



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

**Τμήμα Γεωπονίας, Φυτικής Παραγωγής
και Αγροτικού Περιβάλλοντος**

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

**“Αυτοματισμοί στις Αρδεύσεις, τις Γεωργικές Κατασκευές
και στην Εκμηχάνιση της Γεωργίας”**

**«Αποτελέσματα της ανάπτυξης του φυτού “Τσάι του
Βουνού” σε χαμηλό υψόμετρο με την εφαρμογή άρδευσης
(πρώτη καλλιεργητική περίοδος)»**



Μεταπτυχιακός Φοιτητής:

Ηλίας Ν. Αυλογιάρης

Βόλος, 2016

«Αποτελέσματα της ανάπτυξης του φυτού "Τσάι του Βουνού" σε χαμηλό υψόμετρο με την εφαρμογή άρδευσης (πρώτη καλλιεργητική περίοδος)»

«Effects of plant growth "Mountain Tea" at low altitude with irrigation application (first growing season)»

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

1. **Μαρία Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, *Επιβλέπουσα*.** Καθηγήτρια του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
2. **Νικόλαος Δαναάτος, Μέλος.** Καθηγητής του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.
3. **Ηρακλής Χαλκίδης, Μέλος.** Λέκτορας του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας.

Αφιερώνεται στην Οικογένειά μου!

Ευχαριστίες

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

Το θέμα δόθηκε από την Καθηγήτρια του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας και του Τμήματος Γεωπονίας Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος, κυρία Μαρία Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη στο πλαίσιο των μεταπτυχιακών μου σπουδών της Σχολής.

Ευχαριστώ την κυρία Μαρία Σακελλαρίου – Μακραντωνάκη Καθηγήτρια Π.Θ. για την οργάνωση και παρακολούθηση της διατριβής μου σε ολόκληρη την πορεία της, καθώς επίσης και για την πολύτιμη και ουσιαστική συμβολή της στην επίλυση των θεωρητικών προβλημάτων που παρουσιάστηκαν κατά καιρούς.

Ευχαριστίες επίσης θέλω να απονέμω και στον κύριο Νικόλαο Δαναλάτο, Καθηγητή Π.Θ όπως και στον κύριο Ηράκλη Χαλκίδη, Λέκτορα Π.Θ για τη συμμετοχή τους στην διόρθωση και αξιολόγηση της διατριβής μου.

Τέλος αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον υποψήφιο διδάκτορα κ. Γιουβάνη Βασίλειο και τον Συμβασιούχο Π.Δ 407/80 κ. Παπανικολάου Χρηστό της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας για την βοήθεια τους σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Περίληψη

Στην παρούσα μεταπτυχιακή διατριβή μελετήθηκε η επίδραση της πλήρους και της ελλειμματικής άρδευσης στα αναπτυξιακά, παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας του φυτού «τσάι του βουνού».

Για την άρδευση του πειραματικού αγροτεμαχίου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης. Για το σκοπό αυτό πραγματοποιήθηκε έρευνα στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου το έτος 2015, το οποίο περιλάμβανε ένα πλήρες τυχαίοποιημένο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις σε 3 επαναλήψεις. Λόγω του ότι η μεταπτυχιακή διατριβή ήταν μέρος μιας ευρύτερης έρευνας στην εν λόγω διατριβή μελετήθηκαν 2 από τις 4 μεταχειρίσεις (1. δόση άρδευσης με την οποία καλύπτεται το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας σύμφωνα με την ημερήσια υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή με την μέθοδο Penman-Monteith κατά FAO 56 και 2. δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας σύμφωνα με την ημερήσια υπολογιζόμενη εξατμισοδιαπνοή με την μέθοδο P-M κατά FAO 56).

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν αφορούσαν το ύψος των φυτών, το χλωρό και ξηρό βάρος της παραγωγής τους, καθώς και την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών τους. Επίσης λαμβάνονταν μετρήσεις μετεωρολογικών δεδομένων (βροχόπτωση, θερμοκρασία αέρα κλπ.) από τον αυτόματο μετεωρολογικό σταθμό του Εργαστηρίου Γεωργικής Υδραυλικής για τον υπολογισμό των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και πραγματοποιήθηκε στατιστική ανάλυση για την διεξαγωγή αποτελεσμάτων και συμπερασμάτων.

Λέξεις-κλειδιά: αυτοματισμός και προγραμματισμός αρδεύσεων, πλήρης και ελλειμματική άρδευση, επιφανειακή στάγδην άρδευση, Τσάι του Βουνού.

Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	1
2. Το «τσάι του βουνού».....	2
2.1. Γενικά	2
2.1.1. Ονομασία.....	3
2.1.2. Το τσάι στην Ελλάδα.....	3
2.1.3. Τα Είδη στην Ελλάδα.....	4
2.1.4. Βοτανική περιγραφή.....	5
2.2. Η καλλιέργεια του Τσαγιού.....	6
2.2.1. Πολλαπλασιασμός.....	6
2.2.2. Εγκατάσταση.....	7
2.2.3 Καλλιεργητικοί χειρισμοί.....	8
2.2.4. Ζιζανιοκτονία.....	8
2.2.5. Λίπανση.....	9
2.2.6. Εχθροί και ασθένειες.....	9
2.2.7. Συγκομιδή.....	10
2.2.8. Κόστος.....	11
2.2.9.Αποδόσεις.....	11
2.3. Συστατικά του τσαγιού.....	12
2.3.1. Αιθέρια έλαια.....	12
2.3.2. Φαρμακολογικές ιδιότητες.....	19
3. Υδατοκαταναλωση καλλιεργειών.....	21
3.1. Φυτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή.....	21
3.1.1 Το είδος του φυτού.....	21
3.1.2. Η ανακλαστικότητα του φυλλώματος.....	22
3.1.3. Το ποσοστό καλύψεως του εδάφους από το φύλλωμα.....	22
3.1.4. Το ύψος των φυτών.....	23
3.1.5. Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος.....	23
3.1.6. Το στάδιο αναπτύξεως της καλλιέργειας.....	23
3.2. Μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής.....	24
3.2.1 Μέθοδος των Penman-Monteith.....	24
3.2.1 Μέθοδος του Blaney – Griddle.....	24
3.2.2 Μέθοδος του λυσίμετρου.....	25

3.2.3 Μέθοδος του εξατμισόμετρου.....	27
3.3. Στάγδην Άρδευση.....	31
3.3.1. Γενικά.....	31
3.3.2. Ιστορική εξέλιξη	34
3.3.3. Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης.....	36
3.3.4. Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	39
3.3.5. Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης.....	44
4. Εγκατάσταση πειράματος – υλικά και μέθοδοι.....	46
4.1. Γενικά.....	46
4.2. Καλλιέργεια εδάφους.....	46
4.3. Σύστημα στάγδην Άρδευσης.....	47
4.4. Όργανα και μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος.....	49
4.4.1. Εξάτμιση και Διαπνοή- Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ΕΤο.....	49
4.4.2. Το μοντέλο Penman-Monteith.....	51
4.4.3. Προσέγγιση του συντελεστή φυτοκαλλιέργειας (Kc).....	51
4.4.4. Εξίσωση FAO Penman-Monteith.....	52
4.4.5. Μετεωρολογικά Δεδομένα.....	54
4.4.6. Πρόγραμμα άρδευσης στο τσάι P-MON FAO 56.....	55
4.5. Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν.....	58
4.5.1. Ύψος φυτών.....	59
4.5.2. Χλωρό και ξηρό βάρος.....	59
4.5.3. Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών.....	60
4.5.4. Στατιστική ανάλυση	60
5. Αποτελέσματα και συζήτηση.....	62
5.1. Κλιματολογικά δεδομένα.....	62
5.2. Αποτελέσματα ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας.....	63
5.2.1. Ύψος Φυτών.....	63
5.2.2. Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.....	65
5.2.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας.....	69
6. Συμπεράσματα.....	71
Βιβλιογραφία.....	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....	78

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά κατέχουν ιδιαίτερη θέση ανάμεσα στους ανθρώπους όλων των λαών κι όλων των εποχών. Το τσάι του βουνού, είδος της τοπικής μας χλωρίδας, ανήκει σε μια σειρά από αρωματικά φυτά και βότανα τα οποία χρησιμοποιούνται για τις φαρμακευτικές ιδιότητές τους, αλλά και για τα δευτερογενή προϊόντα τους, τα αιθέρια έλαια.

Τα είδη του *Sideritis raeseri* αυτοφύονται στις παραμεσόγειες περιοχές σε υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων και κυρίως στη χώρα μας. Χρησιμοποιούνται από τον λαό μας, γιατί δίνουν τα αγαπημένα ροφήματα, με το όνομα ελληνικά τσάγια ή τσάγια του βουνού. Σήμερα στην Ελλάδα, το τσάι του βουνού, καλλιεργείται σε 750 περίπου στρέμματα στον Ν. Μαγνησίας, και κυρίως στην Κοινότητα Βρύναινας. Καλλιέργεια, η οποία μιμείται τις φυσικές συνθήκες ανάπτυξής του, για να μην υποβαθμιστεί η ποιότητά του. Αν και αυτό δεν ισχύει πάντοτε μιας και υπάρχουν καλλιέργειες σε πολύ χαμηλά υψόμετρα, όπως αυτά των 20 μέτρων. Πολλαπλασιάζεται κυρίως με παραφυάδες και τα φυτά φυτεύονται κατευθείαν στην τελική τους θέση. Κατάλληλα εδάφη είναι τα μέτριας σύστασης ορεινά ασβεστολιθικά εδάφη, καλά οργωμένα, με ικανότητα στράγγισης της υγρασίας. Η συγκομιδή γίνεται συνήθως τον Ιούλιο, όταν τα φυτά βρίσκονται σε πλήρη άνθιση. Στη συνέχεια η ποσότητα που συγκομίζεται μεταφέρεται για ξήρανση.

Μετά το αποξηραμένο προϊόν συσκευάζεται σε δέματα, καλύπτεται περιμετρικά με λινάτσα, και σ' αυτή την μορφή φυλάσσεται σε αποθήκες που αερίζονται καλά, μέχρι να διατεθεί στο εμπόριο.

Η καλλιεργητική πρακτική βελτιώνεται συνεχώς μέχρι σήμερα, όμως δεν έχει βρεθεί ικανοποιητική λύση σε βασικά θέματα, όπως η ζιζανιοκτονία, η τεχνική συγκομιδής, η λίπανση, η ξήρανση και δεν έχουν μελετηθεί οι επιδράσεις της άρδευσης στην καλλιέργεια.

Έτσι λοιπόν μέσω της συγκεκριμένης έρευνας, που μελετά την επίδραση της πλήρους και της ελλειμματικής άρδευσης στην καλλιέργεια «Τσάι του Βουνού» στον Θεσσαλικό κάμπο, αποσκοπούμε στην διεξαγωγή συμπερασμάτων για την βελτιστοποίηση της χρήσης του αρδευτικού νερού στην εν λόγω καλλιέργεια τόσο στα αναπτυξιακά όσο και στα παραγωγικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά της.

2. ΤΟ «ΤΣΑΙ ΤΟΥ ΒΟΥΝΟΥ»

2.1 Γενικά

Το τσάι του βουνού ανήκει στην οικογένεια των χειλανθών (Lamiaceae) και στο γένος *Sideritis*, το οποίο περιλαμβάνει περίπου 150 είδη, που βρίσκονται κυρίως στις παραμεσόγειες χώρες. Το επιστημονικό του όνομα είναι *Sideritis* spp (εικ.1) (Gonzalez-Burgos E. et al.,2011). Τα περισσότερα είδη του γένους *Sideritis* αποτελούνται από πολυετή ποώδη φυτά, τα οποία αυτοφύονται σε χώρες της Μεσογείου, ενώ πολλά είδη του γένους αυτού υπάρχουν και στην Ασία. Στην περιοχή της Μεσογείου, όπου φαίνεται να είναι και το κέντρο καταγωγής του φυτού, έχουν καταγραφεί πάνω από 100 διαφορετικά είδη του γένους *Sideritis*. Η μεγαλύτερη ποικιλία ειδών συναντάται στην Ιβηρική Χερσόνησο, με 45 τουλάχιστον είδη τα περισσότερα των οποίων είναι ενδημικά, ενώ 14 από αυτά απειλούνται σήμερα με εξαφάνιση.



Εικόνα 1: Τσάι του Βουνού.

Χώρες πλούσιες σε πληθυσμούς και ποικιλία ειδών είναι επίσης η Ελλάδα, η Ιταλία και χώρες των ακτών της βόρειας Αφρικής. Χρήση για την παρασκευή τσαγιού γίνεται μόνο στην Ισπανία και κυρίως στην Ελλάδα, όπου έχουμε και τη μεγαλύτερη κατανάλωση. Το παρασκευαζόμενο αφέψημα με το όνομα «Τσάι του Βουνού» παρουσιάζει πολλές ευεργετικές ιδιότητες, οι οποίες οφείλονται στα συστατικά του αιθέριου ελαίου του, όπως για παράδειγμα στα φλαβονοειδή. Το αφέψημα από το φυτό προτιμάται πολύ από τους Έλληνες,

ειδικά τους χειμερινούς μήνες, λόγω της ευεργετικής του επίδρασης σε κρυολογήματα και φλεγμονές του ανώτερου αναπνευστικού συστήματος, ιδιότητες που ενισχύονται με την προσθήκη μελιού.

Οι ευεργετικές επιδράσεις οφείλονται στην αντιφλεγμονώδη, βακτηριοστατική και αντιοξειδωτική δράση του. Ακόμη θεωρείται ευστόμαχο, εφιδρωτικό, τονωτικό, αντιερεθιστικό και αντιανεμικό διότι περιέχει Fe (Floca et al.,1981).

2.1.1 Ονομασία

Σύμφωνα με μια εκδοχή, η ονομασία αυτή προέρχεται από τη λέξη σίδηρος εξαιτίας της ικανότητάς του να θεραπεύει τις πληγές που προκαλούνται από σιδερένια αντικείμενα. Σύμφωνα με άλλη ονομάστηκε έτσι επειδή αποτελεί φυσική πηγή σιδήρου, αφού στα ροφήματα που παρασκευάζονται από αυτό περιέχεται αρκετός σίδηρος. Μια τρίτη εκδοχή αναφέρει ότι το όνομα προέρχεται από το σχήμα του άνθους (τα δόντια κάλυκα του άνθους) που μοιάζουν με αιχμή λόγχης (Γεννάδιος, 1959).

2.1.2 Το τσάι στην Ελλάδα

Η Ελλάδα είναι ιδιαίτερα πλούσια σε ενδημικά είδη του φυτού. Τα φυτά ευδοκούν σε υψόμετρο που κυμαίνεται από 500 έως 2000 μέτρα σε ξηρά πετρώδη ή ασβεστολιθικά εδάφη και σε διάφορες περιοχές της χώρας.

Όπως αναφέρεται σε διάφορα επιστημονικά άρθρα, και όπως αναφέρεται και πιο πάνω, πήρε το όνομά του από την ελληνική λέξη «σίδηρος» χάρη στην επουλωτική δράση του φυτού έναντι πληγών που προκαλούνταν από σιδερένια όπλα. Στην Κρήτη είναι γνωστό και ως «μαλοτίρα», ονομασία που προέρχεται κατά την επικρατέστερη εκδοχή από τις ιταλικές λέξεις «male» (αρρώστια) και «tirare» (σύρω), επειδή στην ενετοκρατούμενη Κρήτη το θεωρούσαν πανάκεια για τα κρυολογήματα και τις παθήσεις του αναπνευστικού. Στην Ελλάδα είναι γνωστό από την αρχαιότητα και αναφέρεται από το Θεόφραστο (372-287 π.χ.) και τον Διοσκουρίδη (10 μ.χ. αιώνα) (Ανάσης,1976).

Παλαιότερα το τσάι του βουνού θεωρείτο ως μελισσοτροφικό φυτό και μόνο μικρές ποσότητες μαζεύονταν από τους κατοίκους των ορεινών περιοχών, τις οποίες χρησιμοποιούσαν ως αφεψήματα. Μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο πολλοί κάτοικοι των ορεινών περιοχών διέδωσαν την χρησιμοποίησή του

στον αστικό πληθυσμό με την εκεί μετακίνησή τους, οπότε άρχισε να αυξάνει η κατανάλωση. Με την αύξηση της κατανάλωσης, αυξήθηκε και η τιμή του. Έτσι μεγάλωσε και το ενδιαφέρον για εντατικότερη συλλογή του.

2.1.3 Τα είδη στη Ελλάδα

Από τα 17 περίπου είδη που αυτοφύονται στην Ελλάδα, ιδιαίτερα γνωστά και με μεγάλη εξάπλωση είναι τα παρακάτω (Γκόλιαρης, 1984).

1 Sideritis athoa: Κοινώς λέγεται τσάι βλάχικο, και στο Άγιο Όρος **μπεπτόνικα**. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40 εκ., όπου καλύπτεται ολόκληρο με μικρές αδενώδεις τρίχες. Ο βλαστός είναι όρθιος απλός ή διακλαδισμένος και ξυλώδης στη βάση του. Αυτοφύεται στον Άθω, στην Πίνδο και στην Σαμοθράκη.

2 Sideritis clandestina: Κοινώς λέγεται τσάι του Μαλεβού ή τσάι του Ταυγέτου. Είναι πολυετής πόα ύψους μέχρι 40 εκ. Ο βλαστός του είναι, όπως και στο προηγούμενο είδος, απλός ή διακλαδισμένος. Αυτοφύεται σε βράχους στις υποαλπικές και αλπικές περιοχές του Μαλεβού, του Ταυγέτου και της Κυλλήνης.

3 Sideritis syriaca: Κοινώς λέγεται τσάι της Κρήτης, γνωστό ως μαλοτήρας ή καλοκοιμηθιά. Είναι πολυετής πόα, ύψους 50 εκ. Έχει βλαστό συνήθως απλό, ισχυρό, όρθιο, που καλύπτεται με πυκνό άσπρο χνούδι. Αυτοφύεται στα βουνά της Κρήτης και κυρίως στα Λευκά Όρη και στον Ψηλορείτη σε υψόμετρο 1.300 – 2.000 μέτρα.

4 Sideritis euboea: Κοινώς λέγεται τσάι της Εύβοιας ή τσάι απ' το Δέλφι. Είναι πολυετής πόα ύψους 30-50 εκ., με πυκνό και λευκό χνούδι σε όλα τα μέρη του. Ο βλαστός του είναι ξυλώδης στη βάση, ισχυρός, απλός ή μερικές φορές διακλαδισμένος. Αυτοφύεται στην Εύβοια και κυρίως στα βουνά Δίρφου σε υψόμετρο 1.000 – 1.540μ.

5 Sideritis scardica: Κοινώς λέγεται τσάι του Ολύμπου. Είναι πολυετής πόα, έχει βλαστό απλό ή διακλαδισμένο, τετραγωνισμένο, λίγο ξυλώδη στην βάση. Αυτοφύεται σε βραχώδη μέρη και σε υψόμετρο πάνω από 1.000μ., στον Όλυμπο, στον Κίσσαβο και στο Πήλιο.

6 Sideritis raeseri: (Εικ.2) Κοινώς λέγεται τσάι του Παρνασσού ή τσάι του Βελουχιού. Είναι πολυετής πόα, ύψους μέχρι 40 εκ. Ο βλαστός είναι λεπτός, χνοώδης, απλός και σπάνια διακλαδισμένος, λίγο ξυλώδης στη βάση. Τα

κατώτερα φύλλα είναι έμισχα και τα ανώτερα άμισχα λογχοειδή, λίγο πριονωτά με άσπρο χνούδι, και άνθη έντονα κίτρινα στις ακραίες ταξιανθίες. Αυτοφύεται και καλλιεργείται στον Νομό Μαγνησίας. Ευδοκιμεί σε ορεινές περιοχές και σε χωράφια ασβεστούχα, πετρώδη, μέτριας γονιμότητας, ξηρικά.



Εικόνα 2: *Sideritis raeseri*.

Κοινό χαρακτηριστικό των ειδών αυτών αλλά και γενικά του γένους *Sideritis* L. είναι ότι πρόκειται για φυτά ιδιαίτερα προσαρμοσμένα για να επιβιώνουν σε απόκρημνες βραχώδεις περιοχές με υψόμετρο άνω των 1000 μέτρων. Τα είδη αυτά είναι ιδιαίτερα ανθεκτικά στην ξηρασία και στις χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν απαιτούν πλούσια εδάφη και προτιμούν θέσεις, με ελαφρό έδαφος όχι ιδιαίτερα βαθύ, όχι συνεκτικό, με άφθονο ήλιο. Συναντώνται ιδιαίτερα σε σχισμές βράχων όπου ελάχιστα είδη φυτών θα μπορούσαν να επιβιώσουν (Γκόλιαρης, 1984).

2.1.4 Βοτανική περιγραφή

Το Ελληνικό τσάι του βουνού είναι πολυετές φυτό, ανήκει στην οικογένεια χειλανθών (*Lamiaceae*) και στο γένος *Sideritis*. Είναι μονοετείς ή πολυετείς πόες αποξυλωμένες στη βάση και τριχωτές. Συνήθως είναι πολύ αρωματικές λόγω του περιεχομένου αιθέριου ελαίου. Τα φύλλα είναι οδοντωτά και τα άνθη είναι λευκά ή κίτρινα και συνήθως σχηματίζουν στάχυ. Ο κάλυκας είναι κωνοειδής με 10 νευρώσεις και 5 οδόντες διαταγμένους σε δύο χείλη. Το επάνω χείλος αποτελείται από δύο συμφυή πέταλα, ενώ το κάτω καταλήγει σε τρεις λοβούς, από τους οποίους ο μεσαίος είναι ο μεγαλύτερος. Οι στήμονες είναι τέσσερις και οι μπροστινοί δύο είναι μεγαλύτεροι σε μήκος από τους άλλους δύο. Ο στύλος καταλήγει σε δύο άνισα στίγματα. Η ωοθήκη είναι

δίχωρη, ενώ με ψευδή διαφράγματα γίνεται τετράχωρη. Οι καρποί είναι τέσσερα κάρυα που περικλείουν από ένα σπέρμα (Ανάσης, 1976., Θανασούλια και Σιατής, 2008)

2.2 Η καλλιέργεια του Τσαγιού

2.2.1 Πολλαπλασιασμός

Ο πολλαπλασιασμός με σπόρο σπάνια χρησιμοποιείται πια, λόγω της εύκολης πλέον εύρεσης μοσχευμάτων, των οποίων η επιτυχία εγκατάστασης υπερβαίνει το 90%. Τα έρριζα μοσχεύματα δεν παίρνονται πλέον από αυτοφυή φυτά αλλά από παλαιές φυτείες που εκριζώνονται όταν η απόδοσή τους μειώνεται. Τα παλαιά φυτά χωρίζονται σε πολλά μέρη (μοσχεύματα) τα οποία μεταφέρονται αμέσως στο νέο χωράφι για φύτευση σε μικρούς λάκκους που ανοίγονται με φυτευτήρι.

Η χρήση σπόρου απαιτεί ιδιαίτερη διαδικασία παρόμοια με αυτή των φυτών καπνού, και περιγράφεται παρακάτω.

Αρχικά γίνεται προβλάστηση των σπόρων για 3 ημέρες σε υγρή και ζεστή ατμόσφαιρα. Ο σπόρος έχει πολύ μικρό μέγεθος (700 σπόροι στο γραμμάριο) και για την δημιουργία των αναγκαίων φυτών για ένα στρέμμα αρκούν 10 g σπόρων. Σπέρνονται κατόπιν οι σπόροι στο σπορείο από ψιλοχωματισμένο πλούσιο έδαφος σε πυκνότητα 2 g/m². Η απαιτούμενη έκταση του σπορείου για 1 στρέμμα χωραφιού είναι 5 m². Όλη αυτή η διαδικασία γίνεται τέλη Ιουλίου με αρχές Αυγούστου και τα νεαρά φυτά εγκαθίστανται στο χωράφι όχι νωρίτερα από τα μέσα Οκτωβρίου. Μετά τη φύτευση των νεαρών φυτών ή των παραφυάδων γίνεται μια καλή άρδευση (εικ.3).

Από τα μέσα Οκτωβρίου αρχίζει η φύτευση, είτε έρριζων μοσχευμάτων από παλαιότερη φυτεία είτε μικρών φυταρίων από φυτώριο τσαγιού. Οι συνήθεις αποστάσεις φυτεύσεως είναι 40 x 50 cm, ώστε να επιτευχθεί πληθυσμός περίπου 5.000 φυτών / στρέμμα. Είναι σημαντικό κατά την προετοιμασία του χωραφιού να εξοντωθούν με χημικά ή μηχανικά μέσα τυχόν δυσκολοεξόντωτα, πολυετή ζιζάνια.



Εικόνα 3: Φυτώριο

2.2.2 Εγκατάσταση

Η εγκατάσταση γίνεται είτε σε νέους καθαρούς και οργωμένους αγρούς, είτε σε αγρούς τσαγιού με φυτά άνω των 5 ετών, όπου η καλλιέργεια είναι πλέον ασύμφορη λόγω μείωσης της απόδοσης ή της ύπαρξης πολλών πολυετών ζιζανίων.

Στη δεύτερη περίπτωση, νωρίς το καλοκαίρι ή μετά τις πρώτες βροχές του φθινοπώρου, γίνεται η εκρίζωση της προηγούμενης καλλιέργειας, ο καθαρισμός και το όργωμα, το οποίο συνοδεύεται από σβάρνισμα ώστε να ισοπεδωθεί κατάλληλα το χωράφι.

Δύο εποχές κρίνονται κατάλληλες για τη φύτευση. Η πρώτη είναι το φθινόπωρο (Οκτώβρη -Νοέμβρη) και η δεύτερη τέλος του χειμώνα με αρχές άνοιξης (Φλεβάρης-Μάρτης). Για τις ελληνικές συνθήκες προτιμότερο είναι το φθινόπωρο μετά τα πρωτοβρόχια. Η φύτευση γίνεται σε γραμμές που απέχουν μεταξύ τους 50-60 εκ. Πάνω στις γραμμές τα φυτά απέχουν μεταξύ τους 40 - 50 εκ. Μπορεί να γίνει με φυτευτικές μηχανές (καπνού ντρίτας), ύστερα από κατάλληλη ρύθμιση της απόστασης των δίσκων, ή με το χέρι σε μικρούς λάκκους ή με το φυτευτήρι. Εάν μετά τη φύτευση δεν ακολουθήσει βροχή, καλό είναι να γίνει ριζοπότισμα, για να έχουμε μεγάλη επιτυχία.

2.2.3 Καλλιεργητικοί χειρισμοί

Κατά τη διάρκεια του έτους σε νέες αλλά και παλαιές φυτείες γίνονται οι εξής καλλιεργητικές επεμβάσεις: Τέλη Φεβρουαρίου με αρχές Μαρτίου αρχίζουν τα πρώτα σκαλίσματα ανάμεσα στα φυτά με χρήση σκαλιστηριών. Έτσι καθαρίζονται τα πρώτα ανοιξιότακα ζιζάνια και αερίζεται το χώμα.

2.2.4 Ζιζανιοκτονία

Στα πρώτα έτη της φυτείας υπάρχουν συνήθως μονοετή ζιζάνια και αν και η επιφάνεια που πρέπει να καθαριστεί είναι μεγάλη, το σκάλισμα γίνεται εύκολα γιατί τα φυτά τσαγιού δεν έχουν καλύψει ακόμη το χωράφι (εικ.4).

Στις παλαιές φυτείες κυριαρχούν πολυετή ζιζάνια που φυτρώνουν ανάμεσα στα φυτά της καλλιέργειας και η απομάκρυνση τους γίνεται πολύ δύσκολα και γενικά είναι πολύ δαπανηρή η διατήρηση καθαρής φυτείας.



Εικόνα 4: Καλλιέργεια με ζιζάνια (πειραματικός αγρός).

Η ζιζανιοκτονία με σκάλισμα συνεχίζεται τους μήνες Μάρτιο – Απρίλιο (εικ.5), ενώ περιφερειακά των αγρών γίνεται και κατευθυνόμενη χρήση του ζιζανιοκτόνου Roundup.

Κατά καιρούς έχουν γίνει προσπάθειες για εφαρμογή χημικής ζιζανιοκτονίας σε όλη την έκταση των χωραφιών με εκλεκτικά ζιζανιοκτόνα, γεγονός που θα μείωνε κατά πολύ το κόστος καλλιέργειας. Οι προσπάθειες αυτές δεν είχαν επιτυχία γιατί τα φυτά του τσαγιού δείχνουν αρκετά ευαίσθητα.



Εικόνα 5: Καλλιέργεια μετά το σκάλισμα(πειραματικός αγρός).

Η επόμενη επέμβαση στη φυτεία, είναι η καταπολέμηση των πρώτων φθινοπωρινών ζιζανίων, πάλι με χρήση σκαλιστηριών. Η ζιζανιοκτονία αυτή διαρκεί μέχρι τα μέσα Νοεμβρίου ή όσο το επιτρέπει ο καιρός.

2.2.5 Λίπανση

Την περίοδο της καταπολέμησης της φθινοπωρινής ζιζανιοκτονίας γίνεται και η βασική λίπανση των χωραφιών με κάποιο σύνθετο λίπασμα, το οποίο διασκορπίζεται ανάμεσα στα φυτά.

Γίνεται χρήση 3 έως 4 μονάδων αζώτου και 4 έως 5 μονάδων φωσφόρου. Ορισμένοι καλλιεργητές ανάλογα με το χωράφι κάνουν και μια ανοιξιάτικη λίπανση με κάποιο αζωτούχο λίπασμα (περίπου 34 μονάδες αζώτου / στρ.)

2.2.6 Εχθροί και ασθένειες

Κατά το Μάιο γίνονται περιστασιακά κάποια ραντίσματα με χρήση ακαρεοκτόνων και εντομοκτόνων για την αντιμετώπιση προσβολών από τετράνυχο και αφίδες. Οι προσβολές αυτές δεν παρατηρούνται συχνά, και σπάνια απειλούν σοβαρά την απόδοση, υποβαθμίζουν όμως το προϊόν. Η μέχρι τώρα εμπειρία δείχνει ότι γενικά οι εντομολογικές προσβολές εντοπίζονται στους αγρούς με χαμηλό υψόμετρο.

2.2.7 Συγκομιδή

Η συγκομιδή γίνεται μόλις διαπιστωθεί ότι τα φυτά είναι σε πλήρη άνθιση και πρέπει να ολοκληρωθεί πριν το πέρας της ανθοφορίας τους (εικ.6). Ανάλογα με τις συνθήκες κάθε χρονιάς, από τα μέσα με τέλη Μαΐου, οι αγροί χαμηλού υψόμετρου βρίσκονται στο στάδιο συγκομιδής. Έτσι αρχίζει σταδιακά η συγκομιδή από τα χαμηλά προς τα μεγαλύτερα υψόμετρα.



Εικόνα 6: Συγκομιδή(πειραματικός αγρός).

Κατά τη συγκομιδή κόβεται ολόκληρη η ταξιανθία και κάτω από αυτή ένα μέρος του βλαστού, μήκους 5 ως 6 εκατοστά. Για την κοπή των ανθισμένων βλαστών χρησιμοποιούνται μικρά δρεπανάκια και η κάθε «χεριά» αμέσως δένεται και αποτελεί ένα «ματσάκι» έτοιμο για ανάρτηση στο ξηραντήριο.

Στη συνέχεια η συγκομιζόμενη ποσότητα μεταφέρεται για αποξήρανση σε υπόστεγα που έχουν σκεπή από κεραμίδια, για να αποκτήσει ένα χρώμα πρασινοκίτρινο που είναι και το επιθυμητό (εικ.7). Εάν η ξήρανση δεν γίνει σε σκιά ή όταν το υπόστεγο είναι από λαμαρίνα τότε τα φυτά αποχρωματίζονται, με αποτέλεσμα να υποβαθμίζεται η ποιότητά τους (Gabrieli and Kokkalou, 1990).



Εικόνα 7: Ξήρανση σε θερμοκήπιο

2.2.8 Κόστος

Η αγορά ριζωμάτων και φυτωρίων από τα εξειδικευμένα φυτώρια συχνά κοστίζει αρκετά (αν υπολογιστεί κατά μέσο όρο ότι κοστίζουν περισσότερο από 0,15-0,25 ευρώ ανά φυτό στην Ελλάδα και 0,05-0,18 ευρώ σε εξειδικευμένα φυτώρια της Ευρωπαϊκής Ένωσης).

Με μια τυπική πυκνότητα φύτευσης περίπου 4.000 φυτών ανά στρέμμα, η δαπάνη για το φυτικό υλικό εγκατάστασης μπορεί να είναι περισσότερο από 600-1.000 ευρώ ανά στρέμμα.

Στις πολυετείς καλλιέργειες, όπως είναι το τσάι του βουνού, το κόστος για την απόκτηση πολλαπλασιαστικού υλικού βαρύνει κυρίως τον πρώτο χρόνο της καλλιέργειας, εφόσον τα επόμενα χρόνια ο παραγωγός μπορεί από τις έτοιμες φυτείες να δημιουργήσει το δικό του πολλαπλασιαστικό υλικό και να επεκτείνει την καλλιέργεια (Demo et al, 1998).

2.2.9 Αποδόσεις

Το Τσάι του βουνού μπορεί να καλλιεργηθεί στο ίδιο χωράφι για 5-8 χρόνια. Η παραγωγή συνεχίζει να αυξάνεται από το 2^ο-4^ο έτος ενώ από το 5^ο έτος αρχίζει να μειώνεται. Οι αποδόσεις και η διάρκεια ζωής της καλλιέργειας εξαρτώνται σε μεγάλο βαθμό από τις καλλιεργητικές φροντίδες.

Σε χρονιά πλήρους παραγωγής οι αποδόσεις σε ξηρό προϊόν αγγίζουν τα 100-150 κιλά ανά στρέμμα.

Οι περισσότεροι παραγωγοί το πωλούν σε μπάλες των 20-25 κιλών και, ανάλογα με τις διαπραγματεύσεις που κάνουν, πετυχαίνουν καθαρή πρόσοδο της τάξης των 500-700 ευρώ. Διπλάσια έσοδα όταν η καλλιέργεια είναι βιολογική (Gabrieli and Kokkalou, 1990).

2.3 Συστατικά του Τσαγιού

2.3.1 Αιθέρια έλαια

Οι πρώτες εργασίες που ασχολούνται με την αναγνώριση των συστατικών του ελαίου αρχίζουν κυρίως από τις αρχές τις δεκαετίας του '80. Ξεκινώντας από το είδος *S. raeseri*, του οποίου το έλαιο μελετάται στην παρούσα εργασία. Υπάρχουν δυο εργασίες που ασχολούνται με την αναγνώριση των συστατικών του ελαίου.

Η πρώτη εργασία δημοσιεύτηκε το 1986 με τίτλο: «Η σύνθεση του αιθέριου ελαίου στο Ελληνικό Τσάι του Βουνού (*Sideritis* spp.)» (Floca et al., 1981). Ως φυτικό υλικό χρησιμοποιήθηκαν αποξηραμένες δρόγες από τα είδη *S. clandestina* και *S. raeseri*. Για την παραλαβή του ελαίου χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της υδροαπόσταξης και στη συνέχεια, έγινε ανάλυση με χρήση αέριας χρωματογραφίας και φασματοσκοπίας μάζας. Χρησιμοποιήθηκε δυναμικό ιονισμού 70 eV και ο τύπος της στήλης χρωματογραφίας ήταν 25mX0.25mm i.d. OV-101 glass capillary column (WCOT) με αέρια φάση Ηλίου (He) και οι θερμοκρασίες ήταν από 50 έως 200 °C με ρυθμό αύξησης της θερμοκρασίας 2 °C min⁻¹.

Τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας έδωσαν αποδόσεις σε λάδι για το είδος *clandestina*, 0,09% και για το *raeseri*, 0,12% (επί ξηρής δρόγης). Η χρωματογραφική ανάλυση του λαδιού των δυο ειδών έδωσε πάνω από 70 διαφορετικά συστατικά, από τα οποία αναγνωρίστηκαν τα 50 (Πίνακας 1.). Αξίζει να αναφερθούν κάποια συμπεράσματα της χρωματογραφίας της εργασίας αυτής, ιδιαίτερα για το είδος *raeseri*.

Πίνακας 1 :Τα συστατικά (%) του αιθέριου ελαίου δυο ειδών Sideriti

Συστατικό	Ssp. clandestinu	Ssp. raeseri
Τρικυκλένιο (Tricyclene)	δ.α	0.05
α-θουγένιο (α-Thujene)	0.13	0.15
α-πινένιο (α-Pinene)	12.16	16.50
καμφένιο (Camphene)	ίχνη	0.05
Ισοβουτυλοβενζένιο (Isobutylbenzene)	δ.α	0.08
Σαβινένιο (Sabinene)	1.68	ίχνη
2-μέθυλο-2-επτεν-6-όνη (2-Methyl-2-hepten-6-on)	0.17	0.11
β-πινένιο (β-Pinene)	11.92	20.61
Μυρκένιο (Myrcene)	0.23	0.33
α-φελλανδρένιο (α-Phellandrene)	ίχνη	0.45
α-Τερπινένιο (α-Terpinene)	1.13	0.90
π-κυμένιο (p-Cymene)	0.34	3.37
β-φελλανδρένιο (β-Phellandrene)	1.19	0.25
Λιμονένιο (Limonene)	7.29	6.73
cis-β-ωκιμένιο (cis-β-Ocimene)	0.08	0.20
Γ-τερπινένιο (γ-Terpinene)	3.18	0.45
6-μεθυλο-3,5-επταδιέν-2-όνη (6-Methyl-3,5-heptadien-2-one)	0.21	0.31
Λιτανολόλη (Linalool)	0.11	1.68
cis-ένυδρο σαβινένιο (cis -Sabinene hydrate)	ίχνη	0.90
Σαβινολόλη (Sabinol)	0.34	2.13
trans-πινοκαρβεόλη (trans-Pinocarveol)	δ.α.	0.55
πινοκαρβόνη (Pinocarvone)	0.17	1.00
Βορνεόλη (Borneol)	ίχνη	0.28
Ναφθαλένιο (Naphthalene)	0.78	0.18
Τερπινέν-4-όλη (Terpinen-4-ol)	2.78	0.25
Μυρτενάλη (Myrtcnal)	ίχνη	3.49

α-τερπινεόλη (α-Terpineol)	ίχνη	0.30
Καρβόνη (Carvone)	δ.α.	0.71
Bornyl acetate	0.38	0.21
α-κοπαένιο (α-Copaene)	0.13	ίχνη
β-ελεμένιο (β-Elemene)	0.28	δ.α.
Darnascenone	ίχνη	0.13
β-κοπαένιο (β-Copaene)	13.49	0.80
β-Bourhonene	1.39	ίχνη
β-καρυοφυλλένιο (β-Caryophyllene)	9.07	6.52
allo-Aromadendrene	0.43	0.15
α-Humulene	0.43	9.91
Germacrene-D	0.38	5.52
β-Bisabolene	1.38	0.28
α-Muurolene	0.38	ίχνη
β-ιονόνη (β-Ionone)	0.11	0.09
γ-καδινένιο (γ-Cadinene)	0.51	ίχνη
Calamenene	4.61	3.70
δ-καδινένιο (δ-Cadinene)	11.49	1.30
Calactirene	3.80	2.13
Λεδόλη (Ledol)	0.79	2.21
α-καδινόλη (α-Cadinol)	3.68	3.55

δ.α.=δεν ανιχνεύτηκε.

Ο Koedam προέβει και στην εξαγωγή ελαίου μέσω διαλυτών για να ερευνήσει την πιθανή επίπτωση της θερμότητας κατά την απόσταξη, στα συστατικά του ελαίου. Βρέθηκε ότι η ουσία 2-methyl-2-hepten-6-one, η damascenone και η β-ιονόνη εμφανίζονται κατά τη διαδικασία της απόσταξης ως προϊόντα της θερμικής αποδόμησης των καροτενοειδών .

Άλλες διαφορές μεταξύ των δυο τρόπων παραλαβής του ελαίου δεν φάνηκαν. Επίσης, ο Koedam προβαίνει σε κάποια εύστοχα σχόλια σε σχέση με τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του ροφήματος, λέγοντας ότι κατά την παρασκευή του (ελαφρύ βράσιμο αποξηραμένων ανθικών στελεχών σε νερό) το άρωμα που αναδύεται οφείλεται στα πτητικά συστατικά του λαδιού που απελευθερώνονται σχετικά νωρίς, ενώ στη συνέχεια ουσίες με μεγαλύτερο

σημείο ζέσεως όπως τα φλαβονοειδή περνούν σταδιακά από το φυτικό ιστό στο νερό, δίνοντας στο ρόφημα το χαρακτηριστικό του χρώμα. Ακόμη παρατηρείται μια σημαντική διαφορά μεταξύ του μαύρου τσαγιού και του τσαγιού του βουνού, στο γεγονός ότι το άρωμα και η γεύση στο ρόφημα του μαύρου τσαγιού οφείλεται στα στάδια επεξεργασίας του φυτού. Αντίθετα το ρόφημα των ειδών *Sideritis* έχει σχεδόν το άρωμα του ίδιου του φυτού, μια και αυτό δεν έχει αλλοιωθεί (εκτός της ξήρανσης δεν έχει υποστεί ζύμωση ή κάποια άλλη αλλοίωση).

Η δεύτερη εργασία που ασχολήθηκε με το *S. raeseri*, με αντικείμενο τη σύσταση του αιθέριου ελαίου του φυτού έγινε με τη συνεργασία του φαρμακευτικού τμήματος του πανεπιστημίου της Messina στην Ιταλία και του εργαστηρίου φαρμακογνωσίας του Πανεπιστημίου Αθηνών (Galati et al., 1996). Το φυτικό υλικό συλλέχθηκε από το βουνό Παρνασσός σε υψόμετρο 1800 m τον Ιούλιο του 1994 και οι ανθισμένες δρόγες αποξηράθηκαν στον αέρα. Για την εξαγωγή του ελαίου χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία απόσταξης με παραμονή των φυτικών μερών στη αποστακτική συσκευή Clevenger για 3 ώρες. Η απόδοση σε έλαιο βρέθηκε 0,14%. Στην αναγνώριση των συστατικών χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος με φέρον αέριο Ήλιο, σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας (GC/ MS).

Αναγνωρίστηκαν 36 συστατικά αντιπροσωπεύοντας το 86,57% του ελαίου. Σε μεγαλύτερη αναλογία βρέθηκαν οι ουσίες camphor (14,9%), 1,8-cineole (11.61%), α -bisabolol (7.78%), 13(16)14 labdien-8-ol (7.35%), trans-chrysanthenyl acetate (6.35%) και terpinen-4-ol (5.70%).

Με την ίδια σχεδόν διαδικασία, της απόσταξης αποξηραμένων ανθικών στελεχών και τη χρήση αέριας χρωματογραφίας σε συνδυασμό με φασματογράφο μάζας, έχει μελετηθεί το αιθέριο έλαιο και από μερικά άλλα είδη της οικογένειας *Sideritis*.

Ανάλογη έρευνα έγινε το 1996 (Laer et al., 1996) με υλικό από το 1987 και 1989. Και στις δυο περιπτώσεις ως κύρια συστατικά βρέθηκαν τα Caryophyllene, carvacrol, και thymol, με κάποια διαφοροποίηση μεταξύ των δυο εργασιών στα επι μέρους συστατικά του ελαίου.

Άλλες εργασίες με αντικείμενο την ποσοτική και ποιοτική σύσταση του αιθέριου ελαίου, έχουν γίνει σε μεσογειακές χώρες όπως την Ισπανία και την Τουρκία (Ezer, 1996). Σε οκτώ είδη του γένους *Sideritis* της Ισπανίας

(διαφορετικά από αυτά της Ελλάδας) η ποσότητα σε έλαιο δεν διέφερε σημαντικά από τα Ελληνικά είδη, στη σύσταση όμως, υπάρχουν σημαντικές ποσοτικές διαφορές στα ποσοστά και το είδος των συστατικών. Αρκετά είδη του γένους *Sideritis* έχουν μελετηθεί στην Τουρκία όπου η μέση απόδοση σε αιθέριο έλαιο βρέθηκε γύρω στο 0,5%. Τέλος, στην ποιοτική ανάλυση βρέθηκαν και εδώ διαφορές στα ποσοστά των επιμέρους συστατικών.

Η μέχρι τώρα αναφορά αφορούσε εργασίες που έχουν αντικείμενο την εύρεση της περιεκτικότητας διαφόρων ειδών του γένους *Sideritis* L. σε αιθέριο έλαιο και την ποιοτική και ποσοτική ταυτοποίηση, όσο το δυνατό μεγαλύτερου μέρους από τα συστατικά του αιθέριου ελαίου. Υπάρχουν όμως και πιο εξειδικευμένες εργασίες που αναφέρονται σε συγκεκριμένα συστατικά του αιθέριου ελαίου ή ομάδες συστατικών.

Άλλη εργασία χρησιμοποιεί σύνθετες τεχνικές (χρήση πολλών διαλυτών) για να απομονώσει ένα φαινολικό συστατικό (apioarenin 7-(4-O-b-glucosyl-trans-p-coumarate) από το *S. Raeseri*] (Gabrieli and Kokkalou, 1990). Από άλλες εργασίες φαίνεται ότι τα διτερπένια *Siderone* και *ucriol* χαρακτηρίζουν το έλαιο του *S. syriaca* (Demo et al., 1998) Επίσης, υπάρχουν μελέτες για τα φλαβονοειδή ορισμένων ειδών του γένους *Sideritis* της Ιβηρικής χερσονήσου και της βόρειας Αφρικής (Mateo et al., 1988, Villar, 1984).

Οι παραπάνω εργασίες πέρα από το καθαρά χημικό ενδιαφέρον για την ανάλυση της δομής των διαφόρων αυτών συστατικών, τα οποία προφανώς σχετίζονται με τις ιδιότητες του αφεψήματος από το φυτό, βοηθούν και σε μια χημιοσυστηματική προσέγγιση της διαφοροποίησης των ειδών. Αποκτάται παράλληλα και μια εμπειρία στην εξέλιξη των τεχνικών παραλαβής των συστατικών του ελαίου. Το φαρμακολογικό ενδιαφέρον για τα συστατικά των αιθέριων ελαίων των διαφόρων ειδών του γένους *Sideritis* και άλλων γενών φαρμακευτικών φυτών, οδηγεί πολλούς ερευνητές να ασχολούνται με τη μελέτη των αντιοξειδωτικών τους ιδιοτήτων (Venturela et al., 1983, Villar 1990).

Επίσης, η ύπαρξη των φλαβονοειδών στην φυτική επιφάνεια προφυλάσσει τους φυτικούς ιστούς από τη βλαβερή επίδραση UV ακτινοβολίας και βοηθά τα διάφορα είδη του γένους *Sideritis* να προσαρμόζονται στις συνθήκες μεγάλου υψομέτρου. Τα διάφορα είδη της Βορείου Αφρικής διαφέρουν και

από το γεγονός ότι για να επιβιώνουν στις ερημικές περιοχές αντί για φλαβονοειδή προστατεύονται από ουσίες τερπενικής φύσεως.

Ακόμη, έχει παρατηρηθεί ότι τα είδη με περισσότερες λευκές τρίχες στην επιφάνεια των φύλλων, έχουν μικρότερη περιεκτικότητα σε φλαβονοειδή. Στις περιπτώσεις αυτές από την UV ακτινοβολία προστατεύουν τα φυτά οι τρίχες αυτές (Francisco, 1988). Επίσης, έχει φανεί από εργασίες και η αντιφλεγμονώδης δράση ουσιών φλαβονοειδούς φύσεως (Villar 1990).

Κάποιες γενικές παρατηρήσεις που θα μπορούσε να κάνει κάποιος για το γένος *Sideritis* L αναφέρονται παρακάτω. Ουσιαστικά η μελέτη του γένους αυτού είχε ως έναυσμα τη χρήση μερικών ειδών (κυρίως στην Ελλάδα) για την παρασκευή αφεψήματος, το οποίο φάνηκε να έχει και σημαντικές ευεργετικές ιδιότητες. Άλλο κίνητρο για τη μελέτη του είναι η πληθώρα ειδών που διαθέτει, τα οποία χρειάζονται μια πιο συστηματική μελέτη από βοτανικής πλευράς, μια και παρουσιάζουν ευρεία εξάπλωσή στις χώρες της Μεσογείου και στα Βαλκάνια. Βέβαια, όλες οι προσπάθειες μελέτης θεμάτων γύρω από το γένος *Sideritis* συμβαδίζουν με το γενικότερο ενδιαφέρον που παρουσιάζεται, ειδικά τα τελευταία χρόνια, για τη μελέτη των ιδιοτήτων και των χρήσεων των αρωματικών – φαρμακευτικών φυτών. Ειδικά στον τομέα των αιθέριων ελαίων υπάρχει μεγάλο επιστημονικό ενδιαφέρον μια και οι χρήσεις τους συνεχώς διευρύνονται. Στην αγορά πέρα από τον τομέα των καλλυντικών, παρουσιάζει μεγάλο οικονομικό ενδιαφέρον η χρήση συστατικών των αιθέριων ελαίων για φαρμακευτική χρήση και χρήση στη βιομηχανία τροφίμων. Πρόσφατα γίνεται αξιοποίηση και κάποιων ειδικών ιδιοτήτων ορισμένων συστατικών, όπως της θυμόλης για θεραπεία των μελισσών από παρασιτικά ακάρεα (σκεύασμα APIGUARD της εταιρείας Vita για καταπολέμηση το παρασίτου *Varroa destructor*).

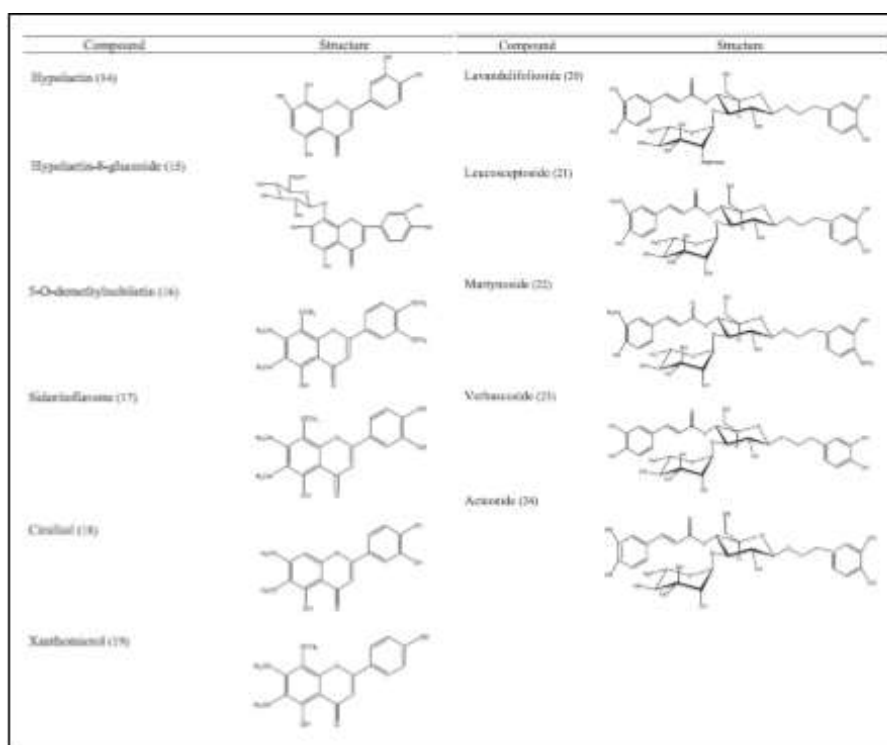
Η πιο οικονομική και ευρύτατα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων από τα αρωματικά φυτά φαίνεται πως είναι η υδροαπόσταξη.

Ως μόνο μειονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι η πιθανή υδρόλυση, κάποιων συστατικών του ελαίου μια και το φυτικό υλικό έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Δύο παραλλαγές της παραπάνω μεθόδου, που χρησιμοποιούνται συνήθως στη βιομηχανία, είναι η απόσταξη με νερό και ατμό όπου το φυτικό υλικό δεν έρχεται σε άμεση επαφή με το νερό. Βέβαια σήμερα στη βιομηχανία,

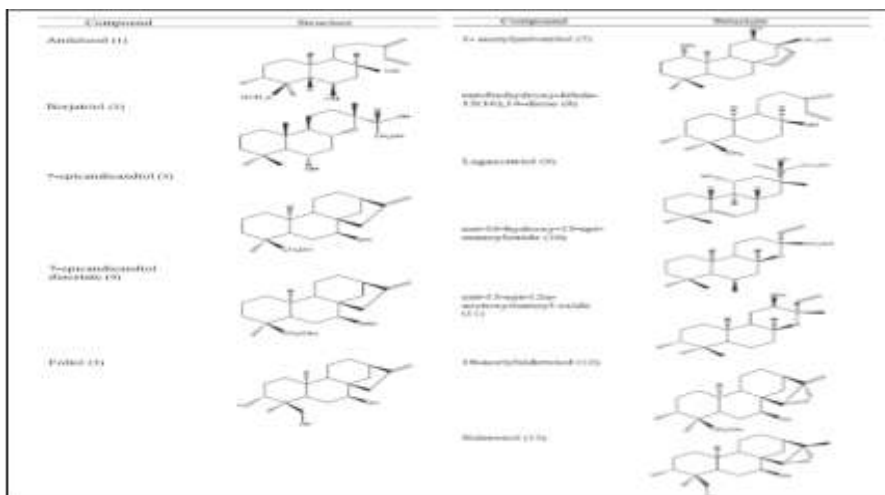
ανάλογα και με το φυτικό είδος χρησιμοποιούνται και άλλες πολύπλοκες μέθοδοι απόσταξης.

Ο δεύτερος τρόπος παραλαβής των αιθέριων ελαίων, δηλαδή η εκχύλιση με διαλύτες δίνει καλά αποτελέσματα και στην περίπτωση του τσαγιού κυρίως με τη χρήση πτητικών διαλυτών. Στις μέχρι τώρα εργασίες έχουν χρησιμοποιηθεί διάφοροι διαλύτες ανάλογα με την ομάδα συστατικών του ελαίου που μας ενδιαφέρει.

Ο προσδιορισμός των συστατικών των αιθέριων ελαίων γίνεται πλέον κυρίως με τη χρήση αέριας χρωματογραφίας (GC) σε συνδυασμό με χρήση φασματογράφου μάζας (MS). Από όλες τις σχετικές αναλύσεις στα διάφορα είδη του γένους *Sidititis* φαίνεται ότι το αιθέριο έλαιο αποτελείται από μια πληθώρα οξυγονούχων και μη οξυγονούχων ουσιών, με πιο σημαντικές όσον αφορά την ποιότητα και γενικά τις ιδιότητες του ελαίου, τα τερπενοειδή τα φλαβονοειδή, τις κουμαρίνες κ.α.(εικ 8,9).



Εικόνα 8: Φλαβονοειδή και γλυκοζίτες του αιθέριου ελαίου του τσαγιού



Εικόνα 9: Διτερπενικά συστατικά αιθέριου ελαίου του τσαγιού

Ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί μέχρι τώρα στα διτερπένια κυρίως Ελληνικών ειδών, ενώ τα συστατικά arigenin 7 glucoside και arigenin 7- (4 – 0 – β – glucosyl – trans – p- coumarate) φαίνεται να είναι χαρακτηριστικά για το *S. raeseri*. Πέρα από τα συστατικά που βρίσκονται σε μεγάλη αναλογία φαίνεται πως η σύσταση του αιθέριου ελαίου δεν είναι απόλυτα σταθερή για το κάθε είδος αλλά μπορεί να παρατηρηθούν μικροδιαφορές που σχετίζονται με την συγκεκριμένη χρονιά συλλογής (κλιματικές συνθήκες), την περιοχή στην οποία αναπτύχθηκε το φυτό (εδαφοκλιματικές συνθήκες), και το στάδιο της βλαστικής περιόδου. Σημαντικός παράγοντας ίσως είναι και η γενετική παραλλακτικότητα μέσα στον πληθυσμό κάθε είδους. Επίσης υπάρχει και η πιθανότητα, ανάλογα με τον τρόπο παραλαβής του αιθέριου ελαίου, να μετασχηματισθούν ή και να καταστραφούν κάποια συστατικά (Γκόλιαρης, 1984).

2.3.2 Φαρμακολογικές ιδιότητες

Μια σειρά μελετών έχουν διεξαχθεί κατά καιρούς τόσο σε φυτικά εκχυλίσματα του γένους *Sideritis* όσο και σε χημικές ενώσεις που απομονώθηκαν από αυτά για να εκτιμηθούν οι θεραπευτικές τους ιδιότητες.

Αντιφλεγμονώδης δράση: Υπάρχουν πολλές μελέτες πάνω στην αντιφλεγμονώδη δράση που εμφανίζουν τα εκχυλίσματα του γένους *Sideritis*. Αυτή οφείλεται κυρίως στις ομάδες των φλαβονοειδών, των τερπενίων και των

λιπιδίων. Κατά των φλεγμονών δρουν και οι φυτοστερόλες, οι α- και β-αμιρίνες και τα διτερπένια (Charami et al., 2008).

Αναλγητική δράση: Φυτά του γένους σιδερίτης εμφανίζουν και αναλγητικές ιδιότητες. Αυτές οφείλονται σε ενώσεις λιγότερο πολικές από εκείνες των αντιφλεγμονωδών. Τέτοιες είναι οι φυτοστερόλες, οι α- και β-αμιρίνες και τα διτερπένια με σκελετό καουρενίου (Gonzalez-Burgos et al., 2011).

Αντιμικροβιακή δράση: Σημαντική είναι και η δράση κατά των βακτηρίων, των ιών και των ζυμών. Η δράση αυτή οφείλεται κυρίως στα αιθέρια έλαια του φυτού που περιέχουν μονοτερπενικούς υδρογονάνθρακες. Από τα φυτά που μελετήθηκαν πιο δραστικά ήταν αυτά με αιθέρια έλαια πλούσια σε απιπένιο και καρβακρόλη. Το είδος *S.raeseri* δεν περιέχει πολλά μονοτερπένια και γι' αυτό ήταν αδρανές (Aligiannis et al., 2001, Fokialakis et al., 2007).

Αντιοξειδωτική δράση: Ο *Sideritis* εμφανίζει και έντονη αντιοξειδωτική δράση. Ειδικότερα τα εκχυλίσματα των φυτών με οξικό αιθυλεστέρα και με βουτανόλη. Η αντιοξειδωτική δράση οφείλεται στην ύπαρξη πολυφαινολικών ενώσεων οι οποίες έχουν την ικανότητα να μπλοκάρουν τις ελεύθερες ρίζες. Σε σύγκριση με άλλα αρωματικά φυτά της Μεσογείου η δράση του Σιδερίτη χαρακτηρίζεται μέτρια (Gonzalez-Burgos et al., 2011, Charami et al., 2008).

3. ΥΔΑΤΟΚΑΤΑΝΑΛΩΣΗ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

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

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

3.1 Φυτικοί παράγοντες που επηρεάζουν την εξατμισοδιαπνοή

3.1.1 Το είδος του φυτού

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

γενικές διαπιστώσεις:

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

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

3.1.2. Η ανακλαστικότητα του φυλλώματος

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

3.1.3. Το ποσοστό κάλυψης του εδάφους από το φύλλωμα.

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

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

3.1.4. Το ύψος των φυτών.

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

3.1.5. Το βάθος και η πυκνότητα του ριζικού συστήματος.

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

3.1.6. Το στάδιο αναπτύξεως της καλλιέργειας

Ο ρυθμός της εξατμισοδιαπνοής δεν είναι σταθερός καθ' όλη την διάρκεια της βλαστικής περιόδου. Η εξατμισοδιαπνοή αυξάνει με γρήγορο ρυθμό από το φύτευμα μέχρι την πλήρη ανάπτυξη της καλλιέργειας, διατηρείται σταθερή για ένα χρονικό διάστημα και μετά ελαττώνεται. Η ταχεία αύξηση κατά την περίοδο αναπτύξεως οφείλεται κατά κύριο λόγο στην μεταβολή του ποσοστού

φυτοκαλύψεως του εδάφους που ξεκινάει από μηδέν και φτάνει στο 100%. Η ελάττωση στα τελευταία στάδια της βλαστικής περιόδου οφείλεται σε φυσιολογικές διαφοροποιήσεις των φυτών.

3.2 Μέθοδοι υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής

3.2.1 Μέθοδος των Penman-Monteith

Ο Οργανισμός Τροφίμων και Γεωργίας (FAO) των Ηνωμένων Εθνών, έχει προτείνει την δημοφιλή και ευρέως γνωστή εξίσωση των Penman-Monteith, (Allen et al., 1998), ως την πλέον κατάλληλη μέθοδο υπολογισμού της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ΕΤ_ο.

Η πιο συχνά χρησιμοποιούμενη μέθοδος για να αξιολογηθεί η εξατμισοδιαπνοή οποιασδήποτε καλλιέργειας χρησιμοποιεί την εξίσωση Penman-Monteith για τον υπολογισμό της τιμής της ΕΤ_ο.

Η εξίσωση που εκφράζει την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ΕΤ_ο από τους Penman-Monteith είναι:

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)} \quad (0.1)$$

Όπου:

ΕΤ_ο: Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς (mm day⁻¹).

R_n: Η καθαρή ηλιακή ακτινοβολία στην επιφάνεια των φυτών (MJ m⁻² day⁻¹).

G: Το ισοζύγιο θερμότητας του εδάφους (MJ m⁻² day⁻¹).

T: Η μέση ημερήσια θερμοκρασία αέρα στα 2m ύψος (°C).

u₂: Η ταχύτητα του ανέμου στα 2m ύψος (m·s⁻¹).

e_s: Η πίεση κορεσμένων ατμών του αέρα (kPa).

e_a: Η πίεση ατμών του πραγματικού αέρα (kPa).

e_s - e_a: Το έλλειμα κορεσμού υδρατμών (kPa).

Δ: Η κλίση της καμπύλης πίεσης κορεσμού των ατμών του αέρα (kPa·°C⁻¹).

γ: Ψυχομετρική σταθερά (kPa·°C⁻¹).

3.2.2. Μέθοδος του Blaney - Griddle

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

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

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

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

Συνεχίζοντας την εργασία τους οι Blaney και Griddle υποστήριξαν πως η μηνιαία εξατμισοδιαπνοή μπορεί να υπολογιστεί με μια ανάλογη σχέση όπως

$$ET_m = K \cdot f, \quad f = (0.46T + 8.16)p.$$

Όπου ET_m = μηνιαία εξατμισοδιαπνοή και f = μηνιαίος φυτικός συντελεστής.

3.2.3 Μέθοδος του λυσιμέτρου

Η μέθοδος αυτή κάνει χρήση μιας εγκαταστάσεως που λέγεται λυσίμετρο. Το κύριο σώμα του λυσιμέτρου είναι ένα μεγάλο, κατά προτίμηση κυλινδρικό δοχείο από μέταλλο ή ενισχυμένο πλαστικό που τοποθετείται μέσα στο έδαφος έτσι που το ελεύθερο άκρο του να ταυτίζεται με την επιφάνειά του. Το δοχείο είναι γεμάτο με χώμα και καλλιεργείται με τα φυτά των οποίων

πρόκειται να υπολογιστεί η εξατμισοδιαπνοή. Το βάθος του δοχείου πρέπει να είναι αρκετό ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί ανεμπόδιστα το ριζικό σύστημα της καλλιέργειας και να έχει αρκετή επιφάνεια, όχι μικρότερη από τέσσερα τετραγωνικά μέτρα. Σε μια τέτοια διάταξη είναι εύκολο να μηδενιστούν η επιφανειακή απορροή και η βαθιά διήθηση, έτσι που η εξατμισοδιαπνοή να μπορεί να υπολογισθεί σαν διαφορά ανάμεσα στο νερό που δέχεται το λυσίμετρο και τη μεταβολή της υγρασίας του εδάφους που περιέχει.

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

Η μέτρηση του νερού που μπαίνει στο δοχείο του λυσίμετρου με άρδευση ή βροχή και του νερού που φεύγει με την εξατμισοδιαπνοή μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους. Ανάλογα με αυτούς τα λυσίμετρα διακρίνονται σε τρεις τύπους. Στον ένα τύπο το δοχείο τοποθετείται μέσα σε ένα φρεάτιο υποδοχής που είναι κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στον πυθμένα του φρεατίου τοποθετούνται εύκαμπτοι ασκοί, που είναι συνήθως σωλήνες από βυνίλιο μεγάλης αντοχής και διαμέτρου, γεμάτοι με νερό. Το δοχείο κάθεται πάνω στους ασκούς και ασκεί πίεση ανάλογη προς το βάρος του. Η πίεση αυτή, με κατάλληλη διάταξη, καταγράφεται και μετατρέπεται σε ένδειξη βάρους. Οι μεταβολές του βάρους που καταγράφονται μεταξύ των διαδοχικών αναγνώσεων αντιστοιχούν στην εξατμισοδιαπνοή. Ο τύπος αυτός αναφέρεται σαν υδραυλικό λυσίμετρο.

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

τύπος αυτός λέγεται ζυγιστικό λυσίμετρο.

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

3.2.4 Μέθοδος του εξατμισιμέτρου

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

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

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

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

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

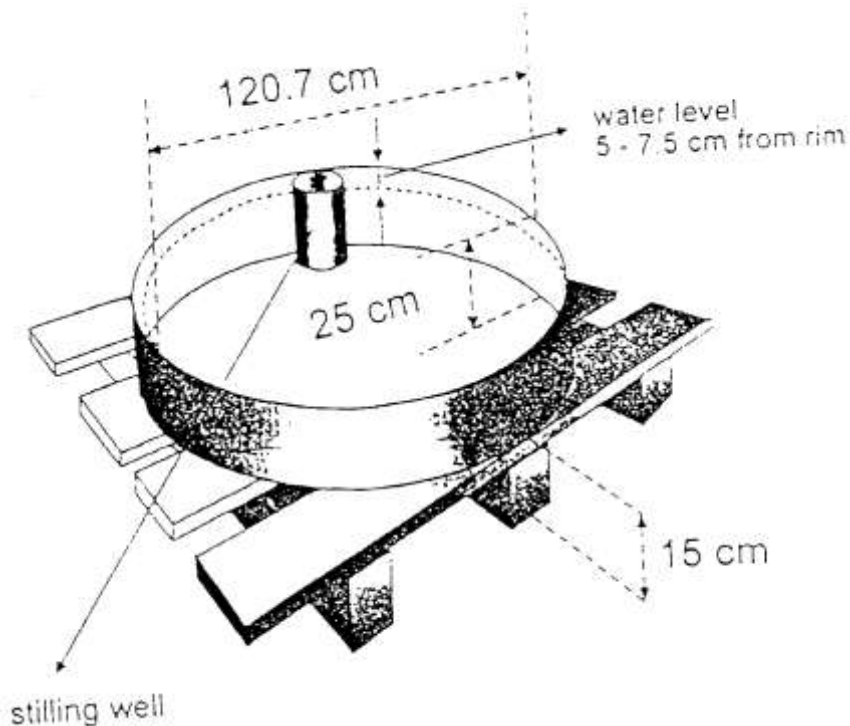
4) Το χρώμα των εσωτερικών και εξωτερικών τοιχωμάτων της συσκευής διαφοροποιεί επίσης το ύψος της εξατίσεως.

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

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

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

Το εξαμισίμετρο Α τάξεως είναι μία κυλινδρική λεκάνη κατασκευασμένη από χοντρή γαλβανισμένη λαμαρίνα με διάμετρο 121cm και βάθος 25.4cm που τοποθετείται πάνω σε ξύλινη βάση ώστε ο πυθμένας της να είναι απόλυτα οριζοντιομένος και να απέχει 15cm από επιφάνεια του εδάφους όπως φαίνεται στην εικόνα 10. Στη συνέχεια το έδαφος υπερυψώνεται κάτω από τη λεκάνη έτσι που τελικά να απέχει 5 cm από τον πυθμένα της. Η λεκάνη γεμίζεται από τον πυθμένα της.



Εικόνα 10.: Εξατμισόμετρο τύπου Α.

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

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

$$E_{Tr} = K_p \cdot E_{pan}$$

όπου E_{pan} είναι η μέση εξάτμιση του 24ωρου από το εξατμισόμετρο σε mm/ημέρα και K_p είναι ο συντελεστής του εξατμισίμετρου. Τιμές του K_p για εξατμισίμετρα Α τάξεως και για τα εξατμισίμετρα τύπου Κολοράντο δίνονται αντίστοιχα από πίνακες για διάφορες συνθήκες υγρασίας, ανέμου και περιβάλλοντος του οργάνου όπως φαίνεται στον πίνακα 2.

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

Πίνακας 2.: Τιμές του συντελεστή Κ_r εξατμισίμετρου Α τάξεως για διάφορες συνθήκες περιβάλλοντος του οργάνου, σχετικής υγρασίας και ταχύτητας ανέμου.

[Doorenbos-Pruitt (1977)]

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

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

Αν η θέση του εξατμισίμετρου περιβάλλεται από καλλιέργειες που το ύψος τους ξεπερνά το ένα μέτρο, όπως στην περίπτωση αραβόσιπου που το ύψος

του μπορεί να φθάσει τα 2.5 m, οι συντελεστές K_r των πινάκων πρέπει να αυξηθούν μέχρι και 30% για ξερές, με δυνατό αέρα συνθήκες ενώ η αύξηση αυτή περιορίζεται σε 5-10% όταν η υγρασία είναι υψηλή και η ταχύτητα του αέρα μικρή.

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

3.3. Στάγδην άρδευση

3.3.1 Γενικά

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

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

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

Ανάλογα με τη θέση χορήγησης του νερού σε σχέση προς την επιφάνεια του εδάφους διακρίνονται σε μεθόδους υπόγειας, υπο-επιφανειακής και επιφανειακής άρδευσης. Σημειώνεται ότι η υπόγεια, διαφέρει από την υπο-επιφανειακή, στο ότι μ' αυτήν το νερό χορηγείται σε βαθύτερα στρώματα και ανεβαίνει μετά μέχρι το ριζόστρωμα με τριχοειδή κίνηση, ενώ με την υπο-επιφανειακή, το νερό χορηγείται λίγο κάτω από την επιφάνεια, κατευθείαν μέσα στη ζώνη του ριζοστρώματος (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Κατάταξη μεθόδων άρδευσης με βάση διάφορα κριτήρια

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

Ανάλογα με το είδος της ροής, κατά τη διανομή του νερού μέσα στην καλλιέργεια, έχουμε μεθόδους ελεύθερης ροής και μεθόδους ροής υπό πίεση. Τέλος, ανάλογα με τον τρόπο διανομής του νερού στα φυτά, έχουμε διάφορες μεθόδους, όπως κατάκλυση, αυλάκια, πορώδεις σωλήνες, μικροεκτοξευτήρες, στάγδην κ.λπ.

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

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

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

Κατά τον Decroix (1974), τοπική άρδευση είναι μια μέθοδος που περιλαμβάνει συστήματα με μόνιμα δίκτυα διανομής υπό πίεση, τα οποία χορηγούν το νερό

σε μέρος μόνο της επιφάνειας του εδάφους.

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

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

Κατά τους Αμερικανούς Marsh, Branson, Gustavson και Davis (2ο Διεθνές Συνέδριο στάγδην άρδευσης, Καλιφόρνια 1974), στάγδην άρδευση είναι η διανομή του νερού με μικρές ποσότητες, σε συχνά διαστήματα, από διανεμητές που ονομάζονται σταλακτήρες και τοποθετούνται κατά προκαθορισμένα διαστήματα στους σωλήνες διανομής. Η παροχή των σταλακτάρων πρέπει να είναι αρκετά χαμηλή, ώστε η κίνηση του νερού στην επιφάνεια του εδάφους να είναι αρκετά περιορισμένη και να μη δημιουργείται «λίμνασμα νερού».

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

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

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

Από φυτοτεχνικής πλευράς οι μέθοδοι των τοπικών αρδεύσεων επιδιώκουν τον ίδιο σκοπό που επιδιώκει και η γενικευμένη πια στην πράξη τεχνική της τοπικής λίπανσης. Δηλαδή χορήγηση του νερού ακριθώς στις θέσεις από τις οποίες πρόκειται να παραληφθεί και να αξιοποιηθεί από τα φυτά, ώστε να βελτιωθεί η θρέψη τους, να περιοριστούν κατά το δυνατόν οι απώλειες και ν' αυξηθεί κατά συνέπεια η αποτελεσματικότητα της άρδευσης. Η ομοιότητα

αυτή των σκοπών της τοπικής άρδευσης και της τοπικής λίπανσης αντανακλάται στην πρακτική των διάφορων συστημάτων τοπικής άρδευσης, στα οποία η χορήγηση του νερού συνοδεύεται σχεδόν πάντοτε από παράλληλη χορήγηση και των λιπασμάτων, τα οποία προστίθενται στο νερό της άρδευσης.

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

3.3.2. Ιστορική εξέλιξη

Η τοπική άρδευση φαίνεται ότι εμφανίστηκε αρχικά με μορφή υπόγειας άρδευσης. Το 1899 στη Γερμανία (Edwards, 1971) έγιναν τα πρώτα πειράματα υπόγειας άρδευσης. Στα πειράματα αυτά μικροί πηλοσωλήνες, με διάκενα στις μεταξύ τους αρθρώσεις, τοποθετήθηκαν υπόγεια με σκοπό να επιτευχθεί συνδυασμός άρδευσης και στράγγισης. Αργότερα, παρόμοια πειράματα έγιναν και στη Ρωσία Γαλλία, Αγγλία, Ολλανδία και Αμερική, αλλά η εφαρμογή στην πράξη των συστημάτων της υπόγειας άρδευσης υπήρξε πολύ περιορισμένη.

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

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

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

Αργότερα από την Αγγλία, το σύστημα στάγδην άρχισε να διαδίδεται σε

διάφορα μέρη της Ευρώπης.

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

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

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

Το 1974 πραγματοποιείται το 2ο Διεθνές συνέδριο στάγδην άρδευσης στην Καλιφόρνια των ΗΠΑ, ενώ τον ίδιο χρόνο γίνεται στο Μπορντώ της Γαλλίας συνέδριο εθνικού επιπέδου για τις τοπικές αρδεύσεις.

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

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

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

3.3.3 Μέρη του συστήματος της στάγδην άρδευσης

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

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

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

Μπορεί να περιλαμβάνονται επίσης ανάλογα με την καθαρότητα του νερού μηχανισμοί για τη συγκράτηση φερτών υλών μεγαλύτερου ειδικού βάρους από το νερό (υδροκυκλώνας) ή φίλτρα για τη συγκράτηση ελαφρύτερων υλικών (φίλτρα χαλικιών ή σίτας) ώστε να μην αποφράσσονται οι σταλακτήρες. Κάτι ανάλογο με τα φίλτρα σίτας είναι και τα φίλτρα δίσκων. Τα φίλτρα κάνουν μηχανικό και όχι χημικό ή άλλου είδους καθαρισμό του νερού και χρειάζονται καθαρίσμα γιατί βουλώνουν. Καλό είναι να υπάρχουν μετρητές πιέσεων πριν και μετά το φίλτρο ώστε να εκτιμάται μέχρι ποιου σημείου το φίλτρο έχει βουλώσει. Σήμερα στο εμπόριο υπάρχουν και φίλτρα αυτοκαθαριζόμενα.

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

Η σύνδεση του υδρολιπαντήρα γίνεται στον κύριο αγωγό με δύο σωληνώσεις εισαγωγής-εξαγωγής. Η εισαγωγή του λιπάσματος στον κύριο αγωγό γίνεται ή με διαφορετική πίεση ή με άντληση. Κατά την πρώτη μέθοδο μεταξύ των σωληνώσεων εισαγωγής-εξαγωγής επάνω στον κύριο αγωγό υπάρχει βάννα στραγγαλισμού της παροχής η οποία βοηθάει το στραγγαλισμό της παροχής και δημιουργεί μία διαφορά της τάξης $\frac{1}{2}$ atm έτσι ώστε με ευκολία να περνάει το νερό μέσα από το δοχείο και να διαλυτοποιεί το λίπασμα. Τη θέση της βάννας μπορεί να αντικαταστήσει ένας σωλήνας νεήϊππ. Πρέπει να σημειωθεί

ότι όλα τα λιπάσματα δεν είναι κατάλληλα λόγω περιορισμένης διαλυτότητας στο νερό. Επίσης μπορεί στο διάλυμα να χρησιμοποιηθούν και ζιζανιοκτόνα, μυκητοκτόνα ή νηματοκτόνα φάρμακα (Σακελλαρίου 2003).

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

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

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

Οι σταλακτήρες τοποθετούνται είτε εν σειρά είτε σε σύνδεση επί της γραμμής εφαρμογής. Στην πρώτη περίπτωση ο σταλακτήρας συνδέει δύο τμήματα σωλήνα ίσα με την απόσταση μεταξύ των σταλακτάρων, η θέση των

σταλακτήρων δεν μπορεί να αλλάξει και οι σταλακτήρες είναι ορισμένου τύπου (με μακρύ διάδρομο διαδρομής). Στη δεύτερη περίπτωση οι σταλακτήρες τοποθετούνται με διάτρηση επί του αγωγού μεταφοράς. Οι σταλακτήρες μπορούν να μετακινούνται κατά βούληση και είναι ή σταλακτήρες με επιστόμιο, με διάφραγμα ή τύποι με μακρύ διάδρομο ροής.

Οι αγωγοί εφαρμογής τοποθετούνται με διάφορους τρόπους όπως π.χ. απλή ευθεία, διπλή ευθεία, απλή ευθεία με σταλακτήρα πολλαπλής εξόδου, ζικ-ζακ, μικτή ευθεία-κυκλική (Σακελλαρίου 2002).

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

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

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

Κατασκευάζονται από σκληρή πλαστική ύλη, συνήθως από πολυπροπυλένιο, είναι μαύρου χρώματος και διαφόρου σχήματος ή μεγέθους. Στην αγορά συναντώνται σε διάφορους τύπους, καθένας με τις δικές του ιδιότητες. Οποιοδήποτε τύπου και αν είναι πρέπει να παρουσιάζουν τα εξής χαρακτηριστικά (Παπαζαφειρίου 1984):

- Να εξασφαλίζουν σταθερή και ομοιόμορφη παροχή η οποία να μη μεταβάλλεται σημαντικά από περιορισμένες μεταβολές πίεσης στον αγωγό εφαρμογής.
- Να μην εμφράζονται εύκολα. Αυτό περιορίζεται αν η διατομή εκροής του νερού είναι σχετικά μεγάλη.
- Να έχουν χαμηλό κόστος.
- Να τοποθετούνται εύκολα στις γραμμές άρδευσης.

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

Οι σταλακτήρες αποτελούν το 1/3 του συνολικού κόστους ενός συστήματος άρδευσης με σταγόνες (Σακελλαρίου 2000).

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

3.3.4 Πλεονεκτήματα στάγδην άρδευσης

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

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

1. Οικονομία νερού. Κατά την άρδευση με συστήματα τοπικής άρδευσης προκύπτει σημαντική οικονομία νερού, λόγω κυρίως της σημαντικής μείωσης, των απωλειών που λαμβάνουν χώρα κατά τη διανομή του νερού και κατά την αποθήκευση του στο έδαφος.

Η μείωση των απωλειών κατά την εφαρμογή του νερού προέρχεται κυρίως από τον περιορισμό της ποσότητας που παρασύρεται από τον αέρα ή εξατμίζεται πριν πέσει στην επιφάνεια του εδάφους. Ο βαθμός μείωσης των απωλειών, κατά αυτό τον τρόπο, κυμαίνεται πολύ μεταξύ των διάφορων συστημάτων τοπικής άρδευσης και εξαρτάται βασικά από το είδος των

διανεμητών του νερού που χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση. Έτσι, ενώ στα συστήματα στάγδην οι απώλειες κατά την εφαρμογή του νερού είναι τελείως ασήμαντες και πρακτικώς θεωρούνται ανύπαρκτες, σε άλλα συστήματα τοπικής άρδευσης, όπως π.χ. στους μικροεκτοξευτήρες, οι απώλειες αυτές φτάνουν αρκετές φορές σε πολύ υψηλά επίπεδα (30-50%) που πλησιάζουν ή υπερβαίνουν τις απώλειες του κλασικού καταιονισμού.

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

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

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

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

4. Εκτέλεση εργασιών κατά τη διάρκεια της άρδευσης. Η τοπική εφαρμογή του νερού και η διατήρηση του μεγαλύτερου ποσοστού της επιφάνειας του εδάφους ξηρού, ειδικά στους δένδρωνες, επιτρέπει την εκτέλεση των διάφορων καλλιεργητικών εργασιών (καταπολεμήσεις

ασθενειών, κλαδέματα, συγκομιδή, μεταφορές κ.λπ.) και κατά τη διάρκεια της άρδευσης.

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

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

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

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

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

7. Ανεξαρτητοποίηση της άρδευσης από τον άνεμο και το ανάγλυφο του εδάφους. Η χορήγηση του νερού πάνω ή πολύ κοντά στην επιφάνεια του εδάφους ανεξαρτητοποιεί την εφαρμογή της άρδευσης από την επίδραση του ανέμου. Αυτό συμβαίνει στην περίπτωση της άρδευσης στάγδην, καθώς και άλλων συστημάτων τοπικής άρδευσης, στα οποία το

νερό δεν εκτοξεύεται αλλά εκρέει από πολύ κοντά στο έδαφος. Δε συμβαίνει όμως σε συστήματα που διανέμουν το νερό με μικρή ή μεγάλη εκτόξευση, καθώς και στον κλασικό καταιονισμό.

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

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

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

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

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

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

9. Έλεγχος ασθενειών και εντόμων. Η μη διαβροχή του φυλλώματος, με τα συστήματα τοπικής άρδευσης που δεν εκτοξεύουν το νερό, αποτρέπει τη δημιουργία ευνοϊκών συνθηκών (ύπαρξη σταγονιδίων νερού, υψηλή σχετική

υγρασία) για την εμφάνιση μυκητολογικών και εντομολογικών προσβολών. Επίσης, η μη διαβροχή του φυλλώματος αποτρέπει την έκπλυση των μυκητοκτόνων και εντομοκτόνων που εφαρμόζονται με τους ψεκασμούς και παρατείνει έτσι τη διάρκεια δράσης τους.

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

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

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

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

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

Στις περιπτώσεις ύπαρξης διαθέσιμων παροχών πολύ μικρής τάξης, όπως

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

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

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

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

3.3.5 Μειονεκτήματα στάγδην άρδευσης

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

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

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

Γενικά τα φραξίματα ανάλογα με το αίτιο που τα προκαλεί, χαρακτηρίζονται ως φυσικά, όταν προκαλούνται από στερεά τεμαχίδια λεπτής άμμου, ιλύος ή αργίλου, ως χημικά, όταν προκαλούνται από, ιζήματα αλάτων και ως βιολογικά, όταν προκαλούνται από άλγες, βακτήρια ή μικροοργανισμούς.

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

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

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

4. Αδυναμία προστασίας από παγετούς. Στα συστήματα τοπικής άρδευσης, αφού το νερό διανέμεται συνήθως κάτω από την κόμη των δέντρων, δεν υπάρχει δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί το δίκτυο άρδευσης για προστασία από παγετούς, όπως αντίθετα μπορεί να γίνει στην περίπτωση του καταιονισμού.

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

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

4. ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

4.1 Γενικά

Σε πείραμα που πραγματοποιήθηκε την καλλιεργητική περίοδο 2015 στο αγρόκτημα της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεσίνου όπου και μελετήθηκε η ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας του φυτού “τσάι του βουνού” με την εφαρμογή ελλειμματικής άρδευσης (πρώτη καλλιεργητική περίοδος). Η περιοχή του Βελεσίνου βρίσκεται δυτικά της πόλης του Βόλου και τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά της τοποθεσίας του αγροκτήματος είναι 39ο 23' γεωγραφικό πλάτος, 22ο 45' γεωγραφικό μήκος, ενώ το υψόμετρο από την επιφάνεια της θάλασσας αντιστοιχεί σε 50m. Τα αγροτεμάχια που παραχωρήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος ήταν έκτασης 500m² και οι κλιματικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, χαρακτηρίζονται ηπειρωτικές που συναντώνται στην ευρύτερη περιοχή της Μεσογείου. Έτσι παρατηρείται ζεστό και ξηρό καλοκαίρι το οποίο εναλλάσσεται με ψυχρό και υγρό χειμώνα. Το έδαφος της περιοχής του αγροκτήματος είναι ασβεστόχο, αργιλοπηλώδες και καλά στραγγιζόμενο. Υφή τέτοιων εδαφών χαρακτηρίζεται αμμοαργιλοπηλώδης έως και αργιλώδης, ενώ η κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη ως λεπτόκοκκη. Το pH του βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα και έχει καλά αναπτυγμένο πορώδες, το οποίο αποτελείται από μικρούς και μεσαίου μεγέθους πόρους (Μήτσιος et al., 2000, Τερζίδης και Παπαζαφειρίου, 1997)

4.2 Καλλιέργεια εδάφους

Οι καλλιεργητικές εργασίες περιελάμβαναν κατεργασία του εδάφους με βαθύ καλλιεργητή, και στη συνέχεια, μερικές μέρες πριν τη φύτευση ένα ελαφρύ φρεζάρισμα για αναμόχλευση και απομάκρυνση των ζιζανίων.

Η φύτευση πραγματοποιήθηκε στις 24 Μαρτίου του 2015. Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε ένα πλήρως τυχαιοποιημένο σχέδιο με 4 μεταχειρίσεις με 3 επαναλήψεις. Χρησιμοποιώντας σκαλιστήρι χειρός ανοίχτηκαν 6 αυλάκια βάθους 4-5 cm για κάθε επανάληψη. Η ισαποχή των αυλακιών ήταν 50 cm. Η φύτευση του τσαγιού έγινε με το χέρι σε αποστάσεις 50cm ανά φυτό. Μετά τη φύτευση δεν ακολούθησε λιπαντική αγωγή. Στις 21 Απριλίου έγινε η εγκατάσταση του αρδευτικού συστήματος (Παναγιώτου, 2016).

4.3 Σύστημα στάγδην Άρδευσης

Στην καλλιέργεια χρησιμοποιήθηκε επιφανειακό σύστημα στάγδην άρδευσης (Εικ.11). Η άρδευση με σταγόνες ή στάγδην άρδευση είναι μια μέθοδος κατά την οποία νερό εφαρμόζεται στο χωράφι σε μικρές ποσότητες με τη μορφή σταγόνων έτσι που κάθε φυτό χωριστά να εφοδιάζεται με την απαραίτητη για την κανονική του ανάπτυξη και απόδοση υγρασία. Η μέθοδος είναι πολύ αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται σωστά και προσφέρεται για περιπτώσεις όπου το διαθέσιμο νερό είναι περιορισμένο, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να εφαρμοστούν άλλες μέθοδοι (κατάκλυση, περιορισμένη διάχυση, άρδευση με αυλάκια, καταιονισμός). Ένα ολοκληρωμένο σύστημα αποτελείται από τα δίκτυα μεταφοράς, εφαρμογής και από τη μονάδα ελέγχου (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2003).

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 (Παπαζαφειρίου, 1984; Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, 2003).

Το δίκτυο εφαρμογής αποτελείται από εύκαμπτους σωλήνες πολυαιθυλενίου με συνηθισμένη διάμετρο 12-20mm, που σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να φτάσει και τα 25mm. Σε αυτούς, σε προκαθορισμένες θέσεις, τοποθετούνται ή ενσωματώνονται οι σταλακτήρες μέσω των οποίων το νερό φτάνει στο έδαφος με τη μορφή σταγόνων.

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

Πλεονεκτήματα επιφανειακής στάγδην άρδευσης:

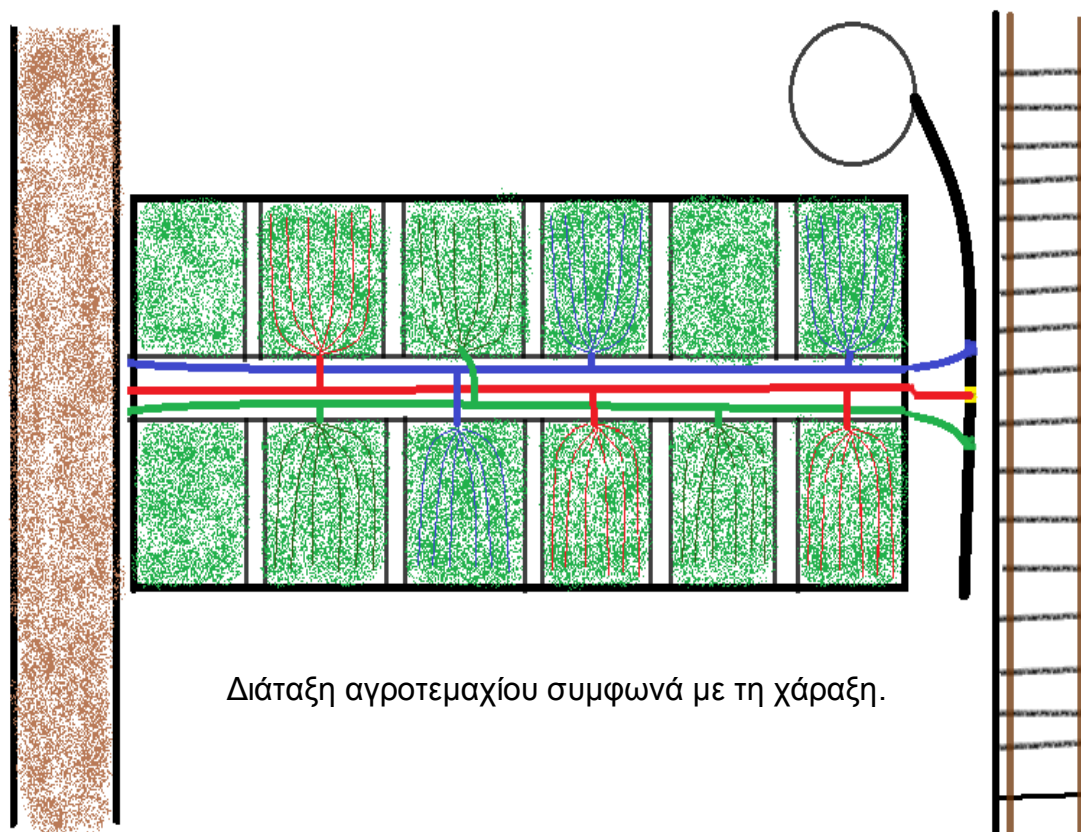
- α) η χαμηλή πίεση λειτουργίας του συστήματος,
- β) η εξοικονόμηση αρδευτικού νερού,
- γ) η ταυτόχρονη χορήγηση λιπασμάτων σε υδατοδιαλυτή μορφή,
- δ) η μείωση των απωλειών νερού εξαιτίας της επιφανειακής απορροής,
- ε) η πλήρης αυτοματοποίηση της μεθόδου και
- στ) η εφαρμογή του σε περιοχές με εξαιρετικά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

Πέρα όμως από τα πλεονεκτήματα που αναφέρθηκαν παραπάνω η μέθοδος παρουσιάζει και μερικά μειονεκτήματα όπως:

- i) υψηλό κόστος πρώτης εγκατάστασης,
- ii) αδυναμία άμεσης προσέγγισης του νερού στο ενεργό ριζόστρωμα των φυτών (ειδικά σε βαριάς σύστασης εδάφη),
- iii) φθορά των υλικών λόγω των καιρικών συνθηκών, των καλλιεργητικών πρακτικών και της τοπικής υπέργειας πανίδας,
- iv) αποφυγή χρήσης αρδευτικού νερού με αυξημένη αλατότητα (έμφραξη σταλακτήρων, αύξηση αλατότητας στη ριζόσφαιρα).





Εικόνα 11: Σύστημα Στάγδην Άρδευσης στο πειραματικό μας




Διάταξη αγροτεμαχίου συμφωνά με τη χάραξη.

Μεταχειρίσεις:

 50%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 50% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο Penman Monteith κατά FAO.

 75%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο Penman Monteith.

 100%: Τσάι του βουνού αρδευόμενο, με επιφανειακή στάγδην άρδευση που καλύπτει το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας, συμφωνά με τη μέθοδο Penman Monteith.

Σε τρεις επαναλήψεις η άρδευση είναι 0%.

4.4 Όργανα και μέθοδοι μέτρησης που χρησιμοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος:

4.4.1 Εξάτμιση και Διαπνοή- Εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ΕΤο

Η φυσική διεργασία της εξάτμισης είναι η ίδια άσχετα με το αν παρατηρείται σε επιφάνειες ελεύθερου νερού, στην επιφάνεια εδάφους ή σε φυτικές επιφάνειες εκτεθειμένες στην ατμόσφαιρα. Παρά ταύτα η εξάτμιση νερού που παρατηρείται στις φυτικές επιφάνειες και που προϋποθέτει μεταφορά εδαφικού νερού στις επιφάνειες αυτές διαμέσου του φυτού ονομάζεται διαπνοή. Τα φυτά κατά κύριο λόγο χάνουν το νερό δια μέσου των στοματίων του φυλλώματος.

Τα στομάτια είναι μικρά ανοίγματα στην επιφάνεια του φύλλου αποτελούμενα από ένα μεσοκυττάριο χώρο οριοθετούμενο από επιδερμικά κύτταρα και μεσοφυλλικά κύτταρα, μέσω των οποίων διέρχονται τα αέρια και οι υδρατμοί.

Το νερό μαζί με ορισμένα στοιχεία προσλαμβάνονται από το έδαφος μέσω του ριζικού συστήματος και μεταφέρονται δια μέσου των ιστών του φυτού. Η εξάτμιση συμβαίνει μέσα στον μεσοκυττάριο χώρο και ο ρυθμός απώλειας των υδρατμών ελέγχεται από το μεταβαλλόμενο άνοιγμα των στοματίων. Σχεδόν όλη η ποσότητα του προσλαμβανόμενου νερού χάνεται μέσω του μηχανισμού της διαπνοής και μόνο ένα μικρό κλάσμα χρησιμοποιείται εσωτερικά στο φυτό.

Η διαπνοή σαν άμεση εξάτμιση, εξαρτάται από την διαθέσιμη ενέργεια, την κλίση των υδρατμών και τον άνεμο. Συνεπώς η ακτινοβολία, η θερμοκρασία, η σχετική υγρασία και η ταχύτητα του ανέμου θεωρούνται σημαντικοί παράγοντες για το ρυθμό της διαπνοής. Αφ' ετέρου η ποσότητα του εδαφικού νερού, η συγκέντρωση αλάτων καθώς και η εδαφική επαφή με το ριζόστρωμα επιδρούν επίσης στο ρυθμό διαπνοής. Τα χαρακτηριστικά των φυτών, η καλλιεργητική πρακτική και τα στάδια ανάπτυξης μιας συγκεκριμένης καλλιέργειας είναι επιπρόσθετοι παράγοντες που μπορούν να καθορίσουν διαφορετικούς ρυθμούς διαπνοής.

Εκτός από την διαθεσιμότητα του νερού στην ανώτερη στρώση του εδάφους, η εξάτμιση από ένα καλλιεργούμενο έδαφος κατά ένα μεγάλο μέρος προσδιορίζεται από το κλάσμα της ολικής προσπίπτουσας ακτινοβολίας που φθάνει στην εδαφική επιφάνεια. Αυτό το κλάσμα ελαττώνεται συνεχώς κατά την διάρκεια της αύξησης του φυτού, από την αυξανόμενη φυλλική επιφάνεια που σκιάζει το έδαφος. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης της καλλιέργειας τον κυρίαρχο λόγο στην εξάτμιση κατέχει το έδαφος, αλλά καθώς τα φυτά αναπτύσσονται καλύπτοντας όλο και περισσότερο την επιφάνεια του εδάφους, η διαπνοή γίνεται η κύρια διαδικασία απώλειας νερού. Επειδή ο διαχωρισμός των απωλειών νερού μιας εδαφικής μάζας με απ' ευθείας εξάτμιση στην επιφάνειά της από τις απώλειες διαπνοής είναι συνήθως πολύ δύσκολος, οι συνολικές απώλειες εξάτμισης του εδαφικού νερού θεωρούνται ενιαίο σύνολο και χαρακτηρίζονται με τον όρο *εξατμισοδιαπνοή, ET*.

Ο ρυθμός εξατμισοδιαπνοής από μια φυτοκαλυμμένη επιφάνεια αναφοράς, επαρκώς εφοδιασμένης με νερό, ονομάζεται *εξατμισοδιαπνοή αναφοράς* και συμβολίζεται με *ET₀*.

Η επιφάνεια αναφοράς είναι μία υποθετική καλλιέργεια γρασιδιού, ή μιας άλλης οριζόμενης καλλιέργειας με συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Καθώς το νερό από την επιφάνεια αναφοράς που εξατμίζεται θεωρείται σε πλήρη επάρκεια, οι εδαφικοί παράγοντες δεν επιδρούν επί της *ET₀*. Μοναδικοί παράγοντες που επιδρούν συνεπώς είναι, οι κλιματικοί και τα χαρακτηριστικά της επιφάνειας αναφοράς (καλλιέργεια αναφοράς) (Παπαζαφειρίου, 1984).

4.4.2 Το μοντέλο Penman-Monteith

Ένας μεγάλος αριθμός από εμπειρικές και ημιεμπειρικές εξισώσεις έχουν αναπτυχθεί για την αξιολόγηση της εξατμισοδιαπνοής της φυτικής κόμης ή εξατμισοδιαπνοής αναφοράς της φυτικής κόμης από μετεωρολογικά δεδομένα. Μερικές από τις μεθόδους είναι έγκυρες κάτω από συγκεκριμένες κλιματικές και αγρονομικές συνθήκες και δεν μπορούν να εφαρμοστούν κάτω από διαφορετικές από αυτές συνθήκες. Η μέθοδος FAO Penman-Monteith προτείνεται ως η ακριβέστερη μέθοδος για τον προσδιορισμό και υπολογισμό της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ETo . Η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ETc κάτω από τυπικές συνθήκες μπορεί να υπολογισθεί από κλιματικά δεδομένα, εισάγοντας τις αντιστάσεις της φυτοκαλλιέργειας, την ανακλαστικότητα (albedo) και τους συντελεστές αντίστασης του αέρα στη μέθοδο Penman-Monteith.

Καθώς όμως η διαθεσιμότητα των παραπάνω παραμέτρων δεν είναι πάντοτε δυνατή για διάφορους τύπους καλλιεργειών και κάτω από συγκεκριμένες κλιματολογικές συνθήκες, η χρήση των φυτικών συντελεστών Kc σε συνδυασμό με την εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής αναφοράς ETo θα μπορούσε να οδηγήσει στην εκτίμηση της εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας ETc από τον λόγο: $ETc / ETo = Kc$ (Παπαζαφειρίου, 1984).

4.4.3 Προσέγγιση του φυτικού συντελεστή (Kc)

Στη προσέγγιση του Kc η εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας ETc υπολογίζεται πολλαπλασιάζοντας την εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ETo με το Kc $ETc = Kc ETo$

όπου ETc : εξατμισοδιαπνοή καλλιέργειας

Kc : φυτικός συντελεστής

ETo : εξατμισοδιαπνοή αναφοράς

Οι περισσότερες επιρροές από τις κλιματικές συνθήκες είναι ενσωματωμένες στην εκτίμηση της ETo . Επομένως καθώς η ETo αντιπροσωπεύει τον δείκτη επίδρασης των κλιματικών συνθηκών ο Kc διαφοροποιείται με τα ειδικά χαρακτηριστικά κάθε καλλιέργειας και επηρεάζεται μόνο από περίπτωση ακραίων κλιματικών συνθηκών. Αυτό το γεγονός παρέχει τη δυνατότητα να χρησιμοποιείται το Kc σε διαφορετικές περιοχές και κλίματα. Αυτός είναι ο πρωταρχικός λόγος της εκτεταμένης αποδοχής του και της χρησιμότητας της

εξατμισοδιαπνοής καλλιέργειας. Ο φυτικός συντελεστής συνεπώς αντιπροσωπεύει μια σφαιρική επιρροή τεσσάρων βασικών χαρακτηριστικών που τον διαφοροποιούν από την καλλιέργεια αναφοράς. Αυτά τα χαρακτηριστικά είναι:

- Το ύψος της καλλιέργειας, το οποίο επηρεάζει τον όρο της αεροδυναμικής αντίστασης r_a , (ο οποίος εισάγεται στην εκτίμηση εξατμισοδιαπνοής αναφοράς με τη μέθοδο Penman-Monteith και την στροβιλώδη μεταφορά των υδρατμών από την καλλιέργεια στην ατμόσφαιρα).
- Η ανακλαστικότητα α (albedo) της φυτικής κόμης και του εδάφους η οποία επηρεάζεται από το βαθμό φυτοκάλυψης και της κατάστασης επιφανειακής υγρασίας του εδάφους. Η ανακλαστικότητα έχει άμεση επιρροή στην ροή της καθαρής ακτινοβολίας R_n η οποία θεωρείται η βασική πηγή ενέργειας στη διαδικασία εξάτμισης.
- Η αντίσταση της φυτοκόμης στην μεταφορά των υδρατμών από την καλλιέργεια στο περιβάλλον η οποία επηρεάζεται από την επιφάνεια του φυλλώματος, την ηλικία των φύλλων και τον έλεγχο και ρυθμό του ανοίγματος των στοματίων.
- Την εξάτμιση από το έδαφος και ειδικότερα στη περίπτωση έκθεσης του εδάφους.

Η υγρασιακή κατάσταση της επιφάνειας του εδάφους και το ποσοστό κάλυψης του από την καλλιέργεια επηρεάζει την τιμή της επιφανειακής αντίστασης r_s . Ο συνδυασμός της αντίστασης της φυτοκόμης με εκείνη του εδάφους προσδιορίζει την συνολική αντίσταση της επιφάνειας r_s (bulk surface resistance).

Συνεπώς ο φυτικός συντελεστής K_c ενσωματώνει όλα τα χαρακτηριστικά που διαφοροποιούν μια τυπική καλλιέργεια από την καλλιέργεια αναφοράς η οποία έχει πάντα σταθερά χαρακτηριστικά και πλήρη εδαφική κάλυψη και επιπρόσθετα το K_c δεν διαφοροποιείται μόνο από τον τύπο κάθε καλλιέργειας αλλά επηρεάζεται φυσικά και από τα στάδια ανάπτυξης κάθε καλλιέργειας (Παπαζαφειρίου, 1984).

4.4.4 Εξίσωση FAO Penman-Monteith

Επιτροπή εμπειρογνομόνων πρότεινε την υιοθέτηση της συνδυαστικής μεθόδου Penman-Monteith ως μια νέα πρότυπη μέθοδο για την

εξατμισοδιαπνοή αναφοράς. Με τον καθορισμό της φυτικής κόμης αναφοράς ως υποθετικής φυτικής κόμης με υποθετικό ύψος φυτών τα 0.12m, που έχει αντίσταση επιφάνειας 70 s/m, η οποία μοιάζει αρκετά με την εξάτμιση μιας έκτασης πρασίνου (γρασιδιού) με ομοιόμορφο ύψος, αναπτυσσόμενης ενεργά και στην οποία η άρδευση δεν αποτελεί περιοριστικό παράγοντα, αναπτύχθηκε η μέθοδος FAO Penman-Monteith. Από την αυθεντική εξίσωση Penman-Monteith, και τις εξισώσεις της αεροδυναμικής αντίστασης και της αντίστασης επιφάνειας, η μέθοδος FAO Penman-Monteith για τον προσδιορισμό της ΕΤο δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$ET_o = \frac{0.408 \cdot \Delta \cdot (R_n - G) + \gamma \cdot \frac{900}{T + 273} \cdot u_2 \cdot (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma \cdot (1 + 0.34 \cdot u_2)}$$

όπου, ΕΤο: η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς [mm/day]

R_n: η καθαρή ακτινοβολία στην επιφάνεια φυτικής κόμης [MJ/m² day]

G: η πυκνότητα θερμικής ροής του εδάφους [MJ/m² day]

T: η μέση ημερήσια θερμοκρασία σε ύψος 2m [°C]

u₂: η ταχύτητα του ανέμου σε ύψος 2m [m/sec]

e_s: τάση κορεσμένων υδρατμών [kPa]

e_a: η πραγματική πίεση υδρατμών [kPa]

Δ: η κλίση της καμπύλης της πίεσης του ατμού [kPa °C]

Γ: η ψυχομετρική σταθερά [kPa °C]

Η εξατμισοδιαπνοή αναφοράς ΕΤο εκφράζει:

- Εξατμισοδιαπνοή σε διαφορετικές περιόδους του χρόνου ή σε διαφορετικές περιοχές δίνοντας συγκρίσιμα στοιχεία.

- Η εξατμισοδιαπνοή από διαφορετικές φυτικές κόμεις.

Η εξίσωση χρησιμοποιεί πρότυπες κλιματολογικές καταγραφές της ηλιακής ακτινοβολίας (ηλιοφάνεια), της θερμοκρασίας του αέρα, της υγρασίας και της ταχύτητας του ανέμου. Για διασφάλιση της ακεραιότητας των υπολογισμών, οι κλιματικές παράμετροι θα πρέπει να μετρούνται στα 2m πάνω από μια εκτεταμένη επιφάνεια γρασιδιού που σκιάζει πλήρως το έδαφος και δεν βρίσκεται κοντά σε νερό (Οικονόμου, 2016).

4.4.5 Μετεωρολογικά Δεδομένα

Εκτός από την τοποθεσία, η εξίσωση FAO Penman-Monteith απαιτεί πληροφορίες για τη θερμοκρασία αέρα, την υγρασία, την ακτινοβολία και ταχύτητα του ανέμου, με εβδομαδιαίες, δεκαήμερες ή μηνιαίες μετρήσεις. Είναι σημαντικό να εντοπίσουμε τις μονάδες στις οποίες γίνονται οι καταγραφές των καιρικών πληροφοριών.

Τοποθεσία: Το ύψος πάνω από το επίπεδο της θάλασσας (m) και το γεωγραφικό πλάτος της τοποθεσίας θα πρέπει να διευκρινιστεί. Αυτές οι πληροφορίες χρειάζεται να προσαρμοστούν κάποιες καιρικές παράμετροι με τη μέση τοπική τιμή της ατμοσφαιρικής πίεσης και να υπολογίσουν την ακτινοβολία εκτός ατμόσφαιρας (R_a) και σε μερικές περιπτώσεις τις ώρες διάρκειας της ημέρας (N). Στις υπολογιστικές διεργασίες για τα R_a , N , το γεωγραφικό πλάτος εκφράζεται σε ακτίνια. Θετική τιμή χρησιμοποιείται για το βόρειο ημισφαίριο και αρνητική τιμή για το νότιο.

Θερμοκρασία: Οι (μέσες) ημερήσιες μέγιστες και ελάχιστες θερμοκρασίες αέρα σε βαθμούς Κελσίου ($^{\circ}\text{C}$) είναι αναγκαίες. Χρησιμοποιώντας τη μέση θερμοκρασία αέρα αντί των μέγιστων και ελάχιστων θερμοκρασιών αέρα, παράγεται χαμηλότερη κορεσμένη πίεση ατμού e_s και ως εκ τούτου χαμηλότερη διαφορά πίεσης ατμού ($e_s - e_a$), και χαμηλότερη υπολογίσιμη εξατμισοδιαπνοή αναφοράς.

Υγρασία: Η (μέση) ημερήσια πραγματική πίεση ατμού e_a σε kPa είναι αναγκαία. Η πραγματική πίεση ατμού όπου δεν είναι διαθέσιμη, μπορεί να υπολογιστεί από τη μέγιστη και ελάχιστη σχετική υγρασία (%), σε ψυχομετρική πληροφορία ή σε θερμοκρασία σημείου δρόσου.

Ακτινοβολία: Η (μέση) ημερήσια καθαρή ακτινοβολία εκφρασμένη σε $\text{MJ}/\text{m}^2 \text{ day}$ είναι αναγκαία. Αυτές οι πληροφορίες δεν είναι συνήθως διαθέσιμες, αλλά μπορούν να παραχθούν από τη (μέση) μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία μετρημένη με πυρανόμετρο, ή από τη (μέση) ημερήσια πραγματική διάρκεια της ηλιοφάνειας (ώρες ανά μέρα) μετρημένη με καταγραφέα ηλιοφάνειας.

Ταχύτητα ανέμου: Η (μέση) ημερήσια ταχύτητα ανέμου (σε m/sec) μετρημένη σε ύψος 2m πάνω από το έδαφος είναι αναγκαία. Είναι σημαντικό να διευκρινιστεί το ύψος στο οποίο η ταχύτητα του ανέμου θα μετρείται καθώς οι ταχύτητες του ανέμου μετρούμενες σε διαφορετικά ύψη διαφέρουν (Παναγιώτου, 2016).

Ακολουθώντας τα παραπάνω δεδομένα, και τις παραπάνω εξισώσεις, υπολογίστηκαν οι ώρες άρδευσης της καλλιέργειας για 7 μήνες.

4.4.6 Πρόγραμμα άρδευσης καλλιέργειας κατά P-Mon FAO 56

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2015	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/15	Εο mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B mm	Κc	Εξαμηνιαία Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc-Eo*Kc) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες Idα=In(100%) (11) mm	Σταλάκτες ανά φυτό n=St/2*Se	Ωριαίο ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% It= Idα(100%)/Idh	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%	
24/3/2015	83	0	0,85	0,2	0,16		-0,16			1	16	0,00			
25/3/2015	84	1	0,10	6,2	4,96		-4,96			1	16	0,00			
26/3/2015	85	2	0,00	9,0	7,2		7,20			1	16	0,00			
27/3/2015	86	3	0,30	4,2	3,36		-3,36			1	16	0,00			
28/3/2015	87	4	1,19	2,4	1,92		-1,92			1	16	0,00			
29/3/2015	88	5	1,85	1,0	0,8		-0,80			1	16	0,00			
30/3/2015	89	6	2,85	1,8	1,44		-1,44			1	16	0,00			
31/3/2015	90	7	3,16	0,6	0,48		-0,48			1	16	0,00			
1/4/2015	91	8	3,57	0,0	0		0,00			1	16	0,00			
2/4/2015	92	9	4,21	0,0	0		0,00			1	16	0,00			
3/4/2015	95	12	1,17	0,0	0		0,00			1	16	0,00			
6/4/2015	96	13	1,74	6,00	4,8		-4,80			1	16	0,00			
7/4/2015	97	14	2,12	2,00	1,6		-1,60			1	16	0,00			
8/4/2015	98	15	1,24	10,0	8		-8,00			1	16	0,00			
9/4/2015	99	16	2,67	1,60	1,28		-1,28			1	16	0,00			
10/4/2015	100	17	3,90	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
11/4/2015	101	18	3,39	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
12/4/2015	102	19	3,55	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
13/4/2015	103	20	3,35	0,0	0		0,00			1	16	0,00			
14/4/2015	104	21	2,92	1,0	0,8		-0,80			1	16	0,00			
15/4/2015	105	22	3,79	0,80	0,64		-0,64			1	16	0,00			
16/4/2015	106	23	3,79	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
17/4/2015	107	24	4,88	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
18/4/2015	108	25	5,69	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
19/4/2015	109	26	3,72	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
18/4/2015	108	25	5,69	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
19/4/2015	109	26	3,72	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
20/4/2015	110	27	0,95	2,00	1,6		-1,60			1	16	0,00			
21/4/2015	111	28	2,75	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
22/4/2015	112	29	3,60	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
23/4/2015	113	30	3,31	0,00	0		0,00			1	16	0,00			
24/4/2015	114	31	2,49	0,00	0	0,10	0,25	-39,04		1	16	-2,44			
25/4/2015	115	32	2,27	0,80	0,64	0,10	-0,41			1	16	0,00			
26/4/2015	116	33	3,33	0,20	0,16	0,10	0,17			1	16	0,00			
27/4/2015	117	34	3,61	0,00	0	0,10	0,36			1	16	0,00			
28/4/2015	118	35	4,68	0,00	0	0,10	0,47			1	16	0,00			
29/4/2015	119	36	4,17	0,00	0	0,10	0,42			1	16	0,00			
30/4/2015	120	37	2,95	0,00	0	0,10	0,30			1	16	0,00			
1/5/2015	121	38	3,82	0,00	0	0,10	0,38	1,55		1	16	0,10	0h 06'	0h 05'	0h 03'
2/5/2015	122	39	2,89	0,00	0	0,10	0,29			1	16	0,00			
3/5/2015	123	40	4,12	0,00	0	0,10	0,41			1	16	0,00			
4/5/2015	124	41	4,69	0,00	0	0,10	0,47			1	16	0,00			
5/5/2015	125	42	4,70	0,00	0	0,10	0,47			1	16	0,00			
6/5/2015	126	43	4,95	0,00	0	0,10	0,50			1	16	0,00			
7/5/2015	127	44	3,78	0,00	0	0,10	0,38			1	16	0,00			
8/5/2015	128	45	4,98	0,00	0	0,10	0,50	2,90		1	16	0,18	0h 11'	0h 08'	0h 06'
9/5/2015	129	46	3,27	0,80	0,64	0,10	-0,31			1	16	0,00			
10/5/2015	130	47	2,97	0,40	0,32	0,10	-0,02			1	16	0,00			
11/5/2015	131	48	1,75	1,00	0,8	0,10	-0,63			1	16	0,00			
12/5/2015	132	49	4,64	0,20	0,16	0,10	0,30			1	16	0,00			
13/5/2015	133	50	4,15	0,00	0	0,10	0,42			1	16	0,00			
14/5/2015	134	51	4,71	0,00	0	0,10	0,47			1	16	0,00			
15/5/2015	135	52	4,98	0,00	0	0,10	0,50	0,73		1	16	0,05	0h 03'	0h 02'	0h 01'
16/5/2015	136	53	4,69	0,00	0	0,10	0,47			1	16	0,00			

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2015	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/15	Eo mm	Βροχή B mm	Οφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B mm	κc	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc=Eo*Kc) (4)*(7)-(6)	Καθαρές ανάγκες Iδα=In(100%) (11)	Σταλάκτες ανά φυτό n=St/2*Se	Ωριαίο ύψος βροχής Iδh=(q*n)/(St*8r) mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% It= Iδα(100%)/Iδh	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
16/5/2015	136	53	4,69	0,00	0	0,10	0,47		1	16	0,00			
17/5/2015	137	54	4,51	0,00	0	0,10	0,45		1	16	0,00			
18/5/2015	138	55	4,64	0,00	0	0,10	0,46		1	16	0,00			
19/5/2015	139	56	3,42	0,00	0	0,10	0,34		1	16	0,00			
20/5/2015	140	57	4,40	0,00	0	0,10	0,44		1	16	0,00			
21/5/2015	141	58	3,62	0,00	0	0,10	0,36		1	16	0,00			
22/5/2015	142	59	2,68	0,00	0	0,10	0,27	3,03	1	16	0,19	0h 12'	0h 09'	0h 06'
23/5/2015	143	60	4,87	0,00	0	0,10	0,49		1	16	0,00			
24/5/2015	144	61	4,32	0,00	0	0,10	0,43		1	16	0,00			
25/5/2015	145	62	6,34	0,00	0	0,20	1,27		1	16	0,00			
26/5/2015	146	63	5,11	0,00	0	0,20	1,02		1	16	0,00			
27/5/2015	147	64	1,97	11,40	9,12	0,20	-8,73		1	16	0,00			
28/5/2015	148	65	0,71	0,60	0,48	0,20	-0,34		1	16	0,00			
29/5/2015	149	66	3,02	0,00	0	0,20	0,60	-5,59	1	16	-0,35	0h 00'	0h 00'	0h 00'
30/5/2015	150	67	3,91	0,00	0	0,20	0,78		1	16	0,00			
31/5/2015	151	68	4,49	0,00	0	0,20	0,90		1	16	0,00			
1/6/2015	152	69	4,59	0,00	0	0,20	0,92		1	16	0,00			
2/6/2015	153	70	5,00	0,00	0	0,20	1,00		1	16	0,00			
3/6/2015	154	71	5,56	0,00	0	0,20	1,11		1	16	0,00			
4/6/2015	155	72	5,29	0,00	0	0,20	1,06		1	16	0,00			
5/6/2015	156	73	5,78	0,00	0	0,20	1,16	6,37	1	16	0,40	0h 24'	0h 18'	0h 12'
6/6/2015	157	74	3,51	0,00	0	0,20	0,70		1	16	0,00			
7/6/2015	158	75	0,82	5,00	4	0,20	-3,84		1	16	0,00			
8/6/2015	159	76	1,64	0,00	0	0,20	0,33		1	16	0,00			
9/6/2015	160	77	3,56	0,00	0	0,20	0,71		1	16	0,00			
10/6/2015	161	78	3,95	0,00	0	0,20	0,79		1	16	0,00			
11/6/2015	162	79	4,64	0,00	0	0,20	0,93		1	16	0,00			
12/6/2015	163	80	5,70	0,00	0	0,20	1,14	0,78	1	16	0,05	0h 03'	0h 02'	0h 01'
13/6/2015	164	81	5,33	0,00	0	0,20	1,07		1	16	0,00			
14/6/2015	165	82	5,64	0,00	0	0,20	1,13		1	16	0,00			
15/6/2015	166	83	6,10	0,00	0	0,20	1,22		1	16	0,00			
16/6/2015	167	84	5,59	0,00	0	0,20	1,12		1	16	0,00			
17/6/2015	168	85	5,60	0,00	0	0,20	1,12		1	16	0,00			
18/6/2015	169	86	2,11	20,40	16,32	0,20	-15,90		1	16	0,00			
19/6/2015	170	87	4,11	2,20	1,76	0,20	-0,94	-9,11	1	16	-0,57	0h 00'	0h 00'	0h 00'
20/6/2015	171	88	4,81	0,00	0	0,20	0,96		1	16	0,00			
21/6/2015	172	89	2,00	14,20	11,36	0,20	-10,96		1	16	0,00			
22/6/2015	173	90	4,20	4,00	3,2	0,20	-2,36		1	16	0,00			
23/6/2015	174	91	4,43	0,00	0	0,20	0,89		1	16	0,00			
24/6/2015	175	92	4,88	0,00	0	0,20	0,98		1	16	0,00			
25/6/2015	176	93	5,25	0,00	0	0,40	2,10		1	16	0,00			
26/6/2015	177	94	6,84	0,00	0	0,40	2,74	-9,33	1	16	-0,58	0h 00'	0h 00'	0h 00'
27/6/2015	178	95	3,29	0,60	0,48	0,40	0,84		1	16	0,00			
28/6/2015	179	96	3,45	0,80	0,64	0,40	0,74		1	16	0,00			
29/6/2015	180	97	4,22	0,20	0,16	0,40	1,53		1	16	0,00			
30/6/2015	181	98	1,90	32,00	25,6	0,40	-24,84		1	16	0,00			
1/7/2015	182	99	3,37	0,00	0	0,40	1,35		1	16	0,00			
2/7/2015	183	100	4,47	0,00	0	0,40	1,79		1	16	0,00			
3/7/2015	184	101	4,21	0,00	0	0,40	1,68	-15,86	1	16	-0,99	0h 00'	0h 00'	0h 00'
4/7/2015	185	102	4,93	0,00	0	0,40	1,97		1	16	0,00			
5/7/2015	186	103	4,90	0,00	0	0,40	1,96		1	16	0,00			
6/7/2015	187	104	5,10	0,00	0	0,40	2,04		1	16	0,00			
7/7/2015	188	105	5,68	0,00	0	0,40	2,27		1	16	0,00			
8/7/2015	189	106	5,52	0,00	0	0,40	2,21		1	16	0,00			
9/7/2015	190	107	5,18	0,00	0	0,40	2,07		1	16	0,00			
10/7/2015	191	108	3,74	0,60	0,48	0,40	1,02	14,21	1	16	0,89	0h 54'	0h 41'	0h 27'
11/7/2015	192	109	4,56	0,00	0	0,40	1,82		1	16	0,00			
12/7/2015	193	110	5,00	0,00	0	0,40	2,00		1	16	0,00			
13/7/2015	194	111	5,10	0,00	0	0,40	2,04		1	16	0,00			
14/7/2015	195	112	4,99	0,00	0	0,40	2,00		1	16	0,00			
15/7/2015	196	113	5,38	0,00	0	0,40	2,15		1	16	0,00			
16/7/2015	197	114	5,41	0	0	0,40	2,16		1	16	0,00			

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2015	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/15	Εο mm	Βροχή B mm	Οφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(5) mm	κc	Εξομ/πνοή Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc=Eo*Kc) (4)*(7)-(6)	Καθαρές ανάγκες Ida=In(100%) (11) mm	Σταλάκτες ανά φυτό n=St/2*Se	Οριακό ύψος βροχής Idh=(q*n)/(St*Sr) mm/h	Διάρκεια άρδευσης 100% It= Ida(100%)/Idh	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
17/7/2015	198	115	5,95	0	0	0,40	2,38	13,19	1	16	0,82	0h 49'	0h 37'	0h 24'
18/7/2015	199	116	5,95	0	0	0,40	2,38		1	16	0,00			
19/7/2015	200	117	5,89	0	0	0,40	2,36		1	16	0,00			
20/7/2015	201	118	5,42	0	0	0,40	2,17		1	16	0,00			
21/7/2015	202	119	5,43	0	0	0,40	2,17		1	16	0,00			
22/7/2015	203	120	6,27	0	0	0,40	2,51		1	16	0,00			
23/7/2015	204	121	5,73	0	0	0,40	2,29		1	16	0,00			
24/7/2015	205	122	5,25	0	0	0,40	2,10	16,26	1	16	1,02	1h 01'	0h 46'	0h 32'
25/7/2015	206	123	5,38	0	0	0,60	3,23		1	16	0,00			
26/7/2015	207	124	5,21	0	0	0,60	3,13		1	16	0,00			
27/7/2015	208	125	5,44	0	0	0,60	3,26		1	16	0,00			
28/7/2015	209	126	5,58	0	0	0,60	3,35		1	16	0,00			
29/7/2015	210	127	5,62	0	0	0,60	3,37		1	16	0,00			
30/7/2015	211	128	5,47	0	0	0,60	3,28		1	16	0,00			
31/7/2015	212	129	5,51	0,4	0,32	0,60	2,99	21,72	1	16	1,36	1h 22'	1h 02'	0h 41'
1/8/2015	213	130	5,09	0,8	0,64	0,60	2,41		1	16	0,00			
2/8/2015	214	131	3,83	0	0	0,60	2,30		1	16	0,00			
3/8/2015	215	132	4,80	0	0	0,60	2,88		1	16	0,00			
4/8/2015	216	133	5,19	0	0	0,60	3,11		1	16	0,00			
5/8/2015	217	134	5,73	0	0	0,60	3,44		1	16	0,00			
6/8/2015	218	135	4,90	0,4	0,32	0,60	2,62		1	16	0,00			
7/8/2015	219	136	3,19	0,4	0,32	0,60	1,59	19,75	1	16	1,23	1h 14'	0h 56'	0h 37'
8/8/2015	220	137	5,23	0	0	0,60	3,14		1	16	0,00			
9/8/2015	221	138	4,52	0	0	0,60	2,71		1	16	0,00			
10/8/2015	222	139	4,73	0	0	0,60	2,84		1	16	0,00			
11/8/2015	223	140	4,77	0	0	0,60	2,86		1	16	0,00			
12/8/2015	224	141	4,83	0	0	0,60	2,90		1	16	0,00			
13/8/2015	225	142	4,88	0	0	0,60	2,93		1	16	0,00			
14/8/2015	226	143	4,56	0	0	0,60	2,74	18,97	1	16	1,19	1h 12'	0h 54'	0h 36'
15/8/2015	227	144	5,00	0	0	0,60	3,00		1	16	0,00			
16/8/2015	228	145	5,14	0	0	0,60	3,08		1	16	0,00			
17/8/2015	229	146	6,26	0	0	0,60	3,76		1	16	0,00			
18/8/2015	230	147	5,41	0	0	0,60	3,25		1	16	0,00			
19/8/2015	231	148	4,93	0	0	0,60	2,96		1	16	0,00			
20/8/2015	232	149	4,20	0	0	0,60	2,52		1	16	0,00			
21/8/2015	233	150	3,55	0	0	0,60	2,13	21,30	1	16	1,33	1h 20'	1h 00'	0h 40'
22/8/2015	234	151	2,50	0,6	0,48	0,60	1,02		1	16	0,00			
23/8/2015	235	152	3,08	0,6	0,48	0,60	1,37		1	16	0,00			
24/8/2015	236	153	4,10	0	0	0,60	2,46		1	16	0,00			
25/8/2015	237	154	4,65	0	0	0,80	3,72		1	16	0,00			
26/8/2015	238	155	4,82	0	0	0,80	3,86		1	16	0,00			
27/8/2015	239	156	5,09	0	0	0,80	4,07		1	16	0,00			
28/8/2015	240	157	5,11	0	0	0,80	4,09	18,63	1	16	1,16	1h 10'	0h 53'	0h 35'
29/8/2015	241	158	5,21	0	0	0,80	4,17		1	16	0,00			
30/8/2015	242	159	4,94	0	0	0,80	3,95		1	16	0,00			
31/8/2015	243	160	4,75	0	0	0,80	3,80		1	16	0,00			

Ημερομηνία	Ημέρες από 1/1/2015	Ημέρες από τη Φύτευση 24/3/15	Εο mm	Βροχή B mm	Ωφέλιμη βροχή ΩB=0,8*B 0,8*(5) mm	κε	Εξατμ/πνοή Καλλιέργειας In=ETc - ΩB (ETc=Eo*Kc) (4)*(7)-(6) mm	Καθαρές ανάγκες Ιδα=In(100%) (11) mm	Στολάκτες ανά φυτό n=St/2*Se	Ωριαίο ύψος βροχής Idh= (q*n)/(St*Sr) mm/h	Δάρκεια άρδευσης 100% It= Ιδα(100%)/Idh	Σταγόνα 50cm 100%	Σταγόνα 50cm 75%	Σταγόνα 50cm 50%
1/9/2015	244	161	4,69	0	0	0,80	3,75		1	16	0,00			
2/9/2015	245	162	4,61	0	0	0,80	3,69		1	16	0,00			
3/9/2015	246	163	4,62	0	0	0,80	3,70		1	16	0,00			
4/9/2015	247	164	4,89	0	0	0,80	3,91	27,14	1	16	1,70	1h 42'	1h 17'	0h 51'
5/9/2015	248	165	5,17	0	0	0,80	4,14		1	16	0,00			
6/9/2015	249	166	5,58	0	0	0,80	4,46		1	16	0,00			
7/9/2015	250	167	4,82	0	0	0,80	3,86		1	16	0,00			
8/9/2015	251	168	3,49	0,4	0,32	0,80	2,47		1	16	0,00			
9/9/2015	252	169	1,70	0,6	0,48	0,80	0,88		1	16	0,00			
10/9/2015	253	170	2,66	0,4	0,32	0,80	1,81		1	16	0,00			
11/9/2015	254	171	2,76	0,2	0,16	0,80	2,05	21,53	1	16	1,35	1h 21'	1h 01'	0h 41'
12/9/2015	255	172	4,31	0	0	0,80	3,45		1	16	0,00			
13/9/2015	256	173	2,88	0	0	0,80	2,30		1	16	0,00			
14/9/2015	257	174	3,77	0	0	0,80	3,02		1	16	0,00			
15/9/2015	258	175	3,73	0	0	0,80	2,98		1	16	0,00			
16/9/2015	259	176	3,62	0	0	0,80	2,90		1	16	0,00			
17/9/2015	260	177	3,70	0	0	0,80	2,96		1	16	0,00			
18/9/2015	261	178	3,92	0	0	0,80	3,14	19,66	1	16	1,23	1h 14'	0h 56'	0h 37'
19/9/2015	262	179	4,07	0	0	0,80	3,26		1	16	0,00			
20/9/2015	263	180	4,17	0	0	0,80	3,34		1	16	0,00			
21/9/2015	264	181	0,49	0,8	0,64	0,80	-0,25		1	16	0,00			
22/9/2015	265	182	0,43	0,6	0,48	0,80	-0,14		1	16	0,00			
23/9/2015	266	183	1,77	0,2	0,16	0,80	1,26		1	16	0,00			
24/9/2015	267	184	2,52	0,2	0,16	0,80	1,86		1	16	0,00			
25/9/2015	268	185	2,57	0,2	0,16	0,80	1,90	12,46	1	16	0,78	0h 47'	0h 35'	0h 23'
26/9/2015	269	186	0,27	0,2	0,16	0,80	0,06		1	16	0,00			
27/9/2015	270	187	1,98	0,2	0,16	0,80	1,42		1	16	0,00			
28/9/2015	271	188	2,91	0,2	0,16	0,80	2,17		1	16	0,00			
29/9/2015	272	189	2,63	0	0	0,80	2,10		1	16	0,00			
30/9/2015	273	190	0,65	0	0	0,80	0,52	8,17	1	16	0,51	0h 31'	0h 23'	0h 16'
							169,39	169,39						

Από τα παραπάνω φαίνεται ότι έγιναν 23 αρδεύσεις, μια φορά την εβδομάδα με το χρόνο άρδευσης που αναφέρεται πιο πάνω για κάθε μεταχείριση.

4.5 Μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν

Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν για την συγκεκριμένη έρευνα αφορούσαν μόνο δύο (2) από τις τέσσερις (4) μεταχειρίσεις του συνολικού πειράματος (πλήρης έρευνα) και αυτές ήταν η μεταχείριση που αρδεύτηκε με το 100% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας και εκείνη που δέχτηκε το 75% των αναγκών σε νερό της καλλιέργειας. Οι μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν ήταν στο ύψος των φυτών, στο βάρος χλωρής και ξηρής παραγωγής (βιομάζα) και αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών. Ακολούθησε

η στατιστική ανάλυση των δεδομένων για την εξαγωγή αποτελεσμάτων – συμπερασμάτων.

4.5.1 Ύψος φυτών

Για την παρατήρηση του ρυθμού ανάπτυξης στο τσάι του βουνού, έγινε μέτρηση του ύψους των φυτών στις δύο μεταχειρίσεις. Σε κάθε μια από επανάληψη, επιλέχθηκαν τυχαία 10 φυτά για δειγματοληψία, στα οποία και μετρήθηκε το ύψος τους.

Το μέσο ύψος κάθε μεταχείρισης προέκυψε από το σύνολο των φυτών και των τριών επαναλήψεων. Πραγματοποιήθηκαν 2 συνολικά μετρήσεις. Η πρώτη έγινε στις 4/6/2015 και η δεύτερη 26/6/2015.

4.5.2 Χλωρό και ξηρό βάρος

Πραγματοποιήθηκαν 2 συγκομιδές. Μετά από κάθε συγκομιδή, ζυγίστηκε σε ζυγαριά ακριβείας το χλωρό βάρος του τσαγιού (εικ.12).

Στη συνέχεια τα φυτά τσαγιού που κόπηκαν δεματοποιήθηκαν σε δέσμες, και μεταφέρθηκε σε κλειστό θερμοκήπιο με ανοιγόμενα παράθυρα για 10 μέρες έτσι ώστε να αποξηραθεί (εικ.13). Μετά από 10 μέρες ζυγίστηκε το ξηρό βάρος πάλι με ζυγαριά ακριβείας.



Εικόνα 12: ζύγισμα



Εικόνα 13: Αποξήρανση της καλλιέργειας στο θερμοκήπιο

4.5.3 Αναλύσεις ποιοτικών χαρακτηριστικών

Για την ανάλυση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των δειγμάτων του τσαγιού ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία:

Ομογενοποιήσαμε (φύλλα, άνθη, στέλεχος μαζί) 3 g δείγματος σε 100 ml βρασμένο αποσταγμένο νερό για 10 min και παραλάβαμε το εκχύλισμα με διήθηση. (Τα 3 g αντιστοιχούν σε μια δόση και τα 100 ml νερό αντιστοιχούν σε ένα φλιτζάνι, ενώ 10 min είναι ο χρόνος παραμονής του τσαγιού στο βρασμένο νερό).

Οι ολικές Φαινόλες εκφράστηκαν ως ισοδύναμο Γαλλικού οξέος με το αντιδραστήριο Folin και η αντιοξειδωτική ικανότητα εκφράστηκε ως Trolox ισοδύναμο αντιοξειδωτικής ικανότητας (TEAC) με την μέθοδο FRAP.

4.5.4 Στατιστική ανάλυση

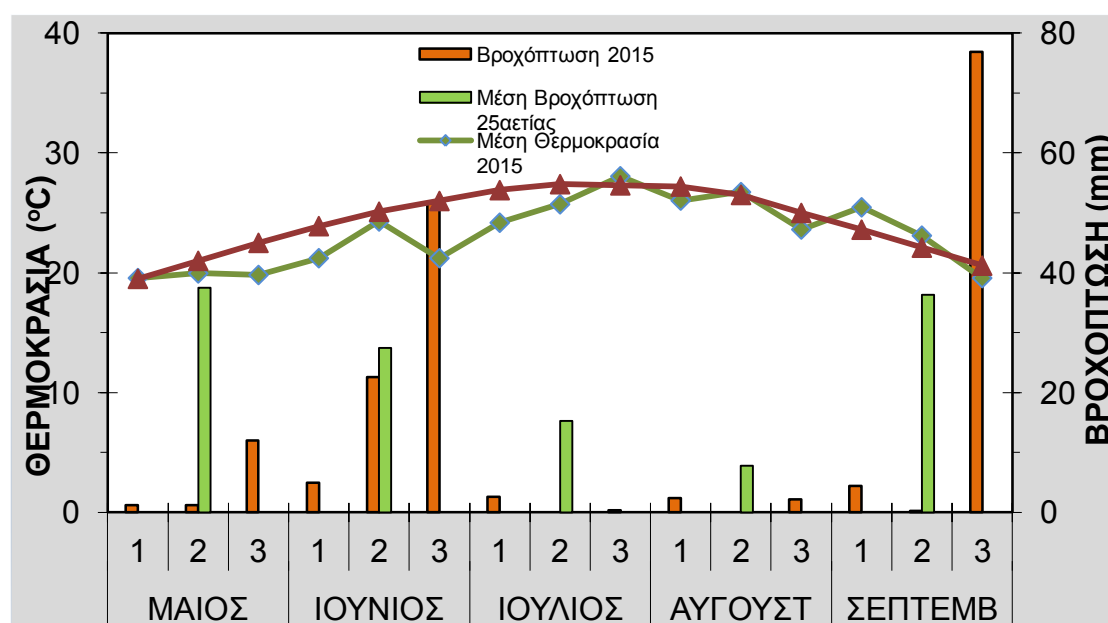
Για την πραγματοποίηση της στατιστικής ανάλυσης χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πακέτο SPSS v.18. Επειδή έπρεπε να γίνει σύγκριση μεταξύ μέσων όρων κάθε φορά (μεταχειρίσεις 100% και 50%) για το χλωρό και ξηρό βάρος καθώς και για το ύψος των φυτών ενός παράγοντα (ποσότητα δόσης άρδευσης) χρησιμοποιήθηκε η λειτουργία ONEWAY ANOVA (statistics descriptives, missing analysis και posthoc=duncan lsd alpha(0.05)) του λογισμικού – στατιστικού πακέτου.

Η παρουσίαση των επεξεργασμένων δεδομένων είναι τόσο ανά ημερομηνία μέτρησης όσο και στο σύνολο των μετρήσεων.

5: ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

5.1 Κλιματολογικά δεδομένα

Στο διάγραμμα 1 φαίνονται η μέση θερμοκρασία και η ωφέλιμη βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου 2015 καθώς και οι μέσες τιμές θερμοκρασίας και βροχοπτώσεων της τελευταίας 25ετίας.



Διάγραμμα 1. Μέσοι όροι θερμοκρασίας και βροχόπτωσης Μαΐου-Οκτωβρίου 2015 και των τελευταίων 25 ετών (ανά 10 ημέρο).

Όπως φαίνεται και στο σχήμα 1, η βροχόπτωση το 2015 δεν κινήθηκε στα πλαίσια της μέσης βροχόπτωσης της 25ετίας. Φαίνεται χαρακτηριστικά ότι το δεύτερο 10ήμερο του Μαΐου δεν είχαμε σχεδόν καθόλου βροχόπτωση σε σχέση με τη Μ.Β της 25ετίας. Αυτό παρατηρείται και στο 2^ο 10ήμερο του Σεπτεμβρίου. Τα ακριβώς αντίθετα παρατηρούνται στο 3^ο δεκάημερο του Ιουνίου και Σεπτεμβρίου.

Σε ότι αφορά τη θερμοκρασία, αυτή κινήθηκε “αναλογικά” σε σχέση με τη Μ.Θ. της 25ετίας. Μπορεί να εξαιρεθεί το 3^ο 10ήμερο του Ιουνίου όπου παρατηρήθηκε πτώση της θερμοκρασίας.

Οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες μέχρι τη συγκομιδή κινήθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια, όμως το 3^ο 10ήμερο του Ιουνίου, κατά τη δεύτερη συγκομιδή ίσως να επηρέασαν την ποιότητα της παραγωγής της

καλλιέργειας, λόγω της αυξημένης βροχόπτωσης και μειωμένης θερμοκρασίας.

5.2 Αποτελέσματα ανάλυσης ποσοτικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών της καλλιέργειας

5.2.1 Ύψος Φυτών

Οι μετρήσεις του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ήταν συνολικά 2 (δύο κοπές – συγκομιδές) και πραγματοποιήθηκαν στις 04/06/2015 και στις 26/06/2015. Στο διάγραμμα 2 φαίνεται ότι, το μέσο ύψος των φυτών, στις 04/06/2015, στη μεταχείριση με δόση άρδευσης στην οποία καλύπτεται το 75% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας έφτασε τα 28,80 cm ενώ στη δεύτερη μεταχείριση στην οποία καλύπτεται το 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας έφτασε τα 32,26 cm. Στις 26/6 που πραγματοποιήθηκε η δεύτερη μέτρηση παρατηρείται μεγάλη μεταβολή του μέσου ύψους των φυτών περίπου 9 cm για την μεταχείριση 75% και περίπου 5 cm για την μεταχείριση 100% σε σύγκριση με την πρώτη κοπή.



Διάγραμμα 2. Διακύμανση του ύψους των φυτών ανά συγκομιδή

Είναι φανερό ότι η δεύτερη μεταχείριση προσφέρει μεγαλύτερη ανάπτυξη στα φυτά αλλά κατά μέσο όρο το ύψος των φυτών στις δύο κοπές, φαίνεται να διαφέρει ελάχιστα (33,3cm για 50% και 34,8cm για 100%) (διάγραμμα 3).



Διάγραμμα 3. Μέσος όρος ύψους για κάθε μεταχείριση.

Στον πίνακα 4 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων:

Πίνακας 4. Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ύψους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ανά ημερομηνία μέτρησης.

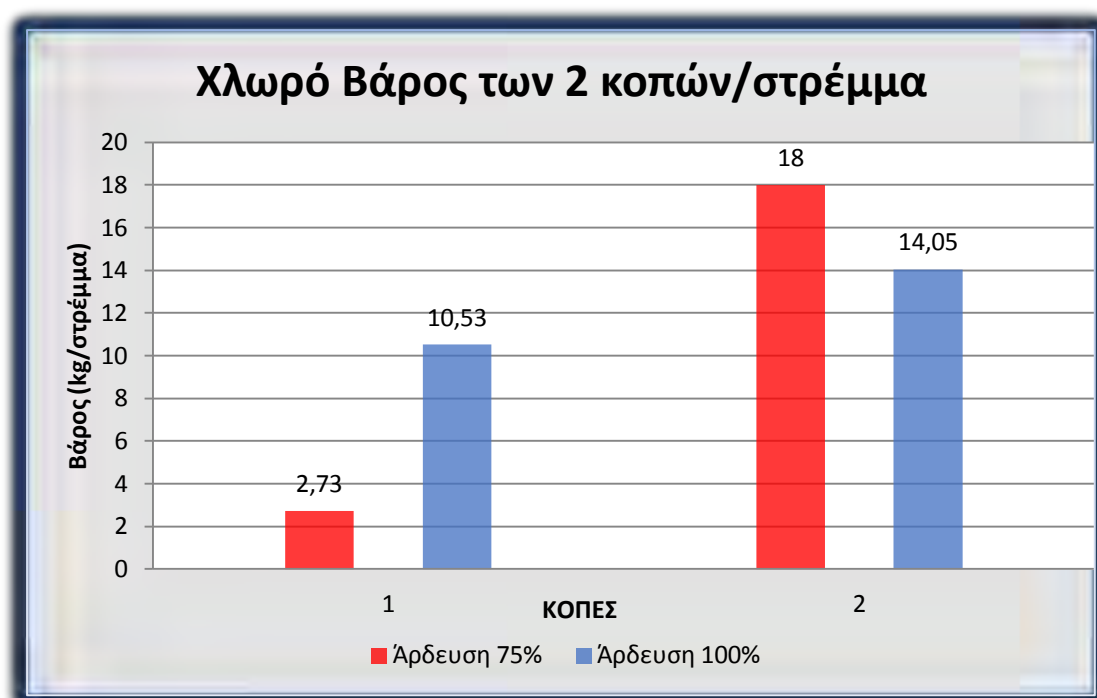
	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων(cm)	Σημαντικότητα
1 ^η μέτρηση			0.031
04/06/2015	75%	28,80	
	100%	32,26	
2 ^η μέτρηση			0.931
26/06/2015	75%	37.73	
	100%	37,30	

Όπως βλέπουμε πιο πάνω, η σημαντικότητα για την δεύτερη μέτρηση είναι μεγαλύτερη από 0,05 (δείκτης σημαντικότητας), οπότε δεν έχουμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Δεν ισχύει όμως το ίδιο και για την πρώτη. Αυτό σημαίνει πως κατά την πρώτη μέτρηση (04/06/2015) έχουμε στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ του μέσου όρου του ύψους των φυτών αλλά αυτό δεν μας επηρεάζει διότι μας ενδιαφέρει ο μέσος όρος στο σύνολο των μετρήσεων όπου και οι τιμές μας είναι πολύ κοντά (33,327 – 34,79).

5.2.2 Μέτρηση χλωρού και ξηρού βάρους.

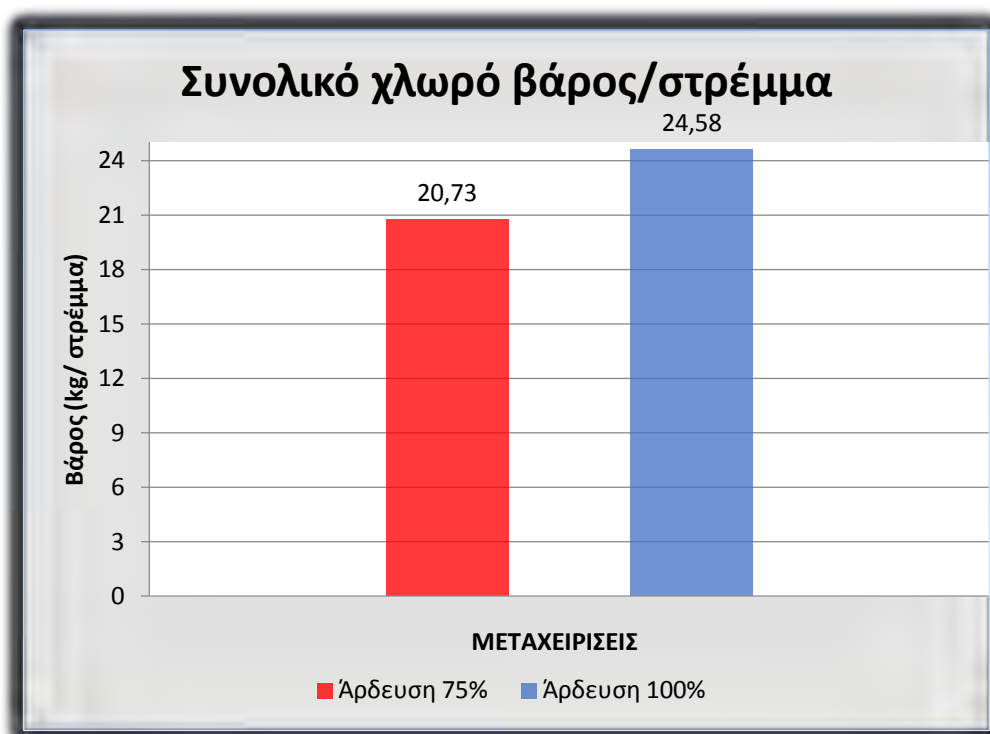
Πραγματοποιήθηκαν συνολικά 2 συγκομιδές όπου έγιναν από 2 μετρήσεις, χλωρού και ξηρού βάρους, για την κάθε μεταχείριση. Οι μετρήσεις για το χλωρό βάρος έγιναν την μέρα που έγινε η κοπή και η μέτρηση του ύψους. Συγκεκριμένα η πρώτη μέτρηση έγινε στις 04/06/2015 και η δεύτερη στις 26/06/2015 οπότε και έγινε η δεύτερη κοπή. Οι μετρήσεις για το ξηρό βάρος έγιναν 10 μέρες μετά από την κάθε κοπή. Όπως φαίνεται πιο κάτω (διαγράμματα 4,5,6, και 7), τα αποτελέσματα ως προς την απόδοση ήταν πολύ μικρά (χαμηλή παραγωγή) σε σχέση με την μέγιστη απόδοση που επιτυγχάνεται από ένα στρέμμα. Ο λόγος είναι γιατί η καλλιέργεια βρισκόταν στο πρώτο έτος (όψιμη σπορά). Μετά από την καταγραφή των μετρήσεων έγινε υπολογισμός σε βάρος (kg) / στρέμμα.

Στο διάγραμμα 4 παρατηρούμε το μέσο όρο του συνολικού χλωρού βάρους από κάθε μεταχείριση και για τις δύο κοπές. Στα αξιοσημείωτα είναι ότι η διαφορά του συνολικού χλωρού βάρους (διάγραμμα 5) είναι αρκετά μικρή χωρίς να παρατηρείτε στατιστικώς στατιστική διαφορά. Η μεταχείριση με το 75% άρδευση έχει συνολικό βάρος 20,73 Kg/στρέμμα και η μεταχείριση με 100% άρδευση 24,58 Kg/στρέμμα.



Διάγραμμα 4.: Χλωρό βάρος καλλιέργειας ανά συγκομιδή

Να σημειωθεί εδώ πως αυτό που ενδιαφέρει πρωτίστως είναι τα αποτελέσματα του διαγράμματος 5 που αναφέρονται στο σύνολο των δύο κοπών μιας και οι όποιες διαφορές προκύπτουν ανάμεσα στις δύο κοπές, οφείλονται κυρίως στην ανομοιόμορφη ανάπτυξη των φυτών λόγω πρώτης καλλιεργητικής περιόδου και όψιμης φύτευσης. Δηλαδή, το ότι προέκυψαν δύο κοπές δεν οφείλεται σε διπλή παραγωγή μέσα στην ίδια καλλιεργητική περίοδο αλλά σε ανομοιόμορφο εγκλιματισμό και ανάπτυξη των φυτών.



Διάγραμμα 5. Συνολικό χλωρό βάρος

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ανά ημερομηνία μέτρησης.

Πίνακας 5: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του χλωρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ανά ημερομηνία μέτρησης

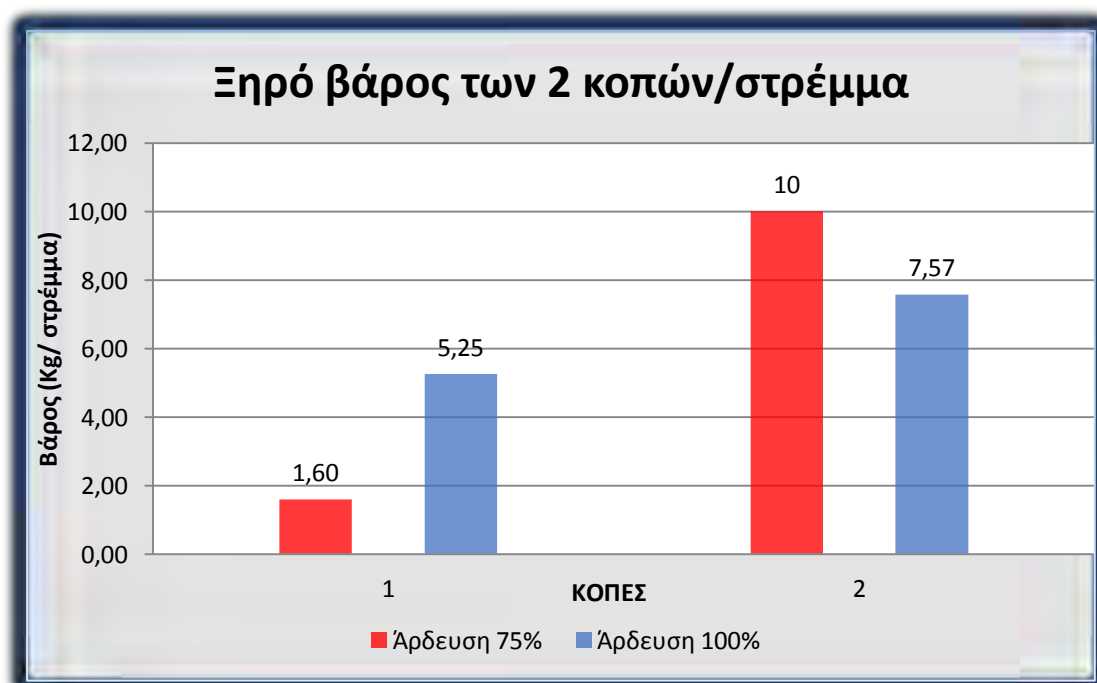
	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων(kg/στρ)	Σημαντικότητα
1^η μέτρηση			0.190
04/06/2015	75%	2.73	
04/06/2015	100%	10,53	
2^η μέτρηση			0.413
26/06/2015	75%	18.00	
26/06/2015	100%	14,05	

Στα διαγράμματα 6 και 7 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των μετρήσεων για το ξηρό βάρος. Τα αποτελέσματα αποδεικνύουν και πάλι ότι και στο συνολικό ξηρό βάρος των 2 μεταχειρίσεων η διαφορά είναι αρκετά μικρή χωρίς να παρατηρείτε στατιστικώς σημαντική διαφορά (διάγραμμα 7). Η μεταχείριση με το 75% άρδευση έχει συνολικό βάρος 11.60 Kg/στρέμμα και η μεταχείριση με 100% άρδευση 12,82 Kg/στρέμμα.

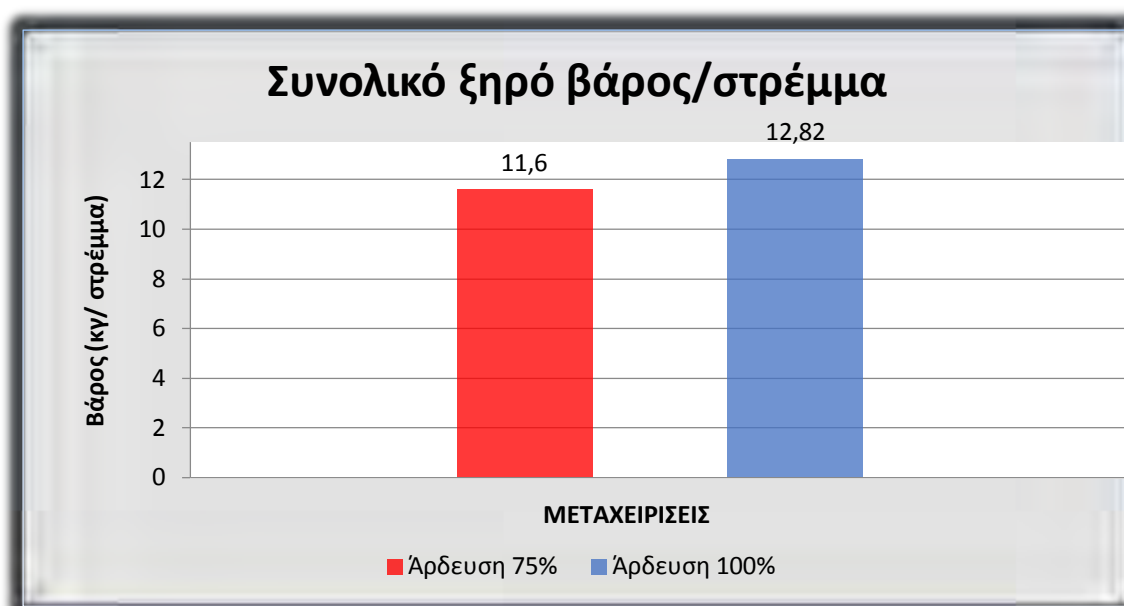
Παρατηρείται ότι, όπως και στο συνολικό χλωρό βάρος, έτσι και στο ξηρό η μεταχείριση 100% έχει μεγαλύτερη απόδοση από τη μεταχείριση 75%.

Και πάλι δεν δίνεται βαρύτητα στην σύγκριση των δύο κοπών (διάγραμμα 6) αλλά στο σύνολο της παραγωγής (διάγραμμα 7) για τους ίδιους λόγους όπως και για το χλωρό βάρος.

Η υπεροχή του ξηρού βάρους στην μεταχείριση 100% (διάγραμμα 7) όπως συμβαίνει και στο χλωρό βάρος της παραγωγής της καλλιέργειας (διάγραμμα 5) εξηγείται από το πώς επηρεάζει ο παράγοντας νερό την ανάπτυξη και απόδοση της καλλιέργειας. Στα επόμενα έτη του πειράματος θα προσπαθήσουμε να επαληθεύσουμε ή όχι αυτά τα αποτελέσματα μιας και το πρώτο έτος παραγωγής μιας τέτοιας καλλιέργειας και τα αποτελέσματά της ίσος δεν είναι αντικειμενικά.



Διάγραμμα 6. Ξηρό βάρος



Διάγραμμα 7. Συνολικό ξηρό βάρος

Στον πίνακα 6 παρουσιάζονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των μετρήσεων του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ανά ημερομηνία μέτρησης.

Πίνακας 6: Μέσος όρος και Σημαντικότητα του ξηρού βάρους των φυτών των δύο μεταχειρίσεων ανά ημερομηνία μέτρησης

	Μεταχειρίσεις	Μέσοι όροι επαναληπτικών μετρήσεων	Σημαντικότητα
1^η μέτρηση			0.194
04/06/2015	75%	1.60	
04/06/2015	100%	5,25	
2^η μέτρηση			0.394
26/06/2015	75%	10.00	
26/06/2015	100%	7,57	

5.2.3 Ποιοτικά χαρακτηριστικά καλλιέργειας

Στον πίνακα 7 παρουσιάζονται αναλυτικά οι ολικές φαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP) και των τριών επαναλήψεων των δύο

μεταχειρίσεων της καλλιέργειας. Παρατηρούμε ότι και στις τρεις επαναλήψεις της μεταχείρισης 75%, τόσο οι ολικές φαινόλες όσο και η αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με την μεταχείριση 100 %, είναι λίγο μικρότερη. Το συμπέρασμα που προκύπτει είναι πως με την ελλειμματική άρδευση πετυχαίνουμε εξοικονόμηση αρδευτικού νερού, μεγαλύτερη παραγωγή ξηρής βιομάζας προϊόντος αλλά λίγο μικρότερη ποιότητα παραγωγής σε ότι αφορά τις ολικές φαινόλες και την αντιοξειδωτική ικανότητα χωρίς αυτή φυσικά να είναι σημαντική. Κάτι που περιμένουμε να επιβεβαιωθεί και στις επόμενες καλλιεργητικές περιόδους που έπονται για να έχουμε ασφαλή συμπεράσματα.

Πίνακας 7: Ολικές Φαινόλες και Αντιοξειδωτική Ικανότητα (FRAP) και των τριών επαναλήψεων των δύο μεταχειρίσεων της καλλιέργειας αναλυτικά.

Δείγματα	TP (Ολικές Φαινόλες) mg (GAE) /3 g ξηρό βάρος	Αντιοξειδωτική Ικανότητα FRAP mM (TEAC)
75%	44,02	2,6
75%	40,76	2,8
75%	41,74	2,6
100%	50,54	3,3
100%	51,20	3,3
100%	51,20	3,1

6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη μελέτη και σύγκριση των αποτελεσμάτων, για τις δύο μεταχειρίσεις στην πειραματική καλλιέργεια του φυτού «τσάι του βουνού», εξάγονται τα παρακάτω συμπεράσματα:

- Αν και είθισται να καλλιεργείται από κάποιο υψόμετρο και πάνω, το φυτό «τσάι του βουνού» μπορεί να καλλιεργηθεί και σε χαμηλά υψόμετρα (κάμπους) με την προϋπόθεση της άρδευσης.
- Επίσης το φυτό «τσάι του βουνού» δίνει ικανοποιητική παραγωγή ακόμη και με όψιμη φύτευση. Αυτό αποδείχτηκε περίτρανα μέσα από τη μελέτη γιατί η φύτευση έγινε 24/03/2015 (μέσα Άνοιξης) ενώ έπρεπε να γίνει στο μέσο του φθινοπώρου όπως συνήθως γίνεται από τους παραγωγούς της περιοχής.
- Η μέθοδος της επιφανειακής στάγδην άρδευσης είναι η πλέον επικρατέστερη μεταξύ των σύγχρονων και των παραδοσιακών μεθόδων άρδευσης για τη μεγιστοποίηση των αποδόσεων. Αυτό οφείλεται στην άμεση διοχέτευση του αρδευτικού νερού απευθείας στην επιφάνεια του φυτού και ακολούθως στο τμήμα του ενεργού ριζοστρώματος με την ταυτόχρονη διατήρηση ικανοποιητικών τιμών εδαφικής υγρασίας μετά το πέρας της κάθε εφαρμογής και για ικανό χρονικό διάστημα.
- Αναμενόμενο ήταν η παραγωγή να είναι αρκετά μειωμένη σε σχέση με την μέγιστη απόδοση της καλλιέργειας. Μετά από τις μετρήσεις που συλλέχθηκαν, οι αποδόσεις ήταν περίπου 100 φορές πιο μικρές από τη μέγιστη απόδοση ανά στρέμμα. Αυτό οφείλεται στο ότι η καλλιέργεια βρισκόταν στην πρώτη της χρονιά και τα φυτά δεν είχαν ακόμη αναπτυχθεί ικανοποιητικά (μέγιστη απόδοση παραγωγής 3^ο με 4^ο έτος καλλιέργειας).
- Στις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην καλλιέργεια για την κάθε μεταχείριση, παρατηρήθηκε διαφορά στα ύψη και στις αποδόσεις μεταξύ των δύο συγκομιδών λόγω του ότι δεν υπήρχε αρκετός χρόνος να εγκλιματιστούν και να αναπτυχθούν ομοιόμορφα τα φυτά (1^ο έτος όψιμης φύτευσης).

- Για τον ίδιο λόγο που αναφέρθηκε πιο πάνω, δηλαδή για την μη ομοιόμορφη ανάπτυξη των φυτών, πραγματοποιήθηκαν 2 κοπές. Το σύνολο της παραγωγής των δύο κοπών για την κάθε μεταχείριση καθώς και το μέσο ύψος των δύο κοπών για κάθε μεταχείριση είναι αυτό που ενδιαφέρει και μελετήθηκε τελικά για να διατυπωθούν καλύτερα και πιο ξεκάθαρα αποτελέσματα.
- Οι βροχοπτώσεις και οι θερμοκρασίες μέχρι την πρώτη συγκομιδή κινήθηκαν σε ευνοϊκά πλαίσια για την καλλιέργεια, όμως το 3^ο 10ήμερο του Ιουνίου, κατά τη δεύτερη συγκομιδή ίσως να επηρέασαν την ποιότητα του τσαγιού, αλλά όπως αποδείχτηκε από τις ποιοτικές αναλύσεις μόνο αισθητικά, λόγω της αυξημένης βροχόπτωσης και μειωμένης θερμοκρασίας.
- Από την διακύμανση των μετρήσεων και μέσω της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε σε ότι αφορά τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης της καλλιέργειας, στο ύψος των φυτών, στο μέσο όρο των δύο μετρήσεων (που είναι και το ζητούμενο) δεν διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά μεταξύ τους, κάτι που δεν συμβαίνει στο σύνολο των μετρήσεων.
- Από την διακύμανση των μετρήσεων και μέσω της στατιστικής ανάλυσης που πραγματοποιήθηκε σε ότι αφορά τα παραγωγικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας τόσο για το χλωρό όσο και για το ξηρό βάρος της παραγωγής (στο μέσο όρο του συνόλου των δύο μετρήσεων, που είναι και το ζητούμενο) συμπεραίνουμε πως δεν παρουσιάζονται στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους, κάτι που δεν συμβαίνει στο σύνολο των μετρήσεων.
- Στα ποιοτικά χαρακτηριστικά της καλλιέργειας που μελετήθηκαν, οι ολικές φαινόλες και η αντιοξειδωτική ικανότητα (FRAP) και στις τρεις επαναλήψεις των δύο μεταχειρίσεων, παρατηρήθηκε ότι στη μεταχείριση 75%, τόσο οι ολικές φαινόλες όσο και η αντιοξειδωτική ικανότητα σε σχέση με την μεταχείριση 100 %, είναι μικρότερη, κάτι μένει να το επαληθεύσουμε στα επόμενα έτη της έρευνας.
- Επομένως αφού οι μέσοι όροι των μετρήσεων, στο σύνολο των δύο κοπών, τόσο στα παραγωγικά όσο και στα αναπτυξιακά

χαρακτηρίστηκα της καλλιέργειας δεν παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ τους συμπεραίνεται ότι, η ελλειμματική άρδευση (μεταξύ των 75% και 100% της εξατμισοδιαπνοής της καλλιέργειας) είναι εξίσου ικανοποιητική (σε ότι αφορά την πρώτη καλλιεργητική περίοδο) δίνοντας ικανοποιητικές αποδόσεις με επίτευξη μεγάλη εξοικονόμηση αρδευτικού νερού.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., Smith, M., 1998. Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements - FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Irrigation and Drainage 300, 300.
- Aligiannis N., E. Kalpoutzakis, I. B. Chinou, and S. Mitakou, 2001 E. Gikas and A. Tsarbopoulos, 2001. Composition and Antimicrobial Activity of the Essential Oils of Five Taxa of *Sideritis* from Greece J. Agric. Food Chem., 49 811-815.
- Charami M.T., Lazari D., Karioti A., Skaltsa H., Hadjipavlou-Litina D., and Souleles C., 2008. Antioxidant and Antiinflammatory Activities of *Sideritis perfoliata* subsp. *Perfoliata* (Lamiaceae), *Phytother. Res.* 22, 450–454.
- Demo A., C. Petrakis, P. Kefalas, and Dimitrios Boskou. 1998. Nutrient antioxidants in some herbs and Mediterranean plant leaves. *Food Research International*, Vol. 31, No. 5, pp. 351-354.
- Ezer N., R. Vila, S. Canigueral and T. Adzet. 1996. Essential oil composition of four Turkish species of *Sideritis*. *Phytochemistry* , Vol. 41, No 1 pp. 203-205.
- Floca , Voyadjis , Iconomou. 1981. Etude chimique de *Sideritis scardica*. University de Thessaloniki.
- Fokialakis N., Kalpoutzakis E., Tekwani B.L., Khan S.I., Kobaisy M., Skaltsounis A.L., Duke O., 2007. Evaluation of the antimalarial and antileishmanial activity of plants from the Greek island of Crete, *J. Nat. Med.*, 61, 38–45.
- Francisco A., B. Tomas, M. Rejdali, J. Harborne, and V. Heywood. 1988. External and vacuolar flavonoids from Ibero-north African *Sideritis* species. A chemosystematic approach. *Phytochemistry* . Vol. 27, No. 1. pp. 165-170.
- Gabrieli C., E. Kokkalou. 1990. A Glucosylated Acylflavone from *Sideritis raeseri*. *Phytochemistry* , Vol. 29, No. 2 pp. 681 683.
- Galati E., M. Germano, A. Rossito, O. Tzakou, H. Skaltsa, and V. Roussis

- .1996. Essential Oil of *Sideritis raeseri* Boiss. Et Heldr. ssp. *raeseri* J.Essent. Oil Res., 8, 303-304 .
- Gonzalez-Burgos E., Carretero M.E., Gomez-Serranillos M.P.,2011. *Sideritis* spp.: Uses, chemical composition and pharmacological activities A Review, Journal of Ethnopharmacology, 135,209–225.
- Koedam A. 1986. Volatile Oil Composition of Greek Mountain Tea *Sideritis* spp. J. Sci. Food Agric., 36, 681-684.
- Laer U., K Glombitza, and M. Neugebauer. 1996. The Essential Oil of *Sideritis syriaca*. *Planta Med.* 62.
- Mateo C., J. Calderon, and J. Sanz. 1988. Essential oils of some *Sideritis* species from central and southern Spain. *Phytochemistry*, Vol. 27, No. 1. pp. 151-153.
- Sakellariou-Maktantonaki, M., Kalfountzos, D., Vyrlas, P. and Kapetanios, B. (2002). Water saving using modern irrigation methods. *Hydrorama 2002*, pp 96–102.
- Venturela P., A. Bellino, and M. L. Marino. 1983. Ucriol, an epoxy-diterpene from *Sideritis syriaca*. *Phytochemistry* . Vol. 22, No. 2, pp. 600-601.
- Villar A., A. Navarro, M. C. Zafra-Polo, and J. L Rios. 1984. Constituents of the essential oil of *sideritis mugronensis* *Piantes medicinales et phytotherapie*, Tome XVIII, p.150-153.
- Villar a., J. Esplugues, and M. J. Alcaraz. 1990. Isolation of an Antiflammatory Compound from *Sideritis mugronensis*. *Planta Medica* 39.

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Ανάσης Ε., 1976. Τα φαρμακευτικά βότανα της Ελλάδας: ονομασία, ιστορία, βοτανικοί χαρακτήρες, χρησιμότητες, φαρμακευτικές ιδιότητες, καλλιέργεια. Μακρής.
- Γεννάδιος Π., 1959. Λεξικόν Φυτολογικόν, Γκιούρδα.
- Γκέργκης Β., Ν. Αργυριαδη-Γιαννοβιτς, Κ. Πούλος. 1990. Εκχυλιση μα υγρό διοξειδίο του άνθρακα και Freon-11 του φυτού *Sideritis Labiate* (Τσάι του Βουνού) με σκοπό τη μελέτη του αρωματός του. 2° Συνέδριο Χημείας Ελλάδος- Κύπρου.
- Γκόλιαρης Α. 1984. Το Τσάι του βουνού, από αυτοφυές τώρα στην καλλιέργεια. Υπουργείο Γεωργίας " Τα Αγροτικά" Τεύχος 16 : 29-31.
- Θανασούλια Β., Σιατής Ν., 2008. Περί βοτάνων: πλήρης οδηγός βοτάνων, μορφολογία, ιδιότητες, τρόποι χρήσης. Αγγελάκη.
- Μήτσιος, Ι., Τούλιος Μ., Χαρούλης Α., Γάτσιος Φ. και Φλωράς Σ., 2000. Εδαφολογική μελέτη και εδαφολογικός Χάρτης του αγροκτήματος του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου. Εκδόσεις Zymel, Αθήνα.
- Οικονόμου Ν., 2016. Ευφυής έλεγχος με ασαφή λογική για τον αυτοματισμό ενός συστήματος άρδευσης. Μεταπτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παναγιώτου Λ., 2016. Πειραματική διερεύνηση ανάπτυξης του φυτού "τσάι του βουνού" με την εφαρμογή άρδευσης (1η καλλιεργητική περίοδος). Πτυχιακή Διατριβή, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος.
- Παπαζαφειρίου, Ζ.Γ., 1984. Αρχές και Πρακτική των Αρδεύσεων. Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.
- Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη, Μ., Καλφούντζος, Δ. και Παπανίκος, Ν. (2000). Αξιολόγηση της επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης σε καλλιέργεια ζαχαρότευτλων. Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Εταιρείας Γεωργικών Μηχανικών Ελλάδος (ΕΓΜΕ), 28-30 Σεπτεμβρίου, Βόλος, σελ. 157-164.

Σακελλαρίου-Μακραντωνάκη Μ., Παπαλέξης, Δ. Δαναλάτος, Ν. Βουλτσάνης Π. και Νάκος, Ν. (2003). Επίδραση επιφανειακής και υπόγειας στάγδην άρδευσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της ενεργειακής καλλιέργειας του σόργου στην κεντρική Ελλάδα. 9ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ελληνικής Υδροτεχνικής Ένωσης, 2-5 Απριλίου, Θεσσαλονίκη, σελ. 183 - 190.

Σακελλαρίου - Μακραντωνάκη Μ., 2003. «Σημειώσεις αρδεύσεων>Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλος.

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

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

ONEWAY IPSOS BY METAXEIRISI

```

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .
    
```

Oneway

Notes

Output Created		08-louv-2016 19:12:34
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	12
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY IPSOS BY METAXEIRISI /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,015
	Elapsed Time	00:00:00,015

[DataSet0]

Descriptives

IPSOS

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
50	3	29,9667	1,18462	,68394	27,0239	32,9094
75	3	28,1333	2,75741	1,59199	21,2835	34,9831
100	3	32,2667	,85049	,49103	30,1539	34,3794
Total	9	30,1222	2,37686	,79229	28,2952	31,9492

Descriptives

IPSOS

	Minimum	Maximum
50	28,60	30,70
75	25,50	31,00
100	31,30	32,90
Total	25,50	32,90

ANOVA

IPSOS

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	25,736	2	12,868	3,967	,080
Within Groups	19,460	6	3,243		
Total	45,196	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:IPSOS

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	50	75	1,83333	1,47045	,259
		100	-2,30000	1,47045	,169
	75	50	-1,83333	1,47045	,259
		100	-4,13333*	1,47045	,031
	100	50	2,30000	1,47045	,169
		75	4,13333*	1,47045	,031

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

Multiple Comparisons

Homogeneous Subsets

Dependent Variable:IPSOS

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-1,7647	5,4314
		100	-5,8981	1,2981
	75	50	-5,4314	1,7647
		100	-7,7314	-,5353
	100	50	-1,2981	5,8981
		75	,5353	7,7314

IPSOS

	METAXEIRISI	N	Subset for alpha = 0.05	
			1	2
Duncan ^a	75	3	28,1333	
	50	3	29,9667	29,9667
	100	3		32,2667
	Sig.			,259

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ONEWAY IPSOS 2 KOPI BY METAXEIRISI

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .

Oneway

Notes

Output Created		08-louv-2016 20:28:28
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	23
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY IPSOS_2_KOPI BY METAXEIRISI /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,015
	Elapsed Time	00:00:00,015

[DataSet0]

Multiple Comparisons

Descriptives

IPSOS_2_KOPI

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
50	3	36,0000	3,40441	1,96554	27,5430	44,4570
75	3	37,7333	5,66157	3,26871	23,6692	51,7974
100	3	37,3333	6,61539	3,81939	20,8998	53,7669
Total	9	37,0222	4,74019	1,58006	33,3786	40,6659

Descriptives

IPSOS_2_KOPI

	Minimum	Maximum
50	32,30	39,00
75	31,20	41,20
100	31,90	44,70
Total	31,20	44,70

ANOVA

IPSOS_2_KOPI

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4,942	2	2,471	,085	,920
Within Groups	174,813	6	29,136		
Total	179,756	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: IPSOS_2_KOPI

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	Mean	Std. Error	Sig.
			Difference (I-J)		
LSD	50	75	-1,73333	4,40723	,708
		100	-1,33333	4,40723	,772
	75	50	1,73333	4,40723	,708
		100	,40000	4,40723	,931
	100	50	1,33333	4,40723	,772
		75	-,40000	4,40723	,931

Dependent Variable:IPSOS_2_KOPI

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-12,5174	9,0508
		100	-12,1174	9,4508
	75	50	-9,0508	12,5174
		100	-10,3841	11,1841
	100	50	-9,4508	12,1174
		75	-11,1841	10,3841

Homogeneous Subsets

IPSOS_2_KOPI

METAXEIRISI	N	Subset for alpha = 0.05
		1
Duncan ^a		
50	3	36,0000
100	3	37,3333
75	3	37,7333
Sig.		,716

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ONEWAY APODOSI_XLORO_1 BY METAXEIRISI

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .

Oneway

Notes

Output Created		08-louv-2016 20:30:05
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	23
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY APODOSI_XLORO_1 BY METAXEIRISI /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,016
	Elapsed Time	00:00:00,033

[DataSet0]

Descriptives

APODOSI_XLORO_1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
50	3	91,6667	45,36886	26,19372	-21,0358	204,3692
75	3	41,1000	17,41637	10,05535	-2,1647	84,3647
100	3	158,3333	161,06624	92,99164	-241,7774	558,4441
Total	9	97,0333	98,33176	32,77725	21,4489	172,6178

Descriptives

APODOSI_XLORO_1

	Minimum	Maximum
50	40,00	125,00
75	21,50	54,80
100	33,00	340,00
Total	21,50	340,00

ANOVA

APODOSI_XLORO_1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	20745,087	2	10372,543	1,099	,392
Within Groups	56607,993	6	9434,666		
Total	77353,080	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: APODOSI_XLORO_1

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	Mean	Std. Error	Sig.
			Difference (I-J)		
LSD	50	75	50,56667	79,30811	,547
		100	-66,66667	79,30811	,433
	75	50	-50,56667	79,30811	,547
		100	-117,23333	79,30811	,190
	100	50	66,66667	79,30811	,433
		75	117,23333	79,30811	,190

Multiple Comparisons

Dependent Variable: APODOSI_XLORO_1

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-143,4933	244,6266
		100	-260,7266	127,3933
	75	50	-244,6266	143,4933
		100	-311,2933	76,8266
	100	50	-127,3933	260,7266
		75	-76,8266	311,2933

Homogeneous Subsets

APODOSI_XLORO_1

	METAXEIRISI	N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	75	3	41,1000
	50	3	91,6667
	100	3	158,3333
	Sig.		,203

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

```

GET
  FILE='D:\User\Documents\DEDOMENA OLA.sav'.
DATASET NAME DataSet1 WINDOW=FRONT.
ONEWAY APODOSI_XLORO_2 BY METAXEIRISI
  /MISSING ANALYSIS
  /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).

```

Oneway

Notes

Output Created		09-louv-2016 14:43:16
Comments		
Input	Data	D:\User\Documents\DEDOMENA OLA.sav
	Active Dataset	DataSet1
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	23
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY APODOSI_XLORO_2 BY METAXEIRISI /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,016
	Elapsed Time	00:00:00,015

[DataSet1] D:\User\Documents\DEDOMENA OLA.sav

ANOVA

APODOSI_XLORO_2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5680,727	2	2840,363	,422	,674
Within Groups	40402,133	6	6733,689		
Total	46082,860	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable:APODOSI_XLORO_2

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.
LSD	50	75	-44,73333	67,00094	,529
		100	14,23333	67,00094	,839
	75	50	44,73333	67,00094	,529
		100	58,96667	67,00094	,413
	100	50	-14,23333	67,00094	,839
		75	-58,96667	67,00094	,413

Multiple Comparisons

Dependent Variable:APODOSI_XLORO_2

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-208,6787	119,2121
		100	-149,7121	178,1787
	75	50	-119,2121	208,6787
		100	-104,9787	222,9121
	100	50	-178,1787	149,7121
		75	-222,9121	104,9787

Homogeneous Subsets

APODOSI_XLORO_2

METAXEIRISI		N	Subset for alpha = 0.05
			1
Duncan ^a	100	3	211,5000
	50	3	225,7333
	75	3	270,4667
	Sig.		,427

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ONEWAY APODOSI KSIRO 1 BY METAXEIRISI

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .

Oneway

Notes

Output Created		08-louv-2016 20:33:46
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	23
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY APODOSI_KSIRO_1 BY METAXEIRISI /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,015
	Elapsed Time	00:00:00,031

[DataSet0]

Multiple Comparisons

Descriptives

APODOSI_KSIRO_1

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
50	3	48,8333	24,71282	14,26795	-12,5567	110,2234
75	3	24,2333	9,72951	5,61733	,0639	48,4028
100	3	80,0333	76,45746	44,14274	-109,8975	269,9642
Total	9	51,0333	47,16262	15,72087	14,7809	87,2857

Descriptives

APODOSI_KSIRO_1

	Minimum	Maximum
50	21,00	68,20
75	13,00	30,00
100	20,30	166,20
Total	13,00	166,20

ANOVA

APODOSI_KSIRO_1

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4692,240	2	2346,120	1,074	,399
Within Groups	13102,260	6	2183,710		
Total	17794,500	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: APODOSI_KSIRO_1

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	Mean	Std. Error	Sig.
			Difference (I-J)		
LSD	50	75	24,60000	38,15503	,543
		100	-31,20000	38,15503	,445
	75	50	-24,60000	38,15503	,543
		100	-55,80000	38,15503	,194
	100	50	31,20000	38,15503	,445
		75	55,80000	38,15503	,194

Dependent Variable: APODOSI_KSIRO_1

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-68,7620	117,9620
		100	-124,5620	62,1620
	75	50	-117,9620	68,7620
		100	-149,1620	37,5620
	100	50	-62,1620	124,5620
		75	-37,5620	149,1620

Homogeneous Subsets

APODOSI_KSIRO_1			
METAXEIRISI	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan ^a	75	3	24,2333
	50	3	48,8333
	100	3	80,0333
	Sig.		,207

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.

ONEWAY APODOSI KSIRO 2 BY METAXEIRISI

/STATISTICS DESCRIPTIVES
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05) .

Oneway

Notes

Output Created		08-louv-2016 20:36:50
Comments		
Input	Active Dataset	DataSet0
	Filter	<none>
	Weight	<none>
	Split File	<none>
	N of Rows in Working Data	23
	File	
Missing Value Handling	Definition of Missing	User-defined missing values are treated as missing.
	Cases Used	Statistics for each analysis are based on cases with no missing data for any variable in the analysis.
Syntax		ONEWAY APODOSI_KSIRO_2 BY METAXEIRISI /STATISTICS DESCRIPTIVES /MISSING ANALYSIS /POSTHOC=DUNCAN LSD ALPHA(0.05).
Resources	Processor Time	00:00:00,016
	Elapsed Time	00:00:00,031

[DataSet0]

Multiple Comparisons

Descriptives

APODOSI_KSIRO_2

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	95% Confidence Interval for Mean	
					Lower Bound	Upper Bound
50	3	148,0000	15,09967	8,71780	110,4903	185,5097
75	3	150,6667	53,16327	30,69383	18,6018	282,7316
100	3	113,6667	66,07824	38,15029	-50,4808	277,8141
Total	9	137,4444	46,63183	15,54394	101,6000	173,2888

Descriptives

APODOSI_KSIRO_2

	Minimum	Maximum
50	132,00	162,00
75	103,00	208,00
100	38,00	160,00
Total	38,00	208,00

ANOVA

APODOSI_KSIRO_2

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2554,889	2	1277,444	,516	,621
Within Groups	14841,333	6	2473,556		
Total	17396,222	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

Dependent Variable: APODOSI_KSIRO_2

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	Mean	Std. Error	Sig.
			Difference (I-J)		
LSD	50	75	-2,66667	40,60834	,950
		100	34,33333	40,60834	,430
	75	50	2,66667	40,60834	,950
		100	37,00000	40,60834	,397
	100	50	-34,33333	40,60834	,430
		75	-37,00000	40,60834	,397

Dependent Variable: APODOSI_KSIRO_2

	(I) METAXEIRISI	(J) METAXEIRISI	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
LSD	50	75	-102,0317	96,6984
		100	-65,0317	133,6984
	75	50	-96,6984	102,0317
		100	-62,3650	136,3650
	100	50	-133,6984	65,0317
		75	-136,3650	62,3650

Homogeneous Subsets

APODOSI_KSIRO_2			
METAXEIRISI	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	
Duncan ^a	100	3	113,6667
	50	3	148,0000
	75	3	150,6667
	Sig.		,411

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3,000.