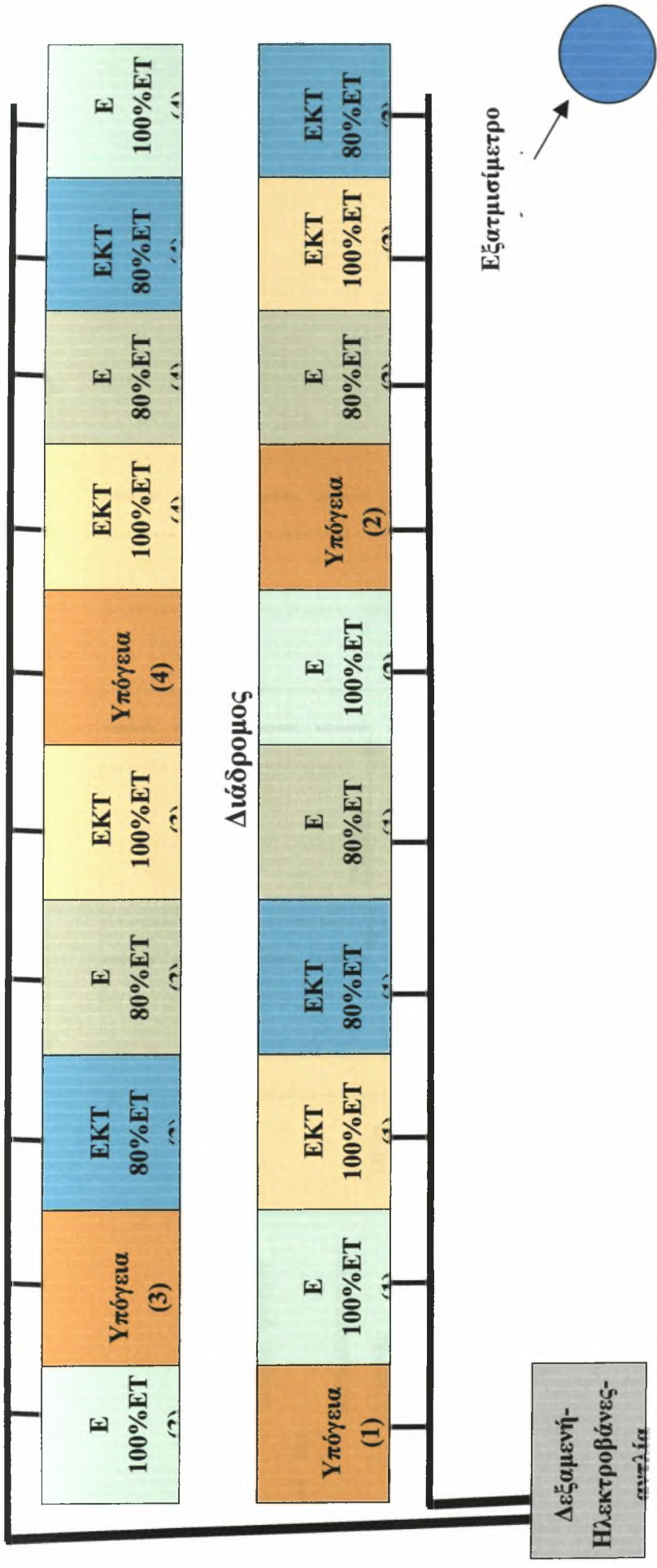
1. υπόγεια στάγδην άρδευση με εφαρμοζόμενη ποσότητα ύδατος ίση με το 80% των αναγκών της καλλιέργειας βάση της εξατμισοδιαπνοής και εύρος άρδευσης το οποίο να αντιστοιχεί σε άθροισμα καθαρών αναγκών κοντά στη τιμή της υπολογιζόμενης δόσης άρδευσης, η οποία στη συνέχεια θα αναφέρεται εν συντομία ως "**Υπόγεια**",
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 5.1 και 5.2 παρουσιάζονται η διάταξη του πειραματικού αγρού και το πειραματικό τεμάχιο αντίστοιχα.

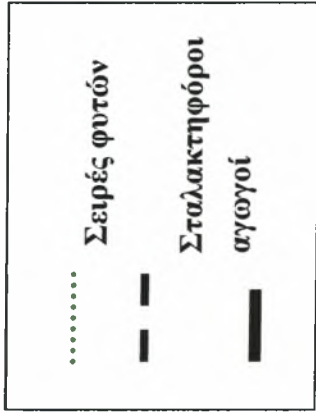
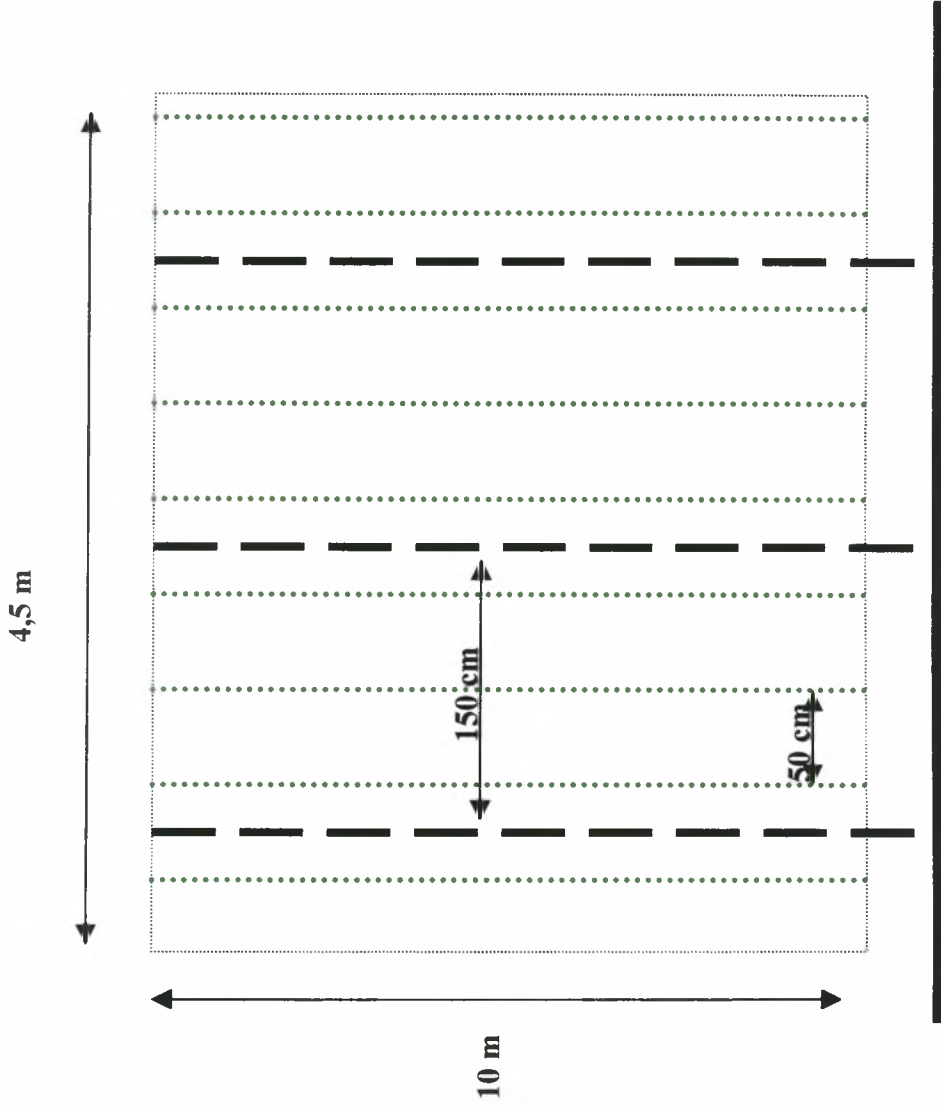
Στο συγκεκριμένο σημείο θα πρέπει να επαναληφθεί και να σημειωθεί ότι στην παρούσα εργασία μελετούμε ένα μέρος ενός ολοκληρωμένου πειράματος στα πλαίσια μιας μεταπτυχιακής διατριβής στην οποία οι δύο τελευταίες μεταχειρίσεις (4 και 5 ) όπου παρουσιάζονται είτε σχεδιάζονται δεν μας απασχολούν.



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

Σχήμα 5.1 Πειραματικός αγρός





Σχήμα 5.2 Πειραματικό τεμάχιο

## 5.2 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 5.1 παρουσιάζονται αναλυτικά οι φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους του αγρού.

Πίνακας 5.1 Φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους στην εδαφοτομή P<sub>2</sub>.

Βάθος (cm)	Οριζοντας	Χρώμα ύφουρο	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				

### 5.3 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 Ε.Β.Ζ. Α.Ε. (Εικ. 5.2).



Εικόνα 5.2 Μηχάνημα προετοιμασίας αγρού.

Η σπορά του πειράματος έγινε στις 17 Απριλίου 2003 με δωδεκάσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαροτεύτλων της εταιρείας KLEIN (Εικ. 5.3). 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 5.3 Δωδεκάσειρη σπαρτική μηχανή ζαχαροτεύτλων.

Αμέσως μετά τη σπορά ακολούθησε εφαρμογή προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας με τις ζιζανιοκτόνες ουσίες *ethofumesate* (ETOFUMESATE-ALFA 50 SC) και *metolachlor* (NTOYAA 96 EC) (Εικ. 5.4).



**Εικόνα 5.4** 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 οϊδίου και με εντομοκτόνα για καταπολέμηση άλτη και φθοριμαίας.

#### 5.4 Υλικά άρδευσης

Πριν την εγκατάσταση των φυτών προηγήθηκε η τοποθέτηση του υπόγειου δικτύου άρδευσης σε βάθος 0,45 m με τη βοήθεια υπεδαφοθέτη (Εικ. 5.5). 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 5.5 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 ηλεκτροβάνες και 20 υδρόμετρα (Εικ. 5.6 α, β). Με τη βοήθεια των υδρομετρητών είναι δυνατός ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.



(α)

(β)

Εικόνα 5.6 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. 5.7) έτσι ώστε, να έχουμε αυτοματοποίηση της άρδευσης.



Εικόνα 5.7 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 ηλεκτροβάνη 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 5.8).



**Εικόνα 5.8** Δεξαμενή συγκέντρωσης νερού άρδευσης.

### **5.5 Εξατμισόμετρο τύπου A**

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

Το εξατμισόμετρο τύπου A είναι μία κυλινδρική λεκάνη από γαλβανισμένο χάλυβα με διάμετρο 121 cm και βάθος 25,4 cm (Εικ. 5.9)



**Εικόνα 5.9** Εξατμισόμετρο τύπου A

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.

## 5.6 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. 5.10α), 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. 5.10β).





(α)

(β)

**Εικόνα 5.10** 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.

### 5.7 Συσκευή προσδιορισμού του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI).

Η εκτίμηση του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του αυτόματου οργάνου εμβοδομέτρησης LI – COR (Εικ. 5.11α, 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)

**Εικόνα 5.11α, β.** Μέτρηση ΔΦΕ με αυτόματο όργανο εμβοδομέτρησης

## 5.8 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. 5.12).



**Εικόνα 5.12** 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.

## 5.9 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.5.13α). Η επιλογή των γραμμών γινόταν από το μέσο του πειραματικού τεμαχίου και έτσι ώστε, η μία να γειτνιάζει 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. 5.13β). 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 (Pol, ζαχαρόζη % του νεπού 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 5.13** 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  $41,37 \cdot 10 \text{ €}$ , 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 (πούλλα, μελάσα) που παράγονται από το συγκεκριμένο φορτίο.



## 5.10 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 γειτνίαση 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).

## 5.11 Υπολογισμοί δόσεων, εύρους και διάρκειας άρδευσης

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

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

$$ET_0 = K_p * E_{pan}, \text{ (mm/ημέρα)} \quad (5.1)$$

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

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

$$ET_c = ET_0 * K_c, \text{ σε mm} \quad (5.2)$$

Η εξατμισοδιαπνοή δηλαδή, εκφράζει τις συνολικές ανάγκες σε νερό της καλλιέργειας. Αν από την τιμή της ETc αφαιρεθεί το ύψος της ωφέλιμης βροχής, η τιμή που προκύπτει εκφράζει τις καθαρές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό (In), την ποσότητα δηλαδή του νερού που πρέπει να χορηγηθεί μέσω άρδευσης. Δηλαδή η πρακτική δόση άρδευσης (Ida), που αντιστοιχεί στο 100% της εξατμισοδιαπνοής υπολογίζεται από την σχέση:

$$Ida = In - ETc - \Omega B, \text{ σε mm} \quad (5.3)$$

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 A 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:

$$ETc = In + \Omega B, \text{ σε mm} \quad (5.4)$$

Στον Πίνακα 4.2 παρουσιάζονται αναλυτικά ο τρόπος υπολογισμού των καθαρών αναγκών (In) και η εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας (ETc) με βάση την ημερήσια ένδειξη εξάτμισης (Epan) του εξατμισομέτρου τύπου A.

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

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

$$It = Ida / Idh, \text{ σε h} \quad (5.5)$$

όπου: Ida είναι η αντίστοιχη πρακτική δόση άρδευσης και

Idh είναι το ωριαίο ύψος βροχής.

Είναι:  $Idh = (q * n) / (St * Sr)$ , σε mm/h (5.6)

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

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

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

$Sr$  είναι η ισαποχή των σειρών των φυτών σε m και

$Se$  είναι η ισαποχή των σταλακτῆρων σε m.

Στους Πίνακες 5.3 και 5.4 παρουσιάζονται οι δόσεις και η διάρκεια άρδευσης καθώς και οι ημερομηνίες των αρδεύσεων για κάθε μεταχείριση.

Πίνακας 5.2 Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Πλήροση εξατμ/τρου mm	(4) Ημερήσια ένδειξη mm	(5) Διαφορά ημέρας Εραν mm	(6) Βροχή B mm	(7) Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0.8*B 0.8*(6) mm	(8) Εξατμ/πνοή αναφορές Eo= Kp*Epan 0.8*(5) mm	(9) Kc	(10) Καθαρές ανάγκες In=Eo*Kc (8)*(9) mm	(11) Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+SB (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 5.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Ημερ/νια	Ημέρες από 1/1/2003	Πλήρωση εξατμ/τρου	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας Εραν	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0,8*B	Εξατμ/πνοή αναφορές Εο=Κρ*Εραν 0,8*(5)	Kc	Καθαρές ανάγκες In=Εο*Kc (8)*(9)	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+QB (10)+(7)
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	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 5.2** Υπολογισμός των καθαρών αναγκών σε νερό και της εξαμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)
Ημερίνα	Ημέρες από 1/1/2003	Πλήρωση εξαστμ/τρου	Ημερήσια ένδειξη	Διαφορά ημέρας Έραπ	Βροχή B	Ωφέλιμη Βροχή ΩB=0.8*B	Εξαστμ/πνοή αναφοράς Eo= Kp*Έραπ	Kc	Καθαρές ανάγκες In=Eo*Kc	Εξαστμ/πνοή καλλιέργειας ETc=In+ΩB
		mm	mm	mm	mm	mm	mm		mm	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 5.2** Υπολογισμός των καθαριών αναγκών σε νερό και της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (συνέχεια).

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Πλήρωση εξατμ/τρου mm	(4) Ημερ/σια 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 αναφορές $E_o=K_p*E_{ραν}$ $0.8*(5)$ mm	(9) Kc	(10) Καθαρές ανάγκες $I_n=E_o*K_c$ $(8)*(9)$ mm	(11) Εξατμ/πνοή καλλιέργειας $E T_c=I_n+\Omega B$ $(10)+(7)$ 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 5.2** 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/τρου mm	Ημερήσια ένδειξη mm	Διαφορά ημέρας Έπαν mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη Βροχή ΩΒ=0,8*B 0,8*(6) mm	Εξατμ/πνοή αναφοράς Εο= Κρ*Έπαν 0,8*(5) mm	Κε	Καθαρές ανάγκες Ιν=Εο*Κε (8)*(9) mm	Εξατμ/πνοή καλλιέργειας ΕΤε=Ιν+ΩΒ (10)+(7) 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 5.3** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ.

(1) Ημερ/νια	(2) Ημέρες από 1/1/2003	(3) Καθαρές ανάγκες In mm	(4) Αθροισμα 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 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>						
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 54' 00"
15/6/2003	166	7,5									
16/6/2003	167	4,5									
17/6/2003	168	5,7	22,8								
18/6/2003	169	5,1		22,8	1,026	18,24	0,8208	0,0833	4	5h 42' 00"	4h 33' 36"
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	22,5								
24/6/2003	175	4,8		22,5	1,0125	18	0,81	0,0833	4	5h 37' 30"	4h 30' 00"
25/6/2003	176	2,4									
26/6/2003	177	4,8									
27/6/2003	178	2,4									
28/6/2003	179	-2,1									
29/6/2003	180	4,5									

Παροχή σταλακτίτρα : q = 3,6 l/h

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

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

Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοποχή σταλακτιήρων : Se = 0,60 m

**Πίνακας 5.3** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/ία	(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 Su/(3*Se)	(10) Idh (q*n)/(St*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>		m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>				
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 φυτών επί της σειρές : 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 5.3** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερομηνία	(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 m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	(9) n St/(3*Se)	(10) I <sub>dh</sub> (q*n)/(St*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>						
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 σειρές : 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 5.3** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, Ε 100%ΕΤ και Ε 80%ΕΤ (συνέχεια).

(1) Ημερ/ία	(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 m <sup>3</sup> /45m <sup>2</sup>	(9) n S/(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>						
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		35,52	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		31,68	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		35,52	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

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

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

Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισοποχή σταλακττήρων : Se = 0,60 m



**Πίνακας 5.3** 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		(7) Δόση άρδευσης Υπόγεια & Ε 80%ΕΤ		(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 m3/στρ.	m3/45m2	mm ή m3/στρ.	m3/45m2				
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 σειρές : 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 5.3** Ημερομηνίες, Δόσεις και Διάρκεια των αρδεύσεων στις μεταχειρίσεις Υπόγεια, E 100%ET και E 80%ET (συνέχεια).

(1) Ημερ/νια	(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		(8) 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 m3/στρ.	m3/45m2	mm ή m3/στρ.	m3/45m2				
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 σειρές : St = 0,15 m

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

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

Ισαποχή σταλακτιήρων : Se = 0,60 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 5.5.

Στον ίδιο Πίνακα 5.5 δίνονται επίσης, η τιμή της διαβροχής ( $p$ ) του εδάφους για την συγκεκριμένη διάταξη των σταλακτηφόρων αγωγών στον πειραματικό αγρό (Τερζίδης κ.α., 1997), καθώς και οι τιμές του βάθους του ριζικού συστήματος των φυτών ( $h$ ) (Πεσεξίδης, 1982), του ορίου εξαντήσεως της εδαφικής υγρασίας ( $c$ ) (Σακελλαρίου, 1993), του συντελεστή που εξαρτάται από την καλλιέργεια ( $f1$ ) (FAO, 1998) και του συντελεστή που εξαρτάται από την αναμενόμενη φυτοσκίαση του εδάφους ( $f2$ ) (Σακελλαρίου, 1993) για κάθε έναν από τους τέσσερις αρδευτικούς μήνες.

**Πίνακας 5.5** Τιμές δεδομένων που απαιτούνται για τον υπολογισμό της πρακτικής δόσης άρδευσης.

	<b>FC</b> % κ.β.	<b>PWP</b> % κ.β.	<b>ΦΕΒ</b> g / m <sup>3</sup>	<b>h</b> m	<b>c</b>	<b>p</b>	<b>f1</b>	<b>f2</b>	<b>Eo</b> 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 5.6. 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 5.6** Θεωρητικός τρόπος υπολογισμού της δόσης, του εύρους και της διάρκειας άρδευσης. (Σακελλαρίου, 1993).

	<b>ΙΟΥΝΙΟΣ</b>	<b>ΙΟΥΛΙΟΣ</b>	<b>ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ</b>	<b>ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ</b>
<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 5.7α, β, γ, όπου με βάση την ένδειξη του εξατμισμέτρου (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. 5.13, 5.14, 5.15 και 5.16.

Πίνακας 5.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο 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)	Ωριοιο 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	0,60	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 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 5.7α Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Ιούνιο 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)	Σταλακτές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωρίσιο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφάν. I <sub>t</sub> = I <sub>da</sub> 100 / I <sub>dh</sub> (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφάν. 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 Εξατμισιμέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

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

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

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

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 5.7α 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)	Σταλάκτες ανά φυτό n=S <sub>υ</sub> (3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(α <sub>α</sub> η) / (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 Εξατμισόμετρου: K<sub>p</sub> = 0,8

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

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

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

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

Ισοαποχή σταλακτρήρων : S<sub>e</sub> = 0,60 m

Πίνακας 5.7α 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)	Σταλακτικές ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (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)
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

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

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

Ισαποχή σταλακτήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 5.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου.

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ Ida 100=ET*0,8*Kc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n=Su/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής / (StxSr) Idh=(αχνη) / (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	0,96	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: Kp = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Kc=1,2

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοπαγή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

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

Ισοπαγή σταλακτρήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 5.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζεχαροτεύλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισομέτρου (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)	Σταλάκτες ανά φυτό n=St/(3*Se)	Όριο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (StαSr) (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	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 5.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζεχαρότευτλων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξετασιμέτρου (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)	Σταλάττες 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)
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 Εξετασιμέτρου: 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 5.7β Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρούτσικων κατά τους μήνες Ιούλιο - Αύγουστο με βάση την ημερήσια άνδειξη του εξετμισμέτρου (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)	Σταλάττες 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 Εξετμισμέτρου: K<sub>p</sub> = 0,8

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

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισαποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

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

Ισαποχή σταλακτρήρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 5.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου.

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=Su/(3*Se)	Όριο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(αxη) / (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)
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 Εξατμισόμετρου K<sub>p</sub> = 0,8

Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=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 σταλακτρήρων : Se = 0,60 m

**Πίνακας 5.7γ** Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισμέτρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Εραπ (mm)	Επιφ.100%ΕΤ I <sub>da</sub> 100=ΕΤ*0,8*K <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)	Σταλάκτες ανά φυτό n=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(αxη) / (StxSt)	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	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 στολακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : St = 0,50 m

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

Ισοποχή στολακτάρων : Se = 0,60 m

Πίνακας 5.7γ Πρόγραμμα άρδευσης ζαχαρότευτλων κατά τον μήνα Σεπτέμβριο με βάση την ημερήσια ένδειξη του εξατμισόμετρου (συνέχεια).

Εξάτμιση Epan (mm)	Επιφ.100%ΕΤ Ida 100=ΕΤ*0,8*Κc (mm)	Επιφ.80%ΕΤ Ida 80=Ida 100*0,80 (mm)	Υπόγειο (80%ΕΤ) Ida υπ.=Ida 100*0,80 (mm)	Σταλάκτες ανά φυτό n=Su/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(αχh) / (StxSr) (mm/h)	Διάρκεια άρδευσης 100%, επιφαν. It = Ida 100 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, επιφαν. It = Ida 80 / Idh (h)	Διάρκεια άρδευσης 80%, υπόγειο It = Ida υπ. / Idh (h)
41	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 Εξατμισόμετρου Κp = 0,8

Φυτικός συντελεστής : Κc=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 σταλακτάρων : Se = 0,60 m



Πίνακας 5.7γ 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*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)	Σταλάκτες ανά φυτό η=St/(3*Se)	Ωριαίο ύψος βροχής I <sub>dh</sub> =(qxn) / (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)
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 Εξατμισιμέτρου K<sub>p</sub> = 0,8

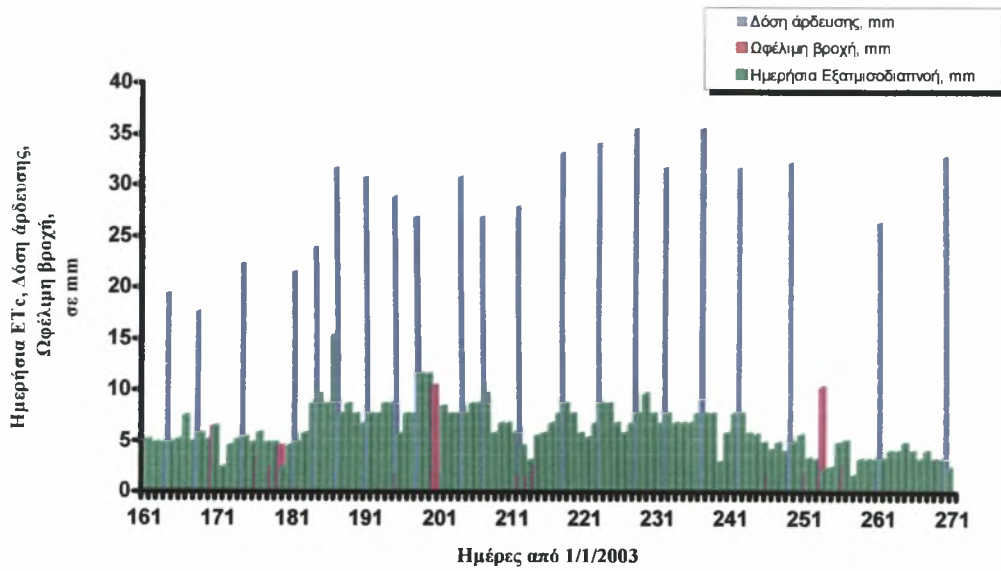
Φυτικός συντελεστής : K<sub>c</sub>=1

Παροχή σταλακτήρα : q = 3,6 l/h

Ισοποχή σειρών φυτών : Sr = 0,50 m

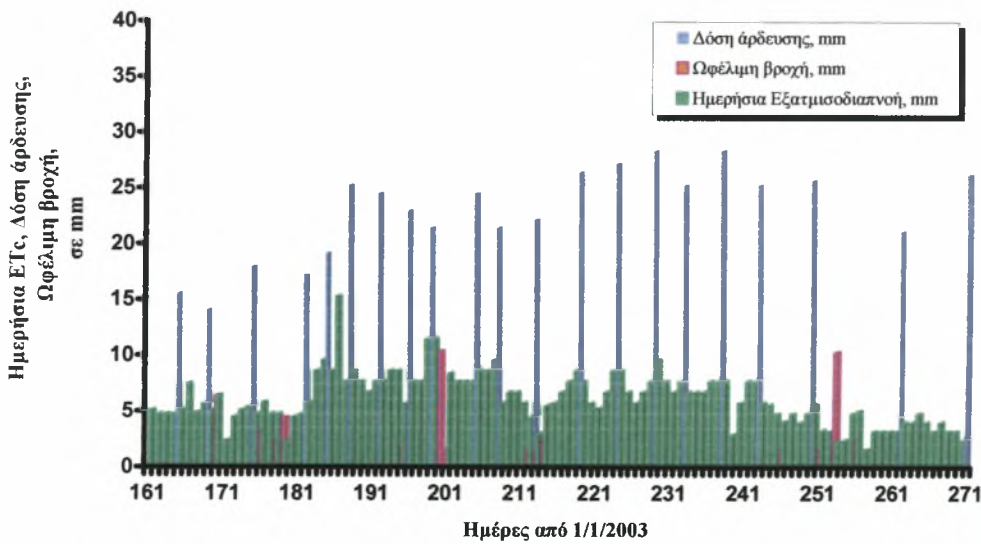
Ισοποχή φυτών επί της σειράς : St = 0,15 m

Ισοποχή σταλακτρήρων : Se = 0,60 m



**Σχήμα 5.13** Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στην μεταχείριση E 100%ET.

(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίν. 5.2 και στην στήλη (7) του Πίν. 5.3)



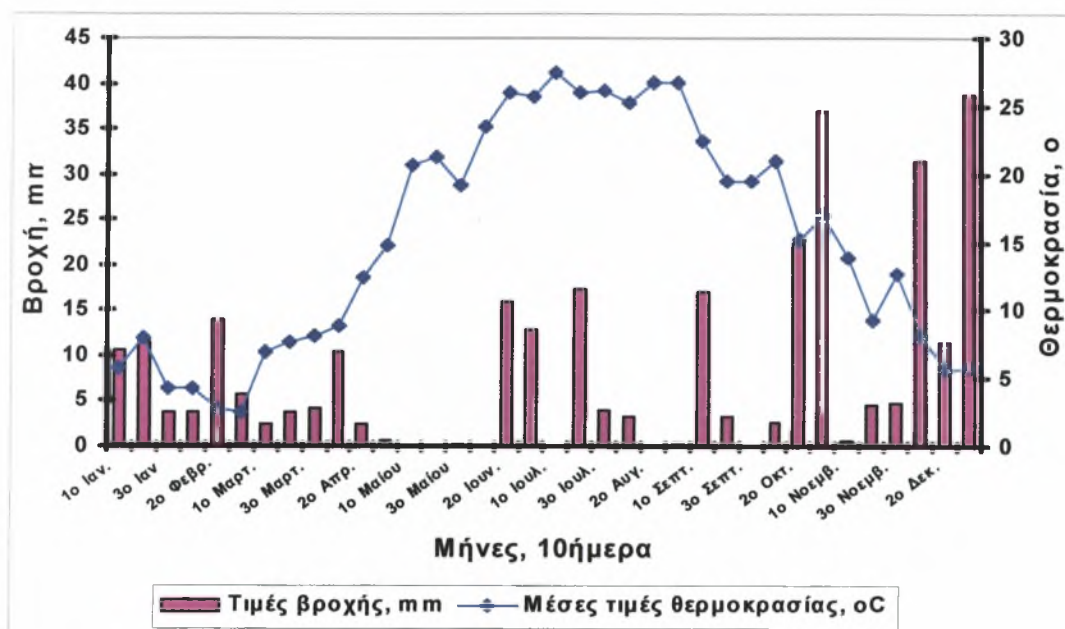
**Σχήμα 5.14** Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή και συνολικές ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό στις μεταχειρίσεις Υπόγεια και E 80%ET.

(Οι τιμές αντιστοιχούν στις στήλες (7) και (11) του Πίν. 5.2 και στην στήλη (5) του Πίν. 5.3)

## 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### 6.1 Κλιματικά δεδομένα

Στο Σχήμα 6.1 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.



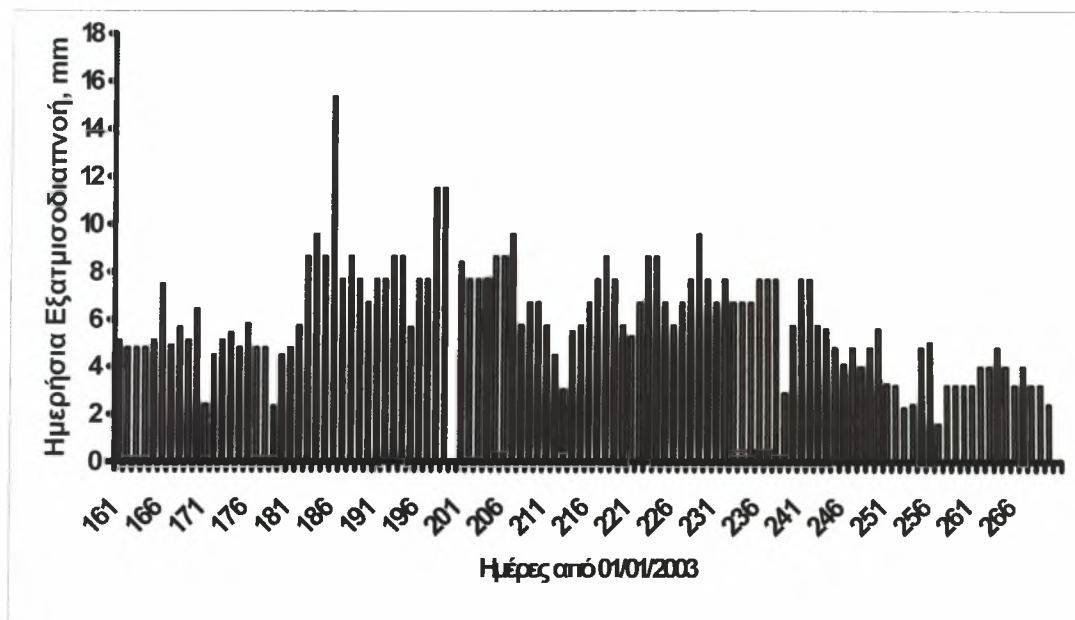
Σχήμα 6.1 Τιμές βροχόπτωσης και μέσης θερμοκρασίας 24ώρου ανά 10ήμερο έτους 2003.

Όπως προκύπτει από το Σχήμα 6.1 οι ελαφρές βροχοπτώσεις στο 2<sup>ο</sup> και 3<sup>ο</sup> 10ήμερο Απριλίου, αν και δεν ήταν μεγάλοι ύψους, εν τούτοις αξιοποιήθηκαν από την καλλιέργεια στο στάδιο του φυτρώματος. Κατά την διάρκεια της κύριας αρδευτικής περιόδου (Ιούνιος – Αύγουστος), συνέβησαν έντεκα επεισόδια βροχόπτωσης και σε κανένα το ύψος βροχής δεν ξεπέρασε τα 16 mm. Μάλιστα, τα οκτώ από αυτά ήταν ύψους βροχής κάτω από 6 mm. Από την ημερομηνία έναρξης της στάγδην άρδευσης (14/06/2003) μέχρι και την λήξη των αρδεύσεων (28/09/2003) η βροχόπτωση ήταν συνολικά 74,29 mm.

Το γεγονός των μειωμένων βροχοπτώσεων συντελεί στην πιο ξεκάθαρη αξιολόγηση των μεθοδολογιών άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας ζαχαροτεύτλων, 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 προκάλεσαν έντονη εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας, όπως φαίνεται στο Σχήμα 6.2. Η μεγαλύτερη τιμή εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας (15,36) σημειώθηκαν στις 5/7 (186 ημέρες από 1/1/2003). Την ημέρα εκείνη σημειώθηκε και η μεγαλύτερη μέση θερμοκρασία 24ώρου (Σχ. 6.1).



Σχήμα 6.2 Ημερήσια εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργεια  
(Οι τιμές αντιστοιχούν στην στήλη 11 του Πίνακα 5.2)

## 6.2 Υγρασία εδάφους

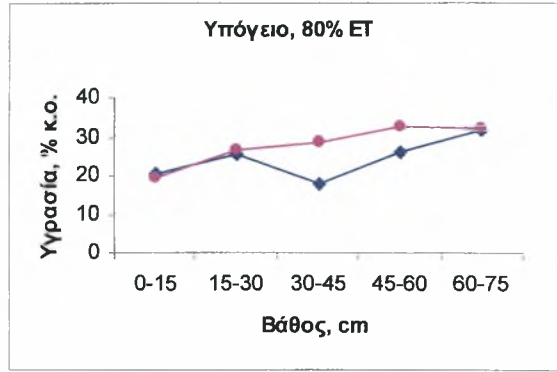
Ο κατάλληλος συγχρονισμός της άρδευσης και η εφαρμογή της απαραίτητης ποσότητας νερού μπορεί να μεγιστοποιήσει την παραγωγή των καλλιεργειών ελαχιστοποιώντας τους κινδύνους ασθενειών, τη χρήση λιπασμάτων και τη χρήση νερού.

Τα ζαχαρότευτλα έχουν ένα βαθύ ριζικό σύστημα που μπορεί να απορροφήσει αποτελεσματικά το νερό από βάθος περίπου 100 cm, εφόσον δεν υπάρχουν αδιαπέρατοι οριζόντες στο εδαφικό προφίλ. Συνεπώς, η άρδευση μπορεί να είναι

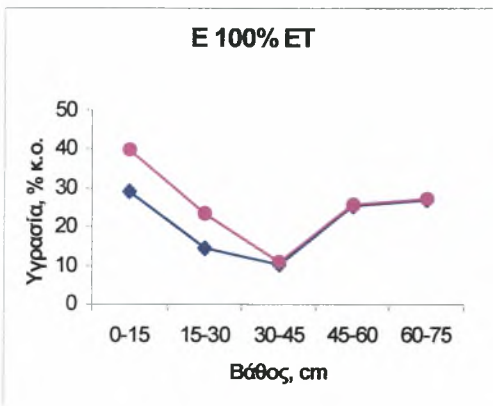
ελάχιστη, αν το επαρκές νερό είναι διαθέσιμο κοντά στη ζώνη του ριζοστρώματος.

Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στις τρεις μεταχειρίσεις φαίνεται στα παρακάτω σχήματα 6.3α,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.

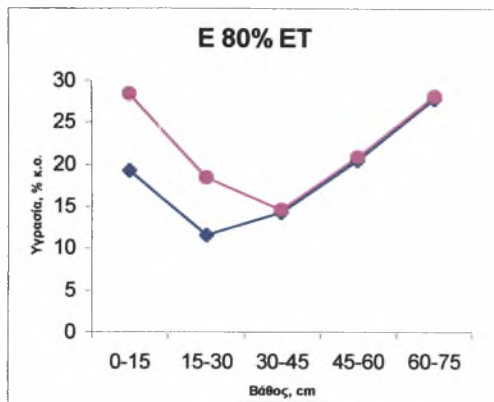




( α )



( β )



( γ )

- ◆ Πριν την άρδευση
- Δύο ημέρες μετά την άρδευση

Σχήμα 6.3 α, β, γ Διακύμανση της υγρασίας στο εδαφικό προφίλ στην 4<sup>η</sup> μέτρηση εδαφικής υγρασίας: 11/07 – 13/07.

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

Αντίθετα, στις υπόλοιπες μεταχειρίσεις η υγρασία μετά την άρδευση αυξάνει στο επιφανειακό στρώμα του εδάφους και μέχρι βάθους 45 cm ακολουθώντας 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 ( $PWP = 14,32 \% \text{ κ.ο.}$ ) και κοντά στην υδατοϊκανότητα ( $FC=26,08 \% \text{ κ.ο.}$ ). Παρατηρούμε ότι αυτό ακολουθείται στις μετρήσεις της υπόγειας μεταχείρισης σε όλα τα βάθη, ενώ υπάρχουν αποκλίσεις, σημαντικές σε κάποιες μετρήσεις, στις επιφανειακές μεταχειρίσεις, κυρίως στα μεγαλύτερα των 45 cm 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 την διαπίστωση των Neibling et al. (1997), για την ικανότητα του συστήματος άρδευσης με υπόγειους σταλακτηφόρους αγωγούς να διατηρεί την εδαφική υγρασία στο βάθος των 30 – 45 cm, σε επίπεδα τέτοια ώστε η τιμή της να μην υπερβαίνει ποτέ τα 50 cbars (ένδειξη тенσιομέτρου), 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.

Ενδιαφέρον επίσης, παρουσιάζουν και οι παρατηρήσεις που έγιναν στον αγρό, σχετικά με την μη παρουσία ζιζανίων στα πειραματικά τεμάχια όπου εφαρμοζόταν η υπόγεια στάγδην άρδευση. Επίσης, παρά το γεγονός, ότι δεν σημειώθηκε σημαντική προσβολή από τον 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 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

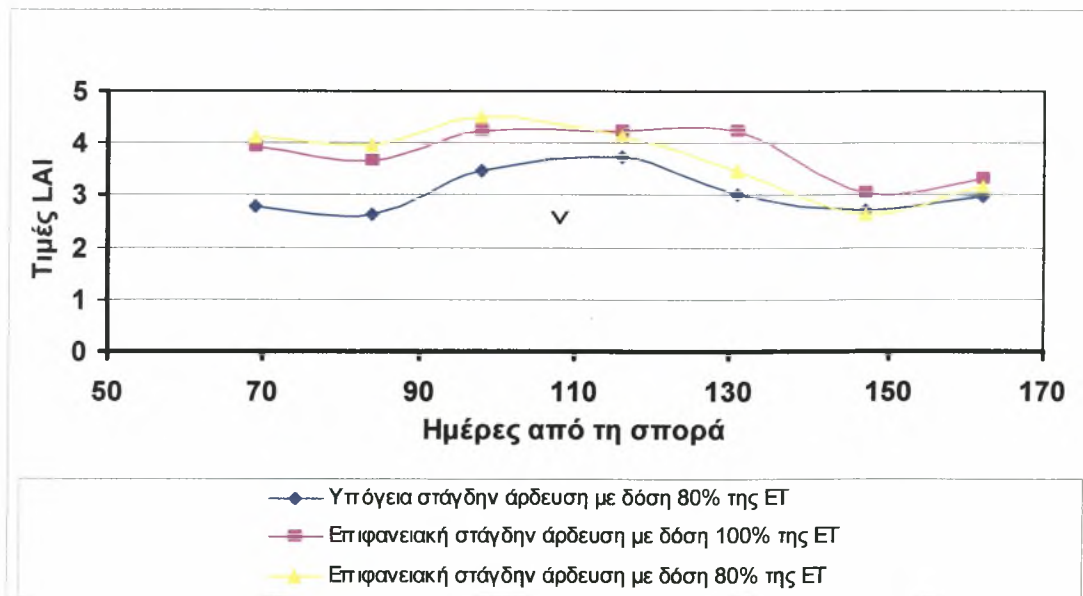
αντιμετώπισης του μύκητα *Cercospora beticola*, κατέχουν ένα μεγάλο ποσοστό του κόστους της καλλιέργειας, τα πεδία αυτά αξίζει να μελετηθούν.

### 6.3 Φυλλική επιφάνεια.

Ο κύριος στόχος σε μια καλλιέργεια ζαχαρότευτλων 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 LAI μόνο 3 ή 4 (Scott et al, 1993).

Στο Σχ. 6.4 φαίνεται η εξέλιξη του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας στις τρεις μεταχειρίσεις.

Στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης οι τιμές του ΔΦΕ είναι σημαντικά μικρότερες από των υπολοίπων μεταχειρίσεων μέχρι και το δεύτερο 10ήμερο του Ιουλίου, ενώ στη συνέχεια, κινούνται στα ίδια επίπεδα με τις τιμές αυτών (Πίνακα 6.1). Στο σύνολο των μετρήσεων η υπόγεια μεταχείριση παρουσιάζει τον μικρότερο ΔΦΕ (Πίνακας 6.2).



**Σχήμα 6.4** Εξέλιξη του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας (LAI) κατά την διάρκεια της βλαστικής περιόδου.

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

Η μικρή πτώση που παρουσιάζεται στο ΔΦΕ κατά την 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 την μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης επιτεύχθηκε αργότερα από όλες τις υπόλοιπες μεταχειρίσεις, στα μέσα Αυγούστου. Οι μεταχειρίσεις E 100%ET και E 80%ET προσδίδουν την μέγιστη φυλλική επιφάνεια την ίδια χρονική περίοδο.

Πίνακας 6.1 Αποτελέσματα στατιστικής ανάλυσης για κάθε ημερομηνία μέτρησης του Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας στις τρεις μεταχειρίσεις.

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι	ΕΣΔ <sub>0.05</sub>	CV (%)
<b>1<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,80 <sup>b</sup>	0,5219	8,34
25/06*	Ε 100%ΕΤ	3,95 <sup>a</sup>		
(69)**	Ε 80%ΕΤ	4,12 <sup>a</sup>		
<b>2<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,62 <sup>b</sup>	0,5361	9,06
10/07	Ε 100%ΕΤ	3,65 <sup>a</sup>		
(84)	Ε 80%ΕΤ	3,97 <sup>a</sup>		
<b>3<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	3,47	-	26,43
24/07	Ε 100%ΕΤ	4,25		
(98)	Ε 80%ΕΤ	4,52		
<b>4<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	3,75	-	27,86
11/08	Ε 100%ΕΤ	4,22		
(116)	Ε 80%ΕΤ	4,15		
<b>5<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	3,02	-	31,11
26/08	Ε 100%ΕΤ	4,22		
(131)	Ε 80%ΕΤ	3,47		
<b>6<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,72	-	16,14
11/09	Ε 100%ΕΤ	3,07		
(147)	Ε 80%ΕΤ	2,62		
<b>7<sup>η</sup> μέτρηση</b>	Υπόγεια	2,97	-	19,32
26/09	Ε 100%ΕΤ	3,32		
(162)	Ε 80%ΕΤ	3,17		

\* Ημερομηνία μέτρησης

\*\* Ημέρες από την σπορά



**Πίνακας 6.2** Μέσοι όροι και Τυπική απόκλιση (SD) του ΔΦΕ των τρεις μεταχειρίσεων στο σύνολο των μετρήσεων.

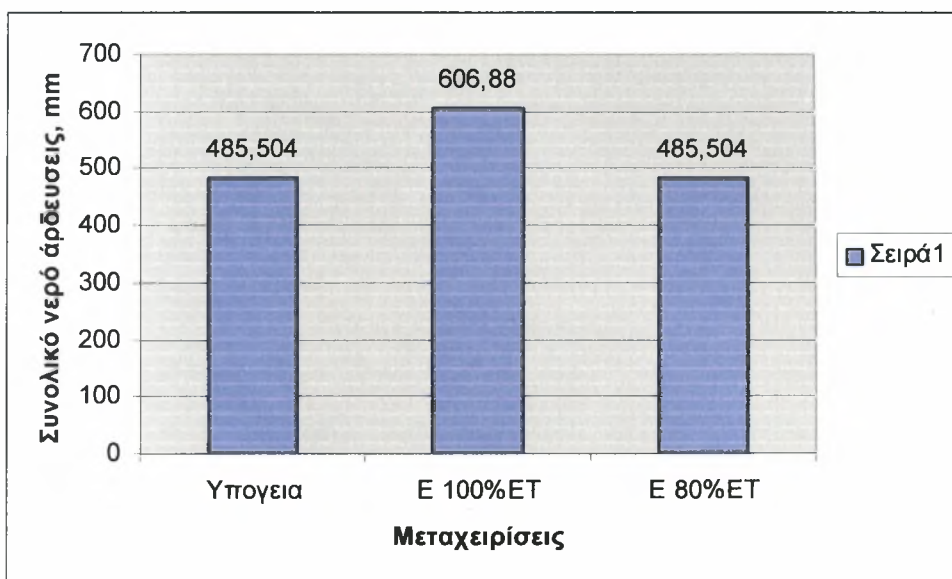
<b>Μεταχείριση</b>	<b>Μέσος όρος</b>	<b>SD</b>
Υπόγεια	3,054	0,832
E 100%ET	3,814	0,959
E 80%ET	3,721	0,839

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 είχε εφαρμοσθεί επιφανειακά, προφανώς, δεν κατέστη διαθέσιμο για την καλλιέργεια σε ποσοστό ανάλογο με το ποσοστό διαθεσιμότητάς του σε αυτές τουλάχιστον κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών. Πιθανόν, η χορήγηση μέρους του αζωτούχου λιπάσματος μέσω του συστήματος στάγδην άρδευσης στην υπόγεια μεταχείριση, θα έδινε την δυνατότητα καλύτερης εκμετάλλευσής 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 ζαχαροτεύτλου 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 στον ζαχαρικό τίτλο των ριζών. Όλα αυτά όμως είναι υποθέσεις που απαιτούν ανάλογη μελέτη για να επιβεβαιωθεί ή όχι η ορθότητά τους.

#### 6.4 Εξοικονόμηση νερού.

Η συνολική ποσότητα νερού που χορηγήθηκε μέσω άρδευσης είναι 606,88mm στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν το 100% των υπολογιζόμενων καθαρών αναγκών 485,504mm στις μεταχειρίσεις που δέχθηκαν το 80% των καθαρών αναγκών καθώς και στην μεταχείριση της υπόγειας στάγδην άρδευσης (Σχ. 6.5). Ένα επιπλέον ποσό ύδατος 66,39mm δέχθηκε η καλλιέργεια από βροχόπτωση κατά την διάρκεια της αρδευτικής περιόδου (2<sup>ο</sup> 15ήμερο Ιουνίου – τέλη Σεπτεμβρίου), το ωφέλιμο ύψος της οποίας ήταν 53,112mm.



Σχήμα 6.5 Σύνολο νερού που εφαρμόστηκε με στάγδην άρδευση για κάθε μεταχείριση

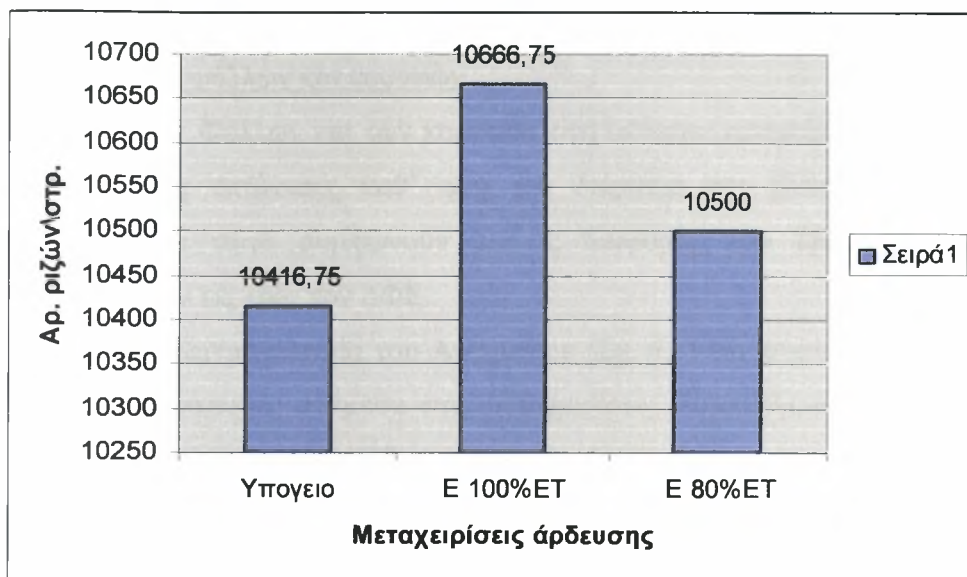
Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις εκτιμήσεις που δίνει η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, με βάση την μελέτη πειραματικών αποτελεσμάτων, για τις συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό κατά την διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου. Σύμφωνα με αυτά, οι συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό 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 περίπου ±10% (EBZ ΑΕ, 1997).

Επίσης, ο Analogides, (1993), καθώς και ο Morillo-Velarde, (2001), αναφέρουν ότι στην λεκάνη της Μεσογείου, κατά τους θερινούς μήνες, απαιτείται εφαρμογή ύδατος στην καλλιέργεια ζαχαροτεύλων μέχρι και 800 mm για να αντισταθμιστούν οι απώλειες που οφείλονται στην εξάτμιση.

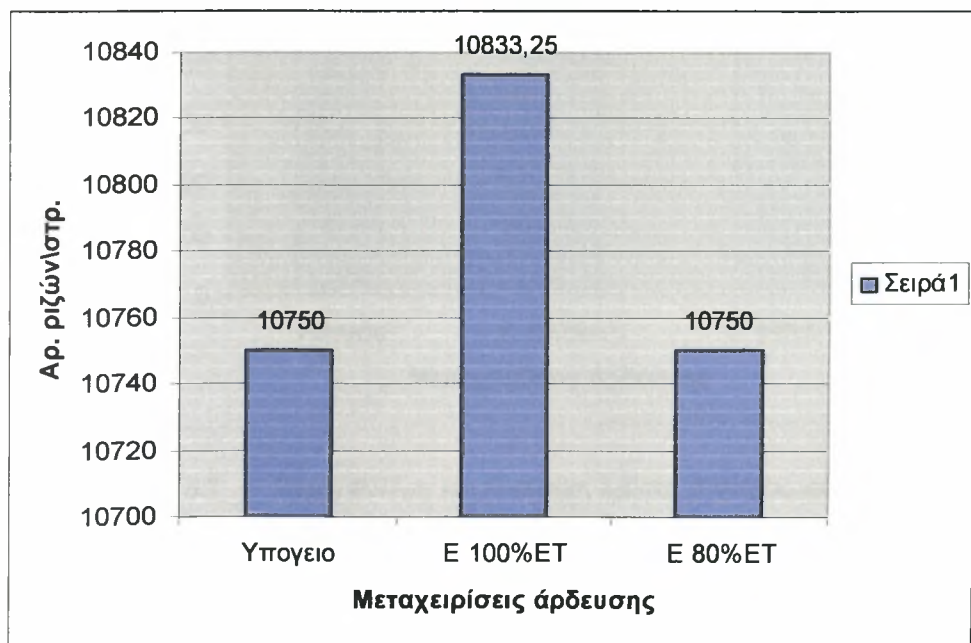
## 6.5 Αποτελέσματα δειγματοληψιών

### 6.5.1 Αριθμός ριζών

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



Σχήμα 6.5 Αριθμός ριζών/στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία.



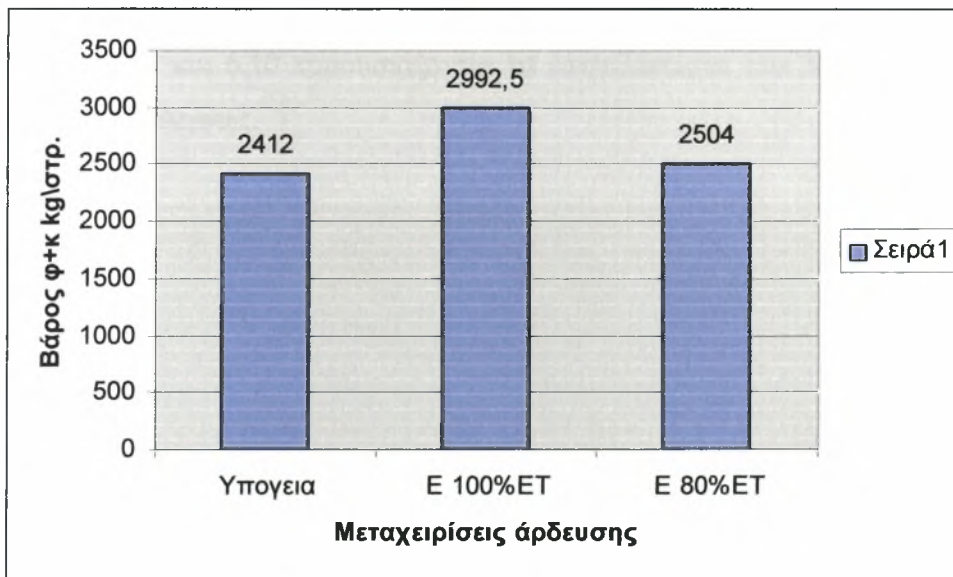
Σχήμα 6.6 Αριθμός ριζών / στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.

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

#### 6.5.2 Βάρος φύλλων και κορυφών

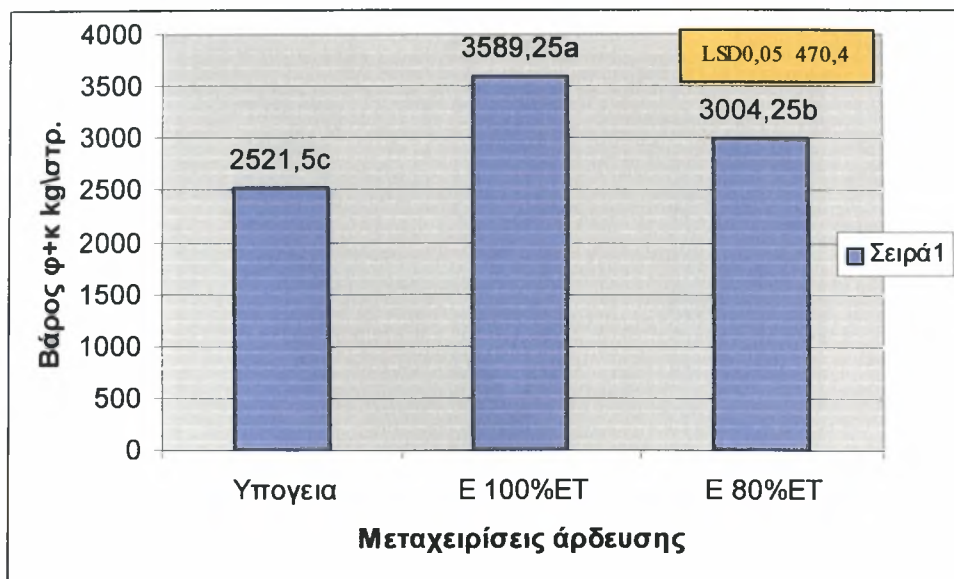
Το βάρος των Φύλλων και των κορυφών στη υπόγεια μεταχείριση ήταν χαμηλότερο από όλες τις υπόλοιπες καθ' όλη την διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τις διαφορές που βρέθηκαν μεταξύ των μεταχειρίσεων ως προς τον ΔΦΕ.

Στην δειγματοληψία του Αυγούστου (Σχ. 6.7) δεν σημειώνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές ανάμεσα στις μεταχειρίσεις. Εμφανίζεται μια μικρή υπεροχή της μεταχείρισης E 100%ET η οποία όμως, γίνεται στατιστικώς σημαντική στη δεύτερη δειγματοληψία, τον Οκτώβριο (Σχ. 6.8).



Σχήμα 6.7 Βάρος Φύλλων και Κορυφών, Kg/στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία..



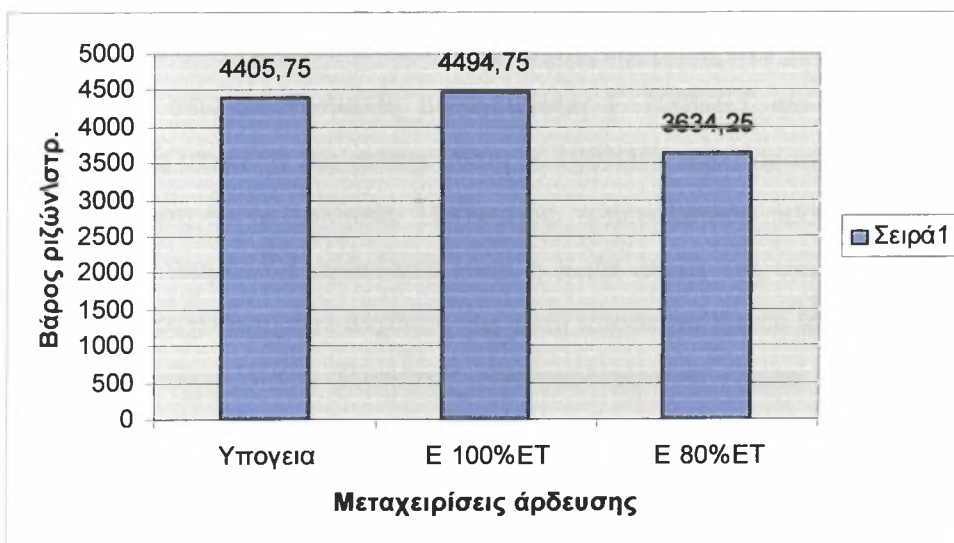


**Σχήμα 6.8** Βάρος Φύλλων και Κορυφών, Kg/στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία..

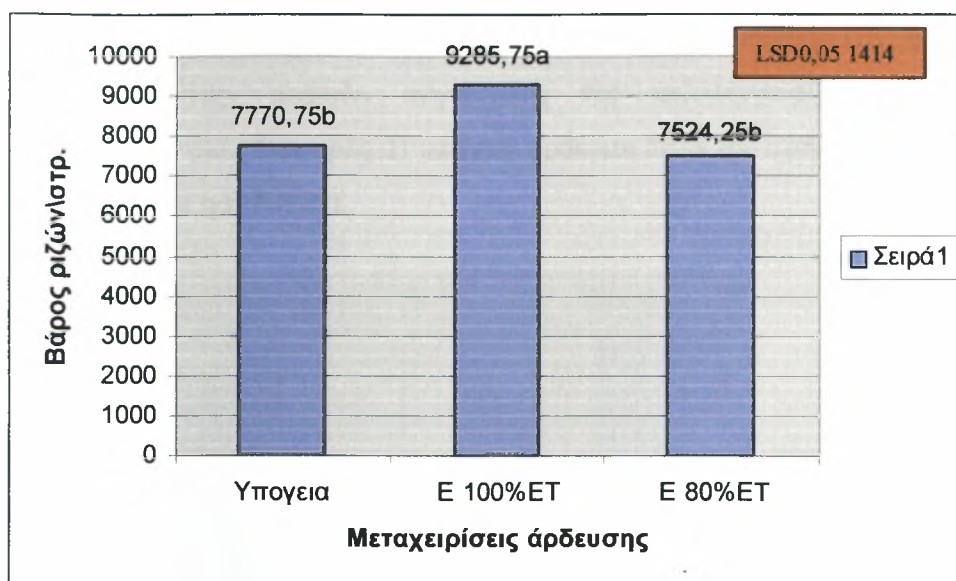
Η σύγκριση των δύο επιφανειακών μεταχειρίσεων E 100%ET και E 80%ET δίνει υπεροχή στην πρώτη, όχι όμως στατιστικά σημαντική.

### 6.5.3 Βάρος ριζών

Στα Σχήματα 6.9 και 6.10 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του βάρους ριζών/στρ. στις δύο δειγματοληψίες.



**Σχήμα 6.9** Βάρος ριζών, Kg / στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία..



**Σχήμα 6.10** Βάρος ριζών, Kg / στρ. στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία.

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

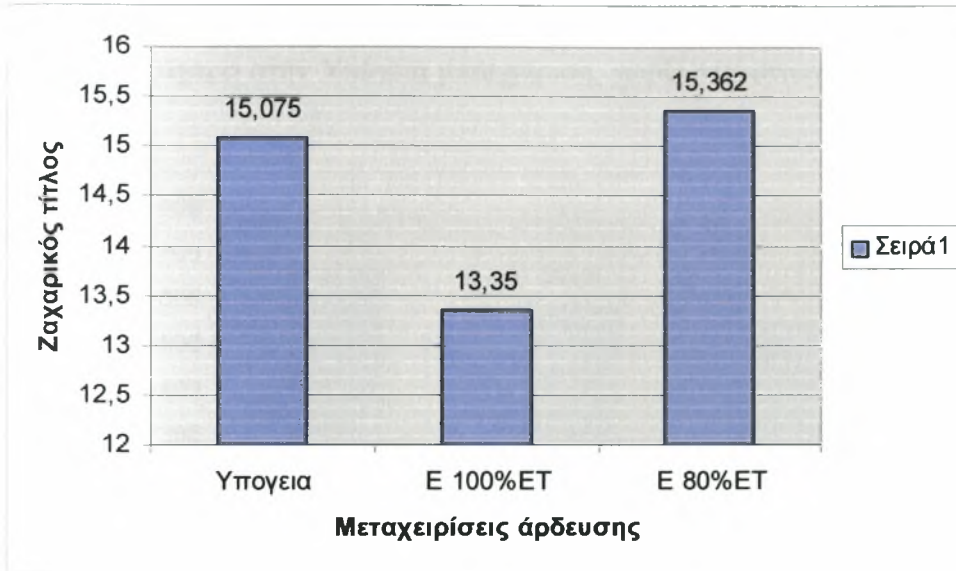
Οι Märlander et al., (2003), αναφέρουν ότι σύμφωνα με τους Kenter και Hoffman (2002), κατά την διάρκεια του πρώτου μισού διαστήματος της βλαστικής περιόδου η αύξηση της ρίζας εξαρτάται από τον ΔΦΕ, ενώ δεν υπάρχει σχεδόν καμία σχέση μεταξύ του ΔΦΕ και του ποσοστού αύξησης της ρίζας στο μετέπειτα διάστημα.

Ανάμεσα στις επιφανειακές μεταχειρίσεις E 100%ET και E 80%ET, είναι χαρακτηριστική η υπεροχή της μεταχείρισης E 100%ET αλλά με σημαντική διαφορά μόνο στην 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.

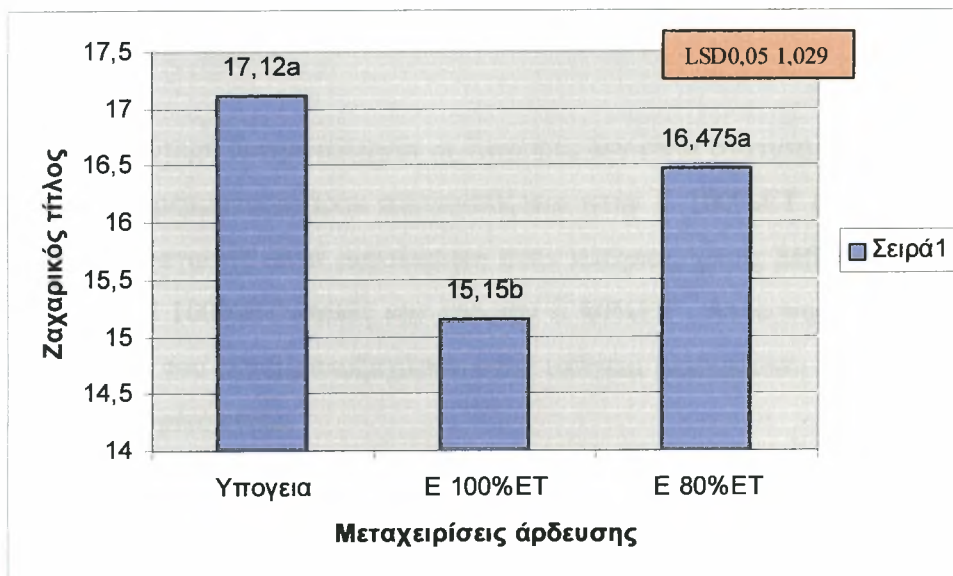
#### 6.5.4 Ζαχαρικός τίτλος

Και στις δύο δειγματοληψίες φαίνεται καθαρά η υπεροχή ως προς τον 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. 6.11) η διαφορά δεν ήταν στατιστικώς σημαντική, στην δεύτερη (Σχ. 6.12) που αντιστοιχεί και στην περίοδο συγκομιδής της καλλιέργειας, σημειώνονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Η υπόγεια άρδευση δίνει τον υψηλότερο ζαχαρικό τίτλο και ακολουθεί η Ε 80%ΕΤ.



Σχήμα 6.11 Ζαχαρικός τίτλος στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία..

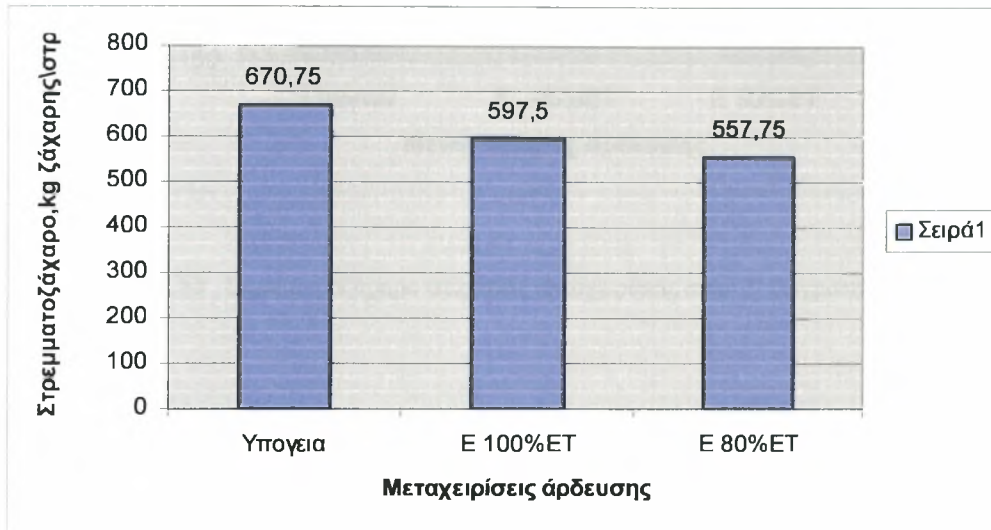


Σχήμα 6.12 Ζαχαρικός τίτλος στις τρεις μεταχειρίσεις άρδευσης στην 2<sup>η</sup> δειγματοληψία..

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

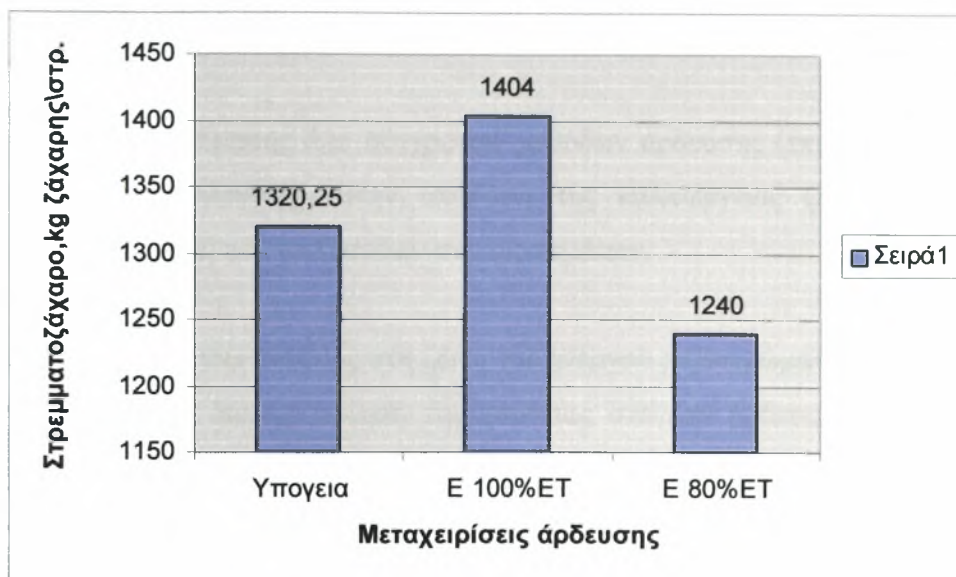
#### 6.5.5 Στρεμματοζάχαρο

Στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία, στα μέσα Αυγούστου, παρατηρείται μεγαλύτερο στρεμματοζάχαρο στην Υπόγεια μεταχείριση, χωρίς στατιστικώς σημαντική διαφορά (Σχ. 6.13).



Σχήμα 6.13 Στρεμματοζάχαρο στις τρεις μεταχειρίσεις στην 1<sup>η</sup> δειγματοληψία.

Και στη δεύτερη δειγματοληψία οι διαφορές δεν είναι στατιστικά σημαντικές. Η υπεροχή του στρεμματοζαχάρου 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 στρεμματοζαχάρου στην υπόγεια μεταχείριση έχει επιτευχθεί με υψηλότερο ζαχαρικό τίτλο.



**Σχήμα 6.14** 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 επιτεύχθηκε 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 E100%ET να μας δίνει και στις δύο δειγματοληψίες σχετικά μεγαλύτερο στρεμματοζάχαρο εν' τούτις η χρηματικές απολαβές του παραγωγού θα είναι μεγαλύτερες από την υπόγεια και από την E80%ET μεταχείριση μιας και η χρηματική τιμή διαμορφώνεται ανάλογα με την τιμή του ζαχαρικού τίτλου.



## 7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διερεύνηση της επίδρασης δύο 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 η καλλιέργεια να μη βρεθεί ποτέ σε κατάσταση υδατικής καταπόνησης. Παράλληλα, η διατήρηση ξηρής επιφανείας 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 που επιτεύχθηκε στην υπόγεια μεταχείριση, ήταν σημαντικά υψηλότερος σε σχέση με τη μεταχείριση E 100%ET, καθώς επίσης και της E80%ET, με αποτέλεσμα η παραγωγή στρεμματοζαχάρου να είναι τελικά στα ίδια επίπεδα ανάμεσα σε αυτές τις δύο μεθόδους.
4. Η χρηματική αξία της παραγωγής βρέθηκε να είναι ελάχιστα μεγαλύτερη υπέρ της υπόγειας και να 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.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 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, Θεσσαλονίκη, σ. 199-206.
- Alam, M., Cringan, S. and Wendell, N. (1999). *Oligochaete Worms Invade SDI System?* Also available in <http://www.oznet.ksu.edu/sdi/Reports/document.htm>
- Al-Omran, M. A., Sheta, S. A., Falatah, M. A. and Al-Harbi, R. A. (2004). Effect of drip irrigation on squash (*Cucurbita pepo*) yield and water-use efficiency in sandy calcareous soils amended with clay deposits. *Agricultural Water Management*. Άρθρο υπό εκτύπωση.
- Analogides, D. A., (1993). *Estimating sugar beet irrigation requirements on the basis of climatic parameters in Greece: results and conclusions from a 6-year experimental study (1980—85)*. In: Anonymous (eds), *Proceedings of the 56th IIRB Congress, Brussels*, pp. 259—269. International Institute for Beet Research, Brussels.
- ASAE (1996). ASAE Standards, 43<sup>rd</sup> Ed. *Soil and Water Terminology*.
- Ayars, J. E., Phene, J. C., Hutmacher, B. R., Davis, R. K., Schoneman, A. R., Vail, S. S. and Mead, M. R. (1999). *Subsurface drip irrigation of row crops: a review of 15 years of research at the Water Management Research Laboratory*. *Agricultural Water Management*. 42 (1), pp 1-27.
- Bell, A. A., Liu, L., Reidy, B., Davis, M. R. and Subbarao, V. K. (1998). *Mechanism of Subsurface Drip Irrigation-Mediated Suppression of Lettuce Drop Caused by Sclerotinia minor*. *Phytopathology*, 1998.
- 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> Πανελληνίου 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 & Hall, London, UK.
- Dunham, J. R.** (1993). *Water use and irrigation*. In The Sugar Beet Crop, pp. 279 - 309. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman & 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.
- Εθνική Στατιστική Υπηρεσία**, 2000. Απογραφή Γεωργίας/Κτηνοτροφίας.
- Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε.**, (2000). *Άρδευση με σταγόνες: Διατάξεις σταλακτηφόρων αγωγών–σταλακτήρων*. Αποτελέσματα ερευνητικού έργου έτους 2000, σελ. 295 – 303.
- EBZ ΑΕ** (1997). *Το πότισμα των ζαχαροτεύτλων*, σελ. 24.
- EBZ ΑΕ** (2001α). *Η λίπανση των ζαχαροτεύτλων*, σελ. 8.
- EBZ ΑΕ** (2001β). *Ανοιξιιάτικη προετοιμασία χωραφιού και σπορά τεύτλων*, σελ. 8.
- EBZ ΑΕ** (2001γ). *Ζιζανιοκτονία ζαχαροτεύτλων*, σελ.16.
- EBZ ΑΕ** (2001δ). *Έντομα ζαχαροτεύτλων*, σελ.20.
- EBZ ΑΕ** (2001ε). *Ριζομανία των τεύτλων*, σελ. 4.
- EBZ ΑΕ** (2001στ). *Συγκομιδή τεύτλων*, σελ. 8.
- EBZ ΑΕ** (2002α). *Κερκόσπορα των ζαχαροτεύτλων*, σελ. 4.
- EBZ ΑΕ** (2002β). *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 and Tech. 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**, pp 139-157.
- Hanson, B. and May, D. (2004).** Effect of subsurface drip irrigation on processing tomato yield, water table depth, soil salinity, and profitability. Agricultural 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 ζαχαροτευτλων. Ο Σύμβουλος. Τεύχος 3, σ. 15-18.
- Κλαβανίδης, Ι. 1979.** Το ερευνητικό πρόγραμμα στα ζαχαρότευτλα. Το ερευνητικό έργο του Ινστιτούτου Βάμβακος και βιομηχανικών φυτών. Σίνδος.
- Lamm, F., Trooien, T., Clark, G., Rogers, D. and Alam, M. (1997).** *SDI and Electrotechnologies.* Presented at the EPRI-Agricultural Technology Alliance semi-annual meeting, May 28-30, Boise, Idaho.
- Lamm, R. F., Schlegel, J. A. and Clark, A. G. (1997).** *Optimum nitrogen fertigation for corn using SDI.* A condensation of ASAE Paper No. 972174, *Nitrogen Fertigation for Corn Using SDI: A BMP*, first presented at the ASAE International Meeting, August 10-14, Minneapolis, Minnesota.
- Lamm, R. F., 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. D., Barnes, J. S., Matthews, J., Grabow, L. G., Griffin, J. W., Jack, Jr., Bailey, 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 Αγροτεχνική Α.Ε., σελ. 319.
- Neibling, W. H. and Gallian, J. J.** (1997). *Irrigation Water Management in Sugarbeet Production*. Presented at Sugarbeet Schools on January 27-31, 1997. Also available in <http://www.uidaho.edu/sugarbeet/irrig/irrigbeet.htm>
- Ντιούδης, Π., Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν. και Νούσιος, Γ.** (2000). *Διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων*. 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., Μασλάρης, Ν. και Νούσιος, Γ.** (2003). *Διαφορετικές διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων*. Πρακτικά 9<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 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*. Proceedings of the 5<sup>th</sup> International Microirrigation Congress, April 2-6, Orlando, Florida, pp. 155-167.
- Phene, J. C.** (1999). *Subsurface drip irrigation. Part I: Why and How?* Irrigation Journal. April (01).
- Παπακώστα – Τασοπούλου, Βιομηχανικά φυτά**. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία. Θεσσαλονίκη 2002.
- Πεσεξίδης, Σ.** (1982). *Φυσιολογία των Αγροτικών Φυτών : η φυσιολογία του ζαχαρότευτλου*. Θεσσαλονίκη, σελ. 498.
- Roberts, J.** *Drip Technology*. American society for plasticulture. Also available in [www.plasticulture.org/history\\_drip\\_technology.htm](http://www.plasticulture.org/history_drip_technology.htm)



- Rogers, H. D., Lamm, R. F. and Alam, M. (2003). *SDI Water quality assessment guidelines*. Also available in [www.oznet.ksu/sdi/Reports/2003](http://www.oznet.ksu/sdi/Reports/2003).
- Sakellariou-Maktantonaki, 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-Maktantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P. and Kapetanios, B. (2002). *Water saving using modern irrigation methods*. Hydorama 2002, pp 96-102.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. (1993). *Άρδευση με σταγόνα. Άρδευση με αυλάκια*. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Βόλος.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Μασλάρης, Ν., Καλφούντζος, Δ. και Γούλας, Χ. (1998). *Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια ζαχαρότευτλων*. Πρακτικά 1<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρείας 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 ζαχαρότευτλων*. Πρακτικά 2<sup>ου</sup> Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 157-164.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ. Δαναλάτος, Ν. Βουλτσάνης Π. και Νάκος, Ν. (2003). *Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην κεντρική Ελλάδα*. 9<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). *Άρδευση πρασίνου με επεξεργασμένα υγρά αστικά απόβλητα*. Πρακτικά 3<sup>ου</sup> Πανελληνίου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 29-31 Μαΐου, Θεσσαλονίκη, σελ. 265-272.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Βαρδούλη, Β., Βύρλας, Π., Κολιού, Α. και Παπανίκος, Ν. (2004). *Επαναχρησιμοποίηση υγρών αστικών αποβλήτων για άρδευση πρασίνου*. Πρακτικά 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 & 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*. The Journal of

**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. Θεσσαλονικη.

**Σφήκας, Α. Γ.** 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ. Βιομηχανικά φυτά. Θεσσαλονικη.

**Trooien P. T., Lamm, R. F., Stone, R. L., Alam, M., Rogers, H. D., Clark, A. G. and Shclegel, J. A.** (1999). *Testing subsurface drip irrigation laterals with lagoon wastewater*. Presented to the Irrigation Association International Irrigation Show, Orlando, Florida, USA, 7-9 November.

**Τερζίδης, Α. Γ. και Παπαζαφειρίου, Γ. Ζ.** (1997). *Γεωργική υδραυλική*. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη, σελ. 227.

**Tsialtas, T. J., Kassioumi, T. M. and Veresoglou, S. D.** (2001). *N-niche spatiotemporal differentiation, <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 the 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 μηχανήμα προετοιμασίας. Σπορά των ζαχαρότευτλων. Προφυτρωτική ζιζανιοκτονία με τις ζιζανιοκτόνες ουσίες *ethofumesate* (ETOFUMESATE-ALFA 50 SC) και *metolachlor* (ΝΤΟΥΑΛ 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 εξατμισμέτρου 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 ωίδιο 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 εμβοδομέτρησης 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 ωίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της EBZ ΑΕ 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 οίδιο από ψεκαστικό συνεργείο της E.B.Z. A.E. 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, E 100%ET και E 80%ET.
- **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.



## **II ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ**

### **Συμβολισμοί μεταχειρίσεων**

- 1 υπόγεια στάγδην με δόση 80% της ET (*Υπόγεια*)
- 2 επιφανειακή στάγδην άρδευση με δόση 100% της ET (*E 100%ET*)
- 3 επιφανειακή στάγδην άρδευση με δόση 80% της ET (*E 80%ET*)
- 4 επιφανειακή στάγδην άρδευση με δόση 100% της ET και εύρος όπως η καλλιεργητική τεχνική (*EKT 100%ET*)
- 5 επιφανειακή στάγδην άρδευση με δόση 80% της ET και εύρος όπως η καλλιεργητική τεχνική (*EKT 80%ET*)

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ΓΙΑ ΤΟΝ ΔΕΙΚΤΗ ΦΥΛΛΙΚΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ  
(LAI)

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:

One Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 12.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (Var 2: REPLIC) with values from 1 to 4

Factor A (Var 1: METAX) with values from 1 to 3

1<sup>η</sup> Μέτρηση: 25/06

Grand Mean = 3.625    Grand Sum = 43.500    Total Count = 12

T A B L E    O F    M E A N S

2	1	3	Total
1	*	3.300	9.900
2	*	3.467	10.400
3	*	3.800	11.400
4	*	3.933	11.800
*	1	2.800	11.200
*	2	3.950	15.800
*	3	4.125	16.500

A N A L Y S I S    O F    V A R I A N C E    T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	
Prob				Value	
1	Replication	3	0.769	0.256	2.8055
0.1306					
2	Factor A	2	4.145	2.073	22.6778
0.0016					
-3	Error	6	0.548	0.091	
	Total	11	5.463		

Coefficient of Variation: 8.34%

s<sub>y</sub> for means group 1: 0.1745      Number of Observations: 3

s<sub>y</sub> for means group 2: 0.1512      Number of Observations: 4

RANGE□

Error Mean Square = 0.09100

Error Degrees of Freedom = 6

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 0.5219      at alpha = 0.050

□

Original Order

Ranked Order

Mean	1 =	2.800	B	Mean	3 =	4.125	A
Mean	2 =	3.950	A	Mean	2 =	3.950	A
Mean	3 =	4.125	A	Mean	1 =	2.800	B

=====

=====

2<sup>η</sup> Μέτρηση: 10/07

Grand Mean = 3.417    Grand Sum = 41.000    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	4	Total
1	*	2.967	8.900
2	*	3.167	9.500
3	*	3.667	11.000
4	*	3.867	11.600
*	1	2.625	10.500
*	2	3.650	14.600
*	3	3.975	15.900

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F
Value	Source	Freedom	Squares	Square
Prob				Value

1	Replication	3	1.590	0.530	5.5304
0.0367					
2	Factor A	2	3.972	1.986	20.7217
0.0020					
-3	Error	6	0.575	0.096	
-----					
	Total	11	6.137		
-----					

Coefficient of Variation: 9.06%

s<sub>y</sub> for means group 1: 0.1787      Number of Observations: 3

s<sub>y</sub> for means group 2: 0.1548      Number of Observations: 4

RANGE□

Error Mean Square = 0.09600

Error Degrees of Freedom = 6

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 0.5361      at alpha = 0.050

□

Original Order

Ranked Order

Mean	1 =	2.625	B	Mean	3 =	3.975	A
Mean	2 =	3.650	A	Mean	2 =	3.650	A
Mean	3 =	3.975	A	Mean	1 =	2.625	B

=====



3<sup>η</sup> Μέτρηση: 24/07

Grand Mean = 4.083    Grand Sum = 49.000    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	5	Total
1	*	3.733	11.200
2	*	4.067	12.200
3	*	3.800	11.400
4	*	4.733	14.200
*	1	3.475	13.900
*	2	4.250	17.000
*	3	4.525	18.100

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	
Prob				Value	
1	Replication	3	1.877	0.626	0.5371
2	Factor A	2	2.372	1.186	1.0181
0.4162					
-3	Error	6	6.988	1.165	
	Total	11	11.237		

Coefficient of Variation: 26.43%

s<sub>y</sub> for means group 1: 0.6231      Number of Observations: 3

s<sub>y</sub> for means group 2: 0.5396      Number of Observations: 4

=====

**4<sup>η</sup> Μέτρηση: 11/08**

Grand Mean = 4.042    Grand Sum = 48.500    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	6	Total
1	*	4.067	12.200
2	*	4.567	13.700
3	*	3.567	10.700
4	*	3.967	11.900
*	1	3.750	15.000
*	2	4.225	16.900
*	3	4.150	16.600

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F
Value	Source	Freedom	Squares	Square
Prob				Value
-----				
-----				

1	Replication	3	1.523	0.508	0.4004
2	Factor A	2	0.522	0.261	0.2058
-3	Error	6	7.605	1.268	

-----  
-----  
Total                    11                    9.649  
-----  
-----

Coefficient of Variation: 27.86%

s\_ for means group 1:        0.6500                    Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2:        0.5629                    Number of Observations: 4  
y

=====  
=====

**5<sup>η</sup> Μέτρηση: 26/08**

Grand Mean = 3.575    Grand Sum = 42.900    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	7	Total
1	*	3.033	9.100
2	*	2.800	8.400
3	*	3.933	11.800
4	*	4.533	13.600
-----			
*	1	3.025	12.100
*	2	4.225	16.900



6<sup>η</sup> Μέτρηση: 11/09

Grand Mean = 2.808    Grand Sum = 33.700    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	8	Total
1	*	3.000	9.000
2	*	2.433	7.300
3	*	3.467	10.400
4	*	2.333	7.000
*	1	2.725	10.900
*	2	3.075	12.300
*	3	2.625	10.500

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	
Prob				Value	
1	Replication	3	2.509	0.836	4.0689
0.0679					
2	Factor A	2	0.447	0.223	1.0865
0.3957					
-3	Error	6	1.233	0.206	



-----  
 Total                    11                    4.189  
 -----  
 -----

Coefficient of Variation: 16.14%

s\_ for means group 1:      0.2618                    Number of Observations: 3  
 y

s\_ for means group 2:      0.2267                    Number of Observations: 4  
 y

=====  
 =====  
**7<sup>η</sup> Μέτρηση: 26/09**

Grand Mean = 3.158    Grand Sum = 37.900    Total Count = 12

T A B L E    O F    M E A N S

2	1	9	Total
1	*	3.200	9.600
2	*	2.733	8.200
3	*	3.767	11.300
4	*	2.933	8.800
*	1	2.975	11.900
*	2	3.325	13.300
*	3	3.175	12.700

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.2812	Replication	3	1.809	0.603	1.6201
2	Factor A	2	0.247	0.123	0.3313
-3	Error	6	2.233	0.372	
	Total	11	4.289		

Coefficient of Variation: 19.32%

s\_ for means group 1:      0.3522      Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2:      0.3051      Number of Observations: 4  
y

III ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ  
ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΩΝ

Στατιστική ανάλυση 1<sup>ης</sup> Δειγματοληψίας

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:

One Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 12.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (Var 2: replic) with values from 1 to 4

Factor A (Var 1: metax) with values from 1 to 3

*Αριθμός ριζών ανά στρέμμα*

Grand Mean = 10527.833    Grand Sum = 126334.000    Total Count =

12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	3	Total
1	*	10555.667	31667.000
2	*	10444.333	31333.000
3	*	10555.667	31667.000
4	*	10555.667	31667.000
*	1	10416.750	41667.000
*	2	10666.750	42667.000
*	3	10500.000	42000.000

-----

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	27889.000	9296.333	0.0324
2	Factor A	2	129648.167	64824.083	0.2258
-3	Error	6	1722278.500	287046.417	
Total		11	1879815.667		

Coefficient of Variation: 5.09%

s\_ for means group 1:    309.3253            Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2:    267.8836            Number of Observations: 4  
y

=====

=====

*Βάρος Φύλλων και Κορυφών ανά στρέμμα*

Grand Mean = 2636.167    Grand Sum = 31634.000    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	4	Total
1	*	2543.333	7630.000
2	*	2574.333	7723.000
3	*	2966.667	8900.000
4	*	2460.333	7381.000
*	1	2412.000	9648.000
*	2	2992.500	11970.000
*	3	2504.000	10016.000

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	457767.000	152589.000	0.6256
2	Factor A	2	778768.667	389384.333	1.5966
-3	Error	6	1463338.000	243889.667	
	Total	11	2699873.667		

Coefficient of Variation: 18.73%

s\_ for means group 1:    285.1255            Number of Observations: 3



y

s\_ for means group 2: 246.9259 Number of Observations: 4

y

=====  
=====

**Βάρος ριζών ανά στρέμμα**

Grand Mean = 4178.250 Grand Sum = 50139.000 Total Count = 12

T A B L E O F M E A N S

2	1	5	Total
1	*	3827.667	11483.000
2	*	4374.333	13123.000
3	*	4606.667	13820.000
4	*	3904.333	11713.000
*	1	4405.750	17623.000
*	2	4494.750	17979.000
*	3	3634.250	14537.000

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F
Value	Source	Freedom	Squares	Square
Prob				Value

1	Replication	3	1259785.583	419928.528	0.8921
2	Factor A	2	1791458.000	895729.000	1.9029
0.2291					
-3	Error	6	2824242.667	470707.111	
-----					
	Total	11	5875486.250		

Coefficient of Variation: 16.42%

s\_ for means group 1: 396.1090      Number of Observations: 3  
 Y

s\_ for means group 2: 343.0405      Number of Observations: 4  
 Y

=====

**Ζαχαρικός τίτλος**

Grand Mean = 14.596      Grand Sum = 175.150      Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	6	Total
1	*	14.117	42.350
2	*	14.217	42.650
3	*	15.300	45.900

4	*	14.750	44.250
* 1		15.075	60.300
* 2		13.350	53.400
* 3		15.362	61.450

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	2.679	0.893	0.4160
2	Factor A	2	9.478	4.739	2.2075
-3	Error	6	12.880	2.147	
Total		11	25.037		

Coefficient of Variation: 10.04%

s\_ for means group 1:      0.8459      Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2:      0.7326      Number of Observations: 4  
y

Στρεπματοζάχαρο

Grand Mean = 608.667    Grand Sum = 7304.000    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	7	Total
1	*	535.667	1607.000
2	*	618.333	1855.000
3	*	702.667	2108.000
4	*	578.000	1734.000
*	1	670.750	2683.000
*	2	597.500	2390.000
*	3	557.750	2231.000

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	
Prob				Value	
1	Replication	3	45596.667	15198.889	1.0804
0.4258					
2	Factor A	2	26286.167	13143.083	0.9343
-3	Error	6	84407.833	14067.972	
	Total	11	156290.667		

Coefficient of Variation: 19.49%

s\_ for means group 1: 68.4786      Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2: 59.3042      Number of Observations: 4  
y

## ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ 2<sup>ης</sup> ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑΣ

Function: FACTOR

Experiment Model Number 7:

One Factor Randomized Complete Block Design

Data case no. 1 to 12.

Factorial ANOVA for the factors:

Replication (Var 2: REPLIC) with values from 1 to 4

Factor A (Var 1: METAX) with values from 1 to 3

### *Αριθμός ριζών ανά στρέμμα*

Grand Mean = 10777.750    Grand Sum = 129333.000    Total Count =

12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	3	Total
1	*	10333.333	31000.000
2	*	11000.000	33000.000
3	*	11000.000	33000.000
4	*	10777.667	32333.000
*	1	10750.000	43000.000
*	2	10833.250	43333.000
*	3	10750.000	43000.000



ANALYSIS OF VARIANCE TABLE

K Value Prob	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1 0.2334	Replication	3	888888.917	296296.306	1.8830
2	Factor A	2	18481.500	9240.750	0.0587
-3	Error	6	944111.833	157351.972	
	Total	11	1851482.250		

Coefficient of Variation: 3.68%

s<sub>y</sub> for means group 1: 229.0211      Number of Observations: 3

s<sub>y</sub> for means group 2: 198.3381      Number of Observations: 4

**Βάρος Φύλλων και Κορυφών ανά στρέμμα**

Grand Mean = 3038.333      Grand Sum = 36460.000      Total Count = 12

T A B L E O F M E A N S

2	1	4	Total
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
1	*	3269.000	9807.000
2	*	2710.000	8130.000
3	*	3222.333	9667.000
4	*	2952.000	8856.000
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			
*	1	2521.500	10086.000
*	2	3589.250	14357.000
*	3	3004.250	12017.000
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>			

A N A L Y S I S O F V A R I A N C E T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F
Value	Source	Freedom	Square	Value
Prob				
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
1	Replication	3	606958.000	202319.333
0.1359				2.7367
2	Factor A	2	2287150.167	1143575.083
0.0043				15.4686
-3	Error	6	443572.500	73928.750
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				
	Total	11	3337680.667	
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>				

Coefficient of Variation: 8.95%

s\_ for means group 1: 156.9806

Number of Observations: 3

y

s\_ for means group 2: 135.9492      Number of Observations: 4

y

RANGE□

Error Mean Square = 73930.

Error Degrees of Freedom = 6

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 470.4      at alpha = 0.050

□

Original Order		Ranked Order	
Mean 1 =	2522. C	Mean 2 =	3589. A
Mean 2 =	3589. A	Mean 3 =	3004. B
Mean 3 =	3004. B	Mean 1 =	2522. C

=====

=====

**Βάρος ριζών ανά στρέμμα**

Grand Mean = 8193.583      Grand Sum = 98323.000      Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	5	Total
1	*	8309.000	24927.000
2	*	7909.000	23727.000
3	*	8542.000	25626.000

4	*	8014.333	24043.000
*	1	7770.750	31083.000
*	2	9285.750	37143.000
*	3	7524.250	30097.000

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K Value	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	743500.250	247833.417	0.3709
2	Factor A	2	7278492.667	3639246.333	5.4463
-3	Error	6	4009214.000	668202.333	
	Total	11	12031206.917		

Coefficient of Variation: 9.98%

s\_ for means group 1: 471.9471      Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2: 408.7182      Number of Observations: 4  
y

RANGE□

Error Mean Square = 6.682e+005

Error Degrees of Freedom = 6

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 1414. at alpha = 0.050

□

Original Order		Ranked Order	
Mean 1 =	7771. B	Mean 2 =	9286. A
Mean 2 =	9286. A	Mean 1 =	7771. B
Mean 3 =	7524. B	Mean 3 =	7524. B

=====

=====

**Ζαχαρικός Τίτλος**

Grand Mean = 16.212    Grand Sum = 194.550    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	6	Total
1	*	16.050	48.150
2	*	16.117	48.350
3	*	16.417	49.250
4	*	16.267	48.800
*	1	17.012	68.050
*	2	15.150	60.600
*	3	16.475	65.900

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Source	Degrees of Freedom	Sum of Squares	Mean Square	F Value
1	Replication	3	0.241	0.080	0.2266
2	Factor A	2	7.351	3.676	10.3843
0.0113					
-3	Error	6	2.124	0.354	
	Total	11	9.716		

Coefficient of Variation: 3.67%

s<sub>y</sub> for means group 1: 0.3435      Number of Observations: 3

s<sub>y</sub> for means group 2: 0.2975      Number of Observations: 4

RANGE□

Error Mean Square = 0.3540

Error Degrees of Freedom = 6

No. of observations to calculate a mean = 4

Least Significant Difference Test

LSD value = 1.029      at alpha = 0.050

□

Original Order

Ranked Order

Mean 1 = 17.01 A      Mean 1 = 17.01 A



Mean 2 = 15.15 B    Mean 3 = 16.48 A  
 Mean 3 = 16.48 A    Mean 2 = 15.15 B

=====

**Στρεμματοζάχαρο**

Grand Mean = 1321.417    Grand Sum = 15857.000    Total Count = 12

T A B L E   O F   M E A N S

2	1	7	Total
1	*	1314.667	3944.000
2	*	1270.333	3811.000
3	*	1398.667	4196.000
4	*	1302.000	3906.000
*	1	1320.250	5281.000
*	2	1404.000	5616.000
*	3	1240.000	4960.000

A N A L Y S I S   O F   V A R I A N C E   T A B L E

K	Degrees of	Sum of	Mean	F	
Value	Source	Freedom	Squares	Square	
Prob				Value	
1	Replication	3	26998.917	8999.639	0.8232

2	Factor A	2	53800.167	26900.083	2.4605
0.1658					
-3	Error	6	65595.833	10932.639	
-----					
	Total	11	146394.917		
-----					
-----					

Coefficient of Variation: 7.91%

s\_ for means group 1: 60.3673      Number of Observations: 3  
y

s\_ for means group 2: 52.2796      Number of Observations: 4  
y

#### IV. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

(του πειραματικού αγρού και διάφορων εργασιών που πραγματοποιήθηκαν σε αυτόν)



Πειραματικός αγρός



Προετοιμασία πειραματικού αγρού για σπορά



Σπορά πειραματικού αγρού



Προφυτρωτική ζιζανιοκτονία



Η καλλιέργεια στα πρώτα στάδια ανάπτυξης



Τοποθέτηση αισθητήρων υγρασίας





Μέτρηση εδαφικής υγρασίας



Μέτρηση Δείκτη Φυλλικής Επιφάνειας



Η καλλιέργεια σε πλήρη ανάπτυξη



Προληπτικός ψεκασμός για κερκόσπορα και ωίδιο



Δειγματοληψία φυτών



Συγκομιδή του αγρού



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097329