



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΤΗΣ ΕΛΛΑΔΟΣ ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΤΕΧΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΜΗΜΑ
ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΚΑΤΕΥΘΥΝΣΗ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Η ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΑΒΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΝ ΣΤΗΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ ΒΑΣΙΛΙΚΟΥ



ΜΑΥΡΟΜΑΘΗ ΕΡΑΣΜΙΑ & ΛΑΜΠΡΟΥ ΧΡΥΣΗ

Εισηγήτρια: Γιαννακούλα Αναστασία

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ 2019

Ευχαριστίες

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά την επιβλέπουσα καθηγήτρια κα. Γιαννακούλα Αναστασία, καθηγήτρια του τμήματος Γεωτεχνικών επιστημών για την εμπιστοσύνη που μας έδειξε στην ανάθεση του θέματος καθώς και στην πολύτιμη βοήθεια της και τη καθοδήγηση της για την υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όσους καθηγητές συνέβαλαν με τη βοήθεια τους κατά τη διάρκεια του πειράματος. Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειες μας για την στήριξη που μας έδειξαν όλο αυτό το διάστημα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
1.Γενική περιγραφή – Οικονομική σημασία αρωματικών	7
1.1 Βασιλικός	8
1.1.1 Καταγωγή – Ιστορικό του φυτού	8
1.1.2 Περιγραφή φυτού	8
1.1.3 Συστηματική ταξινόμηση	9
1.1.4 Βοτανικά χαρακτηριστικά	10
1.1.4.1 Ρίζα	10
1.1.4.2 Φύλλα	10
1.1.4.3 Άνθη	10
1.1.4.4 Καρπός	10
1.1.4.5 Θρεπτική αξία	11
1.1.5 Αιθέρια έλαια	11
1.1.6 Πολλαπλασιασμός	11
1.1.7 Λίπανση	12
1.1.8 Συγκομιδή	12
1.1.9 Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις	12
1.1.9.1 Αβιοτικοί παράγοντες καταπόνησης	13
1.1.10 Καλλιεργητικές απαιτήσεις	13
1.2 ΕΧΘΡΟΙ ΚΑΙ ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ	14
1.2.1 Προσβολές από έντομα	14
1.2.1.1 Αφίδες	14
1.2.1.2 Πράσινο σκουλήκι	14
1.2.1.3 Κοκκοειδής του βασιλικού	15
1.2.2 Προσβολές από μύκητα	15
1.2.2.1 Αδρομυκώση	15
1.2.2.2 Περονόσπορος	16
1.2.2.3 Βοτρύτης	16
1.2.2.4 Ωίδιο	16
1.3 ΦΥΤΟΟΡΜΟΝΕΣ	17
1.3.1 Γενικά	17
1.3.2 Ρεσβερατρόλη	18
1.3.3 Μελατονίνη	18
1.4 ΘΡΕΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ	18
1.4.1 Πυρίτιο	19
1.5 Σκοπός της εργασίας	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	20
2.1 Υλικά	21
2.1.1 Εγκατάσταση πειραματικού αγρού	21
2.1.2 Φυτικό υλικό	21
2.1.3 Πειραματικό σχέδιο	21
2.1.4 Ψεκασμοί	21
2.1.5 Καλλιεργητική τεχνική	24

2.2 ΜΕΘΟΔΟΙ	29
2.2.1 Μέτρηση φθορισμού της χλωροφύλλης	29
2.2.1.1 Φθοριζόμετρο συνεχούς διέγερσης (Handy PEA)	29
2.2.2 Χλωροφυλλόμετρο	30
2.2.2.1 Αρχή λειτουργίας του SPAD-502	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 – ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	32
3.1 ΠΡΩΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ	33
3.1.1 Επίδραση φυτοορμονών στο φθορισμό της χλωροφύλλης	33
3.1.2 Επίδραση φυτοορμονών στη συγκέντρωση χλωροφύλλης	39
3.2 ΔΕΥΤΕΡΗ ΜΕΤΡΗΣΗ	40
3.2.1 Επίδραση φυτοορμονών στο φθορισμό της χλωροφύλλης	40
3.2.2 Επίδραση φυτοορμονών στη συγκέντρωση χλωροφύλλης	46
3.3 ΤΡΙΤΗ ΜΕΤΡΗΣΗ	47
3.3.1 Επίδραση φυτοορμονών στο φθορισμό της χλωροφύλλης	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	57
4.1 Συζήτηση	58
4.2 Συμπεράσματα	60
5. Βιβλιογραφία	61

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum L.*) ανήκει στην Οικογένεια *Lamiaceae*. Υπάρχουν αρκετά είδη και βοτανικές ποικιλίες στο γένος *Ocimum*, πάνω από 50 είδη, γεγονός που συντελεί στην διαφοροποίηση που υπάρχει στα φύλλα, στο μέγεθος, στο σχήμα και στο χρώμα. Στη παρούσα εργασία μελετήθηκε η επίδραση της ρεσβερατρόλης, της μελατονίνης και η επίδραση σε συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη σε φυτά βασιλικού που έχουν υποστεί περιβαλλοντική καταπόνηση.

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε μια ποικιλία βασιλικού (αγιορείτικος). Κατά τη διάρκεια παραμονής των φυτών στο θερμοκήπιο δέχθηκαν τρεις ψεκασμούς με ρεσβερατρόλη, μελατονίνη και συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη.

Κατά τη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης όλες οι επεμβάσεις με ορμόνες είχαν θετικά αποτελέσματα και κυρίως ο συνδυασμός Si + MEL στα φυτά βασιλικού.

Στη μέτρηση φθορισμού της χλωροφύλλης ο δείκτης που μας ενδιέφερε περισσότερο ήταν ο λόγος Fv/Fm (φωτοχημική απόδοση). Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώνουμε ότι και στις τρεις μετρήσεις η συνδυασμένη εφαρμογή Si + MEL σημείωσε τα υψηλότερα αποτελέσματα, επομένως το Si επέδρασε θετικά στη MEL. Τέλος, σε όλες τις μετρήσεις η χρήση ρεσβερατρόλης είχε τα χαμηλότερα αποτελέσματα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 – ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1. Γενική περιγραφή – Οικονομική σημασία αρωματικών φυτών

Με τον όρο αρωματικά φυτά χαρακτηρίζονται τα φυτά εκείνα που περιέχουν ουσίες που φέρουν κάποιο άρωμα. Το άρωμα αυτό οφείλεται στις πτητικές ενώσεις που περιέχουν στην σύνθεση τους. Τα αιθέρια έλαια απομονώνονται μέσα μιας διεργασίας, όπως απόσταξη.

Η Ελλάδα είναι μια από τις πλουσιότερες χώρες του κόσμου με εξαιρετικά ποικίλο βοτανικό πλούτο: 7.500 διαφορετικά είδη φυτών, 850 από τα οποία είναι ενδημικά και δεν μπορούν να βρεθούν σε κανένα άλλο μέρος του κόσμου. Το μεσογειακό κλίμα, οι μεγάλες περίοδοι ηλιοφάνειας και η πλούσια γεωμορφολογία ευνοούν σπάνιες ποικιλίες βοτάνων με μοναδικές αρωματικές ιδιότητες και υψηλές θρεπτικές ιδιότητες. (Μοράκης Γ., 2009)

Πίνακας 1. Τα κυριότερα αρωματικά φυτά στην Ελλάδα

Είδη αρωματικών	Είδη αρωματικών
Βασιλικός	Μέντα
Λεβάντα	Γλυκάνισος
Δυόσμος	Τσάι του βουνού
Ρίγανη	Φασκόμηλο
Χαμομήλι	Κρόκος
Γλυκόριζα	Μελισσόχορτο
Δενδρολίβανο	Δίκταμο

Το παγκόσμιο εμπόριο αρωματικών φυτών ως πρώτη ύλη, ανέρχεται στους 440.000 τόνους με συνολική αξία 20 δις δολάρια (ΗΠΑ), το 25% του οποίου διακινείται στην Ευρώπη. Στην Ευρωπαϊκή ένωση καλλιεργούνται 860.000 στρέμματα με κύριες χώρες παραγωγής τους τη Γαλλία, την Ισπανία, τη Γερμανία και την Αυστρία. Στην Ελλάδα η καλλιεργούμενη έκταση το 2010 ανερχόταν στα 18.000 στρ. με παραγωγή 2900 τόνων, αλλά υπήρχε μια αυξομείωση στην παραγωγή των αρωματικών στο πέρασμα του χρόνου με μια αύξηση τα τελευταία χρόνια.

Στην Ελλάδα τα αρωματικά φυτά αποκτούν ολοένα και περισσότερο ενδιαφέρον ως καλλιέργεια, λόγω της αλλαγής που επήλθε στον τρόπο ζωής και στις διατροφικές συνήθειες των ανθρώπων αλλά και των πολυάριθμων φαρμακευτικών τους χρήσεων. (Δόδρας, 2009)

Η καλλιέργεια των αρωματικών φυτών μπορεί να συμβάλλει στην:

1. Αύξηση του γεωργικού εισοδήματος,
2. Εκμετάλλευση εγκαταλελειμμένων χωραφιών,

3. Δημιουργία μικρών βιομηχανικών μονάδων,
4. Ανάπτυξη της μελισσοκομίας,
5. Τουριστική αξιοποίηση διάφορων περιοχών και
6. Προστασία της χλωρίδας

1.1 ΒΑΣΙΛΙΚΟΣ

1.1.1 Καταγωγή – Ιστορικό του φυτού

Ο βασιλικός (*Ocimum basilicum L.*) κατάγεται από την τροπική και υποτροπική ζώνη της Αφρικής και της Ασίας. Ειδικότερα , με πρώτο κέντρο εξάπλωσης την Ινδία.

Η λέξη βασιλικός προέρχεται από την ελληνική λέξη <<Βασιλεύς>> που σημαίνει βασιλιάς. Για την ορθοδοξία έχει ιδιαίτερη αξία και θεωρείται το ιερό φυτό που βοήθησε με το άρωμα του την Αγία Ελένη , να ανακαλύψει τον τίμιο σταυρό , γι' αυτό ονομάζεται και σταυρολούλουδο. Επίσης είναι γνωστό και ως ώκιμον το βασιλικόν και βασιλίτσα.

Στην Αίγυπτο χρησιμοποιούνταν στην ταρίχευση των νεκρών , όπως προκύπτει από τα υπολείμματα του φυτού που βρέθηκαν σε μούμιες της αρχαίας Αιγύπτου και οι Γαλάτες το χρησιμοποιούσαν σε τελετές εξαγνισμού , μαζί με νερό πηγής.

Στην Ινδία θεωρήθηκε ιερό φυτό και χρησιμοποιήθηκε ως μέρος αφιερωμάτων στους θεούς , ενώ στο Ιράν και στη Μαλαισία φυτεύεται στους τάφους ως ένδειξη αγάπης των οικείων του νεκρού.

Σήμερα τα αρωματικά φυτά χρησιμοποιούνται ως φαρμακευτικά, καλλυντικά, αρτυματικά και τα τελευταία χρόνια, στην τεχνολογία τροφίμων ως αντιοξειδωτικά. (Δόδρας, 2012)

1.1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΦΥΤΟΥ

Ο βασιλικός είναι αρωματικό και φαρμακευτικό ετήσιο , ποώδες φυτό που φτάνει σε ύψος περίπου 60-70εκ. ανάλογα την ποικιλία και της εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής. Διαθέτει κορμό και λείους βλαστούς , είναι πολύκλαδο και έχει ρίζα πασσαλώδη με πολλές διακλαδώσεις. Η ταξιανθίες φύονται από τις μασχάλες των φύλλων και ανάλογα την ποικιλία είτε είναι στάχεις είτε κορύμβους. (Δόδρας 2009)

1.1.3 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ *Ocimum basilicum* L.

- Βασίλειο: Σπερματοφύτα
- Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα
- Κλάση: Δικοτυλήδονα
- Τάξη: *Lamiales*
- Οικογένεια: *Lamiaceae*
- Γένος: *Ocimum*
- Είδος: *basilicum*



Εικόνα 1

Άλλα είδη του γένους *Ocimum* που επίσης καλλιεργούνται είναι:

1. *Ocimum gratissimum* L. (δενδροβασιλικός) είναι πολυετής θάμνος που το ύψος του φθάνει τα δύο μέτρα και το αιθέριο έλαιο έχει υψηλό ποσοστό ευγενόλης.
2. *Ocimum basilicum* L. Καλλιεργείται στην Αφρική, στις Ανατολικές Ινδίες και στο Βέλγιο.
3. *Ocimum sanctum* L. (ιερός βασιλικός) ετήσιο φυτό με υψηλή αναλογία του συστατικού ευγενόλης στο αιθέριο έλαιο, φυτό ιθαγενές της Μαλαισίας, της Αυστραλίας και της Ινδίας.
4. *Ocimum citriodorum* Vis. Έχει ισχυρό άρωμα λεμονιού.
5. *Ocimum suave* Willd. Είναι πολυετής θάμνος ύψους έως 3 μ. και βρίσκεται αυτοφυής στην Αφρική και την Ινδία.

1.1.4 ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

1.1.4.1 Ρίζα

Το ριζικό σύστημα αναπτύσσεται ελεύθερα σε καλά στραγγιζόμενα εδάφη με πλούσια οργανική ουσία. Είναι πασσαλώδη με πολλές διακλαδώσεις

1.1.4.2 Φύλλα

Τα φύλλα του είναι αντίθετα ωοειδή , μυτερά , ακέραια ή ελλειπτικά μήκους 7 – 8 cm , ανοιχτού ή σκούρου πράσινου χρώματος με ομαλά περιθώρια και παρέγχυμα διογκωμένο ανάμεσα στα νεύρα. Μερικές ποικιλίες έχουν σκούρο κόκκινο φύλλωμα που οφείλεται στη μεγάλη συγκέντρωση ανθοκυανών.

1.1.4.3 Άνθη

Τα άνθη του είναι μικρά , συνήθως λευκά ή λευκορόδινα τα οποία σε ορισμένες ποικιλίες φέρονται σε πυκνούς σπονδύλους και σχηματίζουν μακρύς στάχεις στις κορυφές των βλαστών ύψους 20 με 80 εκ. , ενώ σε άλλες ποικιλίες σχηματίζουν κορυφαίους κορύμβους. Η στεφάνη είναι ζυγόμορφη , η ωθήκη αποτελείται από 2 συμφυή καρπόφυλλα και χωρίζεται σε 4 χώρους , ο στύλος είναι απλός και καταλήγει σε δισχιδές στίγμα. (Δόδρας 2012)

1.1.4.4 Καρπός

Ο καρπός του είναι τετραχάινιο και σχηματίζει μαύρους σπόρους σκληρούς και γυαλιστερούς.

1.1.4.5 Θρεπτική αξία βασιλικού

Πίνακας 1.Θρεπτική αξία βασιλικού (ανά 100 gr νωπού βάρους)

ΔΙΑΙΤΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		ΒΙΤΑΜΙΝΕΣ (mg)		ΜΕΤΑΛΛΑ (mg)	
Ενέργεια (kcal)	22	Βιταμίνη Α	264	Ασβέστιο	177
Υδατάνθρακες (g)	2,65	Β-καροτένιο	3142	Σίδηρος	24%
Φυτικές ίνες (g)	1,6	Βιταμίνη Β1	3	Μαγνήσιο	64
Λίπος (g)	0,64	Βιταμίνη Β2	6	Μαγγάνιο	55%
Πρωτεΐνη (g)	3,15	Βιταμίνη Β3	6	Φώσφορος	56
Νερό (g)	92,6	Βιταμίνη Β5	0,209	Κάλιο	295
		Βιταμίνη Β6	12	Νάτριο	4
		Βιταμίνη Β9	68	Ψευδάργυρος	0,81
		Βιταμίνη C	18		
		Βιταμίνη E	0,80		
		Βιταμίνη K	414,8		

1.1.5 Αιθέρια έλαια

Τα αιθέρια έλαια αποτελούν μίγματα από πολλές οργανικές ουσίες (πηκτικά έλαια) των οποίων η ποσοτική και ποιοτική σύσταση εξαρτάται από το γενότυπο του φυτού , το στάδιο ανάπτυξης, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις εδαφοκλιματικές συνθήκες. Τα αρωματικά φυτά αποθηκεύουν τα αιθέρια έλαια μέσα σε ειδικούς χώρους, που βρίσκονται στα φύλλα , στους βλαστούς και στα αναπαραγωγικά όργανα (ανθοφόρους οφθαλμούς , άνθη , καρπούς και σπόρους). Αποθηκεύονται κυρίως στην επιδερμίδα και στο μεσόφυλλο , έχουν χαμηλό σημείο ζέσεως και μπορούν να εξαχθούν με απόσταξη.

Κάθε αιθέριο έλαιο έχει ξεχωριστό άρωμα και ιδιότητες που έχουν αποδειχθεί με τη χρήση τους. Χρησιμοποιούνται σε καταστάσεις άγχους, νευρικής έντασης, σε κοινές παθήσεις και σε προβλήματα του δέρματος. (Δόδρας 2012)

1.1.6 Πολλαπλασιασμός

Ο βασιλικός πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπόρο αλλά και σε μικρή κλίμακα μπορεί να πολλαπλασιασθεί με θερινά μοσχεύματα. Ο σπόρος πρέπει να προέρχεται από αμιγείς ποικιλίες για να εξασφαλίζεται η καθαρότητα της ποικιλίας. Η κατάλληλη εποχή φύτευσης είναι από τα μέσα Μαρτίου μέχρι τα μέσα Απριλίου, ενώ μπορεί να γίνει και νωρίτερα σε σπορείο που θερμαίνεται στο εσωτερικό του.

Ακόμα τα θερινά μοσχεύματα αποτελούνται από τρυφερά τμήματα βλαστών που τοποθετούνται σε νερό σε θερμοκρασία περιβάλλοντος 20-25°C ή σε ειδικό φυτόχωμα που να περιέχει αρκετό περλίτη για καλύτερο αερισμό και συγκράτηση της υγρασίας και ριζοβολούν σε δύο εβδομάδες. (Δόδρας 2009)

1.1.7 Λίπανση

Ο βασιλικός έχει ανάγκη από τέσσερα βασικά θρεπτικά στοιχεία: από άζωτο (N), φώσφορο (P₂O₅), κάλιο (K₂O) σε αναλογία 1:1:1 και από Mg. Τα υπόλοιπα θρεπτικά στοιχεία που υπάρχουν σε ένα έδαφος είναι επαρκή για το βασιλικό. Οι απαιτούμενες μονάδες βασικής λίπανσης είναι 20-20-20 ανά στρέμμα και λίγες μονάδες επιφανειακής λίπανσης N (5 έως 10 μονάδες ανά στρέμμα). Η βασική λίπανση γίνεται με τον τύπο του λιπάσματος 20-10-10 σε ποσότητα 50 κιλών ανά 10/στρέμματα και μετά από κάθε κοπή 25-30 κιλά θειική αμμωνία 21-0-0. Για την συνεχή ανάπτυξη του φυλλώματος θα πρέπει να γίνεται προσθήκη με αζωτούχα λιπάσματα.

1.1.8 Συγκομιδή

Ο βασιλικός καλλιεργείται για όλο το υπέργειο μέρος του. Ανάλογα για τον σκοπό που καλλιεργείται ο τρόπος συγκομιδής είναι διαφορετικός. Όταν καλλιεργείται για το αιθέριο έλαιο, τότε συγκομίζεται σε πλήρη άνθηση. Η διαδικασία αυτή γίνεται με δύο τρόπους: τα φυτά είτε κόβονται ολόκληρα σε ύψος 10-15cm ή συλλέγονται μόνο οι ταξιανθίες.

Όταν καλλιεργείται για ξηρή ή χλωρή δρόγη τότε συγκομίζεται πριν την άνθηση, οπότε έχουμε πολλές συγκομιδές. (Μελισσαράτου Αρετή, 2013)

1.1.9 Κλιματικές και εδαφικές απαιτήσεις

Ο βασιλικός είναι ένα φυτό που κατάγεται από τροπικές και υποτροπικές χώρες και επομένως απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες ανάπτυξης, οι οποίες είναι:

- Θερμοκρασία: Η άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης του βασιλικού είναι 25°C, ανέχεται πολύ υψηλές θερμοκρασίες, εφόσον το φυτό είναι υγιές και έχει στη διάθεση του επαρκή εδαφική υγρασία. Το φυτό δεν είναι ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες κάτω από 8-7°C γιατί νεκρώνεται.
- Έδαφος: Ευδοκμεί σε μέσης σύστασης εδάφη, πλούσια σε οργανική ουσία, καλώς στραγγιζόμενα, τα οποία δίνουν την καλύτερη

αποδοτικότητα στα φυτά. Το ευνοϊκότερο pH εδάφους για την καλλιέργεια είναι 4,5-6,4, αν και ευδοκμεί σε ευρέα όρια τιμών pH.

- Ένταση φωτός: Είναι φωτόφιλο φυτό και απαιτεί αρκετές ώρες έκθεσης στην ηλιακή ακτινοβολία για να αναπτυχθεί.
- Υγρασία: Απαιτεί υψηλή υγρασία ιδιαίτερα σε θερμό κλίμα.

1.1.9.1 Αβιοτικοί παράγοντες καταπόνησης

Η επίδραση των δυσμενών παραγόντων του περιβάλλοντος οι οποίοι τείνουν να παρεμποδίσουν τη κανονική λειτουργία των φυσιολογικών μηχανισμών των φυτών, έχει ως αποτέλεσμα την ποιοτική και ποσοτική υποβάθμιση του γεωργικού προϊόντος. Οι κυριότεροι αβιοτικοί παράγοντες είναι:

- Αλατότητα: Η αυξημένη συγκέντρωση των αλάτων στο εδαφικό διάλυμα έχει δυσμενείς επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών λόγω ωσμωτικής επίδρασης. Δηλαδή, η αυξημένη παρουσία αλάτων προκαλεί αύξηση της ωσμωτικής πίεσης του εδαφικού διαλύματος και αύξηση των δυνάμεων συγκράτησης του εδαφικού νερού. Επομένως, αυξάνει και η δυσκολία πρόσληψης νερού από το ριζικό σύστημα των φυτών. Ακόμα, έχει ως αποτέλεσμα τον κακό αερισμό και στράγγιση των εδαφών. (Παναγιωτόπουλος, 2010)
- Θερμοκρασία: Η πολύ υψηλές και η πολύ χαμηλές θερμοκρασίες επηρεάζουν την φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών. Επίσης, η υψηλές θερμοκρασίες αποτελούν περιοριστικό παράγοντα στην ανάπτυξη των φυτών κάτω από ξηροθερμικές συνθήκες πολλές φορές ανεξάρτητα από την έλλειψη νερού.

1.1.10 Καλλιεργητικές απαιτήσεις

Οι κατεργασίες και οι φροντίδες που πρέπει να εφαρμοστούν στο θερμοκήπιο για την καλύτερη ανάπτυξη των φυτών είναι οι εξής:

1. Το έδαφος του θερμοκηπίου πρέπει να είναι καθαρό από ζιζάνια, έντομα, απαλλαγμένο από μολύσματα παθογόνων, επαρκές σε θρεπτικά στοιχεία και αφρατοποιημένο.
2. Προσθήκη κοπριάς, τύρφης ή άλλης οργανικής ουσίας, για τη βελτίωση της δομής του εδάφους.
3. Φρεζάρισμα για καλύτερο αερισμό του εδάφους.
4. Απολύμανση του εδάφους με χημικά μέσα ή ατμό.

5. Η άρδευση να γίνεται 2-3 φορές την εβδομάδα.
6. Είναι προτιμότερο να γίνονται πολλά βοτανίσματα και όχι σκαλίσματα γιατί καταστρέφονται οι ρίζες των φυτών.
7. Πριν μεταφυτευτούν τα φυτά γίνεται η προσθήκη των ανόργανων λιπασμάτων και ακολουθεί φρεζάρισμα για την καλύτερη ενσωμάτωση τους. Στη συνέχεια γίνεται το σημάδεμα των γραμμών φύτευσης και των διαδρόμων και τοποθετείται το σύστημα άρδευσης (σταγονίδια). (Ολυμπίου, 2001)

1.2 Εχθροί και ασθένειες

1.2.1 Προσβολές από έντομα

1.2.1.1 Αφίδες

Προσβολές

Οι αφίδες εμφανίζονται αρχικά στην κάτω επιφάνεια του φύλλου σε μεγάλους πληθυσμούς όπου απομυζούν τους χυμούς. Στη συνέχεια επεκτείνονται σε όλο το φυτό. Χαρακτηριστικό σύμπτωμα είναι η εμφάνιση κίτρινων κηλίδων στη πάνω επιφάνεια των φύλλων στο σημείο όπου έχουν απομυζήσει τους χυμούς, έπειτα τα φύλλα μαραίνονται, κιτρινίζουν και πέφτουν με αποτέλεσμα την μάρανση του φυτού. (Παπαδοπούλου 2017)

Αντιμετώπιση

Υπάρχουν διάφορα ειδικά αφιδοκτόνα, όπως piricarb, pirimor κ.ά.

1.2.1.2 Πράσινο σκουλήκι

Helicoverpa armigera (Noctuide: Lepidoptera)

Προσβολές

Προσβάλλει καλλιέργειες όπως τον καπνό, το βαμβάκι, τον αραβόσιτο, την τομάτα κ.ά. Οι προνύμφες τρέφονται από όλα τα μέρη του φυτού και στους καρπούς. Όταν συμπληρώσει την ανάπτυξη της η προνύμφη εγκαταλείπει το φυτό και εισέρχεται στο έδαφος για χρυσαλλίδωση. Ο βιολογικός κύκλος συμπληρώνεται σε 35-40 μέρες. Το ακμαίο προσβάλλει τα φύλλα.

Αντιμετώπιση

Κυκλοφορούν στην αγορά διάφορα εντομοκτόνα, όπως Chlorpyrifos-methyl, διάφορα πυρεθροειδή κ.ά.

Καλύτερα όμως είναι τα καρβαδιμικά σε συνδυασμό με ακαρεοκτόνα. Τα καλλιεργητικά μέτρα πρέπει να εφαρμόζονται γιατί συμπληρώνουν τις επεμβάσεις με τα εντομοκτόνα(Παπαδοπούλου, 2017).

1.2.1.3 Κοκκοειδής του βασιλικού

Phenacoccus madeirensis (Homoptera: Pseudococcidae)

Προσβολές

Η προσβολή παρατηρείται στα φύλλα και στους βλαστούς κυρίως του πλατύφυλλου βασιλικού. (Παπαδοπούλου, 2017)

1.2.2 Προσβολές από μύκητα

1.2.2.1 Αδρομύκωση

Παθογόνο αίτιο: *Fusarium oxysporum*

Συμπτώματα

Εισέρχεται από τα ριζικά τριχίδια στις αγγειώδες δεσμίδες του φυτού και αναπτύσσεται μέσα σ' αυτές σε όλο το μήκος τους και έτσι τις αποφράσει. Τα πρώτα συμπτώματα της προσβολής είναι μαρασμός μερικών κλάδων και χλώρωση των φύλλων που εμφανίζονται συνήθως στις αρχές του καλοκαιριού και ακολουθούνται από καστανόχρωση, καρούλιασμα, φυλλόπτωση και τελικά την αποξήρανση των προσβεβλημένων κλάδων. Η χλώρωση εμφανίζεται πρώτα στα κατώτερα φύλλα των προσβεβλημένων κλάδων και αργότερα στα ανώτερα φύλλα των κλάδων. (Παναγόπουλος, 2007)

Αντιμετώπιση

- Χρήση υγιούς πολλαπλασιαστικού υλικού, ανθεκτικών ποικιλιών ή υποκειμένων
- Απολύμανση του εδάφους με βρωμιούχο μεθύλιο, όπως και η ηλιοαπολύμανση
- Η άρδευση να γίνεται με σταγονίδια
- Απομάκρυνση των μολυσμένων κλάδων και καταστροφή με φωτιά και
- Καλός αερισμός της φυτείας

1.2.2.2 Περονόσπορος

Συμπτώματα

Στα νεαρά φύλλα σχηματίζονται κηλίδες, χρώματος ανοιχτού πράσινου ή κιτρινοπράσινου. Με την πάροδο του χρόνου το κέντρο της κηλίδας αποκτά χρώμα καστανό, νεκρώνεται και συχνά σχίζεται. Τα έντονα προσβεβλημένα φύλλα αποξηραίνονται και πέφτουν. Στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος σχηματίζονται λευκές εξανθήσεις των καρποφοριών του μύκητα. Στα ώριμα ηλικιωμένα φύλλα σχηματίζονται μικρές πολυγωνικές κηλίδες. (Παναγόπουλος, 2007)

Αντιμετώπιση

- Εκτέλεση προληπτικών ψεκασμών
- Ψεκασμό με βορδιγάλιο πολτό
- Απομάκρυνση των μολυσμένων κλάδων
- Χρήση ανθεκτικής ποικιλίας

1.2.2.3 Βοτρύτης

Συμπτώματα

Στα φύλλα σχηματίζονται μεγάλες νεκρωτικές, καστανές κηλίδες που αρχίζουν από την περιφέρεια του ελάσματος. Οι προσβολές εκδηλώνονται υπό μορφή καστανών περιοχών στα μεσογονάτια διαστήματα ή στις τρυφερές κορυφές που προκαλούν σήψη και ξήρανση κορυφών και βλαστών. Όταν η ατμόσφαιρα παραμένει υγρή, τα προσβεβλημένα όργανα καλύπτονται από τεφρά εξάνθηση.

Αντιμετώπιση

- Προληπτικούς ψεκασμούς
- Λήψη μέτρων για την αποφυγή πληγών
- Καλύτερο αερισμό και εφαρμογή συστήματος κλαδέματος και
- Αποφυγή υπερβολικής αζωτούχας λίπανσης

1.2.2.4 Ωίδιο

Συμπτώματα

Τα φύλλα με την έκπτυξή τους παραμένουν καχεκτικά, συνεστραμμένα και καλύπτονται από λευκή αλευρώδη εξάνθηση. Τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται

στα φύλλα που προέρχονται από προσβεβλημένους οφθαλμούς. Οι τρυφεροί βλαστοί καλύπτονται επίσης από τις εξανθήσεις του παθογόνου.

Αντιμετώπιση:

- Προληπτικός ψεκασμός με κατάλληλα μυκητοκτόνα
- Αφαίρεση όλων των προσβεβλημένων κλάδων και
- Καταστροφή ή περιορισμός των εστιών διαχειμάρσεων

1.3 Φυτοορμόνες

1.3.1 Γενικά

Οι φυτοορμόνες είναι μικρά μόρια που παράγονται στο φυτό και απαντώνται σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις. Οι φυτοορμόνες ρυθμίζουν φυτικές διεργασίες σε συγκεκριμένα κύτταρα στόχους, τοπικά και μεταφερόμενες σε άλλες θέσεις, σε λειτουργικά τμήματα του φυτού. Στο φυτό κάθε κύτταρο είναι ικανό να παράγει ορμόνες. Οι φυτοορμόνες ρυθμίζουν την ανάπτυξη των φυτών, το σχηματισμό και το γένος των ανθέων, την γήρανση των φύλλων, την ωρίμανση των καρπών. Αυτές επηρεάζουν την αύξηση των ιστών, τον σχηματισμό των φύλλων και την αύξηση των βλαστών, την αύξηση και ανάπτυξη των καρπών, την διάρκεια ζωής των φυτών ακόμη δε και τον θάνατο. (Βασιλακάκης Μ. 2016)

Γενικά υπάρχουν 5 κατηγορίες ή ομάδες φυτικών ορμονών, μερικές από τις οποίες απαρτίζουν διαφορετικές χημικές ουσίες που μπορεί να διαφέρουν σε μορφή από το ένα φυτό σε άλλο. Μερικές φυτοορμόνες δεν ομαδοποιούνται εύκολα σε αυτές τις πέντε κατηγορίες, αυτές υπάρχουν στη φύση ή συντίθενται από τον άνθρωπο ή άλλους οργανισμούς. Οι 5 κατηγορίες είναι:

- Αυξίνες
- Γιββερελλίνες
- Κυτοκινίνες
- Αιθυλένιο
- Αμπσισικό οξύ

Οι παραπάνω φυτοορμόνες συμβάλλουν:

- Στην αύξηση των οφθαλμών
- Στο λήθαργο των σπόρων
- Στην αύξηση των κυττάρων
- Στο σχηματισμό ριζών
- Επιμήκυνση των μεσογονατίων διαστημάτων
- Στο σχηματισμό βλαστών και
- Ωρίμανση των καρπών

Οι φυτοορμόνες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα είναι οι παρακάτω:

1.3.2 Μελατονίνη (MEL)

Η μελατονίνη ($C_{13}H_{16}N_2O_2$), γνωστή και με τη χημική της ονομασία (N-ακετυλ-5-μεθοξυτρυπταμίνη), είναι μια ορμόνη που παράγεται από ζώα, φυτά και μικρόβια. Ανακαλύφθηκε στον βόειο κωνοειδή αδένα το 1958, ενεργεί ως νευροορμόνη, που εκκρίνεται από τον επίφυτο αδένα στο εγκεφαλονωτιαίο υγρό και στην κυκλοφορία του αίματος. Αργότερα ανακαλύφθηκε η παρουσία μελατονίνης σε ανώτερα φυτά από τους Dubbels και Hattori, για τις φυσιολογικές λειτουργίες στα φυτά, καθώς και σε μεθόδους εκχύλισης και εκτίμησης προσαρμοσμένες στα φυτά.

Ο ρόλος της μελατονίνης στη φυσιολογία των φυτών περιλαμβάνει τη ρύθμιση των κύκλων που σχετίζονται με την εναλλαγή φωτός-σκότους, την άμυνα ενάντια σε αφιλόξενα περιβάλλοντα και την αντιοξειδωτική της δράση. Η ουσία ρυθμίζει επίσης την ανάπτυξη των φυτών, αφού έχει αποδειχθεί ότι επιβραδύνει τον σχηματισμό των ριζών, ενώ προάγει την ανάπτυξη πάνω από το έδαφος. Εκτός από τον προστατευτικό ρόλο της μελατονίνης έναντι της γήρανσης των φύλλων, η μελατονίνη μπορεί επίσης να αυξήσει τη φωτοσυνθετική αποτελεσματικότητα στα φυτά. (Marino B., 2015)

1.3.3 Ρεσβερατρόλη (RVT)

Η ρεσβερατρόλη είναι ένωση της κατηγορίας των φυτοαλεξινών με βασική δομή των στιλβενίων. Είναι φυσική ουσία που βρίσκεται σε υψηλές συγκεντρώσεις στο φλοιό των σταφυλιών και ιδιαίτερα των κόκκινων σταφυλιών, στα φύλλα ευκαλύπτου, στο έλατο, στους ξηρούς καρπούς, στα μούρα και έχει βρεθεί σε μικρές ποσότητες σε άλλα 70 φυτά. Η RVT, όπως και άλλες φυτο-αντιοξειδωτικές ουσίες, αποτελεί φυσικό συστατικό των φυτών με αντιβιοτική δράση για την προστασία από μύκητες και οξειδωτικές βλάβες.

1.4 Θρεπτικά στοιχεία

Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους χωρίζονται σε δύο βασικές κατηγορίες σύμφωνα με τις ποσότητες που χρειάζονται τα φυτά όπως: 1)Μακροστοιχεία και 2)Ιχνοστοιχεία. Τα μακροστοιχεία είναι άζωτο, φώσφορο, κάλιο, μαγνήσιο, ασβέστιο και θείο. Τα ιχνοστοιχεία είναι επίσης απαραίτητα αλλά σε μικρότερες ποσότητες και αυτά είναι: το πυρίτιο, ο σίδηρος, το μαγγάνιο, ο ψευδάργυρος, ο χαλκός, το μολυβδαίνιο και το βόριο.

Το στοιχείο που χρησιμοποιήθηκε στο πείραμα είναι:

1.4.1 Πυρίτιο (Si)

Αν και το πυρίτιο (Si) είναι ένα από τα άγνωστα μικροθρεπτικά στοιχεία (ιχνοστοιχεία), ωστόσο έχει ευεργετικές επιδράσεις σε μια ευρεία ποικιλία φυτών. Είναι το δεύτερο πιο άφθονο στοιχείο του φλοιού της γης και βρίσκεται σε σημαντικές ποσότητες στο έδαφος. Οι ευεργετικές επιδράσεις του Si εκφράζονται συνήθως σε φυτά που βρίσκονται υπό διάφορες συνθήκες αβιοτικής και βιοτικής καταπόνησης. (Tubaña, 2015, Liang, Y, 2015)

Το πυρίτιο φαίνεται να ωφελεί τα φυτά τα οποία βρίσκονται υπό συνθήκες καταπόνησης όπως:

- Βελτίωση της αντοχής των φυτών σε συνθήκες ξηρασίας
- Καθυστέρηση της μάρανσης υπό συγκεκριμένες συνθήκες
- Αύξηση της ικανότητας των φυτών να αντιστέκονται σε τοξικότητες άλλων στοιχείων
- Αύξηση της αντοχής των φυτικών στελεχών στο πλάγιασμα
- Αύξηση της ανθεκτικότητας των φυτών σε μυκητολογικές και βακτηριολογικές προσβολές και
- Αντοχή σε υψηλές θερμοκρασίες

1.5 Σκοπός της εργασίας

Ο σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης των φυτοορμονών ρεσβερατρώλης, μελατονίνης και σε συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών βασιλικού κάτω υπό αντίξοες συνθήκες του περιβάλλοντος.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Υλικά

2.1.1 Εγκατάσταση πειραματικού σχεδίου

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στις εγκαταστάσεις του αγροκτήματος του τμήματος Γεωπονίας, της σχολής Γεωτεχνικών επιστημών, του Διεθνές Πανεπιστημίου της Ελλάδος. Συγκεκριμένα το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο θερμοκήπιο από τον Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο του 2019. Οι εγκαταστάσεις του πανεπιστημίου βρίσκονται στην Εθνική οδό Θεσσαλονίκης-Αθήνας προς τη βιομηχανική περιοχή της Σίνδου. Το αγρόκτημα του τμήματος καλύπτει την έκταση 1.200 περίπου στρεμμάτων με κατάλληλες υποδομές φυτικής και ζωικής παραγωγής που δίνει τη δυνατότητα για την εφαρμογή πολλών πειραματικών σχεδιασμών. Η περιβαλλοντική καταπόνηση μπορεί να δικαιολογηθεί, από την αλατότητα του εδάφους και την έλλειψη άρδευσης, της κατάλληλης ποσότητας νερού και της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια του πειράματος.

2.1.2 Φυτικό υλικό

Το φυτικό υλικό που χρησιμοποιήθηκε είναι μια ποικιλία βασιλικού ο αγιορείτικος.

2.1.3 Πειραματικό σχέδιο

Στο πειραματικό σχέδιο χρησιμοποιήθηκαν 40 φυτά βασιλικού, εκ των οποίων δημιουργήθηκαν 4 ομάδες. Κάθε ομάδα αποτελείται από 10 φυτά συνολικά. Οι ψεκασμοί πραγματοποιήθηκαν με τις φυτοορμόνες (ρεσβερατρόλη και μελατονίνη) και συνδυασμό μελατονίνης με πυρίτιο. Στην πρώτη ομάδα πραγματοποιήθηκε εφαρμογή με ρεσβερατρόλη, στην δεύτερη με μελατονίνη, στην Τρίτη μελατονίνη με πυρίτιο και τέλος στην τέταρτη ομάδα δεν έγινε καμία επέμβαση, καθώς τα φυτά χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες.

2.1.4 Ψεκασμοί

Οι ψεκασμοί έγιναν διαφυλλικά 3 φορές κατά την διάρκεια της καλλιέργειας και το διάστημα που μεσολαβούσε μεταξύ των ψεκασμών ήταν περίπου 15 μέρες. Ειδικότερα, στις 20/5/19 και στις 29/5/19 πραγματοποιήθηκε ψεκασμός με

ρεσβερατρόλη και μελατονίνη. Στις 15/6/19, εκτός από την εφαρμογή ρεσβερατρόλης και μελατονίνης, πραγματοποιήθηκε εφαρμογή συνδυασμού μελατονίνης με πυρίτιο. Οι ψεκασμοί έγιναν με ψεκαστικό χειρόσ και οι ποσότητες που προστέθηκαν σε κάθε δοχείο ήταν 2μΜοι ρεσβερατρόλης, 2μΜοι μελατονίνης και 3,5μΜοι πυρίτιο με 2μΜοι μελατονίνης. Στα φυτά του μάρτυρα δεν έγινε κανένας ψεκασμός.



Εικόνα 2.1: Φυτά βασιλικού κατά των πρώτο ψεκασμό



Εικόνα 2.2: Φυτά βασιλικού κατά τον δεύτερο ψεκάσμο



Εικόνα 2.3: Φυτά βασιλικού κατά τον τρίτο ψεκάσμο

2.1.5 Καλλιεργητική τεχνική

Η φύτευση των φυτών στο θερμοκήπιο έγινε 22/4/19, σε ατομικά γλαστράκια από πλαστικό. Για την στήριξη των φυτών χρησιμοποιήθηκαν καλάμια σε οριζόντια θέση. Τα φυτά στο θερμοκήπιο αρδεύονταν με στάγδην και η άρδευση γινόταν 2-3 φορές την εβδομάδα.

Επιπλέον, χρειάστηκε λίπανση των φυτών, η οποία πραγματοποιήθηκε δύο φορές, συγκεκριμένα στις 13/5/19 και στις 13/6/19.



Εικόνα 2.4: Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε

Στη συνέχεια στις 14/5/19 πραγματοποιήθηκε ψεκάσμος με Bulldock ένα μη διασυστηματικό πυρεθρινοειδές εντομοκτόνο επαφής και στομάχου εναντίον μυζητικών και μασητικών εντόμων, διότι εμφανίστηκαν αφίδες στη κάτω επιφάνεια του φύλλου.



Εικόνα 2.5: Το εντομοκτόνο που χρησιμοποιήθηκε

Τέλος, η καταπολέμηση των ζιζανίων πραγματοποιήθηκε με σκαλίσματα 1-2 φορές την εβδομάδα ανάλογα με τον χρόνο ανάπτυξής τους.

Παρακάτω παραθέτουμε μερικές φωτογραφίες των φυτών στο θερμοκήπιο του ΔΙΠΑΕ:



Εικόνα 2.6



Εικόνα 2.7



Εικόνα 2.8



Εικόνα 2.9



Εικόνα 2.10



Εικόνα 2.11



Εικόνα 2.12

2.2 Μέθοδοι

2.2.1 Μέτρηση φθορισμού της χλωροφύλλης

Ο φθορισμός της χλωροφύλλης αποτελεί μία μη επεμβατική, μη καταστρεπτική, φθηνή και γρήγορη μέθοδο εκτίμησης της φωτοσυνθετικής κατάστασης ενός δείγματος. Για τη μέτρησή του υπάρχουν αρκετά όργανα με διάφορα χαρακτηριστικά που μπορούν όμως να χωριστούν σε 2 μεγάλες κατηγορίες: 1) τα φθοριζόμετρα ρυθμιζόμενου εύρους παλμού (pulse modulated fluorometer) και 2) τα φθοριζόμετρα συνεχούς διέγερσης (constant excitation fluorometer). Με τα φθοριζόμετρα ρυθμιζόμενου εύρους παλμού μελετάμε κατά προτίμηση την κινητική του φθορισμού σε προσαρμοσμένα στο φως δείγματα, αφού φτάσουν σε μία σταθερή κατάσταση φθορισμού (Baker, 2008). Η χρονική ανάλυση του σήματος του φθορισμού σε αυτά τα όργανα είναι σχετικά χαμηλή (το διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ των μετρήσεων είναι σχετικά μεγάλο). Με τα φθοριζόμετρα συνεχούς διέγερσης μελετάμε την κινητική του φθορισμού προσκοτεινιασμένων δειγμάτων κατά τη φάση της κινητικής ταχείας ανόδου φθορισμού. Τα όργανα αυτά έχουν υψηλή χρονική ανάλυση (η χρονική απόσταση μεταξύ των μετρήσεων είναι μικρή) (Χονδρογιάννης, 2013).

2.2.1.1 Φθοριζόμετρα συνεχούς διέγερσης (Handy PEA)

Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήσαμε φθορισμόμετρο συνεχούς διέγερσης (Εικόνα 2.19). Το όργανο έχει τη δυνατότητα λήψης πληροφοριών σχετικά με τον αρχικό φθορισμό (F_0), το μέγιστο (F_m), τη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (F_v/F_m), το δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) και τη φωτοσυνθετική ικανότητα (P, Index). Το Handy PEA είναι ένα όργανο ελαφρύ, με μεγάλη αυτονομία (διάρκεια μπαταρίας 8-9 ώρες) και μεγάλη αποθηκευτική ικανότητα (1000 μετρήσεις), χαρακτηριστικά που το καθιστούν ιδανικό για μετρήσεις πεδίου. Αποτελείται από μία κονσόλα και μία κεφαλή. Στην κεφαλή βρίσκονται τρεις λαμπτήρες τύπου LED, που μπορούν να εκπέμπουν ακτινικό φως με ένταση 0-3000 μmol φωτόνια $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$, με μέγιστο εκπομπής στα 650nm (Χονδρογιάννης, 2013). Επίσης, χρησιμοποιούνται ειδικά «μανταλάκια» (leaf clips), τα οποία προσαρμόζονται στην περιοχή της κεφαλής και διαθέτουν ειδικό κλείστρο που επιτρέπει ή όχι την διέλευση του φωτός. (Μαλέα, 2018).



Εικόνα 2.13: Φθοριζόμετρο τύπου Handy PEA (όργανο εργαστηρίου).

2.2.2 Χλωροφυλλόμετρο

Τα επίπεδα της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών στα φύλλα σχετίζονται άμεσα με την φωτοσυνθετική ικανότητα, με την συγκέντρωση του αζώτου και την παραγωγικότητα των φυτών. Οι χλωροφύλλες α και β, σε αναλογία 1/2-5, παίζουν σημαντικό ρόλο στη φωτοσύνθεση και αποτελούν το 0,1-1% του νωπού βάρους των φύλλων. Απαντώνται σε ειδικά οργανίδια του κυττάρου, τους χλωροπλάστες. (Βασιλακάκης, 2006). Μια σειρά περιβαλλοντικών παραγόντων, όπως έλλειψη αζώτου ή Fe, έλλειψη νερού, ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας και φωτισμού, έλλειψη O₂ στις ρίζες, ασθένειες που οφείλονται σε μύκητες ή βακτήρια κλπ., οδηγούν σε μείωση των επιπέδων των χλωροφυλλών. Έτσι τα επίπεδα τους ιδιαίτερα για τα καλλιεργούμενα φυτά είναι ένας ευαίσθητος δείκτης κυρίως της επάρκειας αζώτου. Μέχρι πρόσφατα ο προσδιορισμός των επιπέδων των χλωροφυλλών γινόταν με τις κλασικές βιοχημικές μεθόδους, δηλαδή τα φύλλα αποκόπτονταν από τα φυτά και μεταφέρονταν στο εργαστήριο, όπου μετά από εκχύλιση σε οργανικό διαλύτη μετρούνταν φασματοφωτομετρικά η απορρόφηση των χλωροφυλλών και υπολογίζονταν η συγκέντρωσή τους από εξισώσεις της βιβλιογραφίας. Οι μέθοδοι αυτές είναι χρονοβόρες και απαιτούν το κόσψιμο και την μεταφορά των φύλλων στο εργαστήριο.

Η μέτρηση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε με φορητό χλωροφυλλόμετρο SPAD -502 της KONICA MINOLTA, το οποίο παρέχει μια άριστη ευκαιρία για έναν γρήγορο και μη καταστροφικό τρόπο υπολογισμού των επιπέδων των χλωροφυλλών στα φύλλα.

2.2.2.1 Αρχή λειτουργίας του SPAD-502

Η μέτρηση με το χλωροφυλλόμετρο στηρίζεται στη απορρόφηση από τα φύλλο σε δύο μήκη κύματος στα 650 και 940 nm. Οι μετρούμενες τιμές -ενδείξεις του spad-502 είναι ανάλογες με το περιεχόμενο των χλωροφυλλών στα φύλλα. Αυτό που είναι ιδιαίτερα σημαντικό είναι ότι η συγκέντρωση των χλωροφυλλών είναι ανάλογη της συγκέντρωσης του αζώτου στα φύλλα. Έμμεσα λοιπόν και με πολύ μεγάλη ακρίβεια σε συνεχή βάση δίνεται η δυνατότητα ελέγχου των επιπέδων αζώτου (με άμεσο και μη καταστροφικό τρόπο), και η δυνατότητα ρύθμισης της αζωτούχου λίπανσης, ώστε να μεγιστοποιείται η παραγωγή, αποφεύγοντας ταυτόχρονα την άσκοπη σπατάλη νιτρικών λιπασμάτων και την ρύπανση του περιβάλλοντος (Αυδή, 2004).

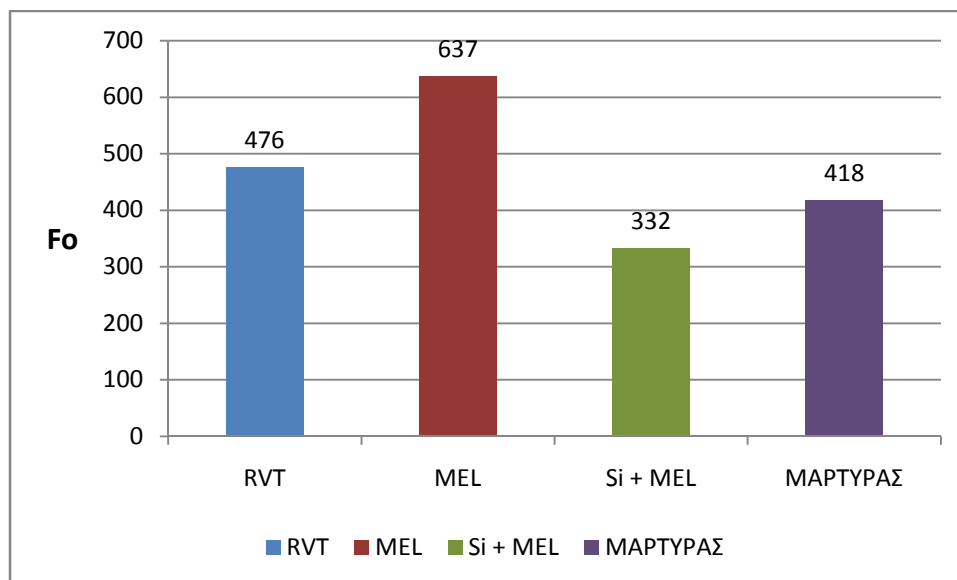


Εικόνα 2.14: Χρωροφυλλόμετρο (όργανο εργαστηρίου)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Πρώτη μέτρηση

3.1.1 Επίδραση φυτοορμονών στο φθορισμό της χλωροφύλλης

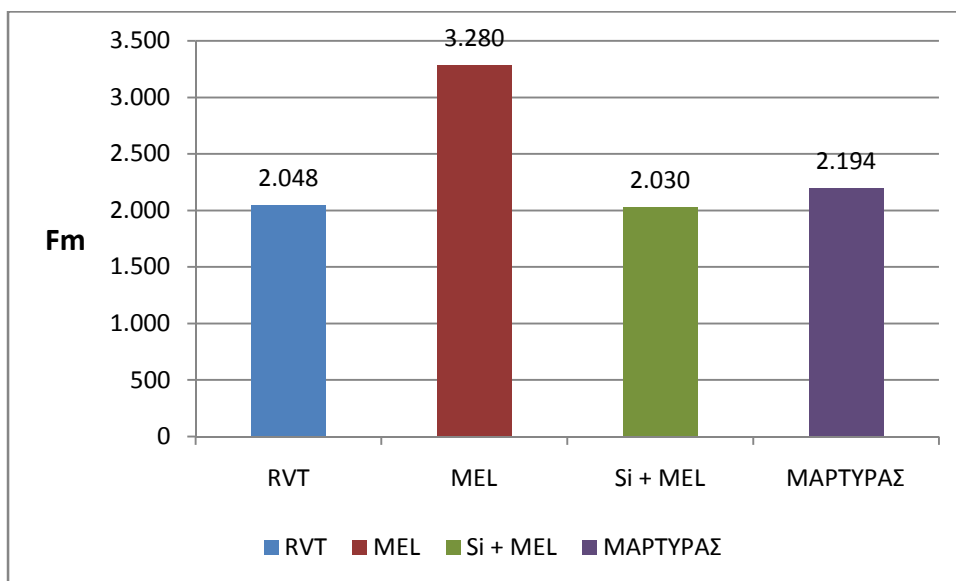


Σχήμα 3.1: Επίδραση των φυτικών ορμονών στον αρχικό φθορισμό (Fo) στα φυτά βασιλικού.

Στο παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε μια αύξηση στον αρχικό φθορισμό (Fo) στην περίπτωση ψεκασμού με μελατονίνη σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες και τον μάρτυρα. Το επίπεδο αύξησης της μελατονίνης είναι της τάξεως 52,39%, ενώ πιο μικρή αύξηση διαπιστώνεται στη χρήση ρεσβερατρόλης και πυρίτιο με μελατονίνη κατά 13,87% και 20,58%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	418	100%
RVT	476	113,87%
MEL	637	152,39%
Si + MEL	332	79,42%

Πίνακας 3.1: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

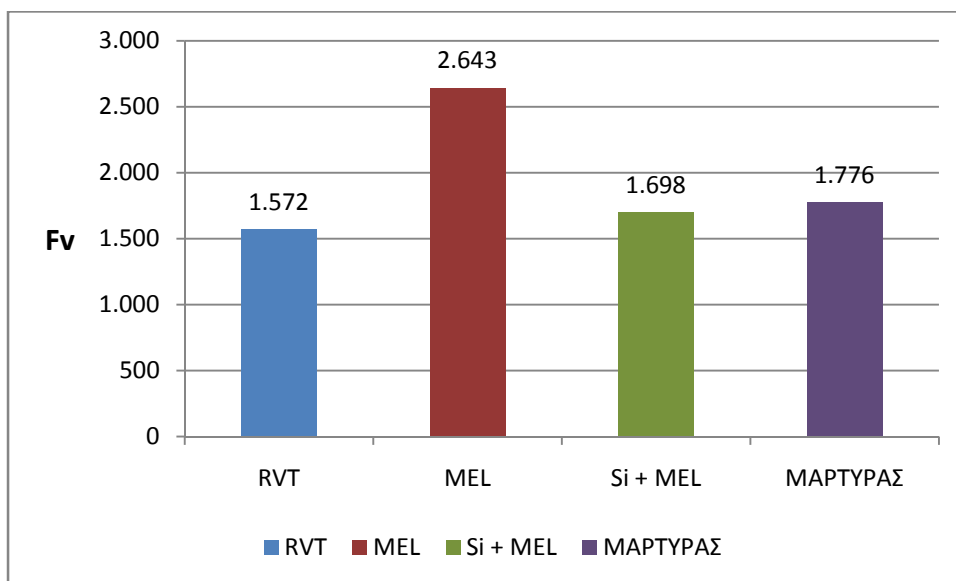


Σχήμα 3.2: Επίδραση των φυτικών ορμονών στον μέγιστο φθορισμό (Fm) στα φυτά βασιλικού.

Στο παραπάνω διάγραμμα, είναι εμφανές, μια αύξηση στον μέγιστο φθορισμό (Fm) στην περίπτωση ψεκασμού με μελατονίνη σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες. Πιο συγκεκριμένα διαπιστώνουμε αύξηση στην επέμβαση με μελατονίνη κατά 49,49%, ενώ μια πιο μικρή αύξηση στις περιπτώσεις επέμβασης με ρεσβερατρόλη και πυρίτιο με μελατονίνη κατά 6,66% και 4,48% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2.194	100%
RVT	2.048	93,34%
MEL	3.280	149,49%
Si + MEL	2.030	92,52%

Πίνακας 3.2: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

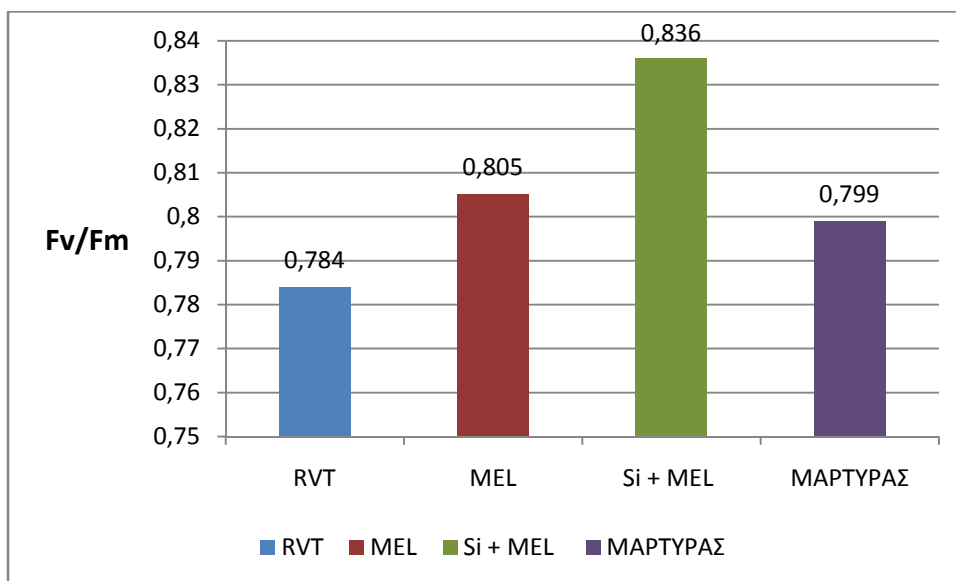


Σχήμα 3.3: Επίδραση των φυτικών ορμονών στο μεταβλητό φθορισμό (Fv) στα φυτά βασιλικού.

Από το παραπάνω διάγραμμα διαπιστώνουμε ότι, υπάρχει αύξηση στην περίπτωση ψεκασμού με μελατονίνη σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες. Συγκεκριμένα, μια αύξηση της μελατονίνης κατά 48,81% και μια πιο μικρή αύξηση στην περίπτωση ψεκασμού με ρεσβερατρόλη και πυρίτιο με μελατονίνη κατά 11,49% και 4,4% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1.776	100%
RVT	1.572	88,51%
MEL	2.643	148,81%
Si + MEL	1.698	95,60%

Πίνακας 3.3: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση στο μεταβλητό φθορισμό στα φυτά βασιλικού.

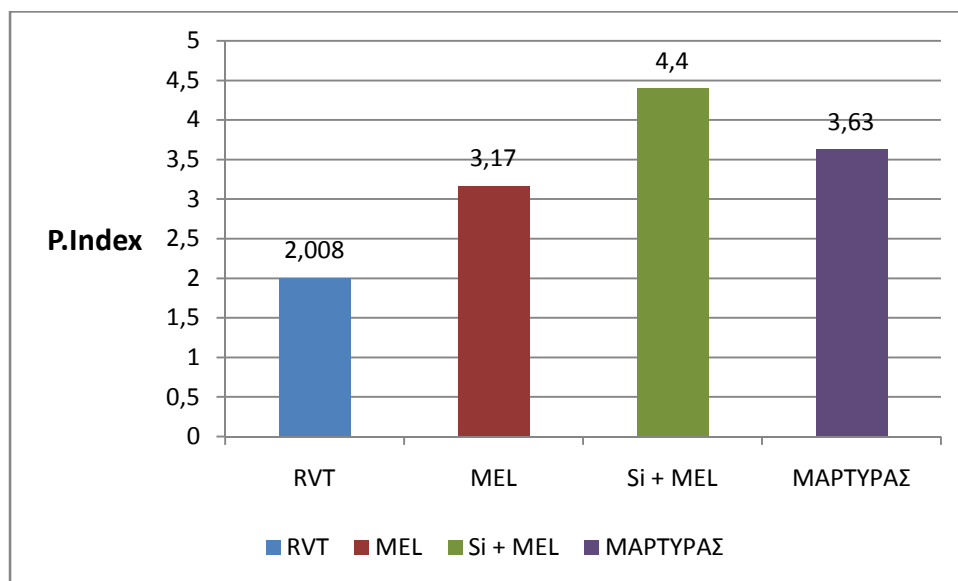


Σχήμα 3.4: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm) στα φυτά βασιλικού.

Από το παραπάνω σχήμα προκύπτει ότι η επέμβαση με την μελατονίνη έχει αύξηση στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm) αλλά στην περίπτωση συνδυασμού πυριτίου με μελατονίνη δείχνει ακόμα πιο θετική επίδραση στην αύξηση στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση. Ενώ στην περίπτωση επέμβασης με ρεσβερατρόλη υπάρχει μια μείωση σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες, που μπορεί να έχει και αρνητικές επιπτώσεις στα φυτά. Επιπρόσθετα, αύξηση κατά 4,63% στην επέμβαση πυριτίου με μελατονίνη, ενώ μια μείωση στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη και μελατονίνη κατά 1,88% και 0,75% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,799	100%
RVT	0,784	98,12%
MEL	0,805	100,75%
Si + MEL	0,836	104,63%

Πίνακας 3.4: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

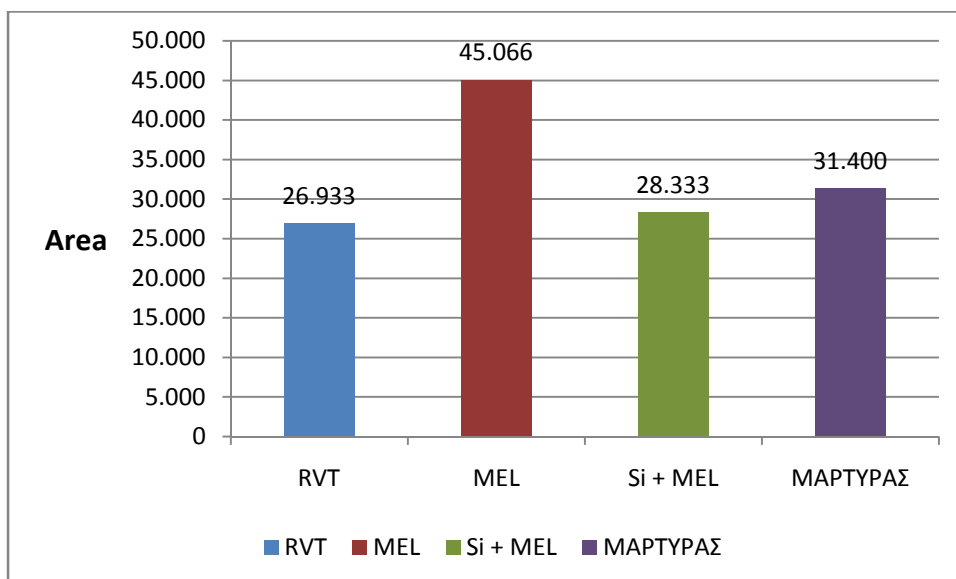


Σχήμα 3.5: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) στα φυτά βασιλικού.

Στο παραπάνω σχήμα μπορούμε να διακρίνουμε μια αύξηση στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) στην περίπτωση ψεκασμού πυρίτιο με μελατονίνη, ενώ στην περίπτωση ψεκασμού με ρεσβερατρόλη υπάρχει μια μείωση στην φωτοσυνθετική ικανότητα σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες και τον μάρτυρα. Επιπλέον, αύξηση στη χρήση πυρίτιο με μελατονίνη κατά 12,68% και στη χρήση μελατονίνης κατά 12,68%, ενώ μια πιο μικρή μείωση στη χρήση ρεσβερατρόλης κατά 44,69%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	3,63	100%
RVT	2,008	55,31%
MEL	3,17	87,32%
Si + MEL	4,4	121,21%

Πίνακας 3.5: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.



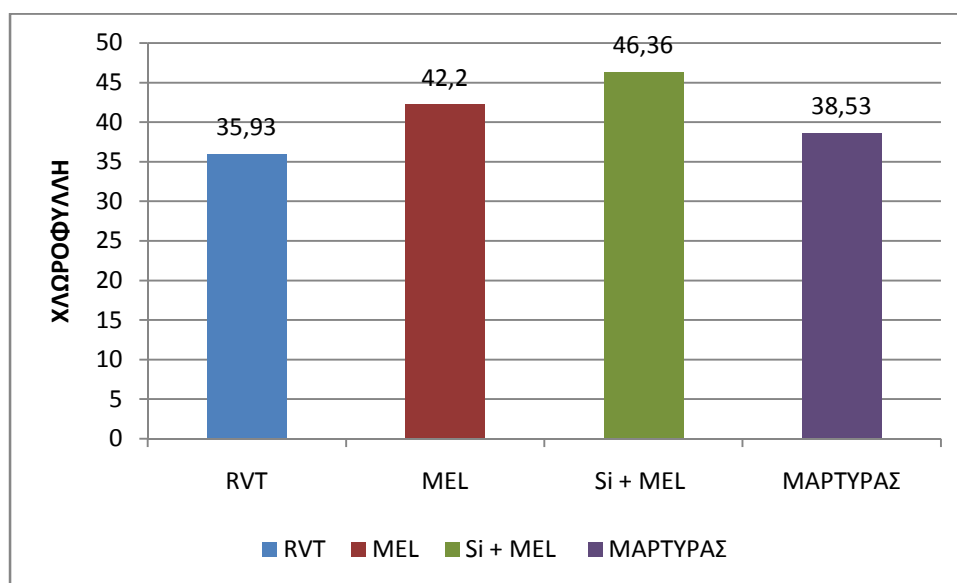
Σχήμα 3.6: Επίδραση των φυτικών ορμονών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) στα φυτά βασιλικού.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει ότι υπάρχει μια μεγαλύτερη αύξηση στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) στην επέμβαση με μελατονίνη σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες. Συγκεκριμένα, αύξηση στην επέμβαση με μελατονίνη της τάξεως 43,52%, ενώ πιο μικρή αύξηση είχαν οι επεμβάσεις με ρεσβερατρόλη και πυρίτιο με μελατονίνη της τάξεως 14,23% και 9,77% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	31.400	100%
RVT	26.933	85,77%
MEL	45.066	143,52%
Si + MEL	28.333	90,23%

Πίνακας 3.6: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

3.1.2 Επίδραση φυτοορμονών στη συγκέντρωση χλωροφύλλης



Σχήμα 3.7: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης.

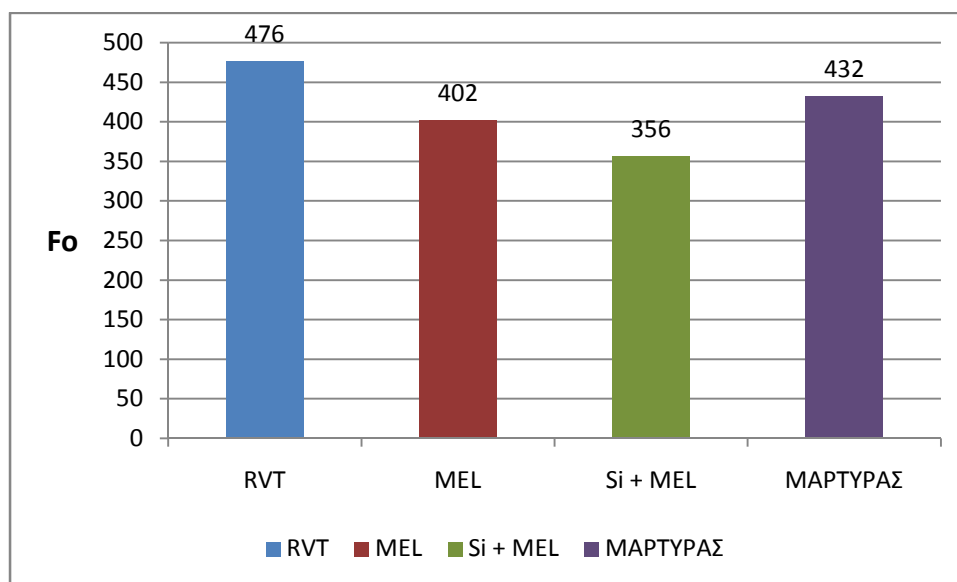
Από το παραπάνω σχήμα προκύπτει ότι η χρήση μελατονίνης είχε θετικά αποτελέσματα ως προς την συγκέντρωση χλωροφύλλης, αλλά από την άλλη η χρήση του πυριτίου με την μελατονίνη βοήθησε ακόμα περισσότερο στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης. Ακόμα, είχε μια πιο μικρή αύξηση η χρήση της ρεσβερατρόλης σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες. Συγκεκριμένα, αύξηση στη χρήση του πυριτίου με μελατονίνη και μελατονίνη κατά 20,32% και 9,52% αντίστοιχα. Τέλος, πιο μικρή αύξηση στη χρήση ρεσβερατρόλης κατά 6,75%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	38,53	100%
RVT	35,93	93,25%
MEL	42,2	109,52%
Si + MEL	46,36	120,32%

Πίνακας 3.7: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη πρώτη μέτρηση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης.

3.2 Δεύτερη μέτρηση

3.2.1 Επίδραση φυτοορμονών στο φθορισμό της χλωροφύλλης

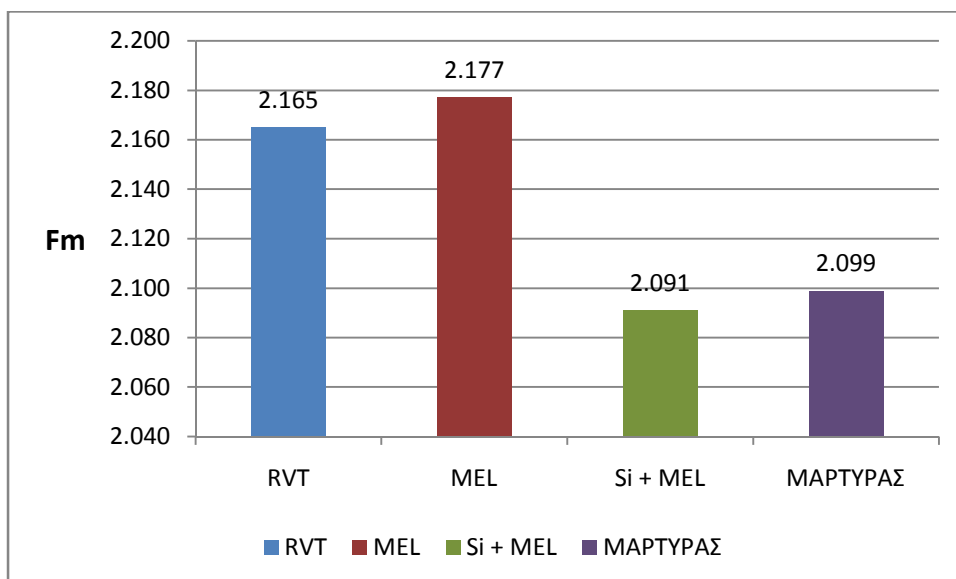


Σχήμα 3.8: Επίδραση των φυτικών ορμονών στον αρχικό φθορισμό (Fo) στα φυτά βασιλικού.

Από το παραπάνω διάγραμμα προκύπτει αύξηση σε όλες τις ορμόνες και στον μάρτυρα, όμως υπάρχει μια μεγαλύτερη αύξηση στον αρχικό φθορισμό (Fo) στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη. Πιο συγκεκριμένα αύξηση κατά 10,38% στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη και μια πιο μικρή αύξηση στην επέμβαση με μελατονίνη και πυρίτιο με μελατονίνη κατά 6,95% και 17,6% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	432	100%
RVT	476	110,38%
MEL	402	93,05%
Si +MEL	356	82,40%

Πίνακας 3.8: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

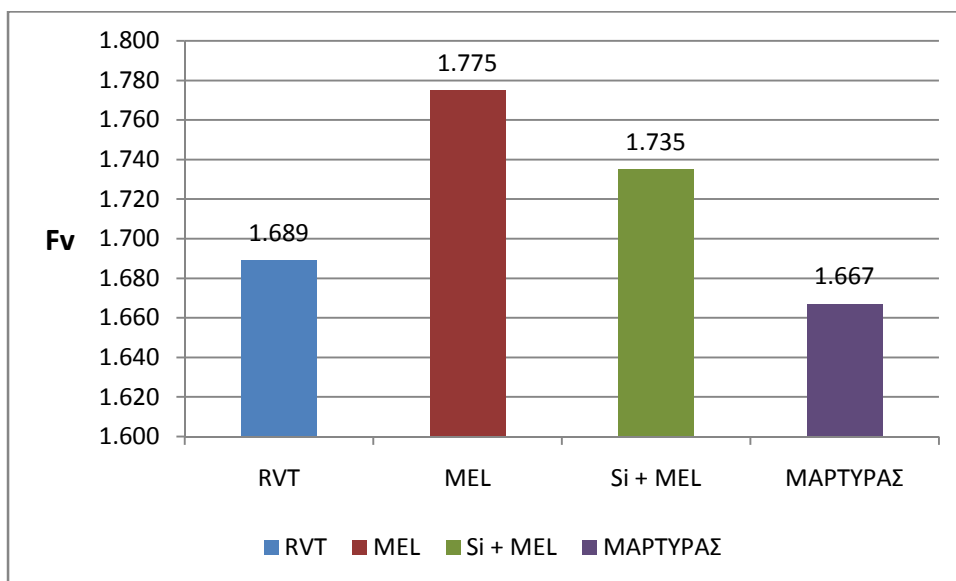


Σχήμα 3.9: Επίδραση των φυτικών ορμονών στον μέγιστο φθορισμό (Fm) στα φυτά βασιλικού.

Στο παραπάνω σχήμα μπορούμε να διακρίνουμε μια αύξηση στο μέγιστο φθορισμό (Fm) στην περίπτωση ψεκασμού με ρεσβερατρόλη και μελατονίνη, ενώ στην περίπτωση ψεκασμού με συνδυασμό πυριτίου με μελατονίνη και στον μάρτυρα διακρίνεται μια μείωση στο μέγιστο φθορισμό. Επιπρόσθετα, αύξηση στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη και μελατονίνη κατά 3,14% και 3,71% αντίστοιχα. Τέλος, παρατηρείται μείωση στην επέμβαση με πυρίτιο με μελατονίνη κατά 0,39%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2.099	100%
RVT	2.165	103,14%
MEL	2.177	103,71%
Si + MEL	2.091	99,61%

Πίνακας 3.9: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

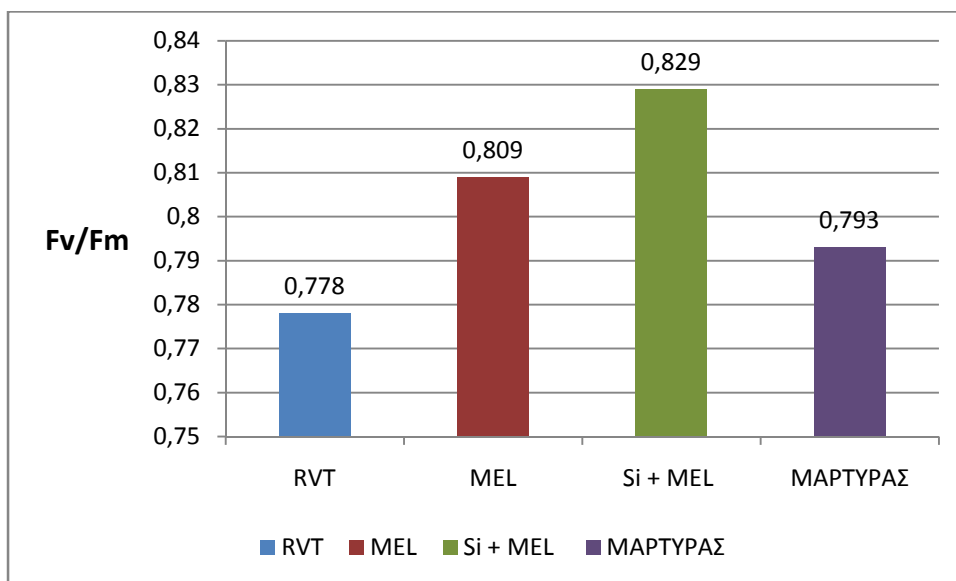


Σχήμα 3.10: Επίδραση των φυτικών ορμονών στο μεταβλητό φθορισμό (Fv) στα φυτά βασιλικού.

Από τις μετρήσεις του παραπάνω διαγράμματος προκύπτει, αύξηση στην επέμβαση με μελατονίνη, καθώς θετικά αποτελέσματα προκύπτουν από την επέμβαση πυρίτιο με μελατονίνη. Επιπλέον, τα χαμηλότερα αποτελέσματα προκύπτουν από την επέμβαση με ρεσβερατρόλη. Πιο συγκεκριμένα, αύξηση κατά 6,47% και 4,07% στην περίπτωση επέμβασης με μελατονίνη κ πυρίτιο με μελατοίνη αντίστοιχα. Τέλος, μείωση κατά 1,31% στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1.667	100%
RVT	1.689	101,31%
MEL	1.775	106,47%
Si + MEL	1.735	104,07%

Πίνακας 3.10: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση στο μεταβλητό φθορισμό στα φυτά βασιλικού.

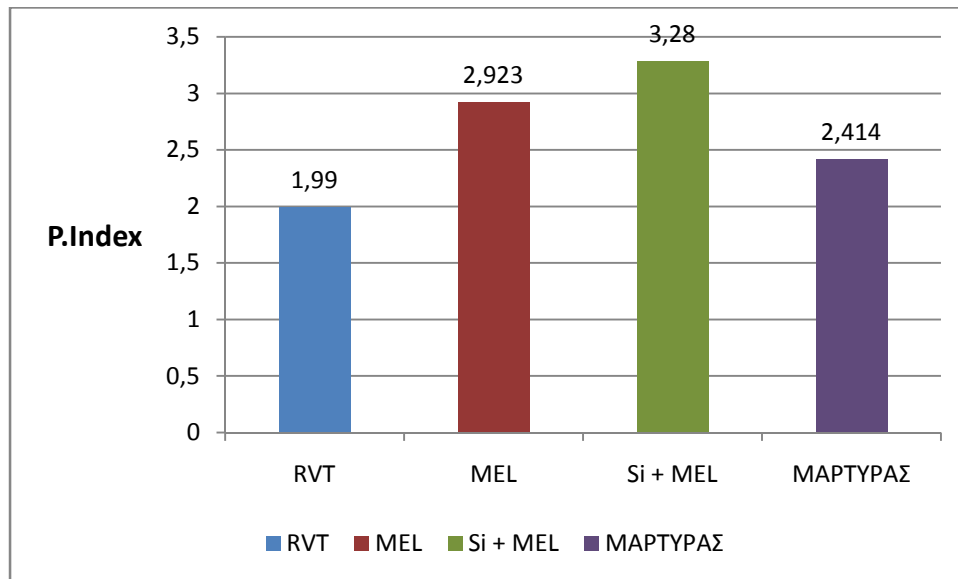


Σχήμα 3.11: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm) στα φυτά βασιλικού.

Από τις μεταβολές που υπάρχουν στο παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε μια αύξηση στην επέμβαση σε συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm) και μια μείωση στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη. Συγκεκριμένα, αύξηση στην επέμβαση σε συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη κατά 4,53% και μια μείωση στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη κατά 1,9%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,793	100%
RVT	0,778	98,10%
MEL	0,809	102,01%
Si + MEL	0,829	104,53%

Πίνακας 3.11: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

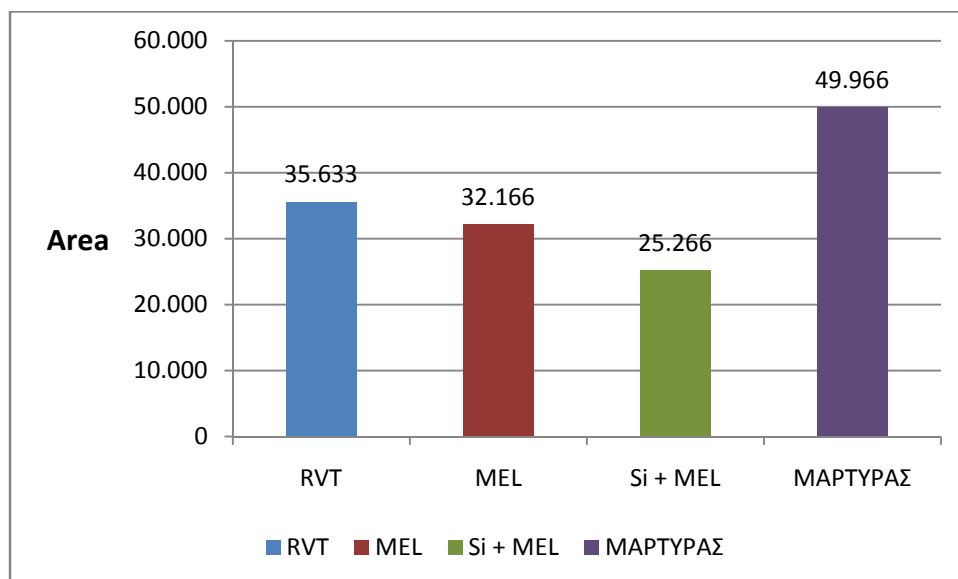


Σχήμα 3.12: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) στα φυτά βασιλικού.

Παρατηρούμαι στο παραπάνω διάγραμμα αύξηση στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) στην επέμβαση με μελατονίνη, πυρίτιο με μελατονίνη και στον μάρτυρα σε σχέση με την ρεσβερατρόλη που υπάρχει μια μικρή μείωση. Επιπλέον, παρατηρείται αύξηση κατά 35,87% και 21,08% στην επέμβαση με πυρίτιο με μελατονίνη και μελοτονίνη αντίστοιχα. Τέλος, μια πιο μικρή μείωση είχε η επέμβαση με ρεσβερατρόλη κατά 17,57%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2,414	100%
RVT	1,99	82,43%
MEL	2,923	121,08%
Si + MEL	3,28	135,87%

Πίνακας 3.12: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.



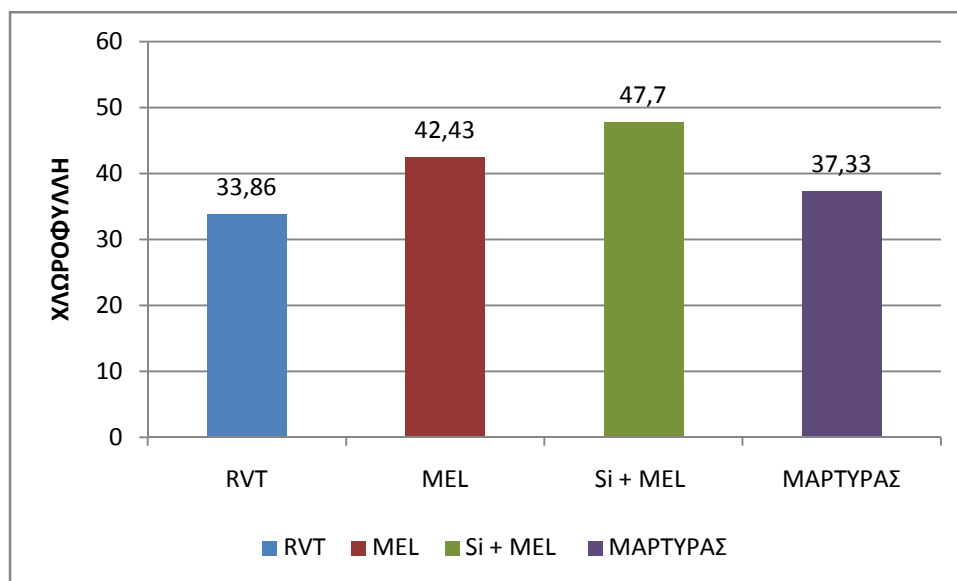
Σχήμα 3.13: Επίδραση των φυτικών ορμονών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) στα φυτά βασιλικού.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω μετρήσεων, δείχνουν ότι ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας (Area) μειώθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις, σε σχέση με τον μάρτυρα. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση ρεσβερατρόλης και μελατονίνης έχει μείωση της τάξεως 28,69% και 35,63% αντίστοιχα. Τέλος, μια ακόμα πιο μικρή μείωση παρατηρήθηκε στην επέμβαση πυρίτιο με μελατονίνη κατά 49,44%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	49.966	100%
RVT	35.633	71,31%
MEL	32.166	64,37%
Si + MEL	25.266	50,56%

Πίνακας 3.13: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

3.2.2 Επίδραση φυτοορμονών στη συγκέντρωση χλωροφύλλης



Σχήμα 3.14: Επίδραση φυτικών ορμονών στη συγκέντρωση χλωροφύλλης.

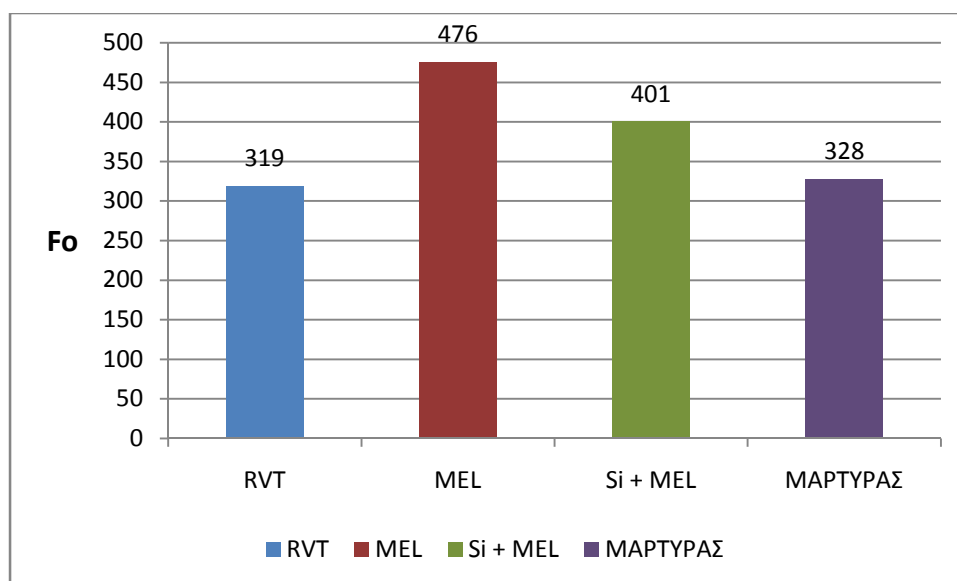
Με βάση την ανάλυση των παραπάνω μετρήσεων, προκύπτει ότι στην περίπτωση ψεκασμού με ρεσβερατρόλη είχε την μικρότερη αύξηση σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες. Επιπρόσθετα, την μεγαλύτερη αύξηση είχε στην περίπτωση ψεκασμού με πυρίτιο με μελατονίνη κατά 27,77% και πιο μικρή αύξηση στο ψεκασμό με μελατονίνη και ρεσβερατρόλη κατά 13,66% και 9,3% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	37,33	100%
RVT	33,86	90,70%
MEL	42,43	113,66%
Si + MEL	47,7	127,77%

Πίνακας 3.14: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη δεύτερη μέτρηση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης.

3.3 Τρίτη μέτρηση

3.3.1 Επίδραση φυτοορμονών στο φθορισμό της χλωροφύλλης

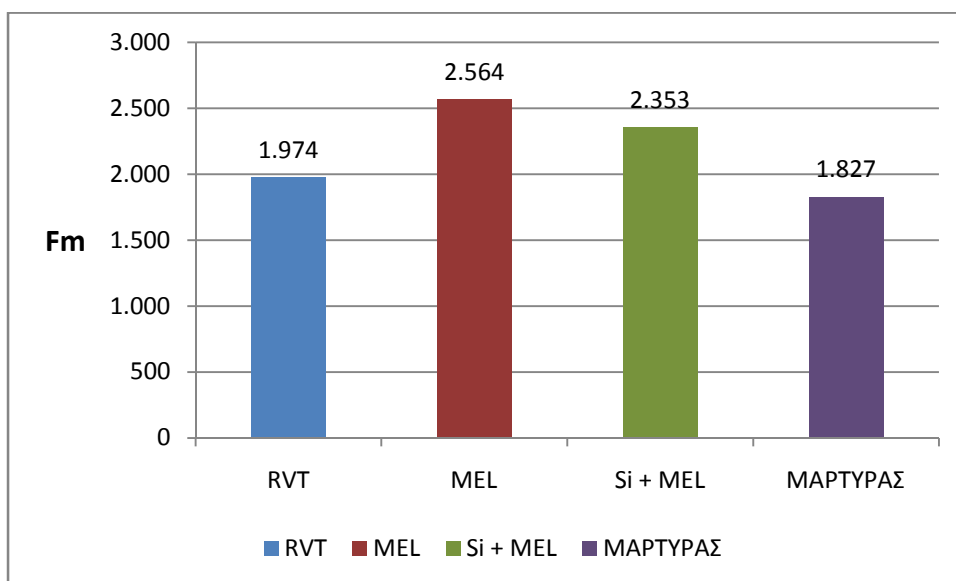


Σχήμα 3.15: Επίδραση των φυτικών ορμονών στον αρχικό φθορισμό (Fo) στα φυτά βασιλικού.

Με βάση το παραπάνω διάγραμμα παρατηρούμαι μικρές διακυμάνσεις στον αρχικό φθορισμό (Fo) σε όλες τις επεμβάσεις με ορμόνες. Ειδικότερα, μια αύξηση κατά 45,12% παρατηρείται στον ψεκασμό με μελατονίνη, ενώ μείωση παρατηρείται στην περίπτωση ψεκασμού με ρεσβερατρόλη και πυρίτιο με μελατονίνη κατά 2,75% και 22,25% αντίστοιχα.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	328	100%
RVT	319	97,25%
MEL	476	145,12%
Si + MEL	401	122,25%

Πίνακας 3.15: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη τρίτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

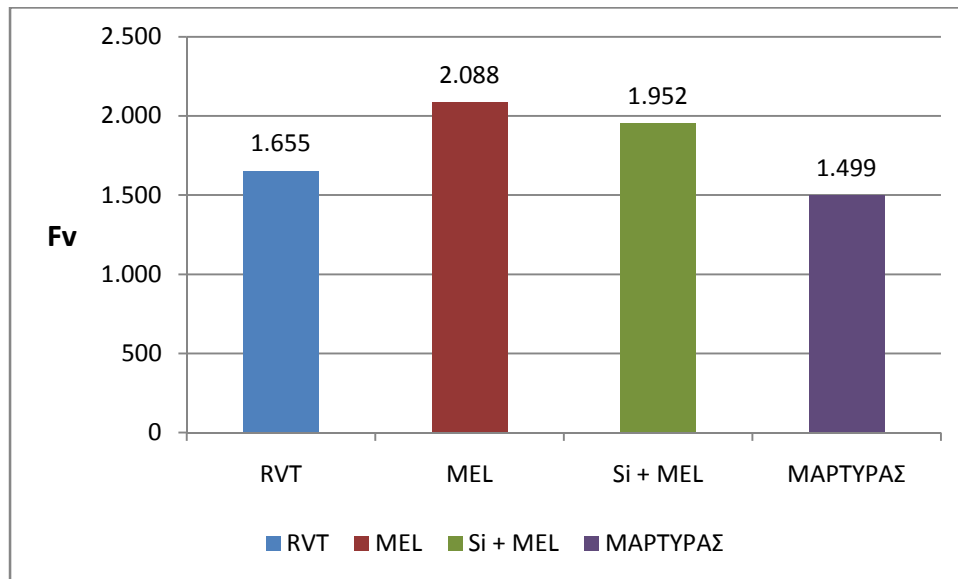


Σχήμα 3.16: Επίδραση των φυτικών ορμονών στον μέγιστο φθορισμό (Fm) στα φυτά βασιλικού.

Από το παραπάνω διάγραμμα μπορούμε να διακρίνουμε αύξηση στη μελατονίνη και πυρίτιο με μελατονίνη στον μέγιστο φθορισμό (Fm) και μια μικρή μείωση στον μάρτυρα και την ρεσβερατρόλη. Συγκεκριμένα, μια αύξηση κατά 40,33% και 28,79% στην επέμβαση με μελατονίνη κ πυρίτιο με μελατονίνη αντίστοιχα, ενώ μια μείωση κατά 8,04% στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1.827	100%
RVT	1.974	108,04%
MEL	2.564	140,33%
Si + MEL	2.353	128,79%

Πίνακας 3.16: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη τρίτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

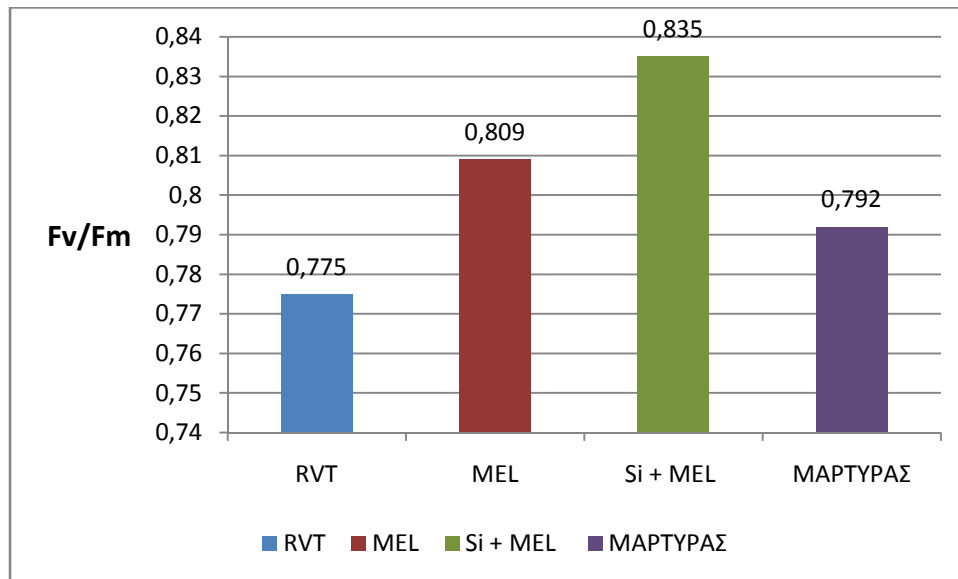


Σχήμα 3.17: Επίδραση των φυτικών ορμονών στο μεταβλητό φθορισμό (Fv) στα φυτά βασιλικού.

Από τις παραπάνω μετρήσεις προκύπτει, αύξηση στην περίπτωση ψεκασμού με μελατονίνη αλλά πολύ καλά αποτελέσματα προκύπτουν από την περίπτωση ψεκασμού πυρίτιο με μελατονίνη. Επιπλέον, αύξηση κατά 39,29% και 30,22% στην περίπτωση ψεκασμού με μελατονίνη και πυρίτιο με μελατονίνη αντίστοιχα. Τέλος, μια πιο μικρή αύξηση στην περίπτωση ψεκασμού με ρεσβερατρόλη κατά 10,4%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	1.499	100%
RVT	1.655	110,40%
MEL	2.088	139,29%
Si + MEL	1.952	130,22%

Πίνακας 3.17: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη τρίτη μέτρηση στο μεταβλητό φθορισμό στα φυτά βασιλικού.

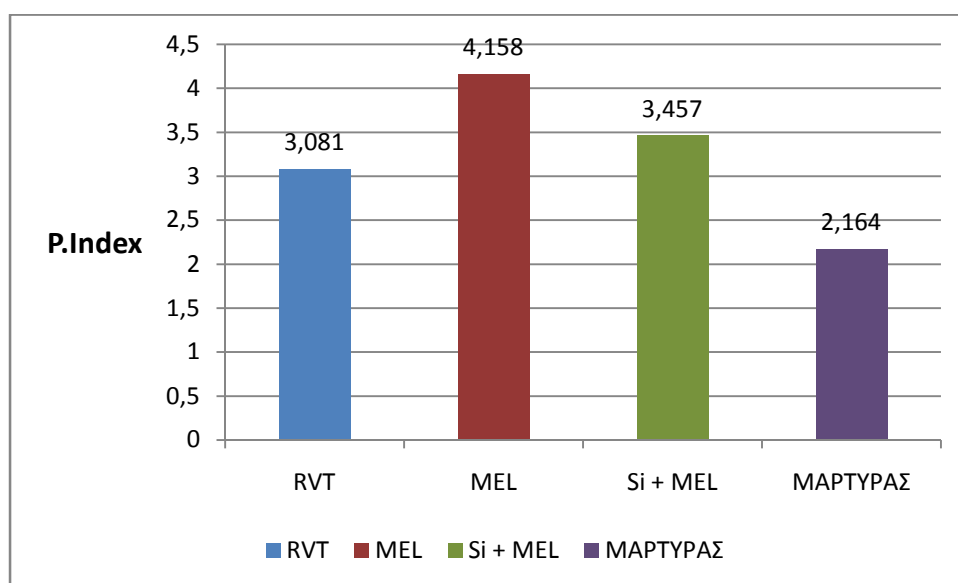


Σχήμα 3.18: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm) στα φυτά βασιλικού.

Από την ανάλυση των παραπάνω αποτελεσμάτων, γίνεται εμφανές, αύξηση στο συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm), ενώ παρατηρείται μείωση στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη. Συγκεκριμένα, παρατηρείται αύξηση στο πυρίτιο με μελατονίνη και στη μελατονίνη κατά 5,42% και 2,14% αντίστοιχα. Τέλος, η εφαρμογή με ρεσβερατρόλη είχε μείωση κατά 2,15%.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	0,792	100%
RVT	0,775	97,85%
MEL	0,809	102,14%
Si + MEL	0,835	105,42%

Πίνακας 3.18: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη τρίτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

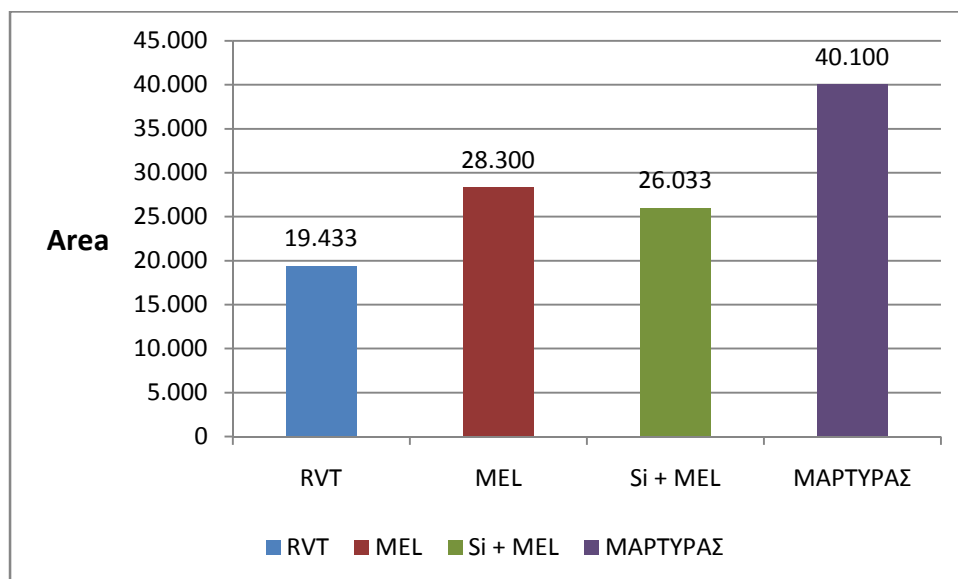


Σχήμα 3.19: Επίδραση των φυτικών ορμονών στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) στα φυτά βασιλικού.

Στο συγκεκριμένο διάγραμμα είναι εμφανές, η αύξηση στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) σε όλες τις επεμβάσεις με τις ορμόνες σε σχέση με τον μάρτυρα όπου υπάρχει μια μικρή μείωση. Επιπρόσθετα, αύξηση κατά 92,14% και 59,75% στην επέμβαση με μελατονίνη και πυρίτιο με μελατονίνη, ενώ μια μικρότερη αύξηση κατά 42,37% στην επέμβαση με ρεσβερατρόλη.

ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	2,164	100%
RVT	3,081	142,37%
MEL	4,158	192,14%
Si + MEL	3,457	159,75%

Πίνακας 3.19: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη τρίτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.

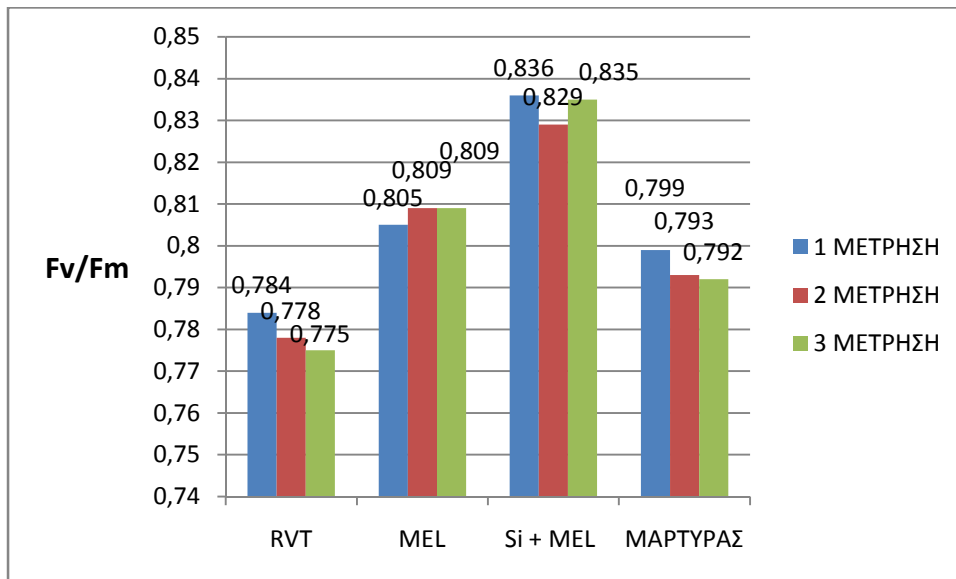


Σχήμα 3.20: Επίδραση των φυτικών ορμονών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) στα φυτά βασιλικού.

Τα αποτελέσματα των παραπάνω μετρήσεων, δείχνουν ότι ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας (Area) μειώθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις, σε σχέση με τον μάρτυρα. Συγκεκριμένα, η χρήση μελατονίνης και ο συνδυασμός μελατονίνης με πυρίτιο οδήγησε σε μείωση της τάξεως 29,43% και 35,08% αντίστοιχα. Ενώ την μικρότερη μείωση παρατηρείται στη χρήση με ρεσβερατρόλη κατά 51,54%.

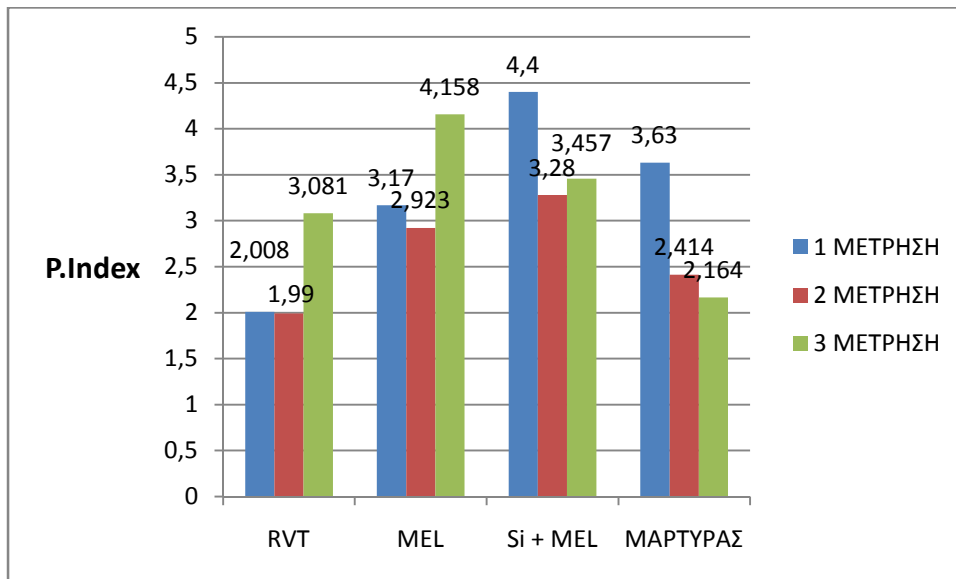
ΟΡΜΟΝΕΣ	Μ.Ο	%
ΜΑΡΤΥΡΑΣ	40.100	100%
RVT	19.433	48,46%
MEL	28.300	70,57%
Si + MEL	26.033	64,92%

Πίνακας 3.20: Εκατοστιαία έκφραση των αποτελεσμάτων από την επίδραση των φυτοορμονών στη τρίτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής κατάστασης των φυτών.



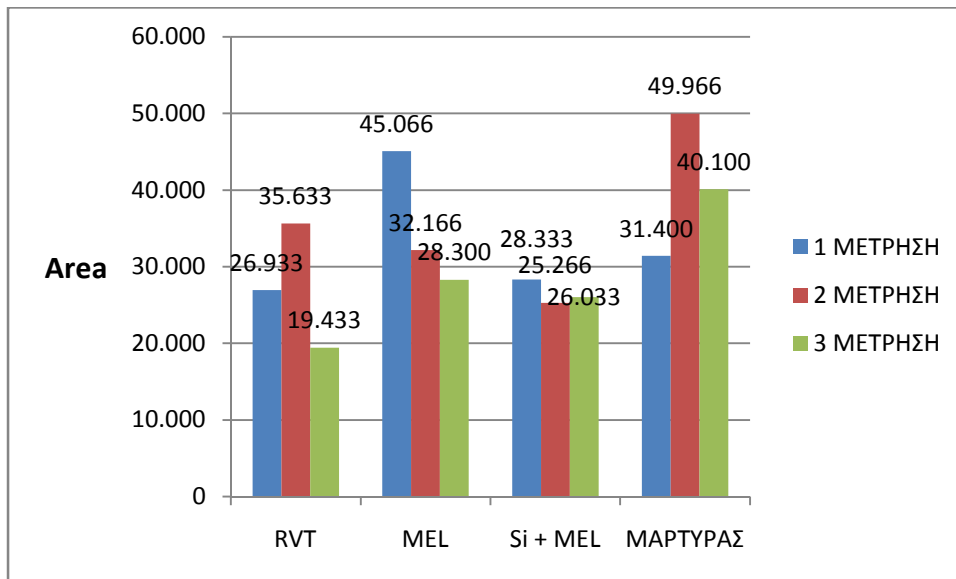
Σχήμα 3.21: Συγκεντρωτικό διάγραμμα από την επίδραση των φυτικών ορμονών στη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm) στα φυτά βασιλικού.

Από το παραπάνω συγκεντρωτικό διάγραμμα, διαπιστώνουμε ότι σε όλες τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν στην περίπτωση ψεκασμού σε συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη, είχαν την μεγαλύτερη αύξηση σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες. Ενώ, μια μικρή μείωση παρατηρείται στην εφαρμογή ρεσβερατρόλης.



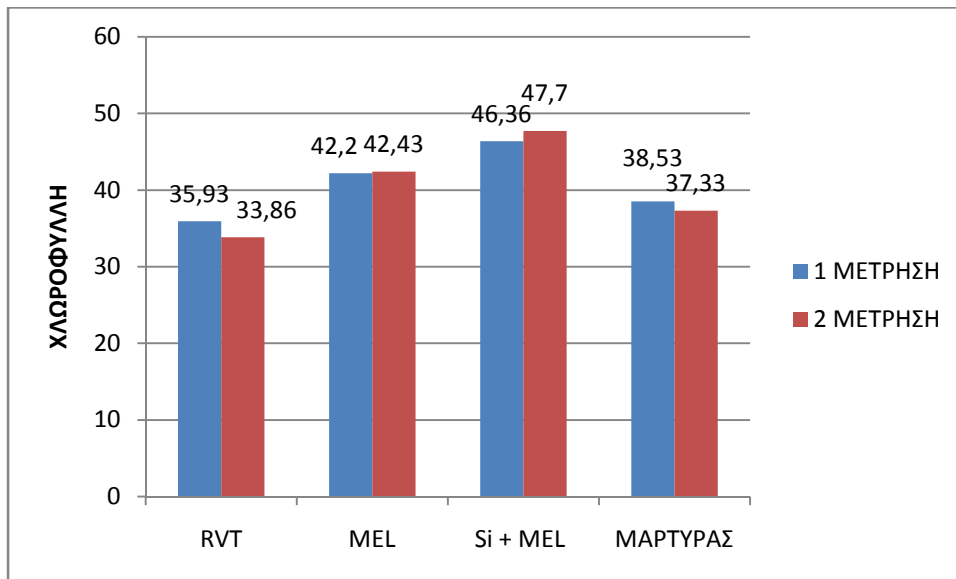
Σχήμα 3.22: Συγκεντρωτικό διάγραμμα από την επίδραση των φυτικών ορμονών στη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) στα φυτά βασιλικού.

Σύμφωνα με το παραπάνω συγκεντρωτικό διάγραμμα, διαπιστώνουμε ότι, τα μεγαλύτερα αποτελέσματα στη φωτοσυνθετική ικανότητα προκύπτουν από την περίπτωση ψεκασμού σε συνδυασμό πυρίτιο με μελατονίνη, ενώ παρόμοια αύξηση είχε και η περίπτωση ψεκασμού μόνο με μελατονίνη.



Σχήμα 3.23: Συγκεντρωτικό διάγραμμα από την επίδραση των φυτικών ορμονών στο δείκτη φυλλικής επιφάνειας (Area) στα φυτά βασιλικού.

Από την ανάλυση των παραπάνω δεδομένων προκύπτει ότι, στη πρώτη μέτρηση έχουμε αύξηση της μελατονίνης κ σταδιακά μείωση στις άλλες δυο μετρήσεις. Επιπλέον, στη δεύτερη μέτρηση προκύπτει μείωση στο δείκτη της φυλλικής επιφάνειας σε όλες τις μεταχειρίσεις σε σχέση με τον μάρτυρα όπου αυξήθηκε.



Σχήμα 3.24: Συγκεντρωτικό διάγραμμα από την επίδραση των φυτικών ορμονών στη συγκέντρωση χλωροφύλλης.

Από το παραπάνω συγκεντρωτικό διάγραμμα, αυτό που διαπιστώνουμε είναι ότι όλες οι επεμβάσεις που έγιναν με ορμόνες είχαν θετικά αποτελέσματα στη συγκέντρωση χλωροφύλλης και ειδικότερα ο συνδυασμός πυρίτιο με μελατονίνη.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 – ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

4.1 ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Σε αυτή τη πτυχιακή μελετήθηκε η επίδραση δύο φυτοορμονών, καθώς και ο συνδυασμός ενός ιχνοστοιχείου με μια ορμόνη, σε φυτά βασιλικού, τα οποία παρέμειναν στο θερμοκήπιο όλο το χρονικό διάστημα του πειράματος. Πιο συγκεκριμένα, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής φυτοορμόνες: 1) ρεσβερατρόλη σε ποσότητα (2μMol), 2) μελατονίνη σε ποσότητα (2μMol) και 3) συνδυασμός πυρίτιο με μελατονίνη σε ποσότητες (3,5 μMol, 2μMol). Επιπλέον, η επίδραση των παραπάνω ορμονών μελετήθηκε σε διάφορες παραμέτρους των φυτών (μέτρηση στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης και στη μέτρηση φθορισμού).

Για να ελέγξουμε τη φωτοσυνθετική ικανότητα των φυτών μετά την επίδραση των φυτοορμονών, μετρήσαμε τον αρχικό φθορισμό (Fo), τον μέγιστο φθορισμό (Fm), τη μέγιστη φωτοχημική απόδοση (Fv/Fm), τη φωτοσυνθετική ικανότητα (P.Index) και το δείκτη της φυλλικής επιφάνειας (Area).

Κατά τη μέτρηση του αρχικού φθορισμού (Fo), όπου η αύξηση του συνεπάγεται στρες ή πιθανότητα βλάβης στο φωτοσύστημα II, παρατηρούμε αύξηση των τιμών της μελατονίνης στη πρώτη μέτρηση και αύξηση της ρεσβερατρόλης στη δεύτερη μέτρηση. Η συνδυασμένη δράση του Si + MEL επανέφεραν σε φυσιολογικά επίπεδα τις τιμές σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες, καθώς είναι γνωστό ότι το Si αυξάνει την αντοχή του φυτού σε αβιοτικές καταπονήσεις.

Κατά τη μέτρηση του μέγιστου φθορισμού (Fm), αρχικά παρατηρήσαμε αύξηση της μελατονίνης και στις τρεις μετρήσεις σε σχέση με τις υπόλοιπες ορμόνες που διατηρήθηκαν σχετικά στα ίδια επίπεδα. Την πιο θετική επίδραση είχε η μελατονίνη. Ο συνδυασμός Si + MEL βρισκόταν σε χαμηλά επίπεδα, με εξαίρεση την τελευταία μέτρηση όπου παρατηρήθηκε αύξηση.

Μελέτες έδειξαν ότι, η εφαρμογή Si, κάτω από έλλειψη νερού, προκάλεσε αύξηση στο μέγιστο φθορισμό στο σιτάρι, σε αντίθεση με εμάς όπου υπήρχε μείωση. (Maghsoudi et al., 2015)

Στη μέτρηση της φωτοχημικής απόδοσης (Fv/Fm), παρατηρούμε ότι και στις τρεις μετρήσεις η συνδυασμένη εφαρμογή Si + MEL σημείωσε τα υψηλότερα αποτελέσματα. Άρα, το πυρίτιο επέδρασε θετικά στη δράση της μελατονίνης. Τέλος, σε όλες τις μετρήσεις η χρήση της ρεσβερατρόλης είχε τα χαμηλότερα αποτελέσματα.

Σύμφωνα με μελέτη που έγινε σε φυτά τομάτας υπό αλκαλικές συνθήκες, η επέμβαση με μελατονίνη επέδρασε θετικά στη φωτοχημική απόδοση (Na Liu, 2014). Επίσης, σε άλλη βιβλιογραφία η επίδραση του Si είχε θετικά αποτελέσματα σε φυτά αραβοσίτου υπό συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών (Ghader HABIBI, 2016). Τέλος, σε εφαρμογή που έγινε σε καλλιέργεια σιταριού με Si, κάτω από έλλειψη νερού αύξησε τη φωτοχημική απόδοση, όπως παρατηρήθηκε και στη δική μας περίπτωση. (Maghsoudi et al., 2015)

Κατά τη πρώτη μέτρηση της φωτοσυνθετικής ικανότητας (P.Index), διαπιστώσαμε αυξημένα αποτελέσματα στην περίπτωση συνδυασμού Si + MEL σε σχέση με τον μάρτυρα. Ενώ, στη δεύτερη μέτρηση προκύπτει θετική επίδραση από την εφαρμογή της μελατονίνης. Τέλος, σε όλες τις περιπτώσεις η χρήση της ρεσβερατρόλης δεν επέφερε κάποια βελτίωση στα φυτά.

Επιπρόσθετα, στη μέτρηση του δείκτη της φυλλικής επιφάνειας (Area), στη πρώτη μέτρηση υπάρχει σημαντική αύξηση στην επέμβαση με μελατονίνη. Κατά τη δεύτερη μέτρηση ο δείκτης της φυλλικής επιφάνειας μειώθηκε και στις τρεις μεταχειρίσεις, σε σχέση με τον μάρτυρα οπού αυξήθηκε.

Σε μελέτη όπου πραγματοποιήθηκε σε φυτά φασολιάς με εφαρμογή Si, διαπιστώθηκε θετική επίδραση στο δείκτη της φυλλικής επιφάνειας, σε σχέση με την δική μας που δεν είχε (K. Ghassemi-Golezani and R. Lotfi, 2015).

Τέλος, στη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης όλες οι επεμβάσεις με ορμόνες είχαν θετικά αποτελέσματα και κυρίως ο συνδυασμός Si + MEL που είχε μια πιο μικρή αύξηση.

4.2 Συμπεράσματα

Για την πραγματοποίηση του πειράματος, χρησιμοποιήθηκε βασιλικός (ο αγιορείτικος). Κατά το χρονικό διάστημα που παρέμειναν τα φυτά στο θερμοκήπιο υπό αβιοτικούς παράγοντες, δέχθηκαν τρεις ψεκασμούς με ρεσβερατρόλη, μελατονίνη και συνδυασμό πυριτίου με μελατονίνη.

Κατά τη μέτρηση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης όλες οι επεμβάσεις με ορμόνες είχαν θετικά αποτελέσματα και κυρίως ο συνδυασμός Si + MEL στα φυτά βασιλικού.

Στη μέτρηση φθορισμού της χλωροφύλλης ο δείκτης που μας ενδιέφερε περισσότερο ήταν ο λόγος F_v/F_m (φωτοχημική απόδοση). Πιο συγκεκριμένα, διαπιστώνουμε ότι και στις τρεις μετρήσεις η συνδυασμένη εφαρμογή Si + MEL σημείωσε τα υψηλότερα αποτελέσματα, επομένως το Si επέδρασε θετικά στη MEL. Τέλος, σε όλες τις μετρήσεις η χρήση ρεσβερατρόλης είχε τα χαμηλότερα αποτελέσματα.

5. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

- Αυδή Μ., 2004. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συγκέντρωση νιτρικών ιόντων στα φυτά της αγγουριάς. Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Μεσολογίου.
- Βασιλακάκης, Μ., 2016. Γενική και Ειδική Δενδροκομία. Εκδόσεις Άγι – Σάββα Δ. Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, Ελλάς. Ε.Υ
- Βίτσιου Ευαγγελή, Σιατερλή Καλλιόπη, Άρτα, 2019. ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ, Μελέτη της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ολική αντιοξειδωτική ικανότητα φωτών βασιλικού καλλιεργούμενων κατά την εαρινή περίοδο.
- Γεωργίου Μ. Χρ., 2007. Επίδραση του χρόνου τηγανίσματος και του πάχους δισκίων πατάτας (C.V. HERMES) στην αφυδάτωση και καραμελοποίηση του μεταποιημένου προϊόντος. Πτυχιακή εργασία, Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης.
- Γρηγόριος Γ. Μοράκης, 2009. Μεταπτυχιακή διατριβή, Επίδραση αζωτούχου λίπανσης στη μορφολογία, στη φυσιολογία και στα αιθέρια έλαια του βασιλικού.
- Θανόπουλος Χ. Κ., 2012. Παράγοντες που επηρεάζουν τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς κατά την ανάπτυξη, ωρίμανση και αποθήκευση. Διδακτορική διατριβή, Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών.
- Μαλέα Λ., 2018. Η αύξηση και οι παράμετροι φθορισμού της χλωροφύλλης ως δείκτες καταπόνησης του υφυδατικού αγγειόσπερμου *Stuckenia pectinata* από την ακτινοβολία και την αλατότητα. Μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας.
- Μελισσαρέτου Αρετή, Καλαμάτα 2013. Πτυχιακή εργασία, Μελέτη παραγωγής βασιλικού και δυόσμου στο Βαρθολομίο Ηλείας.
- Ολυμπίου Χ. Μ., 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Αθ. Σταμούλης, Αθήνα.
- Παναγιωτόπουλος Κ.Π., 2010. Εδαφολογία. Εκδόσεις Γαρταγάνη. Θεσσαλονίκη. Ελλάς. Ε.Ε.
- Παναγιώτης Σκορπίδας, Καλαμάτα 2019. Πτυχιακή εργασία, Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά.
- Παπαδοπούλου Σ., 2017. Ειδική εντομολογία διδακτικές σημειώσεις για τους φοιτητές του Τμήματος Τεχνολόγων Γεωπόνων της Σ.Τ.Ε.Γ.-ΤΡ.-Δ., Θεσσαλονίκη.

Χρήστος Γ. Παναγόπουλος, 2007. Ασθένειες Καρποφόρων Δένδρων και Αμπέλου. Εκδόσεις Σταμούλη Α.Ε.

Χρήστος Δόδρας, 2012. Αρωματικά και Φαρμακευτικά φυτά. Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία, Θεσσαλονίκη.

Χρήστος Δόδρας, 2009 Θεσσαλονίκη. Συμπληρωματικές σημειώσεις για το μάθημα των Αρωματικών και Φαρμακευτικών Φυτών.

Χονδρογιάννης Χ., 2013. Διερεύνηση της δυνατότητας εκτίμησης της φωτοσυνθετικής ταχύτητας ορισμένων μεσογειακών ειδών μέσω μετρήσεων του φθορισμού της χλωροφύλλης. Διατριβή μεταπτυχιακού διπλώματος ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Ghader HABIBI, 2016. Effect of foliar-applied silicon on photochemistry, antioxidant capacity and growth in maize plants subjected to chilling stress.

K. Ghassemi-Golezani & R. Lotfi, 2015. The impact of salicylic acid and silicon on chlorophyll *a* fluorescence in mung bean under salt stress, 62(5), 611–616.

Kobra MAGHSOUDI, Yahya EMAM, Muhammad ASHRAF. 2015. Influence of foliar application of silicon on chlorophyll fluorescence, photosynthetic pigments, and growth in water-stressed wheat cultivars differing in drought tolerance, 39: 625-634.

Liang, Y., Nikolic, M., Bélanger, R., Gong, H., & Song, A. (2015). Silicon in agriculture: From theory to practice. Springer.

L. Y. Wang, J. L. Liu, W. X. Wang & Y. Sun, 2016. Exogenous melatonin improves growth and photosynthetic capacity of cucumber under salinity-induced stress, 54, 19-27.

Marino B. Arnao, Josefa Hernandez-Ruiz, 2015. Functions of melatonin in plants: a review.

Na Liu, Zhiyong Jin, Shuoshuo Wang, Biao Gong, Dan Wen, Xiufeng Wang, Min Wei, Qinghua Shi., 2015. Sodic alkaline stress mitigation with exogenous melatonin involves reactive oxygen metabolism and ion homeostasis in tomato, 2, 18-25.

Tubaña, B. S., & Heckman, J. R. (2015). Silicon in soils and plants. In *Silicon and plant diseases* (pp. 7-51). Springer, Cham.

Yu Cao, Zhao-Di Fu, Fang Wang, Hong-Yan Liu & Rui Han, 2006. Anti-angiogenic activity of resveratrol, a natural compound from medicinal plants.