



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ  
ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ  
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΩΝ  
ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

**“Όρια αντοχής στην υπεριώδη ακτινοβολία UV-C του γλαστρικού φυτού**

***Petunia sp.*”**

Πτυχιακή εργασία του φοιτητή: Κατσιλούλη Οδυσσέα

Επιβλέπων καθηγητής : Δάρρας Αναστάσιος

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016



ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ

ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΙΩΝ

ΚΑΙ ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

**“Όρια αντοχής στην υπεριώδη ακτινοβολία UV-C του γλαστρικού φυτού**

***Petunia sp.*”**

Πτυχιακή εργασία του φοιτητή: Κατσιλούλη Οδυσσέα

Επιβλέπων καθηγητής : Δάρρας Αναστάσιος

Εξεταστές : Δελής Κωσταντίνος,

Κάρτσωνας Επαμεινώνδας

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2016

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Τεχνολογικό Ίδρυμα Πελοποννήσου στο εργαστήριο ανθοκομίας και στο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Ανθοκομίας. Η διάρκεια του ήταν 9 εβδομάδες. Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθούν τα όρια είναι ανεκτικότητας του φυτού *Petunia* sp. στην υπεριώδη ακτινοβολία UV-C.

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν φυτά *Petunia* sp. τα οποία μεταφυτεύτηκαν σε στάδιο ανάπτυξης 4 έως 5 φύλλων σε πλαστικά δοχεία 2,5 Lt σε υπόστρωμα τύρφη/περλίτη σε αναλογία 2:1. Μία φορά την εβδομάδα μαζί με την άρδευση γίνονταν ταυτόχρονα και η λίπανση. Σαράντα πέντε φυτά χωρίστηκαν σε ομάδες ανάλογα με το χειρισμό τους σε UV-C. Οι εντάσεις ακτινοβολίας ήταν 0,5, 1, 2,5, 5, 10 KJ/m<sup>2</sup>. Οι ακτινοβολήσεις γίνονταν 1 φορά την εβδομάδα για 9 συνεχόμενες εβδομάδες. Πριν από κάθε ακτινοβολήση λαμβάνονταν μετρήσεις για την ανάπτυξη και την πρόοδο των φυτών που αφορούσαν το μήκος, το πλάτος και το ύψος τους.

Η επίδραση της UV-C ακτινοβολίας στο ρυθμό ανάπτυξης των φυτών της πετούνιας ήταν αντιστρόφως ανάλογη. Όσο αυξανόταν η δόση της ακτινοβολίας τόσο μειωνόταν ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών. Το ίδιο και το ύψος των φυτών.

Οι υψηλότερες δόσεις ακτινοβολίας UV-C (2,5 KJ/m<sup>2</sup>, 5 KJ/m<sup>2</sup>, και 10 KJ/m<sup>2</sup>) είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των φυτών. Μέσο της στατιστικής και οπτικής ανάλυσης συμπεράναμε ότι η πετούνια παρουσιάζει μια ευαισθησία όσο αναφορά την υπεριώδη ακτινοβολία με ανεκτό όριο αντοχής τη δοσολογία 1 KJ/m<sup>2</sup>

## Περιεχόμενα

<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1</b> .....	7
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	7
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2</b> .....	9
<b>2.1 ΠΕΤΟΥΝΙΑ</b> .....	9
2.1.1 Ιστορική αναδρομή-Προέλευση.....	9
2.1.2 Περιγραφή- Βοτανικά Χαρακτηριστικά .....	12
2.1.3 Καλλιέργεια.....	16
2.1.4 Έδαφος .....	17
2.1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες .....	17
2.1.6 Πολλαπλασιασμός.....	18
2.1.7 Ασθένειες-Εχθροί.....	19
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3</b> .....	21
<b>3.1 ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ</b> .....	21
3.1.1 Εισαγωγή-Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία .....	21

3.1.2 Ανάλυση Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV).....	24
3.1.3 Δείκτης Υπεριώδους ακτινοβολίας (UV).....	26
3.1.3 Ετοιμολογία.....	27
3.1.4 Τεχνητές Πηγές Υπεριώδους ακτινοβολίας .....	28
3.1.5 Μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία UVC .....	30
3.1.6 Πρακτικές εφαρμογές.....	30
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4</b> .....	<b>31</b>
<b>ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	<b>31</b>
4.1 Σκοπός πειράματος.....	31
4.2 Υλικά και μέθοδοι.....	31
4.3 Εφαρμογή της υπεριώδους ακτινοβολίας.....	32
4.4 Φυτικό Υλικό .....	33
4.5 Διάφορες περιποιήσεις των φυτών.....	34
4.6 Αποτελέσματα.....	34
4.7 Συμπεράσματα-συζήτηση .....	39
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	<b>42</b>

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να ευχαριστήσω πρώτον από όλους την μητέρα μου για την στήριξη που μου παρείχε καθόλη την διάρκεια των σπουδών μου. Κατά δεύτερον θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου και υπεύθυνο της πτυχιακής μου Δάρρα Αναστάσιο για την άριστη συνεργασία που μου προσέφερε σε όλη την διάρκεια της πτυχιακής μου, όπως και τους συμφοιτητές και φίλους Τσουμανη Γεράσιμο, Γκολεμη Έλενα, Κουστα Μαριο, Μανιάτη Αθανασία για την πολύτιμη βοήθεια και υπομονή τους ώστε να ολοκληρωθεί αυτή η πτυχιακή.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με τον γενικό όρο καλλωπιστικά φυτά χαρακτηρίζονται όλα εκείνα τα φυτά και λουλούδια που καλλιεργούνται ή χρησιμοποιούνται για διακόσμηση τόσο σε εξωτερικούς χώρους όπως άλση ή κήπους, δενδροστοιχίες κλπ όσο και για εσωτερικούς χώρους όπως εντός οικιών, γραφείων κλπ.

Η συστηματική καλλιέργεια τέτοιων φυτών ξεκίνησε από τα βόρεια πλάτη όπου ο χειμώνας διαρκεί περισσότερους μήνες και η ανάγκη της επαφής του ανθρώπου με τη φύση είναι μεγαλύτερη. Σήμερα με τον υφιστάμενο τρόπο της πολεοδόμησης και τον περιορισμό του χώρου διαβίωσής του γενικότερα, η ανάγκη αυτή παρουσιάζεται περισσότερο έντονη και έχει εξαπλωθεί και στα νότια πλάτη.

Τα καλλωπιστικά φυτά διακρίνονται σε δύο κύριες κατηγορίες, ανάλογα με τον χώρο της καλλιέργειάς τους, σε καλλωπιστικά "εσωτερικού χώρου" και σε καλλωπιστικά "εξωτερικού χώρου", λεγόμενα τα δεύτερα και "φυτά κήπου". Η βασική αυτή διάκριση δεν περιορίζεται μόνο ως προς το χώρο αλλά και στη διαφορετικότητα της περιποίησης, της έκθεσης σε φωτισμό, της αντοχής στο ύπαιθρο ανάλογα του κλίματος του τόπου κ.λπ.

Η Πετούνια είναι ένα φυτό εξωτερικού χώρου με καλλωπιστική αξία. Χρησιμοποιείται σε ανθώνες στην πρώτη σειρά και σε βραχόκηπους. Επίσης, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για εδαφοκάλυψη, για τη δημιουργία κηλίδων, για φύτευση σε παρτέρια, για να γεφυρώσει και να δώσει συνέχεια σε διαφορετικά επίπεδα στο χώρο (λόγω της κρεμοκλαδούς της ανάπτυξης). Είναι ετήσιο φυτό, με εντυπωσιακή ανθοφορία από Απρίλιο έως Νοέμβριο και άνθη άπειρων χρωμάτων. Λόγω των χαμηλών τιμών των σπορών αλλά και των τεμαχίων φυτών την καθιστά μια παρα πολύ καλή επιλογή. Τα γεγονότα αυτά δίνουν μεγάλη εμπορική αξία στη πετούνια.

Για αυτό και ο σκοπός του πειράματος ήταν η μελέτη του ορίου αντοχής στην ακτινοβολία UV-C ώστε στο μέλλον να υπάρχει γνώμονας για περαιτέρω μελέτη των φυτών σε έκθεση ακτινοβολίας UVC σε βέλτιστες τιμές εφαρμογών και συχνότητας για την εντατικοποίηση της ανάπτυξης και της ανθοφορίας αυτών.

Συνοπτικά στα κεφάλαια που θα ακολουθήσουν αναλύονται τα εξής :

Το **πρώτο κεφάλαιο** είναι εισαγωγικό και δίδονται γενικές πληροφορίες για τα καλλωπιστικά φυτά και γενικότερα για την *Petunia sp.* . Στο **δεύτερο κεφάλαιο** γίνεται μια αναφορά στο φυτό *Petunia sp.* για την προέλευση του, για τα βοτανική χαρακτηριστικά του και τους διάφορους παράγοντες που καθορίζουν την σωστή ανάπτυξη των φυτών ‘όπως το έδαφος κτλ. Στο **τρίτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται μια ανάλυση της υπεριώδους ακτινοβολίας UVC και των πηγών της τεχνητών η μη. Στο **τέταρτο κεφάλαιο** παρουσιάζεται αναλυτικά το πειραματικό μέρος



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 ΠΕΤΟΥΝΙΑ

#### 2.1.1 Ιστορική αναδρομή-Προέλευση

Η πετούνια πρωτοανακαλύφθηκε στις εύκρατες και τροπικές χώρες της Νοτίου Αμερικής από τον *Jusseau* το 1803 ο οποίος και περιέγραψε πολλά διαφορετικά είδη *Petunia* στην συνέχεια (Krol and Chua 1993). Αργότερα ανάμεσα από το 1980-1990 αναφερόντουσαν ως *Petunia sensu Jusseau*, και χωριστήκανε σε δυο γένη: *Petunia* και *Calibrochoa* (Rijkema, Geratsand, Michiel Vandenbussch 2006 ). Για πολλά χρόνια οι βοτανολόγοι πίστευαν ότι το σημερινό γένος *Calibrochoa* ήταν μικρές πετούνιες . Η πετούνια ανήκει στην οικογένεια *Solanaceae* η οποία είναι μια οικογένεια μεγάλης οικονομικής σημασίας. Τα είδη της χρησιμοποιούνται για τρόφιμα (π.χ. πατάτες, ντομάτα, πιπεριά, μελιτζάνα), φάρμακα (π.χ. καπνός, μανδραγόρα) και ως καλλωπιστικά φυτά (*petunia*, *velvet tongue*, *Datura spp.*, *Schizanthus spp.*) (Knapp et al., 2004).

Η προέλευση της πετούνιας βασίζεται πιθανόν σε δύο γένη την *Petunia axillaris* ή αλλιώς *Petunia nyctaginiflora* και την *Petunia violacea* ή αλλιώς *Petunia integrifolia*. Αυτές οι πρώτες πετούνιες είχαν μικρά άνθη και ήταν ψηλές και λεπτές ως προς τον όγκο τους, και τα χρώματα τους ήταν άσπρο και μωβ. Αυτά τα δυο είδη πετούνιας αποτέλεσαν βάση αμέτρητων υβριδίων.

Ο υβριδισμός ξεκίνησε από τη Θεοδοσία Σεφερτ το 1880 στην Καλιφόρνια με την παραγωγή ποικιλιών πετούνιας με τεράστια άνθη διαμέτρου μέχρι 17 εκατοστά γνωστές με την ονομασία Giants of California οι οποίες για 50 χρόνια ήταν οι πιο εντυπωσιακές πετούνιες (Κανταρτζής 1991).

Στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα οι ερευνητές σταμάτησαν τις προσπάθειες τους για τη δημιουργία μεγαλύτερων και πιο πολύχρωμων ποικιλιών. Η Sakata Seed corporation, που βρίσκεται στην Ιαπωνία, ήταν η πρώτη εταιρία που δημιούργησε το 1934 πλήρως διπλές πετούνιες με τη βοήθεια των θεωριών του γονιδίου κυριαρχίας του καθηγητή Γκρέγκορ Μέντελ που ονομαστήκαν Grandiflora. Αργότερα δημιουργήθηκαν και ποικιλίες με πολλά άνθη που είχαν μικρότερο ύψος, ήταν πιο συμπαγής και ονομάστηκαν Multiflora. (National Garden of Bureau 2014)

Μετά το τέλος του Β' Παγκοσμίου Πολέμου οι ερευνητές προσπάθησαν να βρουν τρόπους να βελτιώσουν την αντοχή της πετούνιας στις καιρικές συνθήκες, να δημιουργήσουν περισσότερα χρώματα και να αυξήσουν το μέγεθος των ανθέων. Ένας διακεκριμένος οργανισμός εν ονόματι Pan American Seed company ασχολήθηκε με την έρευνα τα επόμενα χρόνια. Δυο μέλη της ο Weddle και ο Hope κέρδισαν βραβεία για ποικιλίες όπως η "Silver Medal" και η "ballerina" το 1949 και το 1952. Οι πετούνιες είχαν αποκτήσει αυξημένη δημοτικότητα στο κοινό κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1950 χάρη στα χρώματα τους και τις νέες ποικιλίες

Η ποικιλία «Madness» της πετούνια εισήχθη στη δεκαετία του 1970 είχε grandiflora μεγέθους λουλούδια, αλλά multiflora ανοχή στις καιρικές συνθήκες, και το 1983 μια νέα κατηγορία δημιουργήθηκε από την Seed Ball Company που περιγράφει την κατηγορία Floribunda (Le Strange 2009)

Στη συνέχεια, μια τέταρτη κατηγορία η πετούνια διασποράς, (spreading petunia) παρουσιάστηκε από τον Kirin Brewery, ο οποίος εργαζόταν για την PanAmerican Seed,

στην Ιαπωνία. Η ποικιλία ‘Purple Wave’ αναδείχτηκε νικήτρια στο All-America Selections, το 1995 (Jauron 1995). Η απίστευτη επιτυχία του ‘Purple Wave’ άνοιξε ένα απέραντο ωκεανό από συναρπαστικά, νέα καινοτόμα χαρακτηριστικά και ατελείωτες εισαγωγές φυτών στον κόσμο της πετούνιας.

Σε αντίθεση με άλλους τύπους *Grandiflora* που έχουν μια ευαισθησία στη βροχή, η Syngenta εισήγαγε την *Petunia "Lavender Storm"* το 1966 η οποία έκανε την διαφορά και την αλλαγή των απόψεων για τις μεγάλες ανθισμένες *Grandifloras*. Το 1998 νικήτης της All-America Selections η F1 "Prism Sunshine" εκτρέφεται από τη Floranova και ξεχώρισε για τα πολύχρωμα άνθη της, διότι δεν εμφάνιζε αποχρωματισμούς στα λουλούδια της, καθώς και για τα ομοιόμορφα συμπαγή φυτά της που ανθίζουν νωρίς και σε μεγάλο βαθμό. Η πρώτη εντελώς μαύρη πετούνια η «Black Velvet» εισήχθη από την Ball FloraPlant το 2011.

Η Suntory δημιούργησε τη ποικιλία *Surfinia*, πριν 20 χρόνια περίπου και επαναπροσδιόρισε την έννοια της κηπουρικής με πετούνιες. Μέχρι τότε, οι περισσότερες πετούνιες παραγόntonταν από το σπόρο. Η Suntory δημιούργησε μια ομάδα ‘δυναμικών’ φυτών που πολλαπλασιάζονται με μοσχεύματα (National Garden of Bureau 2014). Η ποικιλία *Surfinia* χωρίστηκε σε 4 κατηγορίες :i) έρπουσες ii) αναρριχόμενες iii) Bouquet η λεγόμενες ανθοδέσμες και iv) Double η λεγόμενες διπλές

Στη συνέχεια οι παραγωγοί είχαν ως στόχο να αναπτύξουν μια ποικιλία με πυκνή βλάστηση χωρίς κενά ενδιάμεσα τα οποία θα ήταν χαμηλού ύψους και θα αναπτύσσονταν κοντά στο έδαφος. Η πρώτη από αυτές ήταν η πετούνια Limbo, η οποία ήταν νικήτρια στο All-American Selection το 2004 με την ονομασία Limbo Violet, άλλες παρόμοιες συμπαγής πετούνιες είναι γνωστές με τα ονόματα Mambo, Espresso και Espresso Grande, Duvet και Damask, Pretty Grand και Pretty Flora, Easy Rider και Low Rider.

Εν συνεχεία ακολούθησε η ποικιλία *Supertunia*, μια “δυνατή” ποικιλία , αυτοκαθαριζόμενη, με άνθηση στα μέσα προς τέλος της άνοιξης, με μεγάλη αντοχή στην ξηρασία όταν φυτευτεί στο έδαφος και πολύ λίγες ανάγκες περιποίησης όσο αναφορά τα φυτά της (National Garden of Bureau 2014). Το “ *Vista bubblegum* ” είναι ένα από τα είδη που ξεχώρισαν από αυτή την ποικιλία με το έντονο ροζ χρώμα του και τις ιδιαίτερες κόκκινες-μωβ γραμμές του.

Η επομένη σημαντική ποικιλία που έκανε αισθητή διαφορά στην εξέλιξη της πετούνιας είναι η ‘ *Supercal*’ μιας νέας κατηγορίας Petchoa. Αυτή η καινούργια υβριδική ποικιλία είναι μια διασταύρωση των φυτών *Petunia* και *Calibrachoa*. Τα φυτά της *Calibrachoa* αν και δεν είναι πετούνιες μοιάζουν και λειτουργούν ως δυνατές ‘μικρές’ πετούνιες. Είναι ορόσημο στη βελτίωση φυτών και το αποτέλεσμα είναι ο ιδανικός συνδυασμός από τα καλύτερα χαρακτηριστικά των δύο κορυφαίων ειδών. Τα συνηθέστερα είδη είναι τα *Million Bells*, *Superballs* και *Mini famous*. (National Garden of Bureau 2014)

### **2.1.2 Περιγραφή- Βοτανικά Χαρακτηριστικά**

Η πετούνια είναι ένα πολυετές ποώδες καλλωπιστικό φυτό που ανήκει στην τάξη των Σολανωδών, της οικογένειας Σολανίδες (*Solanaceae*) και περιλαμβάνει 30 – 40 είδη (Παυλόπουλου 2014). Ενώ είναι πολυετές φυτό υπό τις κλιματικές συνθήκες της Ελλάδας που επικρατεί εύκρατο κλίμα λειτουργεί ως ετήσιο φυτό διότι το χειμώνα παγώνει λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών.

Το ύψος της πετούνιας ανάλογα με τα γενετικά χαρακτηριστικά κλίμα και τις καλλιεργητικές τεχνικές κυμαίνεται από 25 έως 60 εκατοστά. Η ανάπτυξη είναι όρθια και ακανόνιστη σχετικά ή και συνήθως κρεμοκλαδής. Αναπτύσσεται ομοιόμορφα όσο αναφορά το ύψος και το πλάτος και η βλάστηση είναι συμπαγής, πυκνή και ζωηρή.

Τα **φύλλα** της πετούνιας είναι πλατιά ωοειδή, εναλλάσσονται και κάποτε είναι αντίθετα, από 4 cm έως 7 cm, χνουδωτά ωραίου πράσινου χρωματισμού (Κουλικούρδη 2000)

Τα **άνθη** της πετούνιας είναι μεγάλα διαμέτρου 5 έως 10 εκατοστών, απλά η διπλά, έχουν σχήμα χοανοειδή, ο κάλυκας τους είναι σωληνοειδής πεντασχιδής. Η στεφάνη είναι χοανοειδής και με έλασμα πλατύ πεντάλοβο. Επίσης τα άνθη είναι ελαφρώς αρωματικά με λαμπερά χρώματα όπως βαθύ κόκκινο, κόκκινο, ρόδινο, μωβ, βαθύ κυανό, κυανό, κίτρινο και λευκό που φέρονται σε καθαρές σειρές χρωμάτων ή σε διάφορα ανάμικτα χρώματα.(Κανταρτζής 1991)

Οι **σπόροι** της πετούνιας είναι σφαιρικοί και ωοειδείς καφέ χρώματος, διαμέτρου 5-7 δεκάτων του χιλιοστομέτρου, με ανώμαλη κυψελοειδή επιφάνεια.(Κουλικούρδη, 2000). Ένα γραμμάριο περιέχει περίπου 10000 σπόρους.

Υπάρχουν πολλές και διαφορετικές κατηγορίες της πετούνιας που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλακτικά στον κήπο, άλλες είναι καταλληλότερες να χρησιμοποιηθούν σε φυτοδοχεία και άλλες για εδαφοκάλυψη. Πολλές πετούνιες έχουν ένα ελαφρύ και γλυκό άρωμα, φαινόμενο που παρατηρείτε κυρίως στις μπλε ποικιλίες. (Χαλβατζή 2006).

Τα είδη της πετούνιας μέχρι και σήμερα είναι 7 και παραθέτονται αναλυτικότερα παρακάτω:

- 1) Οι *Grandiflora* πετούνιες έχουν τα μεγαλύτερα λουλούδια με 10-12 εκατοστά διάμετρο με ποικιλίες μονών και διπλών ανθέων (National Garden of Bureau 2014). Τα λουλούδια μπορεί να είναι σταθερά με βαθιές ρίγες, να έχουν διακριτές σημάνσεις των διαφορετικών χρωμάτων ή να έχουν γωνίες σε αντίθετη απόχρωση που ονομάζονται picotee (Browning 2014). Δημοφιλής

grandiflora πετούνιες είναι οι Supercascade, supermagic, Ultra, και Falcon Series (Jauron 1999)

- 2) Οι Multiflora πετούνιες είναι συμπαγή φυτά, με μικρότερα λουλούδια από τα Grandiflora, 2,5-5 εκατοστά περίπου το μέγεθος των λουλουδιών τους και ανθίζουν σχεδόν όλο το χρόνο. Μόνα η διπλά λουλούδια είναι διαθέσιμα σε μια μεγάλη γκάμα χρωμάτων και συχνά με αντίθετα κέντρα η ρίγες. Χρησιμοποιούνται κυρίως σε βροχερά κλίματα και γενικότερα έχουν μεγάλη αντοχή σε αντίξοες συνθήκες ζεστής και υγρασίας. Η ποικιλία “*Carpet*” είναι διαθέσιμη σε ένα ευρύ φάσμα χρωμάτων με λουλούδια σε συμπαγή φυτά με πρόωμη ανθοφορία και η “*Debonair*” είναι μια νέα σειρά από multiflora της Ball Horticultural (Browning 2014).
- 3) Οι Floribunda πετούνιες είναι μια βελτιωμένη κατηγορία multiflora, κυμαίνεται ενδιάμεσα της ποικιλίας grandiflora και multiflora. Διαθέτει ποικιλίες με μεγαλύτερα μονά και διπλά άνθη, ανθίζει νωρίτερα και παράγει άφθονα λουλούδια. Όπως και τα Grandifloras ανθίζει νωρίτερα αλλά έχει ανοχή σε ζεστές και υγρές περιόδους και ανακάμπτει γρήγορα μετά από μια δυνατή βροχή (Browning 2014). «Η «*Celebrity*» είναι συμπαγής και ανεκτική στη βροχή ποικιλία. Τα λουλούδια της φτάνουν τα 5 έως 7 εκατοστά. Σε αυτή την κατηγορία ανήκει επίσης η ποικιλία Maddness έχει μεγάλα λουλούδια 7-8 εκατοστών όπως έχουμε προαναφέρει, και άλλη παρεμφερή ποικιλία είναι η “*double madness*”» (Russ and Polomski 2007). Η Floribundas είναι μια φανταστική επιλογή για μαζικές φυτεύσεις στο τοπίο, καθώς και για φυτεύσεις σε δοχεία, σε γλάστρες και κρεμαστά καλάθια.
- 4) Οι Milifloras πετούνιες έχουν μικρά άνθη 2,5-3,5 εκατοστά και παράγονται σε μεγάλη αφθονία καλύπτοντας το φυτό με διάφορα ζωντανά χρώματα.

Κατάλληλα για δοχεία, κρεμαστά καλάθια, μικρογραφίες σε κήπους και μπορντούρες άλλων φυτών. Η ποικιλία Fantasy» καλύπτεται με λουλούδια χρώματος απαλού ροζ σε τακτοποιημένη, συμπαγή αναχώματα 10-ιντσών του φυλλώματος του. (National Garden of Bureau 2014)

- 5) Οι *Spreading petunias* (πετούνιες διασποράς) είναι χαμηλής ανάπτυξης φυτά που το ύψος του κυμαίνεται από 10-15 εκατοστά και μπορούν να εξαπλωθούν έως και 1,5 μέτρο. Είναι φυτά γρήγορης ανάπτυξης και έχουν εξαιρετική ανοχή στις υψηλές θερμοκρασίες και την ξηρασία. Δεν έχουν ιδιαίτερες ανάγκες συντήρησης και είναι ιδανικά και ως φυτά εδαφοκάλυψης. Όταν χρησιμοποιούνται σε ζαρντινιέρες, σε κρεμαστά καλάθια και ψηλά δοχεία δίνουν ένα πολύ όμορφο αποτέλεσμα λόγω των κλαδιών που πέφτουν από αυτά.

« Όπως έχουμε προαναφέρει ως πρώτη ποικιλία αυτής της κατηγορίας “Purple Wave” αναδείχτηκε νικητήρια στο All-America Selections, το 1995 ακολουθούμενη από ποικιλίες όπως «Easy Wave», «Double Wave» και «Shock Wave». Ποικιλίες όπως η *Supertunia* και *Surfinia* είναι άλλες δημοφιλής spreading petunias με χαρακτηριστικά “δυνατά” φυτά τα οποία έχουν την δυνατότητα αποκαθαρισμού και επίσης είναι και διακλαδιζόμενα» (National Garden of Bureau 2014)

- 6) Οι *Hedgiflora* πετούνιες είναι ένα υπομήμα των spreading petunias και ο τρόπος ανάπτυξης τους βασίζεται στον τρόπο φύτευσης τους. Όταν φυτεύουν σε κοντινή απόσταση δημιουργούν ένα είδος πυκνού αναχώματος ύψους 40-55 εκατοστών. «Όταν χρησιμοποιηθεί κάποια υποστίλωση λειτουργεί ανοδική ανάπτυξη που φτάνει τα 60-90 εκατοστά. Όταν τους δίνεται άφθονος χώρος ώστε να μπορούν εξαπλωθούν αναπτύσσονται εδαφοκαλυπτικά με εύρος 60-90 εκατοστών» (Browning 2014)

7) Οι *Petchoa* πετούνιες ένας συνδυασμός από τα καλύτερα χαρακτηριστικά των φυτών πετούνιας και των *Calibrachoa*. Η *Calibrachoa*, κοινώς ονομάζεται έρπουσα πετούνια και είναι ξεχωριστό γένος φυτών. Ωστόσο, το πλήθος των μικροσκοπικών λουλουδιών μοιάζουν με μικρές πετούνιες, και ακόμη και το φύλλωμα είναι παρόμοιο (Browning 2014). Τα *Petchoa* 'SuperCal' προσφέρουν μοναδικά χρώματα, ανθεκτικά άνθη και μη κολλώδη φύλλωμα που ξεχειλίζει στα κρεμαστά καλάθια. Η καλύτερη περίοδος άνθησης του είναι κατά τη διάρκεια ζέστη του καλοκαιριού. (National Garden of Bureau 2014)

### **2.1.3 Καλλιέργεια**

Οι πετούνιες είναι φυτά καλοκαιρινά που αυτό συνεπάγεται ότι πρέπει να σπαρθούν την άνοιξη ή νωρίς την άνοιξη. Συνήθως Φεβρουάριο, Μάρτιο. Τα φυτά μένουν ανθισμένα μέχρι τους πρώτους παγετούς, Οκτώβριο περίπου και χρειάζονται συχνά κλάδεμα το καλοκαίρι.. Δεν έχουν ιδιαίτερες απαιτήσεις και αναπτύσσονται σχεδόν σε όλα τα εδάφη. Προτιμούν αρκετό ηλιακό φως και έχουν αντοχή μέχρι και στις εντονότερες ζεστές μέρες του καλοκαιριού .Εξαιτίας της υψηλής αντοχής που έχουν οι πετούνιες στην ξηρασία σπάνια χρειάζονται καθημερινό πότισμα. Είναι φυτά ουδέτερης φωτοπεριόδου. Αντέχουν στους ανέμους και επίσης μπορούν να αναπτυχθούν και σε παραθαλάσσια μέρη.

Όταν οι πετούνιες φυτεύονται στο έδαφος θα πρέπει αυτό να είναι σκαλισμένο σε 20 cm βάθος περίπου και ανακατεμένο σε ένα επίπεδο βάθους 5 cm φυτευτικής κομπόστας ή οποιοδήποτε άλλων οργανικών υλικών και επίσης αν το έδαφος είναι πολύ αργιλώδες μπορεί να προστεθεί λίγη άμμος για να διευκολύνει την αποστράγγιση. (Κουλικούρδη 2000)



“Σύμφωνα με την Χαλβατζή οι πετούνιες προγραμματίζονται ως καλλιέργεια 8 έως 10 εβδομάδων και ο χρόνος άνθησης μειώνεται καθώς η εποχή καλλιέργειας προχωρά. Τα φυτά μπορούν να έρθουν σε άνθηση σε 45 έως 50 ημέρες αργά την άνοιξη όταν επικρατούν υψηλά επίπεδα φωτισμού”.

#### **2.1.4 Έδαφος**

Η πετούνια αναπτύσσεται σε όλα σχεδόν τα εδάφη αλλά ευδοκιμεί στα πλούσια, ηλιαζόμενα και καλά αποστραγγιζόμενα. Έχει τη δυνατότητα να αναπτύσσεται και σε ημισκιερά, ειδικά οι ποικιλίες με απλά άνθη μπορούν να ευδοκιμήσουν και σε φτωχά εδάφη.(Χαλβατζή 2006) Πριν φυτέψουμε στο έδαφος προσθέτουμε λίπασμα πλούσιο σε φωσφόρο για να αναπτύξουν τα φυτά εκτεταμένο ριζικό σύστημα. Το ιδανικό pH του εδάφους για την πετούνια είναι 6 έως 6,5.

#### **2.1.5 Καλλιεργητικές φροντίδες**

Τα σποριόφυτα συνήθως είναι καλό να κορφολογούνται, γιατί δίνουν περισσότερες διακλαδώσεις στα φυτά τα οποία ανθίζουν αφθονότερα . Οι συχνές αρδεύσεις και τα σκαλίσματα κρίνονται απαραίτητα για την φυσιολογική ανάπτυξη των φυτών και τη πλούσια ανθοφορία τους. Συνιστάτε μία λίπανση κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των φυτών.

Όταν στη μέση του καλοκαιριού τα φυτά φαίνονται γερασμένα και έχουν πολλά υπερώριμα άνθη, συνιστάται να κλαδεύονται αυστηρά, σε ύψος 15 εκατοστών από την επιφάνεια του εδάφους, λιπαίνονται και να αρδεύονται (Κανταρτζής 1991). Μπορεί για

κάποιες ημέρες τα φυτά να δείχνουν αντιαισθητικά αλλά επανέρχονται αρκετά γρήγορα και σε 10 με 15 ημέρες εμφανίζεται καινούργια ζωνρή βλάστηση και πλούσια ανθοφορία.

Λόγο του συχνού κλαδέματος που χρίζουν το καλοκαίρι οι πετούνιες μετά την απομάκρυνση των ακανόνιστων κλαδιών και των βλασταριών σκόπιμο είναι να χορηγείται ένα ισορροπημένο λίπασμα παραδείγματος χάριν 17-17-17 (Κουλικούρδη 2000).

Όταν οι πετούνιες καλλιεργούνται σε γλάστρες ή ζαρντινιέρες θα πρέπει να λιπαίνονται πιο συχνά, περίπου μια φορά το μήνα και στην περίπτωση που η ποικιλία έχει διπλά άνθη δύο φορές το μήνα. (Κουλικούρδη 2000).

### **2.1.6 Πολλαπλασιασμός**

Η πετούνια πολλαπλασιάζεται κυρίως με σπόρο αλλά και με μοσχεύματα. Στον πολλαπλασιασμό με σπόρο προτεραιότητα έχει το μεγαλύτερο δυνατό ποσοστό φυτρωτικότητας ώστε να έχουμε σποριόφυτα με την πρώτη προσπάθεια και άμεσα. Βέβαια όσο καλό ποσοστό φυτρωτικής ικανότητας και να παρουσιάζουν οι σπόροι υπάρχουν δυσκολίες στο χειρισμό τους οπότε η σπορά θα πρέπει να πραγματοποιηθεί σε κλειστό και ελεγχόμενο χώρο και θα διαρκέσει περίπου 8 με 12 εβδομάδες. Στο σπορείο θα χρειαστεί να απλώσουμε ένα λεπτό στρώμα υποστρώματος για την προστασία των σπόρων. Το πότισμα θα πρέπει να γίνεται από κάτω και η τοποθέτηση των σπορειών θα πρέπει να είναι κάπου ευήλια και η θερμοκρασία υποστρώματος να κυμαίνεται από 21 έως 24 °C (Χαλβατζή 2006). Ο σπόρος βλαστάνει σε περίπου 10 μέρες.

Μετά την βλάστηση η θερμοκρασία περιβάλλοντος πρέπει να πέσει στους 16 °C διότι η θερμοκρασία μέσα στο σπορείο δεν χρειάζεται να είναι τόσο υψηλή ώστε τα σποριόφυτα να μην ξοδεύουν τα ενεργειακά τους αποθέματα άσκοπα σαν υπόστρωμα της

αναπνοής και δεν τα αξιοποιούν για την ανάπτυξη των νεαρών οργάνων τους στο ευαίσθητο αυτό στάδιο που δεν είναι ακόμη αυτότροφα (Κουλικούρδη 2000).

Όταν τα σπορόφυτα αποκτήσουν περίπου 3 έως 4 πραγματικά φύλλα και ύψος 2,5 με 5 εκατοστά, δηλαδή μετά από 3 έως 5 εβδομάδες, μπορούν να μεταφυτευθούν η σε εξωτερικό χώρο με αποστάσεις φύτευσης 7 έως 10 εκατοστά ή σε γλαστράκια των 10 εκατοστών. Πριν τη μεταφύτευση πρέπει να γίνει σωστή ύγρανση του μέσου ώστε να μην αφυδατωθούν οι ρίζες. Μόλις φτάσουν το ύψος των 7,5 έως 8,5 εκατοστών καλό είναι να κορφολογούνται ώστε να δώσουν περισσότερες διακλαδώσεις και πλάγιους βλαστούς ώστε να έχουμε και πλουσιότερη ανθοφορία.

Η υπερβολική ποσότητα νερού προκαλεί κιτρίνισμα στα φύλλα και σταδιακό μαρασμό του φυτού, ενώ η υπερβολική λίπανση του φυτού οδηγεί σε υπερβολική ανάπτυξη του φυλλώματος με περιορισμένο αριθμό ανθέων. (Χαλβατζή 2006).

Στον πολλαπλασιασμό με μοσχεύματα κόβονται τμήματα βλαστού από την κορυφή του φυτού τα οποία προέρχονται από μητρικά φυτά πλήρως ανεπτυγμένα χωρίς ασθένειες και στη συνέχεια τοποθετούνται σε δίσκους σποράς των 25 ή 50 θέσεων. Το υπόστρωμα πρέπει να ποτίζεται κανονικά για να μην αφυδατωθούν τα φυτά μας ώστε να ευνοήσει την ριζοβολία τους. Με τη θερμοκρασία του υποστρώματος στους 18 έως 24 0C μετά από 10 έως 12 ημέρες τα φυτά θα έχουν φτάσει στα 12 εκατοστά περίπου και θα είναι έτοιμα για μεταφύτευση εφόσον έχουν περάσουν οι παγετοί. (Χαλβατζή 2006).

### **2.1.7 Ασθένειες-Εχθροί**

Η καλλιέργεια της πετούνιας παρουσιάζει μικρή ευπάθεια σε ασθένειες και ζωικούς εχθρούς. Παρόλο την σχετικά μεγάλη ανοχή των φυτών πρέπει να υπάρχει πρόληψη και σωστός χειρισμός σε περίπτωση εμφάνισης τέτοιου είδους προβλημάτων

Ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα είναι η σήψη η οποία προκαλείτε από κάποιον μύκητα, κυρίως από τον μύκητα *Pythium* ή *Rizoctonia* ή *Phytophthora*. Μπορούν να εφαρμοστούν προληπτικά μυκητοκτόνα. Επίσης θα ήταν πολύ συνετό να χρησιμοποιείτε αποστειρωμένο υπόστρωμα και μέσο σποράς για αποφυγή τέτοιου είδους προβλημάτων.

Επίσης ένα άλλος μύκητας που ταλαιπωρεί τα νεαρά φυτά είναι ο *Botrytis Cinerea*. Αναπτύσσεται στο έδαφος και εξαπλώνεται πολύ γρήγορα στους βλαστούς και στα φύλλα. Ο *Botrytis C.* αναπτύσσεται όταν υπάρχουν χαμηλές θερμοκρασίες και υψηλή υγρασία. Για την πρόληψη του καλό είναι τα ποτίσματα να γίνονται από κάτω για να αποφεύγετε η ύγρανση των βλαστών και φυτεύοντας τα φυτά σε αποστάσεις τέτοιες ώστε να επικρατούν καλές συνθήκες αερισμού. (Χαλβατζή 2006)

Άλλα προβλήματα που μπορούν να παρουσιάσουν οι πετούνιες είναι από ζωικούς εχθρούς. Οι κυριότεροι είναι οι αλευρώδεις οι αφίδες οι θρίπες και πολλά είδη Λεπιδόπτερων. Οι αφίδες μπορούν προκαλέσουν τρύπες στα φύλλα έχοντας επιπτώσεις στην εμφάνιση του φυτού χωρίς όμως να απειλούν το φυτό με μάρανση, ενώ οι θρίπες προκαλούν το “καρούλιασμα” των φύλλων. (Χαλβατζή 2006) Προληπτικά δεν πρέπει να φυτεύετε κοντά σε είδη της ίδιας οικογενείας όπως ντομάτες, πατάτες κτλ. Άλλοι τρόποι καταπολέμησης είναι ο ψεκασμός τους με διασυστηματικά εντομοκτόνα όπως το Dimecron, το Folimat και το Confidor. Οι προνύμφες των Λεπιδόπτερων που έχουν στοματικά μόρια μασητικού τύπου προκαλούν ζημιές κυρίως στο φύλλωμα του φυτού, ενώ τα ακμαία που έχουν μυζητικού τύπου στοματικά μόρια δημιουργούν στοές στους βλαστούς και στα φύλλα. (Χαλβατζή 2006)

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## 3.1 Υπεριώδης Ακτινοβολία

### 3.1.1 Εισαγωγή-Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

Η ηλιακή ενέργεια που φθάνει στην γη περιλαμβάνει τόσο την άμεση ηλιακή ακτινοβολία όσο και τη διάχυτη ηλιακή ακτινοβολία. Εμπεριέχει διαφορές μορφές ενέργειας όπως είναι το φως, η θερμότητα καθώς και διάφορες ακτινοβολίες. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία η οποία ανήκει στο φάσμα της ηλιακής ενέργειας περιέχει την υπεριώδη ακτινοβολία που μας ενδιαφέρει σε αυτή την πτυχιακή.

«Η Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία είναι εκπομπή στον χώρο ηλεκτρομαγνητικής ενέργειας υπό μορφή κυμάτων που ονομάζονται ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Ηλεκτρομαγνητικό κύμα είναι η ταυτόχρονη διάδοση ενός ηλεκτρικού και ενός μαγνητικού πεδίου. Τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα διαδίδονται στο κενό με την ταχύτητα του φωτός. Σε όλα τα υλικά διαδίδονται με μικρότερη ταχύτητα (Μακράκης 2008).

«Σύμφωνα με την Εθνική επιτροπή Τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων» τα κύρια χαρακτηριστικά των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων είναι:

1. το μήκος κύματος, δηλαδή η απόσταση που καλύπτεται από ένα κύκλο του κύματος,
2. η συχνότητα, δηλαδή ο αριθμός των κύκλων του κύματος που διέρχονται από ένα συγκεκριμένο σημείο κατά τη διάρκεια ενός δευτερολέπτου.

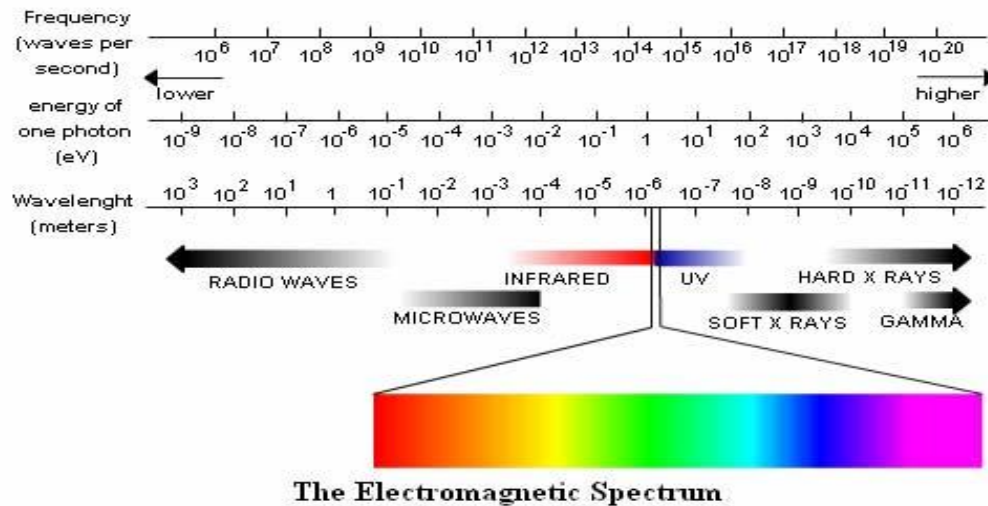
Εφόσον όλα διαδίδονται στο κενό με την ταχύτητα  $c$ , η συχνότητα τους και το μήκος κύματος συνδέονται με τη σχέση  $c=\lambda f$  (Μακράκης 2008).

Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας διαχωρίζεται σε δύο βασικούς τομείς, της ιοντιζουσας και της μη ιοντιζουσας ακτινοβολίας.

Ιοντιζουσες ακτινοβολίες είναι οι ακτινοβολίες που μεταφέρουν ενέργεια ικανή να εισχωρήσει στην ύλη, να προκαλέσει ιοντισμό των ατόμων της, να διασπάσει βίαια χημικούς δεσμούς και να προκαλέσει βιολογικές βλάβες σε ζώντες οργανισμούς. (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας 2009)

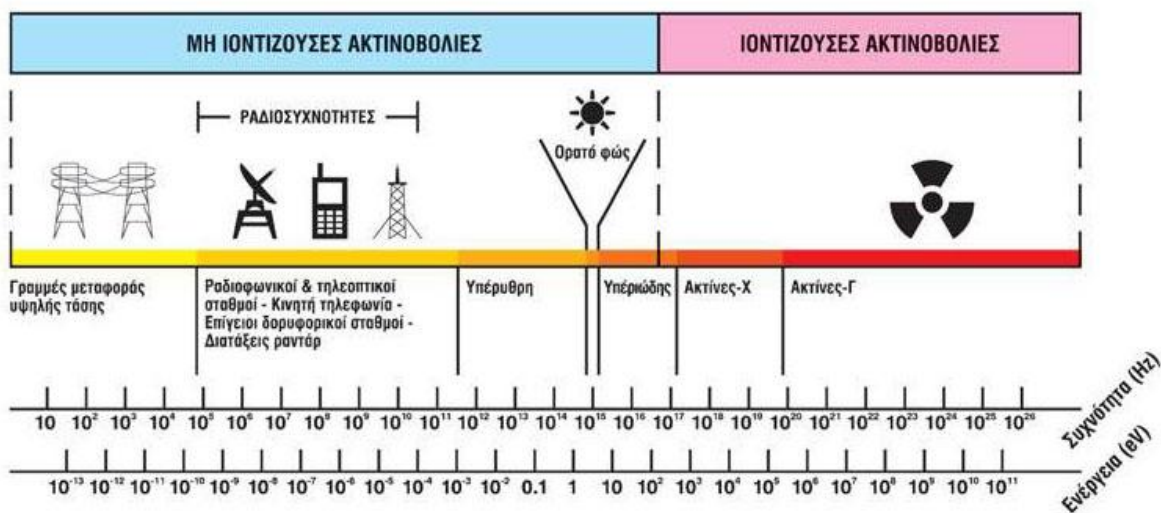
Μη ιοντιζουσες ακτινοβολίες είναι αυτές που μεταφέρουν σχετικά μικρή ενέργεια, ανίκανη να προκαλέσει ιοντισμό, ικανή όμως να προκαλέσει ηλεκτρικές, χημικές και θερμικές επιδράσεις στα κύτταρα, που μπορούν να αποβούν άλλοτε επιβλαβείς και άλλοτε ευεργετικές για τη λειτουργία τους. (Ελληνική Επιτροπή Ατομικής Ενέργειας 2009)

Ενώ η ιοντιζουσα ακτινοβολία βρίσκει κυρίως ιατρικές και μηχανολογικές εφαρμογές, η μη ιοντιζουσα μορφή έχει ποικίλες καθημερινές χρήσεις Το εύρος του μήκους κύματος όλου του φάσματος της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας είναι πάρα πολύ μεγάλο (από μμερικά pm έως αρκετά Km), όπως και της συχνότητας (από εκατομμύρια GHz έως 0 Hz, και αντιστρόφως ανάλογα).. Η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία ανάλογα με την συχνότητα των κυμάτων της και αντίστοιχα την ενέργεια που μεταφέρει χωρίζεται σε περιοχές. Αυτές είναι τα ραδιοκύματα, τα μικροκύματα, οι υπέρυθρες ακτίνες, το ορατό φως, οι υπεριώδεις ακτίνες, οι ακτίνες X και οι ακτίνες γάμμα. (Εικόνα 1,2)



Εικόνα 1. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

(Πηγή: <http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=920>)



Εικόνα 2. Το φάσμα της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας

(Πηγή [http://www.eeae.gr/gr/index.php?menu=0&fvar=html/president/\\_info\\_radiation](http://www.eeae.gr/gr/index.php?menu=0&fvar=html/president/_info_radiation))

### 3.1.2 Ανάλυση Υπεριώδους Ακτινοβολίας (UV)

Η υπεριώδης ακτινοβολία είναι μέρος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, που εκπέμπεται από τον ήλιο. Η ηλιακή ακτινοβολία που το μήκος κύματος της κυμαίνεται από 60 έως 380 nm περίπου ονομάζεται υπεριώδης ακτινοβολία (UV ακτινοβολία) και ανήκει εν μέρει στις ιοντίζουσες ακτινοβολίες.

« Στο μεγαλύτερο ποσοστό της η ηλιακή ενέργεια κατανέμεται στο υπέρυθρο και το ορατό τμήμα του φάσματος, ενώ μόνο το 8.3% ανήκει στο υπεριώδες. Παρόλα αυτά, η μελέτη της υπεριώδους ακτινοβολίας παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον, καθώς έχει άμεσες επιπτώσεις στα έμβια όντα, στα φυτά και τους θαλάσσιους οργανισμούς » (Σημειώσεις για την *υπεριώδη ακτινοβολία*, Πανεπιστήμιο Πάτρας)

Το στρατοσφαιρικό όζον σχηματίζει μια λεπτή ασπίδα στην ανώτερη ατμόσφαιρα, προστατεύοντας τη Γη από την υπεριώδη ηλιακή ακτινοβολία. Στη δεκαετία του 1980, οι επιστήμονες βρήκαν στοιχεία που αποδεικνύουν ότι το στρώμα του όζοντος είναι εξαντλημένο. Η εξάντληση της στιβάδας του όζοντος ήταν αποτέλεσμα της αυξημένης ακτινοβολίας UV που φθάνει στην επιφάνεια της γης, η οποία με τη σειρά της οδηγεί σε μια μεγαλύτερη πιθανότητα της υπερβολικής έκθεσης στην υπεριώδη ακτινοβολία και τις σχετικές επιπτώσεις που θα αναφέρουμε παρακάτω (Ozone Layer Depletion 2010).

Οι ακτίνες UVC απορροφώνται από το όζον της ατμόσφαιρας, τους υδρατμούς, το οξυγόνο και το διοξείδιο του άνθρακα, οι UVA και το 15% των UVB φθάνουν στην επιφάνεια της γης. (<https://beStrong.org.gr>)

Αναλυτικότερα οι 3 βασικές κατηγορίες υπεριώδους ακτινοβολίας είναι οι εξής:

**UV-A** : το μήκος κύματος της είναι **400-320 nm**. Είναι ο πιο συχνός τύπος υπεριώδους ακτινοβολίας, και αποτελεί τη μεγαλύτερη πηγή ηλιακής ακτινοβολίας στην επιφάνεια της γης. Η έκθεση στην ακτινοβολία UVA δημιουργεί το “μαύρισμα” της



ανθρώπινης επιδερμίδας το οποίο ακολουθήτε από ερύθημα σε περίπτωση υπερβολικής έκθεσης. Η υπερβολική έκθεση σε ακτινοβολία UVA έχει συσχετιστεί με σκλήρυνση του δέρματος, καταστολή του ανοσοποιητικού συστήματος και καταρράκτη (Health physics society 2011). Η ακτινοβολία UVA συχνά ονομάζεται και με τον όρο black light η οποία χρησιμοποιείται σε θαλάμους φωτοθεραπείας και μαυρίσματος.

**UV-B** : Το μήκος κύματος της είναι **320-290 nm**. Είναι η πιο καταστροφική μορφή υπεριώδους ακτινοβολίας αν και φτάνει σε μικρότερες ποσότητες στην επιφάνεια της γης λόγω της απορρόφησης της από τη στειβάδα του όζοντος. Παρόλα αυτά έχει αρκετή ενέργεια για να προκαλέσει φωτοχημικές βλάβες στο κυτταρικό dna. Όπως και στην UV-a αρνητικές επιβλαβείς επιδράσεις μπορεί να περιλαμβάνουν ερύθημα, καταρράκτη, και την ανάπτυξη του καρκίνου του δέρματος αλλά σε μεγαλύτερο βαθμό.

**UV-C** : Το μήκος κύματος της είναι **290 - 220 nm**. Δεν παρατηρείται σχεδόν ποτέ στην φύση γιατί απορροφάτε πλήρως στην ατμόσφαιρα. Η τυχαία υπερβολική έκθεση σε UVC μπορεί να προκαλέσει εγκαύματα του κερατοειδούς, τύφλωση από την αντανάκλαση της στο χιόνι, ένα σοβαρό ηλιακό έγκαυμα στο πρόσωπο. Ο τραυματισμός του δέρματος από την UV-C συνήθως ανακάμπτει μετά από μια η δύο μέρες αλλά γενικότερα μπορεί να γίνει πολύ επίπονη διαδικασία.

Τόσο οι UV-A, όσο και οι UV-B, είναι ιδιαίτερης σημασίας για την ανθρώπινη υγεία. Μικρές ποσότητες υπεριώδους ακτινοβολία είναι αναγκαίες για την παραγωγή της Βιταμίνης D, ενώ αντίθετα, η υπερέκθεση μπορεί να προκαλέσει οξείας και χρόνιας μορφής συνέπειες για το δέρμα, τα μάτια και το ανοσοποιητικό σύστημα του ανθρώπου. Η ελάττωση του στρώματος του όζοντος είναι γνωστό ότι επιδεινώνει τις επιπτώσεις στην υγεία από τη UV ακτινοβολία για τον άνθρωπο, τα ζώα, τους θαλάσσιους οργανισμούς και τα φυτά, διότι τότε δεν απορροφά αποτελεσματικά τη UV ακτινοβολία

Υπολογιστικά μοντέλα προβλέπουν ότι μείωση 10% του όζοντος στη στρατόσφαιρα θα μπορούσαν να προκαλέσουν 300.000 καρκίνους του δέρματος (ακανθοκυτταρικό, βασικοκυτταρικό), 4.500 μελανώματα και μεταξύ 1,6 - 1,75 εκατομμύρια επιπλέον περιστατικά οφθαλμικού καταρράκτη ανά έτος παγκοσμίως. (<https://beStrong.org.gr>)

### **3.1.3 Δείκτης Υπεριώδους ακτινοβολίας (UV)**

Ο Δείκτης UV είναι ένα μέγεθος, το οποίο καθιερώθηκε διεθνώς ως ένα απλό μέσο έκφρασης της επικινδυνότητας της ηλιακής υπεριώδους ακτινοβολίας, όπως π.χ. εκφράζει η θερμοκρασία το πόσο ζεστή ή κρύα είναι η ατμόσφαιρα.

Ως δείκτης της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV Index), ορίζεται η ποσότητα της ηλιακής ισχύος που προσπίπτει ανά μονάδα επιφάνειας σύμφωνα και δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$1 \text{ UV Index} = 25 \text{ mW/m}^2$$

Πραγματικές τιμές του Δείκτη UV, αλλά και προβλέψεις για την επόμενη ημέρα, ανακοινώνονται από τα μέσα ενημέρωσης και από το Διαδίκτυο σχεδόν σε όλες τις χώρες, όπως και στην Ελλάδα (Εθνικό Δίκτυο μέτρησης της υπεριώδους ακτινοβολίας 2014). Υπό φυσιολογικές συνθήκες, η τιμή του Δείκτη UV στην Ελλάδα μπορεί να φτάσει μέχρι και 10 ή 11 τιμές που εκφράζουν εξαιρετικά δραστική ακτινοβολία και κατά συνέπεια την ανάγκη άμεσης προστασίας από τον ήλιο (Εικόνα 3,4). Όσο ο ήλιος πλησιάζει στον ορίζοντα τόσο μικρότερες τιμές έχει ο Δείκτης UV και κατά συνέπεια τόσο μικρότερος είναι ο κίνδυνος από την υπεριώδη ακτινοβολία. Όσο μεγαλύτερος είναι ο Δείκτης UV τόσο πιο εύκολα και πιο σύντομα μπορούν να εμφανισθούν τα ανεπιθύμητα αποτελέσματα της υπεριώδους ακτινοβολίας.



Εικόνα 3. Πίνακας διαβάθμισης Ακτινοβολίας UV  
(<http://www.cancercouncilnt.com.au/Sunsmart/SSUnderstandingUV.htm>)

EXPOSURE CATEGORY	UVI RANGE
LOW	< 2
MODERATE	3 TO 5
HIGH	6 TO 7
VERY HIGH	8 TO 10
EXTREME	11+

Εικόνα 4. Διακύμανση της επικινδυνότητας του δείκτη της υπεριώδους ακτινοβολίας (UV-Index) σε χρωματική κλίμακα (πράσινο: χαμηλή επικινδυνότητα έως και μωβ: εξαιρετικά υψηλή επικινδυνότητα) [Global Solar UV Index, 2002]

### 3.1.3 Ετοιμολογία

Ultraviolet: Το πρώτο συνθετικό της λέξης, ultra, μεταφράζεται «πέρα από», το δεύτερο συνθετικό, violet, μεταφράζεται «μωβ, ιώδες». (Το ιώδες είναι και το χρώμα με το μικρότερο μήκος κύματος στο φάσμα του ορατού φωτός)

### **3.1.4 Τεχνητές Πηγές Υπεριώδους ακτινοβολίας**

Εκτός από την ηλιακή υπεριώδη ακτινοβολία (UVR), η οποία αντιπροσωπεύει την κύρια έκθεση ακτινοβολίας υπάρχει μια ποικιλία από τεχνητές πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας. Οι τεχνητές πηγές υπεριώδους ακτινοβολίας εκπέμπουν ένα φάσμα, από τα μήκη κύματος, ειδικά για κάθε πηγή και περιλαμβάνουν διάφορες λάμπες που χρησιμοποιούνται στην ιατρική, τη βιομηχανία, τις επιχειρήσεις, την έρευνα, για οικιακούς όπως και για αισθητικούς λόγους.

«Μέσα στις βασικές τεχνητές Πηγές Υπεριώδους ακτινοβολίας είναι τα ηλεκτρικά τόξα συγκόλλησης τα οποία μπορούν να παράγουν σημαντικά επίπεδα της υπεριώδους ακτινοβολίας σε ακτίνα αρκετών μέτρων. Η συγκόλληση αερίου και δάδες κοπής δεν παράγουν υψηλά επίπεδα της υπεριώδους ακτινοβολίας» (Bitran et al. 1999).

Οι λάμπες ξήρανσης χρησιμοποιούν UVR για να σκληρύνουν τις ρητίνες και να στεγνώσουν τα χρώματα και άλλες ουσίες. Μπορούν να εκπέμπουν είναι αρκετά έντονες ακτινοβολία αλλά συνήθως βρίσκονται στο εσωτερικό κλειστό χώρων όπου δεν διαφεύγει UVR (Bitran et.al. 1999).

Τα λεγόμενα “black light” είναι λάμπες που παράγουν UV-A, χρησιμοποιούνται σε διαφορές δοκιμές, στον έλεγχο των εντόμων και στη βιομηχανία θεάματος. Δεν παρουσιάζουν υψηλή έκθεση κινδύνου η απόσταση των ματιών και μια πηγής black light είναι μικρή.

«Οι μικροβιοκτόνοι λαμπτήρες εκπέμπουν UVB και UVC ακτινοβολία, χρησιμοποιούνται κυρίως για την αποστείρωση χώρων, επιφανειών και του αέρα έως και υγρών . Λάμπες που χρησιμοποιούνται είναι λάμπες αλογόνου, λάμπες τύπου xenon, **λαμπτήρες** εκκένωσης **μεταλλικών αλογονιδίων**. Οι λαμπτήρες πυρακτώσεως και φθορισμού δεν παρουσιάζουν γενικά υψηλό κίνδυνο έκθεσης» (Carex Canada 2012)

«Οι ‘θεραπευτικές λάμπες’ υπεριώδους ακτινοβολίας , που χρησιμοποιούνται στη φυσικοθεραπεία και δερματολογία για την θεραπεία της ψωρίασης και άλλων δερματικών παθήσεων μπορεί να εκπέμπου είτε UV -A ή UV -B. Οι χρόνοι έκθεσης της θεραπείας με ακτινοβολία UV- B διαρκούν τυπικά λιγότερο από ένα λεπτό επειδή με μεγαλύτερους χρόνους έκθεσης μπορεί να οδηγήσει σε βλάβη του δέρματος.» (Bitran et.al. 1999)

«Ο όρος " LASER " είναι ένα ακρωνύμιο , Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation.” ( Ενίσχυση φωτός με εξαναγκασμένη Εκπομπή ακτινοβολίας). Το φως από ένα λέιζερ έχει μια πολύ μικρή απόκλιση .Η πιο κοινή ζημία από ένα λέιζερ είναι η θερμική , αλλά η χρόνια έκθεση γύρω λέιζερ υν ακόμη και έξω από τη δέσμη μπορεί να έχει τα ίδια αποτελέσματα με την έκθεση στις ακτίνες UVA και UVB . Οι ζημιές στα μάτια από λέιζερ είναι μη αναστρέψιμη. Η θωράκιση του προσώπου κατά την εργασία με λέιζερ είναι υποχρεωτική» (Cook et al. 2013).

Οι λάμπες τεχνητού μαυρίσματος (tanning lamps) εκπέμπουν κυρίως υπεριώδη ακτινοβολία UVA με μερικά επί τοις εκατό περιεκτικότητα σε UVB. Η χρήση των λαμπών μαυρίσματος μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική έκθεση ακτινοβολίας UV -A .

### **3.1.5 Μικρού μήκους κύματος ακτινοβολία UVC**

Η UVC όπως προείπαμε δεν παρατηρείται σχεδόν ποτέ στην φύση γιατί απορροφάτε πλήρως στην ατμόσφαιρα. Βέβαια υπάρχουν τεχνητοί τρόποι παραγωγής της κυρίως σε εργαστήρια αλλά και σε άλλες εγκαταστάσεις όπως και σε οικίες.

«Η κατηγορία υπεριώδους ακτινοβολίας UVC, με το μικρότερο μήκος κύματος και παράλληλα με την υψηλότερη ένταση, απορροφάται έντονα από τα περισσότερα οργανικά υλικά. Η ισχυρή απορρόφηση από τα οργανικά μόρια, συμπεριλαμβανομένου του DNA, οδηγεί σε σοβαρή βλάβη του μορίου και στην αναπαραγωγική διεργασία του οργανισμού, οδηγώντας στον θάνατο των ‘‘μικροβίων’’» (Chabot 2011)

Η σχέση μεταξύ της βακτηριοκτόνου επίδρασης και του μήκους κύματος της δείχνει την μέγιστη επίδραση στα 254 nm και ότι σχεδόν μηδενίζεται στα 320 nm και στην πραγματικότητα στα 320 nm το 0,4% είναι η μέγιστη τιμή της βακτηριοκτόνου δράσης (Bintsis et al. 2000)

### **3.1.6 Πρακτικές εφαρμογές**

Όπως έχουμε προαναφέρει η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας έχει αναπτυχτεί σε πολλούς τομείς. Συγκεκριμένα η δράση της UVC είναι κυρίως μικροβιοκτόνος όποτε μπορούμε να συνοψίσουμε τις πρακτικές εφαρμογές της σε 3 κατηγορίες :1) αναστολέας μικροοργανισμών σε επιφάνειες, κυρίως, 2) απολύμανση του αέρα συγκεκριμένων χώρων 3) αποστείρωση υγρών στοιχείων

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

## 4.1 Σκοπός πειράματος

Σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθούν μέχρι ποια όρια είναι ανεκτή η ακτινοβολία UVC, χωρίς να επιφέρει ανεπανόρθωτες βλάβες στο φυτό *Petunia sp.* ώστε στο μέλλον να υπάρχει γνώμονας για περαιτέρω μελέτη των φυτών σε έκθεση ακτινοβολίας UVC σε βέλτιστες τιμές εφαρμογών και συχνότητας για την εντατικοποίηση της ανάπτυξης και της ανθοφορίας αυτών.

## 4.2 Υλικά και μέθοδοι

Σε αυτό το πείραμα χρησιμοποιήθηκαν φυτά *Petunia sp.* τα οποία μεταφυτεύτηκαν σε στάδιο ανάπτυξης 4 έως 5 φύλλων σε πλαστικά δοχεία 2,5 Lt σε υπόστρωμα τύρφη/περλίτη σε αναλογία 2:1. Όλα τα φυτά τοποθετήθηκαν σε πάγκους μέσα σε μη θερμαινόμενο θερμοκήπιο με ανοικτά παράθυρα σε εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο.

Ο συνολικός αριθμός φυτών που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 60. Χωρίσαμε τα φυτά σε 6 ομάδες αυξανόμενων εφαρμογών ακτινοβολίας που περιλάμβαναν 10 επαναλήψεις η κάθε μια. Μια από τις ομάδες δεν ακτινοβολήθηκε ώστε να χρησιμοποιηθεί ως μάρτυρας. Ο υπόλοιπες ομάδες ήταν οι εξής: 0,5, 1, 2,5, 5, 10 kJ/m<sup>2</sup>.

Οι ακτινοβολήσεις γινόντουσαν 1 φορά την εβδομάδα για 9 συνεχόμενες εβδομάδες. Πριν από κάθε ακτινοβολήση λαμβανόντουσαν μετρήσεις για την ανάπτυξη και την πρόοδο των φυτών που αφορούσαν το μήκος, το πλάτος και το ύψος τους (τα οποία εκτός της ανάλυσης τους ως ξεχωριστά δεδομένα τα χρησιμοποιούσαμε παίρνοντας

το μέσο όρο τους και τα διαιρούσαμε δια του 3 ώστε στην τελική ανάλυση να έχουμε και ένα ακόμη μέτρο σύγκρισης ως “δείκτη” η “ρυθμό ανάπτυξης”) και επίσης στις τελευταίες εβδομάδες το πλήθος και χρονισμό των ανθέων.

Μετά το πέρας των ακτινοβολήσεων έγινε ηλεκτρονική καταγραφή σε φύλλα Excel του Microsoft office και στην συνέχεια υπέστησαν στατιστική ανάλυση και απεικόνιση σε γραφήματα για καλύτερη κατανόηση των αποτελεσμάτων.

### **4.3 Εφαρμογή της υπεριώδους ακτινοβολίας**

Η εφαρμογή της ακτινοβολίας γινότανε εντός ειδικού θαλάμου με μικροβιοκτόνους λάμπες χαμηλής πίεσης υδραργύρου (τύπου Osram HNS OFR). Τέσσερεις λάμπες τοποθετήθηκαν στο πάνω μέρος μια οριζόντιας επιφάνειας ενός μεταλλικού σκελετού (μήκος 120 cm, ύψος 100 cm, πλάτος 80 cm). Κάθε λάμπα, 2,5 cm διαμέτρου και 88 cm μήκους, είχε ισχύ 30 W με μέγιστο μήκος κύματος 253,7 nm. Η μέτρηση της ακτινοβολίας πραγματοποιούνταν τοποθετώντας φυτά *Petunia* sp. σε γλάστρες 20-30 cm κάτω από τις μικροβιοκτόνους λάμπες. Πριν από κάθε ακτινοβολήση υπολογίζαμε το χρόνο έκθεσης μετρώντας την ακτινοβολία UVC χρησιμοποιώντας πολλαπλών αισθητήρων οπτικό ραδιόμετρο με ανιχνευτή στα 254 nm (Steril Air, UV- Technologie Grafelfing, Germany)

Ο χρόνος έκθεσης  $t$  σε δευτερόλεπτα για να επιτευχθεί η επιθυμητή δόση υπολογίστηκε με βάση τον τύπο  $t = 100 \times D/Dt$  (1)

Όπου  $D$  είναι το επιθυμητό επίπεδο δόσης σε  $Kj/m^2$  και

$Dt$  είναι η μετρούμενη ακτινοβολία από τον μετρητή UVC σε  $MW.cm-2$

Οι δόσεις εφαρμογής ήταν: 0,5,1 ,2,5 ,5 ,10  $Kj/m^2$  . Έτσι για κάθε μια από τις παραπάνω δόσεις αναλογεί διαφορετικός χρόνος ακτινοβολήσης. Διότι, σύμφωνα και με τον τύπο (1) όσο μεγαλύτερη είναι η δόση εφαρμογής τόσο μεγαλύτερος είναι και ο



χρόνος έκθεσης στην ακτινοβολία. Ορίσαμε στα 13 cm αρχικά το σημείο τοποθέτησης του αισθητήρα ώστε να καλύπτει όσο το δυνατόν καλύτερα όλο το φύλλωμα των φυτών και να έχουμε ένα σημείο αναφοράς για τον υπολογισμό της δοσολογίας μετρητής μας έδωσε αποτέλεσμα  $1,4 \text{ W/m}^2$  οπότε οι πρώτες δόσεις εφαρμογής ορίστηκαν ως εξής :

<b>Kj.m-2</b>	<b>second</b>
0Kj	0
0,5Kj	36
1 Kj	72
2,5Kj	179
5Kj	360
10kj	720

Στη συνέχεια του πειράματος ο χρόνος έκθεσης διαφοροποιήθηκε αναλόγως με το ύψος του φυλλώματος των φυτών

#### **4.4 Φυτικό Υλικό**

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 60 φυτά πετούνιας σε στάδιο ανάπτυξης 4 ως 5 φύλλων, ύψους 5 cm κατά μέσο όρο της ποικιλίας ‘‘*Surfinia*’’ τα οποία προμηθευτήκαμε από την εταιρία παραγωγής MARIGOLD PLANTS A.E. (Μαραθώνας, Αττικής)

#### **4.5 Διάφορες περιποιήσεις των φυτών**

Η άρδευση των φυτών γίνονταν σε καθημερινή βάση λόγω των απαιτήσεων των φυτών αλλά και κυρίως λόγω των καιρικών συνθηκών. Μία φορά την εβδομάδα μαζί με την άρδευση γίνονταν ταυτόχρονα και η λίπανση. Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν πλήρες (20-12-15, Scotts Ltd., UK) το οποίο ήταν βρέξιμη σκόνη. Μοιράσαμε 250 ml διαλύματος σε κάθε φυτό. Δεν εφαρμόστηκε κανένα κλάδεμα και καμία υποστύλωση

#### **4.6 Αποτελέσματα**

Η επίδραση της UVC ακτινοβολίας στο ρυθμό ανάπτυξης των φυτών της πετούνιας ήταν αντιστρόφως ανάλογη. Όσο αυξανόταν η δόση της ακτινοβολίας τόσο μειωνόταν ο ρυθμός ανάπτυξης των φυτών. Το ίδιο ίσχυσε και για το ύψος των φυτών όχι σε τόσο έντονο βαθμό όμως. (Πίνακας 4.5.1).

**Πίνακας 4.5.1** Ύψος (cm) φυτών *Petunia* sp. και δοσολογίες ακτινοβολήσης ανά εβδομάδα

Εφαρμογές Kj/m <sup>2</sup>	Εβδομάδες								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	4,6	4,4	5,3	7,1	8,3	9,1	10,4	13,0	15,0
0,5	4,7	4,3	5,2	6,6	7,1	8,7	10,2	12,4	14,7
1	4,7	4,7	5,2	6,0	6,9	8,6	9,1	10,7	12,0
2,5	4,3	4,7	-	-	-	-	-	-	-
5	4,8	4,9	-	-	-	-	-	-	-
10	5,0	5,1	-	-	-	-	-	-	-

(Τα κατεστραμμένα φυτά έχουν σημειωθεί με παύλες στον πίνακα)

**Πίνακας 4.5.2.** Μονάδες ρυθμού ανάπτυξης των φυτών *Petunia* sp. και δοσολογίες ακτινοβολήσης ανά εβδομάδα (ο ρυθμός προκύπτει από την πράξη : ύψος + διάμετρος a + διάμετρος b / 3)

Εφαρμογές Kj/m <sup>2</sup>	Εβδομάδες								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	6,4	7,1	7,9	9,0	13,4	17,2	22,4	27,5	39,2
0,5	6,2	6,8	7,4	8,0	10,9	14,2	17,0	21,3	31,9
1	6,3	6,7	6,9	7,0	8,5	10,5	11,5	13,6	19,2
2,5	6,5	6,9	-	-	-	-	-	-	-
5	6,6	7,0	-	-	-	-	-	-	-
10	6,7	6,9	-	-	-	-	-	-	-

(Τα κατεστραμμένα φυτά έχουν σημειωθεί με παύλες στον πίνακα)

Εκτός της μείωσης του ύψους των φυτών παρατηρήθηκε και μία τάση σμίκρυνσης του μεγέθους των φύλλων και της περιμέτρου των φυτών που οδηγούσε σε πιο πυκνή βλάστηση, που παρατηρήθηκε οπτικά (Πίνακας 4.5.2., Εικόνα 4.5.4.)



**Εικόνα 4.5.1** Όλες οι εφαρμογές στη 2<sup>η</sup> βδομάδα ακτινοβολίας. Ξεκινώντας από τα αριστερά προς τα δεξιά με την ομάδα με την μεγαλύτερη δοσολογία ακτινοβολίας 10 KJ/m<sup>2</sup> με φθίνουσα κατανομή καταλήγουμε στον μάρτυρα που δεν έχει ακτινοβοληθεί

Οι υψηλότερες δόσεις ακτινοβολίας UVC (2,5 KJ/m<sup>2</sup>, 5 KJ/m<sup>2</sup>, και 10 KJ/m<sup>2</sup>) είχαν ως αποτέλεσμα την καταστροφή των φυτών αυτών των εφαρμογών από την 3<sup>η</sup> κιόλας εβδομάδα (Εικόνα 4.5.1, 4.5.2 4.5.3). Οι δόσεις 0,5 KJ/m<sup>2</sup> και 1 KJ/m<sup>2</sup> ήταν “ανεκτές” από τα φυτά δείχνοντας αισθητά αποτελέσματα μείωσης ύψους τους από το

τέλος της 4<sup>ης</sup> εβδομάδας και αποτελέσματα μείωσης ρυθμού ανάπτυξης προς την αρχή της 5<sup>ης</sup> εβδομάδας. (Πίνακας 4.5.2 , 4.5.1)



**Εικόνα 4.5.2** Φυτά της κατηγορίας με την μέγιστη δόση ακτινοβολίας με εμφανή καταστρεπτικά εγκαύμα



**Εικόνα 4.5.3** Αριστερά είναι τα φυτά της κατηγορίας με την μέγιστη δόση ακτινοβολίας και δεξιά τα φυτά που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες και δεν ακτινοβολήθηκαν. (πρώτες εβδομάδες λίγο πριν την καταστροφή των φυτών)





**Εικόνα 4.5.4** Τελική μορφή των φυτών *Petunia sp.* στην 9<sup>η</sup> και τελευταία εβδομάδα του πειράματος. Από τα δεξιά προς τα αριστερά ακολουθούν: Μάρτυρας, 0,5 και 1 kJ/m<sup>2</sup>)

Το 50% των φυτών που χρησιμοποιήθηκαν ως μάρτυρες άνθησαν με τουλάχιστον ένα λουλούδι ανά φυτό. Στα ακτινοβολημένα φυτά υπήρξε αργοπορημένη ανθοφορία και παράλληλα υπερβολικά μικρό ποσοστό της τάξης του 10% και με μόνο ένα άνθος ανά φυτό.

Εκτός της μείωσης του ύψους των φυτών παρατηρήθηκε και μία τάση σμίκρυνσης του μεγέθους των φύλλων και της περιμέτρου των φυτών που οδηγούσε σε πιο πυκνή βλάστηση, που παρατηρήθηκε οπτικά

## 4.7 Συμπεράσματα

Από τις πρώτες εβδομάδες ακτινοβολήσης υπήρχαν εμφανή αποτελέσματα της επίδρασης της ακτινοβολίας UVC τόσο στο ρυθμό ανάπτυξης όσο και στο ύψος των φυτών, και την πυκνότητα της βλάστησης που δεν ήταν μέσα στους υπολογίσιμους παράγοντες εξ αρχής.

Αναλυτικότερα από τις πρώτες εβδομάδες παρατηρήθηκε χαρακτηριστική μείωση του ύψους, και στις περιπτώσεις των μεγαλύτερων δόσεων ακτινοβολίας ολοκληρωτική καταστροφή των φυτών. Επίσης παρατηρήθηκε μείωση του ρυθμού ανάπτυξης των φυτών η οποία ήταν αισθητή μεν από τις πρώτες εβδομάδες αλλά μετά την 5<sup>η</sup>-6<sup>η</sup> εβδομάδα η διαφορά ξεκίνησε να μεγαλώνει σε χαρακτηριστικό βαθμό. Μετά την ολοκληρωτική καταστροφή των εφαρμογών 2,5 KJ/m<sup>2</sup>, 5 KJ/m<sup>2</sup>, 10 KJ/m<sup>2</sup>, στην αρχή της 3<sup>ης</sup> εβδομάδας, συνεχίσαμε με τις υπόλοιπες ομάδες εφαρμογών έως την 9<sup>η</sup> εβδομάδα.

Η εφαρμογή των 0,5 KJ/m<sup>2</sup> ενώ έδειξε να λειτουργεί το ίδιο σχεδόν στρεσογόνα με την εφαρμογή του 1 KJ/m<sup>2</sup> στη συνέχεια παρατηρήσαμε ότι τα φυτά απέκτησαν μια μικρή προσαρμοστικότητα στην ακτινοβολία. Τη μεγαλύτερη διαφορά την παρουσίασε όσο αναφορά το ύψος αλλά και τον ρυθμό ανάπτυξης η εφαρμογή του 1 kJ/m<sup>2</sup>. Αντίστοιχα η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C σε δόσεις 0,5-5 kJ/m<sup>2</sup> μείωσε στατιστικά σημαντικά το ύψος φυτών γερανιού σε σχέση με τα φυτά μάρτυρες (Darras et al. 2012). Επίσης αντίστοιχες παρατηρήσεις παρουσιάστηκαν από τους Hector et al. (2005) όπου φυτά *Arabidopsis* που ακτινοβολήθηκαν με υπεριώδη ακτινοβολία UV-B εμφάνισαν μικρότερο ύψος (Τσικαλουδάκης 2013). Από τα παραπάνω συμπεραίνουμε ότι υπάρχει μια αντιστοίχιση των αποτελεσμάτων από τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας UVB και UVC.

Εκτός της μείωσης του ύψους των φυτών παρατηρήθηκε και μία τάση σμίκρυνσης του μεγέθους των φύλλων η οποία ήταν φυσιολογική αντίδραση των φυτών λειτουργώντας ως μηχανισμός προστασίας από την έκθεση στην ακτινοβολία.

Η περίμετρος των ακτινοβολημένων φυτών παρατηρήθηκε να είναι πιο μικρή και με παράλληλα πιο πυκνή βλάστηση το οποίο ήταν μόνο οπτικά ορατό, διότι δεν είχαμε κάνει κάποιες μετρήσεις περί αυτού. Το συγκεκριμένο φαινόμενο δεν είχε μελετηθεί και δεν υπήρχε σχεδιασμός ώστε να μελετηθεί από την αρχή. Σύμφωνα με τον Darras et al. (2012) κατά τη 5<sup>η</sup> εβδομάδα ακτινοβολήσης φυτών τομάτας (ποικιλίας "Belladonna") με δόση 1 KJ/m<sup>2</sup> και πλήθος ακτινοβολήσεων τρεις φορές την εβδομάδα παρουσιάστηκαν περισσότεροι κόμβοι και ταξιανθίες από τα φυτά μάρτυρες. «Αντίστοιχα η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C σε γεράνια με δόσεις 0,5-5 KJ/m<sup>2</sup> εμφάνισε αύξηση στον αριθμό των πλάγιων βλαστών και στον αριθμό των ταξιανθιών που δημιουργήθηκαν. Οι αυξήσεις στον αριθμό των ταξιανθιών έφτασαν σε ποσοστά έως και 75%» (Darras et al. 2012). Σύμφωνα με την παραπάνω βιβλιογραφία υπάρχουν ενδείξεις ότι το φαινόμενο αυτό στηρίζεται στην επίδραση της ακτινοβολίας UV-C. Χρειάζεται όμως κάποιο επαναληπτικό πείραμα ώστε να υπάρχει σχεδιασμός για να μελετηθεί το συγκεκριμένο φαινόμενο και να υπάρχει και στατιστική ανάλυση διότι παρατηρήθηκε μόνο οπτικά στο πείραμα μας.

Εν κατακλείδι μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η πετούνια παρουσιάζει μια ευαισθησία όσο αναφορά την υπεριώδη ακτινοβολία και τα αποτελέσματα του πειράματος ήταν ουδέτερα (εξαιρώντας τα φυτά που ακτινοβολήθηκαν με 2,5 KJ/m<sup>2</sup>, 5 KJ/m<sup>2</sup> και 10 KJ/m<sup>2</sup> τα οποία καταστράφηκαν ολοκληρωτικά). Θα πρέπει να ξανακάνουμε μια αναφορά στις μελέτες του Darras et al. (2005) και της Hector. (2007) για την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C και UV-B σε φυτά γερανιού και Arabidopsis αντίστοιχα



με τις οποίες υπάρχει μία ταύτιση και μπορούμε να καταλήξουμε στο συμπέρασμα ότι τα φυτά παρουσιάζουν μειωμένο ύψος εφόσον εκτεθούν σε συγκεκριμένες δοσολογίες της.

Όσος αναφορά την μελέτη του Darras et al. (2012) όπου ακτινοβολήθηκαν φυτά τομάτας και παρουσιάστηκαν περισσότεροι κόμβοι και ταξιανθίες από τα φυτά μάρτυρες αλλά και αντίστοιχα η χρήση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C σε γεράνια που εμφάνισαν αύξηση στον αριθμό των πλάγιων βλαστών και στον αριθμό των ταξιανθιών θα μπορούσαμε να πούμε ότι υπάρχει μια ταύτιση με το πείραμα μας αλλά και πάλι θα χρειαστεί ένα επαναληπτικό πείραμα για να επιβεβαιωθεί και στατιστικά το αποτέλεσμα.

Το στατιστικά αποτελέσματα έκριναν ότι τα όρια αντοχής του φυτού *Petunia* sp. βρίσκονται στο  $1 \text{ KJ/m}^2$  ακτινοβολίας UV-C με πλήθος ακτινοβολήσης μια φορά ανά εβδομάδα.

Για να μπορέσουμε να κάνουμε μία περαιτέρω ανάλυση θα πρέπει να υπάρξει σίγουρα επαναληπτικό πείραμα με διαφορετικές εφαρμογές δοσολογιών. Θα πρέπει να πειραματιστούμε με εύρος εφαρμογών ακτινοβολίας που θα κυμαίνεται από 0 έως  $1 \text{ kJ/m}^2$  εφόσον παρατηρήσαμε ότι τα φυτά ανταποκρίθηκαν ελάχιστα αλλά και φυσιολογικά σε αυτές τις δόσεις ακτινοβολίας. Επίσης θα πρέπει να ρυθμίσουμε τις επαναλήψεις ανά εβδομάδα ή θα μπορούσαμε να αυξήσουμε και τις ημέρες ανά ακτινοβολήση.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

### Ελληνική

**Βροντάκης Κ.Γ.** (2014). Ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, μια καθημερινή απειλή για την ανθρώπινη υγεία <http://www.aktinovolia.com/downloads/radiation.pdf> Τελευταία επίσκεψη 15/4/2014

**Κανταρτζής Ν.** (1991). Ανθοκομία τεύχος 2-Ετήσια Φυτά Καλοκαιριού Για την Αρχιτεκτονική & Αρχιτεκτονική του τοπίου. σελ. 90-91

**Κουλικούρδη Π.** (2000). “Πετούνια η παραγωγή και η χρήση της”. Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Ηπείρου, Άρτα

**Μακράκης Δ.** (2008). Φυσική Θετικής & Τεχνολογικής Κατεύθυνσης Γ΄ Τάξης Γενικού Λυκείου, Αθήνα

**Τσικαλουδάκης Γ.** (2013). Επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας UV-C στο φυτο *Lycopersicum esculdum*’. ΤΕΙ Πελοποννήσου, Καλαμάτα

**Χαλβατζή Γ.** (2006). Επίδραση της αγωγιμότητας του νερού άρδευσης κρεμοκλαδούς πετούνιας, Πτυχιακή εργασία, ΤΕΙ Ηπείρου, Άρτα

### Ξένη

**Bintsis T., Litopoulou-Tzanetaki E. and Robinson R.K.** (2000). Existing and potential applications of ultraviolet light in the food industry p. 637-645

**Bitran, M., E. Cowdrey, R. Ross, (1999).** Solar and Artificial Ultraviolet Radiation: Health Effects and Protective Measures, Report RSU 118/OT/0799 Canada

**Browning S. (2014)** The Year of Petunia, University of Nebraska

Cook et al. 2013

**Darras A.I. Joyce D.C. and Terry L.A.** (2005). Treatments with MeJA vapour suppresses specking of cut freesia flowers caused by *Botrytis cinerea*. *Postharvest Biology and Technology* 38: 175-182

**Darras A.I. Demopoulos V. Bali I. and Tiniakou C.A.** (2012). Photomorphogenic reactions in geranium (*Pelargonium x hortotum*) plants following brief exposures to ultraviolet-C (UV-C) irradiation. *Plant Growth Regulation* 68(3): 343-350

**Hectors K. Prinsen E. De Coen W. Jansen MAK. Guisez Y.** (2007). Arabidopsis thaliana plants acclimated to low dose rates of ultraviolet B radiation show specific changes in morphology and gene expression in the absence of stress symptoms. *New Phytol* 175:255–270

**Jauron R.** (1995) Article: Petunias, Department of Horticulture p. 44.

**Jauron R.** (1999) Article: Selecting and Planting Petunias, Department of Horticulture p. 14-15

**Knapp, S., Bohs, L., Nee, M. and Spooner, D. M.** (2004). Conference Review: Solanaceae—a model for linking genomics with biodiversity. *Comparative and Functional Genomics* 5, 285–291.

**Le Strange M.** (2009) Petunias perk up garden, Master Gardener Newspaper Articles, University of California

**Perry L.** (2014). Petunias for the porch, patio, and garden plot <http://pss.uvm.edu/ppp/articles/petunias.htm> Τελευταία επίσκεψη 6/2/2014

**Rijkema, A. T. Geratsand, M. Vandenbussch** (2006). Genetics of Floral Development in Petunia (p. 238-239)

**Russ K. and B. Polomski** (2007). Petunia, Clemson University Cooperative Extension Service

**van der Krol' A. I. and Nam-Hai Chua-** (1993). Flower Development in Petunia. The Plant Cell, Vol. 5, 1195-1203

## **Διαδίκτυο**

**Online κοινότητα-Κοινωφελής μη κερδοσκοπική οργάνωση φίλων του καρκίνου**

Μείνε δυνατός BeStrong.org.gr - 28.03.14

**Εθνικό Δίκτυο μέτρησης της υπεριώδους ακτινοβολίας-**

<http://lap.physics.auth.gr/uvindex> Τελευταία επίσκεψη 5/4/2014

**Εθνική επιτροπή τηλεπικοινωνιών και Ταχυδρομείων(ΕΕΤΤ)-**

[http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic\\_Communications/Antennas\\_EMR/health/EMRadiation/EMRadiation/](http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Antennas_EMR/health/EMRadiation/EMRadiation/) Τελευταία επίσκεψη 15/4/2014

**Σημειώσεις για την υπεριώδη ακτινοβολία**

Πανεπιστήμιο Πάτρας-Τμήμα Φυσικής

[http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course\\_109\\_9464.pdf](http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course_109_9464.pdf)

**Carex Canada (2012)** - Surveillance of environmental and occupational exposures for cancer prevention  
Uv Radiation,Artificial , Canada 2014-<http://www.carexcanada.ca/en/>

**Case Western University (2013)** Ultraviolet radiation Safety,  
<https://www.case.edu/ehs/Training/UV/UVsafety.pdf>

**Chabot G. (2011) Answer to Question #9450 Submitted to "Ask the Experts"-Health physics Society,** <http://www.hps.org/publicinformation/ate/q9450.html>

**Global Solar UV Index: A Practical Guide.** World Health Organization (WHO), Library Cataloguing-in-Publication Data, 2002

**International Agency for Research on Cancer (2006)** Exposure to Artificial UV Radiation and Skin Cancer, IARC France

**Petunias** - their history and use in the garden-

<http://grahamrice.com/annuals/az/p/petuniatg0697.html>

**2014 The Year of Petunia** <http://lancaster.unl.edu/hort/articles/2014/Petunia.shtml>

Τελευταία επίσκεψη 5/2/2014