

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 208
Ημερομηνία 3-3-08

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

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

«ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΑΡΔΕΥΣΗΣ-ΠΕΙΡΑΜΑΤΑ ΣΤΟΝ ΑΓΡΟ»



ΤΟΥ ΦΟΙΤΗΤΗ
ΚΑΛΦΟΥΝΤΖΟΥ ΠΑΝΑΓΙΩΤΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ
Μ. ΣΑΚΕΛΛΑΡΙΟΥ- ΜΑΚΡΑΝΤΩΝΑΚΗ

ΒΟΛΟΣ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2007



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

Αριθ. Εισ.: 6217/1
Ημερ. Εισ.: 03-04-2008
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2007
ΚΑΛ

*Η εργασία αυτή είναι αφιερωμένη
στους γονείς μου, Γεώργιο και Καλλιόπη
και στον αδερφό μου Κώστα.*

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	4
	ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	10
1	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ.....	11
1.1	Περιγραφή του φυτού.....	11
1.2	Ιστορικό της καλλιέργειας.....	12
1.3	Η ιστορία της ζάχαρης στην Ελλάδα.....	14
1.4	Τεχνική της καλλιέργειας.....	16
1.4.1	Οικολογικές απαιτήσεις: έδαφος-κλίμα.....	16
1.4.2	Προετοιμασία αγρού.....	19
1.4.3	Σπορά.....	21
1.4.4	Λίπανση.....	24
1.4.5	Ζιζανιοκτονία.....	26
1.4.6	Κυριότεροι εχθροί.....	26
1.4.7	Ασθένειες.....	32
1.4.8	Συγκομιδή.....	39
1.4.9	ΑΡΔΕΥΣΗ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ.....	41
1.4.9.1	Επίδραση της άρδευσης στην απόδοση.....	45
1.4.9.1.1	Παραγωγή ζάχαρης.....	46
1.4.9.1.2	Συγκέντρωση ζάχαρης στις ρίζες.....	47
1.4.9.1.3	Πρόσληψη θρεπτικών και μελασσογόνα.....	48
2	ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ.....	49
2.1	Γενικά.....	49
2.2	Ιστορική εξέλιξη.....	50
2.3	Μέρη του συστήματος στάγδην άρδευσης.....	51
2.4	Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	52
2.5	Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	52
3	ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ.....	53
3.1	Εδαφικές παράμετροι.....	53
3.1.1	Καλλιέργεια.....	54
3.2	Πειραματικό σχέδιο.....	55
3.2.1	Το σύστημα χαμηλής παροχής.....	55
3.3	Όργανα και μετρήσεις.....	57
3.3.1	Ποσότητα νερού.....	57
3.3.2	Εδαφική υγρασία.....	57
3.3.3	Ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας.....	60
3.3.4	Μετεωρολογικά δεδομένα.....	64
3.4	Στατιστική επεξεργασία.....	65
4	ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	66
4.1	Βροχοπτώσεις και αρδεύσεις.....	66
4.2	Φυλλική επιφάνεια.....	69
4.3	Παραγωγή ριζών.....	70
4.3.1	Βάρος ριζών.....	70
4.3.2	Ποιοτικά χαρακτηριστικά παραγωγής.....	71
4.3.2.1	Ζαχαρικός τίτλος.....	71

4.3.2.2	Στρεμματοζάχαρο.....	72
4.3.2.3	Μελασσογόνα συστατικά.....	73
4.4	Διακύμανση της υγρασίας.....	77
5	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	81
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	82
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	87
I.	Πρόγραμμα αρδεύσεων.....	88
I I.	Στατιστική επεξεργασία	92

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Μετά την ψευδαίσθηση πως τάχα το νερό είναι αγαθό εν αφθονία, ήρθε η ώρα της αλήθειας. Το νερό αποδείχθηκε αγαθό εν ανεπάρκεια και ως εκ τούτου αιτία αντιπαραθέσεων, ακόμα και μέσα στην Ελλάδα, η οποία συγκαταλέγεται ανάμεσα στις πλούσιες σε υδάτινα αποθέματα χώρες της Μεσογείου.

Στα Μεσογειακά περιβάλλοντα, όπου η ποσότητα του νερού άρδευσης δεν είναι αρκετή και χορηγείται συνήθως σε καλλιέργειες με υψηλή πρόσοδο, οι εναλλακτικές πρακτικές άρδευσης πρέπει να επιδιωχθούν για να λύσουν το πρόβλημα

Η αρδευόμενη γεωργία βρίσκεται και καλείται να λειτουργήσει ανάμεσα σε δύο αντικρουόμενες πραγματικότητες. Η μία πραγματικότητα είναι το γεγονός, ότι πρέπει να ικανοποιήσει τις ανάγκες διατροφής και τις αυξανόμενες προσδοκίες για πιο άνετη ζωή όλο και περισσότερων ατόμων. Η άλλη, είναι οι περιορισμοί που υπάρχουν στην εκμετάλλευση των φυσικών πόρων και στη δυνατότητα απορρόφησης των περιβαλλοντικών στρεβλώσεων που δημιουργούνται από την εκμετάλλευσή τους. Το γεγονός αυτό επιβάλλει την ορθολογική διαχείριση του αρδευτικού νερού και δημιουργεί τη συνεχή ανάγκη για βελτίωση ή ανάπτυξη νέων μεθόδων και τεχνικών εξοικονόμησης.

Με γνώμονα την αρχή της βελτιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα διαθέσιμου νερού, αντί αυτής της μεγιστοποίησης της παραγωγής ανά μονάδα επιφανείας γης, που επικρατούσε, κυρίαρχο ζητούμενο στον τομέα των αρδεύσεων είναι η ανάπτυξη συστημάτων άρδευσης με υψηλή αποτελεσματικότητα και μεγάλες δυνατότητες για μείωση των απωλειών κατά την εφαρμογή του νερού.

Η προσπάθεια για την επίτευξη μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης. Η στάγδην άρδευση συγκαταλέγεται ανάμεσα στις σύγχρονες μεθόδους άρδευσης και χαρακτηρίζεται από υψηλή αποδοτικότητα χρήσης νερού, τόσο στην επιφανειακή όσο και στην υπόγεια εφαρμογή της.

Στη Θεσσαλία η αρδευόμενη με σταγόνα έκταση ξεπερνά το 70%. Σε επίπεδο χώρα όμως η αρδευόμενη με σταγόνα έκταση συμμετέχει με ποσοστό 22% στην συνολική αρδευόμενη γεωργική έκταση (Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2000).

Σχεδόν όλες οι γνωστές μέθοδοι άρδευσης καλλιεργειών χρησιμοποιούνται στα ζαχαρότευτλα ανά τον κόσμο. Σε κάθε περιοχή, η μέθοδος καθορίζεται πολύ περισσότερο από αυτό που είναι τεχνικά και οικονομικά δυνατό στα τοπικά πλαίσια παρά από τις απαιτήσεις και τα χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των ζαχαροτεύτλων. Έτσι, η επιφανειακές αρδεύσεις μέσω λεκανών, λωρίδων ή αυλάκων κυριαρχεί στις ΗΠΑ, την Τουρκία και το Ιράν, ενώ τα συστήματα καταιονισμού που χρησιμοποιούν αυτοκινούμενους εκτοξευτές, ράμπες, περιστροφικούς αρδευτές κ.λπ. χρησιμοποιούνται σχεδόν σε όλες τις αρδευόμενες εκτάσεις ζαχαροτεύτλων στην Ιταλία, τη Γαλλία, την Ελλάδα και τη βόρεια Ευρώπη. Στην Ισπανία, οι παραδοσιακές επιφανειακές μέθοδοι άρδευσης αντικαθίστανται από συστήματα καταιονισμού. Η επιλογή μεταξύ επιφανειακής και άρδευσης με καταιονισμό οδήγησε τους Haddock et al. (1974) να συγκρίνουν αυλάκια με εκτοξευτές. Αν και η άρδευση με εκτοξευτές έδωσε υψηλότερα φυτά με πιο πράσινες κορυφές από ότι η άρδευση με αυλάκια, δεν υπήρξε καμία διαφορά στη συγκέντρωση ζάχαρης στις ρίζες. Οι παραγωγές ζάχαρης ήταν ίσες αλλά δεδομένου ότι στα αυλάκια χρησιμοποιήθηκε 20% περίπου περισσότερο νερό, είχαν μίαν αντίστοιχα χαμηλότερη παραγωγή ανά μονάδα νερού άρδευσης που εφαρμόστηκε.

Η στάγδην άρδευση, χρησιμοποιείται κυρίως για τις μεγάλης αξίας καλλιέργειες που είναι ιδιαίτερα ευαίσθητες στην έλλειψη νερού. Πειράματα στην Αγγλία δεν έδειξαν συστηματική διαφορά της επίδρασης της στάγδην άρδευσης και του καταιονισμού (Draycott and Messemer, 1977). Τις πολύ θερμές ημέρες, ακόμη και οι καλά αρδευόμενες καλλιέργειες ζαχαρότευτλων μπορεί να δείξουν σημεία μάρανσης. Η άρδευση με υδρονέφωση μπορεί να αναχαιτίσει αυτήν την παροδική καταπόνηση, αλλά δεν έχει δείξει να δίδει αξιοσημείωτη αύξηση της παραγωγής (Kohl and Cary, 1969, Milford, 1975) και εν πάση περιπτώσει η τεχνική αυτή δεν είναι αποτελεσματική για τις καλλιέργειες αγρού.

Όλες οι μέθοδοι στοχεύουν στην ομοιόμορφη εφαρμογή προκειμένου να βελτιστοποιηθεί η διαθεσιμότητα του νερού σε όλη την καλλιέργεια και να αποφευχθεί η σπατάλη νερού με την βαθειά διήθηση ως αποτέλεσμα της υπεράρδευσης. Εντούτοις, επειδή το ζαχαρότευτλο δεν παρουσιάζει κανένα ευαίσθητο στάδιο και επειδή η ποιότητά του δεν επηρεάζεται δραστικά από μέτρια υδατική καταπόνηση, επηρεάζεται λιγότερο από τη φτωχή ομοιομορφία σε σχέση

με άλλες καλλιέργειες. Το μέγεθος και η κλίμακα της ανομοιομορφίας αλληλεπιδρούν. Οι Ayars et al. (1990) βρήκαν για το ζαχαρότευτλο ότι μεγάλες παραλλακτικότητες δεν είχαν καμία επίδραση, ενώ μικρότερες παραλλακτικότητες επαναλαμβανόμενες, είχαν επιπτώσεις στην παραγωγή ζάχαρης και στην αποδοτικότητα χρήσης του νερού. Γενικά, οι επιφανειακές μέθοδοι παρουσιάζουν την μικρότερη και η άρδευση με σταγόνες την μεγαλύτερη ομοιομορφία.

Η στάγδην άρδευση είναι ακόμα υπό έρευνα, τα αποτελέσματα της οποίας φαίνεται να είναι ενθαρρυντικά, τόσο όσον αφορά την παραγωγή αλλά και σε σχέση με την ομοιομορφία άρδευσης, την εξοικονόμηση νερού και την επίδραση στο μικροκλίμα της καλλιέργειας (συνθήκες για ανάπτυξη ζιζανίων και ασθενειών).

Οι Sharmasarkar et al., (2001), αναφέρουν υψηλότερη παραγωγή ριζών ζαχαρότευτλων και στρεμματοζαχάρου (το γινόμενο του νωπού βάρους ριζών και της περιεκτικότητας σε ζάχαρη ανά στρέμμα) κάτω από συνθήκες στάγδην άρδευσης συγκριτικά με την άρδευση με αυλάκια και η υψηλότερη αποδοτικότητα παρουσιάζεται στις περιοχές με μεγαλύτερο κόστος νερού και υψηλότερες δαπάνες για καταπολέμηση ζιζανίων.

Επίσης, σε πείραμα που διεξήχθη στην περιοχή Wyoming των Η.Π.Α., οι παραπάνω ερευνητές αναφέρουν ότι η αποδοτικότητα χρήσης ύδατος και η αποδοτικότητα χρήσης λιπάσματος ήταν υψηλότερη στην στάγδην άρδευση από ότι στην άρδευση με κατάκλυση, δίνοντας παράλληλα και υψηλότερη παραγωγή στρεμματοζαχάρου κατά 3-28% ακόμα και στις περιπτώσεις μειωμένης εφαρμογής νερού με το σύστημα της στάγδην άρδευσης.

Οι Hanson and Kaffka (2002) αναφέρουν ότι στην Καλιφόρνια η στάγδην άρδευση χρησιμοποιείται κυρίως σε καλλιέργειες κηπευτικών και σε οπωρώνες και ότι στην περίπτωση των ζαχαροτεύτλων η εφαρμογή της μεθόδου βρίσκεται σε αρχικό στάδιο. Οι ίδιοι ερευνητές σημειώνουν πως η στάγδην μπορεί να παίξει ρόλο στην μείωση των απωλειών της καλλιέργειας λόγω της ριζομανίας.

Οι Tognetti et al., (2002), αναφέρουν εξοικονόμηση νερού σε ποσοστό 25% με εφαρμογή στάγδην άρδευσης σε πείραμα που διεξήχθη στην νότια Ιταλία, συγκριτικά με την χαμηλής πίεσης τεχνητή βροχή, χωρίς σημαντικές διαφορές στην παραγωγή της καλλιέργειας ζαχαρότευτλων.

Στην χώρα μας, το ποσοστό των καλλιεργουμένων με ζαχαρότευτλα εκτάσεων που αρδεύονται με στάγδην άρδευση φθάνει μόλις το 8% όπως φαίνεται

στον Πίνακα 1.1 όπου παρουσιάζονται οι μέθοδοι άρδευσης που εφαρμόζονται στην τευτλοκαλλιέργεια στην χώρα μας και το ποσοστό επί της συνολικής έκτασης που καλύπτει η καθεμία από αυτές.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1. Μέθοδοι άρδευσης των ζαχαροτεύτλων στην Ελλάδα και ποσοστιαία αναλογία αυτών επί της καλλιεργούμενης έκτασης

Μέθοδος άρδευσης	Ποσοστό έκτασης (%)	καλλιεργούμενης
Άρδευτής με αυτοκινούμενο εκτοξευτή (κανόνι)	47	
Άρδευτής με αυτοκινούμενο ιστό (ράμππα)	35	
Στάγδην	8	
Εκτοξευτές χαμηλής και μέσης πίεσης	5	
Επιφανειακές αρδεύσεις	4	
Μικροεκτοξευτές	1	
Πηγή: Ε.Β.Ζ. (Αδημοσίευτα στοιχεία)		

Στην Ελλάδα, εκτός από την έρευνα που διεξάγει η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, για την επίδραση της στάγδην άρδευσης στην παραγωγικότητα της καλλιέργειας ζαχαρότευτλων, έχουν ασχοληθεί και οι Σακελλαρίου–Μακραντωνάκη κ.ά. (1998, 1999, 2000), Ντιούδης κ.ά. (2003) και οι Σακελλαρίου και Δημοπούλου (2005α,β) μελετώντας διαφορετικές διατάξεις σταλακτηφόρων αγωγών, δόσεις και συχνότητες άρδευσης.

Για να αυξηθεί η συμβολή της άρδευσης στην παραγωγή τροφίμων, ο FAO (2002) δηλώνει ότι «αυτό που απαιτείται είναι βελτιωμένη αποδοτικότητα στη χρήση του νερού άρδευσης. Δεδομένου ότι η δυνατότητα διάθεσης περισσότερου νερού για την άρδευση είναι ένα απίθανο σενάριο, υπάρχει μια επείγουσα ανάγκη να βελτιωθεί η άρδευση και η αποδοτικότητα χρήσης νερού των συμβατικών πρακτικών άρδευσης προκειμένου να στηριχτούν η γεωργία και η παραγωγή τροφίμων».

Σημαντικότερη πρόοδος έχει γίνει στην ανάπτυξη της αρδευτικής τεχνολογίας από τη δεκαετία του '70. Το βασικό κίνητρο για έρευνα στην άρδευση αποτέλεσε η απαίτηση των καλλιεργητών για τεχνολογίες άρδευσης που μειώνουν

τις εισροές νερού και εργασίας. Η μετάβαση από τις επιφανειακές μεθόδους στην άρδευση με σωλήνες, που ακολουθήθηκε από μια μετάβαση από τη χρήση των εκτοξευτών στην στάγδην άρδευση, έχει πραγματοποιηθεί μετά από εντατική έρευνα στους τομείς της γεωργίας και της μηχανικής των τεχνολογιών άρδευσης (Kruse et al., 1990).

Η άρδευση καταναλώνει το μεγαλύτερο μερίδιο του διαθέσιμου νερού. Με την αυξανόμενη ανησυχία κατά τη διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών για τη χρήση νερού στην άρδευση, υπάρχει μια ανάγκη να βελτιστοποιηθεί η αποδοτικότητα της αρδευόμενης γεωργίας (Schultz and Wrachien, 2002). Έτσι, πολλές ουσιαστικές ερευνητικές εργασίες εκτελούνται και αρκετές μελέτες έχουν δημοσιευθεί για την εξοικονόμηση νερού άρδευσης, την στράγγιση και την απορροή που σχετίζονται με τα διάφορα αρδευτικά συστήματα (Framji et al., 1982, Jensen et al., 1990).

Η αρδευόμενη γεωργία συμβάλλει κατά 40% στην παγκόσμια παραγωγή τροφίμων. Οι επιφανειακές μέθοδοι κατά κύριο λόγο και ο καταιονισμός είναι οι πλέον χρησιμοποιούμενες μέθοδοι άρδευσης ανά τον κόσμο. Εντούτοις, η αποδοτικότητά – εκφρασμένη ως αναλογία της χρήσης νερού προς το εφαρμοσμένο νερό άρδευσης - αυτών των μεθόδων είναι φτωχή (Raine and Foley, 2002). Το αυξανόμενο κόστος του νερού, η δημόσια πίεση για μεγαλύτερη περιβαλλοντική ροή, η αυξανόμενη αστική χρήση και η μειωμένη διαθεσιμότητα υπόγειου νερού, έχουν οδηγήσει σε μια τάση για μειωμένη παροχέτευση προς τη γεωργία, που αναγκάζει τους καλλιεργητές να ψάξουν τις εναλλακτικές λύσεις που βελτιώνουν την αποδοτικότητα της χρήσης νερού. Με δεδομένη την αυξανόμενη τάση περιορισμού του νερού άρδευσης, συστήματα με φτωχή αποδοτικότητα δεν θα είναι σε θέση να παραγάγουν επαρκείς ποσότητες τροφίμων για τον πληθυσμό των εννέα δισεκατομμυρίων όπως αναμένεται να φθάσει στα μέσα αυτού του αιώνα (Davis and Hirji, 2003).

Ως εκ τούτου, η χρήση σύγχρονων και καινοτόμων τεχνολογιών για να αυξηθεί η αποδοτικότητα της χρήσης νερού είναι επιτακτική.

Η άρδευση με χαμηλή παροχή μέσω συστήματος με βαρύτητα έχει κάποιες εφαρμογές, κυρίως πρακτικές και όχι ερευνητικές, από εταιρίες που αναπτύσσουν εμπορική δραστηριότητα σε τρίτες χώρες για άρδευση, κυρίως λαχανόκηπων, και όπου δεν υπάρχει η οικονομική δυνατότητα αγοράς εξοπλισμού για συστήματα με πίεση ή όπου η εγκατάσταση συστημάτων υπό πίεση είναι

παρακινδυνευμένη κυρίως λόγω κλοπής. Δεν έχει γίνει περαιτέρω έρευνα επάνω στο αντικείμενο αυτό.

Σκοπός της πτυχιακής αυτής διατριβής είναι η επίδραση διαφορετικών τεχνικών εφαρμογής του νερού στην ανάπτυξη και την απόδοση της καλλιέργειας των ζαχαροτεύτλων. Γίνεται σύγκριση ανάμεσα στην συμβατική στάγδην άρδευση και στη στάγδην άρδευση με σύστημα χαμηλής παροχής με την λειτουργία υπό χαμηλή πίεση (βαρύτητα).

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Για την πραγματοποίηση αυτής της Διπλωματικής Εργασίας θέλω να ευχαριστήσω την Επιβλέπουσα της Διπλωματικής, Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Π.Θ., κ. Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, η οποία μου πρότεινε το θέμα της Διπλωματικής και με παρότρυνε να ασχοληθώ με αυτό, καθώς επίσης για τις υποδείξεις της σε επιστημονικό επίπεδο και για την καθοδήγησή της. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τα μέλη κ. Ιωάννη Αρβανιτογιάννη, Επίκουρο Καθηγητή και τον κ. Ε. Βέλλιο Λέκτορα, του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Π.Θ. Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Παναγιώτη Βύρλα Διδάκτορα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Π.Θ. που με την εμπειρία του στον πειραματικό τομέα με βοήθησε στην εκτέλεση του πειράματος στον αγρό, καθώς επίσης η αμέριστη συμπαράσταση του και η φιλική διάθεση υπήρξαν καθοριστικοί παράγοντες σε όλη τη διάρκεια της Διπλωματικής μου Εργασίας.

1. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΖΑΧΑΡΟΤΕΥΤΛΩΝ

1.1 Περιγραφή του φυτού

Το γένος Beta ανήκει στην οικογένεια Chenopodiaceae. Χαρακτηριστικό των Chenopodiaceae είναι ότι τα άνθη δεν φέρουν πέταλα, φέρουν βράκτια φύλλα, πέντε (5) στήμονες επισεπάλους, ωοθήκη από 2-5 καρπόφυλλα, μια σπερματική βλάστηση και καρυοειδή καρπό.

Τα ζαχαρότευτλα είναι φυτά ποώδη, διετή ή πολυετή, είναι δυνατόν όμως με ορισμένες συνθήκες να γίνουν μονοετή. Το φαινόμενο της ανθήσεως από τον πρώτο χρόνο καλείται Bolting και είναι ανεπιθύμητο γιατί η παραγωγή του ανθικού στελέχους απορροφά μέρος των θρεπτικών ουσιών οι οποίες αλλιώς θα αποταμιευόταν στις ρίζες, αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι ρίζες να γίνονται μικρές και να έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε ζάχαρη.

Επιπλέον αν συμβεί αυτό οι ρίζες γίνονται πολύ σκληρές και δύσκολα εκριζώνονται με αποτέλεσμα να δυσκολεύουν την εργασία των εξαγωγέων. Η τάση για πρόωρη άνθηση είναι χαρακτηριστικό της ποικιλίας. Επίσης σπουδαίος παράγων είναι οι καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια του φυτρώματος του σπόρου κατά τα πρώτα στάδια αναπτύξεως του. Περίοδος ψυχρού καιρού (κάτω των -4°C) μετά το φύτεμα και πριν της πλήρους αναπτύξεως γενικά αυξάνει τον αριθμό των φυτών που ανθίζουν κατά το πρώτο έτος. Είναι πολύ πιθανό οι χαμηλές θερμοκρασίες κατά τα πρώτα στάδια αναπτύξεως των φυτού, όταν η σπορά γίνεται πολύ νωρίς, να γίνονται αιτία του Bolting πάρα η αύξηση του μήκους της βλαστικής περιόδου. Γι'αυτό το λόγο συνιστάται για πολύ πρώιμες σπορές να προτιμώνται εκείνες οι ποικιλίες που δεν παρουσιάζουν Bolting.

1.2 Ιστορικό της καλλιέργειας

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

Η ανακάλυψη ότι η ζάχαρη που περιέχεται στα ζαχαρότευτλα είναι η ίδια με τη ζάχαρη του ζαχαροκάλαμου, έγινε το 1747 από τον γερμανό χημικό Andrea Marggraf. Αυτός πήρε ζάχαρη κόβοντας σε μικρές φέτες, ξηραίνοντας και κονιορτοποιώντας τα ζαχαρότευτλα για την παραγωγή ζάχαρης. Μέχρι το 1799 δεν έγινε καμιά χρήση της ανακάλυψης αυτής, όταν ο μαθητής του, Franz Karl Achard, τελειοποίησε μια μέθοδο εξαγωγής της ζάχαρης σε βιομηχανική βάση. Εν τούτοις το πρώτο ζαχαρουργείο που ιδρύθηκε στη Σιλεσία το 1806, δεν απέδωσε κυρίως λόγω της μικρής περιεκτικότητας των ζαχαρότευτλων σε ζάχαρη. Αποφασιστικής σημασίας για την ανάπτυξη της ζαχαροβιομηχανίας υπήρξε η δημιουργία ποικιλιών ζαχαρότευτλων που να περιέχουν μεγάλη περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Ο Achard και οι διάδοχοί του δημιούργησαν την ποικιλία white silesian που περιείχε 7-10% ζάχαρη. Αργότερα ο L. Vilmorin στη Γαλλία κατόρθωσε με γενετική επιλογή να αυξήσει την περιεκτικότητα σε ζάχαρη μέχρι 16-17%, όσο περίπου και οι σημερινές ποικιλίες. Έτσι από το 1850, η εξαγωγή ζάχαρης από τα ζαχαρότευτλα έγινε οικονομικά συμφέρουσα.

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

Παράλληλα με τις παραπάνω προσπάθειες στην Ευρώπη γίνονται και στην Αμερική. Εν τούτοις παρά το γεγονός ότι τα ζαχαρότευτλα εισήχθησαν στη

Μασαχουσέτη το 1838, μόνο το 1870 ιδρύθηκε το πρώτο πετυχημένο εργοστάσιο στις Η.Π.Α στην Καλιφόρνια. Η επέκταση της ζαχαροβιομηχανίας στις Η.Π.Α έγινε μετά το 1890.

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

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

Η νέα περίοδος της ζαχαροβιομηχανίας στην Ελλάδα αρχίζει το 1960 με την ίδρυση από το Ελληνικό δημόσιο της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζαχάρεως (EBZ) ΑΕ με έδρα τη Θεσσαλονίκη και το 1961 εγκαινιάστηκε το πρώτο εργοστάσιο ζάχαρης στην περιοχή Λαρίσης. Το εργοστάσιο κάλυψε τότε μια έκταση 13.000 στρεμμάτων. Η παραγωγή των 28.000 τόνων που επεξεργάστηκαν στο εργοστάσιο έδωσε 2.600 τόνους λευκής κρυσταλλικής ζάχαρης. Στη συνέχεια λειτούργησαν άλλα δύο εργοστάσια το 1962 στο Πλατύ και το 1963 στις Σέρρες. Ταυτόχρονα η EBZ οργάνωσε τις Γεωπονικές Υπηρεσίες για την καλύτερη αντιμετώπιση των προβλημάτων.

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

Σήμερα τα 5 εργοστάσια έχουν συνολική ημερήσια δυναμικότητα κατεργασίας 31.200 τόνων τεύτλων και μπορούν να καλύψουν τις ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη.

1.3 Η ιστορία της ζάχαρης στην Ελλάδα



Το 1842 ιδρύεται το πρώτο ελληνικό ζαχαρουργείο κοντά στο χωριό Καινούργιο της Λοκρίδας, ύστερα από σύμβαση που υπέγραψε το 1839 το Ελληνικό Δημόσιο με Γαλλοβελγική Εταιρία. Η εταιρία όμως χρεωκόπησε και η προσπάθεια εγκαταλείφθηκε.

Το 1892 θεμελιώθηκε το ΣΑΚΧΑΡΟΠΟΙΕΙΟΝ ΧΡΗΣΤΑΚΗ Β. ΖΩΓΡΑΦΟΥ στη Λαζαρίνα της Θεσσαλίας. Λειτουργήσε από το 1894 μέχρι το 1909 και η συνολική παραγωγή ζάχαρης πλησίασε τους 8.000 τόννους. Ο σκληρός ανταγωνισμός της ξένης ζάχαρης και η αδυναμία καταπολέμησης των ζωικών εχθρών των τεύτλων ήταν οι κύριοι λόγοι που οδήγησαν το ζαχαρουργείο σε κλείσιμο.

Το 1960 ιδρύθηκε η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης Α.Ε. με έδρα τη Θεσσαλονίκη. Το 1961 λειτουργήσε το πρώτο εργοστάσιο στη Λαρίσα, το 1962 στο Πλατύ, στο 1963 στις Σέρρες. Η δυναμικότητα επεξεργασίας τεύτλων των 3 πρώτων εργοστασίων ήταν 2.000 τόννοι το 24ωρο. Το 1972 λειτουργήσε το τέταρτο εργοστάσιο στην Ξάνθη και το 1975 το πέμπτο εργοστάσιο στην Ορεστιάδα με δυναμικότητα 3.000 τόννων τεύτλων το 24ωρο το καθένα.

Η σημερινή δυναμικότητα των εργοστασίων μετά από σταδιακές επεκτάσεις και βελτιώσεις είναι :

Λάρισα 7.000 τόννοι

Πλατύ 8.500 τόννοι

Σέρρες 5.000 τόννοι

Ξάνθη 6.000 τόννοι

Ορεστιάδα 6.000 τόννοι

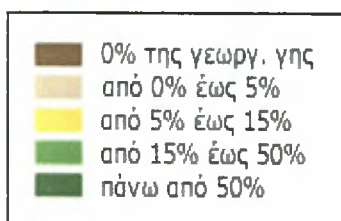
Σύνολο δυναμικότητας 32.500 τόννοι

Η συνολική ετήσια παραγωγή ζάχαρης των 5 εργοστασίων της Ε.Β.Ζ. είναι 320.000 τόνοι περίπου και μ'αυτήν καλύπτονται οι ανάγκες της χώρας σε ζάχαρη.

Τα εργοστάσια επεξεργάζονται τεύτλα από τα μέσα Αυγούστου μέχρι τα τέλη Νοεμβρίου (100 ημέρες περίπου καμπάνιας) όλο το 24ωρο χωρίς διακοπή. Τον υπόλοιπο χρόνο το τακτικό προσωπικό (250 άτομα ανά εργοστάσιο) ασχολείται με τη συντήρηση των μηχανημάτων και με βελτιώσεις και προσθήκες νέου εξοπλισμού. Στην περίοδο λειτουργίας προσλαμβάνονται 200 άτομα έκτακτο προσωπικό ανά εργοστάσιο.



Ο χάρτης απεικονίζει περιοχές Δημοτικών Διαμερισμάτων, στα οποία η καλλιέργεια των ζαχαροτεύτλων καλύπτει τα ακόλουθα ποσοστά γεωργικής γής:



Συνολική γεωργική γη 38.037 χιλ. στρ.

Έκταση καλλιέργειας 363 χιλ. στρ.

Παραγωγή 2.291 χιλ. τόνοι

Ποσοστό κάλυψης γεωργικής γης 1%

ΠΗΓΗ: ΕΣΥΕ (2004)

Ριζική αλλαγή στη φυσιογνωμία και τα χαρακτηριστικά της ελληνικής αγροτικής οικονομίας επέφερε στη χώρα μας η εφαρμογή της νέας Κοινής Αγροτικής Πολιτικής. Αυτό γίνεται φανερό στα ζαχαρότευτλα, όπου από τα 3,146 εκατομμύρια τόνους του 2000 και με μια ελαφρά πτώση από το 2001 ως το 2005, το 2006 αποτέλεσε «μαύρη» χρονιά για την παραγωγή, που έπεσε περίπου στο μισό σε σχέση με το 2000 και πιο συγκεκριμένα στο 1,6 εκατ. τόνους. Η μείωση 2005 - 2006 έφτασε εδώ το 42%. Συνολικά η καλλιεργηθείσα φέτος έκταση με ζαχαρότευτλα δεν υπερβαίνει τα 135.500 στρέμματα και είναι μικρότερη κατά 35%, σε σχέση με τους αρχικούς στόχους της EBZ και κατά 57% και 67% αντίστοιχα λιγότερη από την έκταση που είχε καλλιεργηθεί πέρυσι και πρόπερσι με τεύτλα στη χώρα μας, όταν δεν είχε αναθεωρηθεί ακόμα το κοινοτικό καθεστώς της ζάχαρης.

1.4 Τεχνική της καλλιέργειας

1.4.1 Οικολογικές απαιτήσεις: έδαφος-κλίμα

Η καλύτερη θερμοκρασία για την ανάπτυξη των ζαχαρότευτλων είναι 19-22°C. Στις θερμές περιοχές η επιτυχία της καλλιέργειας είναι αμφίβολη, γιατί οι ρίζες γίνονται μικρές, η δε βλαστική περίοδος είναι περιορισμένη. Σε θερμοκρασίες πάνω από 30°C η αποθήκευση του σακχάρου επιβραδύνεται. Στις ψυχρές δε περιοχές η βλαστική περίοδος είναι μικρή και δεν επιτρέπει την πλήρη ανάπτυξη του φυτού. Κατά το τέλος της περιόδου γίνεται η αποθήκευση του ζαχάρου στις ρίζες, η οποία ευνοείται:

1. Από δροσερές ημέρες με μεγάλη ηλιοφάνεια που ακολουθούνται από σχετικώς ψυχρές νύχτες, όπως συμβαίνει σε περιοχές της Κ.Ευρώπης και σε ορισμένες περιοχές των ΗΠΑ και Καναδά.

2. Με υψηλές θερμοκρασίες της ημέρας, αλλά και με ευνοϊκή θερμοκρασία της νύχτας θεωρούνται ικανοποιητικές όπως στη περιοχή της Καλιφόρνιας, Ελλάδας, Ν. Ευρώπης, κ.λ.π.

Από τις ακραίες θερμοκρασίες μεγαλύτερη σημασία έχουν οι χαμηλές θερμοκρασίες. Η βλάστηση του σπόρου αρχίζει στους 3-4°C χρειάζεται δε 3-4 ημέρες θερμοκρασίες μεταξύ 15-25° C . Τα τεύτλα αντέχουν στις χαμηλές θερμοκρασίες, που δεν πρέπει να είναι κατώτερες των -4°C κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης τους. Σε θερμοκρασία -3°C βλάπτονται τα φύλλα. Αν δε κατά το τέλος της βλαστικής περιόδου επακολουθήσει θερμός καιρός, τότε μπορεί να αναπτυχθούν νέα φύλλα σε βάρος της περιεκτικότητας σε σάκχαρο.

Το τεύτλο λίγο μετά την βλάστηση ανθίσταται μόνο σε ελαφρούς παγετούς. Η αντίσταση αυτή αυξάνει όσο το φυτό αναπτύσσεται και πλησιάζει στην ωρίμανση, οπότε μπορεί να αντισταθεί και σε σχετικώς ισχυρούς παγετούς.

Η χαμηλή θερμοκρασία επηρεάζει και τον χρόνο εκπτώξεως των ανθικών στελεχών, κατά τρόπο διάφορο στις διάφορες ποικιλίες. Γι' αυτό θα πρέπει να ρυθμίζεται έτσι η εποχή σποράς που να αποφεύγεται ανεπιθύμητη άνθιση κατά τον πρώτο χρόνο.

Φαίνεται ότι το ηλιακό φως επιδρά κατασταλτικώς στις ασθένειες, ενώ η νεφελώδης και υγρή ατμόσφαιρα τις ευνοεί. Η ηλιοφάνεια πάντως επιδρά κατά τον ίδιο τρόπο με το διάχυτο φως . Πάντως είναι δύσκολο να γίνει διάκριση μεταξύ των επιδράσεων του φωτός, της θερμότητας και της υγρασίας. Υποστηρίζεται πάντως ότι ο πλούτος των ζαχαροτεύτλων σε ζάχαρη εξαρτάται από την ηλιοφάνεια, και ότι είναι ανεξάρτητος της θερμοκρασίας και τέλος οι βροχές ευνοούν την στρεμματική απόδοση, αλλά ελαττώνουν την περιεκτικότητα σε ζάχαρη.

Τα ζαχαρότευτλα είναι φυτά απαιτητικά σε νερό. Αυτό οφείλεται στον σχηματισμό μεγάλης φυτικής μάζας παρά τον μικρό συντελεστή διαπνοής των ζαχαρότευτλων ο οποίος φαίνεται να κυμαίνεται μεταξύ 240-400. Έτσι με κλιματικές συνθήκες όπως της Ελλάδας, απαιτείται άρδευση των ζαχαρότευτλων για την εξασφάλιση ικανοποιητικής παραγωγής. Η πλούσια άρδευση πέραν του κανονικού είναι εξίσου επιβλαβής όσο και η πτωχή. Πάντως όσο περισσότερο είναι ανεπτυγμένα τα τεύτλα τόσο περισσότερη υγρασία χρειάζονται στο έδαφος, και τόσο μεγαλύτερη κατανάλωση νερού κάνουν. Σφοδρές βροχές είναι επιβλαβείς για τα τεύτλα γιατί συμπιέζουν την επιφάνεια του εδάφους και παρασύρουν το χώμα της επιφάνειας.

Τα ζαχαρότευτλα είναι δυνατόν να καλλιεργηθούν με επιτυχία σε πολλά είδη εδαφών αλλά αναπτύσσονται καλύτερα σε βαθιά εδάφη με καλή αποστράγγιση και με ενδιάμεση υφή. Ένα έδαφος καλό για την τευτλοκαλλιέργεια καθορίζεται περισσότερο από τις φυσικές παρά τις χημικές ιδιότητες του, αν η σωστή λίπανση πρέπει να θεωρείται ως πρωταρχικός παράγων. Πάντως τα ελαφρά εδάφη (πηλώδη έως αμμοπηλώδη) θεωρούνται τα καλύτερα. Το pH πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 7-8. Τα ζαχαρότευτλα αντέχουν σε εδάφη σχετικώς με μεγάλη περιεκτικότητα σε αλκάλια (1-1,5) όχι πάντως μεγαλύτερη των 2,5% και αξιοποιούν έτσι τα σχετικά αλκαλικά εδάφη.

Επειδή το ζαχαρότευτλο είναι φυτό με βαθύ ριζικό σύστημα, πρέπει να αναπτύσσεται σε βαθιά χαλαρά εδάφη, για την παραγωγή ριζών καλού σχήματος. Το έδαφος πρέπει να κρατά επαρκή εδαφική υγρασία και από την άλλη μεριά να στραγγίζει καλά, έτσι ώστε η ανάπτυξη του φυτού την άνοιξη να προχωρεί κανονικά, και η συγκομιδή του φυτού κατά το φθινόπωρο να μην παρουσιάζει δυσκολίες. Κατά τη διάρκεια της περιόδου συγκομιδής που ως συνήθως αρχίζει τον Αύγουστο και τελειώνει το Δεκέμβριο, τα μηχανήματα εξαγωγής και οι ελκυστήρες με τις πλατφόρμες πρέπει να κινούνται ελεύθερα στους αγρούς. Όσα, συνεπώς εδάφη δυσκολεύουν τις ανωτέρω εργασίες θα πρέπει να αποφεύγονται για την τευτλοκαλλιέργεια. Αν εξαιρέσει κανείς τα αργιλώδη και τα πολύ λεπτά ασβεστώδη εδάφη, όλα σχεδόν τα αροτραία εδάφη της χώρα μας προσφέρονται για την ανάπτυξη των τεύτλων.

Η ύπαρξη στο υπέδαφος σκληρών τηγανιών (hard pans) μπορεί να αποτελέσει τροχοπέδη για την ανάπτυξη των ριζών. Αν υπάρχουν τέτοια τηγάνια πρέπει να καταστρέφονται με το υπεδάφιο άροτρο, γιατί αλλιώς η παραγωγή μειώνεται, μια και αυξάνει ο αριθμός των οδοντωτών ριζών.

Αν λάβουμε υπ' όψη την υδατοϊκανότητα, ως κριτήριο για την αξιολόγηση των εδαφών για την τευτοκαλλιέργεια, τα βαριά εδάφη κρατούν μεν περισσότερη υγρασία συγκριτικά με τα ελαφρά, αλλά μικρό μόνο τμήμα αξιοποιείται απ' τις ρίζες. Με βάση το κριτήριο αυτό καλύτερα είναι τα εδάφη με λεπτή αμμόδη υφή που συνδυάζουν την μεγάλη υδατοϊκανότητα με τη συνεχή απελευθέρωση της υγρασίας από τις αναπτυσσόμενες ρίζες. Δεν υπάρχει καμιά αμφιβολία ότι τα καλύτερα εδάφη είναι τα φυσικώς γόνιμα. Η καλλιέργεια μπορεί να γίνει και σε πτωχά εδάφη, αν τύχουν του κατάλληλου χειρισμού

1.4.2 Προετοιμασία αγρού

Η συνεχής καλλιέργεια ζαχαρότευτλων στο ίδιο χωράφι έχει σαν συνέπεια την μείωση των στρεμματικών αποδόσεων, την ανάπτυξη ασθενειών και τον πολλαπλασιασμό των επιβλαβών εντόμων, ώστε να καθίσταται η καλλιέργεια αυτή αντιοικονομική. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η εφαρμογή ενός συστήματος αμειψισποράς.

Γενικά τα τεύτλα μπορούν να καλλιεργηθούν μετά από σιτηρά. Μετά την συγκομιδή του τελευταίου, ο αγρός μπορεί να καλλιεργηθεί το φθινόπωρο και να καταστραφούν έτσι τόσο τα ετήσια όσο και τα πολυετή ζιζάνια. Κοινή επίσης τακτική είναι να καλλιεργούμε τα τεύτλα μετά από καλαμπόκι, βαμβάκι ή πατάτες, γιατί οι καλλιέργειες αυτές αφήνουν τους αγρούς καθαρούς από ζιζάνια.

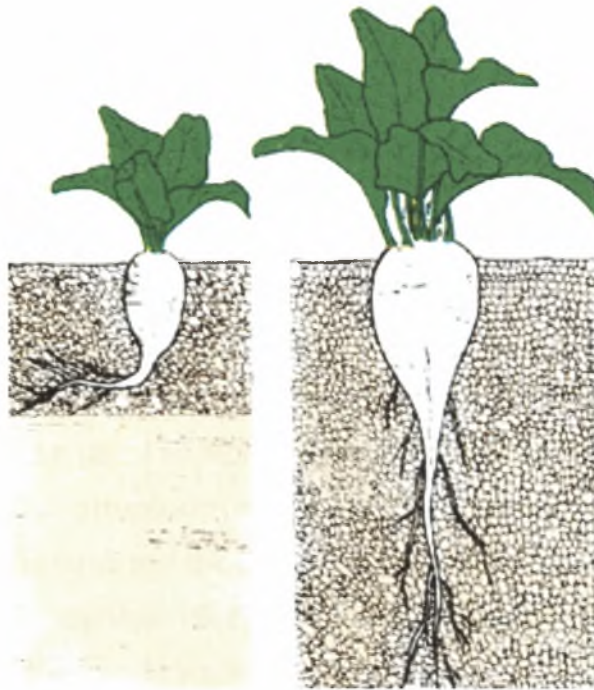
Ειδικώς για τα ζαχαρότευτλα η Ελληνική βιομηχανία ζαχάρεως έκανε την τετραετή αμειψισπορά υποχρεωτική, για να προστατέψει την καλλιέργεια από διάφορες μυκητολογικές ασθένειες και εντομολογικές προσβολές, ιδιαίτερα δε από τη Ριζομανία, που είναι μια πάρα πολύ επικίνδυνη ασθένεια και δεν μπορεί να καταπολεμηθεί στην πράξη με φάρμακα.

Στις βεβαρημένες από Ριζομανία περιοχές, η τετραετής αμειψισπορά δεν επαρκεί, οπότε συνιστάται εξαετής ή πλήρης αποκλεισμός της περιοχής από την τευτλοκαλλιέργεια. Σε άλλες περιοχές εφαρμόζεται η καλλιέργεια κατά ζώνες (κάθε χρόνο επιτρέπεται η σπορά τεύτλων σε ορισμένο τμήμα της περιοχής).

Για να εξασφαλίσουμε από την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων μεγαλύτερη σοδιά και κέρδη πρέπει να κάνουμε όλες τις εργασίες που θέλουμε έγκαιρα σωστά αλλά και οικονομικά.

Είναι γνωστό ότι τα χωράφια δέχονται περάσματα με γεωργικά μηχανήματα και εργαλεία. Οργώματα, σβαρνίσματα, κυλινδρίσματα, μηχανές συγκομιδής κλπ. Όλα αυτά τα περάσματα που γίνονται συνήθως με βαριά μηχανήματα, προκαλούν συμπίεση του εδάφους και μάλιστα όταν τα οργώματα γίνονται για πολλά χρόνια στο ίδιο βάθος.

Τα συμπιεσμένα στρώματα του εδάφους προκαλούν κατά κανόνα απογύμνωση και διαβρώσεις σε επιφανειακά χώματα που είναι και τα πιο χρήσιμα στην καλλιέργεια. Η συμπίεση του εδάφους έχει γίνει περιοριστικός παράγοντας στις αποδόσεις των χωραφιών και για το λόγο ότι τα φυτά υποφέρουν όταν η ανάπτυξη των ριζών περιορίζεται κυρίως στο μικρό βάθος του καλλιεργημένου εδαφικού στρώματος. (εικ.1.1). Η συμπίεση περιορίζει την κίνηση του νερού μέσα στο έδαφος, τη στράγγιση των επιφανειακών στρωμάτων και ακόμα εμποδίζει τη διαθεσιμότητα οξυγόνου στις ρίζες. Για το λόγο αυτό, ένα όργωμα που θα γινόταν σε βάθος 40-50 εκ, και θα έσπαζε αυτό το συμπιεσμένο στρώμα του εδάφους, θα βοηθούσε αποφασιστικά στη λύση αυτών των προβλημάτων και ακόμα θα συντελούσε στη βελτίωση των “φυσικών ιδιοτήτων” του εδάφους. Κάτι τέτοιο θα είχε ιδιαίτερη σημασία για την ανάπτυξη και τις αποδόσεις όλων των καλλιεργειών, αλλά ιδιαίτερα των βαθύρριζων, όπως είναι και το ζαχαρότευτλο.



Εικόνα 1.1: Χωράφια που δέχτηκαν υπεδάφιο όργωμα οι ρίζες αναπτύσσονται κανονικά.

Η εργασία αυτή πρέπει να γίνεται το φθινόπωρο ή το χειμώνα όταν το έδαφος είναι σχετικά στεγνό σε βάθος. Μπορεί επίσης να γίνει θαυμάσια στη διάρκεια του καλοκαιριού, σε χωράφια που έχουν σπαρεί με σιτηρά. Ειδικά άροτρα που αποτελούνται από ισχυρό βραχίονα οπλισμένο με ειδικό “νύχι” σχίζουν το έδαφος σε βάθος 40-50 εκ, χωρίς να αναστρέφουν και να σπάζουν έτσι το σκληρό αδιαπέραστο στρώμα. Τέτοιο είναι αυτό που ονομάζεται “υπεδάφιο άροτρο” ή “υπεδαφοσχίστης”.

1.4.3 Σπορά

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

αποθήκευσης του σπόρου Για την εποχή σποράς μπορεί να λεχθεί ότι όσο πρωϊμότερα γίνεται τόσο καλύτερα. Πρωϊμη σπορά των ζαχαροτεύτλων, εφόσον οι συνθήκες το επιτρέπουν, σημαίνει μεγαλύτερες στρεμματικές αποδόσεις. Στις ψυχρές περιοχές της χώρας, ο Μάρτιος είναι πλέον κατάλληλος μήνας, αν και μπορούμε να σπείρουμε ακόμα και τον Απρίλιο. Στις θερμές περιοχές , η σπορά μπορεί να γίνει και το Φεβρουάριο. Η σπορά του Μαρτίου θεωρείται από τη EBZ ως η κανονική (εικ. 1.2), ενώ εκείνη του Απριλίου ως όψιμη. Μερικές φορές , λόγω των κακών καιρικών συνθηκών, η σπορά επεκτείνεται και μέχρι το πρώτο δεκαήμερο του Μαΐου.

Τέλος φθινοπωρινή σπορά στη χώρα μας δε συνιστάται διότι ένα ποσοστό των φυτών εμφανίζει κατά την άνοιξη το φαινόμενο της πρόωρου άνθησης με την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών του χειμώνα και τις μακράς φωτοπεριόδου της άνοιξης. Η πρόωρη άνθηση επηρεάζει δυσμενώς το βάρος των ριζών και την περιεκτικότητα αυτών σε ζάχαρη. Η σπορά αυτή μπορεί να έχει κάποια επιτυχία σε περιοχές με ήπιο χειμώνα και με τη χρησιμοποίηση ποικιλιών ανθεκτικών στην πρόωρη άνθηση. Φθινοπωρινή σπορά εφαρμόζεται στη Ν. Ιταλία και στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ.



Εικόνα 1.2: Σπορά πειραματικού αγροτεμαχίου ζαχαροτεύτλων στο αγρόκτημα του Π.Θ. στο Βελεστίνο.

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

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

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

Οι μονόσπερμοι σπόροι δεν διατίθενται με το βάρος, αλλά σε κουτιά που το καθένα περιέχει μια Μονάδα Εκατό Χιλιάδων Σπόρων (1 U). Ανάλογα με πόσες χιλιάδες σπόρους αποφασίσαμε να σπείρουμε μπορούμε να υπολογίσουμε και πόσες Μονάδες (U) θα χρησιμοποιήσουμε. Οι συνηθισμένες αποστάσεις σποράς κυμαίνονται από 8-10 εκατοστά, οπότε με μια μονάδα (100.000σπόρια) σπέρνουμε περίπου 3,5 μέχρι 4,5 στρέμματα.

1.4.4 Λίπανση

Είναι γνωστή η μεγάλη σημασία της λίπανσεως σε όλα τα καλλιεργούμενα φυτά, ιδιαίτερα σε εκείνα που απομακρύνουν μεγάλες ποσότητες θρεπτικών στοιχείων από το έδαφος όπως τα ζαχαρότευτλα.

Τα ζαχαρότευτλα χαρακτηρίζονται ως φυτά με υψηλές απαιτήσεις σε θρεπτικά στοιχεία, λόγω κυρίως του μεγάλου παραγωγικού δυναμικού του.

Η απόδοση και ο ζαχαρικός τίτλος εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τη σωστή λίπανση. Από τα λιπαντικά στοιχεία που παρουσιάζουν μεγάλο ενδιαφέρον για την τευτοκαλλιέργεια στη χώρα μας είναι το άζωτο και ο φώσφορος.

Συμπτώματα έλλειψης καλίου ή άλλων στοιχείων δεν προέκυψαν μέχρι στιγμής. Σποραδικώς παρατηρούνται και συμπτώματα ανεπάρκειας μερικών θρεπτικών ιχνοστοιχείων (Bo, Μη, Ζη) τα οποία όμως είναι συνήθως περιοδικού και ασθενούς χαρακτήρα και δεν φαίνεται να έχουν έστω και τοπικώς, αξιόλογη επίδραση στις αποδόσεις.

Άζωτο

Το άζωτο παίζει σπουδαίο ρόλο στην καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων και επηρεάζει σημαντικά τόσο την απόδοση των ριζών όσο και την απόδοση των κορυφών. Οι υπερβολικές όμως δόσεις αζώτου επιδρούν με δυσμένεια στην ποιότητα του χυμού των τεύτλων και στη μείωση του στρεμματοζάχαρου.

Αν και η ποσότητα του αζώτου που απαιτείται επηρεάζεται από το χρόνο καλλιέργειας, την εποχή συγκομιδής, τις καιρικές και εδαφικές συνθήκες και την άρδευση, φαίνεται πως 8-14 μονάδες είναι αρκετές.

Από τις παραπάνω μονάδες N, οι 5-10 προσθέτονται στο έδαφος σε αμμωνιακή μορφή πριν από τη σπορά (βασικά) ενώ οι άλλες 3-4 δίνονται επιφανειακά σε 1 ή το πολύ 2 δόσεις σε νιτρική μορφή. Η επιφανειακή λίπανση πρέπει να γίνεται μετά το φύτευμα αφ' ενός και μετά το αραίωμα αφ' ετέρου. Σε καμία όμως περίπτωση δεν πρέπει να χορηγείται αζωτούχο λίπασμα μετά το τέλος Μαΐου, γιατί συντελεί στη μείωση του ζαχαρικού τίτλου και τον υποβιβασμό της ποιότητας του χυμού.

Φώσφορος (p)

Ο φώσφορος ευνοεί σημαντικά τη ανάπτυξη των νεαρών φυτών και την απόδοση σε ρίζες, ενώ δεν φαίνεται να ασκεί σοβαρή επίδραση στην περιεκτικότητα σε ζάχαρη. Οι ανάγκες των τεύτλων σε φωσφορούχο λίπασμα είναι κατά κανόνα μικρότερες απ' ό,τι σε άζωτο. Πειράματα της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζαχάρεως (EBZ) έχουν δείξει πως 10 μονάδες P πρέπει να θεωρούνται ικανοποιητικές. Η φωσφορική λίπανση πρέπει να γίνεται βασικά κατά την άνοιξη πριν την σπορά ή με ενσωμάτωση με ειδικό λιπασματοδιανομέα που προσαρμόζεται στη σπαστική μηχανή των ζαχαρότευτλων.

Κάλιο (κ)

Το κάλιο σε συνδυασμό με το N συντελεί στην αύξηση των στρεμματικών αποδόσεων σε ρίζες και ζάχαρη, καθώς και στον μετριασμό των δυσμενών επιδράσεων του υπερβολικού αζώτου.

Λοιπά στοιχεία

Από τα άλλα στοιχεία, μεγαλύτερη σημασία για την καλλιέργεια των ζαχαρότευτλων έχουν τα: Ca, Na, Mg, Bo. Όταν τα εδάφη είναι όξινα η προσθήκη Ca αυξάνει τις στρεμματικές αποδόσεις. Ομοίως το Na συντελεί στη βελτίωση των αποδόσεων, όταν το επίπεδο του καλίου είναι χαμηλό. Η παρουσία του Mg είναι απαραίτητη, αν λάβει κανείς υπ' όψιν του ότι για να παραχθούν 4 τόνοι ρίζες και 3 τόνοι φύλλα κατά στρέμμα χρησιμοποιούνται από το έδαφος 60 χλγρ MgO. Η έλλειψη βορίου είναι γνωστή ως "σήψη της καρδιάς". Αυτό συμβαίνει σε εδάφη αμμώδη, ουδέτερα ή αλκαλικά και τα συμπτώματα είναι περισσότερο εμφανή κάτω από συνθήκες ξηρασίας. Αν η προσθήκη βορίου με ψεκασμό έχει κάποιο αποτέλεσμα καλά δε είναι στα εδάφη που αναμένεται έλλειψη βορίου να προστίθεται στο έδαφος 2,5 χιλ/στρ, βόρακας κατά την προετοιμασία της σποροκλίνης.

1.4.5 Ζιζανιοκτονία

Το ζαχαρότευτλο δεν μπορεί να αναπτυχθεί εκεί που υπάρχουν ζιζάνια. Τα ζιζάνια είναι συνήθως ανθεκτικά φυτά και συναγωνίζονται τα τεύτλα για το χώρο, το φως την υγρασία και τα θρεπτικά συστατικά. Έτσι η απόδοση των ζαχαρότευτλων πέφτει και η ποιότητα χειροτερεύει. Επίσης όταν αναπτυχθούν πολύ φιλοξενούν έντομα και ασθένειες που είναι επιβλαβή για τα τεύτλα. Ο περιορισμός των ζιζανίων μπορεί να πετύχει με: προληπτικά μέσα (αμειψισπορά, βαθιά οργώματα κλπ), καταστροφή με μηχανικά μέσα (σκαλίσματα), βοτάνισμα (με τα χέρια), καταπολέμηση με χημικά μέσα (ζιζανιοκτόνα). Η χημική καταπολέμηση έχει διαδοθεί πάρα πολύ γιατί είναι αποτελεσματική και σχετικά οικονομική όταν εφαρμοστεί σωστά

1.4.6 Κυριότεροι εχθροί

Τα ζαχαρότευτλα από τα πρώτα στάδια, δηλαδή από τη σπορά μέχρι τη συγκομιδή, προσβάλλονται από πλήθος ζωικών μυκητολογικών και άλλων εχθρών. Οι ζημιές από τις προσβολές μπορεί να είναι ολοσχερείς ή τελικά να προκαλείται σοβαρά ή ελαφρά μείωση της παραγωγής.

Σιδηροσκώληκες (*agriotes* sp).

Τα τέλεια έντομα συνήθως δεν προκαλούν ζημιές.



Εικόνα 1.3. Προσβολή των τεύτλων από σιδηροσκώληκες.

Μόνο οι προνύμφες (κίτρινα σκουλήκια) προκαλούν ζημιές (εικόνα 1.3). Οι προνύμφες μπορούν να ελαττώσουν τους αριθμούς των φυτών, καταστρέφοντας το σπόρο κατά τη διάρκεια της βλάστησης ή κόβοντας τα πολύ μικρά φυτά. Συμπτώματα σε αναπτυγμένες ρίζες παρατηρούνται κοντά στο λαιμό, δημιουργώντας λεπτές στοές. Η καταπολέμηση των σιδηροσκωλήκων γίνεται κυρίως προληπτικά με απεντομώσεις του εδάφους πριν από τη σπορά, ή με τη χρήση κοκκωδών εντομοκτόνων, κατά τη σπορά. Ακόμη, μπορούμε να επενδύσουμε το σπόρο με εντομοκτόνο.

Αγρότιδες (*Agrotis* spp).

Οι προνύμφες γνωστές και σαν αγρότιδες, θεωρούνται από τα περισσότερα επιβλαβή και πολυφάγα έντομα. Οι αγρότιδες είναι νυκτόβιες και γενούν μεγάλο αριθμό αυγών, μεμονωμένων ή σε ομάδες στη κάτω επιφάνεια των φύλλων και στη βάση των στελεχών. Διαχειμάζουν συνήθως σαν αναπτυγμένες προνύμφες σε υπόγειες κρύπτες, έχουν δε 1-2 γενιές το χρόνο.

Οι κάμπιες αυτές, βγαίνουν στην επιφάνεια του εδάφους τη νύκτα, κόβουν τα φυτά στο λαιμό και μπορούν να κάνουν μεγάλες ζημιές, ενώ την ημέρα μπορούμε να τα βρούμε κουλουριαστά κοντά στο λαιμό ενός μαραμένου τεύτλου.

Οι αγρότιδες καταπολεμούνται με πιτυρούχα δολώματα που σκορπίζονται κοντά στα φυτά αργά το απόγευμα. Για την παρασκευή των δολωμάτων χρησιμοποιούμε συνήθως 4 κιλά πίτυρα ή και ξηρή πούλπα ανακατεμένη με 200 - 300 γραμμάρια θειοντάν 50% ή Σεβίν 85% ή άλλο εντομοκτόνο με ανάλογη δράση. Επίσης, καταπολεμούνται με ψεκασμούς κατά τη νύχτα.

Άλτης (*Chaetocnema tibialis*)

Ο άλτης είναι ένα μικρό σκούρο σκαθάρι, μήκους 3 χιλ. Δημιουργεί μικρές τρύπες στα φύλλα και στο βλαστό των μικρών τεύτλων, αμέσως μετά το φύτευμα ή και αργότερα (Εικόνα 1.4).



Εικόνα 1.4. Προσβολές άλτη σε μικρό τεύτλο.

Αποτέλεσμα των προσβολών αυτών είναι κυρίως η καθυστέρηση στην ανάπτυξη των φυτών. Όταν οι πληθυσμοί του εντόμου είναι μεγάλοι μπορούν να εξαφανίσουν και ολόκληρους αγρούς.

Η λιακάδα και η ζέστη ευνοούν πολύ τη δράση του. Διαχειμάζει σαν τέλειο έντομο στο έδαφος και την άνοιξη το θηλυκό εναποθέτει τα αυγά του στην κάτω επιφάνεια των φύλλων. Η καταπολέμηση γίνεται με τη χρησιμοποίηση στο έδαφος των διασυστηματικών κοκκωδών εντομοκτόνων Τεμίκ, Φουραντάν, Κουρατέρ, ή επενδυμένου σπόρου.

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

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



Εικόνα 1.5. Φύλλα τεύτλων που προσβλήθηκαν από αφίδες.

Το πρώτο είδος αναφέρεται στη μαύρη αφίδα, η οποία συνήθως εμφανίζεται κατά πυκνές μάζες πάνω στα φύλλα, τα οποία εξασθενεί και προκαλεί σ' αυτά κατσάρωμα και μαύρισμα. Οι πράσινες αφίδες (*Myzus persicae*) παρουσιάζονται συνήθως στα φύλλα και δεν διακρίνονται εύκολα (εικόνα 1.5). Δεν κάνουν ζημιά μόνες τους, αλλά είναι επικίνδυνες γιατί μεταδίδουν την ίωση του ίκτερου. Καταπολέμηση χρειάζεται σπάνια, γιατί συνήθως τα φυτά που προσβάλουν είναι λιγοστά.

Κλεονός (*Bothynoderes punctiventris*). (εικόνα 1.6)

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



Εικόνα 1.6. Κλεονός.

Αντιμετωπίζεται με ψεκασμούς, ένα ή περισσότερους, ανάλογα με την έξοδο των εντόμων από το έδαφος.

Λίξος (*Lixus juncki*)

Είναι έντομο που μοιάζει με τον κλεονό, μόνο που είναι στενότερο και μακρύτερο. Είναι πολύ επικίνδυνο έντομο για τα τεύτλα και ιδιαίτερα τα τεύτλα σποροπαραγωγής. Έχει δύο γενιές το χρόνο. Διαχειμάζει ως ακμαίο. Προκαλεί ζημιές σαν: α) τέλειο έντομο, κάνοντας τρύπες στα φύλλα και καταστρέφοντας έτσι τα φυλλώματα β) προνύμφη, ανοίγοντας στοές στους μίσχους των φύλλων ή στα ανθοφόρα στελέχη των σποροπαραγωγικών τεύτλων. Η ζημιά στη σποροπαραγωγή μπορεί να φθάσει μέχρι και εκμηδένιση της παραγωγής σπόρου. Η καταπολέμηση του Λίξου γίνεται συγχρόνως με εκείνη του Άλτη και των Κλεονών.

Σε σπάνιες περιπτώσεις παρουσιάζονται προσβολές και από ένα μικρό σκαθάρι, την Κασσίδα (εικόνα 1.7) που κάνει πολλές τρύπες στα φύλλα.

Η καταπολέμηση της Κασσίδας γίνεται με τα εντομοκτόνα του Άλτη, Κλεονών κλπ.



Εικόνα 1.7. Κασσίδα

Φθοριμαία (*Scrobipalpa ocelatella*).

Είναι μια πολύ μικρή κάμπια, που προσβάλλει την καρδιά του φυτού. Σε έντονη προσβολή, συνενώνονται τα φύλλα της καρδιάς, μαυρίζουν και καταστρέφονται τα σημεία φυτρώματος των νέων φύλλων, με αποτέλεσμα το σάπισμα της καρδιάς των τεύτλων. Ευνοείται από την ξηρασία και τις υψηλές θερμοκρασίες. Η αντιμετώπιση πρέπει να γίνει όταν εμφανισθεί προσβολή με τα κατάλληλα εντομοκτόνα. Η καταπολέμηση του εντόμου είναι δύσκολη, γιατί το φάρμακο δε μπορεί να φθάσει εύκολα στην καρδιά των φυτών.

Νηματώδεις (*Heterodera schachtii* Schmidt)

Οι νηματώδεις του γένους *HETERODERA* ζουν μέσα στο υπόγειο τμήμα των φυτών. Ο κυριότερος χαρακτήρας αυτών είναι ο σχηματισμός ανθεκτικών κύστεων ικανών να αντέξουν στις δυσμενείς συνθήκες του περιβάλλοντος. Από τους νηματώδεις αυτούς βασική οικονομική σημασία έχει ο Νηματώδης των ζαχαρότευτλων ο *Heterodera schachtii* Schmidt, που είναι διαδεδομένος σ' όλες τις χώρες της κεντρικής και βορείου Ευρώπης. Οι προσβολές από τον Νηματώδη μπορούν να διαπιστωθούν εύκολα στις φυτείες των ζαχαρότευτλων, διότι παρατηρούνται στον αγρό κηλίδες που φέρουν φυτά

περιορισμένης ανάπτυξης με φύλλα που κιτρίνισαν πρόωρα. Λόγω της περιορισμένης ανάπτυξης των φύλλων των φυτών, οι παραπάνω κηλίδες δίνουν την εντύπωση ότι τα φυτά έχουν υποστεί ισχυρό αραίωμα.

Στο υπόγειο τμήμα των ζαχαρότευτλων, παρατηρείται περιορισμένη αύξηση της πασσαλώδους ρίζας και μεγάλη αύξηση πλευρικών ριζιδίων. Οι προκαλούμενες ζημιές συνίστανται στη μείωση του βάρους των ριζών και στην ελάττωση της περιεκτικότητας αυτών σε ζάχαρη. Τα χωράφια αυτά δεν πρέπει να καλλιεργούνται με τεύτλα, γιατί η καταπολέμησή τους είναι πολυέξοδη και αμφίβολη.

1.4.7 Ασθένειες

Τα μικρά ζαχαρότευτλα είτε βρίσκονται ακόμη μέσα στο έδαφος κατά τη διάρκεια του φυτρώματος, είτε διανύουν το στάδιο της πρώτης ανάπτυξης, προσβάλλονται από διάφορους μύκητες, συνηθέστεροι από τους οποίους είναι διάφορα είδη *Pythium*, *Rhizoctonia solani* είδη *Aphanomyces*, καθώς και άλλοι μύκητες του εδάφους. Επίσης, ο μύκητας *Phoma betae*, που μεταδίδεται με το σπόρο, προκαλεί ζημιές σ' αυτό το στάδιο, στην ανάπτυξη των φυτών.

Οι παραπάνω μύκητες είτε καταστρέφουν τα φυτάρια πριν βγουν από το έδαφος, είτε προσβάλλουν τα φυτρωμένα ήδη νεαρά φυτά, τα οποία παρουσιάζουν μελανές κηλίδες στο υποκοτύλιό τους και συνήθως ξηραίνονται. Η ασθένεια αυτή χαρακτηρίζεται ως "μαύρος λαιμός". Αν η προσβολή είναι ελαφρά, τα φυτάρια αναλαμβάνουν και σχηματίζουν νέα ριζίδια. Συνθήκες που συντελούν στην παράταση του φυτρώματος και της πρώτης ανάπτυξης των φυτών, υποβοηθούν την προσβολή. Συνιστώνται: καταστροφή των υπολειμμάτων, απολύμανση εδάφους, αμειψισπορά και χρήση ανθεκτικών ποικιλιών.

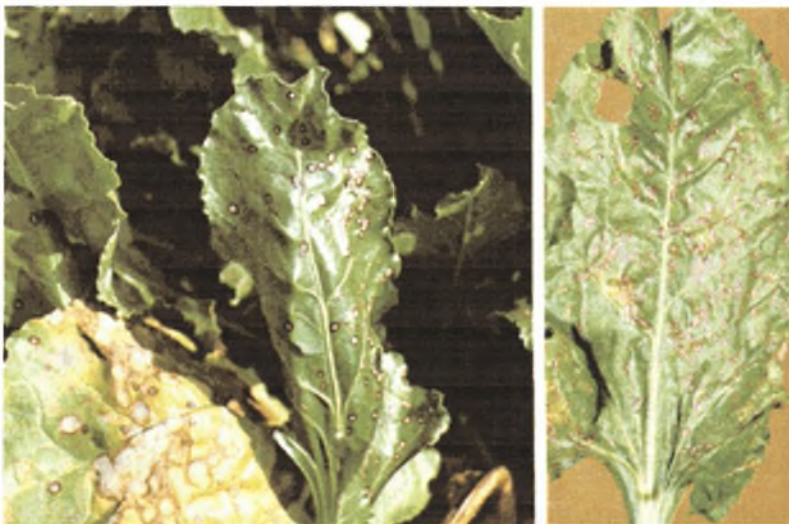
Κερκόσπορα (*cercospora beticola*)

Είναι η σοβαρότερη ασθένεια των ζαχαρότευτλων στη χώρα μας. Το θερμό κλίμα (25 - 35° C) και η υγρασία που υπάρχει στα χωράφια από τα ποτίσματα

της τεχνητής βροχής, δημιουργούν ένα περιβάλλον που ευνοεί πολύ την κερκόσπορα .

Κατά τα τέλη Μαΐου με αρχές Ιουνίου, παρουσιάζονται τα πρώτα συμπτώματα σε παλιά φύλλα. Είναι μικρές στρογγυλές κηλίδες (βούλες) και παρουσιάζονται από μία ή δύο σε κάθε φύλλο. Με τον καιρό οι κηλίδες πληθαίνουν (εικόνα 1.8) και από τα μέσα Ιουνίου και αργότερα πιάνουν ολόκληρα τμήματα του φύλλου και προκαλούν τοπικές ξηράνσεις (Ιούλιος). Τελικά ξεραίνονται όλα τα φύλλα (τέλη Ιουλίου ή Αύγουστο) και το χωράφι μοιάζει σαν να έχει καεί. Έπειτα , τα τεύτλα βγάζουν νέα φύλλα και το χωράφι πρασινίζει ξανά.

Όσο η προσβολή είναι πρωιμότερη , τόσο οι ζημιές είναι μεγαλύτερες . Το στρεμματοζάχαρο μπορεί να μειωθεί και μέχρι 50%. Το βάρος ελαττώνεται κατά 2-4 τόνους /στρ. , ο δε ζαχαρικός τίτλος κατά 2-3βαθμούς . Σε ελαφρές προσβολές, η ζημιά κυμαίνεται γύρω στον μισό έως 1 τόνο/στρ. ο δε ζαχαρικός τίτλος έως ένα βαθμό .



Εικόνα 1.8. Φύλλα ζαχαρότευτλου που προσβλήθηκαν από την κερκόσπορα.

Η καταπολέμηση της Κερκόσπορας γίνεται με τους εξής τρόπους:

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

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

3. Για την καταπολέμηση της ασθένειας χρειάζονται προληπτικοί ψεκασμοί, όταν αρχίζουν οι μολύνσεις και πολύ πριν παρουσιασθούν τα συμπτώματα. Η περίοδος αυτή αρχίζει από την εποχή που κλείνουν οι γραμμές των τεύτλων, συνήθως από τα μέσα Μαΐου μέχρι τις αρχές Ιουνίου. Έπειτα, κάθε 15-20 ημέρες, πρέπει να γίνονται ψεκασμοί σε τρόπο ώστε να υπάρχει συνεχώς πάνω στα φύλλα των τεύτλων φάρμακο, που δεν θα επιτρέψει στον μύκητα να εισχωρήσει στο φυτό. Μετά από μεγάλη βροχή ή πότισμα, ο ψεκασμός πρέπει να επαναλαμβάνεται, έστω και αν δεν περάσουν 15-20 μέρες. Οι ψεκασμοί ανέρχονται σε 4-8 το χρόνο. Κατάλληλα μυκητοκτόνα είναι ΜΑΝΕΠ, ΜΠΡΕΣΤΑΝ, ΜΠΑΥΚΟΡ, ΤΡΙΜΙΝΤΑΛ, συνήθως σε συνδυασμό μεταξύ τους.

Ριζομανία

Η ριζομανία είναι μια πολύ σοβαρή ασθένεια των τεύτλων. Προκαλείται από ιό, που μεταδίδεται με ένα μύκητα εδάφους. Στη χώρα μας εμφανίσθηκε για πρώτη φορά το έτος 1972 στο χωριό Γιάννουλη Λαρίσης και αργότερα επεκτάθηκε σε όλες σχεδόν τις περιοχές. Η ασθένεια αυτή είχε εμφανισθεί μερικά χρόνια νωρίτερα στην Ιταλία, όπου προκάλεσε σοβαρές καταστροφές στην τευτλοκαλλιέργεια, με αποτέλεσμα να κλείσουν μερικά ζαχαρουργεία.

Σε πρώιμες προσβολές από την ριζομανία, δημιουργούνται στο χωράφι κηλίδες φυτών μικρότερης ανάπτυξης. Η καταστροφή των φυτών αρχίζει από το κέντρο της κηλίδας και παρά τα συνεχή ποτίσματα τα φυτά βρίσκονται σχεδόν συνεχώς σε κατάσταση μαρασμού. Αυτό οφείλεται στην καταστροφή

του ριζικού συστήματος. Η κεντρική ρίζα είναι μικρότερη από εκείνη των υγιών φυτών (εικόνα 1.9), ενώ αναπτύσσεται υπερβολικός αριθμός ριζιδίων, με αποτέλεσμα την δημιουργία συμπαγούς μάζας ριζιδίων τα οποία στο μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι νεκρά.

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

Οι ζημιές που προκαλεί μπορεί να φθάσουν , στις πολύ σοβαρές περιπτώσεις, μέχρι την ολοκληρωτική καταστροφή των τεύτλων . Όταν η προσβολή είναι πρώιμη , η απόδοση μπορεί να περιοριστεί στους δυο μόνο τόνους /στρ .με ζαχαρικό τεύτλο 6-10. Όταν η προσβολή είναι όψιμη, οι ζημιές είναι μικρότερες.



Εικόνα 1.9. Ριζομανία.

Για την αντιμετώπιση της ριζομανίας συνιστώνται:

1. Εξαετής τουλάχιστον αμειψισπορά

2. Αποφυγή υπερβολικών ποτισμάτων. Όπου παρουσιάζεται η ασθένεια, ποτίσματα με λίγο νερό και συχνότερα για να συντηρούνται τα τεύτλα.

3. Στράγγιση και ισοπέδωση των χωραφιών, για να μη μαζεύονται νερά στα βαθουλώματα.

4. Αποφυγή μεταφοράς χώματος από προσβεβλημένο σε υγιή αγρό

5. Καταπολέμηση των ζιζανίων, κυρίως της λουβουδιάς, γιατί είναι φορέας της ασθένειας.

Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή για να μη συγχέεται η ριζομανία με την πολυριζία (διχαλωτές ρίζες)(εικόνα 1.10), η οποία σε πολλές περιπτώσεις μπορεί να συνυπάρχει. Στην πολυριζία τα τεύτλα είναι άσπρα τόσο εξωτερικά όσο και σε τομή τους και επιπλέον δεν παρουσιάζουν τα χαρακτηριστικά άφθονα ριζίδια. Αντίθετα στην ριζομανία οι διχαλωτές ρίζες της πολυριζίας εμφανίζουν τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της ασθένειας στις πλάγιες ρίζες.



Εικόνα 1.10 Αριστερά: πολυριζία (υγιές), Δεξιά: ριζομανία (άρρωστο)

Ωίδιο

Το ωίδιο είναι μια μυκητολογική ασθένεια που εμφανίζεται κάθε χρόνο στις καλλιέργειες τεύτλων της χώρας μας, προσβάλλοντας τα φύλλα των τεύτλων (εικόνα 1.11) και αποτελεί την πιο σοβαρή ασθένεια του φυλλώματος, μετά την κερκόσπορα. Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες από τα τέλη Μαΐου, στα παλιότερα φύλλα. Στην πάνω κυρίως επιφάνεια σε μεμονωμένα φυτά, εμφανίζεται ένα λευκό επίχρισμα (χνούδι) σε μορφή μικρής αστεροειδούς κηλίδας που δύσκολα διακρίνεται. Η ασθένεια εξελίσσεται ταχύτατα και τον Ιούνιο, το λευκό επίχρισμα μπορεί να εξαπλωθεί γρήγορα καλύπτοντας όλη την επιφάνεια του φυλλώματος. Τον Ιούλιο και τον Αύγουστο, συνήθως υπάρχει μια ύφεση στην ένταση της ασθένειας η οποία εξελίσσεται πάλι στα τέλη Αυγούστου με αρχές Σεπτεμβρίου, παρουσιάζοντας μια μικρή έξαρση.

Οι ζημιές προκαλούνται από την κάλυψη του φυλλώματος, που εμποδίζεται να λειτουργήσει και από το ότι ο μύκητας ζεί και τρέφεται παρασιτικά σε βάρος του φύλλου. Οι απώλειες από το ωίδιο σε στρεμματοζάχαρο μπορεί να φθάσουν μέχρι και 30%, ενώ αναλόγου επιπέδου είναι και οι οικονομικές ζημιές από την ασθένεια.

Η ασθένεια ευνοείται από θερμοκρασίες 20-30 °C, χαμηλή σχετική υγρασία 30-40% και πρωινές δροσιές. Επίσης διακυμάνσεις στην ημερήσια

θερμοκρασία έως 15 °C, καθώς και η εναλλαγή ξηρού και υγρού καιρού, ευνοούν την εξέλιξη της ασθένειας. Η στάγδην άρδευση καθώς και το πότισμα με κατάκλυση, ευνοούν πολύ την εξάπλωση της ασθένειας, ενώ αντίθετα η τεχνητή βροχή την εμποδίζει, διότι αφ' ενός μεν απομακρύνει τα σπόρια του μύκητα και αφ' ετέρου η υψηλή σχετική υγρασία που αναπτύσσεται δεν ευνοεί την εξέλιξή της.

Επειδή το ωίδιο μόλις την τελευταία 20ετία άρχισε να αποτελεί σημαντικό πρόβλημα για την τευτλοκαλλιέργεια, δεν υπάρχουν ακόμη εμπορικές ποικιλίες με ανθεκτικότητα στο ωίδιο, που να συνδυάζουν και ικανοποιητικές αποδόσεις. Η σημασία της αμειψισποράς είναι ασήμαντη, διότι τα σπόρια του μύκητα μεταφέρονται με τον άνεμο σε μεγάλες αποστάσεις. Έτσι ο μόνος τρόπος αντιμετώπισης είναι η χημική καταπολέμηση η οποία στηρίζεται σε ψεκασμούς με θειάφι τον Μάιο-Ιούνιο, που είναι η κρίσιμη περίοδος. Στην πράξη το θειάφι συνδυάζεται με τα μυκητοκτόνα που χρησιμοποιούνται για την καταπολέμηση της κερκόσπορας. Συνεπώς πολύ υψηλή αποτελεσματικότητα εμφανίζουν και τα μυκητοκτόνα IMPACT, ALTO, CORBEL και ARMURE και κυρίως συνδυασμοί αυτών.



Εικόνα 1.11 Συμπτώματα από ωίδιο

Ίκτερος

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

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

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

1.4.8 Συγκομιδή

Συγκομιδή των τεύτλων λέμε την εξαγωγή τους από το χώμα και την προετοιμασία τους για τη μεταφορά στο εργοστάσιο. Η εργασία αυτή μπορεί να γίνει με τα χέρια, όπως γινόταν στα πρώτα χρόνια της λειτουργίας των εργοστασίων ή με τις ειδικές συγκομιστικές μηχανές (εικόνα 1.12). Η συγκομιδή με τα χέρια ήταν μια εργασία πολύ κουραστική, δύσκολη και κόστιζε ακριβά. Ξαναγυρίζουμε όμως σ' αυτή σε περιπτώσεις δύσκολων καιρικών συνθηκών, όπου οι μηχανές δεν είναι σε θέση να εργασθούν.



Εικόνα 1.12. Μηχανή τεύτλων

Σήμερα η συγκομιδή γίνεται με τις μηχανές τεύτλων. Συνηθέστερες είναι οι αυτοκινούμενες μηχανές μιας σειράς, οι οποίες κάνουν συγχρόνως όλες τις εργασίες, ήτοι κόβουν τις κορυφές, εκριζώνουν τις ρίζες και τις φορτώνουν στα μεταφορικά μέσα. Οι εργασίες αυτές πρέπει να γίνονται προσεκτικά, ώστε τα τεύτλα να είναι απαλλαγμένα από ξένες ύλες και χωρίς απώλειες από σπασίματα, κακή αποκορύφωση κλπ. Η αποκορύφωση του τεύτλου γίνεται με ένα οριζόντιο μαχαίρι της μηχανής, το οποίο ανεβοκατεβαίνει με ειδικό μηχανισμό ανάλογα με το ύψος του κάθε τεύτλου. Οι κορυφές με τα φύλλα απομακρύνονται μετά το κόψιμο με μια περιστροφική βούρτσα του μηχανήματος. Κατόπιν, ειδικό σύστημα της μηχανής βγάζει τις ρίζες, χωρίς να εισέρχεται σε βάθος μεγαλύτερο από 5-10 εκατοστά για να μη βγάξει μεγάλες ποσότητες χώματος μαζί με τα τεύτλα. Αυτά απαλλάσσονται από τα χώματα με ένα σύστημα κοσκινίσματος. Τα τεύτλα, μετά τον καθαρισμό τους, αποθηκεύονται προσωρινά στον κάδο της μηχανής. Αφού ο κάδος γεμίσει αδειάζεται στην πλατφόρμα για να μεταφερθούν οι ρίζες στο εργοστάσιο. Η μηχανική συλλογή των τεύτλων παρουσιάζει δύο μειονεκτήματα: α) έχει απώλειες 3-6% και β) οι κορυφές δεν κόβονται πάντα εκεί που πρέπει. Όταν κόβονται ψηλότερα από το κανονικό, αφήνουν ένα τμήμα του λαιμού στην ρίζα η οποία έτσι γίνεται πτωχότερη σε ζάχαρο και δυσχεραίνει την επεξεργασία τους. Όταν κόβονται χαμηλότερα έχουμε απώλεια σε ζάχαρη.

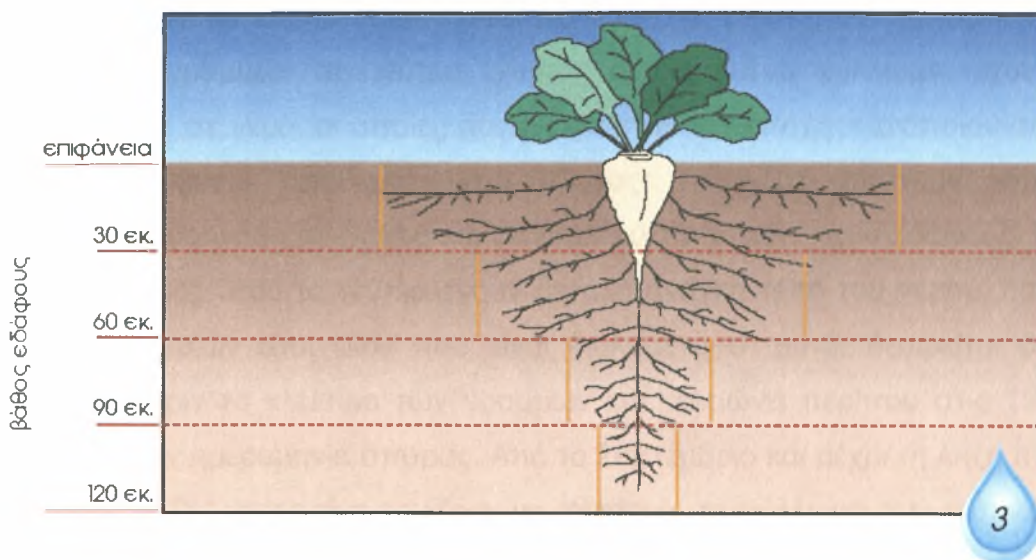
Μια πετυχημένη συγκομιδή προϋποθέτει μια καλή φυτεία με σωστά αραιωμένα τεύτλα και απαλλαγμένα από ζιζάνια. Ο τύπος του εδάφους (βαρύ - ελαφρό), η υγρασιακή του κατάσταση και η κατάσταση της μηχανής και η λειτουργία της, παίζουν επίσης σοβαρό ρόλο.

1.4.9 Άρδευση Ζαχαροτεύτων

Στα ζαχαρότευτλα, όπως σε όλες τις ποτιστικές καλλιέργειες, η κανονική ανάπτυξη και η παραγωγική δραστηριότητα του φυλλώματος και της ρίζας έχουν άμεση σχέση με την επαρκή παρουσία του νερού στο έδαφος. Λιγότερο νερό, κατά κανόνα, οδηγεί σε μικρότερες αποδόσεις.

Καθημερινά από ένα χωράφι ζαχαροτεύτων χάνεται νερό στην ατμόσφαιρα, είτε λόγω εξάτμισης, είτε από τη φυσιολογική λειτουργία των φυτών, που απορροφούν νερό από το έδαφος και το χάνουν στα φύλλα(διαπνοή). Έτσι σε διάστημα μερικών ημερών η αθροιστική απώλεια γίνεται μεγάλη, και τα αποθέματα νερού στο έδαφος που οι ρίζες με τα τριχίδιά τους μπορούν να το απορροφήσουν, λιγοστεύουν. Εάν η απώλεια νερού στο βάθος αυτό δεν αναπληρωθεί με βροχή, τότε, έγκαιρα πριν τα φυτά επηρεασθούν από έλλειψη νερού, πρέπει ν' αναπληρωθεί με πότισμα.

Το όλο ριζικό σύστημα των ζαχαροτεύτων, εκτός από την κονδυλώδη ρίζα, συμπληρώνεται από μεγάλο αριθμό ριζικών τριχιδίων που είναι πολύ λεπτά και η διάρκεια ζωής τους είναι περιορισμένη. Εφόσον, όμως, οι συνθήκες είναι ευνοϊκές γρήγορα αναπαράγονται. Τα ριζικά τριχίδια είναι αυτά που, κυρίως, διεκπεραιώνουν τη δραστηριότητα των φυτών μέσα στο έδαφος. Μετρήσεις του μεγέθους του ριζικού συστήματος των ζαχαροτεύτων, που έγιναν σε χωράφι με ελαφρύ-μέσο(αμμοπηλώδες) έδαφος, στα μέσα Ιουλίου, έδειξαν ότι το 50% των ριζικών τριχιδίων είχαν αναπτυχθεί σε βάθος 40 εκ. ενώ τα 2/3 του συνόλου ήταν ανεπτυγμένα μέχρι βάθους 60 εκ. Τα υπόλοιπα ριζικά τριχίδια, που μειώνονταν προς τα βαθύτερα στρώματα, έφθαναν μέχρι βάθους 1,8 μέτρων (εικόνα 1.13)



Εικόνα 1.13 Ριζικό σύστημα ζαχαροτεύλων

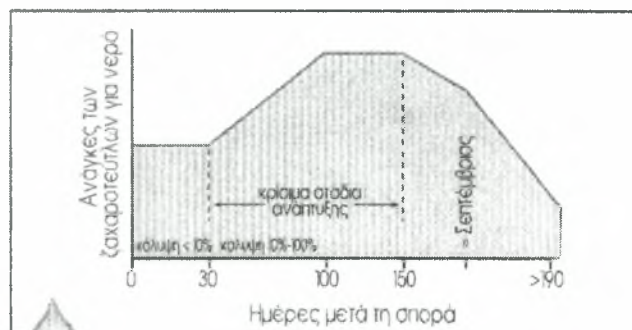
Η έκταση των ήταν ανάλογη με το μέγεθος του φυλλώματος. Έτσι, εξηγείται για ποιο λόγο το Νοέμβριο (που τα φυτά έχουν μικρότερο φύλλωμα) γίνεται συνήθως μικρότερο και πιο συγκεντρωμένο στο πάνω στρώμα του εδάφους. Γενικεύοντας, μπορεί να ειπωθεί ότι τα ζαχαρότευτλα απορροφούν νερό κυρίως από το ανώτερο στρώμα του εδάφους(60-70εκ.).

Με βάση τη μελέτη των πειραματικών αποτελεσμάτων έχει εκτιμηθεί ότι οι συνολικές ανάγκες των ζαχαροτεύλων σε νερό, στο διάστημα μιας καλλιεργητικής χρονιάς, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, ανέρχονται από 540 κυβικά μέτρα στο στρέμμα (περιοχή Θράκης) έως 610 κυβικά μέτρα (πεδιάδα Θεσσαλίας). Οι διακυμάνσεις προς τα πάνω ή προς τα κάτω, που οφείλονται στις μεταβολές του καιρού ή στις καλλιεργητικές εργασίες (πρωιμότερη σπορά ή οψιμότερη συγκομιδή), είναι περιορισμένες σε ποσοστό περίπου $\pm 10\%$.

Οι πρώτες ανάγκες των ζαχαροτεύλων για πότισμα εμφανίζονται αμέσως μετά τη 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.

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 αυτήν την εποχή ικανοποιούνται από τα υπάρχοντα αποθέματα στο έδαφος. Το ριζικό σύστημα τότε, αναπτύσσεται γρήγορα σε βάθος και εκμεταλλεύεται αρκετό όγκο εδάφους. 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 το κλείσιμο των γραμμών και τελειώνει περίπου στις 150 ημέρες από την ημερομηνία σποράς. Από το Σεπτέμβριο και μέχρι τη λήξη της συγκομιδής οι θερμοκρασίες αρχίζουν να πέφτουν, το φύλλωμα των τεύτλων περιορίζεται, και οι ανάγκες σε νερό μειώνονται. Ωστόσο τα φυτά κατά το διάστημα αυτό δεν πρέπει να στερηθούν το νερό. Σε ορισμένα πολύ βαριά εδάφη άλλωστε, ένα ελαφρό πότισμα μερικές ημέρες πριν τη συγκομιδή περιορίζει τα σπασίματα των ριζών από τις συγκομιστικές μηχανές και μειώνει τις απώλειες της συγκομιδής.

Η λήξη των ποτισμάτων συνίσταται να γίνεται 2-4 εβδομάδες πριν τη συγκομιδή με σκοπό να ζορισθούν τα φυτά 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 ζαχαροτεύτλων, ώστε το διάστημα χωρίς πότισμα πριν τη συγκομιδή να γίνεται ελάχιστο. Σχηματικά, οι ανάγκες των ζαχαροτεύτλων σε νερό φαίνονται στην εικόνα 1.14



Εικόνα 1.14 Ανάγκες ζαχαροτεύτλων σε νερό

Η ποσότητα του νερού που θα ρίξουμε στο χωράφι εξαρτάται από τη σύσταση του εδάφους. Τα βαριά χωράφια δέχονται μεγαλύτερες ποσότητες. Το νερό που χρησιμοποιούν τα ζαχαρότευτλα, είναι αυτό που μπορούν να συγκρατήσουν τα εδάφη στο βάθος των 60 εκ. περίπου 2 ημέρες μετά από ένα πλήρες πότισμα. Η ποσότητα αυτή είναι η μεγαλύτερη δόση νερού που επιτρέπεται να ρίξουμε.

Σε κανονικά επαναλαμβανόμενα ποτίσματα οι δόσεις είναι: 40-50m³/στρ στα ελαφρά-αμμουδερά εδάφη, 50-70m³/στρ στα μεσαία-αμμοπηλώδη και 60-80m³/στρ στα βαριά-αργιλώδη εδάφη.

Η άρδευση των ζαχαροτεύτλων μπορεί να γίνει με καταιονισμό ή με αυλάκια ή με σταγόνες. Η τελευταία μέθοδος με σταγόνες (στάγδην άρδευση) είναι κι η πιο αποτελεσματική.

Με το πότισμα σταγόνα-σταγόνα οι συνθήκες υγρασίας στο έδαφος γίνονται ευνοϊκότερες για τα φυτά, ενώ παράλληλα αξιοποιούνται οι μικρές παροχές νερού, οι χαμηλές πιέσεις δικτύων, και γίνεται οικονομία στην κατανάλωση. Με τη μέθοδο αυτή το πότισμα δεν επηρεάζεται από τοπικούς ανέμους και οι συνθήκες για την ανάπτυξη ασθενειών στο φύλλωμα είναι λιγότερο ευνοϊκές απ' ότι στις άλλες μεθόδους ποτίσματος. Προσοχή πρέπει να δοθεί στα βουλώματα των σταλακτήρων και στην συγκέντρωση αλάτων στο έδαφος. Για το σωστό πότισμα με σταγόνες, πρέπει στην αρχή της αρδευτικής περιόδου να προστεθεί το απαιτούμενο νερό κορεσμού βάσει του εδαφικού τύπου του χωραφιού (να φθάσει δηλαδή την υδατοϊκανότητά του). Στη συνέχεια χρειάζεται να προστίθεται κάθε 3-5 ημέρες το νερό που χάνεται λόγω εξάτμισης ή διαπνοής.

Μερικοί υπολογισμοί για τη Δόση Ποτίσματος και την Διάρκεια του Ποτίσματος γίνονται ως εξής: Δόση Ποτίσματος = (Δ x ΗΥ)/0,90= m³/στρ και Διάρκεια Ποτίσματος = (Δόση Ποτίσματος x ΑμΣ x ΑμΓ)/Παροχή σταλακτήρα(λίτρα/ώρα)= ώρες

Όπου: Δ: Διάστημα μεταξύ ποτισμάτων σε ημέρες,

ΗΥ: Ημερήσια υδατοκατανάλωση της καλλιέργειας σε m³/στρ,

0,90: Είναι ο αναμενόμενος βαθμός απόδοσης του συστήματος,

ΑμΣ: Απόσταση μεταξύ σταλακτήρων επί της γραμμής, σε μέτρα,

ΑμΓ: Απόσταση μεταξύ γραμμών, σε μέτρα.

1.4.9.1 Επίδραση της άρδευσης στην απόδοση

Οι ποσότητες νερού άρδευσης που δίνονται στην καλλιέργεια των ζαχαροτεύτλων ποικίλλουν πολύ παγκοσμίως. Στην Αγγλία και τη Γαλλία, η άρδευση είναι συμπληρωματική των βροχοπτώσεων και είναι χαρακτηριστικό πως απαιτούνται μόνον 100-200 mm νερού για να εξασφαλίσουν ότι η ανάπτυξη δεν θα περιορισθεί από την έλλειψη νερού. Στο άλλο άκρο, είναι οι θερμές, ξηρές περιοχές, όπως οι ΗΠΑ, περιοχές της Μεσογείου και το Πακιστάν, όπου η παραγωγή ζαχαροτεύτλων δεν μπορεί να συντελεσθεί χωρίς άρδευση. Σε αυτές τις περιοχές εφαρμόζονται συνήθως 500-1000 mm νερού.

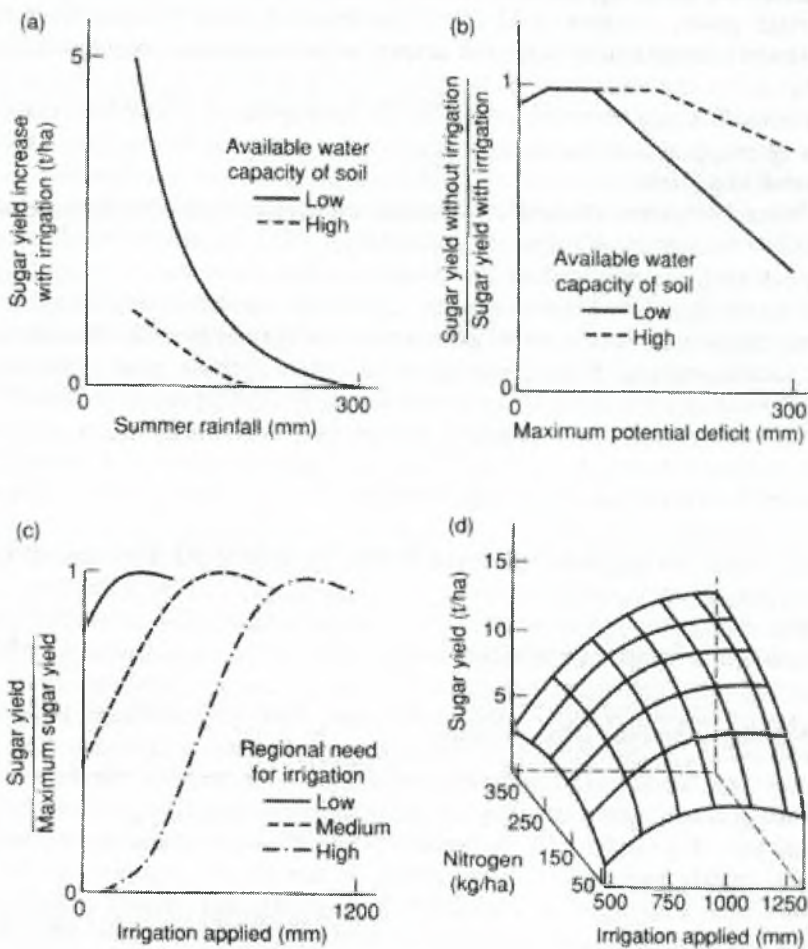
Η απόκριση της ανάπτυξης στην άρδευση εξαρτάται επομένως κυρίως από το πόσο πρόσθετο νερό απαιτείται. Η άρδευση για τη μέγιστη παραγωγή πρέπει να παρέχει το ελάχιστο ποσό νερού που είναι απαραίτητο για να διατηρήσει την ανάπτυξη χωρίς περιορισμούς. Εάν όλο το παρεχόμενο νερό μεταφράζεται σε πρόσθετη διαπνοή σε σχέση με μια μη αρδευόμενη καλλιέργεια, η απόκριση ανά μονάδα νερού θα ήταν πολύ κοντά στην τοπική qET. Αυτό σπανίως επιτυγχάνεται στην πράξη. Η άρδευση αυξάνει συνήθως το ποσό εξάτμισης από το έδαφος δυσανάλογα, δηλαδή, η σχετική αύξηση της E είναι μεγαλύτερη από αυτήν της ET. Επιπλέον ένα σημαντικό ποσό του εφαρμοσμένου νερού παραμένει συχνά αχρησιμοποίητο στην εδαφική κατατομή κατά τη συγκομιδή. ο λόγος της χρήσης νερού προς την παραγωγή ξηρής ουσίας qET αναφέρεται συχνά ως αποδοτικότητα χρήσης νερού (Water Use Efficiency, WUE).

1.4.9.1.1 Παραγωγή ζάχαρης

Κατά την μελέτη του οφέλους της άρδευσης, το βασικότερο ζήτημα είναι η επίδρασή της στα οικονομικά συστατικά της παραγωγής, δηλαδή των ριζών και ιδιαίτερα της ζάχαρης. Στην πράξη, η παραγωγής ζάχαρης είναι συνήθως μικρότερη από την αυτήν όπου εφαρμόζονται μικρές ποσότητες άρδευσης.

Πολλά πειράματα αγρού έχουν εκτελεσθεί προκειμένου να ποσοτικοποιήσουν την επίδραση της άρδευσης, σε πολλές τευλοπαραγωγικές περιοχές. Διάφορες προσεγγίσεις έχουν χρησιμοποιηθεί και πολλά από τα πειράματα έδωσαν πληροφορίες για την ανάπτυξη και την απόδοση σε σχέση με την ΕΤ. Όπου η άρδευση είναι συμπληρωματική, η απόκριση της παραγωγής γενικά αυξάνεται με την μείωση των εποχιακών βροχοπτώσεων (Εικ. 1.15.a). Οι Robelin and Mingeau (1970) και οι Draycott and Messemer (1977) δίνουν παραδείγματα. Ένα καλύτερο μέτρο από τις εποχιακές βροχοπτώσεις είναι το μέγιστο πιθανό έλλειμμα που υπολογίζεται από ένα απλό υδατικό ισοζύγιο. Ο Penman (1970) έδειξε ότι πέρα από ένα ορισμένο σημείο, η σχετική παραγωγή (δηλ. παραγωγή χωρίς άρδευση προς αυτήν με πλήρη άρδευση) μειώθηκε γραμμικά σε σχέση με το μέγιστο πιθανό έλλειμμα (Εικ. 1.15.b). Σχέσεις σαν αυτές στις Εικ. 1.15.a και 1.15b μπορούν να βοηθήσουν στον μακροπρόθεσμο προγραμματισμό αλλά έχουν περιορισμένη χρήση στη διαχείριση της άρδευσης κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου επειδή η απρόβλεπτη διακύμανση των βροχοπτώσεων έχει μια εξαιρετικά σημαντική επίδραση.

Όπου η άρδευση κυριαρχεί, είναι λογικό να συσχετίζεται η παραγωγή με την ποσότητα του νερού άρδευσης που εφαρμόσθηκε (Εικ. 1.15.c). Οι εξισώσεις που περιγράφουν τις καμπύλες του διαγράμματος αυτού είναι γνωστές ως σχέσεις παραγωγής-νερού. Επειδή οι σχέσεις νερού-παραγωγής είναι πιο προβλέψιμες απ' ό,τι στις περιοχές που η άρδευση είναι συμπληρωματική, οι σχέσεις αυτές μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον σχεδιασμό για βέλτιστη χρήση νερού σε μεμονωμένους αγρούς ή μεγάλες περιοχές. Οι σχέσεις παραγωγής συχνά περιλαμβάνουν περισσότερους του ενός παράγοντες που περιορίζουν την παραγωγή, συνήθως το νερό και το άζωτο. Σε τέτοιες περιπτώσεις, η σχέση παραγωγής περιγράφει μια επιφάνεια (Εικ. 1.15.d) παρά μια καμπύλη (Hexem and Heady, 1978).



Εικόνα 1.15. Διάφορες σχηματικές αναπαραστάσεις της σχέσης νερού άρδευσης – παραγωγής ζαχαροτεύτλων.

1.4.9.1.2 Συγκέντρωση ζάχαρης στις ρίζες

Η συγκέντρωση ζάχαρης στις καλά αρδευόμενες καλλιέργειες αυξάνεται σταθερά κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου, φθάνοντας πριν από τη συγκομιδή σε μια μέγιστη τιμή 15-18% (g ζάχαρης ανά 100 g νωπής ρίζας). Σε καταπονημένες καλλιέργειες, η συγκέντρωση ζάχαρης αυξάνεται ταχύτερα και, κάτω από σφοδρή καταπόνηση, μπορεί να είναι 5% υψηλότερη (π.χ. 20% παρά 15%) απ' ό τι στις μη καταπονημένες καλλιέργειες (Hang and Miller, 1986a). Αντιθέτως, ένα ευρύ φάσμα των μεταχειρίσεων άρδευσης έδειξε μικρή επίδραση στη συγκέντρωση ζάχαρης κατά την συγκομιδή (Ehlig and LeMert, 1979, Winter, 1988). Αυτό πιθανόν οφείλεται στις αυξανόμενες ποσότητες ακαθαρσιών στις ρίζες των καταπονημένων ζαχαροτεύτλων. Παρόλα αυτά, ο κύριος λόγος είναι ότι οι βροχοπτώσεις στο τελευταίο στάδιο της βλαστικής

περιόδου επανυδατώνουν τις ρίζες των καταπονημένων ζαχαροτεύτλων, χαμηλώνοντας κατά συνέπεια τη συγκέντρωση ζάχαρης. Αυτό υποστηρίχθηκε από τον Νυκον (1977) ο οποίος σχημάτισε εξισώσεις συσχέτισης της συγκέντρωσης ζάχαρης με τις βροχοπτώσεις του Σεπτεμβρίου για διάφορες τευλοπαραγωγικές περιοχές στην Ευρώπη.

1.4.9.1.3 Πρόσληψη θρεπτικών και μελασσογόνα

Το πρόσθετο νερό που παρέχεται με την άρδευση μπορεί να αποτρέψει τις λεπτές ρίζες από τη νέκρωση στο ξηρό έδαφος, να βοηθήσει τα θρεπτικά ιόντα να κινηθούν προς τις ρίζες με διάχυση και να αυξήσει τη αποδόμηση της οργανικής ουσίας του εδάφους. Επιτρέπει επίσης σε περισσότερο εδαφικό νερό να φύγει με την διαπνοή. Από την άλλη, η άρδευση μπορεί να οδηγήσει στην έκπλυση των θρεπτικών, ειδικότερα του αζώτου, πέρα από το βάθος του ενεργού ριζοστρώματος. Γενικά, με την άρδευση αυξάνεται η πρόσληψη θρεπτικών, αλλά δεν αυξάνεται απαραίτητως η συγκέντρωσή τους στα φυτά διότι αντισταθμίζεται από την πρόσθετη αύξηση που επιφέρει η άρδευση.

Λόγω αυτών των αντιθέτων τάσεων, τα πειράματα αγρού στα ζαχαρότευτλα δεν έχουν παράγει πολλά στοιχεία για την σημαντικότητα των αλληλεπιδράσεων μεταξύ της άρδευσης και των λιπασμάτων εκτός από την περίπτωση του αζώτου, για το οποίο έχουν καταγραφεί δύο μορφές αλληλεπιδράσεων. Πρώτος, όταν το άζωτο περιορίζεται, η άρδευση αυξάνει μερικές φορές την αντίδραση της καλλιέργειας σε μέτριες δόσεις λιπάσματος αζώτου (Last et al, 1983). Δεύτερον, όταν ο ανεφοδιασμός αζώτου είναι άφθονος, η άρδευση μπορεί να μετριάσει τα δυσμενή αποτελέσματα της υπερβολικής εφαρμογής αζώτου με τη μείωση της συγκέντρωσης των ακαθαρσιών α- amino αζώτου στις ρίζες (Haddock et al, 1974, Last et al, 1983, Winter, 1990).

Το κάλιο και το νάτριο στις ρίζες θεωρούνται επίσης ως ακαθαρσίες επειδή παρεμποδίζουν την εκχύλιση ζάχαρης. Αντίθετα από τις μειώσεις των ενώσεων α- amino αζώτου, η άρδευση έχει μόνο μικρή, ασαφή επίδραση στις συγκεντρώσεις αυτών των ακαθαρσιών (Νυκον, 1977, Last et al, 1983, Winter, 1990), πιθανώς λόγω των διάφορων αντιθέτων επιδράσεων της άρδευσης στην πρόσληψη ιόντων όπως προαναφέρθηκε.

2. ΣΤΑΓΔΗΝ ΑΡΔΕΥΣΗ

2.1 Γενικά

Η προσπάθεια για την επίτευξη μικρότερου κόστους και μεγαλύτερης αποτελεσματικότητας κατά την εφαρμογή του νερού στις αρδεύσεις, είχε ως αποτέλεσμα την ανάπτυξη πολλών και ποικίλων μεθόδων άρδευσης.

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

Τα κυριότερα χαρακτηριστικά που διακρίνουν τις τοπικές αρδεύσεις είναι:

1. μικρή παροχή νερού (κάτω από 12l/h)
2. μερική διαβροχή του εδάφους
3. μεγάλη συχνότητα και διάρκεια άρδευσης
4. υψηλή περιεκτικότητα και χαμηλή τάση εδαφικής υγρασίας
5. τρισδιάστατη κίνηση του νερού στο έδαφος(Μιχελάκης, 1998).

2.2 Ιστορική εξέλιξη

Σύμφωνα με τον John Roberts (Roberts Irrigation Products, Inc.), η ιστορία της στάγδην άρδευσης χρονολογείται πριν πολλά έτη, ανάλογα με το πώς ορίζεται και το πόσο πρωτόγονη μορφή έχει. Η προέλευσή της πιθανόν να είναι από την Αίγυπτο ή ακόμα και κάπου στην Ασία. Κατά την διάρκεια του 1700 υπήρχαν αναφορές ανθρώπων που πειραματίζονταν με πρώιμους τύπους στάγδην άρδευσης. Με την σημερινή της μορφή καινοτομήθηκε το 1940 στην Αγγλία, αλλά δεν άρχισε να αναγνωρίζεται ως ένα αποτελεσματικό σύστημα άρδευσης, παρά μόνο μετά την εισαγωγή της χρήσης του πολυαιθυλενίου (PVC) στα τέλη του 1960 για την κατασκευή των σταλακτηφόρων αγωγών. Η μεγάλη ανάπτυξη στον τομέα των πλαστικών ειδών που ακολούθησε τον 2^ο Παγκόσμιο πόλεμο, συντέλεσε στην ανάπτυξη της στάγδην άρδευσης αρχικά στην Μεγάλη Βρετανία και αργότερα στο Ισραήλ και στις Η.Π.Α., γύρω στο 1959 κυρίως στην Καλιφόρνια και στη Χαβάη.

Σύμφωνα με τον Robert J., η λίστα των σημαντικών ολοκληρώσεων του συστήματος της στάγδην άρδευσης περιλαμβάνει: τον Chapin Watermatics, ο οποίος εφάρμοσε σωλήνες πολυαιθυλενίου στην άρδευση λουλουδιών σε θερμοκήπια κατά την δεκαετία του '50, τον Sterling Davis, ο οποίος εγκατέστησε το πρώτο πείραμα αγρού με υπόγεια στάγδην άρδευση σε δένδρα λεμονιάς και πορτοκαλιάς το 1963 και τον Bernarr Hall, ο οποίος το 1969, άρχισε να πειραματίζεται χρησιμοποιώντας την στάγδην άρδευση σε συνδυασμό με την κάλυψη πλαστικού σε καλλιέργειες φράουλας και τομάτας στο Σαν Ντιέγκο της Καλιφόρνιας.

Στις αρχές του 1980 το ενδιαφέρον για το σύστημα στάγδην άρδευσης μειώθηκε, πιθανόν εξαιτίας του κόστους των υλικών και του εξοπλισμού και αναζωπυρώθηκε πάλι μετά το 1985, περίοδο όπου δημοσιεύονταν οι περισσότερες αναφορές των αποτελεσμάτων έρευνας.

2.3 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης

Ένα ολοκληρωμένο σύστημα στάγδην άρδευσης αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και την μονάδα ελέγχου.

Το δίκτυο μεταφοράς αποτελείται από τους κύριους αγωγούς μεταφοράς, που μεταφέρουν το νερό στους αγωγούς τροφοδοσίας, οι οποίοι εξασφαλίζουν την απαιτούμενη παροχή και φορτίο στις υδροληψίες των αγωγών εφαρμογής. Οι αγωγοί του δικτύου μεταφοράς είναι συνήθως από άκαμπτο PVC και πρέπει να τοποθετούνται υπόγεια, τόσο για την προστασία τους, όσο και για την διευκόλυνση της κυκλοφορίας στον αγρό των γεωργικών μηχανημάτων.

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

Η μονάδα ελέγχου τοποθετείται στην αρχή του δικτύου αμέσως μετά το αντλητικό συγκρότημα ή την υδροληψία αν το δίκτυο είναι συλλογικό και περιλαμβάνει μετρητή ροής, φίλτρα, ρυθμιστές πίεσης και συσκευές εφαρμογής λιπασμάτων και φυτοφαρμάκων.

Βάση του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι οι σταλακτήρες. Οι σταλακτήρες διακρίνονται σε ορισμένες κατηγορίες ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά τους. 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 της πίεσης διακρίνονται σε σταλακτήρες με μακρύ διάδρομο ροής και με επιστόμιο ή σπή. 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. Οι αυτορυθμιζόμενοι σταλακτήρες είναι κατά κανόνα και αυτοκαθαριζόμενοι

και είναι ο τύπος που χρησιμοποιείται περισσότερο σήμερα (Τερζίδης κ.α., 1997; Μιχελάκης, 1998)

2.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα κυριότερα πλεονεκτήματα του συστήματος στάγδην άρδευσης είναι:

1. Το σύστημα στάγδην άρδευσης μπορεί να εφαρμοστεί σε όλους σχεδόν τους τύπους εδαφών, καθώς και σε αγρούς με περίεργες μορφές ή ανώμαλη τοπογραφία.

2. Πλεονεκτεί σε περιοχές, όπου το νερό που διατίθεται για την άρδευση είναι λιγοστό ή πολύ ακριβό. Είναι αποδοτικότερο επειδή η εξάτμιση μειώνεται, η απορροή μειώνεται ή εξαλείφεται, η βαθιά διήθηση μειώνεται και η ομοιομορφία άρδευσης βελτιώνεται.

3. Η εφαρμογή θρεπτικών ουσιών γίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια. Οι δαπάνες λιπάσματος και οι απώλειες νιτρικών μπορούν να μειωθούν (Lamm et al., 1997; Phene, 1999)

4. Είναι δυνατό με κατάλληλο σχεδιασμό του συστήματος να παραμένουν στον αγρό αρκετά ξηρές λωρίδες γης, όπου μπορούν να κινούνται με ευκολία τα γεωργικά μηχανήματα οποιαδήποτε στιγμή απαιτηθεί.

5. Μειώνονται οι ασθένειες φυλλώματος που προκαλούνται στα φυτά σε σχέση με τον καταιονισμό

2.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

Τα σημαντικότερα μειονεκτήματα που εμφανίζονται στο σύστημα στάγδην άρδευσης είναι:

1. Υψηλό κόστος. Ένα μέρος του κόστους αποτελεί η κύρια επένδυση η οποία χρησιμοποιείται για αρκετά χρόνια και ένα μέρος είναι ετήσιο. Η αγροοικονομική ανάλυση που πραγματοποίησαν οι Sharmasarkar et al., (2001), σε καλλιέργεια ζαχαροτεύλων έδειξε ότι, η άρδευση με σταγόνες είναι πιο κερδοφόρα όταν εφαρμόζεται σε μεγάλες εκτάσεις από ότι σε εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας.

3. ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Τα πειράματα διεξήχθησαν στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο, κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 2003, 2004 και 2005. Η έκταση του πειραματικού αγρού είναι επίπεδη με υψόμετρο 70 μέτρα πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας και γεωγραφικές συντεταγμένες 39° 23' Βόρειο Γεωγραφικό Πλάτος και 22° 45' Ανατολικό Γεωγραφικό Μήκος.

3.1 ΕΔΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ

Φυσικά χαρακτηριστικά του εδάφους

Το έδαφος στη θέση του πειραματικού αγρού ταξινομείται ως Typic Xerochrepts, σύμφωνα με το σύστημα Soil Taxonomy (Soil Survey Staff, 1975). Τα εδάφη αυτά ανήκουν στην τάξη των Inceptisols. Το έδαφος έχει υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη και κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη. Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή με Β βαθμό αποστράγγισης και βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους εξ αιτίας της πετρώδους σύστασής του. Έχουν πολύ καλά αναπτυγμένο πορώδες αποτελούμενο κυρίως από μικρού και μέσου μεγέθους πόρους (Μήτσιος, 2000).

Η κατατομή του εδάφους και μέχρι το βάθος του 1,2 m περίπου, παρουσιάζει τέσσερις στρώσεις που δεν διαφέρουν ιδιαίτερα ως προς τη μηχανική τους σύσταση. Η μηχανική ανάλυση δειγμάτων του εδάφους που εκτελέστηκε στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Χαρτογράφησης και Ταξινόμησης Εδαφών του ΕΘ.Ι.ΑΓ.Ε. στη Λάρισα, έδειξε ότι η επιφανειακή στρώση χαρακτηρίζεται από μηχανική σύσταση αργιλοπηλώδη, όπως και η δεύτερη στρώση και τρίτη στρώση. Τέλος, το έδαφος στην τέταρτη στρώση χαρακτηρίζεται ως αμμοαργιλοπηλώδες. Στον Πίνακα 3.1 παρουσιάζονται τα βάθη των στρώσεων, η κοκκομετρική τους σύσταση και ο εδαφικός τύπος.

Σε θέση του αγρού όπου εγκαταστάθηκε το πείραμα διανοίχθηκε εδαφοτομή προκειμένου να προσδιορισθούν και μελετηθούν οι ιδιότητες του εδάφους. Από την εδαφοτομή λαμβάνονταν διαταραγμένα δείγματα εδάφους για τον προσδιορισμό των φυσικοχημικών ιδιοτήτων, καθώς επίσης και αδιατάρακτα για τον προσδιορισμό της υγρασίας του εδάφους στην υδατοϊκανότητα, θ_{FC} , και στο σημείο μόνιμης μάρανσης, θ_{PWP} , καθώς και για

τον προσδιορισμό της φαινομενικής πυκνότητας. Τα αδιατάρακτα δείγματα λαμβάνονταν από κάθε στρώση της εδαφοτομής με ειδικό δειγματολήπτη αδιατάρακτου δείγματος, σε μεταλλικούς κυλίνδρους διαμέτρου 5 cm και ύψους 5 cm.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.1. Τιμές εδαφικών ιδιοτήτων στο έδαφος πειραματισμού

Βάθος	Άμμος (%)	Ιλύς (%)	Άργιλλος (%)	Χαρακτηρισμός
0 -30	38	35	27	Αργιλοπηλώδες
30 – 60	32	35	33	Αργιλοπηλώδες
60- 90	38	27	35	Αργιλοπηλώδες
90 - 120	45	24	31	Αμμοαργιλοπηλώδες

Υδραυλικές ιδιότητες του εδάφους

Οριακά σημεία εδαφικής υγρασίας

Ο προσδιορισμός των οριακών σημείων της εδαφικής υγρασίας (υγρασία στην υδατοϊκανότητα και στο σημείο μόνιμης μάρανσης) έγινε με χρήση της τεχνικής της σταδιακής αφαίρεσης νερού από αδιατάρακτα δείγματα εδάφους. Προς τούτο χρησιμοποιήθηκε η τράπεζα πίεσης (Soil moisture equipment) του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής. Η κατά βάρος υγρασία των δειγμάτων σε επίπεδα πιέσεων 0,3 και 15 bar που εφαρμόζονταν με τη συσκευή του δίσκου πίεσης και της μεμβράνης πίεσης, αντιστοίχως, προσδιορίζονταν με τη θερμοβαρυμετρική μέθοδο. Η κατ' όγκο υγρασία των δειγμάτων υπολογίζονταν από την κατά βάρος και την φαινομενική πυκνότητα του εδάφους. Η διαθέσιμη υγρασία που υπολογίσθηκε παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1 για κάθε στρώση του εδάφους.

3.1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Οι καλλιεργητικές επεμβάσεις στους αγρούς περιλάμβαναν άροση κατά το φθινόπωρο, αναμόχλευση πριν τη σπορά και κατεργασία του επιφανειακού στρώματος του εδάφους για την προετοιμασία της σποροκλίνης. Η σπορά

των ζαχαροτεύτλων έγινε με πνευματική σπартική μηχανή τεσσάρων μονάδων του Αγροκτήματος. Χρησιμοποιήθηκε η ποικιλία Arrieta.

Η σπορά έλαβε χώρα στις 19 Απριλίου 2004 . Η τοποθέτηση των σπόρων έγινε σε βάθος 2 cm και σε αποστάσεις 50 cm μεταξύ των γραμμών και 7,5 cm επί της γραμμής, έτσι ώστε μετά από αραίωμα η απόσταση να είναι περίπου 20 cm. Αμέσως μετά τη σπορά ακολούθησε εφαρμογή προφυτρωτικής ζιζανιοκτονίας. Κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου η καλλιέργεια δέχθηκε όλες τις απαραίτητες καλλιεργητικές φροντίδες όπως μεταφυτρωτική ζιζανιοκτονία, προληπτικούς ψεκασμούς με μυκητοκτόνα κατά της κερκόσπορας και του ωιδίου και με εντομοκτόνα για καταπολέμηση της φθοριμαίας.

3.2. ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Το πειραματικό σχέδιο περιελάμβανε δύο μεταχειρίσεις σε τέσσερις επαναλήψεις. Οι μεταχειρίσεις που εφαρμόστηκαν ήταν:

1 Ε_Σ Επιφανειακή συμβατική εφαρμογή νερού.

Συνεχής (συμβατική) εφαρμογή του νερού καθ' όλη τη διάρκεια άρδευσης μέσω του επιφανειακού συστήματος στάγδην με παροχή 2,3 L/h.

3 Ε_Β Επιφανειακή εφαρμογή χαμηλής παροχής.

Εφαρμογή του νερού μέσω επιφανειακού συστήματος στάγδην με χαμηλή παροχή (0,8 L/h) μέσω συστήματος χαμηλής πίεσης δια βαρύτητας.

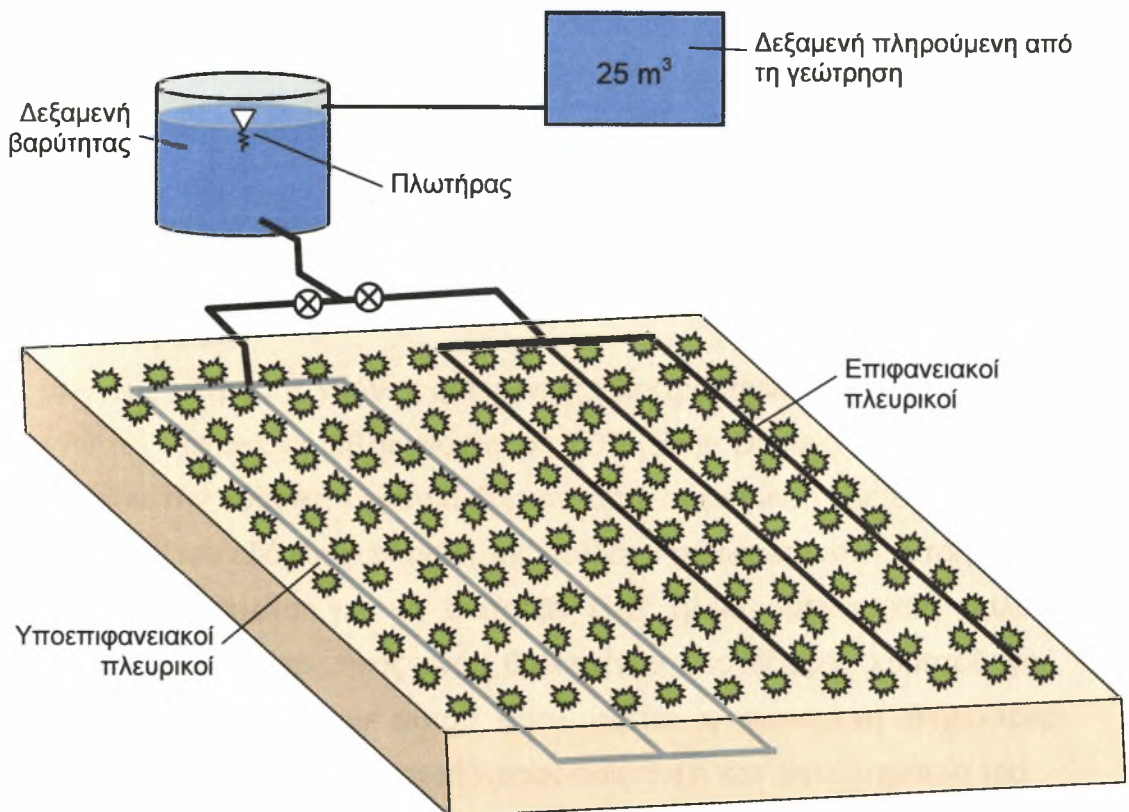
Κάθε πειραματικό τεμάχιο είχε διαστάσεις 3 m × 10 m (Εικόνα 3.8) και περιελάμβανε έξι σειρές φυτών. Για να αποφευχθεί το ενδεχόμενο επίδρασης της άρδευσης σε κάποιο τεμάχιο από κάποιο γειτονικό αυτού, δεν συγκομίσθηκαν οι εξώτερες σειρές φυτών.

3.2.1. ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΧΑΜΗΛΗΣ ΠΑΡΟΧΗΣ

Το σύστημα χαμηλής παροχής με την λειτουργία υπό χαμηλή πίεση (βαρύτητα) περιελάμβανε μια δεξαμενή νερού από πλαστικό χωρητικότητας

200 L και δευτερεύοντες αγωγούς διαμέτρου 32 mm στους οποίους συνδέθηκαν οι πλευρικοί αγωγοί. Η δεξαμενή ήταν αναρτημένη σε μια βάση και διέθετε μηχανισμό ελέγχου της στάθμης του νερού με πλωτήρα. Η ροή του νερού από την δεξαμενή ελέγχονταν μέσω βαλβίδας ενώ ένας πλαστικός ηθμός με πλαστικό πλέγμα 200 mesh ήταν τοποθετημένος κατάντη της βαλβίδας για τον καθαρισμό του νερού και την αποφυγή έμφραξης των σταλακτών.

Η δεξαμενή πληρωνόταν με νερό από μια δεύτερη δεξαμενή ευρισκόμενη υψηλότερα υψομετρικά, η οποία με τη σειρά της τροφοδοτούταν από την γεώτρηση του αγροκτήματος. Ένας μηχανισμός με πλωτήρα τοποθετήθηκε στην δεξαμενή για τον έλεγχο (ρύθμιση) της στάθμης του νερού και επομένως της πίεσης του συστήματος. Μια σχηματική αναπαράσταση του συστήματος στάγδην άρδευσης χαμηλής πίεσης με βαρύτητα παρουσιάζεται στην Εικόνα 3.1.



Εικόνα 3.1: Σχηματική αναπαράσταση του συστήματος χαμηλής πίεσης δια της βαρύτητας.

3.3. ΟΡΓΑΝΑ ΚΑΙ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

3.3.1. ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΝΕΡΟΥ

Η ποσότητα του νερού που εφαρμοζόταν σε κάθε άρδευση ελέγχονταν και καταγραφόταν μέσω μηχανικών υδρομετρητών που ήταν συνδεδεμένοι στον δευτερεύοντα κάθε μεταχείρισης. Η καταγραφή των μετρήσεων γινόταν τουλάχιστον πριν την έναρξη και με το πέρας της άρδευσης. Ο έλεγχος των υδρομέτρων ήταν συνεχής, σε τακτά διαστήματα κατά τη διάρκεια της άρδευσης, προκειμένου να γίνουν αντιληπτές δυσλειτουργίες ή αστοχίες του συστήματος και κυρίως οι πιθανές διαρροές. Έτσι, ο έλεγχος της παροχής του συστήματος μέσω των υδρομέτρων χρησιμοποιήθηκε ως ένα μέσο ελέγχου της ομοιομορφίας εφαρμογής του νερού, κυρίως στο υποεπιφανειακό σύστημα. και ο έλεγχος τυχόν αποκλίσεων από την επιθυμητή δόση άρδευσης.

3.3.2. ΕΔΑΦΙΚΗ ΥΓΡΑΣΙΑ

Η μέθοδος TDR

Η μέθοδος μέτρησης χρόνου ανάκλασης ηλεκτρομαγνητικού παλμού, που είναι γνωστή στη διεθνή βιβλιογραφία ως TDR (Time Domain Reflectometry), προσδιορίζει την εδαφική υγρασία έμμεσα από τη μέτρηση της διηλεκτρικής σταθεράς, K_b , του εδάφους. Η αρχή της μεθόδου συνίσταται στη μέτρηση του χρόνου που απαιτείται για να διατρέξει ένας ηλεκτρομαγνητικός παλμός υψηλής συχνότητας το μήκος ενός βυθισμένου στο έδαφος κυματοδηγού. Από τις τιμές του χρόνου αυτού υπολογίζεται η φαινόμενη διηλεκτρική σταθερά του εδάφους και από αυτή προσδιορίζεται η κατ' όγκο υγρασία του.

Ο χρόνος διαβίβασης και κατ' επέκταση η διηλεκτρική σταθερά του υγρού εδάφους εξαρτάται από την αναλογία των τριών φάσεων του εδάφους (νερό, αέρας και στερεά συστατικά). Η διηλεκτρική σταθερά του νερού εξαρτάται από τη θερμοκρασία και κυμαίνεται από 74 έως 84 (80,2 στους 20

°C), είναι δε περίπου εικοσαπλάσια εκείνης των στερεών συστατικών του εδάφους (3 έως 5) και 80 φορές μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του αέρα (1,0005 στους 20 °C).

Οι μεγάλες διαφορές μεταξύ των τιμών της διηλεκτρικής σταθεράς του νερού και των άλλων φάσεων του εδάφους, καθιστά τη φαινόμενη διηλεκτρική σταθερά του εδάφους, ευαίσθητη στην εδαφική υγρασία. Βασιζόμενοι σ' αυτό, οι Torpp et al. (1980) πρότειναν μία εμπειρική σχέση για τον υπολογισμό της κατ' όγκο εδαφικής υγρασίας, θ , από τη φαινόμενη διηλεκτρική σταθερά του εδάφους, K_b , όπως αυτή υπολογίζεται με την τεχνική TDR:

$$\theta = -0,053 + 0,0292K_b - 0,00055K_b^2 + 0,0000043K_b^3$$

[3:1]

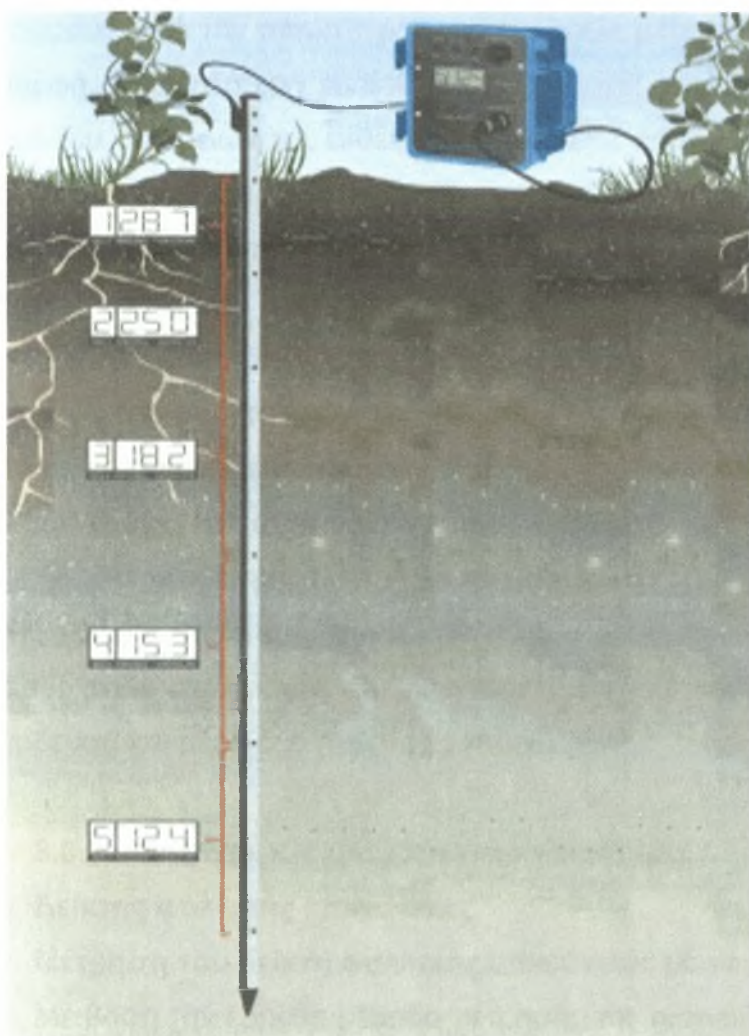
Η εμπειρική αυτή σχέση των Torpp et al. (1980), ισχύει για ευρύ φάσμα ανόργανων εδαφών και υπολογίζει με ικανοποιητική ακρίβεια (λάθος εκτίμησης περίπου 0,013) την εδαφική υγρασία όταν αυτή είναι μικρότερη από $0,5 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$. Δεν μπορεί όμως να περιγράψει τη σχέση θ - K_b όταν η εδαφική υγρασία είναι μεγαλύτερη από $0,5 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$, όπως επίσης σε οργανικά εδάφη και σε ανόργανα εδάφη με υψηλή περιεκτικότητα σε οργανική ουσία ή άργιλο. Στις περιπτώσεις που η εξίσωση των Torpp et al. (1980) αδυνατεί να περιγράψει τη σχέση θ - K_b , απαιτείται βαθμονόμηση της μεθόδου για τις ειδικές συνθήκες της κάθε περίπτωσης.

Μέτρηση της εδαφικής υγρασίας με τη μέθοδο TDR

Για τη μέτρηση της υγρασίας στο έδαφος όπως και σ' άλλα πορώδη μέσα, υπάρχει σήμερα ποικιλία συστημάτων TDR, μερικά από τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ταυτόχρονη μέτρηση της υγρασίας και της ηλεκτρικής αγωγιμότητας του εδάφους. τα συστήματα που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της εδαφικής υγρασίας στο πειραματικό μέρος της διατριβής αυτής είναι το σύστημα Moisture Point (ESI) και το σύστημα Time-FM (Imko GmbH).

Η διάταξη Moisture point χρησιμοποιήθηκε για την λήψη μετρήσεων από την εδαφική κατατομή καθόλη την αρδευτική περίοδο ενώ η Time-FM χρησιμοποιήθηκε για τον έλεγχο της υγρασίας στην επιφανειακή στρώση του εδάφους, πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από κάποιες αρδεύσεις.

Το σύστημα Moisture Point (Εικόνα 3.2) περιλαμβάνει τη συσκευή TDR με ενσωματωμένο επεξεργαστή μετατροπής και την οθόνη προβολής των ενδείξεων, τα καλώδια επικοινωνίας της συσκευής με τον αισθητήρα και τον αισθητήρα. Οι ανιχνευτές (ράβδοι) της διάταξης έχουν τετραγωνική διατομή και λαμβάνουν ταυτόχρονα μετρήσεις από διαφορετικά βάθη της εδαφικής κατατομής. Η τιμή της υγρασίας δίδεται στην οθόνη του οργάνου σε ποσοστό % κ.ο. Η βαθμονόμηση του οργάνου έχει γίνει από τον κατασκευαστή.



Εικόνα 3.2: Η διάταξη μέτρησης εδαφικής υγρασίας Moisture Point.

Οι ανιχνευτές (ράβδοι) τοποθετούνταν στο έδαφος Μετά τη σπορά και την εγκατάσταση της καλλιέργειας. Οι ράβδοι τοποθετούνταν σε βάθος τέτοιο, ώστε να είναι δυνατή η μέτρηση της υγρασίας του εδάφους σε βάθος μεγαλύτερο έως 1,2 m για τις ράβδους μήκους 2 m και μέχρι 0,75 m για τις ράβδους μήκους 1 m.

Σε κάθε σημείο λαμβάνονταν τρεις μετρήσεις. Ο μέσος όρος των τριών μετρήσεων καταγράφονταν ως υγρασία του εδάφους του εν λόγω σημείου. Οι τρεις μετρήσεις είναι απαραίτητες, επειδή ο αποτελεσματικός όγκος του εδάφους από τον οποίο προέρχεται η κάθε μέτρηση παρουσιάζει ελλειπτική μορφή. Η υψηλότερη ευαισθησία παρουσιάζεται στο εγγύς περιβάλλον της ράβδου και μειώνεται εκθετικά με την απόσταση. Επίσης όταν μετράται η υγρασία της επιφανειακής στρώσης όπου υπάρχει πιθανότητα, λόγω συρρίκνωσης του εδάφους, να δημιουργηθεί στρώμα αέρα μεταξύ της ράβδου και του εδάφους,

Το πρώτο έτος εγκαταστάθηκαν τέσσερις ανιχνευτές μήκους 0,75 m, σε τεμάχια της συμβατικής και διακοπτόμενης άρδευσης. Κατά την δεύτερη και Τρίτη καλλιεργητική περίοδο εγκαταστάθηκαν ανιχνευτές μήκους 1,2 m σε οκτώ τεμάχια έτσι ώστε να αντιστοιχεί ένας αισθητήρας για κάθε μεταχείριση.

Η τοποθέτηση των ράβδων γίνονταν επί της γραμμής των φυτών, με την ειδική διάταξη που συνοδεύει τη συσκευή, στο μέσο της απόστασης δύο διαδοχικών σταλακτών. Οι μετρήσεις εδαφικής υγρασίας γίνονταν πριν την άρδευση και μία ή δύο ημέρες μετά από αυτήν.

3.3.3. ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΑΠΟΔΟΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Δείκτης φυλλικής επιφάνειας

Μέτρηση του δείκτη φυλλικής επιφάνειας με το σύστημα SunScan

Με βάση την έμμεση μέθοδο μέτρησης της ακτινοβολίας έχουν αναπτυχθεί τέσσερα συστήματα μέτρησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Breda, 2003). Ένα από αυτά τα συστήματα είναι το SunScan canopy analysis system (Potter et al., 1996), το οποίο χρησιμοποιήθηκε στις μετρήσεις του LAI για τις ανάγκες αυτής της διατριβής. Το SunScan μετρά τη φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία με μήκος κύματος από 400-700 nm, πάνω και κάτω από το φύλλωμα της καλλιέργειας. Από τις μετρήσεις της φωτοσυνθετικά ενεργής

ακτινοβολίας υπολογίζεται ο δείκτης φυλλικής επιφάνειας με χρήση του νόμου του Beer.

Κατά τους Potter et al. (1996) η χρήση του συστήματος SunScan πρέπει να γίνεται κατά τις μεσημβρινές ώρες όταν η γωνία κλίσης του ήλιου έχει μικρές τιμές. Ενώ πρέπει να αποφεύγονται μετρήσεις σε ώρες της ημέρας που η γωνία κλίσης είναι μεγαλύτερη από 60 μοίρες και η τιμή του συντελεστή εξασθένησης, k , γίνεται μεγαλύτερη από 1.

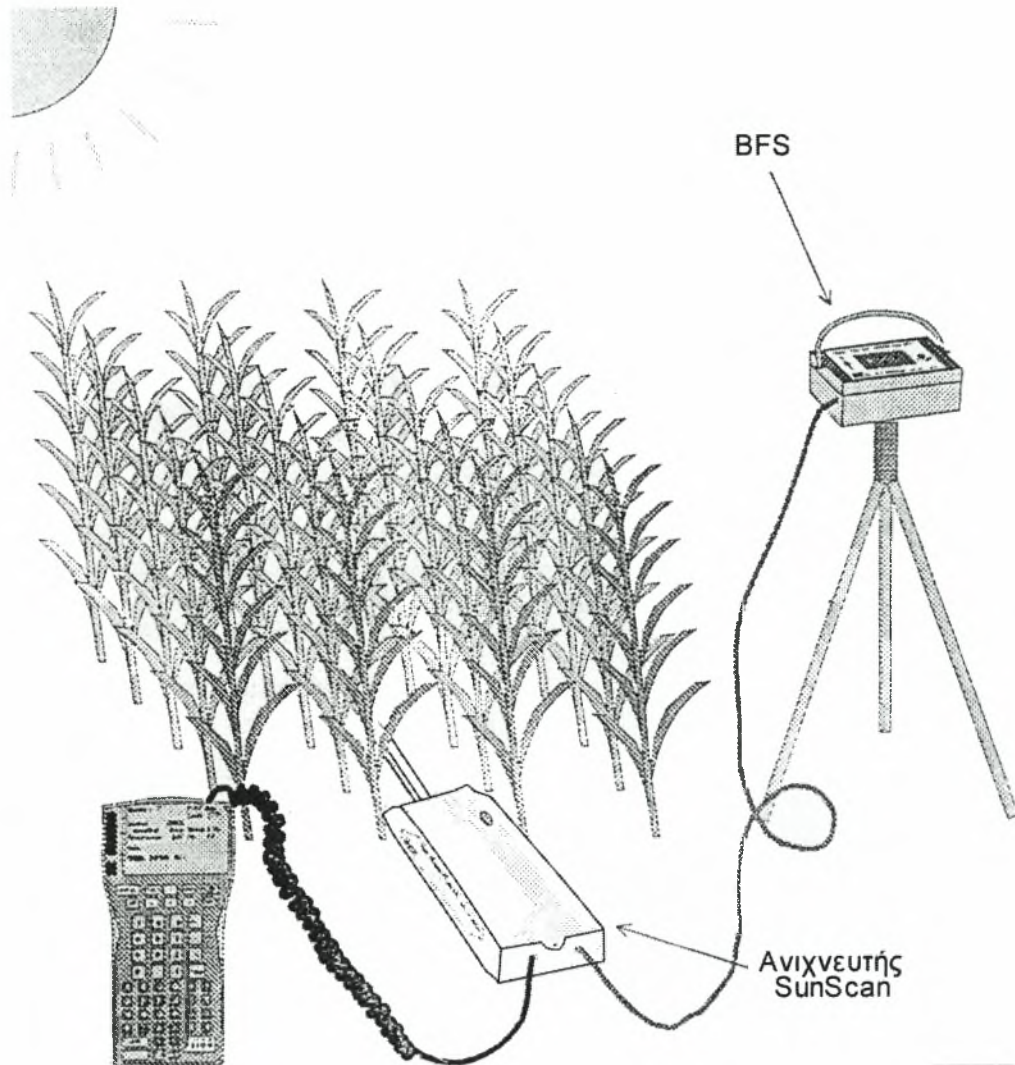
Το SunScan analysis system αποτελείται από τον ανιχνευτή SunScan, τον αισθητήρα BFS (Beam Fraction Sensor) και το τερματικό συλλογής δεδομένων. Ο ανιχνευτής SunScan είναι ένα φορητό όργανο μέτρησης της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας κάτω από το φύλλωμα των φυτών. Ο αισθητήρας BFS χρησιμοποιείται για την ταυτόχρονη μέτρηση της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας πάνω από το φύλλωμα και για το διαχωρισμό της σε άμεση και διαχεόμενη. Το τερματικό συλλογής δεδομένων είναι ένας μικροεπεξεργαστής, όπου καταγράφονται οι μετρήσεις του ανιχνευτή SunScan και του αισθητήρα BFS και υπολογίζεται αυτόματα η τιμή του LAI (Εικόνα 3.3).

Το σύστημα SunScan παρουσιάζει έναντι των άλλων έμμεσων μεθόδων το πλεονέκτημα ότι οι μετρήσεις που γίνονται μ' αυτό, είναι ανεξάρτητες από την κατάσταση του ουρανού όσον αφορά τη νέφωση και δεν επηρεάζονται από τις παροδικές νεφώσεις. Ενώ άλλα συστήματα απαιτούν σταθερή κατάσταση του ουρανού για μεγάλο διάστημα της ημέρας (Wilhelm et al., 2000). Το πλεονέκτημα αυτό του συστήματος SunScan οφείλεται στην ταυτόχρονη μέτρηση της ακτινοβολίας πάνω και κάτω από το φύλλωμα της καλλιέργειας.

Στη διεθνή βιβλιογραφία υπάρχουν πολλές εργασίες στις οποίες το SunScan analysis system έχει χρησιμοποιηθεί για τον προσδιορισμό του LAI. Όπως για τον προσδιορισμό του LAI σε καλλιέργεια καλαμποκιού (Wilhelm et al., 2000).

Οι μετρήσεις του LAI πραγματοποιούνταν κάθε μήνα περίπου, με κάποιες αποκλίσεις των διαστημάτων μεταξύ δυο διαδοχικών μετρήσεων που οφείλονταν κυρίως σε αντικειμενικούς λόγους π.χ. πολύ υγρό έδαφος λόγω άρδευσης ή βροχόπτωσης. Όλες οι παρατηρήσεις πραγματοποιούνταν πάντα στις ίδιες θέσεις που είχαν καθοριστεί κατά την πρώτη μέτρηση. Σε κάθε θέση

η έκταση ήταν ίση με $1,5 \text{ m}^2$ (όσο το μήκος του ανιχνευτή) παράλληλα προς τις γραμμές σποράς επί την απόσταση τριών γραμμών της καλλιέργειας ($3 \times 0,5 \text{ m}$). Η έκταση αυτή καλύπτονταν με 12 μετρήσεις, ο μέσος όρος των οποίων καταγράφονταν ως τιμή του LAI για τη συγκεκριμένη θέση.



Εικόνα 3.3: Η διάταξη μέτρησης του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI).

Φυτική μάζα και παραγωγή

Κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου και στο τέλος αυτής γινόταν η συλλογή των φυτών, χειρωνακτικά, από έκταση που κάλυπταν τρεις γραμμές ζαχαροτεύτλων μήκους δύο μέτρων, ήτοι σε επιφάνεια ($0,5 \times 3 \times 2$) τριών τετραγωνικών μέτρων σε κάθε επανάληψη. Μετά την συγκομιδή, γινόταν αποκορύφωση των ζαχαροτεύτλων και ακολουθούσε η μέτρηση:

- του βάρους του υπόγειου τμήματος,
- του βάρους των κορυφών.

Με βάση τις παραπάνω μετρήσεις υπολογίστηκε το μέσο βάρος του υπόγειου και του υπέργειου τμήματος των φυτών, η στρεμματική απόδοση και η σχετική αναλογία ριζών και κορυφών.

Μετά τη ζύγιση των φυτών, δείγματα αυτών ξηραίνονταν στο πυραντήριο σε θερμοκρασία 70 °C για 72 ώρες (Hunsaker et al., 1998) για τον προσδιορισμό της ξηρής φυτικής μάζας.

Διαστατικά χαρακτηριστικά ριζών

Στα φυτά που συλλέγονταν από κάθε πειραματικό τεμάχιο, μετρήθηκαν παράλληλα το μήκος και οι διάμετροι της ρίζας. Ένα πρόβλημα που διαπιστώθηκε κατά τη διάρκεια αυτών των μετρήσεων ήταν ότι κατά την εκρίζωση των τεύτλων, τμήμα της κύριας ρίζας, αγνώστου μήκους, στο κατώτερο σημείο έσπαζε και έμενε μέσα στο έδαφος. Το πρόβλημα αυτό γινόταν αναπόφευκτο όταν κατά την εκρίζωση το έδαφος ήταν ξηρό. Για να υπάρξει κάποιο κοινό σημείο αναφοράς ορίστηκε σε κάθε μέτρηση ένα κρίσιμο πάχος σπασίματος της ρίζας. Το πάχος αυτό ορίστηκε αυθαίρετα στο 1/10 της μέγιστης διαμέτρου της ρίζας και χρησιμοποιήθηκε για την μέτρηση του μήκους των ριζών (Καβαλάρης, 2004).

Τεχνολογικά χαρακτηριστικά των ριζών

Οι αναλύσεις έγιναν από τη Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, στα εργαστήρια του Εργοστασίου Λάρισας και περιελάμβαναν τον προσδιορισμό του ζαχαρικού τίτλου (Ροί, ζαχαρόζη % του νωπού βάρους) και τη συγκέντρωση των μελασογόνων ουσιών (κάλιο, Κ, νάτριο, Να, και επιβλαβές άζωτο, α-N), με τη χρήση ζυγού Venema (Venema automation b.v., Groningen, Holland) και συστήματος ανάλυσης BETALYSER® (Dr Wolfgang Kernchen GmbH, Seelze, Germany).

3.3.4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Οι μετεωρολογικές παράμετροι επηρεάζουν άμεσα και έμμεσα την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών. Άμεση επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών ασκούν οι μετεωρολογικές παράμετροι της θερμοκρασίας και της ακτινοβολίας. Από την ημερήσια ολική ακτινοβολία μόνο ένα μέρος επηρεάζει άμεσα την ανάπτυξη της καλλιέργειας και το σχηματισμό της φυτικής μάζας (φωτοσύνθεση). Το μέρος αυτό είναι η φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία (PAR) με μήκος κύματος από 400-700 nm και διακρίνεται σε άμεση και διαχεόμενη. Η ικανότητα του φυλλώματος να δεσμεύσει την PAR εξαρτάται από την αναλογία της άμεσης προς την διαχεόμενη PAR.

Οι μετεωρολογικές παράμετροι σχετική υγρασία και ταχύτητα ανέμου, καθώς επίσης και η θερμοκρασία και η ακτινοβολία ασκούν έμμεση επίδραση στην ανάπτυξη των φυτών, καθώς διαμορφώνουν το έλλειμμα κορεσμού της ατμόσφαιρας. Το έλλειμμα κορεσμού της ατμόσφαιρας εκφράζεται με την εξατμισοδιαπνοή της καλλιέργειας αναφοράς και εξειδικεύεται για κάθε καλλιέργεια με τους φυτικούς συντελεστές.

Τα μετεωρολογικά δεδομένα του πειράματος προέρχονται από μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής, που είναι εγκατεστημένος στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου. Η απόσταση του σταθμού από τον πειραματικό αγρό είναι περίπου 40 m. Τα δεδομένα που συγκεντρώθηκαν αφορούν ημερήσιες τιμές των παραμέτρων: θερμοκρασίας αέρα (μέγιστη, μέση, ελάχιστη, σε ύψος 2 m από την επιφάνεια του εδάφους), μέγιστης και ελάχιστης σχετικής υγρασίας, ταχύτητας ανέμου, ηλιακής ακτινοβολίας και βροχόπτωσης. Τα δεδομένα αυτά είναι απαραίτητα για τον υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς, η οποία υπολογίζεται στη διατριβή αυτή με τη μέθοδο FAO Penman-Monteith.

Η καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων γινόταν σε ωριαία βάση. Η συλλογή τους έγινε με τη βοήθεια καταχωρητή δεδομένων (data logger) και η επεξεργασία τους με το πρόγραμμα Excel της Microsoft.

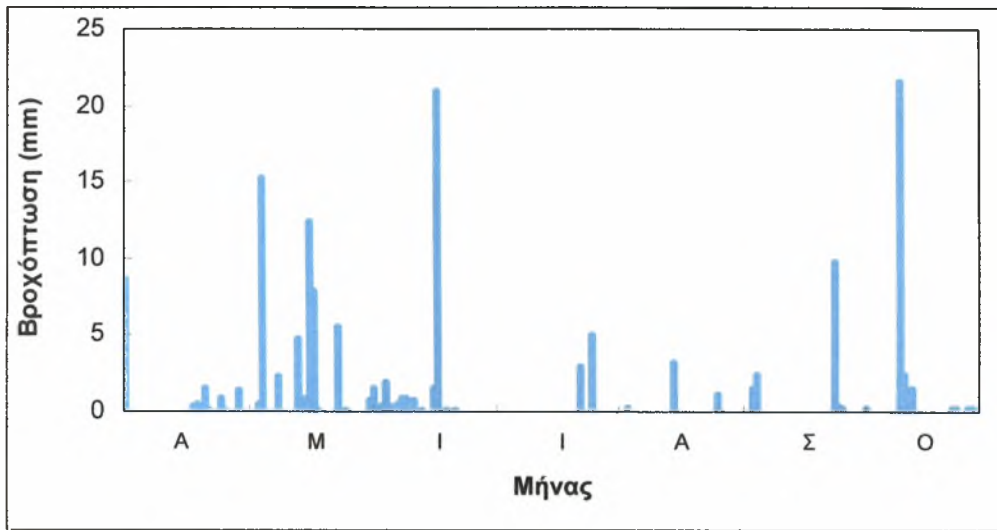
3.4 Στατιστική επεξεργασία

Για να γίνει σύγκριση μεταξύ των δυο μεθόδων εφαρμογής και να αποφανθούμε αν υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους χρησιμοποιήσαμε το t -test, τα αποτελέσματα του οποίου φαίνονται στο **παράρτημα I** για κάθε σύγκριση που πραγματοποιήσαμε.

4. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 Βροχοπτώσεις και αρδεύσεις

Οι βροχοπτώσεις κατά την περίοδο πειραματισμού δίδονται στην Εικόνα 4.1. Κατά την καλλιεργητική περίοδο του έτους 2004 καταγράφησαν 24 ημέρες βροχόπτωσης, ενώ το συνολικό ύψος βροχής ήταν 125,3 mm.



Εικόνα 4.1: Τιμές βροχόπτωσης κατά τις τρεις καλλιεργητικές περιόδους.

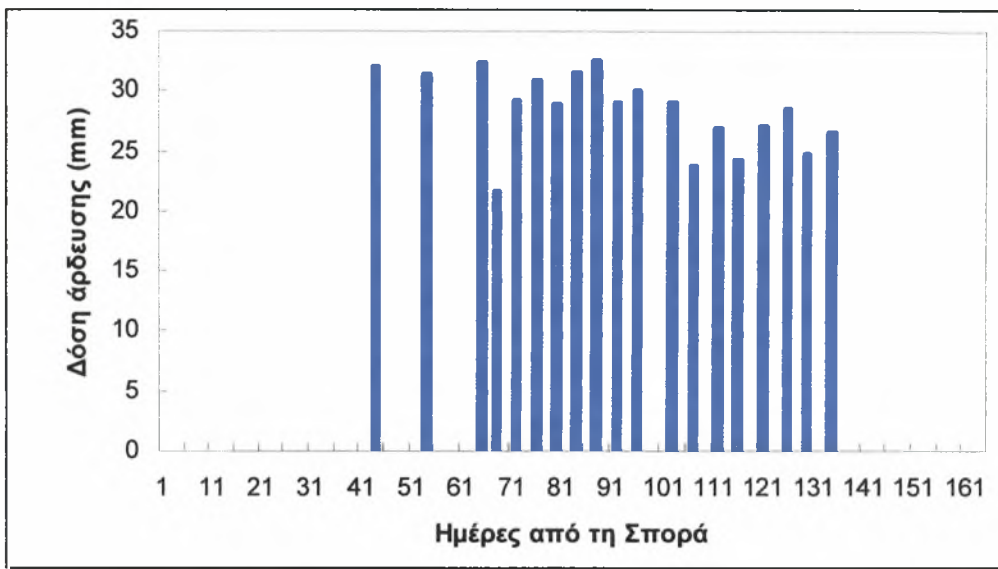
Η βροχόπτωση διαφοροποιήθηκε σημαντικά σε σχέση με τα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας. Έτσι, κατά το πρώτο στάδιο ανάπτυξης, η βροχόπτωση έφθασε τα 62,1 mm ενώ κατά το μέσο στάδιο έφθασε τα 19,6 mm.

Σχετικά υψηλό παρουσιάζεται το ύψος της βροχής σε σχέση με την περίοδο εφαρμογής των αρδεύσεων μεταχείρισης και κυρίως πριν από αυτήν. Έτσι, μέχρι την έναρξη των αρδεύσεων με σταγόνα, το ύψος των βροχοπτώσεων έφθασε τα 67,9 mm. Ως αποτέλεσμα των βροχών κατά την περίοδο αυτή, δεν πραγματοποιήθηκε άρδευση φυτρώματος.

Από την έναρξη της στάγδην άρδευσης μέχρι και την λήξη των αρδεύσεων, η συνεισφορά της βροχόπτωσης ήταν σχετικά μικρή και έφθασε τα 42,8 mm. Το γεγονός των μειωμένων βροχοπτώσεων συντελεί στην πιο ξεκάθαρη αξιολόγηση των μεθόδων άρδευσης που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας των ζαχαροτεύλων, μιας και οι

αναγκαίες για την καλλιέργεια ποσότητες νερού χορηγήθηκαν κυρίως μέσω της άρδευσης.

Η κατανομή των αρδεύσεων στην διάρκεια της βλαστικής περιόδου καθώς και το ύψος αυτών παρουσιάζονται στην Εικόνα 4.2. Το εύρος άρδευσης που ακολουθήθηκε ήταν 4 ημέρες ενώ η δόση υπολογίζονταν μέσω του υδατικού ισοζυγίου.



Εικόνα 4.2: Η κατανομή και το ύψος των αρδεύσεων κατά την διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου.

Κατά την καλλιεργητική περίοδο διεξήχθησαν 19 αρδεύσεις με σταγόνα και στις δύο μεταχειρίσεις. Τα συνολικά ύψη νερού που χορηγήθηκαν μέσω της άρδευσης ανήλθαν στα 568 mm για κάθε μεταχείριση.

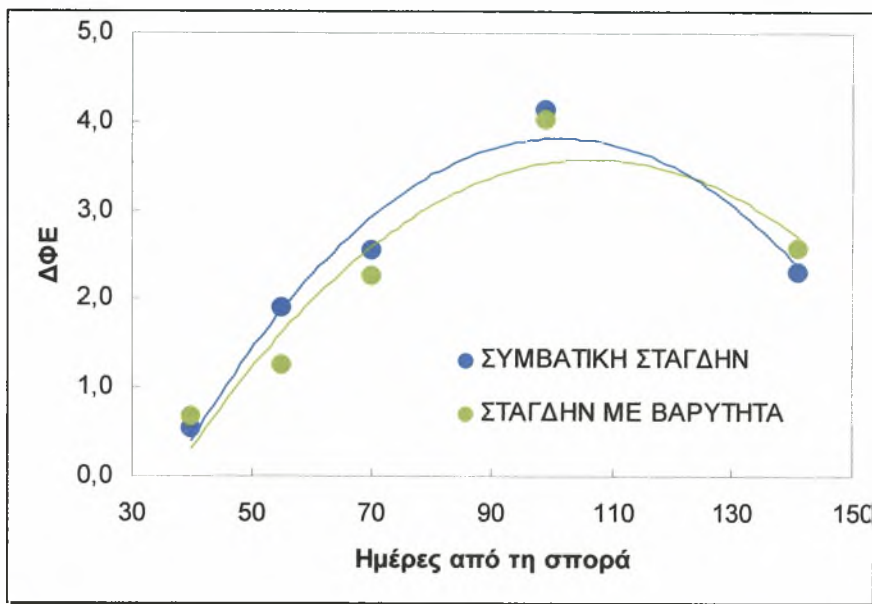
Σημειώνεται πως αναφέρεται μια τιμή ύψους νερού και για τις δύο μεθόδους (μεταχειρίσεις) αφού εφαρμόστηκε η αυτή ποσότητα νερού σε κάθε μεταχείριση. Οι τελικές ποσότητες δεν διέφεραν πάνω από 1 mm ($1\text{m}^3 \text{στρ}^{-1}$) αφού οποιοσδήποτε διαφοροποιήσεις κατά την διάρκεια μιας άρδευσης (π.χ. λόγω διακοπής της παροχής για κάποια εργασία) καταγράφονταν μέσω των υδρομέτρων και διορθώνονταν άμεσα.

Τα αποτελέσματα για την άρδευση συμφωνούν με τις εκτιμήσεις που δίνει η Ελληνική Βιομηχανία Ζάχαρης, με βάση την μελέτη πειραματικών αποτελεσμάτων, για τις συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό. Σύμφωνα με αυτά, οι συνολικές ανάγκες των ζαχαρότευτλων σε νερό στο διάστημα μιας καλλιεργητικής περιόδου, με στόχο την οικονομικότερη απόδοση, ανέρχονται σε $610 \text{ m}^3 \text{ στρ}^{-1}$ 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 $\pm 10\%$ (EBZ, 1997).

Η Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη (1996) υπολόγισε την υδατοκατανάλωση των ζαχαροτεύτλων για την Μαγνησία σε 700 mm. Ο Analogides (1993) αναφέρει ότι στην λεκάνη της Μεσογείου, κατά τους θερινούς μήνες, απαιτείται εφαρμογή νερού στην καλλιέργεια των ζαχαροτεύτλων μέχρι και 800 mm για να αντισταθμιστούν οι απώλειες που οφείλονται στην εξατμισοδιαπνοή.

4.2. Φυλλική επιφάνεια

Στην Εικόνα 4.3, παρουσιάζεται η εξέλιξη του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) για κάθε μεταχείριση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Γενική διαπίστωση αποτελεί η διακύμανση του LAI σε χαμηλότερα επίπεδα στα τεμάχια που αρδεύονταν με βαρύτητα σε σχέση με αυτά που αρδεύονταν με την συμβατική σταγόνα.



Εικόνα 4.3: Οι τιμές του δείκτη φυλλικής επιφάνειας (LAI) όπως μετρήθηκαν για τις δύο μεταχειρίσεις.

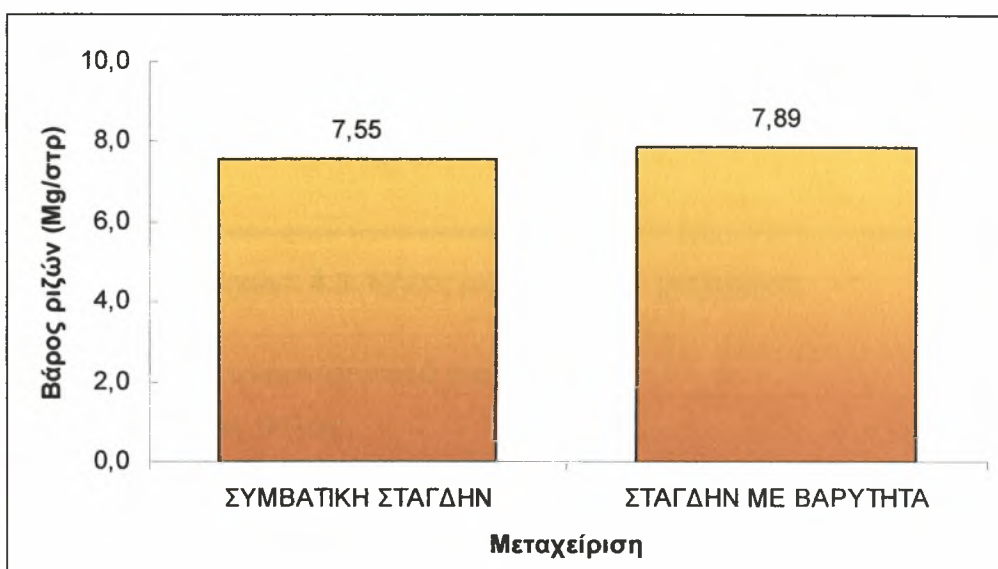


Προϊόντος του χρόνου, ο LAI φαίνεται να επανακάμπτε στην μεταχείριση στάγδην με βαρύτητα και να φθάνει στα επίπεδα της συμβατικής μεταχείρισης. Και στις δύο μεταχειρίσεις και κατά το μέσο στάδιο ανάπτυξης η τιμή του LAI κυμάνθηκε σε επίπεδα υψηλότερα του 3.

4.3 Παραγωγή ριζών

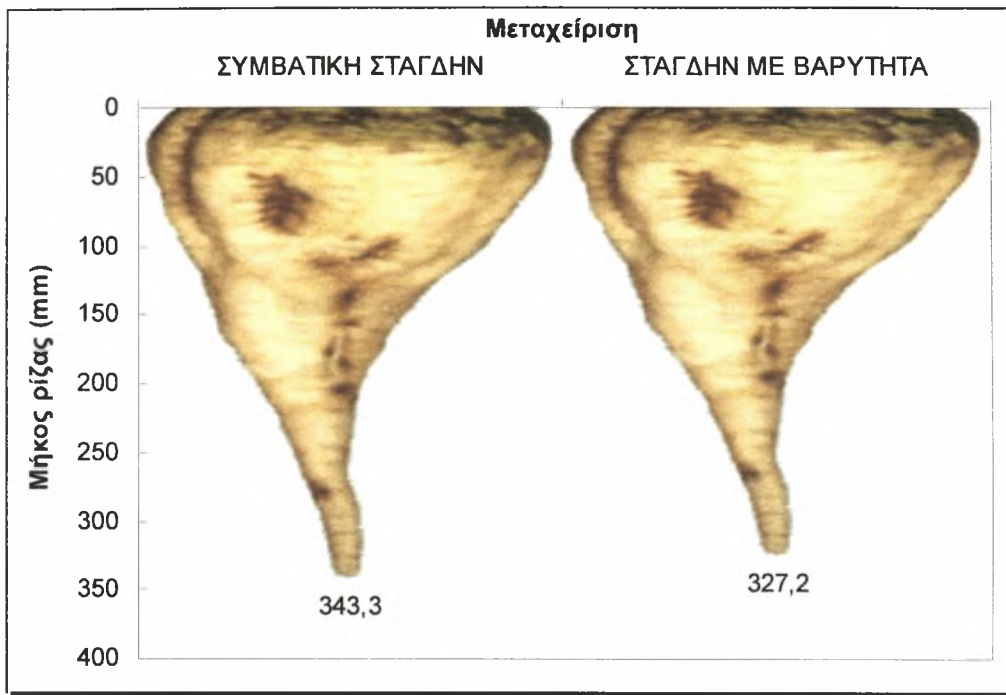
4.3.1 Βάρος ριζών

Στην Εικόνα 4.4, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στρεμματικής απόδοσης σε βάρος ριζών. Η στάγδην άρδευση με βαρύτητα έδωσε το υψηλότερο νωπό βάρος ριζών χωρίς όμως στατιστικώς σημαντική διαφορά (στατιστική επεξεργασία, t test, στο παράρτημα). Η αύξηση στην απόδοση της ΣΒ σε σχέση με την συμβατική ήταν σε ποσοστό περίπου 4,5%.



Εικόνα 4.4: Τιμές παραγωγής ριζών για κάθε μεταχείριση.

Στην Εικόνα 4.5, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων του μήκους της κύριας ρίζας των ζαχαροτεύτλων που συλλέχθηκαν. Γενικώς, δεν καταγράφεται σημαντική διαφοροποίηση μεταξύ των μεταχειρίσεων, παρ' ότι υπάρχει μια υπεροχή αυτών που αρδεύτηκαν με τη συμβατική στάγδην έναντι αυτών που αρδεύτηκαν με στάγδην δια της βαρύτητας. Πρέπει να σημειωθεί πως δεν πρόκειται για μετρήσεις ανάπτυξης της ρίζας των ζαχαροτεύτλων στη ζώνη του ριζοστρώματος, παρά για μια μακροσκοπική προσέγγιση των παραγωγικών χαρακτηριστικών.

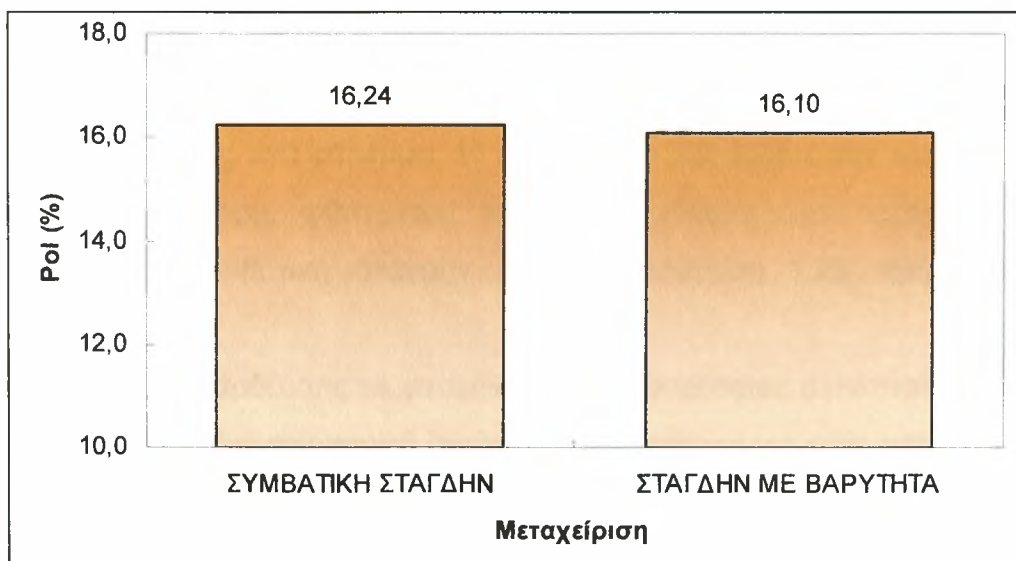


Εικόνα 4.5: Μήκος ριζών για κάθε μεταχείριση.

4.3.2 Ποιοτικά χαρακτηριστικά παραγωγής

4.3.2.1 Ζαχαρικός τίτλος

Στην Εικόνα 4.6 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων των δειγμάτων των ζαχαροτεύτλων που λήφθησαν κατά την συγκομιδή κάθε καλλιεργητικής περιόδου όσον αφορά στον ζαχαρικό τίτλο.

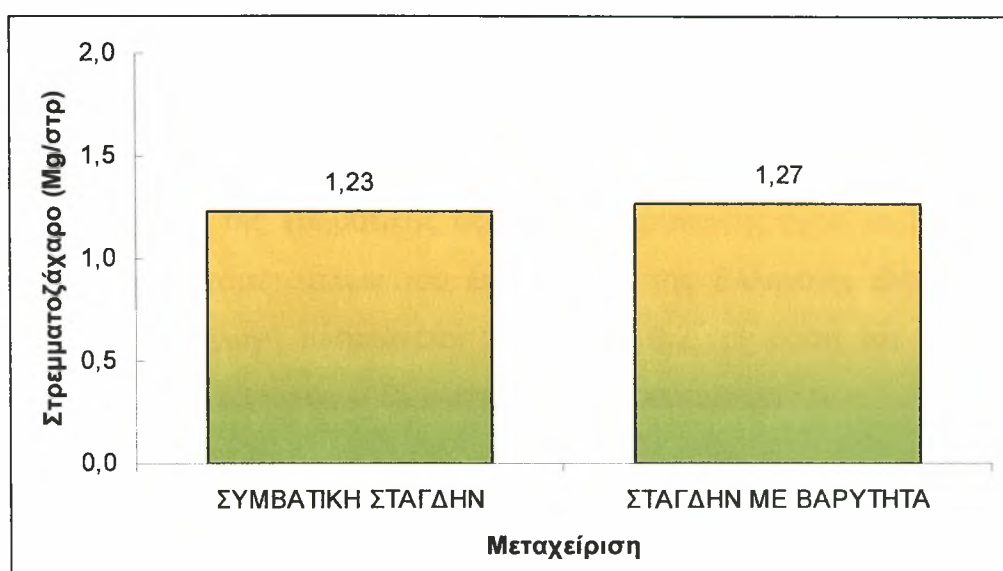


Εικόνα 4.6: Τιμές ζαχαρικού τίτλου για κάθε μεταχείριση.

Κατά την τρέχουσα καλλιεργητική περίοδο δεν παρατηρήθηκε συστηματική διαφοροποίηση μεταξύ των μεταχειρίσεων.

4.3.2.2 Στρεμματοζάχαρο

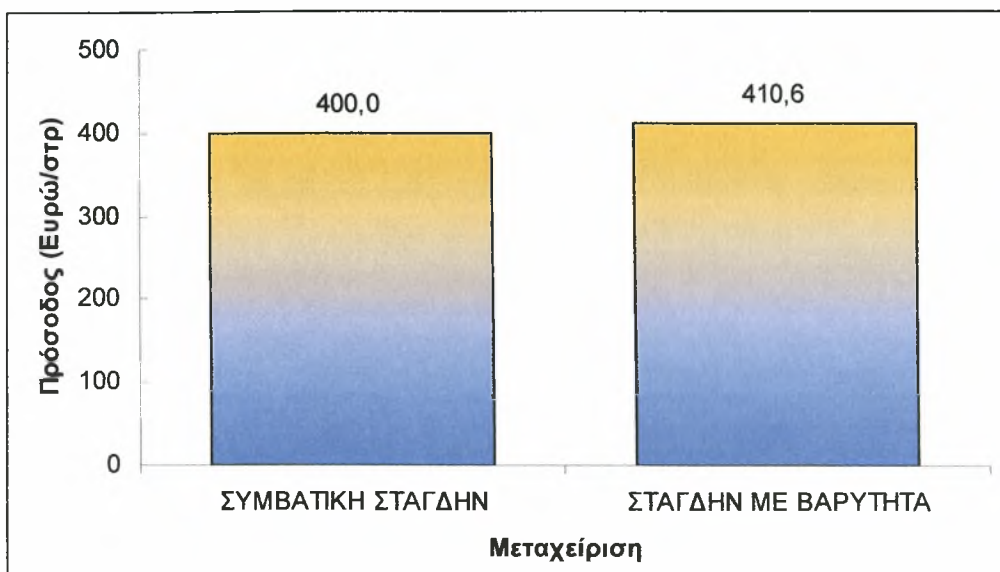
Η παραγωγή ζάχαρης για κάθε μεταχείριση παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.7. Η απόδοση σε ζάχαρη έδωσε ανάλογα αποτελέσματα με αυτά της απόδοσης σε βάρος ριζών αφού η περιεκτικότητα σε ζάχαρη δεν παρουσίασε ιδιαίτερη διαφοροποίηση.



Εικόνα 4.7: Τιμές παραγωγής ζάχαρης για κάθε μεταχείριση.

Έτσι, η αρδευόμενη με βαρύτητα μεταχείριση (ΣΒ) έδωσε την υψηλότερη παραγωγή ζάχαρης ανά στρέμμα. Η μεταχείριση ΣΒ έδωσε την υψηλότερη απόδοση σε ζάχαρη, φθάνοντας τους 1,27 τόνους ανά στρέμμα και ακολούθησε η συμβατική στάγδην (ΣΣ) με απόδοση 1,23 τόνους ανά στρέμμα.

Η υπεροχή της άρδευσης με σταγόνα δια της βαρύτητας αντικατοπτρίζεται και στο υπολογισμένο οικονομικό όφελος που προέκυψε για κάθε μεταχείριση και παρουσιάζεται στην Εικόνα 4.8.



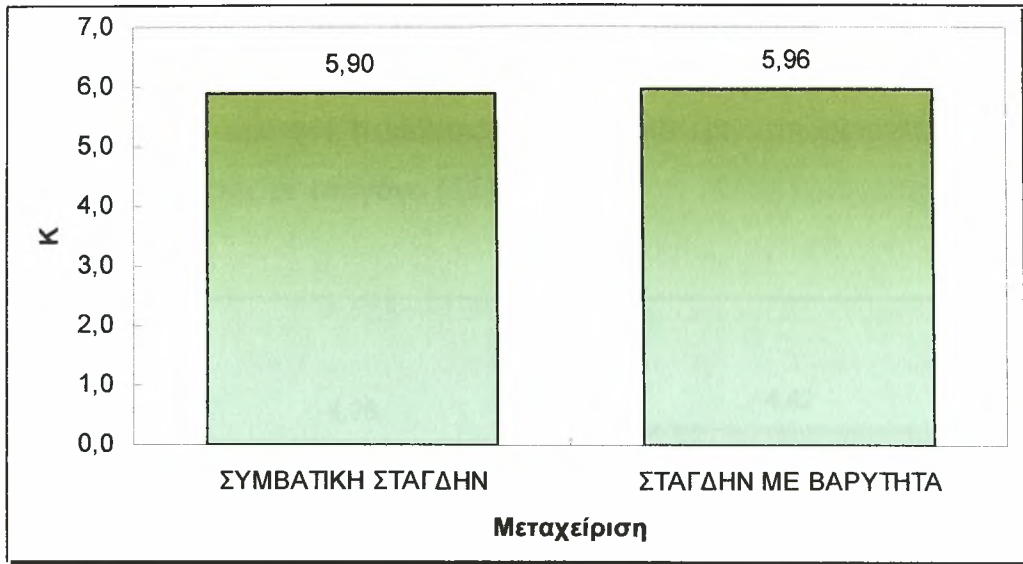
Εικόνα 4.8: Τιμές οικονομικής προσόδου για κάθε μεταχείριση.

Ο υπολογισμός της χρηματικής αξίας της παραγωγής έγινε με βάση τον Πίνακα Τιμών Ζαχαροτεύτλων του έτους 2003 της Ελληνικής Βιομηχανίας Ζάχαρης. Η παραγωγή πληρώνεται από την Ε.Β.Ζ. με βάση τον ζαχαρικό τίτλο που προσδιορίζεται σε κάθε φορτίο που παραλαμβάνεται.

4.3.2.3 Μελασσογόνα συστατικά

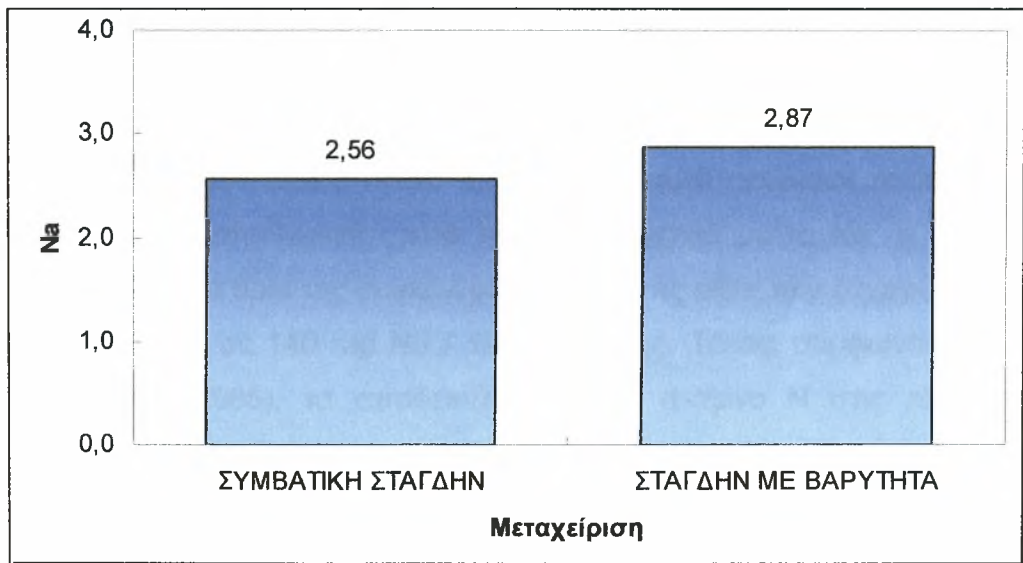
Η περιεκτικότητα των στοιχείων K, Na και α-αμίνιο N στις ρίζες των ζαχαροτεύτλων χρησιμοποιείται στην προσπάθεια περιγραφής της χημικής ποιότητας των ριζών και ως εκ τούτου στην ανάκτηση μεγαλύτερου ποσοστού ζάχαρης από τον χυμό κατά την διαδικασία της κρυστάλλωσης (Harvey and Dutton, 1993).

Στην Εικόνα 4.9, παρουσιάζονται οι συγκεντρώσεις του K στα δείγματα των ζαχαροτεύτλων. Δεν καταγράφεται σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων.



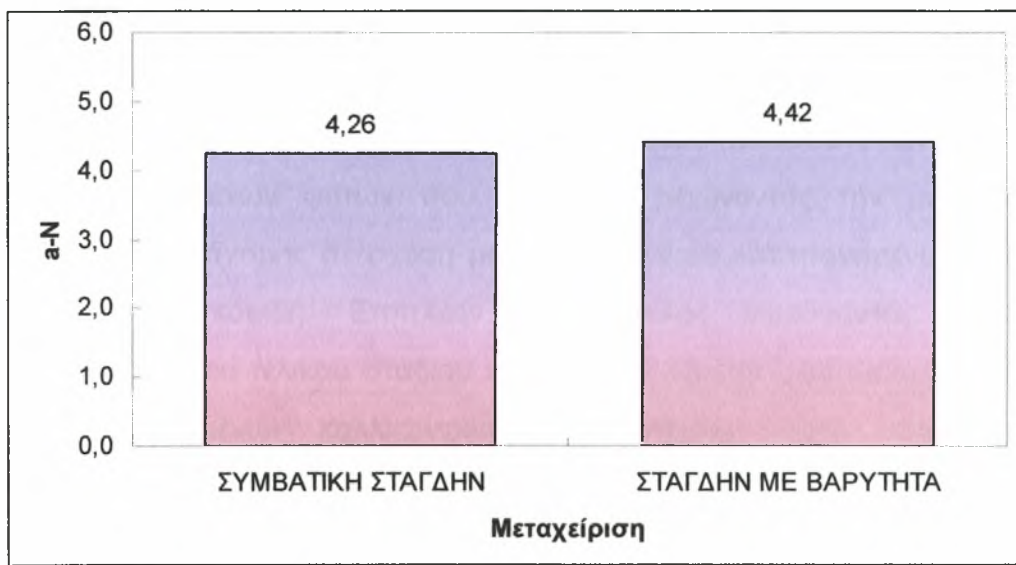
Εικόνα 4.9: Μέσες τιμές καλίου όπως μετρήθηκαν στα δείγματα κάθε μεταχείρισης.

Η περιεκτικότητα του Na στις ρίζες των τεύτλων για τις μεταχειρίσεις φαίνεται στην Εικόνα 4.10. Η μεταχείριση στάγδην άρδευσης με βαρύτητα (ΣΒ) εμφάνισε την υψηλότερη συγκέντρωση Na.



Εικόνα 4.10: Μέσες τιμές νατρίου όπως μετρήθηκαν στα δείγματα κάθε μεταχείρισης.

Τέλος, στην Εικόνα 4.11 παρουσιάζεται η συγκέντρωση του αμινο-N. Δεν καταγράφεται ιδιαίτερως σημαντική διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η συγκέντρωση του αμινο-N παρουσιάζεται χαμηλότερη στη μεταχείριση της συμβατικής άρδευσης με σταγόνα (ΣΣ).



Εικόνα 4.11: Μέσες τιμές αμινο-αζώτου όπως μετρήθηκαν στα δείγματα κάθε μεταχείρισης.

Σύμφωνα με τον Milford et al., (2000), οι εμπορικά αποδεκτές συγκεντρώσεις K στη ρίζα του ζαχαροτεύτλου είναι 700-1000 mg K/100 g ζάχαρης. Οι συγκεντρώσεις πάνω από τα όρια αυτά μειώνουν το ποσό της ζάχαρης που κρυσταλλώνεται από το χυμό. Σχετικά με το Na, ο Barbanti (1994) καθόρισε τα όρια της συγκέντρωσής του στις ρίζες των ζαχαροτεύτλων στη Βόρεια Ιταλία σε 140 mg Na / 100g ζάχαρης. Τέλος, σύμφωνα με τους Palmer et al., (1985), τα αποδεκτά όρια του α-αμινο N στις ρίζες των ζαχαροτεύτλων στα ανόργανα εδάφη είναι 150 mg /100g ζάχαρης και στα οργανικά εδάφη 200 mg /100g ζάχαρης.

Κάτω από ελληνικές συνθήκες οι Tsialtas et al., (2004), αναφέρουν συγκεντρώσεις K, Na και α-αμινο N στις ρίζες των ζαχαροτεύτλων σε πολύ υψηλότερα επίπεδα από τα αποδεκτά όρια που αναφέρθηκαν.

Η συγκέντρωση ζάχαρης σε καλά αρδευόμενες καλλιέργειες ζαχαροτεύτλων αυξάνεται σταθερά κατά τη διάρκεια της βλαστικής περιόδου,

φθάνοντας σε μια μέγιστη τιμή αρκετά πριν τη συγκομιδή σε ένα εύρος 15-18% (g ζάχαρης ανά 100 g νωπής ρίζας). Σε καταπονημένες καλλιέργειες, η συγκέντρωση ζάχαρης αυξάνεται ταχύτερα και, κάτω από μεγάλης διάρκειας καταπόνηση, μπορεί να είναι 5% υψηλότερη (π.χ. 20% παρά 15%) σε σχέση με μη καταπονημένα φυτά (Hang and Miller, 1986a). Παρά αυτό, πειράματα με ένα ευρύ φάσμα μεταχειρίσεων άρδευσης έδειξαν μικρή επίδραση στη συγκέντρωση ζάχαρης στην τελική συγκομιδή (Ehlig and LeMert, 1979, Winter, 1988). Αυτό οφείλεται στα αυξανόμενα ποσά μελασσογόνων στις ρίζες των καταπονημένων φυτών που επιδρούν μειώνοντας την μετρούμενη συγκέντρωση ζάχαρης σε σχέση με αυτήν των μη καταπονημένων φυτών, κατά στη συγκομιδή. Επιπλέον, ένας άλλος παράγοντας είναι οι βροχοπτώσεις του τελικού σταδίου που τείνουν να επανυδατώσουν τις ρίζες των καταπονημένων καλλιεργειών, χαμηλώνοντας κατά συνέπεια τη συγκέντρωση ζάχαρης (Vukon, 1977).

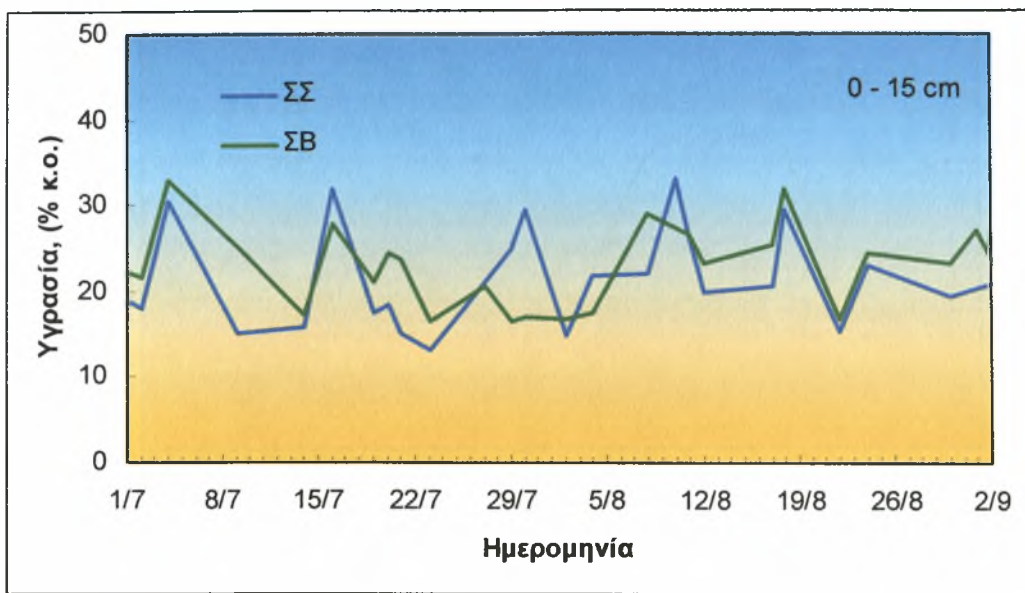
4.4. Διακύμανση της υγρασίας

Η διακύμανση της εδαφικής υγρασίας στο έδαφος για διάφορα βάθη και για κάθε μεταχείριση παρουσιάζεται στις Εικόνες 4.12 έως 4.16 που ακολουθούν. Οι μετρήσεις αναφέρονται στην αρδευτική περίοδο του έτους 2004.

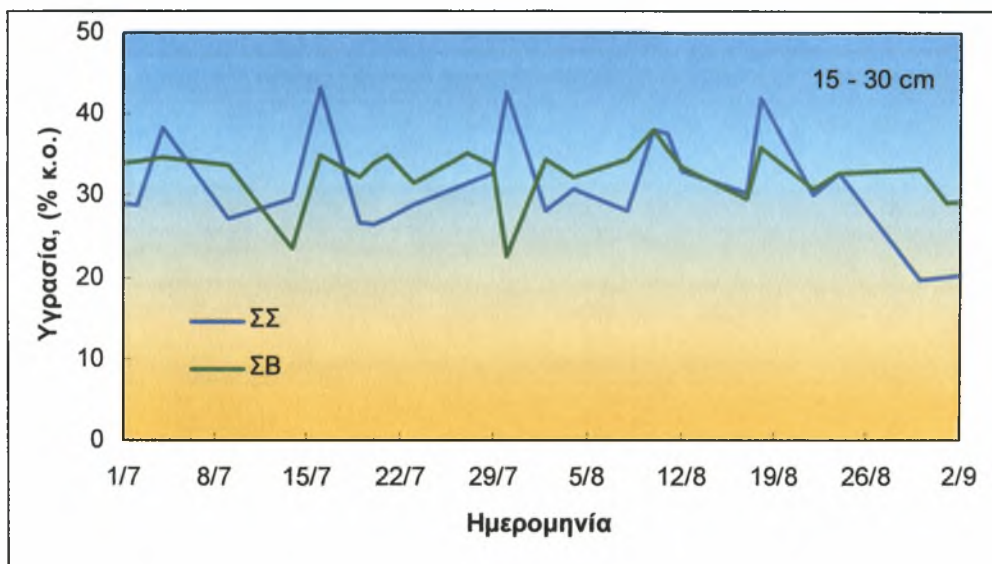
Στο επιφανειακό στρώμα, δεν παρατηρείται ιδιαίτερη διαφοροποίηση μεταξύ συμβατικής άρδευσης με σταγόνα (ΣΣ) και άρδευσης με σταγόνα δια της βαρύτητας (ΣΒ). Στο βάθος 15-30 cm, σε όλες τις περιπτώσεις η υγρασία διατηρήθηκε κοντά στην υδατοϊκανότητα με την άρδευση με βαρύτητα (ΣΒ) να κυμαίνεται σε ελαφρώς πιο μεγάλο επίπεδο από την ΣΣ. Στο βάθος των 30-60 cm, παρατηρήθηκε μειωμένη υγρασία σε σχέση με το βάθος 0-30 cm. Γενικά, διατηρείται η τάση που παρατηρήθηκε και στα προηγούμενα δύο βάθη, με την ΣΒ δηλαδή να κυμαίνεται συστηματικά σε μεγαλύτερα επίπεδα εδαφικής υγρασίας από την ΣΣ.

Στο βάθος των 60-90 cm, δεν φαίνεται να υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση μεταξύ των μεταχειρίσεων, φαίνεται όμως, πως η στάγδην άρδευση με βαρύτητα κυμάνθηκε σε ελαφρά χαμηλότερα επίπεδα.

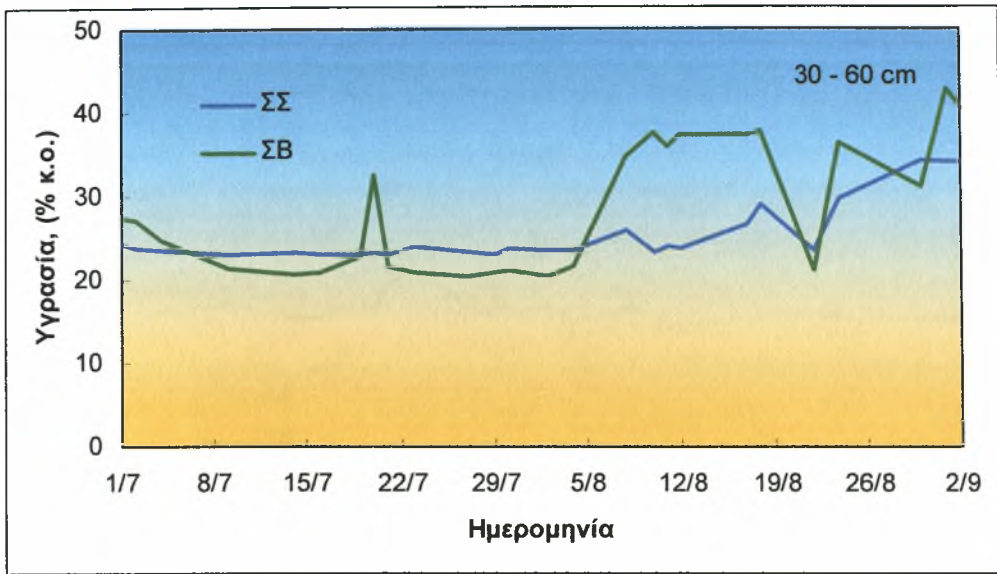
Τέλος, στην τελευταία στρώση, αυτή των 90-120 cm, φαίνεται η χαμηλότερη υγρασία της μεταχείρισης που αρδεύτηκε με βαρύτητα σε σχέση με τη συμβατική άρδευση όπου οι τιμές κυμάνθηκαν σε υψηλά επίπεδα δείχνοντας μεγαλύτερη κίνηση του νερού προς τα κάτω στην συμβατική άρδευση με σταγόνα.



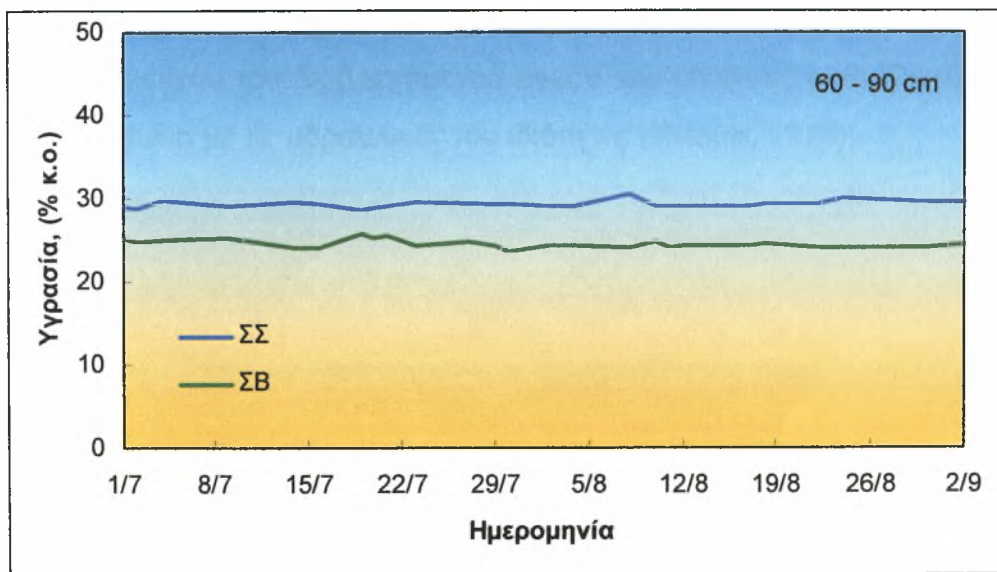
Εικόνα 4.12: Η μεταβολή της εδαφικής υγρασίας σε βάθος 0-15 cm για κάθε μεταχείριση.



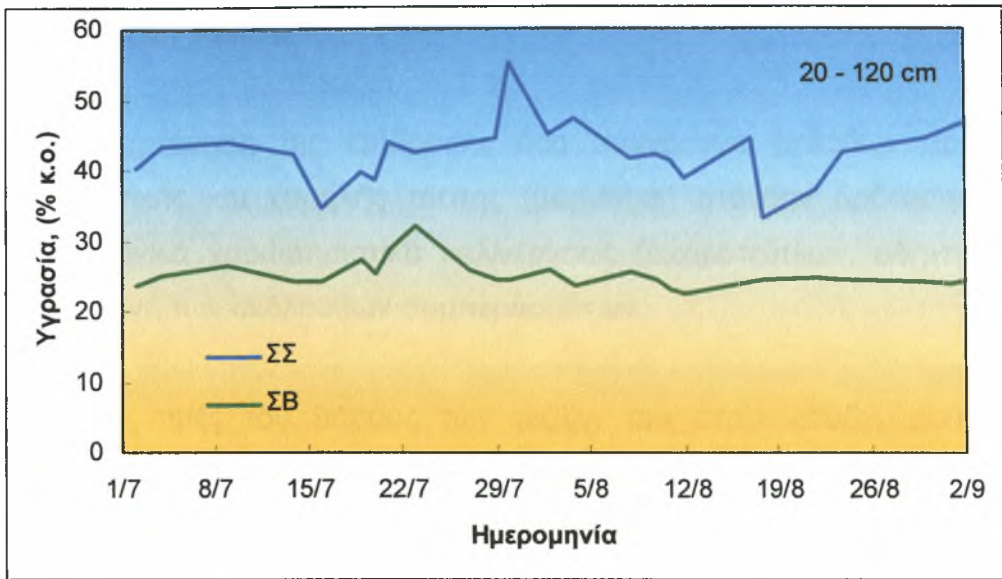
Εικόνα 4.13: Η μεταβολή της εδαφικής υγρασίας σε βάθος 15-30 cm για κάθε μεταχείριση.



Εικόνα 4.14: Η μεταβολή της εδαφικής υγρασίας σε βάθος 30-60 cm για κάθε μεταχείριση.



Εικόνα 4.15: Η μεταβολή της εδαφικής υγρασίας σε βάθος 60-90 cm για κάθε μεταχείριση.



Εικόνα 4.16: Η μεταβολή της εδαφικής υγρασίας σε βάθος 90-120 cm για κάθε μεταχείριση.

Αυτά τα δεδομένα έχουν πρακτικό ενδιαφέρον στον σχεδιασμό αρδευτικών συστημάτων, ειδικότερα όταν η περίοδος ανακατανομής είναι βραχεία συγκρινόμενη με την διήθηση. Η χρήση αυτών των τεχνικών δίδει την δυνατότητα ελέγχου του διαβρεχόμενου όγκου του εδάφους ρυθμίζοντας την παροχή σύμφωνα με τις υδραυλικές του ιδιότητες (Bresler, 1978).

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η διερεύνηση της επίδρασης δυο σύγχρονων μεθόδων άρδευσης (συμβατικής και χαμηλής πίεσης (βαρύτητα) στάγδην άρδευσης), στα παραγωγικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας ζαχαροτεύτλων, οδήγησε στη διεξαγωγή των ακόλουθων συμπερασμάτων:

1. Οι τιμές του βάρους των ριζών, του στρεμματοζαχάρου και η χρηματική αξία της παραγωγής ήταν ελαφρά υψηλότερες στην μεταχείριση της βαρύτητας, χωρίς όμως σημαντικές στατιστικές διαφορές

2. Η μέθοδος της συμβατικής στάγδην άρδευσης ξεπέρασε μόνο μια φορά αυτήν της βαρύτητας κι αυτό ήταν στο μήκος της ρίζας των ζαχαροτεύτλων, χωρίς ωστόσο στατιστικώς σημαντική διαφορά.

3. Η συγκέντρωση των μελασσογόνων συστατικών στη ρίζα δε σημείωσε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο μεταχειρίσεων.

4. Η στάγδην άρδευση υπό χαμηλή πίεση (βαρύτητα) μπορεί κάλλιστα να χρησιμοποιηθεί σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων, δίνοντας παρόμοια αποτελέσματα με την συμβατική στάγδην άρδευση, μειώνοντας παράλληλα και τις ενεργειακές εισροές που απαιτούνται για την συμβατική μέθοδο.

5. Η εδαφική υγρασία σε βάθος από 0 – 60 cm ήταν μεγαλύτερη για την στάγδην άρδευση με βαρύτητα, ενώ σε βάθος από 60 – 120 cm ήταν μεγαλύτερη για την συμβατική στάγδην άρδευση.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

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), *Proc. 56th IIRB Congress*, Brussels, pp. 259—269. International Institute for Beet Research, Brussels.

Ayars, J.E., Hutmacher, R.B., Hoffman, G.J" Letey, J., Ben-Asher, J. and Solomon, K.N. (1990). Response of sugar beet to non-uniform irrigation. *Irrigation Science*, 11, 101-9.

Barbanti, L., 1994. New methods of recommending N-fertilizer use to sugar beet in the Mediterranean area. In Anonymous, eds. *Proc. 57th IIRB Congress*, Brussels, pp. 281-294. International Institute for Beet Research, Brussels, Belgium.

Breda, N.J.J., 2003. Ground-based measurements of leaf area index: A review of methods. Instruments and current controversies. *J. Exper. Botany*, 54:2403-2417.

Bresler, E., 1978. Analysis of trickle irrigation with application to design problems. *Irrig. Sci.* 1:3-17.

Davis, R., and Hirji, R. (2003). "Water Resource and Environment: Irrigation and Drainage Rehabilitation." World Bank, Washington.

Draycott, A.P .and Messemer, A.M. (1977). Response by sugar beet to irrigation, 1965-75. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 89, 481-93.

EBZ ΑΕ, 1997. *Το πότισμα των ζαχαροτεύτλων*.

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία, 2000. Απογραφή Γεωργίας/Κτηνοτροφίας.

Ehlig, C.F. and R.D. LeMert, 1979. Water use and yields of sugarbeets over a range from excessive to limited irrigation. *Soil Sci. Soc. of Am. J.* 43:403-407.

FAO (2002). "World Agriculture: Towards 2015/2030. Summary Report." Global Perspectives Unit, FAO, Rome, Italy. pp. 108.

Framji, K. K., C. Garg, B., and Luthra, S. D. (1982). *Irrigation and Drainage in the World: A Global Review, Vol II*, International Commission on Irrigation and Drainage, New Delhi.

Haddock, J.L., S.A. Taylor, and C.H. Milligan, 1974. Irrigation, fertilization, and soil management of crops in rotation. Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, Logan, Bulletin 49, 33 pp.

Hang, A.N. and D.E. Miller, 1986a. Responses of sugar beet (*Beta vulgaris*) to deficit, high-frequency sprinkler irrigation: I. Sucrose accumulation, and top and root dry matter production. *Agronomy J.* 78(1):10-14.

Hanson, B. and S. Kaffka, 2002. The use of drip irrigation for sugarbeet production. University of California, Davis.

Harvey, W.C. and V.J. Dutton, 1993. Root quality and processing. In *The Sugar Beet Crop*. pp. 571-617. D. A. Cooke and R. K. Scott (Eds.). Chapman & Hall, London, UK.

Hexem, R.W. and Heady, C.F. (1978). *Water Production Functions for Irrigated Agriculture*. Iowa State University Press, Ames, Iowa. 215 pp.

Hunsaker, D.J., A.J. Clemmens and D.D. Fangmier, 1998. Cotton response to high frequency surface irrigation. *Agric. Water Mgt.* 37:55-74.

Jensen, M. E., Rangeley, W. R., and Dieleman, P. J. (1990). Irrigation trends in world agriculture. In "Irrigation of Agricultural Crops" (B. A. Stewart and D. R. Nielsen, eds.), pp. 32-63. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America.

Καβαλάρης, Χ., 2004. *Μελέτη εναλλακτικών μεθόδων κατεργασίας του εδάφους σε συστήματα αμειψισποράς ζαχαροτεύτλων, καλαμποκιού και βαμβακιού*. Διδακτορική Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.

Kohl, R.A. and Cary, J.W. (1969). Sugarbeet yields unaffected by afternoon wilting. *Journal of the American Society of Sugar Beet Technologists*, 18, 416-21.

Kruse, E. G., Bucks, D. A., and vonBernuth, R. D. (1990). Comparison of irrigation systems. In "Irrigation of agricultural crops" (B. A. Stewart and D. R. Neilson, eds.), Vol. Agronomy No. 30, pp. 745-508. ASA, CSSA, SSSA.

Last, P.J., Draycott, A.P., Messem, A.B. and Webb, D.J., 1983. Effects of nitrogen fertilizer and irrigation on sugar beet at Broom's Barn 1973-8. *J. of Agricultural Science, Cambridge*, 101:185-205.

Milford, G.F.J. (1975). Effects of mist irrigation on the physiology of sugar beet. *Annals of Applied Biology*, 80, 247-50

Milford, G.F.J., J.M. Armstrong, J.P. Jarvis, J.B. Houghton, M.D. Bellett-Travers, J. Jones and A.R. Leigh, 2000. Effect of potassium fertilizer on the yield, quality and potassium offtake of sugar beet crops grown on soils of different potassium status. *J. of Agricultural Science*, 135:1-10.

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

Ντιούδης, Π., Μ. Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Γ. Τερζίδης, Ν. Μασλάρης και Γ. Νούσιος, 2003. Διαφορετικές διατάξεις άρδευσης με σταγόνες σε καλλιέργεια ζαχαροτεύλων. Πρακτικά 9^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης (ΕΥΕ), 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σ. 159-166.

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

Penman, H.L., 1970. Woburn irrigation, 1960-8. VI: Results for rotation crops. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*, 75, 89-102.

Potter, E., J. Wood and C. Nicholl, 1996. *SunScan Canopy Analysis System*. User Manual, SS1-UM-1.05, DELTA-T DEVICES LTD, Cambridge, England, UK.

Raine, S.R., and J.P. Foley, 2002. Comparing Application systems for cotton irrigation - what are the pros and cons? In *Proc. of the 11th cotton conference*. Australian Cotton Growers' Research Association, Brisbane, 13-15 August.

Robelin, M. and M. Mingeau, 1970. Alimentation en eau et croissance de la betterave. *J. of the International Institute for Sugar Beet Research*, 5:71-86.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., 1996. Συνολικές ανάγκες σε νερό των καλλιεργειών του Θεσσαλικού κάμπου. *Υδροτεχνικά*, 6:62-77.

Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη, Μ., Ν. Μασλάρης, Δ. Καλφούντζος και Χ. Γούλας, 1998. Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια ζαχαρότευλων. Πρακτικά 1^{ου} Εθνικού Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), Αθήνα, σ. 271-280.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Ν. Μασλάρης, Γ. Νούσιος, Π. Ντιούδης και Δ. Καλφούντζος, 1999. Μελέτη διατάξεων άρδευσης με σταγόνες στην καλλιέργεια των ζαχαρότευλων. Πρακτικά 4^{ου} Εθνικού Συνεδρίου

Ελληνικής Εταιρείας Διαχείρισης Υδάτινων Πόρων (ΕΕΔΥΠ), Βόλος, σ. 162-169.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Δ. Καλφούντζος και Ν. Παπανίκος, 2000. Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σ. 157-164.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. και Κ. Δημοπούλου, 2005α. Επίδραση διαφορετικού εύρους άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαροτεύτλων. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών (ΕΓΜΕ), Οκτώβριος, Αθήνα.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ. και Κ. Δημοπούλου, 2005β. Άρδευση ζαχαροτεύτλων με επιφανειακή σταγόνα σε διαφορετικά επίπεδα εφαρμογής νερού. Πρακτικά 4^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου της Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών (ΕΓΜΕ), Οκτώβριος, Αθήνα.

Sharmasarkar, C. F., Sharmasarkar, S., Miller, D. S., Vance, F. G. and Zhang, R. (2001). Assessment of drip and flood irrigation on water and fertilizer use efficiencies for sugarbeets. *Agricultural Water Management* 46 (3), pp 241- 251.

Schultz, B., and D.D. Wrachien, 2002. Irrigation and Drainage Systems: Research and Development in 21st Century. *Irrigation and Drainage* 51:311-327.

Τερζίδης, Α.Γ. και Γ.Ζ. Παπαζαφειρίου, 1997. *Γεωργική υδραυλική*. Εκδόσεις ΖΗΤΗ, Θεσσαλονίκη

Tognetti, R., Delfine, S., Sorella, P., Alvino, A., 2002. Responses of sugarbeet to drip and low-pressure sprinkler irrigation systems: root yield and sucrose accumulation. *Agric. Med.* 132, 1–8.

Topp, G.C., J.L. Davis and A.P. Annan, 1980. Electromagnetic determination of soil water content: measurement in coaxial transmission lines. *Water Resources Research*, 16: 574-582.

Tsialtas, T.J. and N. Maslaris, 2004. Effect of N fertilization rate on sugar yield and non-sugar impurities of sugar beets (*Beta vulgaris*) grown under mediterranean conditions. *J. Agronomy & Crop Science*, 190:1-10.

Vukov, K., 1977. *Physics and Chemistry of Sugar-beet in Sugar Manufacture*. Elsevier Scientific Publishing, Amsterdam.

Wilhelm, W.W., K. Ruwe and M.R. Schlemmer, 2000. Comparison of three area leaf index meters in a corn canopy. *Crop Science*, 40:1179-1183.

Winter, S.R., 1988. Influence of seasonal irrigation amount on sugarbeet yield and quality. *J. of Sugar Beet Research*, 25:1-9.

Winter, S.R., 1990. Sugar beet response to nitrogen as affected by seasonal irrigation. *Agronomy J.* 82(5):984-988.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

I. ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΑΡΔΕΥΣΕΩΝ

Ημερομηνία	ΗμΣ	ΕΤ (mm)	Δόση άρδευσης (mm)
19/4	1	3,23	
20/4	2	1,83	
21/4	3	1,39	
22/4	4	4,31	
23/4	5	4,92	
24/4	6	4,36	
25/4	7	2,25	
26/4	8	1,96	
27/4	9	2,13	
28/4	10	3,36	
29/4	11	3,13	
30/4	12	1,96	
1/5	13	1,15	
2/5	14	1,05	
3/5	15	0,78	
4/5	16	0,73	
5/5	17	2,75	
6/5	18	5,43	
7/5	19	6,00	
8/5	20	2,13	
9/5	21	1,06	
10/5	22	1,60	
11/5	23	0,80	
12/5	24	0,44	
13/5	25	0,24	
14/5	26	0,10	
15/5	27	0,04	
16/5	28	3,27	
17/5	29	1,59	
18/5	30	2,48	
19/5	31	4,90	
20/5	32	4,79	
21/5	33	4,42	
22/5	34	2,60	
23/5	35	1,66	
24/5	36	3,44	
25/5	37	2,01	
26/5	38	0,95	
27/5	39	0,78	
28/5	40	0,66	
29/5	41	0,62	
30/5	42	0,60	
31/5	43	0,93	
1/6	44	4,27	33,7
2/6	45	3,45	

3/6	46	4,38	
4/6	47	4,63	
5/6	48	3,14	
6/6	49	3,34	
7/6	50	2,08	
8/6	51	3,00	
9/6	52	3,09	
10/6	53	3,13	
11/6	54	6,50	32,9
12/6	55	7,45	
13/6	56	5,81	
14/6	57	4,37	
15/6	58	3,54	
16/6	59	4,27	
17/6	60	3,51	
18/6	61	3,36	
19/6	62	6,02	
20/6	63	5,59	
21/6	64	6,84	
22/6	65	7,41	34,1
23/6	66	7,18	
24/6	67	7,00	
25/6	68	7,93	22,7
26/6	69	7,42	
27/6	70	7,36	
28/6	71	6,49	
29/6	72	8,70	30,7
30/6	73	8,53	
1/7	74	6,78	
2/7	75	6,89	
3/7	76	7,48	32,5
4/7	77	7,77	
5/7	78	5,77	
6/7	79	7,81	
7/7	80	8,25	30,3
8/7	81	8,20	
9/7	82	7,39	
10/7	83	7,62	
11/7	84	7,98	33,1
12/7	85	9,36	
13/7	86	8,37	
14/7	87	6,74	
15/7	88	8,79	34,2
16/7	89	7,23	
17/7	90	5,76	
18/7	91	7,24	
19/7	92	7,45	30,5
20/7	93	7,95	
21/7	94	8,27	
22/7	95	6,34	
23/7	96	6,34	31,6
24/7	97	6,27	

25/7	98	5,80	
26/7	99	5,57	
27/7	100	4,47	
28/7	101	5,86	
29/7	102	5,81	
30/7	103	5,87	30,7
31/7	104	5,87	
1/8	105	6,15	
2/8	106	5,84	
3/8	107	5,98	25,0
4/8	108	5,66	
5/8	109	5,56	
6/8	110	4,87	
7/8	111	4,85	
8/8	112	5,58	28,3
9/8	113	5,81	
10/8	114	6,45	
11/8	115	6,48	
12/8	116	5,96	25,6
13/8	117	6,13	
14/8	118	6,87	
15/8	119	6,84	
16/8	120	4,53	
17/8	121	5,20	28,6
18/8	122	5,55	
19/8	123	5,78	
20/8	124	5,93	
21/8	125	6,10	
22/8	126	7,29	30,1
23/8	127	6,74	
24/8	128	5,50	
25/8	129	5,24	
26/8	130	5,98	26,1
27/8	131	6,55	
28/8	132	5,21	
29/8	133	5,07	
30/8	134	5,01	
31/8	135	5,23	28,0
1/9	136	5,14	
2/9	137	4,73	
3/9	138	5,62	
4/9	139	4,84	
5/9	140	1,47	
6/9	141	2,42	
7/9	142	4,56	
8/9	143	3,98	
9/9	144	5,02	
10/9	145	3,98	
11/9	146	3,03	
12/9	147	3,71	
13/9	148	4,10	
14/9	149	4,11	

15/9	150	4,22	
16/9	151	4,24	
17/9	152	3,70	
18/9	153	1,87	
19/9	154	1,68	
20/9	155	2,44	
21/9	156	2,29	
22/9	157	2,14	
23/9	158	2,01	
24/9	159	2,14	
25/9	160	2,23	
26/9	161	1,75	
27/9	162	2,06	
28/9	163	2,21	
29/9	164	2,23	
30/9	165	1,73	

II. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕ ΤΗ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΟΥ ΠΑΚΕΤΟΥ STATGRAPHIC

1) Βάρος ριζών

Summary Statistics

	YIELDB	YIELDS
Count	4	4
Average	7,8875	7,555
Variance	0,206625	0,0724333
Standard deviation	0,45456	0,269134
Minimum	7,47	7,25
Maximum	8,46	7,86
Std. skewness	0,517757	0,0
Std. kurtosis	-0,816667	-0,895643
Sum	31,55	30,22

The StatAdvisor

This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both standardized skewness values are within the range expected. Both standardized kurtosis values are within the range expected.

Comparison of Means

95,0% confidence interval for mean of YIELDB: 7,8875 +/- 0,723307
95,0% confidence interval for mean of YIELDS: 7,555 +/- 0,428253
95,0% confidence intervals for the difference between the means:
assuming equal variances: 0,3325 +/- 0,646304
not assuming equal variances: 0,3325 +/- 0,68432

t tests to compare means

Null hypothesis: mean1 = mean2

(1) Alt. hypothesis: mean1 NE mean2

assuming equal variances: $t = 1,25885$ P-value = 0,254846
 not assuming equal variances: $t = 1,25885$ P-value = 0,26502

(2) Alt. hypothesis: mean1 > mean2

assuming equal variances: $t = 1,25885$ P-value = 0,127423
 not assuming equal variances: $t = 1,25885$ P-value = 0,13251

(3) Alt. hypothesis: mean1 < mean2

assuming equal variances: $t = 1,25885$ P-value = 0,872577
 not assuming equal variances: $t = 1,25885$ P-value = 0,86749

The StatAdvisor

 This option runs a t-test to compare the means of the two samples. It also constructs confidence intervals for each mean and for the difference between the means. Of particular interest is the confidence interval for the difference between the means, which extends from -0,313804 to 0,978804. Since the interval contains the value 0.0, there is not a statistically significant difference between the means of the two samples at the 95,0% confidence level. The t-tests can also be used to arrive at the same conclusion. P-values below 0,05 indicate significant differences between the two means. NOTE: the interval used above assumes that the variances of the two samples are equal. This was determined by running an F-test to compare the standard deviations of the two samples. You can see the results of that test by selecting Comparison of Standard Deviations from the Tabular Options menu.

2) α-αίνο N

Summary Statistics

	aN_B	aN_S
Count	4	4
Average	4,415	4,2625
Variance	0,0899	0,0675583
Standard deviation	0,299833	0,25992
Minimum	3,99	4,05
Maximum	4,68	4,58
Std. skewness	-1,12441	0,435746
Std. kurtosis	0,86838	-1,22575
Sum	17,66	17,05

The StatAdvisor

 This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether

differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both standardized skewness values are within the range expected. Both standardized kurtosis values are within the range expected.

Comparison of Means

95,0% confidence interval for mean of aN_B: 4,415 +/- 0,477102

95,0% confidence interval for mean of aN_S: 4,2625 +/- 0,413591

95,0% confidence intervals for the difference between the means:

assuming equal variances: 0,1525 +/- 0,485481

not assuming equal variances: 0,1525 +/- 0,48786

t tests to compare means

Null hypothesis: mean1 = mean2

(1) Alt. hypothesis: mean1 NE mean2

assuming equal variances: t = 0,768629 P-value = 0,471275

not assuming equal variances: t = 0,768629 P-value = 0,471838

(2) Alt. hypothesis: mean1 > mean2

assuming equal variances: t = 0,768629 P-value = 0,235637

not assuming equal variances: t = 0,768629 P-value = 0,235919

(3) Alt. hypothesis: mean1 < mean2

assuming equal variances: t = 0,768629 P-value = 0,764363

not assuming equal variances: t = 0,768629 P-value = 0,764081

The StatAdvisor

This option runs a t-test to compare the means of the two samples. It also constructs confidence intervals for each mean and for the difference between the means. Of particular interest is the confidence interval for the difference between the means, which extends from -0,332981 to 0,637981. Since the interval contains the value 0.0, there is not a statistically significant difference between the means of the two samples at the 95,0% confidence level. The t-tests can also be used to arrive at the same conclusion. P-values below 0,05 indicate significant differences between the two means. NOTE: the interval used above assumes that the variances of the two samples are equal. This was determined by running an F-test to compare the standard deviations of the two samples. You can see the

results of that test by selecting Comparison of Standard Deviations from the Tabular Options menu.

3) Κάλιο

Summary Statistics

	K_B	K_S
Count	4	4
Average	5,9575	5,9025
Variance	0,001425	0,0550917
Standard deviation	0,0377492	0,234716
Minimum	5,92	5,58
Maximum	5,99	6,12
Std. skewness	-0,0493305	-0,910633
Std. kurtosis	-2,3075	0,427604
Sum	23,83	23,61

The StatAdvisor

This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both standardized skewness values are within the range expected. K_B has a standardized kurtosis value outside the normal range.

Comparison of Means

95,0% confidence interval for mean of K_B: 5,9575 +/- 0,0600674
 95,0% confidence interval for mean of K_S: 5,9025 +/- 0,373486
 95,0% confidence intervals for the difference between the means:
 assuming equal variances: 0,055 +/- 0,290856
 not assuming equal variances: 0,055 +/- 0,367981

t tests to compare means

Null hypothesis: mean1 = mean2

(1) Alt. hypothesis: mean1 NE mean2

assuming equal variances: t = 0,462705 P-value = 0,659881
 not assuming equal variances: t = 0,462705 P-value = 0,673633

- (2) Alt. hypothesis: mean1 > mean2
 assuming equal variances: t = 0,462705 P-value = 0,329941
 not assuming equal variances: t = 0,462705 P-value = 0,336816
- (3) Alt. hypothesis: mean1 < mean2
 assuming equal variances: t = 0,462705 P-value = 0,670059
 not assuming equal variances: t = 0,462705 P-value = 0,663184

The StatAdvisor

 This option runs a t-test to compare the means of the two samples. It also constructs confidence intervals for each mean and for the difference between the means. Of particular interest is the confidence interval for the difference between the means, which extends from -0,312981 to 0,422981. Since the interval contains the value 0.0, there is not a statistically significant difference between the means of the two samples at the 95,0% confidence level. The t-tests can also be used to arrive at the same conclusion. P-values below 0,05 indicate significant differences between the two means. NOTE: the interval used above does not assume that the variances of the two samples are equal. This was determined by running an F-test to compare the standard deviations of the two samples. You can see the results of that test by selecting Comparison of Standard Deviations from the Tabular Options menu.

4) Νάτριο

Summary Statistics

	Na_B	Na_S
Count	4	4
Average	2,8675	2,56
Variance	0,0414917	0,179533
Standard deviation	0,203695	0,423714
Minimum	2,59	2,24
Maximum	3,08	3,17
Std. skewness	-0,7526	1,27744
Std. kurtosis	0,790666	0,942022
Sum	11,47	10,24

The StatAdvisor

 This table shows summary statistics for the two samples of data. Other tabular options within this analysis can be used to test whether

differences between the statistics from the two samples are statistically significant. Of particular interest here are the standardized skewness and standardized kurtosis, which can be used to determine whether the samples come from normal distributions. Values of these statistics outside the range of -2 to +2 indicate significant departures from normality, which would tend to invalidate the tests which compare the standard deviations. In this case, both standardized skewness values are within the range expected. Both standardized kurtosis values are within the range expected.

Comparison of Means

95,0% confidence interval for mean of Na_B: 2,8675 +/- 0,324125

95,0% confidence interval for mean of Na_S: 2,56 +/- 0,674224

95,0% confidence intervals for the difference between the means:

assuming equal variances: 0,3075 +/- 0,575188

not assuming equal variances: 0,3075 +/- 0,634213

t tests to compare means

Null hypothesis: mean1 = mean2

(1) Alt. hypothesis: mean1 NE mean2

assuming equal variances: t = 1,30814 P-value = 0,238703

not assuming equal variances: t = 1,30814 P-value = 0,256144

(2) Alt. hypothesis: mean1 > mean2

assuming equal variances: t = 1,30814 P-value = 0,119352

not assuming equal variances: t = 1,30814 P-value = 0,128072

(3) Alt. hypothesis: mean1 < mean2

assuming equal variances: t = 1,30814 P-value = 0,880648

not assuming equal variances: t = 1,30814 P-value = 0,871928

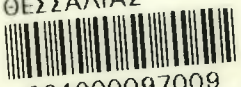
The StatAdvisor

This option runs a t-test to compare the means of the two samples. It also constructs confidence intervals for each mean and for the difference between the means. Of particular interest is the confidence interval for the difference between the means, which extends from -0,267688 to 0,882688. Since the interval contains the value 0.0, there is not a statistically significant difference between the means of the two samples at the 95,0% confidence level. The t-tests can also be used to arrive at the same conclusion. P-values below 0,05 indicate significant differences between the two means. NOTE: the interval used above assumes that the variances of the two samples are equal. This was determined by running an F-test to compare the standard deviations of the two samples. You can see the results of that test by selecting Comparison of Standard Deviations

from the Tabular Options menu.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000097009