



Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Δυτικής Ελλάδας

Τμήμα Τεχνολόγων Γεωπόνων Αμαλιάδας

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



“Ριζοβολία Μοσχευμάτων Λεβάντας (*Lavandula officinalis*)”

Σπουδαστές: Θεοδούλης Θεοφάνης, Κουτσούμπας Παναγιώτης

Επιβλέπων Καθηγητής: Σαλάχας Γεώργιος

ΑΜΑΛΙΑΔΑ 2016

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή μελέτη πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Φυσιολογίας και Θρέψης Φυτών και στο θερμοκήπιο-Αεροπονική Φάρμα στις εγκαταστάσεις του Τμ. Τεχνολόγων Γεωπόνων στην Αμαλιάδα.

Θέλουμε να ευχαριστήσουμε θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή μας, κ. Σαλάχα Γεώργιο για την πολύτιμη βοήθειά του τόσο κατά τη διάρκεια της πτυχιακής αυτής όσο και για τη εκπαίδευσή μας στην Αεροπονική τεχνολογία και στα υδροπονικά συστήματα. Ιδιαίτερα η ενασχόληση μας με την πρωτοποριακή μέθοδο της αεροπονικής καλλιέργειας φυτών μας οδήγησε σε νέα μονοπάτια γνώσης και επιστημονικής εμπειρίας.

Θέλουμε επίσης να ευχαριστήσουμε ιδιαίτερα τους Ερευνητικούς Συνεργάτες του Εργαστηρίου, τον Δρ. Λυκοκανέλλο και τον Δρ. Λαγογιάννη για την πολύτιμη βοήθεια τους κυρίως στον ιολογικό έλεγχο των φυτών στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πάτρας με τη ορολογική μέθοδο ELISA και τη συσκευή ELISA BIOTEK ELX800.

Περιεχόμενα

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο	4
Εισαγωγή	4
1.1 ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΑΡΩΜΑΤΙΚΩΝ – ΦΑΡΜΑΚΕΥΤΙΚΩΝ ΦΥΤΩΝ	10
1.1.1 Αξιοποίηση και χρήσεις	11
1.1.2 Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα	12
1.1.3 Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στον κόσμο	14
1.1.4 Το μέλλον των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών	14
1.1.5 Πλεονεκτήματα	15
1.1.6 Πολλαπλασιαστικό υλικό αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών.....	16
1.1.7 Πολλαπλασιασμός με Μοσχεύματα.....	17
1.1.8 Ασθένειες.....	18
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο	26
Υλικά και Μέθοδοι	26
2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ	26
2.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΦΥΤΟΥ.....	27
2.3 Η ΒΙΟΧΗΜΙΚΗ ΜΕΘΟΔΟΣ ELISA	28
2.3.1 Φυτοϋγειονομικός Έλεγχος Μητρικών Φυτών.....	33
2.4 ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ ΑΕΡΟΠΟΝΙΑΣ & ΥΔΡΟΠΟΝΙΑΣ.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο	44
Σκοπός της Εργασίας	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο	45
Αποτελέσματα	45
4.1 ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ ΛΕΒΑΝΤΑΣ ΜΕ ΤΙΣ ΜΕΘΟΔΟΥΣ ΥΔΡΟΝΕΦΩΣΗ-ΑΕΡΟΠΟΝΙΑ-ΥΔΡΟΠΟΝΙΑ.....	45
4.2 ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΗΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	45
4.3 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ.....	46
4.4 ΦΥΤΟΫΓΕΙΟΝΟΜΙΚΟΣ ΈΛΕΓΧΟΣ.....	48
4.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΡΙΖΟΒΟΛΙΑΣ	51
4.6 ΈΛΕΓΧΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ.....	56
4.7 ΡΙΖΟΒΟΛΙΑ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ	60
4.8 ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΡΥΘΜΙΣΤΩΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗ ΜΟΣΧΕΥΜΑΤΩΝ.....	62
4.8.1 Αριθμός Διακλαδώσεων	64
4.8.2 Μήκος Ρίζας.....	67
4.8.3 Ύψος Φυτών.....	69
4.9 ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΠΡΟΣΒΟΛΗΣ ΤΟΥ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΑΠΟ ΑΣΘΕΝΕΙΣ	71
4.10 ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ ΦΥΤΑΡΙΩΝ ΣΤΙΣ ΜΟΝΙΜΕΣ ΘΕΣΕΙΣ	73
4.10.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά (Πίνακες).....	74
4.10.2 Μορφολογικά Χαρακτηριστικά (Διαγράμματα).....	80
4.10.3 Αξιολόγηση του Μεταφυτευτικού σοκ.....	83
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	85
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο	86
Συζήτηση	86
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6^ο	88
Συμπεράσματα	88

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η πειραματική αυτή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να μελετηθεί συγκριτικά η ριζοβολία μοσχευμάτων του φυτού Λεβάντα (*Lavandula officinalis*) σε τρία διαφορετικά συστήματα ριζοβολίας. Συγκεκριμένα στην Αεροπονία, στο σύστημα Επίπλευσης και στο κλασικό σύστημα Υδρονέφωσης.

Διερευνήθηκε επίσης και η επίδραση διαφορετικών ορμονών ριζοβολίας και διαφορετικών ρυθμιστών ανάπτυξης. Πραγματοποιήθηκαν συγκριτικές μετρήσεις στο ύψος το φυτών, καθώς και στο μήκος των ριζών και τον αριθμό των διακλαδώσεών τους σε όλες τις πειραματικές μεταχειρήσεις.

Στη συνέχεια και αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία της ριζοβολίας μοσχευμάτων Λεβάντας, έγινε μετεγκατάσταση των φυτών (που ριζοβόλισαν με επιτυχία), από τα τρία συστήματα ριζοβολίας σε ατομικά φυτοδοχεία (γλάστρες) και στον αγρό, προκειμένου να εκτιμηθεί το μεταφυτευτικό σοκ, η ευκολία προσαρμογής και ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

Εισαγωγή

Καθώς ο πληθυσμός της γης αυξάνεται και η ανάγκη για την οικονομία των υδάτινων πόρων και την προστασία του περιβάλλοντος γίνεται πιο επιτακτική η αεροπονία είναι το νεότερο, πιο μοντέρνο και τεχνολογικά εξελιγμένο σύστημα καλλιέργειας για την παραγωγή φυλλωδών λαχανικών, ανθοκομικών και άλλων φυτών, με τις ελάχιστες δυνατές απαιτήσεις σε νερό και ενέργεια. [1].

Πρόσφατα έχουν γίνει αρκετές ερευνητικές προσπάθειες και έχουν μελετηθεί διάφορες παράμετροι π.χ. για τον έλεγχο της ριζικής ατμόσφαιρας [2], της θερμοκρασίας και της απορρόφησης των θρεπτικών στοιχείων [3] της επίδρασης της μορφής του χορηγούμενου αζώτου [4, 5] ή του φωτός [6] και άλλων παραμέτρων [7, 8].

Τα πλεονεκτήματα της αεροπονίας σε σχέση με την υδροπονία είναι οι σημαντικά μικρότερες απαιτήσεις σε θρεπτικά συστατικά, νερό και ενέργεια γεγονός που ανακλά στη μείωση του κόστους παραγωγής, τον ταχύτερο ρυθμό ανάπτυξης και ωρίμανσης των φυτών, τη μεγαλύτερη πυκνότητα φύτευσης και τον ευκολότερο έλεγχο των εχθρών και ασθενειών. Τα μειονεκτήματα είναι το μεγαλύτερο αρχικό κόστος και η έλλειψη σχετικής τεχνογνωσίας των αγροτών στις νέες τεχνολογίες.

Τα πρώτα πειράματα αεροπονίας διεξήχθησαν στη δεκαετία του 1920 από βοτανολόγους για τη μελέτη της δομής του συστήματος ρίζας. Το 1942, ο W. Larter περιέγραψε την αεροπονική μέθοδο της ανάπτυξης των φυτών. Το 1957, ο F.W. Went ξεκίνησε, να πραγματοποιεί τα πρώτα πειράματα με τη νέα τεχνική της αεροπονίας, καλλιεργώντας φυτά καφέ και ντομάτας [62].

Η σύγχρονη ανάπτυξη της αεροπονίας άρχισε την δεκαετία του 1960 και του 1970 στο Ερευνητικό Κέντρο Ames της NASA, για την παραγωγή των φυτικών τροφών για τις μελλοντικές αποστολές και αποικίες του διαστήματος. Το 1996 η NASA σε συνεργασία με τον R. Stoner αναπτύσει ένα αεροπονικό σύστημα ενώ αυξάνεται η παραγωγή χωρίς την ανάγκη των φυτοφαρμάκων για τον έλεγχο των παθογόνων. Ο Richard Stoner θεωρείται ο πατέρας της εμπορικής αεροπονίας. Σήμερα η τεχνολογία της αεροπονίας χρησιμοποιείται σε ολόκληρο τον κόσμο [50].

Η καλλιέργεια για παραγωγή τροφίμων σε θερμοκήπια είναι μία εναλλακτική προσέγγιση για τις αστικές περιοχές, η οποία προσελκύει αυξανόμενο ενδιαφέρον, ειδικά στη Νέα Υόρκη δεδομένου της μικρής εποχικής περιόδου λόγω κλιματολογικών συνθηκών. Τα θερμοκήπια διαφέρουν, από μικρές απλές κατασκευές μέχρι περίπλοκα περιβάλλοντα που λειτουργούν για να παρέχουν τις βέλτιστες συνθήκες ανάπτυξης καθ' όλη τη διάρκεια του έτους. Αυτή η τελευταία προσέγγιση, η οποία συνήθως χρησιμοποιεί μεθόδους υδροπονικών καλλιεργειών, ονομάζεται Καλλιέργεια Ελεγχόμενου Περιβάλλοντος (Controlled Environment Agriculture). Στις αστικές περιοχές, οι καλλιέργειες αυτές συχνά συμβαίνουν σε δώματα κτιρίων, όχι μόνο εξαιτίας της προφανούς έλλειψης καλλιεργήσιμης γης και του συνεπαγόμενου κόστους, αλλά επίσης διότι τα θερμοκήπια απαιτούν άφθονη πρόσβαση στο φως του ηλίου για αποδοτική λειτουργία, συνθήκη που είναι δύσκολο να επιτευχθεί στο επίπεδο του εδάφους στις πυκνοδομημένες αστικές περιοχές.

Τα υδροπονικά συστήματα καλλιέργειας μπορεί να επιτύχουν μεγαλύτερη παραγωγή ανά τετραγωνικό μέτρο απ' ότι άλλες μέθοδοι καλλιέργειας – διπλές ή τριπλές σοδειές μπορούν να επιτευχθούν ακόμα και στις περιπτώσεις εντατικής καλλιέργειας δώματος. Το γεγονός ότι τέτοια συστήματα δεν χρησιμοποιούν χώμα για την ανάπτυξη των φυτών συνεπάγεται ότι μπορούν να διαρθρωθούν στις τρεις διαστάσεις και να εκμεταλλευτούν τόσο τον οριζόντιο όσο και τον κατακόρυφο χώρο. [59].

Τόσο στην αεροπονία αλλά και γενικότερα στην υδροπονία, χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή υδατικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών ανόργανα θρεπτικά στοιχεία, εκτός από τον άνθρακα τον οποίο η καλλιέργεια τον προσλαμβάνει από την ατμόσφαιρα ως διοξείδιο του άνθρακα (CO₂). Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες

της αναπνοής. Το χλώριο εμπεριέχεται σχεδόν πάντοτε σε επαρκείς ποσότητες ως χλωριούχο ανιόν στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του διαλύματος καθώς επίσης και στις προσμίξεις των λιπασμάτων. Επομένως, μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χημικά στοιχεία, δηλαδή τα μακροστοιχεία N, P, S, K, Ca, και Mg και τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, B και Mo πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος.

Για να προστεθούν τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις σιδήρου). Τα απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες συνίστανται μόνο από μία χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε ως διαλύτη. Επομένως, επιλέγοντας κάθε φορά κατάλληλες αναλογίες ανάμειξης ορισμένων από αυτά τα λιπάσματα είναι δυνατόν να παρασκευασθεί ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα με εξατομικευμένες σε μία δεδομένη καλλιέργεια αναλογίες και περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία.

Εκτός από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην υδροπονική πράξη σημαντικό ρόλο έχουν άλλα δύο μεγέθη ή κρίσιμες παράμετροι για την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και το pH του θρεπτικού διαλύματος [49]. Συνοπτικά μπορούμε να πούμε ότι το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα όλων των απαραίτητων θρεπτικών στοιχείων, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό:

- είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων
- είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις
- είτε ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις

Οι φυτορρυθμιστικές ουσίες (plant growth regulators) είναι οργανικές ενώσεις, που παράγονται σε πολύ μικρές συγκεντρώσεις, μετακινούνται μέσα στο φυτό, και επηρεάζουν βασικές φυσιολογικές του λειτουργίες [9].

Η ευνοϊκή επίδραση των επιβραδυντών αύξησης στην άνθηση οδήγησε στη σύνθεσή τους από την βιομηχανία και στη χρήση του στα φυτά για καλλιεργητικούς και εμπορικούς λόγους. Μια ομάδα φυτορρυθμιστικών ουσιών είναι τα παράγωγα της ομάδας των Τριαζολών όπως το paclobutrazol, και έχουν το χαρακτηριστικό ότι προστατεύουν το φυτό από περιβαλλοντικές καταπονήσεις όπως ξηρασία, ακραίες θερμοκρασίες καθώς και επιδράσεις αερίων όπως του θείου και του διοξειδίου του άνθρακα στην ατμόσφαιρα [10]. Η δράση του μορίου αυτού έγκειται στη δυνατότητα του να αναστέλλει τη παραγωγή της γιββερελλίνης (ενώ παράλληλα εμφανίζουν μυκητοκτόνο δράση. Αυτό δημιουργεί, στα φυτά που εφαρμόζεται, μεγαλύτερη ανθεκτικότητα σε στρες του περιβάλλοντος και σε μυκητολογικές ασθένειες [11,35]. Αν και η πιο σταθερή επίδραση του είναι η καθυστέρηση της ανάπτυξης, έχουν παρατηρηθεί και άλλες επιδράσεις όπως η αύξηση του αριθμού των βλαστών [12]. Παρομοίως το daminozide παρεμποδίζει τη βιοσύνθεση της υψηλής δραστηριότητας γιββερελλίνης GAI, δρώντας στο κατώτερο τμήμα της βιοσυνθετικής διαδικασίας. Είναι ουσία η οποία απορροφάται γρήγορα μέσα

στα φύλλα, τις ρίζες και το βλαστό [13] μετακινείται μέσα στο φυτό και μπορεί να συγκεντρωθεί στα διάφορα όργανα του φυτού όπως ρίζες, καρπούς κλπ.

Το σύστημα επίπλευσης (float system) είναι μια σχετικά πρόσφατη μέθοδος παραγωγής έρριζων μοσχευμάτων, που αποσκοπεί στη γρήγορη παραγωγή, ομοιόμορφων και υγιών φυταρίων, που είναι έτοιμα για μεταφύτευση και περαιτέρω καλλιέργεια τους. Αναπτύχθηκε για πρώτη φορά στις Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής από τη Speedling Inc., στα μέσα του 1980. Στην Ελλάδα έχει αναπτυχθεί από το Εργαστήριο του κ. Σαλάχα στο Τ.Ε.Ι. και τον Γεωπόνο ερευνητή του ΕΘΙΑΓΕ κ. Ντζάνη. Το Float System είναι ένα κλειστού τύπου υδροπονικό σύστημα παραγωγής σποροφύτων, όπου το χαρακτηριστικό του γνώρισμα είναι ότι το σύστημα των καλλιεργούμενων φυτών επιπλέει σε θρεπτικό διάλυμα, γι' αυτό και το σύστημα καλείται float. Τα μοσχεύματα αναπτύσσονται σε δίσκους από πολυστερίνη, χωρισμένους σε κυψέλες, μέσα στις οποίες τοποθετείται υπόστρωμα από τύρφη και περλίτη και τοποθετείται το μόσχευμα. Το σύστημα, αποτελείται από συγκεκριμένο αριθμό λεκανών. Ο αριθμός των λεκανών ποικίλει ανάλογα με την επιθυμητή ποσότητα μοσχευμάτων. Οι δίσκοι αυτοί που συχνά καλούνται κυψέλες του Todd από το όνομα του George Todd που τις πρωτοεισηγάγε, τοποθετούνται σε λεκάνες με θρεπτικό διάλυμα και επιπλέουν. Η κάθε μονάδα αποτελείται από την λεκάνη που είναι καθορισμένου όγκου, όπου μέσα σε αυτήν τοποθετούμε νερό με τις αντίστοιχες λιπαντικές μονάδες που χρειάζονται τα φυτά για να ριζοβολίσουν και να αναπτυχθούν και από τους δίσκους όπου έχουν θήκες (κυψέλες) στις οποίες τοποθετείται το υπόστρωμα και τοποθετείτε το μόσχευμα του φυτού που θέλουμε να πολλαπλασιάσουμε με το συγκεκριμένο σύστημα. Οι δίσκοι επίπλευσης πρέπει να εγκαθίσταται μέσα σε θερμοκήπιο για να ελέγχονται οι συνθήκες περιβάλλοντος. Η θερμοκρασία δεν θα πρέπει να υπερβαίνει του 25° C διότι μπορεί να έχουμε εξάτμιση του νερού με αποτέλεσμα την απότομη μείωση της στάθμης του νερού στις λεκάνες. Επίσης θα πρέπει το σύστημα να είναι προφυλαγμένο από τον άνεμο, για να μην προκαλούνται μηχανικές βλάβες στα καλλιεργούμενα φυτά. Τέλος με το προστατευμένο θερμοκήπιο προλαμβάνονται οι τυχόν καταστροφές που προκαλούνται στα μοσχεύματα από πουλιά και άλλα ζώα [63].

Το κλασικό σύστημα υδρονέφωσης αποτελείται από πάγκους με πλαίσια αντί για οριζόντια επιφάνεια και ένα σύστημα σωλήνων με ακροφύσια για τον ψεκασμό νερού. Τα πλαίσια των πάγκων έχουν τη μορφή κιβωτίων βάθους 15 cm περίπου, μέσα στα οποία τοποθετείται το υπόστρωμα ριζοβολίας. Οι σωλήνες που απολήγουν στα ακροφύσια είναι κάθετοι και φέρονται σε ένα οριζόντιο δίκτυο σωληνώσεων που είναι είτε πάνω από τους πάγκους ριζοβολίας είτε κάτω από αυτούς. Τα ακροφύσια (σταυροί) τα οποία συνήθως έχουν παροχή περίπου 15 L/h δημιουργούν λεπτή σταγόνα. Αν η διάμετρος της σταγόνας προσεγγίζει το 1 mm το σύστημα ονομάζεται υδρονέφωση (mist) ενώ όταν είναι αρκετά μικρότερη (περίπου 40 μικρά) τότε πρόκειται για σύστημα ομίχλης (fog). Συνήθως η πυκνότητα των ακροφυσίων στους πάγκους ανέρχεται σε 1 ακροφύσιο ανά 3 m². Τα συστήματα αυτά είναι καλύτερα να λειτουργούν σε χαμηλή πίεση (4-5 ατμόσφαιρες περίπου). Για την επίτευξη της επιθυμητής πίεσης θα πρέπει να υπάρχει πειστικό συγκρότημα επαρκούς ισχύος για τη συνεχή ύπαρξη νερού υπό πίεση σε ποσότητα επαρκή για τη λειτουργία όλων των ακροφυσίων ταυτόχρονα. Το σύστημα καλό θα είναι να μπορεί να ενεργοποιείται αυτόματα με βάση αισθητήρα υγρασίας που τοποθετείται στο χώμα του φυτωρίου, ώστε να διατηρεί την ατμοσφαιρική υγρασία στα επιθυμητά επίπεδα. Συνιστάται ο έλεγχος της λειτουργίας του συστήματος μέσω Η/Υ και κατάλληλου προγράμματος αυτοματοποιημένης λειτουργίας [64].

Ο κόσμος των βοτάνων είναι μια σοβαρή υπόθεση και παίζει καθοριστικό ρόλο στη ζωή των ανθρώπων. Σε όλους τους παλιούς πολιτισμούς εξάλλου οι άνθρωποι διατηρούσαν ή θεράπευαν το σώμα τους με βότανα.

Η ενασχόλησή με τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά είναι πραγματική προσέγγιση της φύσης και ουσιαστική ευαισθητοποίηση, σήμερα δε, ανάγκη περισσότερο από ποτέ.

Στη γεωργία και την κηπουρική, μεταφύτευση ή επαναφύτευση είναι η τεχνική της μετακίνησης ενός φυτού από το ένα σημείο στο άλλο. Τις περισσότερες φορές αυτό ξεκινά με τη σπορά και παίρνει μορφή μόλις ο σπόρος ενός φυτού - σε βέλτιστες συνθήκες, όπως σε ένα θερμοκήπιο ή προστατευμένο κρεβάτι φυτωρίου, γίνεται νέο φυτό και είναι πλέον έτοιμο να μεταφυτευτεί σε άλλο νέο φυτοδοχείο ή άλλη μόνιμη θέση, συνήθως εξωτερική. [1]

Η μεταφύτευση έχει μια ποικιλία εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένων των:

- για την παράταση της καλλιεργητικής περιόδου από την έναρξη των φυτών σε εσωτερικούς χώρους, πριν από την τοποθέτησή τους στις εξωτερικές συνθήκες που δεν είναι ακόμα οι ευνοϊκές για την καλλιέργεια
- την προστασία των νεαρών φυτών από ασθένειες και παράσιτα μέχρι να αποδειχθεί επαρκώς η ανοχή τους
- αποφεύγοντας τα προβλήματα βλάστησης καθορίζοντας σπορόφυτα αντί της άμεσης σποράς.

Διαφορετικά είδη και ποικιλίες αντιδρούν διαφορετικά στη μεταφύτευση. Σε όλες τις περιπτώσεις, το κύριο μέλημα θα πρέπει να είναι να αποφεύγεται το μεταφυτευτικό σοκ από το στρες ή άλλη (μηχανική) βλάβη που πιθανώς έλαβε χώρα κατά τη διαδικασία μεταφοράς. Φυτά καλλιεργημένα σε προστατευμένες συνθήκες χρειάζονται συνήθως μια περίοδο εγκλιματισμού, γνωστή ως σκληραγώγηση, πριν τη μεταφύτευσή τους [19]. Επίσης σημαντικό είναι η προστασία του ριζικού συστήματος, κάθε διαταραχή της ρίζας θα πρέπει να ελαχιστοποιείται.

Το στάδιο ανάπτυξης στο οποίο πραγματοποιείται η μεταφύτευση, οι καιρικές συνθήκες κατά τη διάρκεια της, και η θεραπεία αμέσως μετά τη μεταφύτευση είναι άλλοι σημαντικοί παράγοντες που πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπόψη από κάθε καλλιεργητή.

Σε μεγάλη κλίμακα οι καλλιεργητές χρησιμοποιούν τα λεγόμενα εμπορευματοκιβώτια και άλλα ειδικά δοχεία πεπιεσμένης τύρφης (Jiffy) που ευνοούν την καλλιέργεια και απευθείας μεταφύτευση των φυτών μειώνοντας την περαιτέρω καταπόνηση του [2]. Τυπικά καλλιεργούνται σε δοχεία τύρφης (ένα δοχείο κατασκευασμένο από συμπιεσμένη τύρφη και βελτιωτικά), ή μπλοκ εδάφους (συμπιεσμένα τεμάχια του εδάφους), ή περιέκτες πολλαπλών κυψελών όπως πλαστικά πλαίσια πολλών θέσεων ή μεγαλύτερους δίσκους κατασκευασμένους από πλαστικό ή άλλο ειδικό αφρώδες υλικό. [3]

Τα νέα φυτά για μεταφύτευση μπορούν να εγκατασταθούν στις νέες θέσεις τους, ακόμα και με γυμνές ρίζες. [4] [5]

Παρόλα αυτά για την επιτυχή μεταφύτευση και καλλιέργεια θα πρέπει κάθε φυτό να είναι υγιές, εύρωστο και να διαφυλαχθούν ορισμένες συνθήκες που αφορούν στα γενικά βοτανικά χαρακτηριστικά του προσδιορίζοντας το ως τυπικό δείγμα του είδους-ποικιλίας του [17,18]. Αυτό επιτυγχάνεται όταν το φυτό:

- α) δεν εμφανίζει προσβολές από έντομα, παθογόνα, νηματώδεις ή άλλους οργανισμούς,
- β) ο βλαστός, το φύλλωμα και οι ρίζες να έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - I. Βλαστός: Συμπαγής, ανάπτυξη χωρίς πληγές, χωρίς αποχρωματισμούς (χλωρωτικούς ή νεκρωτικούς)
 - II. Φύλλωμα: Το μέγεθος, το χρώμα και η εμφάνιση των φύλλων είναι χαρακτηριστικά για την εποχή του χρόνου και το στάδιο ανάπτυξης του συγκεκριμένου είδους/ ποικιλίας. Τα φύλλα πρέπει να είναι ολόκληρα.
 - III. Ρίζες: Το ριζικό σύστημα είναι καλά σχηματισμένο, χωρίς τραυματισμούς ή παραμορφώσεις από βιοτικούς (έντομα, παθογόνα) ή αβιοτικούς παράγοντες (τοξικότητα ζιζανιοκτόνου, αλατότητα εδάφους, υπερβολική άρδευση). Επίσης σημαντικό ρόλο παίζει και η κατανομή του ριζικού συστήματος, η οποία πρέπει να είναι ομοιόμορφη σε όλη τη μάζα του υποστρώματος καλλιέργειας και να παρουσιάζει την χαρακτηριστική για το είδος/ποικιλία αύξηση.

Σχετικά με τη μεταφορά των φυτών στο πεδίο, αυτή θα πρέπει να γίνεται την ημέρα κατά την οποία έχει προγραμματισθεί η φύτευση έτσι ώστε να μη χρειαστεί τα φυτά να μένουν εκτεθειμένα για μεγάλο χρονικό διάστημα. Σε αντίθετη περίπτωση καλό θα είναι να έχουν ληφθεί οι απαραίτητες βοηθητικές ενέργειες (ειδική συσκευασία, ψυγεία κ.α) [6].

Η μεταφορά των φυτών στο σημείο φύτευσης θα πρέπει να γίνεται με μεγάλη προσοχή [20]. Η εξαγωγή των φυτών από τα φυτοδοχεία στα οποία βρίσκονται ή από οποιοδήποτε άλλο μέσο έχει χρησιμοποιηθεί για τη μεταφορά τους (λινάτσες, πλαστικοί σάκκοι), θα πρέπει να γίνεται ακριβώς πριν τη φύτευση. Η φύτευση γίνεται στο κέντρο του λάκκου, σε κατακόρυφη θέση [7]. Η προσθήκη βελτιωτικών, λιπασμάτων ή συμπληρωματικού χόματος γίνεται με ανάμειξή τους με το χόμα του λάκκου πριν από τη φύτευση.

Τα φυτά που προέρχονται από την αεροπονία είναι γυμνόριζα, ως εκ τούτου κατά τη φύτευση τους απαιτούν προσεκτικές και άμεσες ενέργειες. Προτείνεται ελάχιστο κλαδεύμα σε πολύ μακριές, χοντρές, ή σπασμένες – πληγωμένες ρίζες. Οι γυμνές ρίζες δεν πρέπει να μένουν εκτεθειμένες στις ατμοσφαιρικές συνθήκες (ήλιο,αέρα) για μεγάλο χρονικό διάστημα [8]. Το ριζικό σύστημα, βυθίζεται σε λασπόνερο, ώστε να γίνει καλύτερη πρόσφυση των ριζών του με το έδαφος. Το φυτό τοποθετείται στο κέντρο του λάκκου, σε κατακόρυφη θέση [21]. Οι ρίζες του απλώνονται καλά και τακτοποιούνται στη φυσική τους θέση χωρίς να λυγίζονται. Προστίθεται σταδιακά το χόμα και με τα χέρια προωθείται ανάμεσα στις ρίζες και συμπιέζεται κατά στρώματα, από τα τοιχώματα του λάκκου προς το κέντρο.

Προκειμένου να έχουμε επιτυχή καλλιέργεια θα πρέπει να δημιουργήσουμε την κατάλληλη σποροκλίση, ώστε το έδαφος να έχει την κατάλληλη δομή, να πετύχουμε καλή επαφή του φυτού με το έδαφος, να υπάρχει επαρκής αερισμός και υγρασία και τέλος το έδαφος να έχει την κατάλληλη θερμοκρασία για να υποδεχθεί τα νέα φυτάρια [9,10]. Έτσι κατά την προετοιμασία του εδάφους για τη μεταφύτευση, απομακρύνθηκαν τα ξένα σώματα από τον αγρό (πέτρες, υπολείμματα καλλιεργειών κ.λ.π.). Ακολούθησε καλό φρεζάρισμα και ισοπέδωση, ώστε το πειραματικό τεμάχιο έγινε αφράτο και επίπεδο. Με την διεργασία αυτή έγινε κοπή και αναμόχλευση των επιφανειακών στρωμάτων του εδάφους, επιτρέποντας παράλληλα το σπάσιμο των βόλων χόματος, την κοπή των ζιζανίων αλλά και την αφρατοποίηση των επιφανειακών στρωμάτων εδάφους.

Ο όρος "σκληραγώγηση" αναφέρεται σε οποιαδήποτε μεταχείριση γίνεται στο σπορείο ή το θερμοκήπιο, με στόχο την προετοιμασία των φυτών προκειμένου να ανταπεξέλθουν καλύτερα στις δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες, όπως οι χαμηλές θερμοκρασίες, η έντονη ηλιοφάνεια και οι ζεστοί άνεμοι, καθώς και σε μηχανικές ζημιές, με αποτέλεσμα να εγκαθίστανται καλύτερα στη νέα τους θέση μετά τη μεταφύτευση [14,15].

Οι συνηθέστερες μέθοδοι σκληραγώγησης των φυτών είναι:

1. Η εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών
2. Ο περιορισμός του νερού ποτίσματος στο σπορείο και
3. Ο συνδυασμός των δύο παραπάνω μεθόδων

Όταν τα φυτά αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια δροσερού καιρού, είναι εύκολο να υποβληθούν σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες, απλά με περιορισμό της θέρμανσης του θερμοκηπίου ή με εξαερισμό στον κατάλληλο χρόνο [22,23]. Εάν όμως τα φυτά αναπτύσσονται κατά τη θερμή περίοδο, ο περιορισμός του νερού είναι η καλύτερη μέθοδος σκληραγώγησης.

Συνήθως τα φύλλα των σκληραγωγημένων φυτών έχουν βαθύτερα πράσινο χρώμα και είναι μικρότερα από εκείνα των φυτών που δεν έχουν υποστεί σκληραγώγηση [16]. Τα σκληραγωγημένα φυτά αναπτύσσουν νέες ρίζες γρηγορότερα, γεγονός που αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τα φυτά που αναπτύσσονται αρχικά σε σπορεία και εν συνεχεία μεταφυτεύονται στον αγρό [17].

1.1 Καλλιέργεια Αρωματικών – Φαρμακευτικών Φυτών

Η καλλιέργεια αρωματικών φυτών μοιάζει να αποτελεί αντίδοτο στις σημερινές δύσκολες συνθήκες που δημιουργεί η οικονομική κρίση, όντας ένας ιδιαίτερα δυναμικός κλάδος της αγροτικής παραγωγής, με μεγάλες προοπτικές ανάπτυξης. Κοινό χαρακτηριστικό των αρωματικών φυτών είναι ότι στα διάφορα φυτικά μέρη τους (π.χ. φύλλα, άνθη) περιέχουν αιθέρια έλαια τα οποία τους προσδίδουν χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή. Αιθέρια έλαια υπάρχουν και σε άλλα όργανα του φυτού όπως βλαστό, ρίζα, φύλλα καθώς επίσης και στους οφθαλμούς, τα άνθη και τους καρπούς [21]. Λόγω των διάφορων συστατικών που διαθέτουν έχουν αντισηπτικές ιδιότητες και ενεργούν κατά των βακτηρίων, και των μυκήτων, όπως επίσης και απωθητικά σε διαφορά είδη εντομών, διαδραματίζοντας έτσι σημαντικό προστατευτικό ρόλο προστασίας του φυτού έναντι εχθρών και φυτοπαθογόνων [22].

Ο πολλαπλασιασμός των περισσότερων αρωματικών φυτών γίνεται αγενώς με τη χρήση διαφόρων βλαστικών τμημάτων των φυτών. Ένα σημαντικό πλεονέκτημα του αγενούς πολλαπλασιασμού είναι η παραγωγή φυτών γενετικά πανομοιότυπων με το μητρικό φυτό Ένα σημαντικό μειονέκτημα του αγενούς πολλαπλασιασμού είναι η εύκολη μετάδοση ιολογικών ασθενειών γεγονός που απαιτεί την λήψη μέτρων και διαρκούς ελέγχου των μητρικών φυτειών.

Τα τελευταία χρόνια η χρησιμοποίηση των φυτορρυθμιστικών ουσιών ολοένα και περισσότερο γίνεται τόσο για την αύξηση της παραγωγής και τη βελτίωση της ποιότητας των γεωργικών προϊόντων, ιδιαίτερα στους τομείς της λαχανοκομίας, δένδροκομίας και ανθοκομίας όσο και για την μείωση του κόστους παραγωγής, της παραγωγής προϊόντων εκτός εποχής και την ολική ή μερική μείωση των καλλιεργητικών φροντίδων [39]. Τα ελληνικά αρωματικά φυτά αποτελούν ελκυστικές καλλιέργειες με πολύ μεγάλη ζήτηση στο εξωτερικό και αυτό γίνεται αντιληπτό από τις πολύ υψηλές τιμές που προσφέρουν στην αγορά. Πρόκειται για καλλιέργειες που δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις, προσαρμόζονται πολύ καλά στο μεσογειακό κλίμα, μπορούν να αξιοποιήσουν φτωχά και υποβαθμισμένα εδάφη προσφέροντας σημαντικό εισόδημα στους παραγωγούς. Οι ρυθμιστές ανάπτυξης παρέχουν εκτός από τον έλεγχο της αύξησης των φυτών καλύτερη αξιοποίηση του νερού, αντοχή σε ασθένειες και πιο «ζωντανό» χρώμα [34]. Πειράματα σε αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά όπως Καραλούμα, Λεπταδένια και Τυλοφθόρα προτείνουν την αεροπονία ως μέθοδο αγενούς πολλαπλασιασμού [40].

Προκαταρκτικά πειράματα παραγωγής έρριζου πολλαπλασιαστικού υλικού, έχουν πραγματοποιηθεί με πάρα πολύ θετικά αποτελέσματα που έχουν δημοσιευτεί στην Ελληνική και Διεθνή Επιστημονική Κοινότητα [24-33].

Επιπλέον πλεονεκτήματα που εμφανίζει η μέθοδος της αεροπονίας είναι επίσης η χρήση ελάχιστης ποσότητας νερού και ο αποτελεσματικότερος έλεγχος των θρεπτικών ουσιών και του pH. [35]. Επίσης συμφέρει περισσότερο σε σχέση με άλλες μεθόδους παραγωγής, είναι πιο καθαρό και παρέχει καλύτερη ποιότητα προϊόντων. Σημαντικό, επίσης, είναι το γεγονός ότι μέσω της αεροπονίας ελαχιστοποιείται ο κίνδυνος να ζημιωθεί η παραγωγή από ποικίλους παράγοντες, όπως οι καιρικές συνθήκες και οι ασθένειες [36]. Επειδή το ριζικό σύστημα είναι στον αέρα, παίρνει πολύ οξυγόνο με αποτέλεσμα να αυξάνει ο μεταβολισμός του φυτού, επομένως απορροφά καλύτερα τα θρεπτικά στοιχεία και συνεπώς αναπτύσσεται ταχύτερα [37].

1.1.1 Αξιοποίηση και χρήσεις

Στο πλαίσιο της ευαισθητοποίησης της κοινής γνώμης σε ολόκληρο τον κόσμο για μια ορθολογικότερη εκμετάλλευση των φυσικών πόρων, μείωση της κατανάλωσης συνθετικών φαρμάκων και περιορισμό της χρήσης χημικών προσθέτων στα τρόφιμα, ανανεώθηκε με ιδιαίτερη έμφαση, το ενδιαφέρον, για τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά έτσι ώστε σήμερα η παγκόσμια βιομηχανία (τροφίμων, ποτών, καλλυντικών και φαρμάκων) να επιστρέφει ξανά στη φύση, με αποτέλεσμα όλο και περισσότερο να χρησιμοποιούνται για την κατασκευή των προϊόντων τους, ουσίες φυτικής προέλευσης (Μαλούπα, 2012).

Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά χρησιμοποιούνται κατ' εξοχήν στη βιομηχανία τροφίμων, ποτοποιία, φαρμακοβιομηχανία, κοσμετολογία είτε ως φυτικό υλικό (ξερό ή χλωρό), είτε μεταποιημένα σε αιθέριο έλαιο. Πολλά είδη χρησιμοποιούνται ως αρτυματικά - καρυκεύματα καθώς στα διάφορα τμήματα του φυτού περιέχονται αρωματικές, πικρές και καυστικές δραστικές ουσίες. Χρησιμοποιούνται δηλαδή ως χλωρές ή αποξηραμένες δρόγες, με σκοπό να βελτιώσουν τη γεύση των φαγητών ή να τα κάνουν πιο ευκολοχώνευτα ενώ ως αρτυματικά προάγουν την υγεία και υπό την έννοια αυτή το αλάτι δεν κατατάσσεται σε αυτά. Στις άλλες χρήσεις τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως αφέψημα το οποίο προκύπτει είτε από ένα μόνο φυτό είτε από μίξεις ή και ως εκχύλισμα ή απόσταγμα. Οι σημαντικότερες χρήσεις των διαφορετικών τμημάτων των αρωματικών φυτών είναι:

α. Τα ξηρά φυτικά μέρη (δρόγες), που χρησιμοποιούνται για την παρασκευή ροφημάτων, στην βιομηχανία τροφίμων και ποτών, στην κονσερβοποιία, στη ζαχαροπλαστική, καθώς και για τη λήψη ορισμένων φαρμακευτικών ουσιών. Στη μαγειρική (μπαχαρικά) χρησιμοποιούνται είτε φρεσκοκομμένα, είτε ξερά ή αλεσμένα. Γενικά, τα αποξηραμένα αρωματικά φυτά έχουν περισσότερο συμπυκνωμένο άρωμα από τα φρέσκα.

β. Ιδιαίτερα διαδεδομένη είναι η χρήση των αιθέριων ελαίων, ουσιών δηλαδή που παράγονται με διάφορες μεθόδους από τα αρωματικά φυτά. Πρόκειται για ένα πολύπλοκο μείγμα ουσιών που υπάρχουν στο φυτό και λαμβάνονται από αυτό σε πολύ συμπυκνωμένη μορφή. Κάθε αιθέριο έλαιο έχει χαρακτηριστική οσμή και ξεχωριστές ιδιότητες που οφείλονται στα συστατικά του, τα οποία μπορεί να αριθμούν σε εκατοντάδες. Το να γνωρίζει ο παραγωγός την ποιότητα του προϊόντος που παράγει, δηλαδή την επί τοις εκατόν περιεκτικότητα της δρόγης σε αιθέριο έλαιο, καθώς και την αναλογία των δραστικών ουσιών, είναι απαραίτητη προϋπόθεση ώστε να κατευθυνθεί στην ανάλογη αγορά και να διαπραγματευθεί την ανάλογη τιμή.

Σιγά - σιγά αναπτύχθηκαν πολυάριθμες μέθοδοι για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων, ενώ ταυτόχρονα άρχισε και η συστηματική μελέτη τους. Σήμερα πλέον, αν και υπάρχουν πολλές γνώσεις για τη χημική σύσταση των αιθέριων ελαίων, ακόμη παραμένουν αναπάντητα ερωτήματα για το ρόλο τους στο φυτό, τη βιοσύνθεση τους και τους παράγοντες από τους οποίους επηρεάζεται η σύστασή τους. Το τελευταίο έχει ιδιαίτερη σημασία για όσους ενδιαφέρονται για καλλιέργεια αρωματικών φυτών, γιατί συχνά παρατηρείται να υποβαθμίζεται η ποιότητα του αιθέριου ελαίου με καλλιεργητικές εργασίες που κατά τα άλλα ευνοούν την ανάπτυξη του φυτού. Επίσης, η ποιότητα του αιθέριου ελαίου μεταβάλλεται ανάλογα με μια σειρά από παράγοντες όπως η τοποθεσία και το μικροκλίμα στην περιοχή της φυτείας, το μέρος του φυτού που χρησιμοποιείται για την εξαγωγή του ελαίου, ο βαθμός ωριμότητας του φυτού την ημέρα της συλλογής του, ακόμα και η συγκεκριμένη ώρα της ημέρας που θα συλλεχθεί το φυτό.

Η παραλαβή των αιθέριων ελαίων μπορεί να γίνει με διάφορες μεθόδους (π.χ. απόσταξη, εκχύλιση, σύνθλιψη, κλπ.), ανάλογα με το είδος και το τμήμα του φυτικού υλικού και την περιεκτικότητά του σε αιθέρια έλαια. Η απόσταξη είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την παραλαβή των αιθέριων ελαίων. Στην Ελλάδα το 90% όσων ασχολούνται με καλλιέργεια αρωματικών φυτών είναι μικροί παραγωγοί που θα πρέπει να λειτουργήσουν περισσότερο συλλογικά με δεδομένο ότι για να προχωρήσουν στην τυποποίηση το οικονομικό βάρος είναι πολύ σημαντικό.

1.1.2 Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στην Ελλάδα

Μπορεί να έχουν περάσει δεκαετίες από τότε που ξεκίνησε η καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, ωστόσο η εξάπλωσή τους καταγράφεται σημαντικά περιορισμένη. Οι κυριότεροι λόγοι γι' αυτό είναι η άγνοια που κυριαρχεί και οι υποδομές που θα μπορούσαν να θέσουν σε δυναμική τροχιά την καλλιέργεια, οι οποίες δυστυχώς παραμένουν μέχρι σήμερα, ουσιαστικά «ανύπαρκτες». Τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά αποτελούν εναλλακτικές καλλιέργειες που αξίζει και μπορούν να επεκταθούν πάρα πολύ ικανοποιητικά στη χώρα μας. (Μαλούπα, 2004).

Παράδειγμα αποτελεί η Λεβάντα (*Lavandula officinalis*) – Lamiaceae (ροζμαρίνι, λασμαρί, αρισμαρές, δυοσμαρίνι,), ένα από τα πλέον διάσημα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, το οποίο φέρει πλούσιους ελαιοφόρους αδένες, στους οποίους υπάρχουν τα αιθέρια έλαια - η πρώτη ύλη για διάφορα παρασκευάσματα στην κοσμετολογία, αρωματοποιία και στη βιομηχανία τροφίμων και ειδών υγιεινής.

Τα άνθη της Λεβάντας αρέσουν ιδιαίτερα στις μέλισσες και έτσι αποτελούν πηγή για την παραγωγή μελιού. Τα φύλλα του φυτού περιέχουν αιθέριο έλαιο με κύρια συστατικά βονεόλη, κινεόλη, οξικό βορνύλιο, καμφένιο, κ.ά. Επίσης, περιέχει φαινολικές ενώσεις με κυριότερους εκπροσώπους φλαβονοειδή και φαινολικά οξέα καθώς και τρικυκλικά διτερπένια, κυρίως καρνοσόλη και καρνοσικό οξύ. Χρησιμοποιείται ως άρτυμα και στη μαγειρική. Το φυτό αποτελεί εναλλακτική λύση έναντι των συνθετικών αντιοξειδωτικών. Το αιθέριο έλαιο και τα εκχυλίσματά του χρησιμοποιούνται ως "συντηρητικό" σε τροφές και ποτά. Τα φύλλα της Λεβάντας αποτελούν παραδοσιακό φαρμακευτικό προϊόν φυτικής προέλευσης για τη συμπτωματική ανακούφιση της δυσπεψίας και χρησιμοποιείται ως μυοχαλαρωτικό, τονωτικό, ηρεμιστικό, αντιγριπικό, αντιπιτυριδικό. Επίσης, χρησιμοποιείται για την ανακούφιση των ηλιακών εγκαυμάτων, των τσιμπημάτων από έντομα και των πονοκεφάλων. (Κουτσός, 2006)

Ως Φαρμακευτικά φυτά κατά τον διεθνή υγειονομικό οργανισμό είναι τα φυτά, τα οποία σε ένα ή περισσότερα όργανά τους περιέχουν κάποια συστατικά, τα οποία χρησιμοποιούνται για θεραπευτικούς σκοπούς ή αποτελούν πρώτη ύλη για φαρμακευτικά παρασκευάσματα. Στην Γερμανία, το 50% των φαρμακευτικών παρασκευασμάτων έχουν φυτική προέλευση. (ΕΘΙΑΓΕ, 2003)

Τα βιοδραστικά συστατικά των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών ανήκουν κυρίως στις ακόλουθες μεγάλες κατηγορίες:

- α. Αιθέρια έλαια,
- β. Φαινολικά παράγωγα με κυριότερους εκπροσώπους τα φλαβονοειδή και τους φαινυλο-αιθανοϊκούς γλυκοσίδες και
- γ. Τερπένια

Τα αιθέρια έλαια έχουν πληθώρα βιολογικών δράσεων, όπως αντιμικροβιακή, αντιφλεγμονώδη δράση, αναστολείς ενζύμων, εντομοκτόνο, αντιϊκή - αντιερπητική. Ένας πολύ μεγάλος αριθμός αιθερίων ελαίων χρησιμοποιείται στη βιομηχανία φαρμάκων, καλλυντικών, τροφίμων, στη σαπωνοποιία, στην κηροπλαστική κλπ.

Τα φλαβονοειδή θεωρούνται παράγωγα της χρωμόνης (βενζο-γ-πυρόνης) με πληθώρα βιολογικών δράσεων. Μεταξύ άλλων προκαλούν αύξηση της αντίστασης των τοιχωμάτων των αιμοφόρων αγγείων, καθώς και ελάττωση της διαπερατότητας των τριχοειδών αγγείων. Αναστέλλουν την δράση πρωτεολυτικών ενζύμων, όπως η ελαστάση, η κολλαγενάση, η υαλουρονιδάση, η κυκλοοξυγενάση, τα οποία αλλοιώνουν το κολλαγόνο. Παρουσιάζουν σημαντική αντιοξειδωτική δράση προστατεύοντας τις κυτταρικές μεμβράνες και εμποδίζοντας την καταστροφή των φωσφολιπιδίων. Δρουν προστατευτικά ως φίλτρα υπεριώδους ακτινοβολίας. Ορισμένα φλαβονοειδή χρησιμοποιούνται ήδη στη θεραπευτική ως φαρμακευτικά σκευάσματα.

Οι φαινυλο-αιθανοϊκοί γλυκοσίδες είναι υδατοδιαλυτές ενώσεις. Χαρακτηρίζονται από την παρουσία κινναμωμικού οξέος και υδροξυφαινυλο-ομάδας συνδεδεμένης με β- γλυκόζη μέσω εστερικού και γλυκοσιδικού δεσμού, αντιστοίχως. Επίσης, σε πολλές περιπτώσεις και άλλα σάκχαρα, όπως ραμνόζη, απιόζη κλπ συνδέονται με την γλυκόζη. Πολλοί από αυτούς παρουσιάζουν αντιμικροβιακή, κυτταροτοξική, ανοσοκατασταλτική και αντιοξειδωτική δράση ενώ άλλοι είναι αναστολείς ορισμένων ενζύμων.

Τα τερπενικά παράγωγα με κυριότερους εκπροσώπους τα διτερπένια αποτελούν μια μεγάλη ομάδα φυσικών προϊόντων. Τα διτερπένια παρουσιάζουν μια πληθώρα βιολογικών ιδιοτήτων και είναι πολλές φορές υπεύθυνα για την φαρμακολογική δράση των αντίστοιχων φυτών. Ορισμένα από αυτά τα προϊόντα έχουν αναγνωρισθεί ως τα δραστικά συστατικά ακατέργαστων φαρμάκων που χρησιμοποιούνται στη λαϊκή θεραπευτική. Προϊόντα οξείδωσης διτερπενίων (σκλαρεόλη, μανούλη, αμπιετικό οξύ, διτερπένια Podocarpaceae) βρίσκουν εφαρμογές στην αρωματοποιία. (Γρηγοράτος 2002)

Για την παραλαβή των αιθερίων ελαίων χρησιμοποιούνται διάφορες μέθοδοι, όπως υδροαπόσταξη, παραλαβή με εκχύλιση, παραλαβή με έκθλιψη, κλπ., σε βιομηχανικό όμως επίπεδο η μέθοδος που χρησιμοποιείται ευρέως είναι η τεχνική της ατμοαπόσταξης (απόσταξη με υδρατμούς).

Για την παραλαβή των βιοδραστικών δευτερογενών μεταβολιτών χρησιμοποιείται η μέθοδος της εκχύλισης χρησιμοποιώντας τους κατάλληλους διαλύτες (κυρίως αλκοόλη, μείγματα αλκοόλης-νερού σε διάφορες αναλογίες, ή/και νερό). Η εκχύλιση είναι μια διεργασία κατά την οποία παραλαμβάνουμε από τη φυτική πρώτη ύλη τα επιθυμητά συστατικά. Με την τεχνική αυτή η απομόνωση των ουσιών από την πρώτη ύλη γίνεται με τη στενή επαφή της με ένα διαλυτικό μέσο το οποίο τις διαλύει.

Τα προβλήματα που περιορίζουν την επέκταση αυτών των καλλιεργειών και “φρενάρουν” την περαιτέρω ανάπτυξή τους στην Ελλάδα είναι: η ανεπαρκής ενημέρωση των αγροτών, η έλλειψη εφοδίων (π.χ. πιστοποιημένων σπόρων και πολλαπλασιαστικού υλικού) και εξοπλισμού, η έλλειψη σύνδεσης πρωτογενούς παραγωγής και βιομηχανίας (συσκευασία/απόσταξη και παραγωγή αιθερίων ελαίων), η συγκέντρωση των κυριότερων μονάδων μεταποίησης σε Αθήνα, Κρήτη και Μακεδονία και η ανεπαρκής προώθηση της καλλιέργειας (συσκευασίες, αιθέρια έλαια) και κυρίως η έλλειψη υγιούς ή πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού.

Οι δυνατότητες ανάπτυξης του κλάδου των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα, τόσο στον πρωτογενή, όσο και στον τομέα μεταποίησης, είναι μεγάλες, με την προϋπόθεση βέβαια του σωστού σχεδιασμού. Η ανάγκη για αναδιάρθρωση των καλλιέργειών, ο εκσυγχρονισμός της αγροτικής παραγωγής και η στροφή σε καινοτόμα – "green" και "non food products", συναντούν στην περίπτωση των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών την καλύτερη εκπροσώπησή τους. Τελευταία, υπάρχει αυξημένο ενδιαφέρον για την καλλιέργεια των αρωματικών φαρμακευτικών φυτών, ιδιαίτερα ως εναλλακτικής του καπνού, βαμβακιού, ορισμένων δημητριακών, αλλά και σε ορεινές – ημιορεινές περιοχές.

1.1.3 Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά στον κόσμο

Τα τελευταία χρόνια, ωστόσο, υπάρχει θα λέγαμε μια 'βοτανική αναγέννηση' στην Ευρώπη αλλά και στη Βόρεια Αμερική, καθώς όλο και περισσότεροι άνθρωποι δίνουν συνεχώς μεγαλύτερη βαρύτητα στην υγιεινή διατροφή, σε θεραπείες με φάρμακα που χρησιμοποιούν φυτικές ουσίες, σε καλλυντικά που επίσης χρησιμοποιούν ως βάση τους ουσίες από βότανα και φυτά. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι στη δυτική Ευρώπη η κατανάλωση φαρμακευτικών φυτών διπλασιάστηκε την τελευταία δεκαετία. Επίσης, η συστηματική μελέτη πολλών φυτών έχει δώσει πολλές νέες ουσίες και χρήσεις, π.χ. αρωματοθεραπεία. Ακόμη, αποδείχτηκε ότι σε πάρα πολλές περιπτώσεις τα χημικώς παρασκευασμένα υποκατάστατα των αιθέριων ελαίων είχαν ελάχιστη σχέση ως προς τη θεραπευτική, την αρωματική και την αρτυματική αξία τους με τα φυσικώς παραγόμενα από αρωματικά φυτά αιθέρια έλαια. (Κουκ, 2003)

Η Ασία παραμένει ακόμα η κυρίαρχη παραγωγός περιοχή πολλών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Ωστόσο, οι καλλιεργούμενες εκτάσεις συνεχώς αυξάνονται στη Δύση. Οι Η.Π.Α. είναι πλέον ο κύριος αγοραστής και ακολουθούν η Γερμανία, η Ιαπωνία και η Γαλλία, ενώ τα μεγαλύτερα κέντρα εμπορίου είναι το Αμβούργο, η Νέα Υόρκη και το Τόκιο. (Κουκ, 2003)

Στην Ελλάδα, επίσης καταγράφεται αυξημένο το ενδιαφέρον για τα φαρμακευτικά και αρωματικά φυτά στο πλαίσιο της στροφής του ανθρώπου, τα τελευταία χρόνια, προς την υγιεινή διατροφή και τη βιολογική γεωργία.

1.1.4 Το μέλλον των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών

Τα διαθέσιμα οικονομικά στοιχεία είναι περιορισμένα και μάλλον έχουν την μορφή εκτιμήσεων. Τα δεδομένα, αγρονομικά, βιομηχανικά και οικονομικά καταδεικνύουν ότι η Ελλάδα αποτελεί ιδανικό τόπο για καλλιέργεια αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Η χλωρίδα της Ελλάδας είναι μια από τις πλουσιότερες διεθνώς, καθώς οι ιδιαιτερότητες της γεωλογικής ιστορίας, της γεωγραφικής θέσης, της γεωμορφολογίας και των κλιματικών συνθηκών έχουν ευνοήσει τη δημιουργία κατάλληλων συνθηκών για την ανάπτυξη σημαντικού αριθμού ενδημικών αρωματικών / φαρμακευτικών φυτών.

«Θησαυρό» για την υγεία αλλά και για την τοπική οικονομία αποτελούν τα αρωματικά φυτά και τα βότανα της Κρήτης, που κυρίως τα συναντάμε σε ορεινούς όγκους του νησιού. Ωστόσο η μεγάλη τους, από κάθε άποψη, αξία εγκυμονεί και κινδύνους για την χλωρίδα λόγω της αλόγιστης, πολλές φορές, συγκομιδής τους από πολίτες αλλά και όσους τα εμπορεύονται. (Σκρουμπής, 1998)

Ο κίνδυνος εξαφάνισης πολλών από τα είδη των αρωματικών φυτών και βοτάνων κινητοποίησε την Διεύθυνση Δασών Χανίων που ανακοίνωσε σειρά μέτρων που αφορούν τον περιορισμό της συγκομιδής. (Σκρουμπής, 1998)

Ο περιορισμός αφορά και την περίοδο της συγκομιδής και την ποσότητα ανά είδος, έχει ισχύ μέχρι το 2018, ενώ προβλέπει και αυστηρά πρόστιμα για τους παραβάτες.

Παράλληλες δράσεις και συνεργασίες έχουν ξεκινήσει μεταξύ Φορέων της χώρας μας, ώστε να εφαρμοστούν (στην αρχή) Πιλοτικά Προγράμματα μακροχρόνιας παρακολούθησης και αξιολόγησης των φυσικών πληθυσμών αρκετών αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών σε διάφορες περιοχές της χώρας, με σκοπό (αργότερα) να επεκταθούν σε ολόκληρη την επικράτεια. (Υ.Ε.Ο.- Γ.Π.Α., 2002)

1.1.5 Πλεονεκτήματα

Η καλλιέργειά τους, εμπεριέχει ακόμη περιβαλλοντική διάσταση, η οποία αναφέρεται πρώτα από όλα στην προστασία του περιβάλλοντος από την αλόγιστη και άναρχη συλλογή και εκμετάλλευση των αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών. Τα αυτοφυή είδη δεν απαιτούν υψηλό κόστος παραγωγής, αφού όντας «άγρια είδη» έχουν αναπτύξει ανά τους αιώνες διάφορες άμυνες ενάντια σε κλιματολογικές και βιολογικές (παθογενείς) αντιξοότητες, ενώ χαρακτηριστικό είναι ότι προσαρμόζονται σε υποβαθμισμένα ποιοτικά εδάφη τα οποία χρησιμοποιούνται κυρίως για ξερικές μεγάλες καλλιέργειες με πενιχρές απολαβές που βασίζονται σε επιδοτήσεις.

Η ευκολία της παραγωγικής διαδικασίας που παρουσιάζουν τέτοιου είδους φυτά, εξοικονομεί υδατικό δυναμικό λόγω της μηδενικής ή μικρής ποσότητας νερού που απαιτούν τα περισσότερα είδη αλλά και φιλικότητα στο περιβάλλον λόγω μικρών εισροών σε φυτοφάρμακα, λιπάσματα κ.α. που απαιτούνται για την καλλιέργειά τους.

Αναμφισβήτητα τα συγκεκριμένα είδη αποτελούν στοιχεία του ελληνικού οικοσυστήματος με αποτέλεσμα να μην αναμένονται ιδιαίτερα καλλιεργητικά προβλήματα. Έτσι, η επιλογή καλλιέργειας και εμπορίας των προϊόντων τους, αποτελεί μια άριστη εναλλακτική πρόταση καλλιέργειας με την προϋπόθεση ότι οι βιότυποι που θα καλλιεργηθούν θα είναι επιλεγμένοι και προσαρμοσμένοι στις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής.

Η λεβάντα (επ. ονομ. *Lavandula*) είναι γένος φυτών που ανήκει στην οικογένεια των *Χειλανθών* (*Labiatae*). Το γνωστότερο γένος είναι η λαβαντούλα, που περιλαμβάνει γύρω στα 25 είδη. Είναι ιθαγενές των παραμεσόγειων περιοχών. Επίσης, απαντάται στα Κανάρια Νησιά, στην Ινδία και σε άλλες ασιατικές χώρες. Το αιθέριο έλαιο που περιέχουν τα φύλλα της χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία και για τη θεραπεία νευρασθενειών. Έχει επίσης αντισηπτικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται στην επούλωση τραυμάτων. Σε μεγάλες δόσεις η λεβάντα δρα ως υπνωτικό και ναρκωτικό. Οι ιαματικές της ιδιότητες ήταν γνωστές από την αρχαιότητα και αναφέρονται στο Διοσκουρίδη, τον Πλίνιο και το Γαληνό.

Πρόκειται για φυτό φρυγανώδες και πολύκλαδο, με όρθιους βλαστούς που φύονται από τη βάση. Είναι, συνεπώς, θάμνος, με ύψος 30 έως 80 εκατοστά. Έχει γκριζοπράσινα φύλλα, στενά ως λογχοειδή. Οι ανθοφόροι βλαστοί καταλήγουν σε ταξιανθία τύπου στάχτος.

Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία, τη σαπωνοποιία και στη φαρμακευτική ως τονωτικό και αντικαταρροϊκό. Κύριο συστατικό του είναι η ηχημική ένωση οξικό λιναλύλιο, ενώ επίσης περιέχει αλκοόλες.

Η λεβάντα καλλιεργείται σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο, καθώς αυτό βελτιώνει την ποιότητα του αιθέριου ελαίου της και βοηθά την ανάπτυξη του φυτού. Το έδαφος καλλιέργειας πρέπει να είναι ελαφρύ και χαλικώδες, γι' αυτό και το φυτό προσφέρεται για καλλιέργεια σε εκτάσεις ακατάλληλες για άλλου τύπου καλλιέργειες. Δεν αγαπά, επίσης, ιδιαίτερα την υγρασία, αλλά ούτε και την ολοσχερή ξηρασία. Σήμερα καλλιεργείται στην Ισπανία, τη Γαλλία, τη Βουλγαρία και αρκετές χώρες της Βόρειας Αφρικής. Στην Ελλάδα καλλιεργείται στην Αρκαδία, την Κεφαλληνία, τις Σέρρες την Κομοτηνή και τη Σαμοθράκη.

Πολλαπλασιάζεται με σπόρους, με μοσχεύματα και με παραφυάδες. Η συλλογή (συγκομιδή) γίνεται κατά το στάδιο πλήρους ανθοφορίας, οπότε και μπορεί να ληφθεί η μέγιστη ποσότητα (και ποιότητα) αιθέριου ελαίου.

1.1.6 Πολλαπλασιαστικό υλικό αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών

Η κατάσταση που επικρατεί στο χώρο της διακίνησης πολλαπλασιαστικού υλικού αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα είναι μάλλον απογοητευτική και απέχει πολύ από το ιδανικό. Πιστοποιημένο πολλαπλασιαστικό υλικό μόνο εισάγεται και φυσικά ο ενδιαφερόμενος μπορεί να προμηθευτεί μόνον ποικιλίες που έχουν δημιουργηθεί για άλλα περιβάλλοντα και λόγω της περιορισμένης εξάπλωσης των καλλιεργειών στην Ελλάδα πολλές από αυτές δεν έχουν καν δοκιμαστεί στις κατά τόπους εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Όσον αφορά τα αυτοφυή αρωματικά και φαρμακευτικά είδη, περιορισμένες και βασισμένες κυρίως σε ιδιωτική πρωτοβουλία είναι οι αξιόλογες προσπάθειες προμήθειας πολλαπλασιαστικού υλικού για καλλιέργεια. Οι λόγοι που οδήγησαν στον περιορισμό της ανάπτυξης του τομέα ήταν:

- το μέχρι σήμερα περιορισμένο ενδιαφέρον των παραγωγών για τα είδη συνεπώς η περιορισμένη πρόσοδος από το πολλαπλασιαστικό υλικό,
- η έλλειψη εκτεταμένης έρευνας από ειδικευμένα ερευνητικά κέντρα-ινστιτούτα,
- η έλλειψη δυνατότητας εγγραφής στον εθνικό κατάλογο ποικιλιών του φυτικού υλικού που συλλέχθηκε από τη φύση με τη δικαιολογία ότι αυτό δεν αποτελεί προϊόν βελτίωσης με την κλασικές διαδικασίες (διασταυρώσεις, υβριδισμός κλπ), γεγονός που οδηγεί στην αδυναμία κατοχύρωσης δικαιωμάτων στο χώρο.
- Η έλλειψη σύγχρονων μονάδων παραγωγής υγιούς και πιστοποιημένου πολλαπλασιαστικού υλικού.

Ωστόσο από τη στιγμή που ένα φυτικό υλικό συλλέγεται, αξιολογείται, εξυγιαίνεται, ταυτοποιείται πολλές φορές μάλιστα και με μοριακές μεθόδους, και αναπαράγεται αγενώς, σίγουρα αποτελεί διαφορετικό υλικό από το αρχικό που συλλέχθηκε από τη φύση και θα πρέπει να αντιμετωπίζεται όπως οποιοδήποτε άλλο προϊόν βελτίωσης. (Μαλούπα, 2003)

Το αποτέλεσμα των προαναφερόμενων είναι αυτή τη στιγμή να υπάρχει για περιορισμένα είδη καλής ποιότητας πολλαπλασιαστικό υλικό σε κάποια ιδιωτικά φυτώρια που διατίθεται κατόπιν παραγγελίας και μάλιστα με παράδοση που μπορεί να κυμαίνεται από 6 έως 8 μήνες. Το γεγονός ότι το επιλεγμένο αγενώς παραγόμενο πολλαπλασιαστικό υλικό κοστίζει αρκετά ακριβά, περιορίζει ακόμη περισσότερο τη δυνατότητα προμήθειας των καλλιεργητών.

Το κόστος της πρώτης φύτευσης, δεδομένου ότι τα αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά φυτεύονται σε αρκετά πυκνές αποστάσεις ανέρχεται σε αρκετές εκατοντάδες ευρώ ανά στρέμμα. Γεγονός που περιορίζει πολύ τη δυνατότητα προμήθειάς του από τους καλλιεργητές. Το πολύ αυξημένο αυτό κόστος έχει πολλές φορές στρέψει τους παραγωγούς στην προσπάθειά τους για φτηνότερη λύση σε προμήθεια σπόρου από Τρίτες Χώρες της Αλλοδαπής, ή από αναξιόπιστες πηγές γεγονός που οδήγησε σε αποτυχία καλλιεργειών καθώς τις περισσότερες φορές ο σπόρος αποδείχθηκε ακατάλληλος.

1.1.7 Πολλαπλασιασμός με Μοσχεύματα

Οι καλλιέργειες των Αρωματικών Φαρμακευτικών Φυτών μπορεί να είναι ετήσιες (βασίλικός, κορίανδρος, μάραθος, γλυκάνισο, χαμομήλι), ή πολυετείς (δενδρολίβανο, ρίγανη, λεβάντα, φασκόμηλο, θυμάρι, βαλεριάνα, κ.α). Τα περισσότερα είδη πολλαπλασιάζονται με σπόρο, και μετά τη δημιουργία των αρχικών φυταρίων σε υπαίθρια σπορεία, ή θερμοκήπια, μεταφυτεύονται στο χωράφι, το φθινόπωρο ή την Άνοιξη. Άλλα είδη πολλαπλασιάζονται δύσκολα, ή και καθόλου με σπόρο, γι αυτό και επιλέγονται άλλοι τρόποι πολλαπλασιασμού, όπως η δημιουργία μοσχευμάτων, παραφυάδες, ή ο πολλαπλασιασμός με ριζώματα, ή με έτοιμα φυτάρια από το εμπόριο.

Πρωταρχικό σημείο και καθοριστικός παράγοντας για την επιτυχημένη παραγωγή Αρωματικών - Φαρμακευτικών φυτών, αλλά και για την τελική ποιότητα και τη ζήτηση ειδικά στις διεθνείς αγορές, είναι η επιλογή του κατάλληλου πολλαπλασιαστικού υλικού.

Η μέθοδος με μοσχεύματα αποτελεί ίσως τον πιο ευρέως χρησιμοποιούμενο τρόπο αγενούς αναπαραγωγής στο σύνολο των παραγόμενων φυτών (αγενής αναπαραγωγή είναι η δημιουργία απογόνων χωρίς τη μεσολάβηση της φυλετικής διαδικασίας. Οι απόγονοι είναι προϊόντα διαδικασίας μίτωσης σωματικών κυττάρων. Δημιουργούνται έτσι απόγονοι που ο καθένας τους είναι πιστό αντίγραφο του μητρικού οργανισμού, με αμετάβλητη τη γενετική σύσταση στις διαδοχικές γενεές). Το χαρακτηριστικό γνώρισμα του αγενούς πολλαπλασιασμού είναι συνεπώς η γενετική σταθερότητα.

Ωστόσο η μέθοδος παρουσιάζει και μειονεκτήματα καθώς το περιορισμένο αρχικό υλικό και το σχετικά μεγάλο κόστος διατήρησης μητρικών φυτειών αυξάνει το κόστος παραγωγής του πολλαπλασιαστικού υλικού. Ακόμη το κόστος παραγωγής των νεαρών φυτών είναι υψηλότερο καθώς απαιτούνται εξειδικευμένες εγκαταστάσεις ή ειδικές τεχνικές πολλές φορές μέσα σε θερμοκήπια ή άλλους ειδικά διαμορφωμένους χώρους. Θα πρέπει ακόμη να αναφερθεί η αυξημένη πιθανότητα μετάδοσης ασθενειών καθώς προσβολές μπορούν να συμβούν στις μητρικές φυτείες και να μην γίνουν αντιληπτές όπως επίσης και να συμβεί μετάδοση μέσω των εργαλείων που χρησιμοποιούνται. Συνεπώς μεγάλη βαρύτητα θα πρέπει να δίδεται στην υγιεινή κατάσταση των μητρικών φυτειών και στην όλη διαδικασία για την παραγωγή άριστης ποιότητας πολλαπλασιαστικού υλικού.

Ο πολλαπλασιασμός των αυτοφυών αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών με μοσχεύματα συστήνεται και ταιριάζει με τη φύση των ειδών αυτών με την προϋπόθεση ότι θα τηρηθούν σειρά μέτρων για την άριστη φυτοϋγεία.

1.1.8 Ασθένειες

Τα διασυστηματικά παθογόνα στον αγενή πολλαπλασιασμό δεν απομακρύνονται εύκολα με επιφανειακές εφαρμογές χημικών αλλά μεταφέρονται μέσω του φυτικού υλικού του μητρικού φυτού σε όλα τα θυγατρικά. Επίσης, οι τήξεις σπορείων και οι προσβολές φυτωρίων είναι ένα φαινόμενο που επηρεάζει ιδιαίτερα τη μέχρι σήμερα παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού. Είναι γεγονός ότι οι μυκητολογικές ασθένειες συχνά αρχίζουν από τα σπορεία και μπορεί να εμφανιστούν αρκετά αργότερα. Υπόγεια και υπέργεια μέρη των φυτών μπορούν εξίσου να μολυνθούν. Σήψεις και ασθένειες του ριζικού συστήματος συχνά οδηγούν στην καταστροφή της καλλιέργειας. Στην αεροπονία και στην υδροπονία έχουμε αποφύγει στο απόλυτο τέτοιες δυσάρεστες καταστάσεις.

Με τη μέθοδο ELISA η επισημάνση πραγματοποιείται με τη σύνδεση ενός ενζύμου στο προς ιχνηθέτηση αντιγόνο ή αντίσωμα. Ο προσδιορισμός του συνδεδεμένου ενζύμου απαιτεί την προσθήκη του υποστρώματος και τη μέτρηση μιας καταλυτικής αντίδρασης ενζύμου – υποστρώματος. Μία μικρή ποσότητα ενζύμου αρκεί για να προκαλέσει μεταχρωματισμό, σε σύντομο χρονικό διάστημα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Barak P., Smith J.D., Krueger A.R., Peterson L.A., (1996). Measurement of short-term nutrient uptake rates in cranberry by aeroponics, *Plant, Cell and Environment* 19 (2), pp. 237-242.
2. Kratsch A. Heidi, Graves R. William, Gladon J. Richard, (2006). Aeroponic system for control of root-zone atmosphere, *Environmental and Experimental Botany* 55, pp. 70-76
3. Pheng Tan Lay, He Jie, Lee Sing Kong, (2002). Effects of root-zone temperature on the root development and nutrient uptake of *Lactuca Sativa* L. "Panama" grown in an aeroponic system in the tropics, *Journal of plant nutrition*, 25:2, 297-314
4. Weber J., Tham F.Y., Galiana A., Prin Y., Ducouso M., Lee S.K., (2007). Effects of nitrogen source on the growth and nodulation of *Acacia Mangium* in aeroponic culture, *Journal of Tropical Forest Science* 19 (2), pp. 103-112.
5. Demsar J., Osvald J, (2003). Influence of NO_3^- : NH_4^+ ratio on growth and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata L.) in an aeroponic system, *Agrochimica* 47 (3-4), pp. 112-121.
6. Demsar J., Osvald J., Vodnik D., (2004). The effect of light-dependent application of nitrate on the growth of aeroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L.), *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129 (4), pp. 570-575.
7. Lay P.T., He J., Sing, K.L., (2002). Effects of root-zone temperature on the root development and nutrient uptake of *Lactuca sativa* L. "Panama" grown in an aeroponic system in the tropics, *Journal of Plant Nutrition* 25 (2), pp. 297-314.
8. Meyer, C.J., Seago Jr., J.L., Peterson C.A., 2009. Environmental effects on the maturation of the endodermis and multiseriate exodermis of *Iris germanica* roots, *Annals of Botany* 103 (5), pp. 687-702.
9. Barrett J.E. and T.A. Nell (1989) - Comparison of paclobutrazol and uniconazole on floriculture crops, *Acta Horticulturae* 251:275-280.
10. Burrows G.E., Boag T.S., and Stewart W.P. (1980) - Changes in leaf stem and root anatomy of chrysanthemum cv Lillian Hoek following paclobutrazol application. 1992, *Journal of Plant Growth Regulation* 1 1:189-194. Carter, G.D. – In: *Introduction to Floreculture*. Academic Press Inc.
11. Davis T.D., Steffens G.L., and Sankhla N. (1988) - Triazole plant growth regulators, *Horticultural Reviews* 10:63-105.
12. Yewale A. K., Belorkar P. V., Chanekar M. A., Jayeeta Bhattacharya, Chimurkar B. S. (1998) - Effect of growth retardant-paclobutrazol on growth parameters of chrysanthemum, *Journal of Soils and Crops*, Vol.8, No.1, pp.82-84
13. Brown K.G.S., Kawaide H., and Yang Y.Y. (1997) - Daminozide and prohexadione have similar modes of action as inhibitors of the late stages of gibberellin metabolism. *Physiologia Plantarum* 101:309-313.
14. Hicklenton P. R. (1990) - Height control of pot chrysanthemums with pre- and post-plant treatments of daminozide and uniconazole, *Canadian-Journal-of-Plant-Science*, 70: 3, 925-930.
15. Tatinent A., Rajapakse N.C., Fernandez R.T., Rieck J.R. (2000) - Effectiveness of plant growth regulators under photoselective greenhouse cover. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 125, 673-678.
16. Rademacher W. (1991) - Inhibitors of gibberellin biosynthesis: Applications in agriculture and horticulture. In *Gibberellins*, Takahashi N., Phinney B.O., and Macmillan J. (Eds.). New York: Springer-Verlag, pp. 296-310.

17. Koriesh E.M., Abou-Dahab A.M., Ali E.W.M. (1989) – Physiological studies on *Chrysanthemum morifolium* Ramat. 1. Effects of Cycocel, gibberelic acid and nucleic acids on vegetative growth and some chemical components. *Assuit Journal of Agricultural Sciences*, 20, 27-41.
18. Talukdar M. C., Paswan L. (1998) – Effect of GA3 and CCC on growth and flowering of standart chrysanthemum. *Journal of Ornamental Horteculture*, 1, 11-16.
19. Kawabata, O. and J. DeFrank - A flexible function for regressing asymptotically declining responses of plant growth to growth retardant. 1994, *HortScience* 29:1357-1359.
20. Roeber R., Kolb D., Ohmayer G. (1995) – Influence of drought stress, DIF and growth retardant on yield and quality of *Dendranthema grandiflora*. *Acta Horticulture*, 378, 139-148.
21. Watt M.J., Beyer-Brandwijk, 1976. *The Medical & Poisonus plants of Southern 7 Eastern Africa*, pub.Livingston, London, p199-202
22. Greuter W., Matthas U., Risse H. 1984. Additions to the flora of Crete, 1973-1983 (1984) II. – *Willdenowia* 14: 269-297.
23. Kratsch H.A., Graves W.R., Gladon R.J. (2006), *Aeroponic system for control of root-zone atmosphere*, 2006. *Environmental and Experimental Botany* 55 (1-2), pp. 70-76.
24. Salachas G., Savvas D., Kapotis G., Papisavvas A. and Argyropoulou K., 2014. *Aeroponics: A future production system for Mediterranean climate conditions. High value of irrigation water efficiency and yield.* (Accepted for oral presentation in IRLA2014, international conference, 26-28 Nov.2014, Patra Greece)
25. Argyropoulou K., Salahas G., Kapotis G., Savvas D., Paspatis E. A., and Tarantillis P, 2014. Effects of the available root-zone volume on yield, morphological and physiological traits and essential oil content of *Ocimum basilicum* L. cultivated aeroponically.). *Plant Biology Europe (EPSO-FESPB) Congress*, Dublin, Ireland, 22-26 June 2014.
26. Salachas G., Argyropoulou K., Papisavvas A., Gianakopoulos E. and Deligiannakis Y., 2014. Effects of root zone temperature on the total phenolic content and DPPH scavenging activity in aeroponically cultivated basil and lettuce plants . *Plant Biology Europe (EPSO-FESPB) Congress*, Dublin, Ireland, 22-26 June 2014.
27. Argyropoulou K., Salahas G., Hela D. and Papisavvas A., 2014. Impact of nitrogen defficiency on biomass production, morphological and biochemical characteristics of sweet basil(*ocimum basilicum* L.) plants, cultivated aeroponically. Submitted for publication.
28. Salahas G., Argyropoulou K., Savvas D., Tarantillis P. and Kapotis G., 2014. Yield and nutritional quality of aeroponic basil as affected by the available root-zone volume. Under preparation.
29. Salachas G., Argyropoulou K., Papisavvas A., Gianakopoulos E. and Deligiannakis Y., 2014. Effects of root zone temperature on the total phenolic content and DPPH scavenging activity in aeroponically cultivated basil and lettuce plants. Under preparation.
30. Παπασάββας Α., Χελά Δ., Δελληγιαννάκης Ι. και Σαλάχας Γ., 2013. Βελτιστοποίηση των φυσικών αντιοξειδωτικών παραγόντων των φυτών μέσω του ελέγχου της συγκέντρωσης του αζώτου του θρεπτικού διαλύματος. 26^ο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Ε.Ε.Ε.Ο.), Καλαμάτα 15 έως 18 Οκτωβρίου 2013.

31. Αργυροπούλου Κ., Σάββας Δ., Ταραντίλλης Π. και Σαλάχας Γ., 2013. Αεροπονική καλλιέργεια πλατύφυλλου βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.). Προσδιορισμός του άριστου διαθέσιμου όγκου ανάπτυξης του ριζικού συστήματος. 26^ο Συνεδρίο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Ε.Ε.Ε.Ο.), Καλαμάτα 15 έως 18 Οκτωβρίου 2013.
32. Αργυροπούλου Κ., Παπασάββας Α., Σάββας Δ. και Σαλάχας Γ., 2013. Αεροπονική καλλιέργεια πλατύφυλλου βασιλικού (*Ocimum basilicum* L.). Επίδραση της θερμοκρασίας της ριζόσφαιρας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυτών 26^ο Συνεδρίο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Ε.Ε.Ε.Ο.), Καλαμάτα 15 έως 18 Οκτωβρίου 2013.
33. Αργυροπούλου Κ., Παπασάββας Α., Σαλάχας Γ., Σάββας Δ. και Καπότης Γ., 2013.. Αεροπονική καλλιέργεια μαρουλιού (*Lactuca sativa* L.). Επίδραση της θερμοκρασίας της ριζόσφαιρας στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των φυτών. 26^ο Συνεδρίο της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (Ε.Ε.Ε.Ο.), Καλαμάτα 15 έως 18 Οκτωβρίου 2013.
34. Wan C.K. (1982), - Rooting cuttings of *Gardenia jasminoides*, *Duranta repens*, and *Bougainville glabra* with Growth Retardants, *Pertanica* 5(1), 25-29
35. Cathey H.M., (1964), Physiology of growth retarding chemicals. *Ann. Rev. Plant Physiol.* 15:271-302
36. Haridas P. (1975) – Rooting response of tea cuttings to “Alar-85”. *Current Science* 44: 244-245
37. Hartman H.T. and Kester D.E. (1975): *Plant Propagation: Principles and Practices*. Prentice-Hall, Inc., New Jersey pp.702.
38. Read P.E. (1968) – The effect of B-Nine and Cycocel on the rooting of cuttings. *Proc. Int. Plant Propagators Soc.* 18. 312-318
39. Rudnicki R.M. (1979) Q Growth regulators and their potential use in floriculture and ornamentals, *Chromica Hort.* 19: 1-3.
40. Pooja Mehandru, Shekhawat N.S., e.t.c. (2014) Evaluation of aeroponics for clonal propagation of *Caraluma edulis*, *Leptadenia reticulate* and *Tylophora indica* – three threatened medicinal Asclepiads, *Physiol Mol. Biol. Plants*, 20(3);365-373.
41. Mechndru P., Shekhawat N.S., Manoj K. Rai, etc., (2014): Evaluation of aeroponics for clonal propagation of *Caralluma edulis*, *Leptadenia reticulate* and *Tylophora indica* – three threatened medicinal Asclepiads, *Physiol. Mol. Biol. Plants*, 20(3):365-373
42. Hayden A.L., (2006), *Aeroponic and Hydroponic Systems for Medicinal Herb, Rhizome, and Root Crops*, Native American Botanics Corporation, *HortScience* vol. 41:(3)
43. Hayden A.L., (2004), *Aeroponic Cultivation of Ginger (*Zingiber officinale*) Rhizomes*, *Acta Hort.* 659,
44. Grad I., Manescu C., e.t.c. (2014), *New Trends in Agriculture – Crop Systems Without Soil*, Scientific Papers Series Management, Economic Engineering in Agriculture and Rural Development, vol. 14, Issue 1, 143-146
45. Mugundhan M. R, Soundaria M., Maheswari V., Santhakumari P., Gopal V., (2011): “Hydroponics” – A Novel Alternative for Geoponic Cultivation of Medicinal Plants and Food Crops, *International Journal of Pharma and Bio Sciences*, vol. 2, Issue 2, p. 286-296

46. Blanchard G.M., Runkle E.S., (2007), Dipping Bedding Plant Liners in Paclobutrazol or Uniconazole Inhibits Subsequent Stem Extension, HortTechnology, vol.17, no. 2, 178-182
47. Starman T.W., Williams M.S., (2000), Growth retardants affect growth and flowering of scaevola. Hortscience 35: 36-38
48. Hwang S.J., Lee M.Y., (2008), Growth control of kalanchoe cultivars Rako and Gold Strike by application of paclobutrazol and uniconazole as soaking treatment of cuttings, African Journal of Biotechnology, vol 7 (22), pp. 4212-4218.
49. Σάββας Δ. (2007). - "Εισαγωγή στις καλλιέργειες εκτός εδάφους", Σημειώσεις εργαστηρίου, Επίκουρος Καθηγητής, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Αθήνα
50. Σαλάχας Γ.², Ντζάνης² Η. (2013) - Υδροπονική παραγωγή σπορόφυτων αρωματικών-φαρμακευτικών φυτών και στέβιας με το σύστημα επίπλευσης των δίσκων ανάπτυξης (float system). 26ο Επιστημονικό Συνέδριο της ΕΕΕΟ, Καλαμάτα 15-18/10
51. Opatrna J, Novak P. and Opatrny Z., (1997). Paclobutrazol stimulates bud regeneration in Solanum tuberosum L. primary explant cultures. Biologia Plantarum 39:151-158
52. Pinhero R.G. and Fletcher R.A., (1994), Paclobutrazol and ancymidol protect corn seedlings from high and low temperature stresses, Pl. Gr. Reg. 15, pp: 47-53,
53. Ziv M. and Ariel T., (1991). Bud proliferation and the plant regeneration in liquid cultured Philodendron treated with ancymidol and paclobutrazol. J. Plant Growth Regul. 10:53-57
54. Γραμματικάκη Γ., (2005a), Παραγωγή Εγγενούς και Αγενούς Πολλαπλασιαστικού Υλικού, Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι Κρήτης, Ηράκλειο
55. Ζιώγας Β. Ν. Μάρκογλου Α. Ν., (2007), Βιοχημεία-Φυσιολογία-Μηχανισμοί-Δράσεις και Χρήσεις των Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, Γεωργική Φαρμακολογία, Τόμος 1ος, Εκδόσεις: Ζιώγας-Μάρκογλου, Αθήνα
56. Πασπάτης Ε., 1998, Φυτορρυθμιστικές ουσίες (Φυτορμόνες). Ο ρόλος τους στα φυτά και οι εφαρμογές τους στις καλλιέργειες (2η έκδοση), Αγρότυπος Α.Ε., Αθήνα
57. Halliwell B. and Gutteridge J.M.C., 1999. Free radicals in biology and medicine, Oxford University Press.
58. Pellerin P., Tabourel F., (1995). Length of the apical unbranched zone of maize axile roots: Its relationship to root elongation rate, Environmental and Experimental Botany 35 (2), pp. 193-200.
59. Μαυρογιαννόπουλος Γ., (2007), Υδροπονικές εγκαταστάσεις, Σταμούλη
60. Delor M., (2011), Current state of Building-Integrated Agriculture, its energy benefits and comparison with green roofs – Summary, Mini project report summary presented at University of Sheffield
61. Solecki W., Rosenzweig C., Cox J., Parshall L., Rosenthal J., Hodges S., (2006), Potential impact of green roofs on the urban heat island effect, Columbia University, Center for Climate Systems Research and NASA Goddard Institute for Space Studies
62. Stoner R.J. (1983). *Aeroponics Versus Bed and Hydroponic Propagation*. Florists' Review Vol 1 173 (4477)
63. Κομπογιάννη Γ., Παυλογιάννη Β. (2006). Μεταβολές PH, EC, NO³, NO², στο θρεπτικό διάλυμα υδροπονικής παραγωγής σπορόφυτων πιπεριάς με τη μέθοδο επίπλευσης (Float System), Μεσολόγγι
64. Σάββας Δ. (2003). Γενική Ανθοκομία, Εκδόσεις Έμβρυο

65. Γκόλιαρης Α. (1992). Η καλλιέργεια της ρίγανης. Γεωργία & Ανάπτυξη, Μάρτιος-Απρίλιος 1992: 39-42.
66. Γρηγοράτος Ι. (2002). Αρωματική και Φαρμακευτική Χλωρίδα της Ελλάδας: ένας εθνικός αναξιοποίητος πλούτος/ Προοπτικές-Κίνητρα. ΑΓΡΟbusiness 3/2002: 52-57.
67. Γρηγοριάδου Κ., Βαρδάκα Ε., Νιάνου Ομπεϊντατ Ε., Δαρδιώτη Α., Αποστολίδου Π., Κουκ Κ.Π., Κοκκίνη Σ. & Λαναράς Θ. (1996). Χαρακτηριστικά *in vitro* πολλαπλασιαζόμενων φυτών *Mentha spicata*. 18ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Βιολογικών Επιστημών, 17-19 Απριλίου 1996, Καλαμάτα.
68. Γρηγοριάδου Κ. (2003) . Προοπτικές χρήσης συστημάτων υψηλής τεχνολογίας στην *in vitro* παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού. Ημερίδα της ΕΕΕΟ «Πολλαπλασιαστικό υλικό παραγόμενο αγενώς στα οπωροκηπευτικά φυτά», Θεσσαλονίκη, 31 Ιανουαρίου
69. Γρηγοριάδου Κ., Παπαναστάση Κ. και Μαλούπα Ε. (2007). Εμπορική αξιοποίηση των τριών αυτοφυών αρωματικών/φαρμακευτικών ειδών δίκταμο (*Origanum dictamnus* L.), κρίταμο (*Crithmum maritimum* L.) και μελισσόχορτου (*Melissa officinalis* L.). 23^ο Επιστημονικό Συνέδριο Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Χανιά, Οκτώβριος.
70. Δαρδιώτη Α., Γρηγοριάδου Κ., Νιάνου Ομπεϊντατ Ε., Βαρδάκα Ε., Αποστολίδου Π., Κουκ Κ.Π., Λαναράς Θ. & Κοκκίνη Σ. (1996). Φωτοσύνθεση και σύσταση αιθέριων ελαίων σε *in vitro* πολλαπλασιασμένα φυτά *Mentha spicata*. 18ο Πανελλήνιο Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας Βιολογικών Επιστημών, 17-19 Απριλίου 1996, Καλαμάτα.
71. ΕΘΙΑΓΕ. (2003). Πρακτικά ημερίδας «Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα», Θεσσαλονίκη, 8 Ιουνίου
72. ΕΛΓΑ. (2003). Πρακτικά ημερίδας «Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα», Αθήνα-Καστρί, 21 Απριλίου
73. Κουκ Κ.Μ. (2003). Ελληνικά αρωματικά φυτά. Χρήσεις και έρευνα. ΕΘΙΑΓΕ 14, 22-25.
74. Κουτσός Θ. (2006). Αρωματικά και Φαρμακευτικά Φυτά. Εκδόσεις ΖΗΤΗ. Θεσσαλονίκη.
75. Μαλούπα Ε. και Γρηγοριάδου Κ. (2003). Από τη φύση στο εργαστήριο: το οδοιπορικό ενός αυτοφυούς είδους. Περιοδικό ΕΘΙΑΓΕ, τεύχος 14, Οκτώβριος-Δεκέμβριος.
76. Μαλούπα Ε., Ζερβάκη Δ., Γρηγοριάδου Κ. και Παπαναστάση Κ. (2004). Διατήρηση και πολλαπλασιασμός αυτοφυών ειδών της ελληνικής χλωρίδας. Πρακτικά της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Τόμος 11: 355-358
77. Σκρουμπής Β. (1998). Αρωματικά, φαρμακευτικά και μελισσοτροφικά φυτά της Ελλάδας. Εκδόσεις Αγρότυπος, Αθήνα.
78. Σταυρόπουλος Ν., Σαμαράς Σ., Ματθαίου Α., ΕΘΙΑΓΕ, ΚΓΕΜΘ, Τράπεζα Γενετικού Υλικού 5701 Θέρμη Θεσσαλονίκης «Σύγχρονες Τάσεις στην Προστασία και Αξιοποίηση των Φυτογενετικών Πόρων» εισήγηση στο Συνέδριο Γενετικής Βελτίωσης στην Άρτα, 1999
79. Υπουργείο Εθνικής Οικονομίας – Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών. (2002). Επενδυτικές δυνατότητες στον τομέα των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. Αθήνα, Μάιος 2002.
80. Basics of horticulture - Simson, Straus. Oxford Book Company, Edition 2010
81. Granberry, Darbie M, Colditz, Paul, (1990). "Transplants". Commercial pepper production. University of Georgia. Retrieved 21 December 2013.

82. Smith, Shane (2000). *Greenhouse Gardener's Companion: Growing Food and Flowers in Your Greenhouse Or Sunspace*. Fulcrum Publishing. pp. 133– 135. ISBN 978-1-55591-450-9.
83. Schrader, Wayne L. (2000). Publication 8013: *Using Transplants in Vegetable Production*. UCANR Publications (University of California, Division of Agriculture and Natural Resources). p. 3. ISBN 978-1-60107-193-4.
84. Tinus R.W., McDonald S.E., (1979). How to grow tree seedlings in containers in greenhouses. USDA, For. Serv., Rocky Mountain For. Range Exp. Sta., Fort Collins CO, Gen. Tech. Rep. RM-60. 256 p. (Cited in Nienstaedt and Zasada 1990).
85. Hocking D., Mitchell D.L., (1975). The influences of rooting volume, seedling espacement and substratum density on greenhouse growth of lodgepole pine, white spruce, and Douglas fir grown in extruded peat cylinders. *Can. J. For. Res.* 5:440–451. [hj, Coates et al. 1994]
86. Carlson L.W., Endean F., (1976). The effect of rooting volume and container configuration on the early growth of white spruce seedlings. *Can. J. For. Res.* 6:221–225.
87. Coates K.D., Haeussler S., Lindeburgh S., Pojar R., Stock A.J., (1994). Ecology and silviculture of interior spruce in British Columbia. Canada/British Columbia Partnership Agreement For. Resour. Devel., Victoria BC, FRDA Rep. 220. 182 p.
88. Van Eerden E., Gates J.W., (1990). Seedling production and processing: container. p. 226–234 in Lavender, Parish D.P., Johnson R., Montgomery C.M., Vyse G., Willis A., Winston R.A., (Eds.). *Regenerating British Columbia's Forests*. Univ. B.C. Press, Vancouver BC. (Cited in Coates et al. 1994)
89. Ronco F. 1972a. Planting Engelmann spruce. USDA, For. Serv., Fort Collins CO, Res. Pap. RM-89. 24 p.
90. Binder W.D., Fielder P. (1988). The effects of elevated post-storage temperatures on the physiology and survival of white spruce seedlings. p. 122–126 in Landis, T.D. (Tech. Coord.). *Proc. Combined Meet. Western For. Nursery Assoc.'ns*. USDA, For. Serv., Rocky Mount. For. Range Exp. Sta., Fort Collins CO, Gen. Tech., Rep. RM-167. 227 p.
91. Mitchell W.K., Dunsworth G., Simpson D.F., Vyse A., (1980). Planting and seeding. p. 235–253 in Lavender, Parish D.P., Johnson R., Montgomery C.M., Vyse G., Willis A., Winston R.A., (Eds.). *Regenerating British Columbia's Forests*. Univ. B.C. Press, Vancouver BC. [Coates et al. 1994]
92. Ronco F., (1972) b. Planting Engelmann spruce: a field guide. USDA, For. Serv., Fort Collins CO, Res. Pap. RM-89A. 11 p.
93. Camm E.L., Guy R.D., Kubien D.S., Goetze D.C., Silim S.N., Burton P.J., (1995). Physiological recovery of freezer-stored white and Engelmann spruce seedlings planted following different thawing regimes. *New For.* 10(1):55–77.
94. Silem S.N., Guy R.D., (1998). Influence of thawing duration on performance of conifer seedlings. p. 155–162 in Kooistra, C.M. (Tech. Coord.). *Proc. 1995, 1996, and 1997 Ann. Meet. For. Nursery Assoc., B.C., For. Nursery Assoc.. B.C., Vernon BC*.
95. Ritchie G.A., Roden J.R., Kleyn N., (1985). Physiological quality of lodgepole pine and interior spruce seedlings: effects of lift date and duration of freezer storage. *Can. J. For. Res.* 15(4):636–645.

96. Chomba B.M., Guy R.D., Weger H.G., (1993). Carbohydrate reserve accumulation and depletion in Engelmann spruce (*Picea engelmannii* Parry): effects of cold storage and pre-storage CO₂ enrichment. *Tree Physiol.* 13:351–364.
97. Harper G.J., Camm E.L., (1993). Effects of frozen storage duration and soil temperature on the stomatal conductance and net photosynthesis of *Picea glauca* seedlings. *Can. J. For. Res.* 23(12):2459–2466.
98. Camm E.L., Goetze D.C., Silim S.N., Lavender D.P., (1994). Cold storage of conifer seedlings: an update from the British Columbia perspective. *For. Chron.* 70:311–316.
99. McKay H.M., (1997). A review of the effect of stresses between lifting and planting on nursery stock quality and performance. *New For.* 13(1–3):369–399.
100. Kooistra C.M., Bakker J.D., (2002). Planting frozen conifer seedlings: warming trends and effects on seedling performance. *New For.* 23:225–237.
101. Wang Y., Zwiazek J.J., (1999). Effects of early spring photosynthesis on carbohydrate content, bud flushing and root and shoot growth of *Picea glauca* bareroot seedlings. *Scand. J. For. Res.* 14:295–302.
102. Ogren E., (1997). Relationship between temperature, respiratory loss of sugar and premature hardening in dormant Scots pine seedlings. *Tree Physiology* 17:47–51.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

Υλικά και Μέθοδοι

2.1 Πειραματικός Σχεδιασμός και Στατιστική Ανάλυση

Ο σκοπός της πειραματικής μας προσέγγισης είναι η σύγκριση μεταξύ τριών συστημάτων παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού φυτών Λεβάντας (*Lavandula officinalis*) και η ταυτόχρονη εξέταση της επίδρασης δύο ακόμα παραγόντων, (επιβραδυντές και ορμόνη ριζοβολίας) στην ανάπτυξη των φυτών. Έτσι οι παράγοντες που εξετάζονται είναι:

- 1) Η ριζοβολία σε τρία συστήματα (αεροπονία, υδρονέφωση, float system)
- 2) Επιβραδυντές με επτά επίπεδα (έξι διαφορετικά σκευάσματα και μάρτυρας)
- 3) Ορμόνη ριζοβολίας με δύο επίπεδα (σκόνη και γέλη).

Ο αριθμός των τυχαιοποιημένων μεταχειρίσεων ριζοβολίας είναι 42 (3*7*2). Για την κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 30 μοσχεύματα. Ως εξαρτημένες μεταβλητές χρησιμοποιήθηκαν, ανεξάρτητα η μια από την άλλη και το ύψος των φυτών, το βάρος των ριζών και ο αριθμός διακλαδώσεων των ριζών.

Για τη στατιστική ανάλυση των δεδομένων και τη διεξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων επιλέχθηκε να γίνει ανάλυση σύμφωνα με τη μέθοδο ανάλυσης της διακύμανσης (ANalysis Of VAriance – ANOVA), μία στατιστική μέθοδο με την οποία η μεταβλητότητα που υπάρχει σ' ένα σύνολο δεδομένων διασπάται στις επιμέρους συνιστώσες της με στόχο την κατανόηση της σημαντικότητας των διαφορετικών πηγών προέλευσής της. Η ανάπτυξη της μεθοδολογίας οφείλεται στον θεμελιωτή της σύγχρονης στατιστικής επιστήμης, άγγλο στατιστικό Sir Ronald Aylmer Fisher (1890-1962). Στην πραγματικότητα η ANOVA περιλαμβάνει μία ομάδα στατιστικών μεθόδων καταλλήλων για την ανάλυση δεδομένων που προκύπτουν από πειραματικούς σχεδιασμούς.

2.2 Επιλογή πειραματόφυτου

Αφού προηγήθηκε εκτενής βιβλιογραφική έρευνα προκειμένου να αξιοποιηθούν και τα τελευταία επιτεύγματα πέρα από την ήδη γνωστή τεχνογνωσία στην παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού, έγινε η επιλογή του φυτικού είδους σε συνδυασμό με τις συνθήκες της περιοχής, την εποχή, αλλά και του απαραίτητου αριθμού φυτών ικανών να δώσουν τον απαιτούμενο αριθμό μοσχευμάτων στη συγκεκριμένη εποχή του έτους. Έτσι επιλέχθηκαν φυτά Λεβάντας (*Lavandula officinalis*).

Αρωματικά Φυτά στην Ελλάδα

Η Ελληνική χλωρίδα περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό αρωματικών φυτών, τα οποία είτε φύονται σε όλη τη χώρα, είτε σε ένα βιότοπο, είτε εξαπλώνονται σε μία μικρή περιοχή. Τα είδη εκείνα που απαντώνται σε όλη τη χώρα παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη ποικιλότητα σε ότι αφορά την απόδοση τους σε αιθέρια έλαια σε αντίθεση με τα ενδημικά είδη. Έχουν καταγραφεί περίπου 2000 είδη φυτών που παράγουν αιθέρια έλαια. Τα αρωματικά φυτά ανήκουν σε πολλές και διαφορετικές οικογένειες, όπως π.χ το χαμομήλι (*Matricaria chamomilla* - Ματρικαρία το χαμαίμηλον) της οικογένειας Asteraceae, ο βασιλικός (*Ocimum basilicum* - Ώκιμον το βασιλικόν) της οικογένειας Lamiales, η δάφνη (*Laurus nobilis* - Δάφνη η ευγενής) της οικογένειας Lauraceae, ο μάραθος (*Foeniculum vulgare* - Φοινίκουλο το κοινό) της οικογένειας Apiaceae κ.ά. Η οικογένεια με τον μεγαλύτερο αριθμό αρωματικών φυτών στην Ελλάδα είναι η οικογένεια Lamiales (Χειλανθή). Η οικογένεια Lamiales χαρακτηρίζεται από πολυάριθμα είδη των ξηρών και θερμών κλιματικών περιοχών, με πολλά χαρακτηριστικά γνωρίσματα όπως ο τετράγωνος βλαστός με τα αντιθέτως φυόμενα φύλλα, η διάταξη των ανθέων που σχηματίζουν μονοχάσια ή διχάσια, η συμπέταλη στεφάνη, ο συστέπαλος κάλυκας που περικλείει τον σωλήνα της στεφάνης, οι τέσσερις άνισοι στήμονες που σχηματίζουν δύο ζεύγη, η επιφυής δικαρποφυλλική οωθήκη και τα αιθέρια έλαια που παράγουν σε ειδικούς αδένες του βλαστού, των φύλλων και των ανθέων. Στην Ελλάδα φύονται πολλά είδη της

οικογένειας Lamiales τα οποία δεν είναι χρήσιμα μόνο ως αρωματικά αλλά και ως φαρμακευτικά, αρτυματικά, καλλωπιστικά και μελισσοτροφικά. Τα πιο κοινά είναι: θυμάρι (*Thymus capitatus* - Θύμος ο κεφαλωτός), θρούμπι (*Satureja thymbra* - Σατουρέγια η θύμβρα), φασκόμηλο (*Salvia fruticosa* - Ελελίφασκος ο θαμνώδης), ρίγανη (*Origanum vulgare* - Ορίγανον το κοινό), δίκταμος (*O. dictamnus* - Ορίγανον ο δίκταμος), μελισσοβότανο (*Melissa officinalis* - Μέλισσα η φαρμακευτική), Λεβάντα η στοιχάς (*Lavandula stoechas*), τσάι του βουνού (*Sideritis scardica* - Σιδερίτης η σκαρδική), Μέντα η σταχυώδης (*Mentha spicata*), δενδρολίβανο (*Rosmarinus officinalis* - Ροσμαρίνος ο φαρμακευτικός).

Για το σκοπό του πειράματος επιλέχθηκαν το φυτό λεβάντα ή *Lavandula officinalis*, το οποίο είναι φυτό που ανήκει στην οικογένεια των Χειλανθών (*Labiatae*). Το γνωστότερο γένος είναι η λαβαντούλα, που περιλαμβάνει γύρω στα 25 είδη. Είναι ιθαγενές των παραμεσόγειων περιοχών. Επίσης, απαντάται στα Κανάρια Νησιά, στην Ινδία και σε άλλες ασιατικές χώρες. Το αιθέριο έλαιο που περιέχουν τα φύλλα της χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία και για τη θεραπεία νευρασθενειών. Έχει επίσης αντισηπτικές ιδιότητες και χρησιμοποιείται στην επούλωση τραυμάτων. Σε μεγάλες δόσεις η λεβάντα δρα ως υπνωτικό και ναρκωτικό. Οι ιαματικές της ιδιότητες ήταν γνωστές από την αρχαιότητα και αναφέρονται στο Διοσκουρίδη, τον Πλίνιο και το Γαληνό.

Πρόκειται για φυτό φρυγανώδες και πολύκλαδο, με όρθιους βλαστούς που φύονται από τη βάση. Είναι, συνεπώς, θάμνος, με ύψος 30 έως 80 εκατοστά. Έχει γκριζοπράσινα φύλλα, στενά ως λογχοειδή. Οι ανθοφόροι βλαστοί καταλήγουν σε ταξιανθία τύπου στάχτος.

Το αιθέριο έλαιο της λεβάντας χρησιμοποιείται στην αρωματοποιία, τη σαπωνοποιία και στη φαρμακευτική ως τονωτικό και αντικαταρροϊκό. Κύριο συστατικό του είναι η χημική ένωση οξικό λιναλύλιο, ενώ επίσης περιέχει αλκοόλες.

Η λεβάντα καλλιεργείται σε εδάφη πλούσια σε ασβέστιο, καθώς αυτό βελτιώνει την ποιότητα του αιθέριου ελαίου της και βοηθά την ανάπτυξη του φυτού. Το έδαφος καλλιέργειας πρέπει να είναι ελαφρύ και χαλικώδες, γι' αυτό και το φυτό προσφέρεται για καλλιέργεια σε εκτάσεις ακατάλληλες για άλλου τύπου καλλιέργειες. Δεν αγαπά, επίσης, ιδιαίτερα την υγρασία, αλλά ούτε και την ολοσχερή ξηρασία. Σήμερα καλλιεργείται στην Ισπανία, τη Γαλλία, τη Βουλγαρία και αρκετές χώρες της Βόρειας Αφρικής. Στην Ελλάδα καλλιεργείται στην Αρκαδία, την Κεφαλληνία, τις Σέρρες την Κομοτηνή και τη Σαμοθράκη.

Πολλαπλασιάζεται με σπόρους, με μοσχεύματα και με παραφυάδες. Η συλλογή (συγκομιδή) γίνεται κατά το στάδιο πλήρους ανθοφορίας, οπότε και μπορεί να ληφθεί η μέγιστη ποσότητα (και ποιότητα) αιθέριου ελαίου.

2.3 Η Βιοχημική Μέθοδος ELISA

Η ELISA βασίζεται στην ειδική σύνδεση αντιγόνου-αντισώματος. Αρχή της μεθόδου είναι ότι το αντιγόνο και το αντίσωμα συνδέονται με τρόπο ειδικό και αμφίδρομο και σχηματίζουν ένα σύμπλοκο που μπορεί να διαχωριστεί από τα υπόλοιπα ελεύθερα μόρια που υπάρχουν στο δείγμα.

Ακολουθήσαμε τα πρωτόκολλα της μεθόδου με εξειδικευμένα αντισώματα για τους δύο ιούς και δευτερογενή αντισώματα αντίχενωσης συζευγμένα με αλκαλική φωσφατάση (Clark & Adams, 1977). Για την αντίχενωση των ιών, τα δείγματα ομογενοποιήθηκαν με προσθήκη ρυθμιστικού διαλύματος PBS σε αναλογία 1/10 και χρησιμοποιήθηκε το φυτικό εκχύλισμα. Στην συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν μικροπλάκες πολυστυρενίου 96 βοθρίων. Σε κάθε μικροπλάκα υπάρχουν βοθρία με θετικό και αρνητικό μάρτυρα καθώς και βοθρία με διάλυμα PBS-Tween. Το πλύσιμο των πλακών μετά από κάθε στάδιο έγινε σε τρεις φάσεις με τη χρήση υδροβολέα (PBS-Tween). Περίπου μια ώρα μετά την προσθήκη του υποστρώματος, έγινε η μέτρηση της Οπτικής Απορρόφησης, σε φωτόμετρο στα 450nm.

Διαλύματα

PBS 0.01 M (extraction buffer)	Διάλυση σε απιονισμένο νερό 1000 ml: 8.18 gr NaCl, 0.15 gr KCl, 0.27 gr KH ₂ PO ₄ , 1.42 gr Na ₂ HPO ₄ x 2 H ₂ O, pH 7,4 και αποστείρωση
Washing buffer (PBST)	0.05 % Tween-20 in PBS 0.01 M
PBSTM-PVP (immunodetection)	Διάλυση skimmed milk powder 0,1 g, PVP 1g σε 40ml PBST, σε μαγνητικό αναδευτήρα για 10 λεπτά. Μετά την ομογενοποίηση συμπληρώνουμε στα 50 ml και ακολουθεί αποστείρωση
PBSTM-PVP-sap (immunodetection)	Εξαγωγή 1,5 g υγιών φυτικών ιστών Λεβάντας, σε 15ml PBSTM-PVP. Φυγοκέντριση για 10 λεπτά στις 10.000 σαλ σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (4 ⁰ C). Συλλογή υπερκείμενου.
PNP Buffer	Διάλυση σε 800 ml απιονισμένου νερού: Magnesium chloride hexahydrate 0.1 g, Sodium azide 0.2 g, Diethanolamine 97.0 ml. Ρύθμιση του pH στο 9,8 με υδροχλωρικό οξύ. Συμπλήρωση στα 1000 ml και φύλαξη στους 4 ⁰ C
PNP substrate	Διάλυση PNP tablet σε PNP Buffer σε συγκέντρωση 0.75 mg/ml pNPP

Διαδικασία

Εξαγωγή δειγμάτων 1:10 (πειραματικού, αρνητικών και θετικών)	<ol style="list-style-type: none">1. Ζύγιση 1g φυτικού ιστού και διάλυση σε 10 ml PBS (extraction buffer)2. Φυγοκέντριση για 10 λεπτά στις 10.000 σαλ σε ψυχόμενη φυγόκεντρο (4⁰C).3. Συλλογή υπερκείμενου και αποθήκευση στους 4⁰C
Φόρτωση δειγμάτων	Ακολουθώντας το διάγραμμα φόρτωσης, φορτώνουμε 100 μl από κάθε δείγμα σε κάθε βοθρίο της μικροπλάκας πολυστυρενίου 96 βοθρίων (σε όλες τις δοκιμές θα χρησιμοποιηθούν μόνο τα εσωτερικά 60 βοθρία).
Επώαση δειγμάτων	Επώαση σε δονούμενο ανακινήτηρα, στους 4 ⁰ C overnight
Πλύση της μικροπλάκας πολυστυρενίου	Γεμίζουμε πλήρως τα βοθρία της μικροπλάκας πολυστυρενίου με PBST και στη συνέχεια γρήγορα τα αδειάζουμε. Γίνονται τρεις επαναλήψεις.
Επώαση με PBSTM-PVP	Φορτώνουμε 100 μl από PBSTM-PVP σε κάθε βοθρίο της μικροπλάκας πολυστυρενίου. Επώαση σε δονούμενο ανακινήτηρα, για μία ώρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος
Προετοιμασία PBSTM-PVP-	Επώαση της εξειδικευμένης ανοσοσφαιρίνης IgG σε PBSTM-PVP-sap σε αραιώση 1:200, για μία ώρα σε θερμοκρασία

sap με IgG	περιβάλλοντος
Πλύση της μικροπλάκας πολυστυρενίου	Γεμίζουμε πλήρως τα βοθρία της μικροπλάκας πολυστυρενίου με PBST και στη συνέχεια γρήγορα τα αδειάζουμε. Γίνονται τρεις επαναλήψεις.
Επώαση με PBSTM-PVP – IgG	Φορτώνουμε 100 μl από PBSTM-PVP-IgG σε κάθε βοθρίο της μικροπλάκας πολυστυρενίου. Επώαση σε δονούμενο ανακινητήρα, για δύο ώρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος
Πλύση της μικροπλάκας πολυστυρενίου	Γεμίζουμε πλήρως τα βοθρία της μικροπλάκας πολυστυρενίου με PBST και στη συνέχεια γρήγορα τα αδειάζουμε. Γίνονται τρεις επαναλήψεις.
Προετοιμασία PBSTM-PVP - Monoclonal Anti-Rabbit IgG (γ-chain specific)–Alkaline Phosphatase antibody	Προσθέτουμε Monoclonal Anti-Rabbit IgG (γ-chain specific)–Alkaline Phosphatase antibody σε PBSTM-PVP σε αραιώση 1:1000
Επώαση PBSTM-PVP - Monoclonal Anti-Rabbit IgG (γ-chain specific)–Alkaline Phosphatase	Φορτώνουμε 100 μl από PBSTM-PVP - Monoclonal Anti-Rabbit IgG (γ-chain specific)–Alkaline Phosphatase antibody σε κάθε βοθρίο της μικροπλάκας πολυστυρενίου. Επώαση σε δονούμενο ανακινητήρα, για μία ώρα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος

antibody	
Πλύση της μικροπλάκας πολυστυρενίου	Γεμίζουμε πλήρως τα βοθρία της μικροπλάκας πολυστυρενίου με PBST και στη συνέχεια γρήγορα τα αδειάζουμε. Γίνονται τρεις επαναλήψεις.
Προετοιμασία PNP substrate	Διάλυση PNP tablet σε PNP Buffer σε συγκέντρωση 0.75 mg/ml pNPP
PNP substrate	Φορτώνουμε 100 μl από PNP substrate (0.75 mg/ml pNPP) σε κάθε βοθρίο της μικροπλάκας πολυστυρενίου. Επώαση για 30 λεπτά σε θερμοκρασία περιβάλλοντος
Μέτρηση σε φωτόμετρο Elisa	Μέτρηση σε ορατό μήκος ακτινοβολίας 405nm, ανά 10 λεπτά

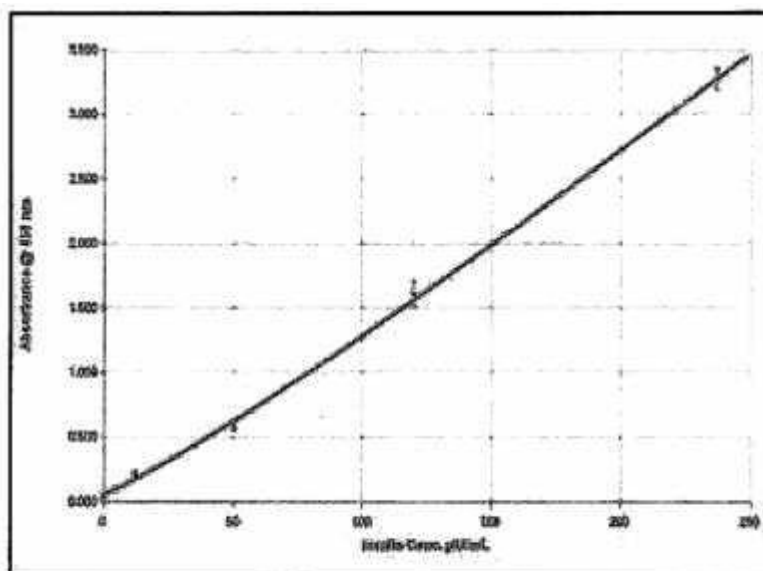
2.3.1 Φυτοϋγειονομικός Έλεγχος Μητρικών Φυτών

Αφού συγκεντρώθηκε η απαραίτητη ποσότητα μητρικών φυτών ακολούθησε πλήρης τυχαιοποίηση ώστε να συγκεντρώσουμε αντιπροσωπευτικό δείγμα φυτικών ιστών για τον φυτοϋγειονομικό έλεγχο σε βασικούς ιούς και άλλα παθογόνα. Ο έλεγχος που πραγματοποιήσαμε στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πάτρας, ακολούθησε τα διεθνή πρωτόκολλα, με τη ορολογική μέθοδο ELISA και τη συσκευή ELISA BIOTEK EL_x800.

Η ELISA είναι μια βιοχημική τεχνική που χρησιμοποιείται κυρίως στην ανοσολογία για την ανίχνευση της παρουσίας ενός αντισώματος ή ενός αντιγόνου σε ένα δείγμα.

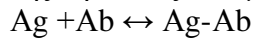
Η ELISA εφαρμόζεται για την αξιολόγηση είτε της παρουσίας ενός αντιγόνου είτε της παρουσίας ενός αντισώματος σε ένα δείγμα, συνεπώς αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των αντισωμάτων σε ορό (όπως με τη δοκιμή H1v). Επίσης, η μέθοδος έχει εφαρμογές στη βιομηχανία τροφίμων για τον εντοπισμό δυνητικά αλλεργιογόνων σε τροφές, όπως είναι το γάλα, τα φιστίκια, τα καρύδια, τα αμύγδαλα και τα αυγά. Η ELISA μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί στην τοξικολογία ως μια ταχεία προκαταρκτική διάγνωση για ορισμένες κατηγορίες φαρμάκων (και ναρκωτικών). Τέλος, με ELISA πραγματοποιείται και το Τεστ δυσανεξίας των τροφών, αλλά η εγκυρότητα του εν λόγω τεστ είναι αμφιλεγόμενη.

Οι τεχνικές της ELISA μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για ποιοτική όσο και για ποσοτική ανάλυση. Η ποιοτική ανάλυση παρέχει απλά ενδείξεις για την ύπαρξη Θετικού ή αρνητικού αποτελέσματος σε ένα δείγμα. Η ποσοτική ανάλυση στηρίζεται στη μέτρηση της απορρόφησης ή οπτικής πυκνότητας (OD) του δείγματος και στη σύγκριση αυτής με μια πρότυπη καμπύλη (εικόνα 1), προκειμένου να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του αντιγόνου ή του αντισώματος στο δείγμα.



Εικόνα 1. Παράδειγμα πρότυπης καμπύλης για τον ποσοτικό προσδιορισμό του δείγματος. Στον άξονα y αναπαρίστανται οι απορροφήσεις προτύπων διαλυμάτων γνωστής συγκέντρωσης και στον άξονα x η συγκέντρωσή τους. Ενώνοντας τα σημεία προκύπτει η πρότυπη καμπύλη. Από την τιμή απορρόφησης του εκάστοτε δείγματος που λαμβάνουμε στο τέλος της ELISA, μέσω της πρότυπης καμπύλης, υπολογίζουμε τη συγκέντρωση του δείγματος.

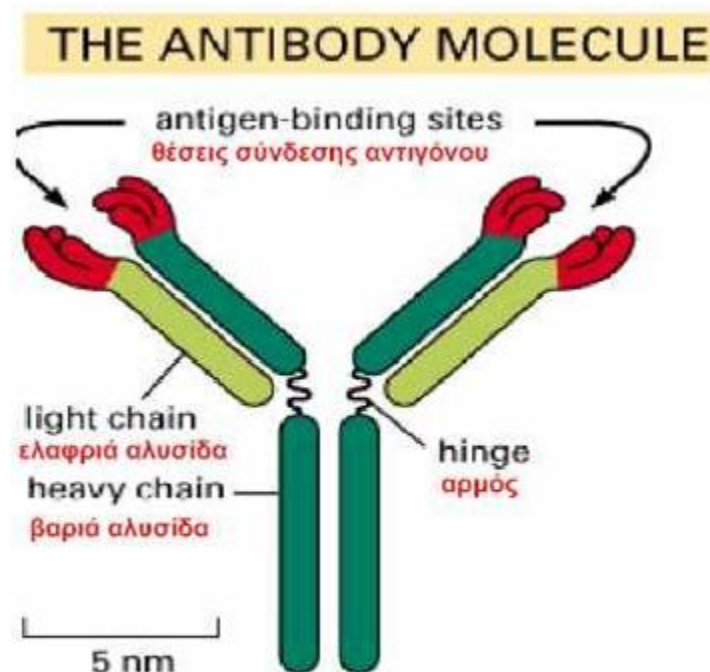
Η ELISA βασίζεται στην ειδική δέσμευση αντιγόνου (Ag) και αντισώματος (Ab). Αρχή της μεθόδου είναι η εξειδικευμένη σύνδεση αντιγόνου αντισώματος, και ο σχηματισμός συμπλόκου το οποίο μπορεί να διαχωριστεί από τα υπόλοιπα ελεύθερα μόρια που περιέχονται στο εξεταζόμενο δείγμα. Η αντίδραση ακολουθεί το νόμο της δράσεως των μαζών.



όπου: Ag: αντιγόνο, Ab: αντίσωμα

Μια ανάλογη ισορροπία αποκαθίσταται και μεταξύ ενός επισημασμένου αντιγόνου Ag* και αντισώματος Ab.

Η δομή του αντισώματος φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Η δομή ενός αντισώματος.

Οι μέθοδοι ELISA διακρίνονται σε:

1. Ανταγωνιστικές και
2. Μη ανταγωνιστικές

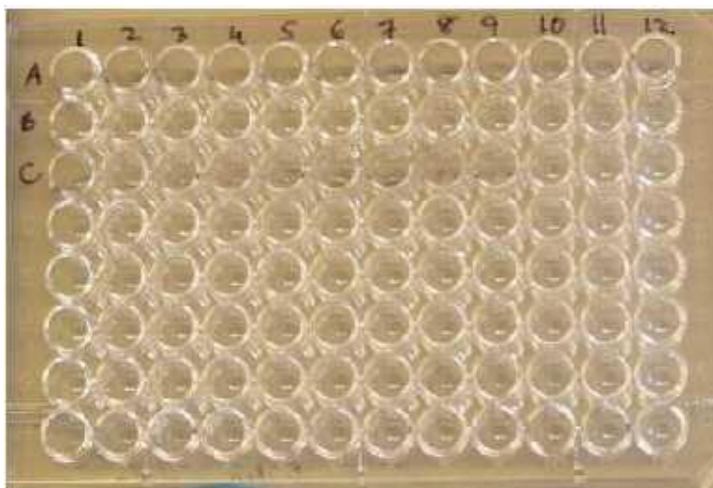
Στην ανταγωνιστική μέθοδο, ο επισημασμένος ιχνηθέτης είναι το ίδιο το αντιγόνο. Το προς μέτρηση και το επισημασμένο αντιγόνο ανταγωνίζονται για τη σύνδεση με περιορισμένη ποσότητα του ίδιου αντισώματος και για αυτό το αποτέλεσμα της αντίδρασης είναι αντιστρόφως ανάλογο της συγκέντρωσης του μετρούμενου αντιγόνου στο δείγμα.

Στη μη-ανταγωνιστική μέθοδο, ο επισημασμένος ιχνηθέτης είναι το αντίσωμα. Το αντιγόνο προσροφάται καταρχήν σε ένα μη επισημασμένο αντίσωμα, που είναι καθηλωμένο συνήθως σε μια στερεή επιφάνεια, και μετά προστίθεται το ίδιο επισημασμένο αντίσωμα (τεχνική sandwich).

Το αποτέλεσμα της αντίδρασης είναι ευθέως ανάλογο προς την συγκέντρωση της ουσίας που μετράμε στο δείγμα. Στην ELISA η επισήμανση πραγματοποιείται με τη σύνδεση ενός ενζύμου στο προς ιχνηθέτηση αντιγόνο ή αντίσωμα. Ο προσδιορισμός του συνδεδεμένου ενζύμου απαιτεί την προσθήκη του υποστρώματος και τη μέτρηση μιας καταλυτικής αντίδρασης ενζύμου- υποστρώματος. Μια μικρή σχετικά ποσότητα ενζύμου μπορεί να προκαλέσει τη μετατροπή σε σύντομο χρόνο μεγάλης ποσότητας υποστρώματος σε έγχρωμο προϊόν. Η παραγωγή αυτού του προϊόντος σταματάει με την προσθήκη συγκεκριμένου αντιδραστήριου (συνήθως οξύ) και μετράται η απορρόφησή του με τη βοήθεια ειδικού φασματοφωτομέτρου τύπου ELISA.



Συσκευή ELISA ELX800



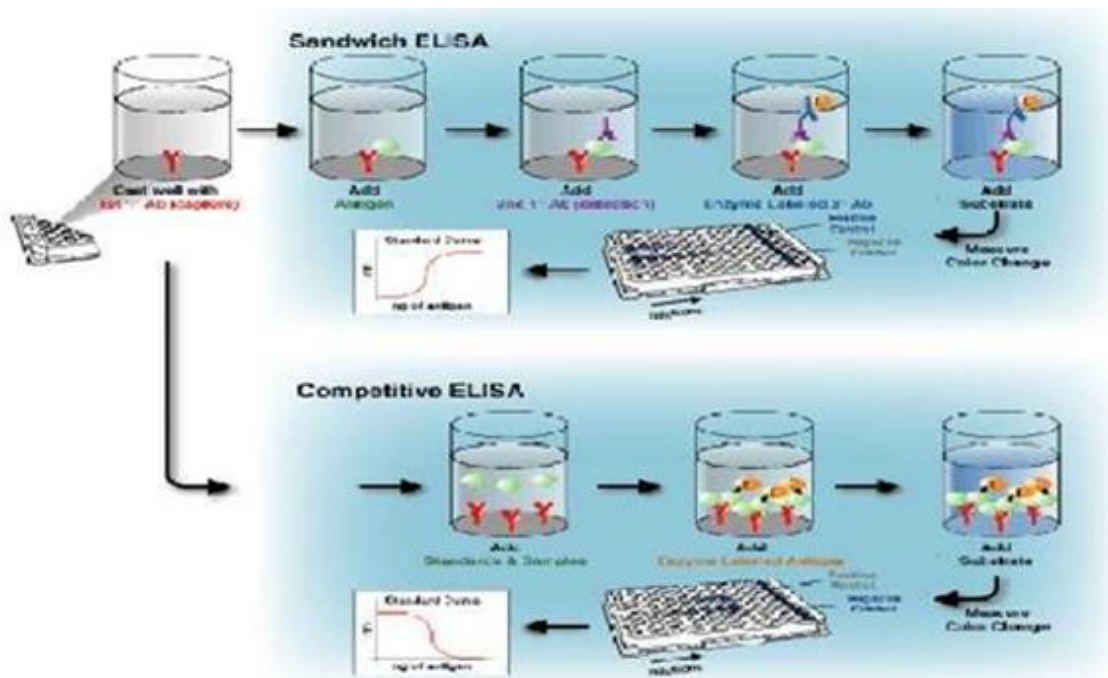
Πλάκα Μικροπιλοδότησης 96 βοθρίων πολυστυρενίου (8*12 κελιά)

Στάδια ανταγωνιστικής μεθόδου:

1. Το αντίσωμα υπάρχει καθηλωμένο στο πλακίδιο εργασίας.
2. Προσθήκη αντιγόνου (δείγμα). Επώαση. Πλύση 3-5 φορές για να απομακρυνθεί ό,τι δε δεσμεύτηκε από το αντίσωμα.
3. Προσθήκη αντιγόνου συνδεδεμένου με ένζυμο. Το ιχνηθετημένο αντιγόνο ανταγωνίζεται με το αντιγόνο που θέλουμε να μετρήσουμε για τη σύνδεση στα ίδια ακινητοποιημένα αντισώματα. Επώαση και πλύση 3-5 φορές για να απομακρυνθεί ό,τι δε δεσμεύτηκε.
4. Προσθήκη υποστρώματος. Επώαση, παραγωγή έγχρωμου προϊόντος και προσθήκη διαλύματος τερματισμού.
5. Μέτρηση της απορρόφησης του προϊόντος.

Στάδια μη-ανταγωνιστικής μεθόδου:

1. Το αντίσωμα υπάρχει καθηλωμένο στο πλακίδιο εργασίας.
2. Προσθήκη αντιγόνου (δείγμα). Επώαση. Πλύση 3-5 φορές για να απομακρυνθεί ό,τι δε δεσμεύτηκε από το αντίσωμα.
3. Προσθήκη αντισώματος συνδεδεμένου με ένζυμο. Επώαση και πλύση 3-5 φορές για να απομακρυνθεί ό,τι δε δεσμεύτηκε.
4. Προσθήκη υποστρώματος. Επώαση, παραγωγή έγχρωμου προϊόντος και προσθήκη διαλύματος τερματισμού.
5. Μέτρηση της απορρόφησης.



Τα στάδια της μη ανταγωνιστικής (sandwich) και της ανταγωνιστικής (competitive) ELISA.

Σημείωση: στα πρώτα στάδια της μεθόδου, πριν την προσθήκη του δείγματος, στα πηγαδάκια της πλάκας μικροτιτλοδότησης τοποθετείται διάλυμα BSA (λευκωματίνη ορού βόειας προέλευσης) ή καζείνης. Οι πρωτεΐνες αυτές έχουν την ικανότητα να μπλοκάρουν τις μη ειδικές προσροφήσεις άλλων πρωτεϊνών στην πλάκα μικροτιτλοδότησης, οι οποίες θα μπορούσαν να δώσουν ψευδώς Θετικό αποτέλεσμα. Το στάδιο αυτό λέγεται και στάδιο μπλοκαρίσματος (Blocking Step).

Μια νέα τεχνική ELISA χρησιμοποιεί μια στερεά φάση που αποτελείται από πολυστυρόλιο (υλικό ανοσοπροσρόφησης) με 4-12 προεξέχοντες θόλους. Η όλη διάταξη είναι βυθισμένη σε ένα δοκιμαστικό σωλήνα που περιέχει το δείγμα και τα ακόλουθα βήματα (πλύσιμο, επώαση του συμπλόκου και επώαση του χρωμογόνου παράγοντα) πραγματοποιούνται με εμφύσηση των θόλων σε μικροπηγάδια προτύπων μικροπλακών που είναι ήδη γεμισμένες με αντιδραστήρια. Στην αντίστροφη ELISA ένας θόλος αφήνεται κενός για τη μέτρηση της μη ειδικής αντίδρασης.

Τα αποτελέσματα του ελέγχου μας επέτρεψαν να ξεκινήσουμε τη διαδικασία πολλαπλασιασμού χωρίς να πραγματοποιηθεί επιπλέον έλεγχος με PCR.



Το εργαστήριο του Ι.Π.Φ. Πάτρας



Μικροπλάκα πολυστυρενίου των 96 βοθρίων. Αλλαγή χρωματισμού όπου έχει τοποθετηθεί θετικό δείγμα

2.4 Προετοιμασία Συστημάτων Ριζοβολίας Αεροπονίας & Υδροπονίας

Παράλληλα με τη διαδικασία επιλογής φυτών ξεκίνησε, η προετοιμασία και η προσαρμογή των εγκαταστάσεων σύμφωνα με τις συνθήκες της εποχής, της περιοχής και των απαιτούμενων συνθηκών ριζοβολίας για τα πειραματόφυτα μας. Έγινε η εγκατάσταση ριζοτηρίου με σύστημα υδρονέφωσης (intermittent mist system), σε πάγκο εργασίας, όπου χρησιμοποιήσαμε για υπόστρωμα μίγμα δύο ειδών τύρφης και Περλίτη (1:1) (NOVAGRO: FLORAND 12-14-24+ιχνοστοιχεία: PERLOFLOR, Διογκωμένος FINE).

Χρησιμοποιήθηκε δηλαδή μίγμα τύρφης (50% μαύρη και 50% ξανθιά) με pH: \approx 6.0, EC: \approx 45mS/m, KCL: 0.9 gr/l, N:90 mg/l, P₂O₅: 240 ppm, K₂O: 625 ppm και O.M.: 70-90%. Το τελικό μίγμα του υποστρώματος αποτελούνταν και εδώ από 50% της ανωτέρω τύρφης και 50% περλίτη. Έπειτα η συνολική επιφάνεια του ριζοτηρίου καλύφθηκε με ελαφρύ στρώμα βερμικουλίτη, πάχους 1 mm περίπου.

Κατασκευάστηκε ειδικό τούνελ με πλαστικό κάλυψης στο ριζοτήριο για να συγκρατεί την Σχετική Υγρασία στα απαραίτητα ποσοστά ριζοβολίας (90%), τοποθετήθηκαν συστήματα ψεκασμού σταγονιδίων νερού (22-80μ). Επιπλέον τοποθετήθηκε αυτοματοποιημένο σύστημα με ηλεκτρονικό προγραμματιστή Irritrol JuniorMAX 4-στάσεων και αισθητήρες για τη σωστή λειτουργία του συστήματος. Τέλος έγιναν οι απαραίτητες προκαταρκτικές δοκιμές ψεκασμών και τοποθετήθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας.



Προετοιμασία Πάγκου Υδρονέφωσης



Τύρφη Ξανθιά & Καστανή



Κατασκευή ριζοτηρίου και υλικά που χρησιμοποιήθηκαν

Έπειτα ξεκίνησε η προετοιμασία υδροπονικού συστήματος τύπου Float System, όπου ετοιμάστηκαν τρία (3) ξύλινα πλαίσια, στη βάση τους τοποθετήθηκε μαύρο νάιλον για τη διατήρηση του ριζικού συστήματος σε απόλυτο σκοτάδι και τη συγκράτηση νερού και του θρεπτικού διαλύματος στο οποίο επιπλέουν οι δίσκοι με τα αναπτυσσόμενα φυτά. Στη συνέχεια έγινε εφοδιασμός της κατασκευής με σύστημα αερισμού του θρεπτικού διαλύματος με ηλεκτρική αντλία αερισμού με δύο εξόδους οξυγόνου τύπου AirPump AR-8500. Τοποθετήθηκε επίσης ειδικό σύστημα συμπλήρωσης νερού ώστε να αναπληρώνεται το νερό που χρησιμοποιείται από τα φυτά ή εξατμίζεται φυσιολογικά κατά τη διαδικασία ριζοβολίας. Τέλος κατασκευάστηκε ειδικό τούνελ για τη συγκράτηση υγρασίας και τοποθετήθηκαν αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας. Το pH θα διατηρείτε σε σταθερό επίπεδο με τη χρήση ειδικού οργάνου τύπου prosystem aqua pH control. Η αγωγιμότητα και το pH του υδατικού διαλύματος, επιτηρείτο σε τακτά χρονικά διαστήματα με ηλεκτρονικό αγωγιμόμετρο και πεχάμετρο.



Αντλία Αυτόματης Ρύθμισης pH



Κατασκευή FloatSystem



Αντλία παροχής αέρα



Προγραμματιστής αρδεύσεων

Παράλληλα, στο υπάρχον πλήρες αυτοματοποιημένο αεροπονικό σύστημα εφαρμόστηκαν τα ειδικά ακροφύσια ψεκασμού σταγονιδίων (22-80μ) θρεπτικού διαλύματος, και ελέγχθηκαν τα ειδικά συστήματα αυτοματισμών. Έτσι σχεδιάστηκαν οι θέσεις των φυτών και προετοιμάστηκαν τα καπάκια για τα κιβώτια από φελιζόλ που θα φιλοξενήσουν τα μοσχεύματα κατά τη ριζοβολία τους. Κατασκευάσαμε και σε αυτό το σύστημα επιπλέον ειδικό τούνελ για να συγκρατείται η Σχετική Υγρασία σε υψηλά επίπεδα.

Στη συνέχεια ακολουθήσαμε τη διαδικασία που περιγράφεται παρακάτω για την εγκατάσταση των μοσχευμάτων και στα τρία διαφορετικά συστήματα ριζοβολίας.

Αρχικά προετοιμάσαμε τα διαλύματα επιβραδυντών αύξησης Daminozide και Paclobutrazol στις επιλεγμένες συγκεντρώσεις 1000 ppm, 2500 ppm, 5000 ppm και 1 ppm, 2 ppm και 5 ppm αντίστοιχα, όπως φαίνεται και στον Πίνακα. Για τα διαλύματα χρησιμοποιήθηκαν τα σκευάσματα ALAR 85 SG (Daminozide 85,14% β/β, K+N Ευθυριάδη ABEE) και Bonzi (Paclobutrazol, 0,04%, Syngenta).

Πίνακας. Διάλυση σκευασμάτων σε H₂O

Ρυθμιστής	Διάλυση (g/L)	Διάλυση (ml/L)
ALAR 1000 ppm	1.2	
ALAR 2500 ppm	3.0	
ALAR 5000 ppm	6.0	
BONZI 1 ppm		0,25
BONZI 2 ppm		0,50
BONZI 5 ppm		1,25



Εργαστήριο Φυσιολογίας – Θρέψης ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας

Έπειτα σχετικά με το πολλαπλασιαστικό υλικό, συγκεντρώσαμε τον απαραίτητο αριθμό μητρικών φυτών και επιλέξαμε μοσχεύματα μήκους περίπου 8-10 εκ. από πλευρικούς βλαστούς.



Προετοιμασία Μοσχευμάτων Λεβάντας

Το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήσαμε, περιελάμβανε τις ακόλουθες πειραματικές επεμβάσεις, όπως αυτές εμφανίζονται στον Πίνακα.

Πίνακας. Πειραματικός σχεδιασμός επεμβάσεων ανά φυτικό είδος

Λεβάντα (x 30 φυτά)				
Επιβραδυντής	Ορμόνη Ριζοβολίας	Αεροπονία	Υδροπονία	Εδαφικό Υπόστρωμα
Alar 1000ppm	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30
Alar 2500ppm	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30
Alar 5000ppm	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30
Bonzi 1ppm	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30
Bonzi 2ppm	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30
Bonzi 5ppm	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30
Μάρτυρας	RootOn A	30	30	30
	ROOT !T	30	30	30

Αρχικά τα μοσχεύματα εμβαπτίστηκαν αντίστοιχα στα έξι διαφορετικά διαλύματα των ρυθμιστών ανάπτυξης (2 ρυθμιστές X 3 συγκεντρώσεις) για χρονικό διάστημα διάρκειας ακριβώς ένα λεπτό (60 sec.). Στα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες, δεν έγινε χρήση των επιβραδυντών.

Στη συνέχεια οι βάσεις όλων των μοσχευμάτων εμβαπτίστηκαν ξεχωριστά στα δύο (2) ορμονικά σκευάσματα που βοηθούν τη ριζοβολία και συγκεκριμένα:

α) σε I.B.A. εμπορική σκόνη με την επωνυμία *ROOTON A 0,2 DP*. Το σκεύασμα περιέχει ινδολ-3-βουτανικό οξύ 0.2% και 99,8% άλλες βοηθητικές ουσίες και

β) σε σκεύασμα σε μορφή γέλης, με εμπορική ονομασία *ROOT!T*, που περιέχει IBA (ινδολ-βουτανικό οξύ και βιταμίνη B1)

Τέλος έγινε η τοποθέτηση των μοσχευμάτων στα διαφορετικά συστήματα ριζοβολίας.



Εγκατάσταση μοσχευμάτων Λεβάντας στα τρία συστήματα ριζοβολίας (Αεροπονία, Υδρονέφωση, Float System)

Στα επόμενα στάδια του πειράματος αναμένουμε τα αποτελέσματα των μεταχειρίσεων ώστε να αξιολογηθούν τα ποσοστά επιτυχίας της ριζοβολίας ανά μεταχείριση. Επιπλέον θα πραγματοποιηθεί έλεγχος για παθογόνα με βιοχημικές μεθόδους. Τέλος θα αξιολογηθεί το μεταφυτευτικό σοκ των νέων φυταρίων κατά την εγκατάστασή τους στις μόνιμες θέσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

Σκοπός της Εργασίας

Τα Αρωματικά-Φαρμακευτικά Φυτά (ΑΦΦ) αποτελούν ένα δυναμικό κλάδο της γεωργικής παραγωγής, ειδικότερα για περιοχές με ιδιαίτερες εδαφοκλιματικές και κοινωνικές συνθήκες, όπου αναζητούνται εναλλακτικές προτάσεις απασχόλησης στο πρωτογενή τομέα. Σημαντική παράμετρο επιτυχίας της καλλιέργειας των ΑΦΦ και του κόστους παραγωγής τους αποτελεί η επάρκεια πιστοποιημένου, υγιούς και φθηνού πολλαπλασιαστικού υλικού. Στην Ελλάδα ένα σημαντικό πρόβλημα αποτελεί η έλλειψη φυτωρίων για την παραγωγή άνοσου πολλαπλασιαστικού υλικού.

Η πειραματική αυτή εργασία εκπονήθηκε με σκοπό να μελετηθεί συγκριτικά η ριζοβολία μοσχευμάτων του φυτού Λεβάντα (*Lavandula officinalis*) σε τρία διαφορετικά συστήματα ριζοβολίας. Συγκεκριμένα στην Αεροπονία, στο σύστημα Επίπλευσης και στο κλασικό σύστημα Υδρονέφωσης.

Διερευνήθηκε επίσης και η επίδραση διαφορετικών ορμονών ριζοβολίας και διαφορετικών ρυθμιστών ανάπτυξης καθώς και το μεταφυτευτικό σοκ των φυτών. Στόχος η απόκτηση τεχνογνωσίας για την εφαρμογή της μεθόδου σε εμπορική κλίμακα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

Αποτελέσματα

4.1 Αξιολόγηση Ριζοβολίας Μοσχευμάτων Λεβάντας με τις Μεθόδους Υδρονέφωση-Αεροπονία-Υδροπονία

Για την παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού του αρωματικού και φαρμακευτικού φυτού Λεβάντα (*Lavandula officinalis*), την άνοιξη του 2015 αποκόπηκαν μοσχεύματα μήκους 5-8 εκ. από μητρικά φυτά που διατηρούνταν στην ύπαιθρο και τοποθετήθηκαν για ριζοβολία σε τρία διαφορετικά συστήματα – ομίχλης(υδρονέφωσης), επίπλευσης και αεροπονίας, ενώ εφαρμόστηκαν διαφορετικές συγκεντρώσεις επιβραδυντών ανάπτυξης σε συνδυασμό ή όχι με δύο ορμόνες ριζοβολίας. Μετά την πάροδο 6 εβδομάδων εκτιμήθηκε η ριζοβολία (%) και μετρήθηκαν ο αριθμός διακλαδώσεων και το μήκος του ριζικού συστήματος. Βρέθηκε ότι η ριζοβολία των μοσχευμάτων σε όλα τα συστήματα κυμάνθηκε σε πολύ υψηλά ποσοστά (90% - 100 %) με τη μέγιστη ριζοβολία να παρατηρείται στα συστήματα εκτός εδάφους και κυρίως στο σύστημα της αεροπονίας.

4.2 Επιβραδυντής Ανάπτυξης

Οι σημαντικότεροι επιβραδυντές αύξησης των φυτών που χρησιμοποιούνται στην ανθοκομία είναι το chlormequat chloride, το chlorphonium chloride, το daminozide, το paclobutrazol, το ancymidol, το uniconazole και το ethepho [9,10].

Ακολουθώντας τη σύγχρονη βιβλιογραφία σχετικά με τη χρήση των ρυθμιστών ανάπτυξης στη ριζοβολία μοσχευμάτων οδηγηθήκαμε να επιλέξουμε δύο επιβραδυντές ανάπτυξης το *Daminozide* και το *Paclobutrazol* σε τρεις διαφορετικές συγκεντρώσεις και με δύο ορμόνες ριζοβολίας (σε μορφή πούδρας και γέλης).

4.3 Πειραματική Διαδικασία

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο διάστημα από το Μάρτιο του 2015 μέχρι τον Ιούνιο του 2015 στις εγκαταστάσεις του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων Αμαλιάδας, της Σχολής Τεχνολογίας Γεωπονίας (Σ.ΤΕ.Γ.) του Τ.Ε.Ι. Δυτικής Ελλάδας, σε πλήρες αυτοματοποιημένο θερμοκήπιο με κάλυψη από πολυκαρβονικό, εξοπλισμένο με τα πλέον σύγχρονα μέσα αυτοματισμού, προγραμματισμού και ελέγχου των συνθηκών που απαιτούνται ανά καλλιέργεια και εποχή.



Τα θερμοκήπια που πραγματοποιήθηκαν τα πειράματα

Στην αεροπονική μέθοδο καλλιέργειας το θρεπτικό διάλυμα ψεκάζεται με ακροφύσια πάνω στο ριζικό σύστημα των φυτών το οποίο αναπτύσσεται μέσα σε κενά, επιμήκη κανάλια από φελιζόλ, έτσι ώστε ο χώρος γύρω από τις ρίζες να είναι συνεχώς κορεσμένος σε υγρασία.

Στο ανώτερο τμήμα των καναλιών (καπάκια από φελιζόλ) στερεώνονται τα φυτά ώστε οι ρίζες να αιωρούνται στο εσωτερικό τους, ενώ ο βλαστός και το φύλλωμα βρίσκονται εκτός. Η σταγόνα του νερού που παράγεται από τα ακροφύσια πρέπει να είναι λεπτή και να διασκορπίζεται ακτινωτά σε όλες τις κατευθύνσεις. Κατ' αυτόν τον τρόπο η ρίζα του φυτού παραμένει συνεχώς υγρή και μπορεί να απορροφά τις απαιτούμενες ποσότητες νερού και θρεπτικών στοιχείων από το διάλυμα που ψεκάζεται πάνω της. Τα κανάλια αεροπονικής καλλιέργειας έχουν κλίση της τάξεως του 1-2% με στόχο το θρεπτικό διάλυμα που δεν απορροφάται από τις ρίζες των φυτών μετά από κάθε ψεκασμό να στραγγίζει στο υψομετρικά κατώτερο τμήμα τους να συλλέγεται και να ανακυκλώνεται [11].

Στην κλασική εκδοχή της αεροπονίας, τα κανάλια που φιλοξενούν το ριζικό σύστημα των φυτών έχουν σχήμα ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου. Το μήκος και το πλάτος των καναλιών σχήματος ορθογωνίου παραλληλεπιπέδου εξαρτάται από τις διαστάσεις του θερμοκηπίου και τον επιθυμητό τρόπο χωροθέτησης της καλλιέργειας (επιθυμητό σύστημα φύτευσης) ενώ το ύψος τους κυμαίνεται συνήθως μεταξύ 20 και 30 cm [12].

Για τη παρασκευή διαλυμάτων με τον πρώτο επιβραδυντή (δραστική ουσία Daminozide) χρησιμοποιήθηκε το σκεύασμα με εμπορική ονομασία ALAR στις συγκεντρώσεις των 1000 ppm, 2500 ppm και 5000 ppm, ενώ για τον δεύτερο επιβραδυντή (δραστική Paclobutrazol) επιλέχθηκε το σκεύασμα με εμπορική ονομασία Bonzi στις συγκεντρώσεις του 1 ppm, 2 ppm και 5 ppm (εικ. 2). Επιπλέον επιλέχθηκαν δύο ορμόνες ριζοβολίας, η πρώτη σε μορφή πούδρας με την εμπορική ονομασία Root On και η δεύτερη σε μορφή γέλης με την εμπορική ονομασία Root !T. Σε κάθε μεταχείριση δοκιμάστηκαν από 30 φυτά.



Οι εμπορικές συσκευασίες των επιβραδυντών ανάπτυξης (ALAR, Bonzi)

Αρχικά ετοιμάστηκαν τα διαλύματα των επιβραδυντών ανάπτυξης, στις επιλεγμένες συγκεντρώσεις, σύμφωνα με τις εγκεκριμένες διεθνείς διαδικασίες. Έτσι για την παραγωγή των συγκεντρώσεων ζυγίστηκαν και διαλύθηκαν σε υδατικό διάλυμα 1,2 γρ., 3,0 γρ. και 6,0 γρ., από το κοκκώδες σκεύασμα ALAR, ενώ από το υγρό σκεύασμα Bonzi λήφθησαν 0,25 ml, 0,50 ml και 1,25 ml για την παραγωγή του διαλύματος.

4.4 Φυτοϋγειονομικός Έλεγχος

Πραγματοποιήθηκε δειγματοληπτικός έλεγχος για ιούς και παθογόνα στα φυτά Λεβάντας (*Lavandula officinalis*). Ο έλεγχος έλαβε χώρα στο φυτοπαθολογικό εργαστήριο του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πάτρας. Χρησιμοποιήθηκε η βιοχημική μέθοδος ELISA σύμφωνα με τα πιστοποιημένα διεθνή πρωτόκολλα.



Το εργαστήριο του Ι.Π.Φ. Πάτρας όπου πραγματοποιήθηκε ο φυτοπαθολογικός έλεγχος



Μικροπλάκα πολυστυρενίου 96 βοθρίων κατά την προετοιμασία & με αλλαγή χρώματος στα θετικά δείγματα

Ενδεικτικές μετρήσεις από τη μέθοδο ELISA.

PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	PBS
Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	PBS
Δ	Δ	Δ	Δ	buffer	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	PBS
buffer	buffer	buffer	-	-	-	+	+	+	+	+	PBS
buffer	buffer	buffer	-	-	-	+	+	+	+	+	PBS
buffer	buffer	buffer	-	-	-	+	+	+	+	+	PBS
PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS	PBS

Plate: CMV AFP 27-3-2015 Date Created: 27/3/2015 1:25:10
μμ Kinetic Read 1 (00:00:00)

0,132	0,034	0,164	0,199	0,117	0,119	0,118	0,131	0,11	0,119	0,146	0,124
0,149	0,118	0,115	0,113	0,106	0,115	0,123	0,124	0,119	0,116	0,141	0,173
0,085	0,119	0,116	0,114	0,113	0,118	0,127	0,121	0,121	0,129	0,185	0,135
0,029	0,13	0,116	0,121	0,119	0,132	0,132	0,128	0,118	0,121	0,12	0,13
0,182	0,123	0,109	0,12	0,133	0,135	0,134	1,772	2,293	2,046	1,904	0,17
0,146	0,132	0,121	0,117	0,118	0,123	0,122	2,025	2,596	2,36	1,902	0,151
0,139	0,119	0,119	0,129	0,121	0,118	0,122	2,291	2,755	2,63	2,22	0,122
0,152	0,125	0,128	0,123	0,121	0,166	0,169	0,189	0,122	0,159	0,129	0,147

Kinetic Read 10 (01:30:00)

0,249	0,078	0,222	0,243	0,165	0,165	0,145	0,182	0,144	0,165	0,216	0,193
0,219	0,171	0,149	0,149	0,148	0,154	0,145	0,166	0,146	0,158	0,213	0,28
0,112	0,16	0,158	0,149	0,146	0,159	0,163	0,159	0,135	0,176	0,26	0,189
0,063	0,17	0,159	0,145	0,146	0,175	0,142	0,155	0,138	0,144	0,135	0,176
0,278	0,171	0,126	0,134	0,163	0,16	0,15	3	3	3	3	0,251
0,214	0,19	0,132	0,147	0,136	0,135	0,143	3	3	3	3	0,209
0,168	0,144	0,147	0,172	0,157	0,133	0,136	3	3	3	3	0,14
0,242	0,169	0,164	0,153	0,168	0,202	0,201	0,21	0,154	0,188	0,144	0,202

Kinetic Read 20 (03:10:00)

0,368	0,082	0,242	0,26	0,179	0,175	0,157	0,191	0,16	0,175	0,229	0,265
0,244	0,18	0,156	0,156	0,155	0,162	0,163	0,176	0,155	0,169	0,229	0,289
0,115	0,167	0,167	0,155	0,154	0,165	0,174	0,171	0,144	0,186	0,252	0,196
0,065	0,179	0,169	0,154	0,154	0,188	0,154	0,17	0,148	0,156	0,148	0,188
0,303	0,182	0,134	0,142	0,172	0,175	0,16	3	3	3	3	0,262
0,238	0,199	0,142	0,158	0,145	0,145	0,16	3	3	3	3	0,224
0,19	0,162	0,162	0,183	0,166	0,148	0,149	3	3	3	3	0,165
0,288	0,194	0,181	0,176	0,193	0,233	0,241	0,25	0,169	0,204	0,154	0,262

Kinetic Read 40 (06:30:00)

0,475	0,083	0,262	0,271	0,192	0,186	0,169	0,2	0,177	0,186		
	0,242	0,33									
0,267	0,189	0,165	0,165	0,162	0,17	0,177	0,187	0,167	0,18		
	0,242	0,29									
0,113	0,175	0,175	0,162	0,162	0,173	0,185	0,183	0,155	0,196		
	0,266	0,20									
0,066	0,189	0,178	0,164	0,163	0,198	0,167	0,184	0,158	0,167		
	0,163	0,									
0,326	0,193	0,142	0,151	0,181	0,183	0,17	3	3	3	3	
0,26	0,208	0,152	0,168	0,155	0,154	0,173	3	3	0,23		
0,211	0,175	0,173	0,194	0,176	0,16	0,159	3	3	3	3	3
0,324	0,215	0,194	0,193	0,216	0,262	0,282	0,286	0,181	0,217		
	0,166	0,31									

Kinetic Read 60 (09:50:00)

0,563	0,083	0,281	0,279	0,203	0,195	0,18	0,209	0,191	0,196	0,254	0,388
0,284	0,197	0,172	0,172	0,167	0,177	0,192	0,196	0,177	0,189	0,253	0,307
0,105	0,182	0,184	0,168	0,171	0,179	0,194	0,194	0,165	0,205	0,277	0,216
0,068	0,198	0,185	0,174	0,171	0,21	0,179	0,197	0,168	0,178	0,175	0,211
0,347	0,202	0,151	0,159	0,191	0,192	0,179	3	3	3	3	0,285
0,281	0,216	0,163	0,177	0,165	0,164	0,184	3	3	3	3	0,251
0,231	0,186	0,184	0,203	0,185	0,171	0,171	3	3	3	3	0,199
0,347	0,232	0,207	0,208	0,237	0,291	0,321	0,322	0,195	0,228	0,177	0,371

Kinetic Read 80 (13:10:00)

0,628	0,083	0,298	0,284	0,212	0,202	0,188	0,217	0,203	0,205	0,264	0,435
0,295	0,204	0,178	0,178	0,171	0,182	0,201	0,205	0,185	0,197	0,261	0,313
0,078	0,188	0,192	0,174	0,179	0,185	0,203	0,204	0,175	0,214	0,287	0,224
0,069	0,205	0,193	0,184	0,179	0,219	0,19	0,209	0,178	0,188	0,187	0,221
0,365	0,211	0,158	0,167	0,199	0,201	0,188	3	3	3	3	0,295
0,299	0,223	0,172	0,185	0,172	0,173	0,194	3	*****	3	3	0,263
0,248	0,197	0,193	0,212	0,194	0,182	0,182	3	*****	3	3	0,214
0,349	0,246	0,218	0,222	0,255	0,317	0,359	0,357	0,207	0,239	0,187	0,416

Kinetic Read 121 (20:00:00)

0,653	0,084	0,325	0,278	0,217	0,207	0,195	0,223	0,214	0,212	0,272	0,483
0,285	0,205	0,179	0,181	0,167	0,184	0,214	0,215	0,196	0,204	0,27	0,32
0,066	0,19	0,201	0,176	0,188	0,19	0,216	0,219	0,188	0,226	0,303	0,235
0,07	0,216	0,202	0,198	0,19	0,235	0,207	0,228	0,192	0,203	0,205	0,236
0,39	0,223	0,168	0,179	0,212	0,217	0,204	3	3	3	3	0,31
0,324	0,234	0,187	0,199	0,186	0,186	0,21	3	3	3	3	0,28
0,268	0,213	0,208	0,226	0,206	0,199	0,198	3	3	3	3	0,236
0,278	0,259	0,234	0,242	0,281	0,368	0,43	0,423	0,225	0,253	0,201	0,481

Ο Φυτοϋγειονομικός έλεγχος με τη μέθοδο ELISA έδειξε ότι σε όλες τις περιπτώσεις των δειγματοληπτικών ελέγχων δεν ανιχνεύθηκαν παθογόνα.

4.5 Διαδικασία Ριζοβολίας



Επιλεγμένα μοσχευμάτων βλαστών από μητρικά φυτά.

Από τα μητρικά φυτά επιλέχθηκαν για αγενή πολλαπλασιασμό, μοσχεύματα από νεαρή βλάστηση, σε μήκος περίπου 5-8 εκ..

Όλα τα μοσχεύματα εμβαπτίστηκαν πλήρως, στα προπαρασκευασμένα διαλύματα των επιβραδυντών ανάπτυξης, για χρονικό διάστημα διάρκειας 60 sec.

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκαν στη βάση των μοσχευμάτων οι δύο ορμόνες, όπου τα μοσχεύματα ήρθαν σε στιγμιαία επαφή για περίπου 1 sec.

Τέλος, για να ριζοβολήσουν τα μοσχεύματα, τοποθετήθηκαν στα τρία διαφορετικά συστήματα ριζοβολίας – ριζοτήριο με υδρονέφωση και εδαφικό υπόστρωμα, υδροπονικό σύστημα επίπλευσης (FloatSystem) δίσκων με εδαφικό υπόστρωμα και σύγχρονο αεροπονικό σύστημα.



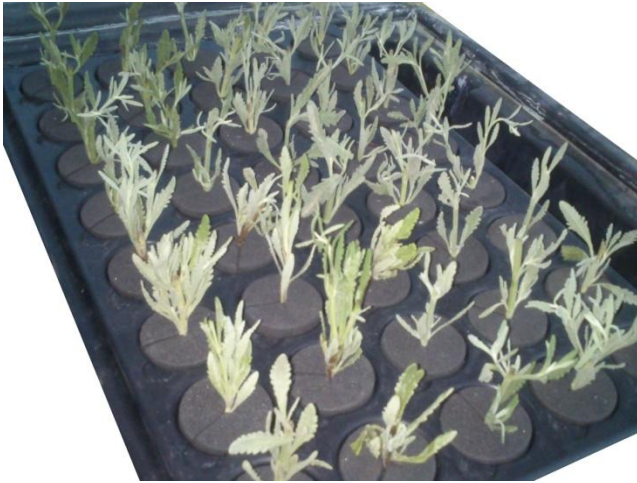
Ριζοτήριο με υδρονέφωση



Αεροπονία



Float System



Φυτά στην Αεροπονία κατά το στάδιο της ριζοβολίας.



Φυτά στο σύστημα επίπλευσης κατά το στάδιο της ριζοβολίας



Φυτά στο σύστημα υδρονέφωσης κατά το στάδιο της ριζοβολίας

Ως εδαφικό υπόστρωμα ανάπτυξης στο ριζοτήριο χρησιμοποιήθηκε μίγμα Τύρφης:Περλίτη σε αναλογία 1:1, όπου η τύρφη αποτελούσε μίγμα τύρφης (50% μαύρη και 50% ξανθιά) με $pH \approx 6.0$, $EC \approx 45mS/m$, $KCL: 0.9 \text{ gr/Ltr}$, $N:90 \text{ mg/Ltr}$, $P_2O_5: 240 \text{ ppm}$, $K_2O: 625 \text{ ppm}$ και $O.M.: 70-90\%$. Το τελικό μίγμα του υποστρώματος αποτελούνταν από 50% της ανωτέρω τύρφης και 50% περλίτη. Έπειτα η συνολική επιφάνεια του ριζοτηρίου καλύφθηκε με ελαφρύ στρώμα βερμικουλίτη, πάχους 1 mm περίπου.

Για τη σωστή σχετική υγρασία στο ριζοτήριο εγκαταστάθηκε αυτόματος προγραμματιστής ποτίσματος με ηλεκτροβάνια και ψεκάσμο υψηλής πίεσης στην άκρη του οποίου τοποθετήθηκε η απαραίτητη υδατική απορροή. Ο προγραμματιστής ρυθμίστηκε έτσι ώστε να διατηρεί την υγρασία σε υψηλά επίπεδα περίπου 80-90%.

Για την κατασκευή του υδροπονικού συστήματος επίπλευσης (FloatSystem), χρησιμοποιήθηκε ξύλινο πλαίσιο, στο εσωτερικό του τοποθετήθηκε ναύλο μαύρου χρώματος, ώστε να εξασφαλιστεί το σκοτάδι στο ριζικό σύστημα και προετοιμάστηκε υδατικό διάλυμα 120 ltr από θρεπτικό διάλυμα και νερό σε αναλογία 1:1. Στην κατασκευή είχε τοποθετηθεί αυτόματο σύστημα πλήρωσης νερού. Το θρεπτικό διάλυμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν ίδιο με αυτό της αεροπονικής μεθόδου. Το pH του διατηρήθηκε στο 5,6 καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος με τη χρήση αυτόματου ρυθμιστή.

Quantity	Target value	
E_{ts}	1,59	dS/m
pH_t	5,5	
$[K]$	10,00	mM
$[Ca]$	4,20	mM
$[Mg]$	1,00	mM
$[NO_3]$	17,00	mM
$[NH_4]$	1,20	mM
$[H_2PO_4]$	1,80	
C_{NaCl}	0,00	mM
C_{Fe}	30,00	μM
C_{Mn}	5,00	μM
C_{Zn}	4,00	μM
C_{Cu}	0,75	μM
C_B	30,00	μM
C_{Mo}	0,53	μM
καθαρό HNO_3	68	(% w/w)
καθαρό H_3PO_4	85	(% w/w)
Fe σε χηλικό Fe	6	(% w/w)
V_t	60,00	Lit

Υπόδειγμα - συνταγή θρεπτικού διαλύματος αεροπονίας

Στην αεροπονία αλλά και στην υδροπονία γενικότερα, χρησιμοποιούνται πλήρη θρεπτικά διαλύματα, δηλαδή υδατικά διαλύματα που περιέχουν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών. Το υδρογόνο και το οξυγόνο είναι συστατικά του νερού ενώ οξυγόνο προσλαμβάνεται και από τον ατμοσφαιρικό αέρα για τις ανάγκες της αναπνοής. Το χλώριο εμπεριέχεται σχεδόν πάντοτε σε επαρκείς ποσότητες ως χλωριούχο ανιόν στο νερό που χρησιμοποιείται για την παρασκευή του διαλύματος καθώς επίσης και στις προσμίξεις των λιπασμάτων. Επομένως, μόνο τα 12 από τα 16 απαραίτητα για την ανάπτυξη των φυτών χημικά στοιχεία, δηλαδή τα μακροστοιχεία N, P, S, K, Ca, και Mg και τα ιχνοστοιχεία Fe, Mn, Zn, Cu, B και Mo πρέπει να προστίθενται στο νερό από τον παρασκευαστή του θρεπτικού διαλύματος.

Για να προστεθούν τα θρεπτικά στοιχεία στο διάλυμα ως λιπάσματα χρησιμοποιούνται κυρίως απλά υδατοδιαλυτά άλατα καθώς επίσης και ορισμένα οξέα, ενώ ειδικά ο σίδηρος χορηγείται σε μορφή οργανομεταλλικών συμπλόκων (χηλικές ενώσεις σιδήρου). Τα απλά υδατοδιαλυτά λιπάσματα που χρησιμοποιούνται συνήθως κατά την παρασκευή θρεπτικών διαλυμάτων για υδροπονικές καλλιέργειες συνίστανται μόνο από μία χημική ένωση (με εξαίρεση το νιτρικό ασβέστιο), συνοδευόμενη συνήθως και από νερό, είτε σε κρυσταλλική μορφή (άλατα), είτε σε μορφή διαλύτη (οξέα με περιεκτικότητα χαμηλότερη από 100 %). Επομένως, επιλέγοντας κάθε φορά κατάλληλες αναλογίες ανάμειξης ορισμένων από αυτά τα λιπάσματα είναι δυνατόν να παρασκευασθεί ένα πλήρες θρεπτικό διάλυμα με εξατομικευμένες σε μία δεδομένη καλλιέργεια αναλογίες και περιεκτικότητες σε θρεπτικά στοιχεία [13].

Εκτός από τις συγκεντρώσεις των θρεπτικών στοιχείων στην υδροπονική πράξη κρίσιμης σημασίας είναι και άλλα δύο μεγέθη ή παράμετροι, η ηλεκτρική αγωγιμότητα (EC) και το pH του θρεπτικού διαλύματος.

Το θρεπτικό διάλυμα είναι ένα αραιό υδατικό διάλυμα θρεπτικών στοιχείων που είναι απαραίτητα για τα φυτά, τα οποία βρίσκονται διαλυμένα στο νερό είτε ως ιόντα ανόργανων αλάτων, είτε ως ευδιάλυτες ανόργανες χημικές ενώσεις, είτε πάλι ως ευδιάλυτες οργανικές χημικές ενώσεις [14].

Οι δίσκοι σποράς που χρησιμοποιήθηκαν για το ριζοτήριο επίπλευσης, στο πειραματικό αυτό στάδιο, ήταν διαστάσεων 555 x 320 x 0.58 χιλ. με (11x20) 220 κυψέλες ανά δίσκο ήτοι πυκνότητα σποράς 1200 φυτά ανά τ.μ.. Για τη παραγωγή του εδαφικού υποστρώματος ανάπτυξης που χρησιμοποιήθηκε για τη πλήρωση των δίσκων σποράς, και εδώ χρησιμοποιήθηκε τύρφη, περλίτης και βερμικουλίτης στις ίδιες αναλογίες και την ίδια σύσταση με το σύστημα ομίχλης.

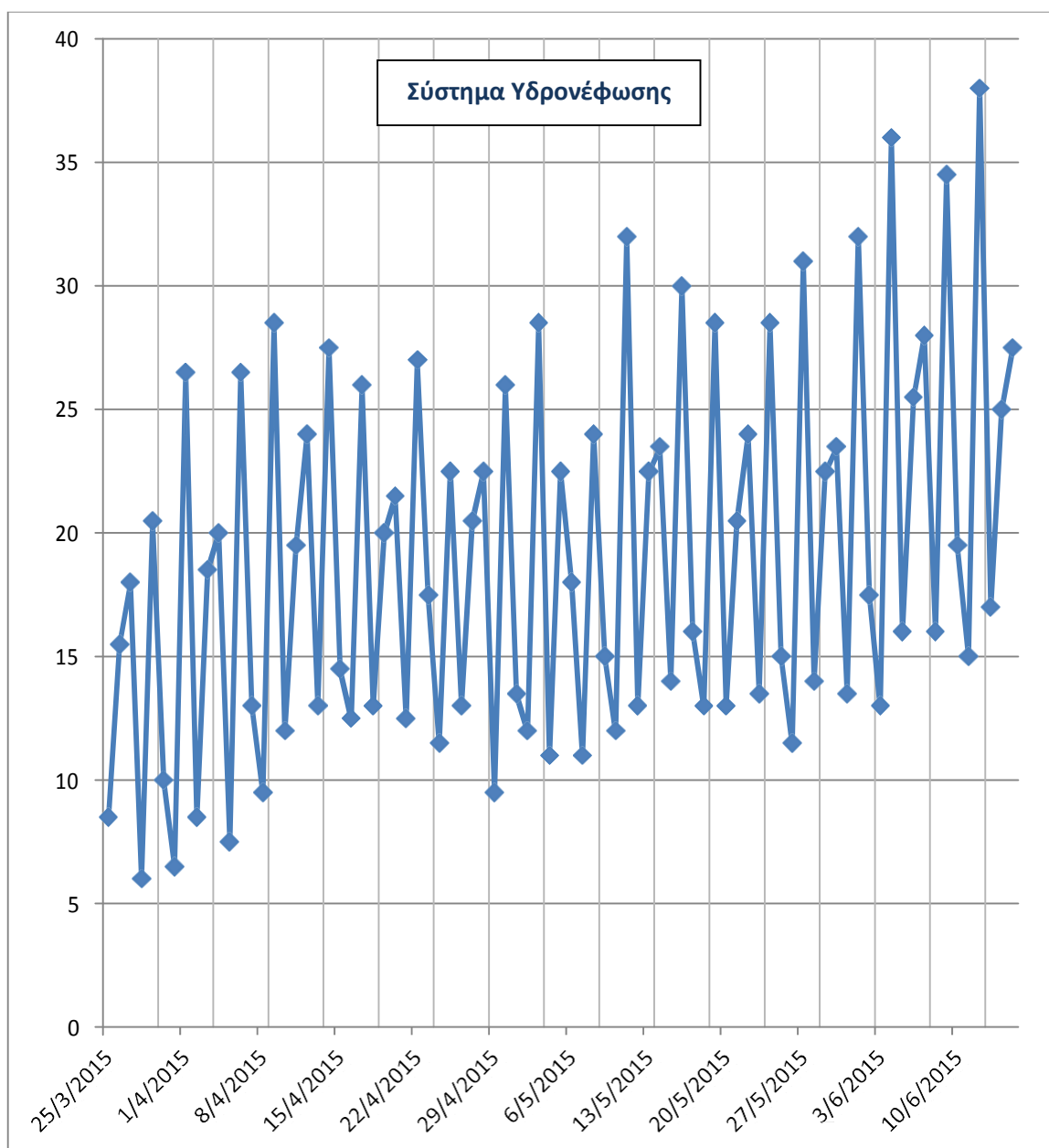
Για τις ανάγκες του πειράματος στο αεροπονικό σύστημα τοποθετήθηκαν μοσχεύματα από το φυτικό είδος *Lavandula officinalis* ενώ προγραμματίστηκαν ψεκασμοί του θρεπτικού διαλύματος στις ρίζες διάρκειας 30 sec. επαναλαμβανόμενοι ανά 5 min. Το σύστημα ελέγχου ήταν εγκατεστημένο σε Η/Υ από τον οποίο με ειδικά προγράμματα μπορεί κανείς να παρακολουθεί τακτικά, την τρέχουσα κατάσταση ανά πάσα στιγμή.



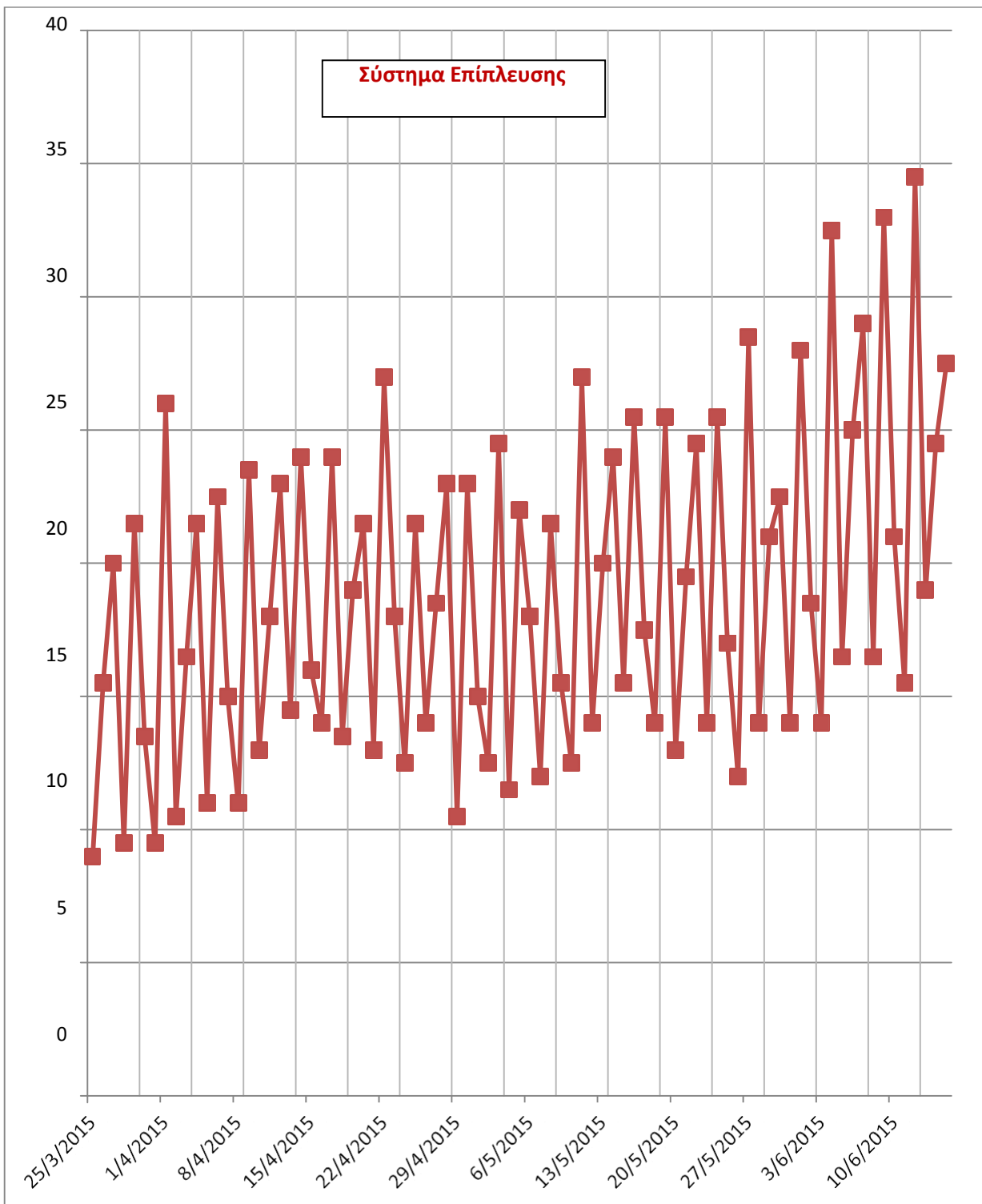
Κέντρο Ελέγχου & Προγραμματισμού Αεροπονίας

4.6 Έλεγχος Περιβάλλοντος

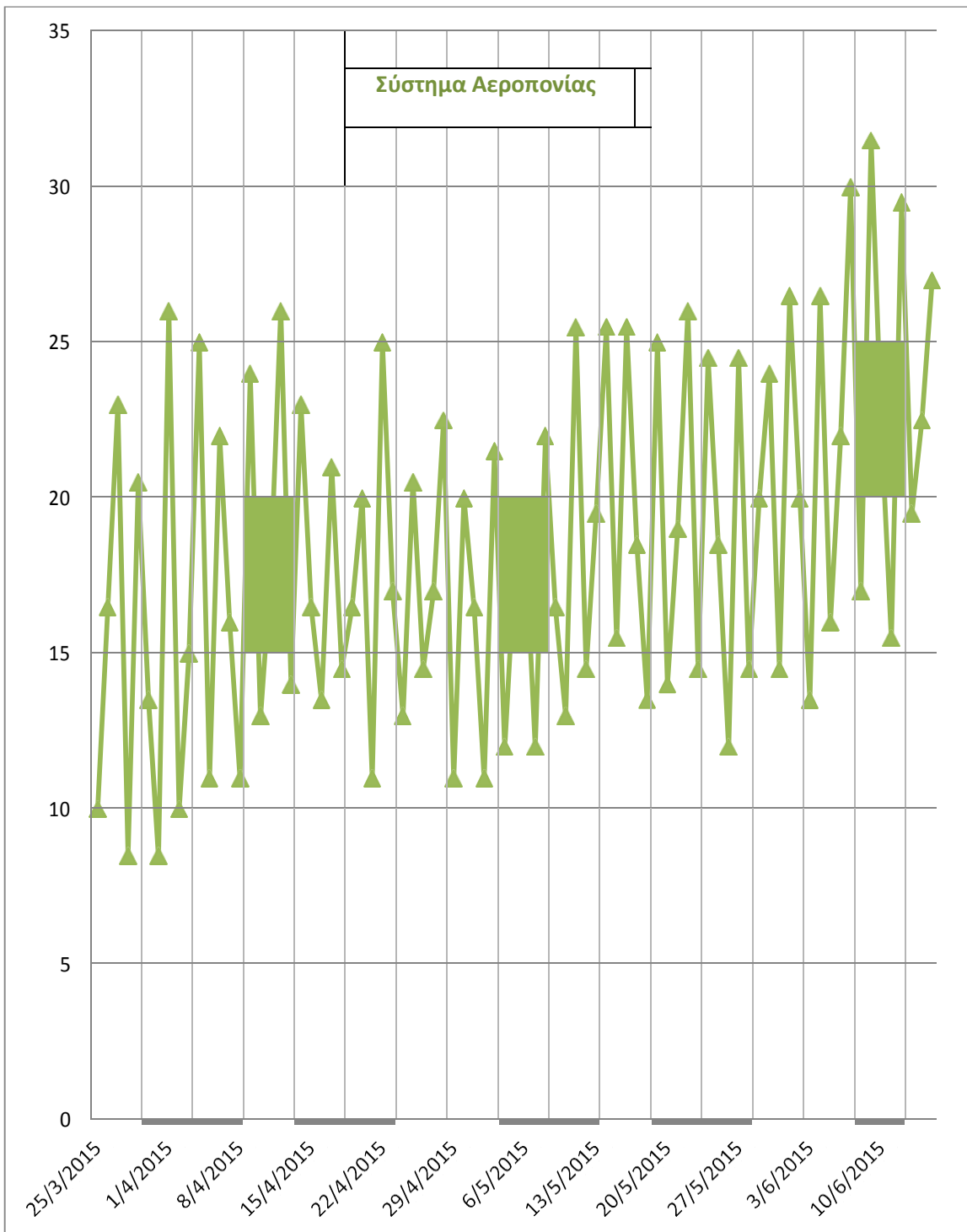
Παράμετροι όπως η θερμοκρασία περιβάλλοντος και η ατμοσφαιρική υγρασία μετριόνταν και ελέγχονταν αυτόματα, με τη χρήση ειδικών αισθητήρων, σε κάθε σύστημα ριζοβολίας ξεχωριστά, σε όλη τη διάρκεια του πειράματος. Οι θερμοκρασίες που επικρατούσαν στο χώρο του πειράματος, αλλά και ανά σύστημα ριζοβολίας ακολούθησαν την πορεία όπως αυτή εμφανίζεται ενδεικτικά στις παρακάτω γραφικές παραστάσεις:



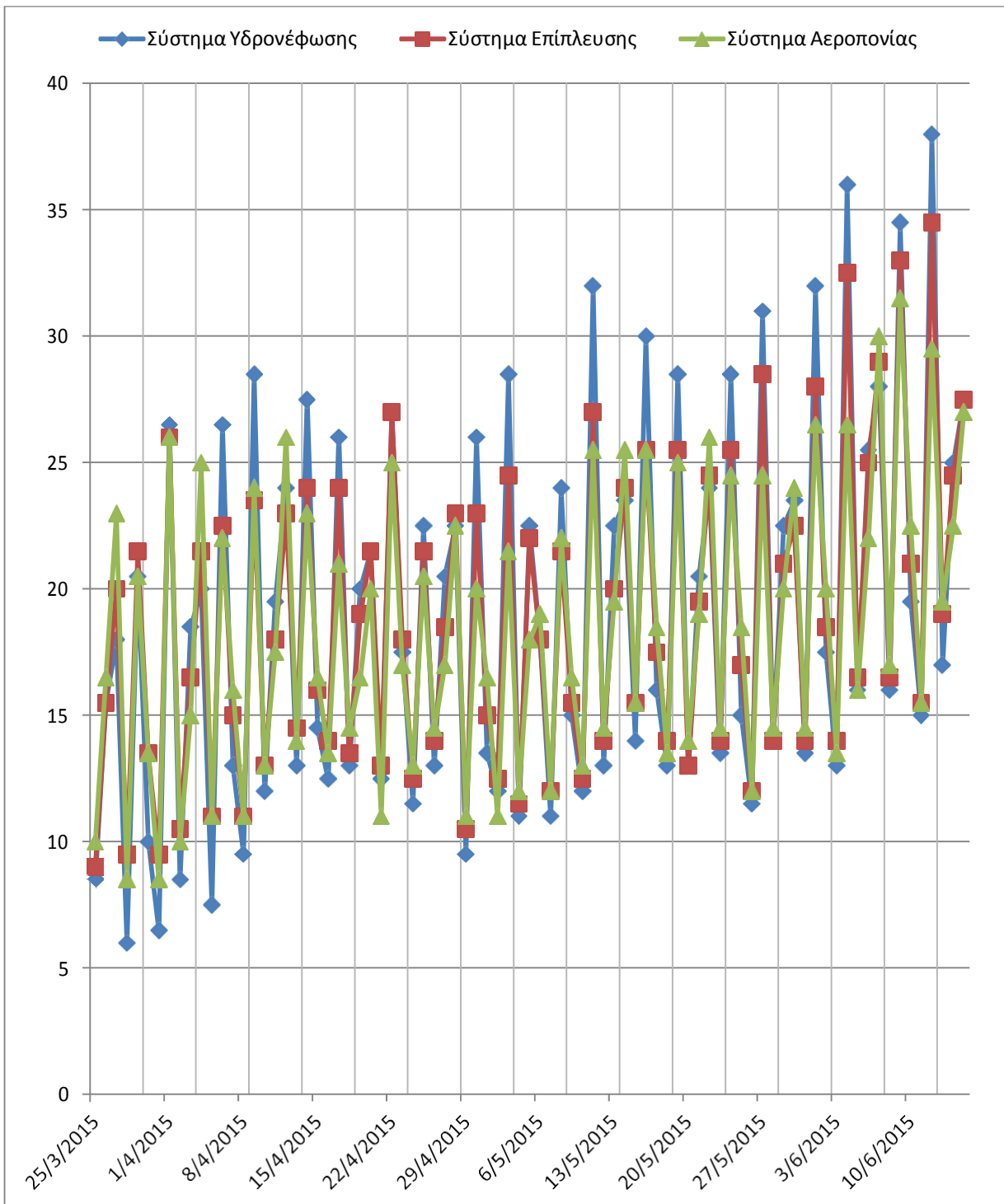
Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του Αέρα.



Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του Αέρα.



Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του Αέρα.



Διακυμάνσεις της θερμοκρασίας του Αέρα.

4.7 Ριζοβολία Μοσχευμάτων

Τα πρώτα μοσχεύματα άρχισαν να ριζοβολούν μετά από 15 ημέρες στην αεροπονία και ακολούθως στο ριζοτήριο με εδαφικό υπόστρωμα και σύστημα ομίχλης, και στο Float System.



Τα πρώτα ριζίδια σε μοσχεύματα Λεβάντας στην Αεροπονία

Στη συνέχεια η ριζοβολία συνεχίστηκε φυσιολογικά, χωρίς προβλήματα, σε όλα τα συστήματα και τα φυτά εξελίχθηκαν ικανοποιητικά. Το ποσοστό ριζοβολίας ήταν σχεδόν 100%.

Πίνακας. Επιτυχία ριζοβολίας ανά μεταχείριση σε ποσοστά %

	Επιτυχία (%) Ριζοβολημένων Μοσχευμάτων Λεβάντας %					
	POWDER			GEL		
	FOG S.	FLOAT	AEROP. S.	FOG S.	FLOAT S.	AEROP. S.
Μάρτυρας	96	100	100	95	100	100
ALAR 1000	100	100	100	100	100	100
ALAR 2500	97	96	100	100	97	100
ALAR 5000	100	100	100	97	100	100
BONZI 1	100	98	100	100	100	100
BONZI 2	98	100	100	98	98	100
BONZI 5	100	100	100	100	100	100

Τα ριζοβολημένα φυτάρια ήταν πλήρως ανεπτυγμένα μετά από χρονικό διάστημα 40 ημερών και μπορούσαν να τοποθετηθούν γυμνόριζα στις μόνιμες θέσεις τους ώστε να ελεγχθεί σε σχέση με τα τρία συστήματα ριζοβολίας, η ευκολία προσαρμογής τους, ανάλογα με το σύστημα ριζοβολίας και τις επιμέρους μεταχειρίσεις.

Μετά από 40 ημέρες μετρήθηκαν το ύψος των φυτών, ο αριθμός των διακλαδώσεων του ριζικού συστήματος, το μήκος, το βάρος και το πάχος των φυτών Λεβάντας ανά μεταχείριση και εκτιμήθηκε το ποσοστό επιτυχίας της ριζοβολίας στα τρία συστήματα.



Εγκατάσταση νέων φυτών Λεβάντας στις μόνιμες θέσεις

Στη συνέχεια διερευνήθηκαν και αναλύθηκαν στατιστικά τα αποτελέσματα και οι σχέσεις μεταξύ των μεταχειρίσεων και των διαφορετικών επεμβάσεων. Τέλος, μελετήθηκε η φυτοϋγιεινή των νέων φυταρίων ώστε να εξακριβωθεί η άνοση παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού καθώς επίσης και το μεταφυτευτικό σοκ από την εγκατάστασή τους, στις μόνιμες θέσεις.

4.8 Διερεύνηση Επίδρασης Ρυθμιστών Ανάπτυξης για την Παραγωγή Μοσχευμάτων

Σαράντα ημέρες μετά από τον πολλαπλασιασμό εκτιμήθηκε το ποσοστό επιτυχίας της ριζοβολίας στα τρία συστήματα και μετά μετρήθηκαν το ύψος των φυτών, το μήκος και ο αριθμός των διακλαδώσεων του ριζικού συστήματος, ανά φυτικό είδος και ανά μεταχείριση.

Τα νέα φυτάρια αφού αξιολογήθηκαν τοποθετήθηκαν γυμνόριζα στις μόνιμες θέσεις τους, απευθείας στον αγρό. Τα φυτά από το υδροπονικό σύστημα FloatSystem και από το ριζοτήριο με εδαφικό υπόστρωμα με σύστημα ομίχλης τοποθετήθηκαν στις μόνιμες θέσεις και με τη μπάλα χώματος για να αξιολογηθεί και αυτή η παράμετρος σε σχέση με τα υπόλοιπα γυμνόριζα φυτά και αυτά που προέρχονται με την αεροπονική μέθοδο πολλαπλασιασμού.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των μοσχευμάτων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι επιβραδυντές ανάπτυξης επηρεάζουν θετικά τη ριζοβολία μοσχευμάτων Λεβάντας (*Lavandula officinalis*) σε όλες τις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τους μάρτυρες, ανεξάρτητα από το σύστημα ριζοβολίας ή το φυτικό είδος. Μάλιστα φάνηκε ότι το Paclobutrazol στις υψηλές συγκεντρώσεις του πειράματος, να παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα και με τις δύο ορμόνες ριζοβολίας. Η δραστική ουσία Daminozide δεν επηρέασε τη ριζοβολία καλύτερα από το Paclobutrazol σε καμία μεταχείριση. Η εικόνα ήταν ίδια και στα τρία φυτικά είδη του πειράματος.

Τα φυτά που προήλθαν από την αεροπονία είχαν πιο μεγάλο μήκος ριζικού συστήματος. Επίσης τα φυτά αυτά διατηρήθηκαν πιο κοντά σε ύψος στη διάρκεια που παρέμειναν στο ριζοτήριο αλλά δε παρουσίασαν κανένα μεταφυτευτικό σοκ κατά την εγκατάστασή τους στη μόνιμη θέση τους, σε αντίθεση με τα άλλα συστήματα όπου τα νέα φυτά είχαν ξεκινήσει να αναπτύσσονται πριν την τοποθέτησή τους στο έδαφος και φάνηκε μετά να δυσκολεύονται να εγκατασταθούν.

Ο σκοπός της πειραματικής μας προσέγγισης ήταν η σύγκριση μεταξύ τριών συστημάτων παραγωγής πολλαπλασιαστικού υλικού αρωματικών φυτών και η ταυτόχρονη εξέταση της επίδρασης δύο ακόμα παραγόντων, (επιβραδυντές και ορμόνη ριζοβολίας) στην ανάπτυξη των φυτών. Έτσι εξετάστηκαν οι παράγοντες:

- 1) το σύστημα καλλιέργειας με τρία επίπεδα [(Fog, Float, Aeroponic)]
- 2) Επιβραδυντές με επτά επίπεδα [(ALAR (x3), Bonzi (x3), Μάρτυρας)]
- 3) Ορμόνη ριζοβολίας με δύο επίπεδα [(σκόνη και γέλη)]

Ως εκ τούτου ο συνολικός αριθμός των μεταχειρίσεων ήταν 42 (3*7*2). Για την κάθε μεταχείριση χρησιμοποιήθηκαν 30 επαναλήψεις (φυτά). Ο συνολικός αριθμός των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 1260. Τα φυτά αυτά τοποθετήθηκαν στις μεταχειρίσεις με τυχαιοποίηση. Ως εξαρτημένες μεταβλητές χρησιμοποιούνται, ανεξάρτητα η μια από την άλλη και για το κάθε φυτικό είδος ξεχωριστά, το ύψος των φυτών, το μήκος των ριζών και ο αριθμός διακλαδώσεων των ριζών.

Η στατιστική επεξεργασία και η ανάλυση των δεδομένων έγινε με πολυπαραγοντική (αναμεμιγμένων παραγόντων) τρίδρομη ανάλυση διακύμανσης (Mixed factor, Three-way ANOVA).

Αρχικά εξετάστηκε η πλήρωση των προϋποθέσεων για τη χρήση της μεθόδου, (ανάλυση κανονικότητας, ανάλυση ισότητας των διακυμάνσεων, και διερεύνηση των ακραίων ή παράτυπων τιμών (extreme or outliers) ανάλυση για ύπαρξη υπερβολικών τιμών).

Κατόπιν εξετάστηκαν οι όποιες κύριες επιδράσεις των παραγόντων σε κάθε μια από τις εξαρτημένες μεταβλητές και ακολούθησε έλεγχος για πιθανές διπλές ή τριπλές αλληλεπιδράσεις μεταξύ των παραγόντων. Στη συνέχεια εξετάστηκαν οι απλές διπλές αλληλεπιδράσεις (εάν υπάρχει τριπλή αλληλεπίδραση) εντός του κύριου παράγοντα (Σύστημα καλλιέργειας) .

Τα δεδομένα που συλλέχθηκαν μετά το πέρας του πειράματος αναλύθηκαν για την διερεύνηση της επίδρασης των επιπέδων των τριών παραγόντων που μελετήθηκαν, δηλαδή, Σύστημα (Σ), Επιβραδυντής (E), Ορμόνη (O) σε τρεις εξαρτώμενες μεταβλητές ξεχωριστά, δηλαδή, Ύψος φυτού, Μήκος ρίζας, Αριθμός διακλαδώσεων.

Η ανάλυση έγινε με τα στατιστικά προγράμματα JMP και SPSS, όπου χρησιμοποιήθηκαν αλγόριθμοι γενικευμένων μοντέλων για τον καθορισμό των παραμέτρων και της στατιστικής σημαντικότητάς τους χρησιμοποιώντας το γραμμικό μοντέλο

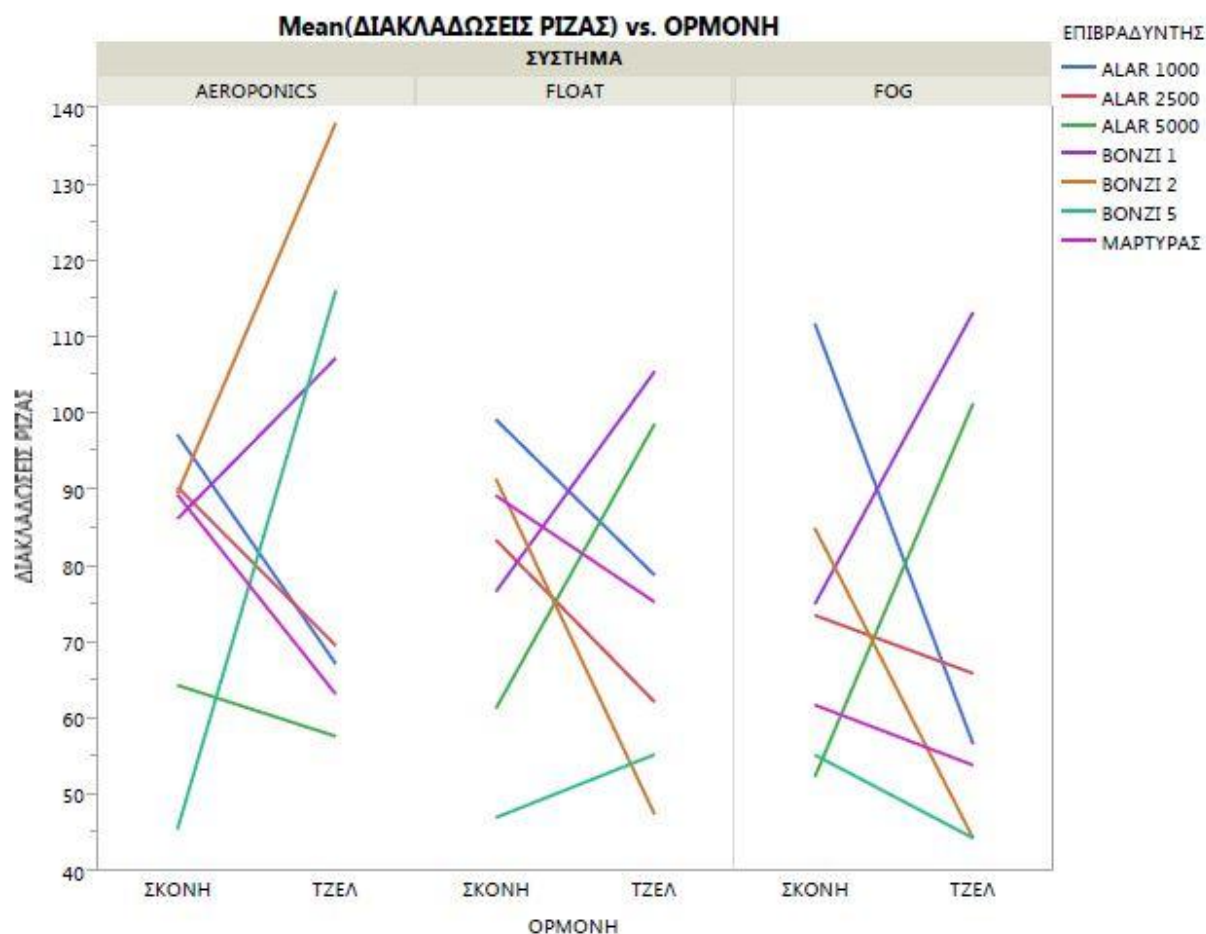
$Y = x_0 + a \Sigma + bE + cO + d (\Sigma E) + e (\Sigma O) + f (EO) + g (\Sigma EO)$ που εκφράζει τη γραμμική σχέση της εξαρτώμενης μεταβλητής Y και των παραγόντων που ερευνηθήκαν, καθώς και όλων των δυνατών συνδυασμών αλληλεπιδράσεων μεταξύ των παραγόντων.

Πριν την ανάλυση για όλες τις εξαρτώμενες μεταβλητές εξετάστηκαν οι προϋποθέσεις καταλληλότητας του ανωτέρω μοντέλου, δηλαδή κανονικότητας, ισότητας διακύμανσης, και υπερβολικών τιμών (outliers). Σε όποιες περιπτώσεις χρειάστηκε έγιναν οι απαιτούμενες διορθώσεις. Σε ορισμένες περιπτώσεις η δοκιμή ισότητας διακύμανσης έδειξε παραβίαση του όρου αυτού. Παρόλα αυτά μέσω μετασχηματισμών και επισκόπησης εξασφαλίστηκε η μικρότερη δυνατή παραβίαση της απαίτησης για ισότητα διακύμανσης ώστε να εξασφαλίζεται η εγκυρότητα των αποτελεσμάτων. Σε όλες τις περιπτώσεις χρησιμοποιήθηκε σαν κυρίαρχη μεταβλητή (focus variable) το σύστημα και σαν ενδιάμεσες μεταβλητές (moderator variables) η ορμόνη και ο επιβραδυντής.

Για το μοντέλο αυτό που ανάγεται σε πλήρη πολυπαραγοντική ανάλυση με τρεις παράγοντες εξετάστηκαν:

1. Η ύπαρξη αλληλεπίδρασης τριών παραγόντων και η σημαντικότητά της
2. Η ύπαρξη και η σημαντικότητά αλληλεπίδρασης όλων των συνδυασμών ανά δύο παράγοντες
3. Όπου επικρατούσαν οι συνθήκες, η ύπαρξη απλών και απλών-απλών αλληλεπιδράσεων

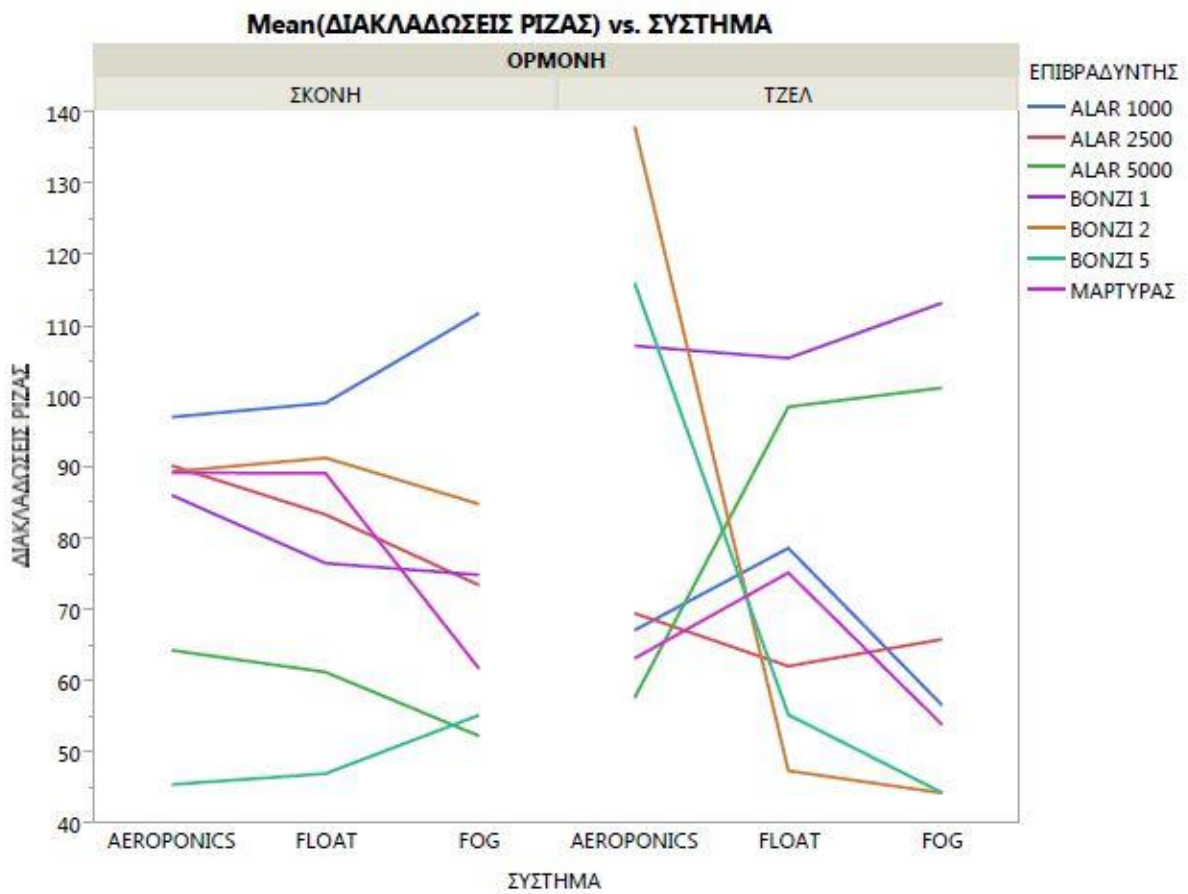
4.8.1 Αριθμός Διακλαδώσεων



Διάγραμμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των τριών παραγόντων για τις διακλαδώσεις ρίζας Λεβάντας

Διαπιστώθηκε στατιστικά σημαντική τρίδρομη αλληλεπίδραση ($p=0,0005$) που σημαίνει ότι η επίδραση του συνδυασμού των δύο ενδιάμεσων παραγόντων στην διακλάδωση των ριζών είναι διαφορετική για κάθε επίπεδο του κύριου παράγοντα. Όπως φαίνεται από το διάγραμμα οι επικρατέστεροι συνδυασμοί με τις περισσότερες διακλαδώσεις ήταν οι κάτωθι:

- 1) Aerop x Τζελ x Bonzi 2 ppm
- 2) Aerop x Τζελ x Bonzi 5 ppm
- 3) Fog x Τζελ x Bonzi 1 ppm
- 4) Fog x Σκόνη x Alar 1000 ppm



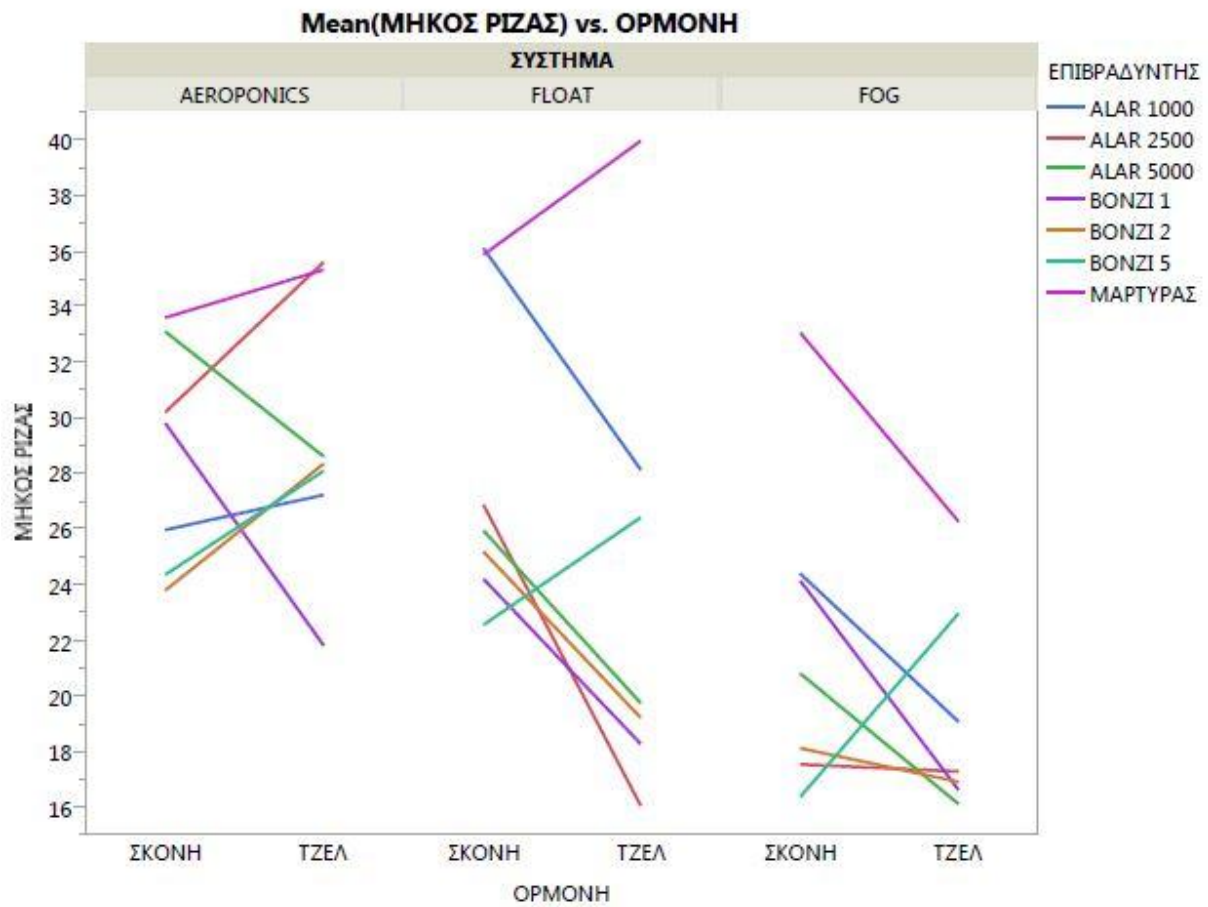
Διάγραμμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των ορμονών για τις διακλαδώσεις ρίζας Λεβάντας

Είναι ενδιαφέρον ότι ο υψηλότερος αριθμός διακλαδώσεων παρατηρήθηκε στο συνδυασμό του συστήματος της αεροπονίας με τον επιβραδυντή Bonzi2. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν στατιστικά σημαντική επίδραση της αεροπονίας μέσω του συνδυασμού Bonzi2 X GEL στη διακλάδωση των ριζών που υποδεικνύει την αναγκαιότητα περαιτέρω διερεύνησης για αξιοποίησή του. Πράγματι, η διαφορά του υψηλότερου συνδυασμού αλληλεπίδρασης από τον αμέσως επόμενο συνδυασμό (π.χ. Bonzi2 ppm x Aeroponic και Bonzi 1 ppm X Fog) ήταν περίπου 23 διακλαδώσεις.

Πίνακας. Διαφορές μέσων όρων των υψηλότερων συνδυασμών φυτών Λεβάντας ως προς τον αριθμό των διακλαδώσεων.

ΟΡΜΟΝΗ	ΕΠΙΒΡΑΔ	ΣΥΣΤΗΜΑ	ΟΡΜΟΝΗ	ΕΠΙΒΡΑΔ	ΣΥΣΤΗΜΑ	Difference	Std Error	DF	t Ratio	Prob> t	Lower 95%	Upper 95%
TZEA	BONZI 2	AEROPONICS	TZEA	BONZI 5	AEROPON	21,9722	4,879477	1218	4,5	0,0001	8,0448	35,8996
TZEA	BONZI 2	AEROPONICS	TZEA	BONZI 1	FOG	24,8023	4,918627	1218	5,04	<,0001	10,7632	38,8414
TZEA	BONZI 2	AEROPONICS	TZEA	BONZI 1	FLOAT	32,569	4,918627	1218	6,62	<,0001	18,5298	46,6081
TZEA	BONZI 2	AEROPONICS	ΣΚΟΝΗ	ALAR 1000	FOG	26,269	4,918627	1218	5,34	<,0001	12,2298	40,3081

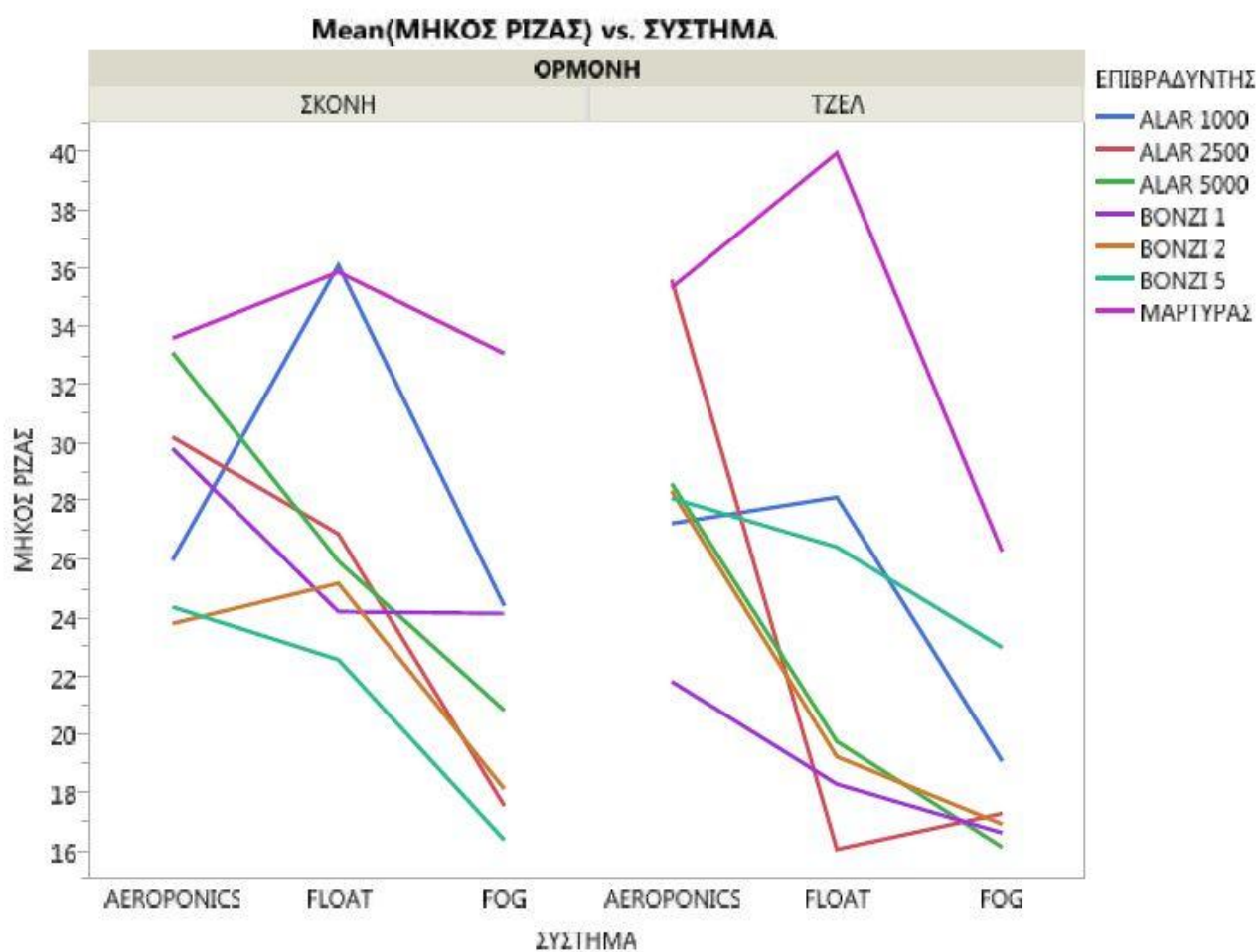
4.8.2 Μήκος Ρίζας



Διάγραμμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των τριών παραγόντων για το μήκος ρίζας Λεβάντας

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι σχετικά με το μήκος της ρίζας, οι επικρατέστεροι συνδυασμοί με πάνω από 30 εκ. ήταν οι εξής:

- 1) Float x Τζελ x Μάρτυρας
- 2) Float x Σκόνη x Alar 1000 ppm
- 3) Αεροπ x Τζελ x Alar 2500 ppm
- 4) Αεροπ x Τζελ x Μάρτυρας

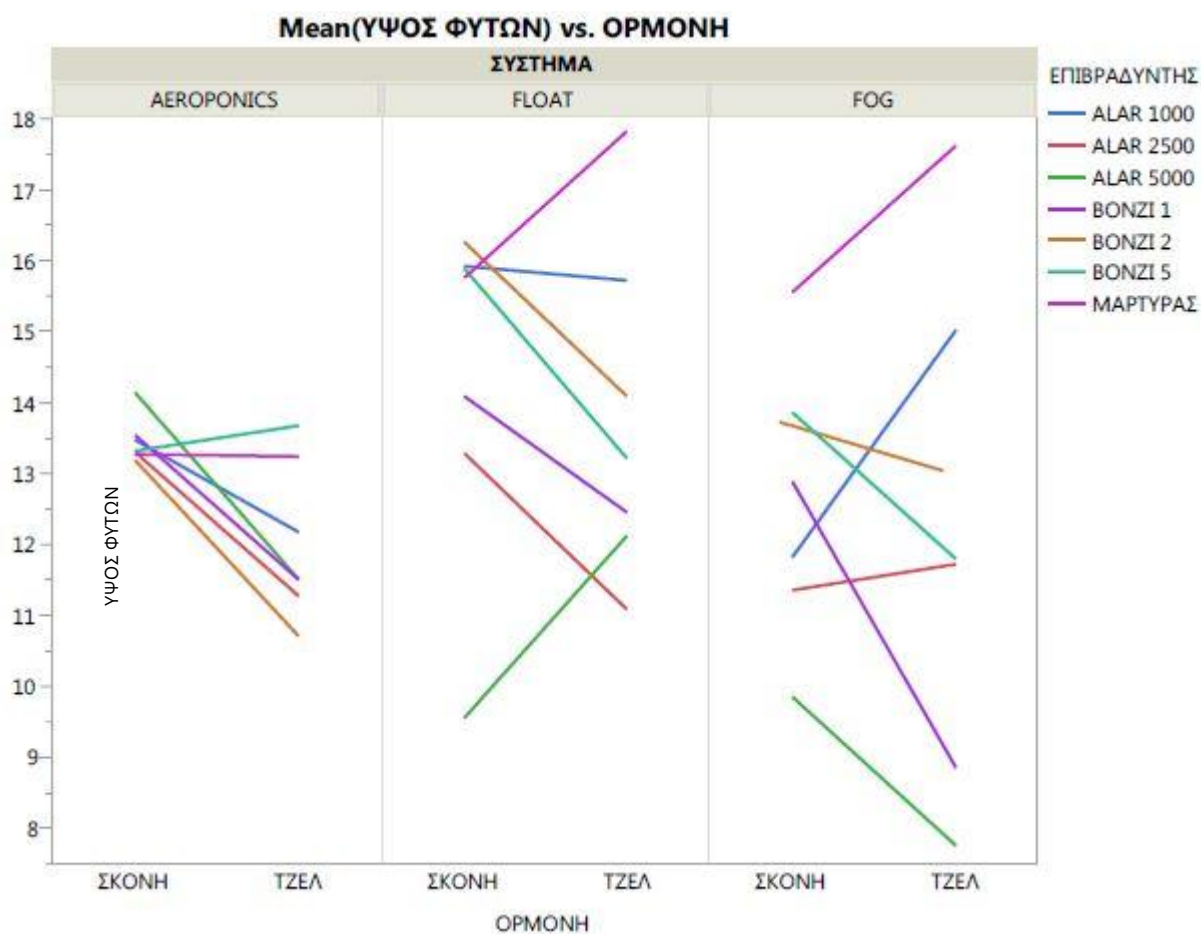


Διάγραμμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των ορμονών για το μήκος της ρίζας Λεβάντας

Πίνακας. Διαφορές μέσων όρων των υψηλότερων συνδυασμών μήκους ρίζας φυτών Λεβάντας ως προς το μήκος της ρίζας.

ΟΡΜΟΝΗ	ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΗΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ	ΟΡΜΟΝΗ	ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΗΣ	ΣΥΣΤΗΜΑ	Difference	Std Error	DF	t Ratio	Prob> t	Lower 95%	Upper 95%
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	FLOAT	ΣΚΟΝΗ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	FLOAT	4,1	1,597944	1218	2,57	0,0774	-0,26543	8,465427
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	FLOAT	ΣΚΟΝΗ	ΑΛΑΡ 1000	FLOAT	3,86667	1,597944	1218	2,42	0,1107	-0,49876	8,232094
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	FLOAT	ΤΖΕΛ	ΑΛΑΡ 2500	ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΣ	4,36667	1,597944	1218	2,73	0,0499	0,00124	8,732094
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	FLOAT	ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΑΕΡΟΠΟΝΙΚΣ	4,63333	1,597944	1218	2,9	0,0311	0,26791	8,99876

4.8.3 Ύψος Φυτών

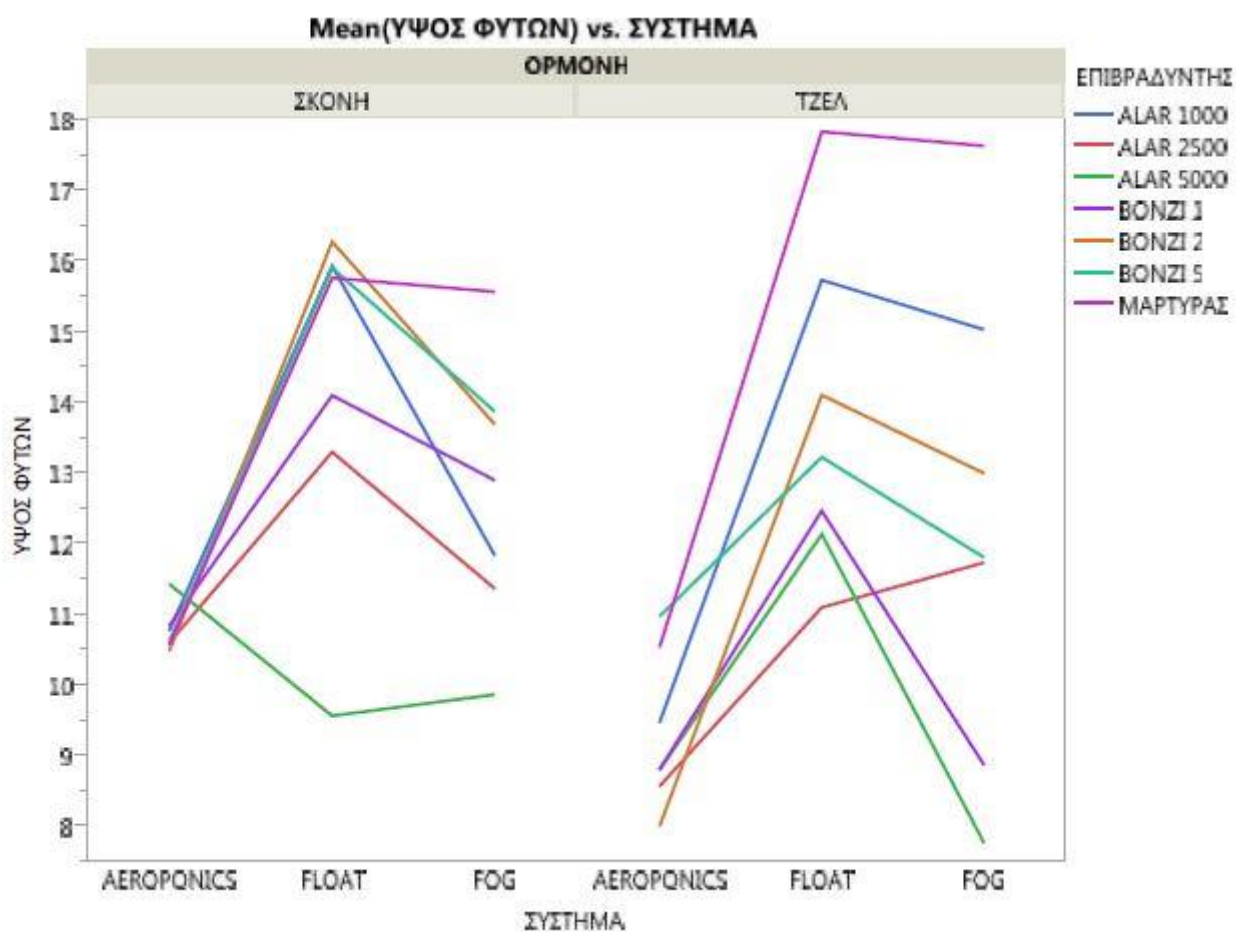


Διάγραμμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των τριών παραγόντων

Από το διάγραμμα προκύπτει ότι τα υψηλότερα φυτά παρατηρήθηκαν στους συνδυασμούς:

- 1) Float x Τζελ x Μάρτυρας
- 2) Fog x Τζελ x Μάρτυρας

Έτσι τα αποτελέσματα σχετικά με το ύψος φυτών δείχνουν ότι τόσο στο σύστημα επίπλευσης όσο και στο σύστημα υδρονέφωσης μπορούν να αποκτηθούν τα υψηλότερα φυτά χωρίς προσθήκη επιβραδυντή ή ορμόνης ενώ στο σύστημα αεροπονίας δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς το ύψος στον συνδυασμό με ορμόνη σε σκόνη όπου παρατηρούνται οι υψηλότερες αποδόσεις σε σχέση με την προσθήκη ορμόνης σε τζελ. Γενικά το σύστημα της αεροπονίας φαίνεται να υστερεί ως προς το ύψος των φυτών της λεβάντας, αλλά μένει να ελεγχθεί εάν τα υψηλότερα φυτά πλεονεκτούν σε συνθήκες αγρού σε σχέση με τα κοντότερα.



Διάγραμμα αλληλεπίδρασης μεταξύ των ορμονών για τα ο ύψος των φυτών
Λεβάντας

Πίνακας. Διαφορές μέσω όρων των υψηλότερων συνδυασμών ύψους φυτών
Λεβάντας ως προς το ύψος των φυτών.

ΟΡΜΟΝΗ	ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΗΣ	ΟΡΜΟΝΗ	ΕΠΙΒΡΑΔΥΝΤΗΣ	Difference	Std Error	DF	t Ratio	Prob> t	Lower 95%	Upp 95%
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΣΚΟΝΗ	ΑΛΑΡ 1000	1,9	0,537313	1218	3,54	0,0039	0,43211	3,36
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΣΚΟΝΗ	ΑΛΑΡ 5000	8,26667	0,537313	1218	15,39	<,0001	6,79878	9,73
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΣΚΟΝΗ	ΒΟΝΖΙ 2	1,55747	0,541925	1218	2,87	0,0335	0,07699	3,03
ΤΖΕΛ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	ΣΚΟΝΗ	ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2,06667	0,537313	1218	3,85	0,0012	0,59878	3,53
ΣΚΟΝΗ	ΑΛΑΡ 1000	ΣΚΟΝΗ	ΑΛΑΡ 5000	6,36667	0,537313	1218	11,85	<,0001	4,89878	7,83

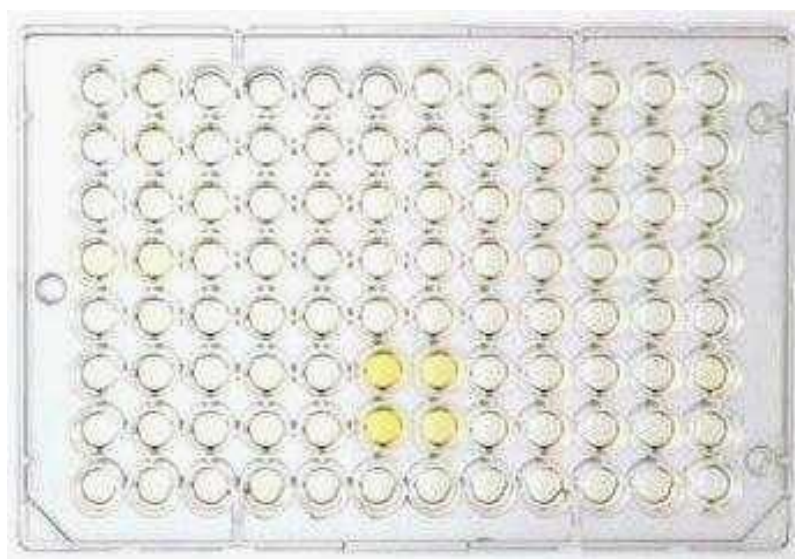
4.9 Συγκριτικά Αποτελέσματα Προσβολής του Πολλαπλασιαστικού Υλικού από Ασθένειες

Η ELISA είναι μια βιοχημική τεχνική που χρησιμοποιείται κυρίως στην ανοσολογία για την ανίχνευση της παρουσίας ενός αντισώματος ή ενός αντιγόνου σε ένα δείγμα. Η ELISA μπορεί να εφαρμοσθεί για την αξιολόγηση είτε της παρουσίας ενός αντιγόνου είτε της παρουσίας ενός αντισώματος σε ένα δείγμα, συνεπώς αποτελεί ένα χρήσιμο εργαλείο για τον προσδιορισμό των συγκεντρώσεων των αντισωμάτων σε ορό. Οι τεχνικές της ELISA μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο για ποιοτική όσο και για ποσοτική ανάλυση. Η ποιοτική ανάλυση παρέχει απλά ενδείξεις για την ύπαρξη Θετικού ή Αρνητικού αποτελέσματος σε ένα δείγμα. Η ποσοτική ανάλυση στηρίζεται στη μέτρηση της απορρόφησης ή οπτικής πυκνότητας (OD) του δείγματος και στη σύγκριση αυτής με μια πρότυπη καμπύλη, προκειμένου να προσδιοριστεί η συγκέντρωση του αντιγόνου ή του αντισώματος στο δείγμα.

Αφού έγινε πλήρης τυχαιοποίηση των νέων φυτών που παρήχθησαν με τις καινοτόμες τεχνολογίες, συγκεντρώθηκε αντιπροσωπευτικό δείγμα φυτικών ιστών για τον φυτοϋγειονομικό έλεγχο σε βασικούς ιούς και άλλα παθογόνα. Ο έλεγχος που πραγματοποιήσαμε στο εργαστήριο του Ινστιτούτου Προστασίας Φυτών Πάτρας, ακολούθησε τα διεθνή πρωτόκολλα, με τη ορολογική μέθοδο ELISA και τη συσκευή *ELISA BIOTEK ELx800*.

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A												
B		Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	
C		Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	
D		Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	
E		Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Λ	Λ	Λ	Λ	Λ	
F		BUFFE	BUFFE	CO	CO	CO+	CO+	BUFFE	BUFFE	CO-	CO-	
G		BUFFE	BUFFE	CO	CO	CO+	CO+	BUFFE	BUFFE	CO-	CO-	
H												

Σχήμα τοποθέτησης δειγμάτων στην πλάκα μικροτιλοδότησης



Πλάκα μικροτιλοδότησης 96 βοθρίων & αλλαγή χρωματισμού στα θετικά δείγματα

Πίνακας. Οι τιμές οπτικής απορρόφησης μετά από 24 ώρες - Maximum Slope 24h

-	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0,73508	0,74096	0	0	0	0
0	0	0	0	0,51057	0,49141	0	0	0	0

Η αναπαραγωγή και παραγωγή νέων φυτών, είναι μια δύσκολη διαδικασία που σε όλα τα στάδια εφαρμογής της απαιτεί υψηλή τεχνογνωσία και υψηλά επίπεδα ασφάλειας για την παραγωγή υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού. Όπως και στην ανθοκομία έτσι και για τη παραγωγή αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών, η χρησιμοποίηση ελεγμένου πολλαπλασιαστικού υλικού, συνιστά προϋπόθεση για μια επιτυχημένη καλλιέργεια. Πολλά από τα προβλήματα εξάπλωσης ασθενειών αλλά και παραλλακτικότητας των ποικιλιών, δημιουργούνται από τη χρησιμοποίηση φυτών που παράγονται ανεξέλεγκτα και τυχαία.

Όπως και πριν τη διαδικασία πολλαπλασιασμού, έτσι και στο τέλος της παραγωγής των νέων φυτών, πριν την εγκατάστασή τους στο έδαφος, φυτά Λεβάντας, έδειξαν ότι και η μέθοδος της αεροπονίας αλλά και η υδροπονική μέθοδος επίπλευσης (Float System), οι οποίες αποτελούν τις δύο πιο σύγχρονες και 'καθαρές' μεθόδους παραγωγής νέων φυτών, μπορούν να εξασφαλίσουν άνοση παραγωγή πολλαπλασιαστικού υλικού, χωρίς καθόλου προβλήματα από ασθένειες ή άλλα παθογόνα, χωρίς να υπάρχει ανάγκη χρήσης χημικών μέσων καταπολέμησης, καθώς το μητρικό φυτικό υλικό, αλλά και οι υπόλοιπες συνθήκες στις οποίες πραγματοποιείται η διαδικασία, είναι απαλλαγμένη και αποστειρωμένη διαδικασία και δεν επιτρέπει την ανάπτυξη παθογόνων.

Τα αποτελέσματα του φυτοϋγειονομικού ελέγχου, όπως φαίνεται και στον πίνακα, και σε αυτό το στάδιο της διαδικασίας, έδωσαν αρνητικά αποτελέσματα ως προς την μόλυνση των φυτικών ειδών κατά τη παραγωγή τους, με τις τιμές της οπτικής απορρόφησης να δείχνουν ότι η παρουσία του ιού δεν επιβεβαιώνεται παρά μόνο στα θετικά δείγματα.

4.10 Μεταφύτευση Φυταρίων στις Μόνιμες Θέσεις

Η εγκατάσταση της καλλιέργειας στο αγροτεμάχιο που έχει προετοιμαστεί πραγματοποιήθηκε την άνοιξη με το πολλαπλασιαστικό υλικό που πήραμε από τις τρεις μεθόδους παραγωγής – την υδρονέφωση, το υδροπονικό σύστημα επίπλευσης και το σύγχρονο αεροπονικό σύστημα.

Έγιναν οι απαραίτητες προετοιμασίες για την άρδευση της εγκατάστασης και τα φυτά επιλέχθηκαν πλήρως τυχαιοποιημένα προς εγκατάσταση νωρίς το καλοκαίρι. Οι καιρικές συνθήκες βοήθησαν και τελικά αποφεύχθηκαν οι πολύ υψηλές καλοκαιρινές θερμοκρασίες κατά τη περίοδο του πειράματος και δεν παρατηρήθηκε έντονο μεταφυτευτικό στρες στα νεαρά φυτά. Οι εργασίες φύτευσης πραγματοποιήθηκαν χειρονακτικά, χωρίς να χρειαστούν φυτευτικές μηχανές όπως όταν πρόκειται για μεγάλες εκτάσεις.

Μετά τη φύτευση ακολούθησε η απαραίτητη άρδευση, ώστε να επιταχυνθεί εκτός από την παροχή της απαραίτητης για τα νεαρά φυτά υγρασίας αλλά και στενότερη επαφή των ριζών με το νέο έδαφος του αγροτεμαχίου και συνεπώς καλύτερη και γρηγορότερη προσαρμογή.



Εγκατάσταση φυτών στις μόνιμες θέσεις

4.10.1 Μορφολογικά χαρακτηριστικά (Πίνακες)

ΣΚΟΝΗ	Α/Α	Ύψος Φυτών Λεβάντας (cm)		
		Υδρορέφωση	Υδροπονία	Αεροπονία
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1	17	17	8
	2	18	13	10
	3	17	14	14
	4	18	11	13
	5	16	12	12
ΑΛΑΡ 1000	6	10	14	10
	7	11	15	12
	8	12	14	10
	9	10	16	10
	10	11	17	12
ΑΛΑΡ 2500	11	11	14	11
	12	10	12	13
	13	12	13	9
	14	11	14	10
	15	14	15	9
ΑΛΑΡ 5000	16	10	9	13
	17	11	10	12
	18	12	10	13
	19	10	11	12
	20	11	13	12
BONZI 1	21	14	13	12
	22	12	11	11
	23	13	12	8
	24	12	14	9
	25	13	12	10
BONZI 2	26	14	16	10
	27	13	15	9
	28	12	13	10
	29	13	14	11
	30	12	18	9
BONZI 5	31	15	16	13
	32	14	15	11
	33	12	17	8
	34	13	14	11
	35	13	14	12

Πίνακας. Φυτά Λεβάντας κατά την εγκατάστασή τους στο έδαφος

GEL	A/A	Ύψος Φυτών Λεβάντας (cm)		
		Υδρονέφωση	Υδροπονία	Αεροπονία
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1	18	18	13
	2	17	16	12
	3	10	18	10
	4	20	16	8
	5	19	17	9
ALAR 1000	6	17	14	9
	7	16	17	11
	8	15	16	7
	9	16	15	8
	10	15	17	9
ALAR 2500	11	12	12	6
	12	10	12	8
	13	12	13	10
	14	11	12	9
	15	11	15	9
ALAR 5000	16	11	12	11
	17	9	10	10
	18	10	11	8
	19	7	16	6
	20	8	15	7
BONZI 1	21	10	13	6
	22	11	14	7
	23	12	12	11
	24	13	13	10
	25	14	12	10
BONZI 2	26	13	16	7
	27	12	15	7
	28	13	14	8
	29	11	15	6
	30	13	17	8
BONZI 5	31	13	14	9
	32	12	13	10
	33	13	12	10
	34	10	11	13
	35	12	12	12

Πίνακας. Φυτά Λεβάντας κατά την εγκατάστασή τους στο έδαφος

ΣΚΟΝΗ	Α/Α	Ύψος Φυτών Λεβάντας (cm)		
		Υδροπέφ.	Υδροπονία	Αεροπονία
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1	18	17	11
	2	19	14	12
	3	19	15	16
	4	19	14	14
	5	19	13	16
ΑΛΑΡ 1000	6	14	15	12
	7	15	16	14
	8	14	16	12
	9	14	19	13
	10	13	18	15
ΑΛΑΡ 2500	11	13	15	12
	12	15	15	14
	13	15	16	11
	14	16	14	12
	15	14	16	13
ΑΛΑΡ 5000	16	15	11	15
	17	16	12	16
	18	14	11	15
	19	14	13	12
	20	15	15	13
BONZI 1	21	15	14	14
	22	15	16	11
	23	15	16	13
	24	16	15	11
	25	16	13	14
BONZI 2	26	17	17	12
	27	18	16	11
	28	16	14	13
	29	15	15	12
	30	16	19	13
BONZI 5	31	17	19	15
	32	18	19	16
	33	16	18	11
	34	15	16	15
	35	15	17	16

Πίνακας. Φυτά Λεβάντας 20 μέρες μετά την εγκατάστασή τους στο έδαφος.

GEL	A/A	Ύψος Φυτών Λεβάντας (cm)		
		Υδροπέφ.	Υδροπονία	Αεροπονία
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1	20	19	16
	2	19	17	14
	3	15	19	13
	4	21	19	11
	5	21	17	13
ALAR 1000	6	20	15	14
	7	19	19	13
	8	17	16	12
	9	16	18	15
	10	16	20	14
ALAR 2500	11	15	16	10
	12	14	14	13
	13	15	15	12
	14	13	16	14
	15	11	17	12
ALAR 5000	16	13	15	13
	17	11	14	15
	18	13	13	13
	19	11	17	10
	20	9	19	9
BONZI 1	21	12	15	8
	22	11	15	9
	23	13	16	14
	24	15	14	13
	25	14	13	11
BONZI 2	26	15	19	13
	27	15	17	10
	28	16	16	11
	29	14	16	16
	30	15	18	17
BONZI 5	31	16	15	13
	32	15	16	12
	33	14	14	13
	34	15	13	15
	35	13	15	13

Πίνακας. Φυτά Λεβάντας 20 μέρες μετά την εγκατάστασή τους στο έδαφος.

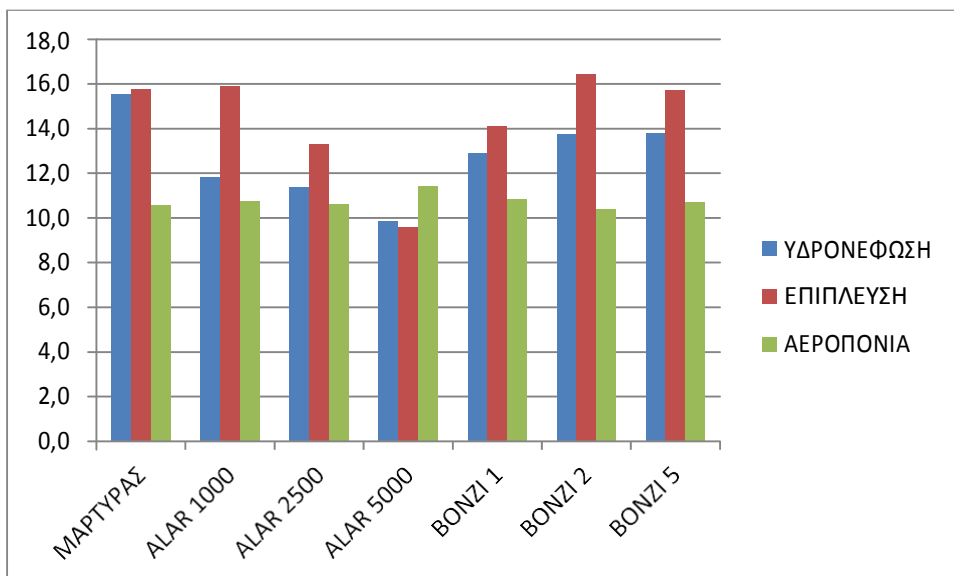
ΣΚΟΝΗ	Α/Α	Ύψος Φυτών Λεβάντας (cm)		
		Υδροπέφ.	Υδροπονία	Αεροπονία
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1	20	21	18
	2	21	18	17
	3	22	19	19
	4	21	18	16
	5	20	18	18
ΑΛΑΡ 1000	6	18	20	15
	7	17	19	16
	8	16	18	15
	9	17	20	16
	10	15	20	17
ΑΛΑΡ 2500	11	15	18	16
	12	18	18	15
	13	18	18	15
	14	19	17	15
	15	17	18	15
ΑΛΑΡ 5000	16	16	16	17
	17	15	17	18
	18	16	15	20
	19	17	16	15
	20	18	17	17
BONZI 1	21	16	16	18
	22	17	19	16
	23	18	19	14
	24	18	18	17
	25	19	19	16
BONZI 2	26	19	20	16
	27	20	21	15
	28	19	20	17
	29	17	19	14
	30	18	20	16
BONZI 5	31	19	21	18
	32	20	22	18
	33	18	19	17
	34	20	20	20
	35	18	19	19

Πίνακας. Φυτά Λεβάντας 60 μέρες μετά την εγκατάστασή τους στο έδαφος

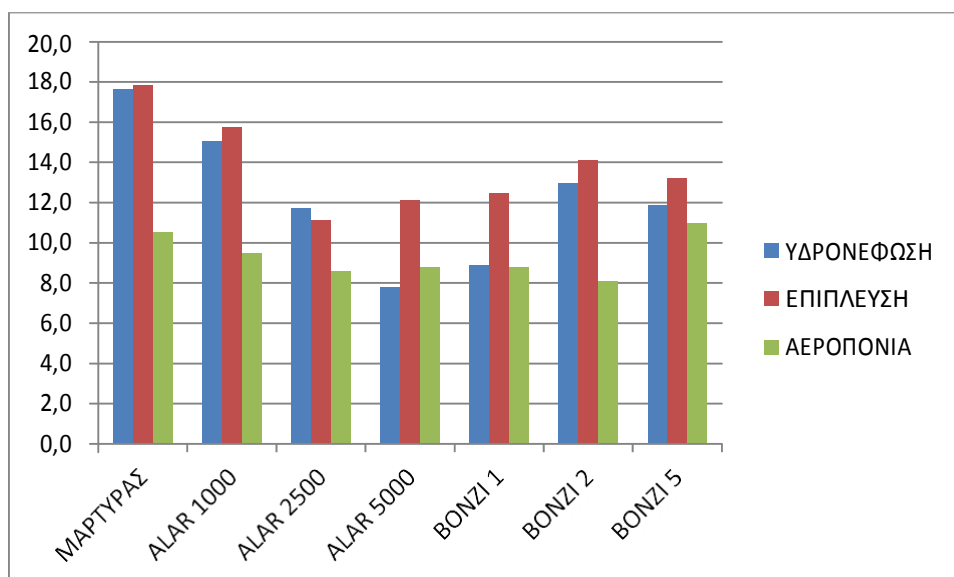
GEL	A/A	Ύψος Φυτών Λεβάντας (cm)		
		Υδρορέφ.	Υδροπονία	Αεροπονία
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1	21	20	20
	2	20	21	18
	3	22	21	16
	4	22	20	17
	5	22	21	16
ALAR 1000	6	21	18	17
	7	19	20	18
	8	19	19	15
	9	20	20	17
	10	18	21	18
ALAR 2500	11	18	20	16
	12	18	15	17
	13	16	19	15
	14	18	20	16
	15	16	20	17
ALAR 5000	16	17	18	18
	17	15	17	18
	18	16	18	17
	19	15	19	15
	20	16	21	15
BONZI 1	21	15	20	16
	22	16	19	15
	23	18	18	17
	24	19	17	17
	25	16	16	16
BONZI 2	26	18	21	16
	27	19	20	15
	28	20	19	16
	29	17	18	19
	30	19	20	18
BONZI 5	31	18	19	16
	32	20	18	15
	33	19	18	17
	34	19	16	18
	35	17	18	19

Πίνακας. Φυτά Λεβάντας 60 μέρες μετά την εγκατάστασή τους στο έδαφος

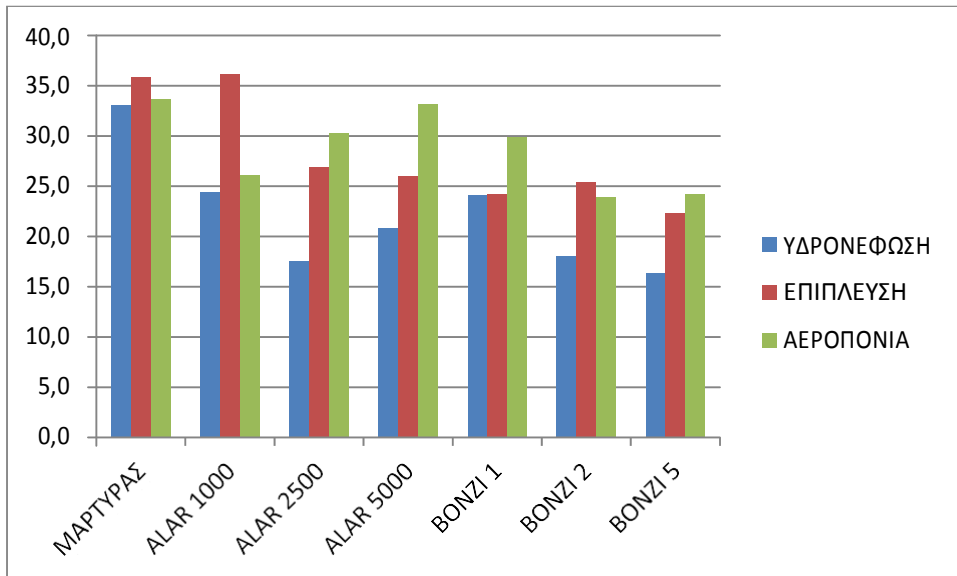
4.10.2 Μορφολογικά Χαρακτηρίστηκα (Διαγράμματα)



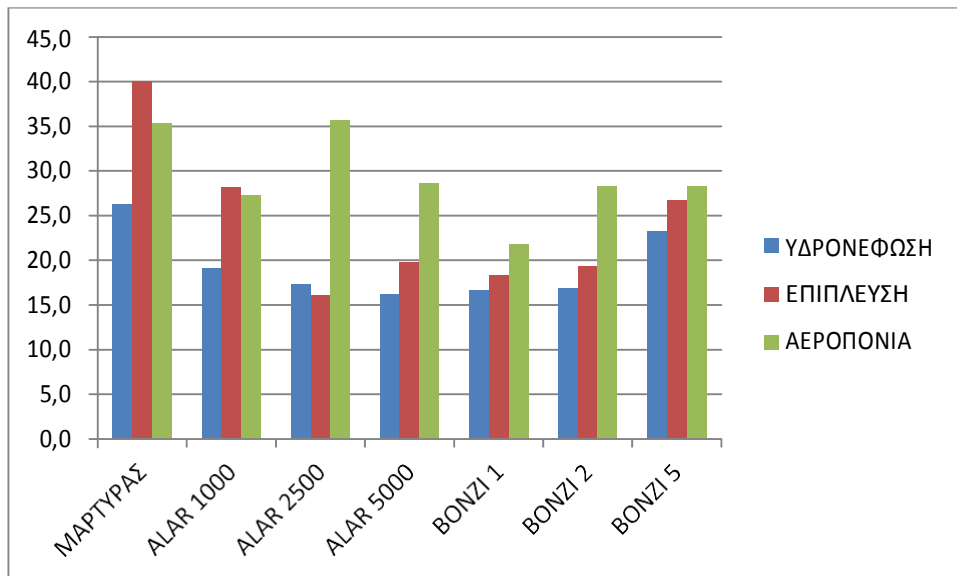
Το ύψος των φυταρίων λεβάντας σε σχέση με τη μεταχείριση με ορμόνη σε πούδρα



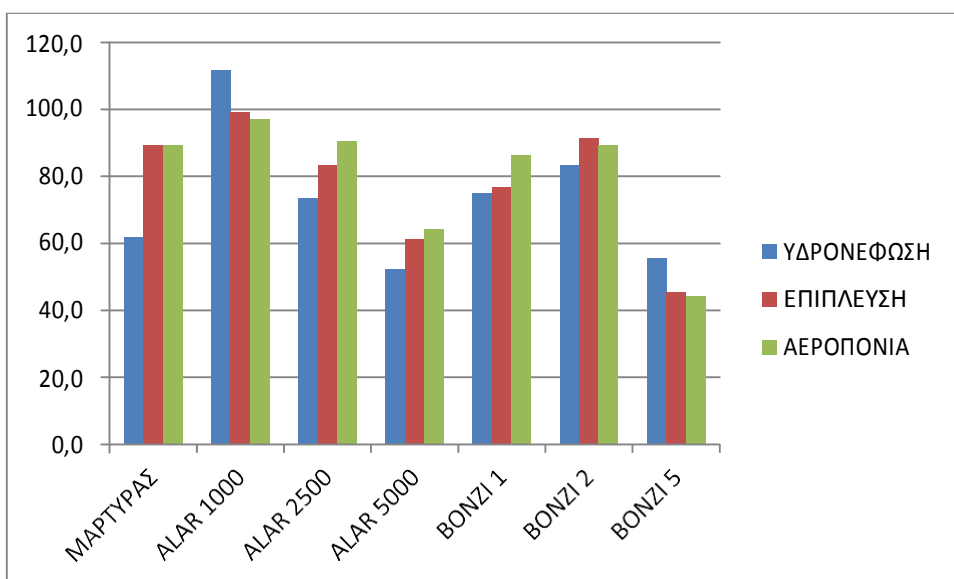
Το ύψος των φυταρίων λεβάντας σε σχέση με τη μεταχείριση με ορμόνη σε γέλη



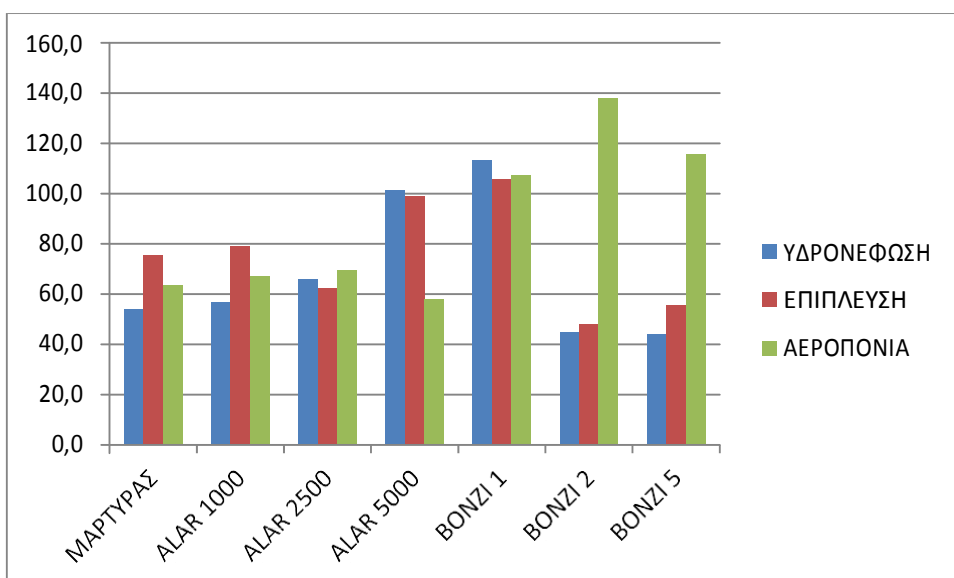
Το μήκος της ρίζας λεβάντας σε σχέση με τη μεταχείριση με ορμόνη σε πούδρα



Το μήκος της ρίζας λεβάντας σε σχέση με τη μεταχείριση με ορμόνη σε γέλη



Ο αριθμός διακλαδώσεων της ρίζας λεβάντας σε σχέση με τη μεταχείριση με ορμόνη σε πούδρα

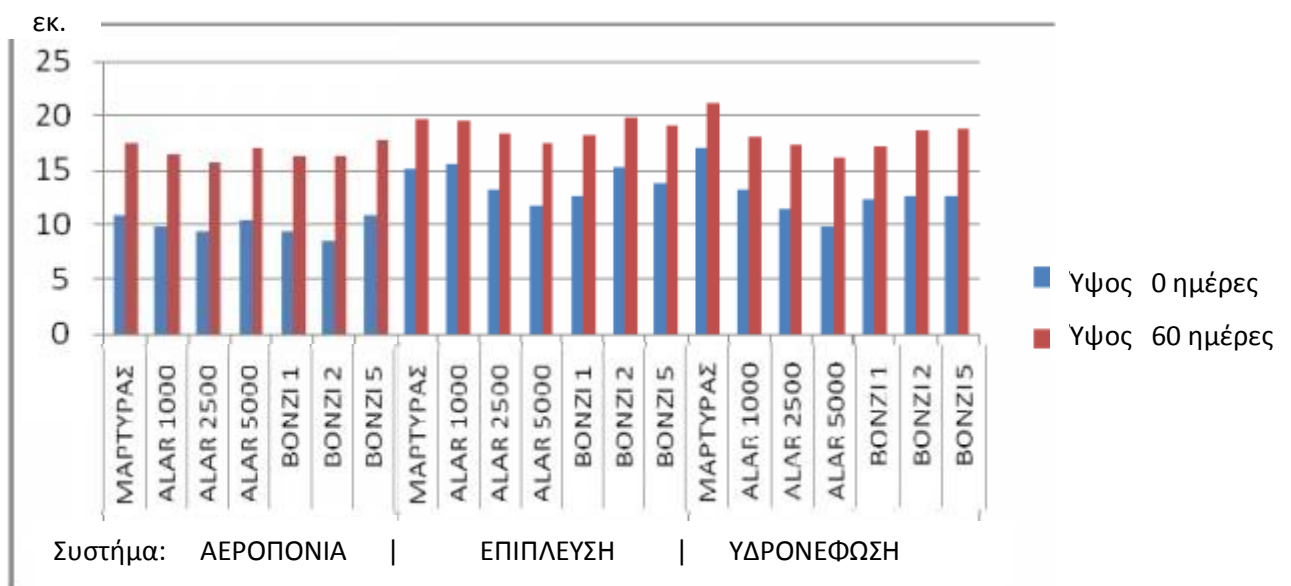


Ο αριθμός διακλαδώσεων της ρίζας λεβάντας σε σχέση με τη μεταχείριση με ορμόνη σε γέλη

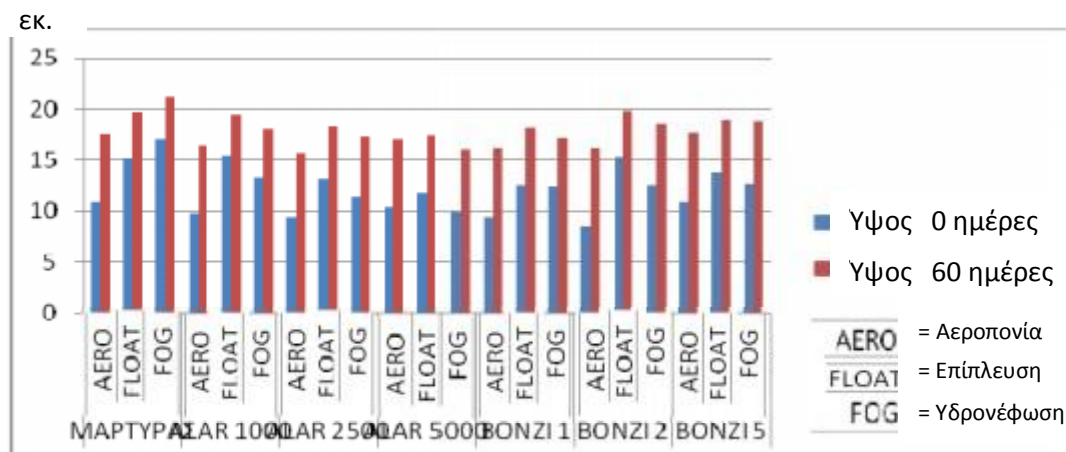
4.10.3 Αξιολόγηση του Μεταφυτευτικού σοκ

Τα ποτίσματα και η θερμοκρασία στο χώρο του θερμοκηπίου μειώθηκαν τις τελευταίες πέντε ημέρες πριν τη μεταφύτευσή τους.

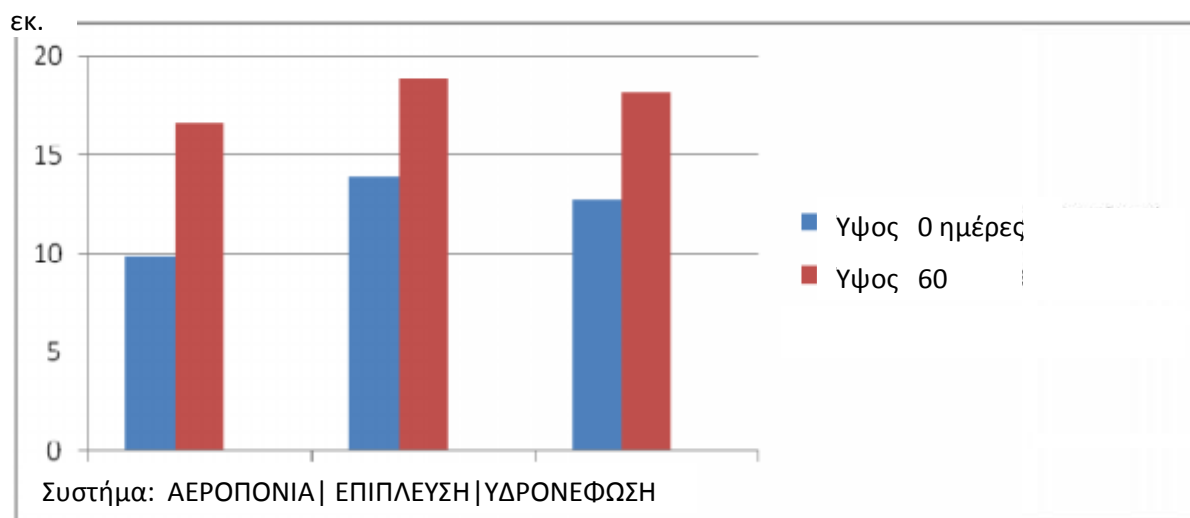
Τα νέα φυτά τοποθετήθηκαν σε μόνιμες θέσεις γυμνόριζα – όπως ήταν τα φυτά της αεροπονίας. Στην πράξη φυτά από το σύστημα επίπλευσης και το σύστημα υδρονέφωσης μπορούν να τοποθετηθούν μαζί με τη μπάλα χώματος που υπάρχει. Για το λόγο αυτό τοποθετήσαμε και φυτά – με μπάλα χώματος – σε φυτοδοχεία αλλά και στον αγρό, με σκοπό να αξιολογηθούν συγκριτικά και αυτά.



Ύψος φυτών λεβάντας 60 ημέρες μετά την εγκατάσταση στον αγρό



Ανάπτυξη φυτών λεβάντας σε ύψος σε σχέση με το σύστημα πολλαπλασιασμού



Ανάπτυξη φυτών λεβάντας σε ύψος σε σχέση με το σύστημα πολλαπλασιασμού

Στα αποτελέσματα που προέκυψαν παρατηρήθηκε η επίδραση των επιβραδυντών στο ύψος των φυτών σε όλα τα στάδια της διαδικασίας πολλαπλασιασμού, αλλά και μετά τη μεταφύτευση στις μόνιμες θέσεις, ακόμα και μετά από εξήντα ημέρες. Επίσης παρατηρήθηκε ότι η συγκέντρωση του σκευάσματος επηρέασε αναλόγως το τελικό ύψος των φυτών, ανεξαρτήτως του συστήματος πολλαπλασιασμού.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πειραμάτων μας, προκύπτει ότι φυτά που προήλθαν από τα υδροπονικά συστήματα αναπτύσσουν καλύτερα τα βοτανικά χαρακτηριστικά των φυτών Λεβάντας, που εξετάστηκαν στις συγκεκριμένες συνθήκες άνοιξης στη Δυτική Ελλάδα. Το ύψος των νέων φυτών είναι μεγαλύτερο μετά 60 ημέρες από τη μεταφύτευση σε μόνιμες συνθήκες υπαίθρου ανεξάρτητα από τη μεταχείριση που πραγματοποιήθηκε.

Παρόλο που οι επιβραδυντές ανάπτυξης επηρέασαν το ύψος φυτών ανεξάρτητα από το σύστημα πολλαπλασιασμού, αυτό που προκύπτει από τις μετρήσεις και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων μας, όπως αυτό αποτυπώνεται και στα παρακάτω γραφήματα, τα συστήματα της αεροπονίας και της επίπλευσης δίνουν εξαιρετικά αποτελέσματα. Σημαντικό δε, είναι το γεγονός ότι τα φυτά της αεροπονίας αν και ήταν πιο κοντά σε ύψος αρχικά συνέχισαν, μετά την εγκατάστασή τους στο έδαφος, την ανάπτυξη τους με τέτοιο ρυθμό και πλησίασαν σε ύψος τα φυτά από το σύστημα επίπλευσης χωρίς τελικά να υπάρχουν σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Γραμματικάκη Γ., (2005a). Παραγωγή Εγγενούς και Αγενούς Πολλαπλασιαστικού Υλικού, Σημειώσεις, Τ.Ε.Ι Κρήτης, Ηράκλειο.
2. Σαρλής Γ., (1999). Συστηματική Βοτανική, Σύγγραμμα, Εκδόσεις Σταμούλης.
3. Greuter, W., Matthas, U., Risse, H. (1984). Additions to the flora of Crete, 1973-1983 (1984) II. – Willdenowia 14
4. Watt M.J., Beyer Brandwijk, (1976). The Medical & Poisonous plants of Southern 7 Eastern Africa, pub.Livingston, London.
5. Βογιατζή-Καμβούκου Ε. 2004. Επιλογή Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών. Σύγχρονη Παιδεία
6. Καταρτζή ΝΑ. 1991. Ανθοκομία. Αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά για την αρχιτεκτονική του τοπίου.
7. Παπαναγιώτου Ε., Παπανικολάου Κ., Ζαμανίδης Σ. 2001. Η καλλιέργεια των αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών στην Ελλάδα. Γεωργία και Κτηνοτροφία1, 36-42.
8. Παπαναγιώτου Ε., και Παπανικολάου Κ. 2004. Αρωματικά φυτά: Προοπτικές καλλιέργειας στην περιοχή. Ημερίδα του Εμπορικού και Βιομηχανικού Επιμελητηρίου Κοζάνης, Αιανή 26-6-2004.
9. Σαλάχας Γ., Ντζάνης Η. (2013). Υδροπονική παραγωγή σπορόφυτων αρωματικών- φαρμακευτικών φυτών και στέβιας με το σύστημα επίπλευσης των δίσκων ανάπτυξης (float system). 26ο Επιστημονικό Συνέδριο της ΕΕΕΟ , Καλαμάτα 15-18/10
10. Alvard D., Cote F. and Teisson C. (1993). Comparison of methods of liquid medium culture for banana micropropagation. Effects of temporary immersion of explants. Plant Cell, Tissue & Organ Culture 32.
11. Barrett J.E. and Nell T.A. (1989). Comparison of paclobutrazol and uniconazole on floriculture crops, Acta Horticulturae 251.
12. Barak P., Smith J.D., Krueger A.R., Peterson L.A., (1996). Measurement of short-term nutrient uptake rates in cranberry by aeroponics, Plant, Cell and Environment 19 (2).
13. Kratsch A. Heidi, Graves R. William, Gladon J. Richard, (2006). Aeroponic system for control of root-zone atmosphere, Environmental and Experimental Botany 55.
14. Hartman H.T. and Kester D.E. (1975): Plant Propagation: Principles and Practices. Prentice-Hall, Inc., New Jersey.
15. Rietveld W.J., Evaluation of three root growth potential techniques with tree seedlings, 1989., New Forests 3 (2).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5^ο

Συζήτηση

Σαράντα ημέρες μετά την τοποθέτηση των μοσχευμάτων στα συστήματα ριζοβολίας μετρήθηκαν το ύψος των φυτών, το μήκος και ο αριθμός των διακλαδώσεων του ριζικού συστήματος, ανά μεταχείριση και εκτιμήθηκε το ποσοστό επιτυχίας της ριζοβολίας στα τρία συστήματα.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των μοσχευμάτων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι επιβραδυντές ανάπτυξης επηρεάζουν θετικά τη ριζοβολία μοσχευμάτων Λεβάντας (*Lavandula officinalis*) σε όλες τις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τους μάρτυρες, ανεξάρτητα από το σύστημα ριζοβολίας ή το φυτικό είδος. Μάλιστα φάνηκε το Paclobutrazol στις υψηλές συγκεντρώσεις του πειράματος, να παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα και με τις δύο ορμόνες ριζοβολίας. Η δραστική ουσία Daminozide δεν επηρέασε τη ριζοβολία καλύτερα από το Paclobutrazol σε καμία μεταχείριση.

Τα φυτά που προήλθαν από την αεροπονία είχαν πιο μεγάλο μήκος ριζικού συστήματος. Επίσης τα φυτά αυτά διατηρήθηκαν πιο κοντά σε ύψος στη διάρκεια που παρέμειναν στο ριζοτήριο αλλά δε παρουσίασαν κανένα μεταφυτευτικό σοκ κατά την εγκατάστασή τους στη μόνιμη θέση τους, σε αντίθεση με τα άλλα συστήματα όπου τα νέα φυτά είχαν ξεκινήσει να αναπτύσσονται πριν την τοποθέτησή τους στο έδαφος και φάνηκε μετά να δυσκολεύονται να εγκατασταθούν.

Αξιολογώντας τη ριζοβολία των μοσχευμάτων, μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αεροπονία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για τη ριζοβολία μοσχευμάτων Λεβάντας (*Lavandula officinalis*) στην Ελλάδα, με πάρα πολύ ικανοποιητικά αποτελέσματα. Παράλληλα αποτελεί το πλέον σύγχρονο, καινοτόμο και άριστο μέσο για τη παραγωγή άνοσου πολλαπλασιαστικού υλικού των κυριοτέρων αρωματικών και φαρμακευτικών φυτών της χώρας μας.

Τα νέα φυτάρια αφού αξιολογήθηκαν τοποθετήθηκαν γυμνόριζα στις μόνιμες θέσεις τους, απευθείας στον αγρό. Τα φυτά από το υδροπονικό σύστημα FloatSystem και από το ριζοτήριο με εδαφικό υπόστρωμα με σύστημα ομίχλης τοποθετήθηκαν στις μόνιμες θέσεις και με τη μπάλα χώματος για να αξιολογηθεί και αυτή η παράμετρος σε σχέση με τα υπόλοιπα γυμνόριζα φυτά και αυτά που προέρχονται με την αεροπονική μέθοδο πολλαπλασιασμού. Τα φυτά που προέρχονται από τη μέθοδο αυτή φυτεύτηκαν άμεσα, χωρίς προβλήματα, καθυστέρηση και επιπλέον έξοδα, στις μόνιμες θέσεις τους στον αγρό. Το παραγόμενο πολλαπλασιαστικό υλικό παρέμεινε άνοσο και διατήρησε την ποιότητα και τις ιδιαιτερότητες του φυτικού είδους, διαφυλάσσοντας τη βιοποικιλότητά του.

Τα φυτά που προήλθαν από την αεροπονική μέθοδο μπορούν εύκολα να τυποποιηθούν και να διατηρηθούν μέχρι να εγκατασταθούν στις μόνιμες θέσεις τους, καθώς δείχνουν να είναι πιο ανεξάρτητα και σκληραγωγημένα - πιθανώς εξαιτίας της κατάστασης του διαρκούς στρέψ που βρίσκονται και έτσι φαίνεται να βελτιώνουν ορισμένα επιπλέον χαρακτηριστικά τους, ξεπερνώντας το μεταφυτευτικό shock.

Ειδικότερα, τα φυτά που προέκυψαν με τη μέθοδο επίπλευσης (Float System), αναπτύχθηκαν αρκετά καλά, με συνεχόμενο ρυθμό ανάπτυξης κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού. Τα φυτά αυτά όπως είχαμε μετρήσει σε προηγούμενο στάδιο, είχαν δημιουργήσει μεγαλύτερο μήκος ρίζας και περισσότερες διακλαδώσεις ριζικού συστήματος. Φυτά που προήλθαν από τη μέθοδο της αεροπονίας φάνηκε να αναπτύσσονται με πιο γρήγορους ρυθμούς στο έδαφος, προφανώς επειδή «ξέφυγαν» από τη συνεχόμενη κατάσταση στρες που βρίσκονταν όλη την προηγούμενη περίοδο στο στάδιο ριζοβολίας. Τέλος, τα φυτά που εγκαταστάθηκαν και είχαν προέλθει με τη μέθοδο της υδρονέφωσης δε παρουσίασαν ιδιαίτερες διαφορές ως προς το ρυθμό και το μέγεθος της ανάπτυξης τους, με τα μετρήσιμα αποτελέσματα να εμφανίζουν ελάχιστες διαφορές οι οποίες προφανώς οφείλονται στη δυναμική του κάθε φυτού.

Όπως αποτυπώνονται στους πίνακες που προηγήθηκαν, με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος, φαίνεται ότι το πολλαπλασιαστικό υλικό, δεν παρουσίασε κάποιο μεταφυτευτικό σοκ και η πορεία που ακολούθησε κατά την εγκατάσταση του ήταν φυσιολογική.

Τα φυτά αναπτύχθηκαν χωρίς ιδιαίτερες διακυμάνσεις σε σχέση με τον τύπο της ορμόνης.

Η τάση που αποτυπώθηκε στους πίνακες δείχνει ότι τα φυτά που προήλθαν με τη μέθοδο της αεροπονίας, επιβεβαιώνοντας τις αρχικές υποθέσεις σχετικά με την κατάσταση μόνιμου στρεσαρίσματος που αντιμετωπίζουν κατά τη διαδικασία του πολλαπλασιασμού, παρουσιάζουν ιδιαίτερα θεαματικά αποτελέσματα προσαρμογής και ανάπτυξης. Τα φυτά αυτά, αν και τοποθετήθηκαν γυμνόριζα, δε δυσκολεύτηκαν να ακολουθήσουν τους ρυθμούς ανάπτυξης των φυτών που προήλθαν από τα άλλα δυο συστήματα ριζοβολίας και να αναπτυχθούν με την ίδια δυναμική.

Τα νέα φυτάρια που προήλθαν από την αεροπονία μολονότι παρέμειναν πιο κοντά καθ' όλη τη διάρκεια που παρέμειναν στο ριζοτήριο, είχαν δημιουργήσει ικανοποιητικό ριζικό σύστημα με μεγάλο μήκος και αρκετές διακλαδώσεις. Πιθανώς και για το λόγο αυτό κατά την εγκατάστασή τους στις μόνιμες θέσεις τους, δε παρουσίασαν κάποια μεταφυτευτική διαταραχή. Αντίθετα τα νέα φυτά από τα άλλα δύο συστήματα ριζοβολίας, ενώ είχαν ήδη ξεκινήσει να αναπτύσσονται πριν την τοποθέτησή τους στο έδαφος, φάνηκε να παρουσιάζουν ένα αρχικό στρεσαρίσμα τις πρώτες μέρες μετά την εγκατάστασή τους.

Μετά την εγκατάσταση απαιτείται αρκετά καλό πότισμα, ώστε τα νέα φυτά να προσαρμοστούν στο νέο περιβάλλον και το έδαφος να συμπιεστεί κλείνοντας τα κενά που έχουν δημιουργηθεί κατά τη διαδικασία της μεταφύτευσης [11,12]. Για αυτό το λόγο, εξασφαλίσαμε και προετοιμάσαμε το πειραματικό τεμάχιο με τα απαραίτητα συστήματα αυτοματοποιημένου ποτίσματος.

Επίσης λήφθηκαν προληπτικά μέτρα για τον έλεγχο προσβολών από εχθρούς, με την τοποθέτηση ενδεικτικών παγίδων πληθυσμού καθώς πλέον η αναθεώρηση της χρήσης χημικών μέσων στη γεωργία και η αυξημένη ευαισθητοποίηση των καταναλωτών, οδηγεί σε βιολογικές μεθόδους καταπολέμησης, όπου χρησιμοποιούνται διάφορα σκευάσματα όπως μικροβιακά εντομοκτόνα (σκευάσματα με βακτήρια ή ιούς που είναι εχθροί των εντόμων ξενιστών) ή ουσίες με ελκυστική ή απωθητική για τα έντομα δράση (π.χ. φερομόνες, κολλητικές και δολωματικές παγίδες κ.α.) [13].

Δεν πραγματοποιήθηκε έλεγχος ζιζανίων με κάποιο χημικό μέσο. Κατά τη διάρκεια του πειράματος και όταν κρίθηκε απαραίτητο διενεργήθηκε επιφανειακό σκάλισμα και ξεβοτανίσματα.

Επίσης δε χρησιμοποιήθηκε κανένα είδος λίπανσης, ούτε πριν την εγκατάσταση, ούτε κατά τη διαδικασία των πειραμάτων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ6°

Συμπεράσματα

Ο συνδυασμός των επιβραδυντών ανάπτυξης με τις ορμόνες ριζοβολίας επηρεάζουν θετικά την παραγωγή άνοσου πολλαπλασιαστικού υλικού του αρωματικού και φαρμακευτικού φυτού Λεβάντα (*Lavandula officinalis*) στις συνθήκες της Δυτικής Ελλάδας και αυτό μπορεί να γίνει με μεγαλύτερη επιτυχία όταν χρησιμοποιηθούν για την παραγωγή των νέων φυτών υδροπονικά συστήματα, είτε επίπλευσης είτε αεροπονίας τα οποία είναι φιλικά προς το περιβάλλον, εξοικονομούν χρόνο και χώρο στην παραγωγή και συνεπώς ανά μονάδα έκτασης συμφέρουν οικονομικά ακόμα και για μεγάλες παραγωγές πολλαπλασιαστικού υλικού.

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αξιολόγηση των μοσχευμάτων οδηγούν στο συμπέρασμα ότι οι επιβραδυντές ανάπτυξης επηρεάζουν θετικά τη ριζοβολία μοσχευμάτων Λεβάντας (*Lavandula officinalis*) σε όλες τις συγκεντρώσεις που χρησιμοποιήθηκαν σε σχέση με τους μάρτυρες, ανεξάρτητα από το σύστημα ριζοβολίας ή το φυτικό είδος. Μάλιστα φάνηκε ότι το Paclobutrazol στις υψηλές συγκεντρώσεις του πειράματος, να παρουσιάζει τα καλύτερα αποτελέσματα και με τις δύο ορμόνες ριζοβολίας. Η δραστική ουσία Daminozide δεν επηρέασε τη ριζοβολία καλύτερα από το Paclobutrazol σε καμία μεταχείριση. Η εικόνα ήταν ίδια και στα τρία φυτικά είδη του πειράματος.

Τα φυτά που προήλθαν από την αεροπονία είχαν πιο μεγάλο μήκος ριζικού συστήματος. Επίσης τα φυτά αυτά διατηρήθηκαν πιο κοντά σε ύψος στη διάρκεια που παρέμειναν στο ριζοτήριο αλλά δε παρουσίασαν κανένα μεταφυτευτικό σοκ κατά την εγκατάστασή τους στη μόνιμη θέση τους, σε αντίθεση με τα άλλα συστήματα όπου τα νέα φυτά είχαν ξεκινήσει να αναπτύσσονται πριν την τοποθέτησή τους στο έδαφος και φάνηκε μετά να δυσκολεύονται να εγκατασταθούν.

Η χρήση της ορμόνης ριζοβολίας σε σχέση με τον τύπο της, δεν επηρέασε τα φυτά στο στάδιο ανάπτυξης της μετά τη μεταφύτευση σε καμία περίπτωση.

Είναι ενδιαφέρον ότι ο υψηλότερος αριθμός διακλαδώσεων παρατηρήθηκε στο συνδυασμό του συστήματος της αεροπονίας με τον επιβραδυντή Bonzi2. Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν στατιστικά σημαντική επίδραση της αεροπονίας μέσω του συνδυασμού Bonzi2 X GEL στη διακλάδωση των ριζών που υποδεικνύει την αναγκαιότητα περαιτέρω διερεύνησης για αξιοποίησή του.

Τα υδροπονικά συστήματα παραγωγής υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, μπορούν να προσφέρουν στη χώρα μας ποιοτική παραγωγή νέων φυτών, ώστε οι παραγωγοί μας να μη χρειάζεται να δαπανούν μεγάλα χρηματικά ποσά στην εισαγωγή φυτών από το εξωτερικό, αγνώστου ποιότητας και γενεαλογικής προέλευσης. Τα ελληνικά ενδημικά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά, έχουν επιβεβαιωμένα την καλύτερη ποιότητα συστατικών και με τις συγκεκριμένες μεθόδους αγενούς πολλαπλασιασμού μπορούμε να διαφυλάξουμε τη βιοποικιλότητα της χώρας μας απαλλαγμένοι από τους κινδύνους μετάδοσης παθογόνων.

Με την αεροπονία μπορούμε να πετύχουμε μεγαλύτερες παραγωγές σε λιγότερο χώρο, αφού χωρίς τη χρήση υποστρώματος (ούτε καν το νερό της επίπλευσης δεν χρειαζόμαστε) μπορούν να τοποθετηθούν ακόμα και σε κάθετη διάταξη τα μοσχεύματα για πολλαπλασιασμό. Επίσης η μηδενική απορροή του συστήματος δεν επιβαρύνει το περιβάλλον.

Όλα τα θετικά δείγματα που λάβαμε από τα αποτελέσματα και τη λειτουργία του συστήματος της αεροπονίας μας οδηγούν στο συμπέρασμα ότι θα πρέπει να συνεχιστούν οι δοκιμές και τα πειράματα ώστε να συγκεκριμενοποιηθούν οι ρυθμίσεις που χρειάζονται για την οριστικοποίηση των ιδανικών συνθηκών και απαιτήσεων του συστήματος και προς αυτή τη κατεύθυνση.

Καθώς τα ελληνικά αρωματικά και φαρμακευτικά φυτά παρουσιάζουν ολοένα και περισσότερο επαγγελματικό ενδιαφέρον, η καινοτόμα και σύγχρονη τεχνολογία μπορεί να συμβάλλει θετικά στην παραγωγή καθαρού και υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού και ουσιαστικά στην ανάπτυξη της γεωργικής ενασχόλησης σε κάθε τομέα.