



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΟΖΟΝΤΟΣ ΚΑΙ ΥΠΕΡΙΩΔΟΥΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ
ΣΤΗ ΒΛΑΣΤΗΣΗ ΤΩΝ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΟ ΜΗΚΟΣ
ΤΟΥ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΑ ΤΩΝ ΕΙΔΩΝ LYCOPERSICON
ESCULENTUM, CAPSICUM ANNUUM, SOLANUM
MELONGENA ΚΑΙ GOSSYPIUM HIRSUTUM.**



Επιμέλεια : ΠΑΒΕΛΗ ΜΑΡΙΑ

**Πτυχιακή Διατριβή που υποβλήθηκε στο Τμήμα Γεωπονίας Φυτικής
Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος του Πανεπιστημίου
Θεσσαλίας ως μερική υποχρέωση για τη λήψη του πτυχίου του
Γεωπόνου.**

ΒΟΛΟΣ 2007



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

Αριθ. Εισ.: 5690/1
Ημερ. Εισ.: 21-08-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2007
ΠΑΒ

Τριμελής Εξεταστική Επιτροπή

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Ε. Βαρδαβάκης

Λέκτορας

ΜΕΛΟΣ

Π. Λόλας

Καθηγητής

ΜΕΛΟΣ

Ν. Τσιρόπουλος

Αν. Καθηγητής

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Ευχαριστώ θερμά τον Λέκτορα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας κ. Εμμανουήλ Βαρδαβάκη για την υπόδειξη του θέματος, αλλά και για την καθοδήγηση και συμπαράσταση που μου προσέφερε, κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστώ επίσης τον Καθηγητή κ. Πέτρο Λόλα και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Νικόλαο Τσιρόπουλο και για τις διορθώσεις και τις υποδείξεις που μου έκαναν, ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής.

Ευχαριστώ τους γονείς μου Βασίλειο και Ειρήνη για την υποστήριξη και συμπαράστασή τους όλα αυτά τα χρόνια. Ευχαριστώ τον κ. Σουίπα Σπύρο για την βοήθειά του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος στο αγρόκτημα του Βελεσίνου, την συμφοιτήριά μου Παπαδοπούλου Ελισάβετ για την συμπαράσταση και τη βοήθειά της τα τελευταία 7 χρόνια, τον συμφοιτητή και φίλο μου Μπατσίλα Ιωάννη και τον συμφοιτητή μου Καμπουρίδη Άνθιμο για την βοήθειά τους κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	4
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	6
A) ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ	7
1. ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ.....	7
1.1. Επικονίαση-γονιμοποίηση	7
1.2. Γυρέοκοκκοί.....	7
2. ΟΖΟΝ	9
2.2. Το τροποσφαιρικό όζον	10
2.3. Η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος	12
2.6. Επίδραση όζοντος στα φυτά	17
2.6.α. Πρόσληψη του όζοντος από τα φυτά.....	17
2.6.β. Βλάβες που προκαλούνται από την επίδραση του όζοντος στα φυτά	18
3. ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV-B).....	24
3.1. Προέλευση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV-B).....	24
3.2. Μετρήσεις στον Ελλαδικό χώρο.....	25
3.3 Δείκτης UV (UV Index)	25
3.4. Επίδραση UV-B στα φυτά.....	26
4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ.....	30
4.1. Τομάτα	30
4.1.α. Γενικά	30
4.1.β. Βοτανικά γνωρίσματα.....	31
4.1.γ. Επικονίαση-γονιμοποίηση ανθέων.....	32
4.2. Πιπεριά	33
4.2.α. Γενικά	33
4.2.β. Βοτανικά γνωρίσματα.....	33
4.2.γ. Γονιμοποίηση-επικονίαση ανθέων.....	34
4.3 Μελιτζάνα.....	35
4.3.α. Γενικά	35
4.3.β. Βοτανικά γνωρίσματα.....	35
4.3.γ. Επικονίαση-γονιμοποίηση ανθέων	37
4.4 Βαμβάκι	37
4.4.α Γενικά	37
4.4.β Βοτανικά γνωρίσματα.....	38
4.4.γ. Επικονίαση-γονιμοποίηση ανθέων	39
5. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ.....	41
B. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	42
1. Φυτικό υλικό.....	42
2. Διαταξη φυτών στο θερμοκήπιο	42
3. Καλλιεργητικές φροντίδες.....	43
4. Μετεωρολογικά δεδομένα	43
5. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού.....	44
6. Συλλογή ανθέων	44
7. Περιγραφή θαλάμων.....	45
9. Λήψη παρατηρήσεων-μετρήσεων.....	46
10. Στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων	47

Γ. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	48
1. ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ.....	49
1.1. Όζον – Βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.....	49
1.2. Όζον - Μήκος γυρεοσωλήνων.....	50
1.3. UV-B - Βλαστικότητα γυρεοκόκκων.....	51
1.4. UV-B - Μήκος γυρεοσωλήνων.....	52
2. ΤΟΜΑΤΑ.....	53
2.1. Όζον – Βλαστικότητα.....	53
2.2. Όζον – Μήκος γυρεοσωλήνων.....	54
2.3. UV-B – Βλαστικότητα γυρεοκόκκων.....	55
2.4. UV-B – Μήκος γυρεοσωλήνων.....	56
3. ΠΙΠΕΡΙΑ.....	57
3.1. Όζον – Βλαστικότητα.....	57
3.2. Όζον – Μήκος γυρεοσωλήνων.....	58
3.3. UV-B – Βλαστικότητα γυρεοκόκκων.....	59
3.4. UV-B – Μήκος γυρεοσωλήνων.....	60
4. ΒΑΜΒΑΚΙ.....	61
4.1. Όζον – Βλαστικότητα.....	61
4.2. UV-B - Βλαστικότητα.....	62
Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	63
1. Όζον.....	63
2. UV-B.....	66
Ε. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	69
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	74
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι.....	86
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ.....	120

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα εργασία έγινε αξιολόγηση της επίδρασης που είχε το όζον, η υπεριώδης ακτινοβολία UV-B καθώς και διάφορες ποικιλίες καλλιεργούμενων φυτών στα ποσοστά βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και στο μήκος γυρεοσωλήνα των γυρεοκόκκων.

Τα φυτά που αξιολογήθηκαν είναι τρεις ποικιλίες της τομάτας (*Lycopersicon esculentum*) οι Rio grande, Ace 55 και San peter, τρεις ποικιλίες της πιπεριάς (*Capsicum annuum*) οι π-13, π-14 και Φλωρίνης, τρεις ποικιλίες της μελιτζάνας (*Solanum melongena*) οι Black beauty, Λαγκαδά και Τσακώνικη και δύο ποικιλίες του βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) οι Romanos και Allegria.

Το πείραμα διεξήχθη κατά την περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου 2005 στο αγρόκτημα του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, που βρίσκεται στην περιοχή του Βελεστίνου, στο εργαστήριο Γεωργίας και στο παράπηγμα του ίδιου τμήματος στο Φυτόκο της Νέας Ιωνίας του Νομού Μαγνησίας.

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε για τη διεξαγωγή του πειράματος ήταν παραγοντικό με τρεις παράγοντες: ποικιλία φυτού, όζον και ακτινοβολία UV-B. Για την πιπεριά, τη μελιτζάνα και την τομάτα είχαμε 3 ποικιλίες x 2 επίπεδα όζοντος και 3 ποικιλίες x 3 επίπεδα UV-B σε 10 επαναλήψεις. Η κάθε επανάληψη αποτελεί τον μέσο όρο 10 μετρήσεων από 10 άνθη. Για κάθε επανάληψη, λοιπόν, για τη μέτρηση της βλαστικότητας έγιναν 4 μετρήσεις για κάθε άνθος, σε 4 διαφορετικά πεδία του μικροσκοπίου, όπου μετρήθηκε το σύνολο των γυρεοκόκκων σε κάθε πεδίο και πόσοι γυρεοκόκκοι από αυτούς είχαν βλαστήσει (το σύνολο των μετρηθέντων γυρεοκόκκων σε κάθε δείγμα για τη μέτρηση της βλαστικότητάς τους ήταν 200).

Τα δεδομένα καταχωρήθηκαν στο στατιστικό πρόγραμμα SPSS, όπου έγινε η στατιστική επεξεργασία εξετάζοντας για κάθε φυτό την επίδραση των μεταχειρίσεων του όζοντος ή της υπεριώδους ακτινοβολίας B (UV-B) και της ποικιλίας στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και την αύξηση του μήκους των γυρεοσωλήνων.

Το αποτέλεσμα της στατιστικής ανάλυσης (ANOVA) έδειξε μείωση για τα δύο υπό μελέτη χαρακτηριστικά (βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και μήκος των γυρεοσωλήνων) κατά τη μεταχείριση με το όζον. Το ίδιο συνέβη και κατά τη μεταχείριση με την ακτινοβολία UV-B. Όλες οι ποικιλίες από όλα τα φυτά παρουσίασαν σταδιακή μείωση της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και του μήκους των γυρεοσωλήνων αναλογικά με την προοδευτική αύξηση της υπεριώδους UV-B μέσα στους θαλάμους των υπεριωδών ακτίνων. Παρατηρήθηκαν επίσης διαφορές μεταξύ των ποικιλιών σε κάποιες από τις μεταχειρίσεις του όζοντος και της UV-B.

Το συμπέρασμα που προέκυψε ήταν η μείωση της βλαστικότητας και του μήκους των γυρεοσωλήνων όλων των φυτικών ειδών που μελετήθηκαν κατά τις μεταχειρίσεις με όζον 100 ppb και UV-B 0,1365 w/m² και 0,2232 w/m².

A) ΕΙΣΑΓΩΓΙΚΑ

1. ΓΟΝΙΜΟΠΟΙΗΣΗ ΚΑΙ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΟΙ

1.1. Επικονίαση-γονιμοποίηση

Η διαδικασία της γονιμοποίησης των φυτών είναι το βασικό βήμα στην αναπαραγωγική διαδικασία τους και η μελέτη της ενδιαφέρει πολλούς τομείς, όπως τη βοτανική, τη δενδροκομία, την εντομολογία, και την οικολογία. Η μεταφορά των γυρεοκόκκων στο στίγμα του υπέρου λέγεται επικονίαση και εξαρτάται κυρίως από τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των ανθέων. Όταν η γύρη προέρχεται από το ίδιο φυτό ή από διαφορετικά φυτά της ίδιας ποικιλίας ή του ίδιου είδους, τότε πραγματοποιείται αυτεπικονίαση. Όταν η γύρη προέρχεται από διαφορετικό φυτό άλλης ποικιλίας ή άλλου είδους τότε πραγματοποιείται σταυρεπικονίαση.

Η διαδικασία της επικονίασης απαιτεί επικονιαστές ως φορείς που φέρνουν ή κινούν τους γυρεόκοκκους από τον ανθήρα προς τον ύπερο. Οι μέθοδοι γονιμοποίησης, με κοινούς επικονιαστές ή φυτά, είναι οι εξής :

i)Βιοτική επικονίαση:

- α)Εντομόφιλη (επικονίαση με έντομα)
- β)Ζωόφιλη (επικονίαση με ζώα π.χ. πουλιά και νυχτερίδες)

ii)Αβιοτική επικονίαση

- α)Ανεμόφιλη (επικονίαση με τον άνεμο)
- β)Υδροφιλη (επικονίαση με το νερό)

Η επικονίαση των φυτών πραγματοποιείται κατά 80% βιοτικά. Από το 20 % που πραγματοποιείται αβιοτικά το 98% είναι με τον άνεμο και μόλις το 2 % με το νερό (Amots et al., 2005).

1.2. Γυρεόκοκκοι

Οι γυρεόκοκκοι φιλοξενούν τον αρσενικό γαμέτη των φυτών. Είναι επίσης οι φορείς με τους οποίους το γενετικό υλικό του αρσενικού μεταφέρεται στον θηλυκό γαμέτη. Οι γυρεόκοκκοι αναπτύσσονται στους ανθήρες και στη συνέχεια ταξιδεύουν και αποτίθενται στο στίγμα του άνθους (Rodríguez, 2000).

Το περίβλημα που φυλάει το γενετικό υλικό του αρσενικού έχει μία πολύπλοκη δομή. Η εξίνη είναι το εξωτερικό στρώμα ενός εν ζωή γυρεόκοκκου. Αποτελείται από σποροπολλενίνη, με μικρές ποσότητες πολυσακχαριτών. Η σποροπολλενίνη είναι πολύ σταθερή και ανθεκτική και χωρίζεται σε 3 υποστρώματα : το εξωτερικό, σεξίνη, το υποκείμενο νεξίνη, και το εσωτερικό στρώμα ιντίνη. Το τελευταίο αποτελείται από κυταρρίνη και είναι παρόμοιο σε δομή με τα κοινά φυτικά κύτταρα. Το στρώμα που χωρίζει τη σεξίνη από την ιντίνη καλείται ενδεξίνη (Rodríguez, 2000).

Οι γυρεόκοκκοι γενικώς κατηγοριοποιούνται ανάλογα με την εμφάνισή τους. Υπάρχουν 3 κριτήρια κατηγοριοποίησης :

- i) ο αριθμός και η θέση των ανοιγμάτων του περιβλήματος
- ii) το σχήμα του γυρεόκοκκου
- iii) η λεπτή δομή της εξίνης

Ανοιγματα θεωρούνται όλα τα κενά στην εξίνη. Είναι μεγάλα και κόβουν κάθετα την λεπτή επιφάνεια του γυρεόκοκκου. Υπάρχουν 2 τύποι ανοιγμάτων: οι πόροι, που είναι κυρίως ισοδιαμετρικά ανοίγματα, παρ' ότι μπορεί να είναι ελαφρώς επιμηκυμένοι με στρογγυλές άκρες, και οι κόλποι που είναι μακριοί με μυτερές άκρες (Rodriguez, 2000).

Στους ζωντανούς γυρεόκοκκους αυτά τα ανοίγματα δεν είναι συνήθως ανοιχτά. Αντίθετα καλύπτονται από ένα πολύ λεπτό στρώμα εξίνης. Γυρεόκοκκοι με πόρους ονομάζονται πορώδεις και αυτοί που φέρουν κόλπους, κολπώδεις, ενώ αυτοί που φέρουν και τα δύο είδη κολποπορώδεις. (Rodriguez, 2000).

Το σχήμα του περιβλήματος των γυρεοκόκκων μπορεί μερικές φορές να χρησιμεύει στην διάκριση των ειδών των γυρεοκόκκων, αλλά μπορεί και να διαφέρει σημαντικά ανάμεσα σε γυρεόκοκκους μιας ποικιλίας και μερικές φορές ανάμεσα σε γυρεόκοκκους ενός είδους (Rodriguez, 2000).

Το μέγεθος και το σχήμα των γυρεοκόκκων χαρακτηρίζουν και καθορίζουν τους τρόπους διασκορπισμού τους. Εάν ένας γυρεόκοκκος μεταφέρεται με τον άνεμο, πρέπει να είναι αρκετά μικρός ώστε η βαρύτητα να μην εμποδίζει τη μεταφορά του. Πρέπει επίσης να είναι τόσο μικρός ώστε μόλις αγγίξει την επικονιαζόμενη επιφάνεια η βαρύτητα να μην τον απομακρύνει. Εν συντομία οι γυρεόκοκκοι που μεταφέρονται με τον άνεμο πρέπει να έχουν τέτοιο μέγεθος ώστε να κολλούν στις επιφάνειες με τις οποίες έρχονται σε επαφή. (Rodriguez, 2000).

Όσον αφορά την διαδικασία γονιμοποίησης του άνθους αυτή γίνεται ως εξής: όταν ένας γυρεόκοκκος επικάθεται στο στίγμα ενός άνθους αυτό παράγει ένα έκκριμα και συντελεί στο να βλαστήσουν οι γυρεόκοκκοι και να σχηματιστεί ο γυρεοσωλήνας τους. Ο γυρεοσωλήνας αφού διέλθει από το στίγμα, αυξάνει σε μήκος για να διαπεράσει το στύλο. Όταν ο γυρεοσωλήνας εισέλθει στην ωοθήκη κατευθύνεται προς την σπερμοβλάστη, στην οποία εισέρχεται από την μικροπύλη ή τη χάλαζα (χαλαζογαμία). Μόλις ο γυρεοσωλήνας εισέλθει στον εμβρυόσακκο καταστρέφονται τα δύο συνεργά κύτταρα και το βλαστητικό κύτταρο. Ακολουθεί ένωση του ενός σπερματικού κυττάρου με το ωοκύτταρο, οπότε προκύπτει ο διπλοειδής ζυγώτης, ο οποίος θα σχηματίσει το έμβρυο ή φυτάριο.

Η απόδοση των γυρεοκόκκων καθαρά επηρεάζεται από το γενότυπο του γυρεόκοκκου. Ο ανταγωνισμός μεταξύ γυρεοκόκκων οδηγεί τελικά σε γρήγορη αύξηση του γυρεοσωλήνα (Rodriguez, 2000).

Πολλές μελέτες σε μερικά φυτικά είδη έχουν δείξει ότι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες επηρεάζουν την ανάπτυξη του γυρεόκοκκου, καθώς και αυτή του γυρεοσωλήνα. Εάν αυτή η ιδιότητα είναι ευρέως διαδεδομένη στα φυτά, μπορεί να έχει σημαντικές επιπτώσεις στην αναπαραγωγική διαδικασία τους (Rodriguez, 2000). Στην παρούσα εργασία εξετάζονται 2 περιβαλλοντικοί παράγοντες: το τροποσφαιρικό όζον και η ακτινοβολία UV-B και ο τρόπος

επίδρασή τους στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και στην αύξηση του μήκους του γυρεοσωλήνα.

2. ΟΖΟΝ

2.1. Το στρατοσφαιρικό όζον

Μια από τις σημαντικότερες ασπίδες του πλανήτη που μας προστατεύει από την επικίνδυνη υπεριώδη ακτινοβολία του ήλιου (UV-a, UV-b και UV-c) είναι ένα μεγάλο στρώμα όζοντος (O_3), το οποίο βρίσκεται στα ανώτερα στρώματα της ατμόσφαιρας (σε ύψος 20-25km στη στρατόσφαιρα), και το οποίο λειτουργεί ως φίλτρο, απαραίτητο για την διατήρηση της ζωής πάνω στη Γη (Μιχαηλίδης, 2001).

Το όζον ανακαλύφθηκε αρχικά το 1893 από τον Γερμανό επιστήμονα Christian Friedrich Schonbein. Είναι ένα αέριο στοιχείο, που παράγεται στην στρατόσφαιρα όπου και βρίσκεται περίπου το 90% του ολικού όζοντος της ατμόσφαιρας της γης (Μιχαηλίδης, 2001).

Σε μεγάλα ύψη (στα 20-100 χιλιόμετρα), υπό την επίδραση των ισχυρών υπεριωδών ακτίνων που υπάρχουν στο ηλιακό φως, τα μόρια του οξυγόνου (O_2) διασπώνται απελευθερώνοντας έτσι ατομικό οξυγόνο, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να ενώνεται με άλλα μόρια οξυγόνου σχηματίζοντας το όζον (O_3). Με τη σειρά του, το όζον μπορεί να υποστεί φωτοδιάσπαση υπό την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας, μετατρέπόμενο σε μοριακό και ατομικό οξυγόνο. Οι αντιδράσεις φωτοδιάσπασης απορροφούν ένα σημαντικό μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας (μήκη κύματος 0.1-0.2 μm), το οποίο διαφορετικά θα έφτανε στην επιφάνεια της Γης. Παράλληλα επιδρούν στη θέρμανση της στρατόσφαιρας, σε ύψη άνω των 20 χιλιομέτρων (Ζάνης, 2003).

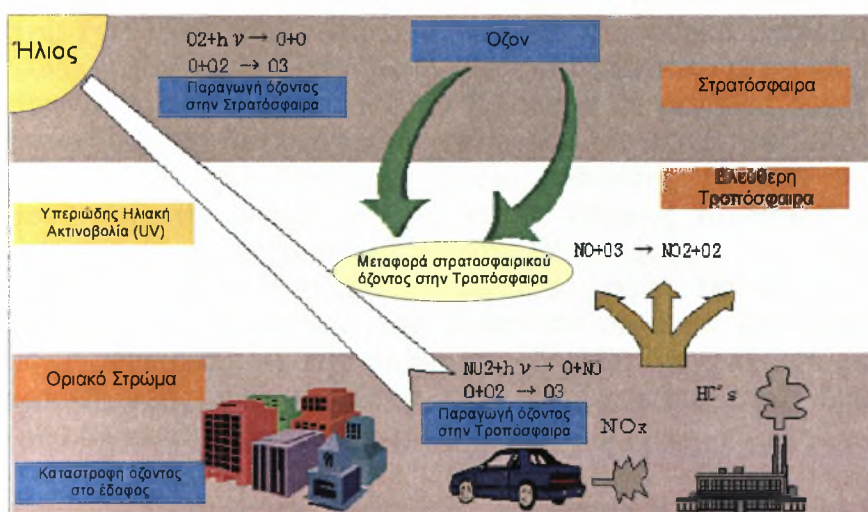
Είναι γνωστό ότι οι υψηλής ενέργειας υπεριώδεις ακτίνες (UV-c) προκαλούν βλάβες στο DNA των ζώντων οργανισμών (γι' αυτό και χρησιμοποιούνται για απολύμανση σε νοσοκομεία αλλά και εγκαταστάσεις επεξεργασίας νερού). Καταλαβαίνει λοιπόν κανείς ότι το όζον της ατμόσφαιρας αποτελεί την απαραίτητη ασπίδα για την ανάπτυξη και διατήρηση της ζωής στην επιφάνεια της Γης. Πριν υπάρξει οξυγόνο (και κατά συνέπεια και όζον) στην ατμόσφαιρα, η ζωή στην ξηρά ήταν αδύνατη. Για το λόγο αυτό θεωρείται ότι οι πρώτες μορφές ζωής αναπτύχθηκαν στη θάλασσα, σε βάθος πάνω από 10 μέτρα, για να έχουν την απαραίτητη προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία, που απορροφάται επίσης από το νερό. Τα τελευταία χρόνια, οι ανθρώπινες δραστηριότητες έχουν επιδράσει αρνητικά στην ύπαρξη του στρατοσφαιρικού όζοντος. Το όζον μπορεί να καταστραφεί από τα οξειδία του αζώτου και τις ρίζες του χλωρίου. Τα πρώτα προέρχονται από τις καύσεις των μηχανών υπερηχητικών αεροσκαφών και τα δεύτερα από τους χλωροφθοράνθρακες. Οι τελευταίοι είναι χημικές ενώσεις, που δεν υπήρχαν στην ατμόσφαιρα πριν το 1930. Έχουν χρησιμοποιηθεί ως ψυκτικές ουσίες στα ψυγεία και στα κλιματιστικά και ως προωθητικά στα σπρέι. Όταν διαφύγουν στην ατμόσφαιρα και ανεβούν ψηλά στη στρατόσφαιρα φωτοδιασπώνται δίνοντας χλώριο, το οποίο στη συνέχεια αντιδρά με το όζον, αλλά και με το ατομικό οξυγόνο, μειώνοντας τη συγκέντρωσή τους. Έτσι, η

χρήση των χλωροφθορανθράκων θεωρείται κυρίως υπεύθυνη για τη δραστική μείωση της συγκέντρωσης όζοντος την άνοιξη πάνω από την Ανταρκτική (και δευτερευόντως πάνω από την Αρκτική), φαινόμενο που έχει ονομαστεί τρύπα του όζοντος. Οι κίνδυνοι που προκαλούνται από τους χλωροφθοράνθρακες έγιναν γνωστοί τη δεκαετία του 1980 και έτσι το 1989 υπογράφηκε μία διεθνής συμφωνία, γνωστή ως πρωτόκολλο του Μόντρεαλ, για τη μείωση της χρήσης και των εκπομπών χλωροφθορανθράκων. Φαίνεται ότι ήδη η συμφωνία έχει αποδώσει καρπούς, αφού παρατηρήθηκαν σημεία ανάκαμψης στη συγκέντρωση του όζοντος πάνω από την Ανταρκτική (Κουτσογιάννης, 2003).

Το όζον έχει διαφορετική συμπεριφορά ανάλογα με το που βρίσκεται. Εμφανίζεται σε δύο στρώματα της ατμόσφαιρας και μπορεί να δρα προστατευτικά ή να προκαλέσει βλάβες. Έτσι διακρίνουμε το στρατοσφαιρικό όζον που είναι το λεγόμενο «καλό» όζον, γιατί δρα ως φίλτρο που μας προστατεύει από τις επιβλαβείς υπεριώδεις ακτινοβολίες και το τροποσφαιρικό όζον, που βρίσκεται στο χαμηλότερο στρώμα της ατμόσφαιρας, την τροπόσφαιρα (0-15 km από την επιφάνεια της γης). Το όζον χαμηλά στο έδαφος είναι ένας ρύπος που συνδέεται με επεισόδια φωτοχημικού νέφους σε αστικά κέντρα και γύρω από αυτά, όπου μπορεί να προκαλέσει ποικίλα προβλήματα στον άνθρωπο και την φύση όταν ξεπεραστούν κάποιες οριακές τιμές. Για αυτό τον λόγο έχει επικρατήσει να αποκαλούμε το τροποσφαιρικό όζον ως το «κακό» όζον. Στο πείραμα αυτό ασχοληθήκαμε με την επίδραση του τροποσφαιρικού όζοντος στα φυτά και αυτό εξετάζουμε στη συνέχεια. (Ζάνης, 2003)

2.2. Το τροποσφαιρικό όζον

Σήμερα γνωρίζουμε ότι η προέλευση του τροποσφαιρικού όζοντος (όπως φαίνεται στο Σχήμα 1) αφενός είναι η φωτοχημική παραγωγή υπό την παρουσία διάφορων πρωτογενών ρύπων (π.χ. οξειδία του αζώτου, υδρογονάνθρακες) και του φωτός, και αφετέρου η μεταφορά στρατοσφαιρικού όζοντος προς την τροπόσφαιρα.



Σχήμα 1: Σχηματική παράσταση που δείχνει την προέλευση του όζοντος της τροπόσφαιρας (Ζάνης, 2003).

Το τροποσφαιρικό όζον έχει πολλαπλή σημασία για την ατμόσφαιρα της γης. Κατέχει κεντρικό ρόλο στην χημεία της τροπόσφαιρας, καθώς αποτελεί την βασική πηγή του πιο σημαντικού οξειδωτικού μέσου στην τροπόσφαιρα, της ρίζας του υδροξυλίου (OH). Με πιο απλά λόγια το υδροξύλιο αποτελεί το ισχυρότερο «απορρυπαντικό» της ατμόσφαιρας που την καθαρίζει από μια σειρά οργανικών και ανόργανων ενώσεων που εκπέμπονται από φυσικές ή ανθρωπογενείς πηγές (Ζάνης, 2003) .

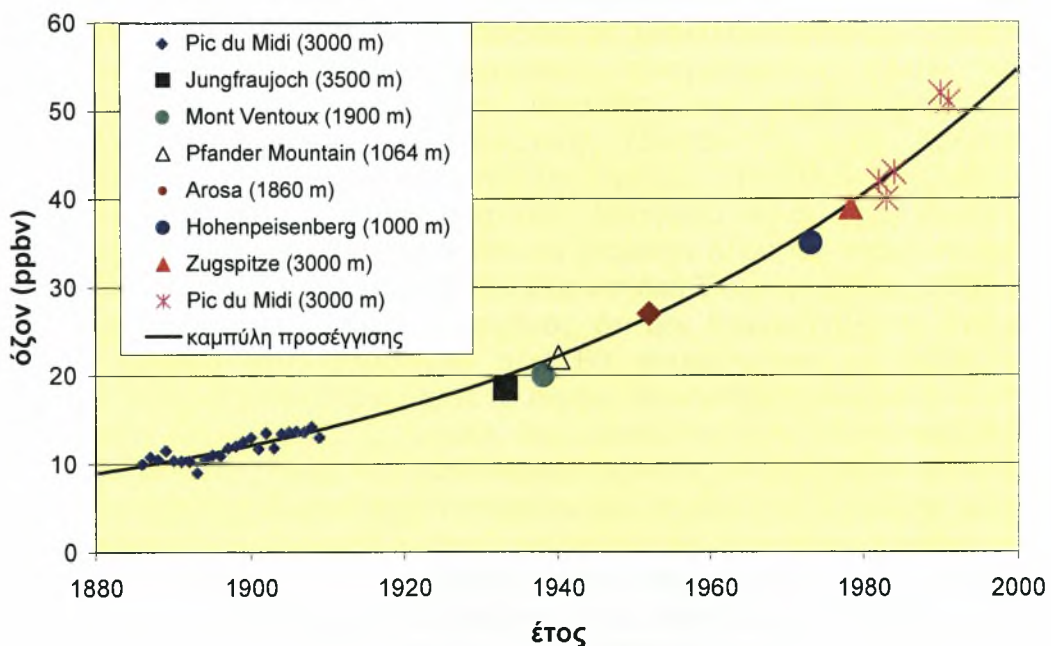
Το τροποσφαιρικό όζον που βρίσκεται στα υψηλότερα στρώματα της τροπόσφαιρας είναι από μόνο του ένα θερμοκηπικό αέριο που σημαίνει ότι δρα και αυτό επικουρικά στο φαινόμενο του θερμοκηπίου. Πρέπει να επισημανθεί, ότι η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος παγκοσμίως συνεισφέρει περίπου το 1/3 από την αύξηση του CO₂ στην ενίσχυση του φαινομένου του θερμοκηπίου από το προβιομηχανικά χρόνια έως σήμερα (Ζάνης, 2003) .

Το τροποσφαιρικό όζον συνιστά ένα από τα σημαντικότερα προβλήματα ρύπανσης του αέρα στην Ευρώπη. Το όζον αυτό σε υψηλές συγκεντρώσεις θέτει σε κίνδυνο την υγεία. Μπορεί να ερεθίσει τις αναπνευστικές οδούς, προκαλώντας αναπνευστικά προβλήματα και βλάβη στους πνεύμονες μετά από μερικές μόνον ώρες έκθεσης. Όταν τα επίπεδα του όζοντος και άλλων ατμοσφαιρικών ρύπων, όπως τα οξειδία του αζώτου (NO_x) και τα σωματίδια, είναι υψηλά, ενδέχεται να συνδυαστούν σχηματίζοντας την επιβλαβή αιθαλομίχλη. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις όζοντος δεν εντοπίζονται ωστόσο πάντοτε στο κέντρο των πόλεων όπου παρατηρείται συνήθως η εκπομπή των ρύπων του όζοντος. Αυτό συμβαίνει επειδή η μεγάλη ποσότητα οξειδίου του αζώτου που προέρχεται από την οδική κυκλοφορία συχνά καταστέλλει τον σχηματισμό του όζοντος. Εφόσον το όζον μπορεί να μεταφερθεί μέσω του ανέμου σε ακτίνα 400-500 χλμ. την ημέρα, ένα επεισόδιο σχηματισμού όζοντος μπορεί στην πραγματικότητα να γίνει αισθητό σε προαστιακές και αγροτικές περιοχές σε μεγάλη απόσταση από την πηγή των ρύπων (<http://org.el.eea.europa.eu/documents/newsreleases/Ozone2006-el>).

Η σημασία του τροποσφαιρικού όζοντος έγκειται όμως και στις συνέπειες που έχει τόσο στον άνθρωπο όσο και στο φυτικό βασίλειο και τα διάφορα υλικά. Το όζον είναι από μόνο του ένα οξειδωτικό μέσο και είναι φυτο-τοξικό στοιχείο που σημαίνει ότι όταν βρίσκεται σε μεγάλες συγκεντρώσεις γίνεται επικίνδυνο για τα φυτά καθώς επηρεάζει την ικανότητα τους να παράγουν και να αποθηκεύουν θρεπτικές ουσίες κάνοντας τα έτσι πιο ευάλωτα στις ασθένειες, τα έντομα και τις κακές καιρικές συνθήκες. Σαν όριο φυτο-τοξικότητας η Ευρωπαϊκή Ένωση θέτει το όριο των 32 ppb (μέρη ανά δισεκατομμύριο). Η υπέρβαση αυτού του ορίου δεν σημαίνει απαραίτητα ότι θα υπάρχει καταστροφή στη βλάστηση αλλά ότι βρισκόμαστε σε επίπεδα επικινδυνότητας για την βλάστηση, δηλαδή ότι είναι υπαρκτό το ρίσκο της καταστροφής για ευαίσθητα είδη φυτών κάτω από ιδιαίτερες συνθήκες (<http://www.epa.gov/oar/oaqps/gooduphigh/>).

2.3. Η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος

Από την στιγμή που τέθηκαν οι βάσεις της θεωρίας της φωτοχημικής παραγωγής του όζοντος και έγινε αξιολόγηση των μετρήσεων του τροποσφαιρικού όζοντος κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα, έγινε αντιληπτό ότι η αύξηση του τροποσφαιρικού όζοντος δεν είναι ένα πρόβλημα που αφορά μόνο τα αστικά κέντρα και τις γύρω περιοχές, αλλά ένα πρόβλημα που αφορά ευρύτερες περιοχές. Ιδιαίτερο επιστημονικό ενδιαφέρον έχει δοθεί την τελευταία δεκαετία όχι μόνο στο όζον των αστικών περιοχών, αλλά και στο υπόβαθρο όζον δηλαδή στο όζον που δεν επηρεάζεται από κοντινές ανθρωπογενείς εκπομπές ρύπων. Υπάρχει σημαντική πειραματική ένδειξη από την σύγκριση ιστορικών τιμών όζοντος στα τέλη του 19ου και αρχές του 20ου αιώνα με σύγχρονες τιμές υποβάθρου όζοντος ότι το υπόβαθρο όζον της τροπόσφαιρας σχεδόν υπερδιπλασιάστηκε στο μεγαλύτερο μέρος του Βόρειου Ημισφαιρίου με το μεγαλύτερο ποσοστό της αύξησης να έχει συμβεί μετά το 1950. Το Σχήμα 2 που περιλαμβάνει τιμές από μετρήσεις υποβάθρου όζοντος σε διάφορες τοποθεσίες της Δυτικής Ευρώπης απομακρυσμένες από κοντινές πηγές ρύπανσης αποδεικνύει χαρακτηριστικά τον υπερδιπλασιασμό των συγκεντρώσεων όζοντος κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα.



Σχήμα 2: Χρονική εξέλιξη των συγκεντρώσεων όζοντος κατά την διάρκεια του 20ου αιώνα σε διάφορες τοποθεσίες της Δυτικής Ευρώπης απομακρυσμένες από κοντινές πηγές ρύπανσης (Marenco et al., 1994)

Ιδιαίτερη συμβολή στην διαπίστωση της αύξησης του υποβάθρου όζοντος της τροπόσφαιρας έδωσε και η αξιολόγηση των μετρήσεων του όζοντος στο Παρίσι στα τέλη του περασμένου αιώνα. Η πιθανότερη αιτία για την αύξηση του υποβάθρου όζοντος της τροπόσφαιρας θεωρείται η φωτοχημική παραγωγή όζοντος λόγω της σταδιακής αύξησης των ανθρωπογενών εκπομπών πρωτογενών ρύπων (οξειδία του αζώτου, CO, υδρογονάνθρακες) και η σταθερή ανάμειξη των πρόδρομων αυτών ενώσεων σε ευρύτερες περιοχές. Πολλές άλλες ερευνητικές εργασίες σε διάφορες τοποθεσίες στην Ευρώπη και Βόρεια Αμερική έδειξαν, ότι υπάρχει αύξηση του όζοντος της τροπόσφαιρας κατά την διάρκεια των τελευταίων δεκαετιών της τάξης του 1% ανά έτος. Όλες αυτές οι διαπιστώσεις της αύξησης του τροποσφαιρικού όζοντος, τόσο κοντά στο έδαφος, όσο και στην ελεύθερη τροπόσφαιρα (πάνω από το οριακό στρώμα της ατμόσφαιρας, όπου ζούμε και αναπνέουμε), δείχνουν ότι είναι ένα πρόβλημα που δεν περιορίζεται μόνο σε τοπική κλίμακα, αλλά επεκτείνεται και σε διακρατική κλίμακα. Αυτό σημαίνει ότι η λύση ενός τέτοιου προβλήματος μπορεί να δοθεί μόνο κάτω από την συντονισμένη προσπάθεια όλων των κρατών (Ζάνης, 2003).

2.4. Το τροποσφαιρικό όζον στην Ελλάδα

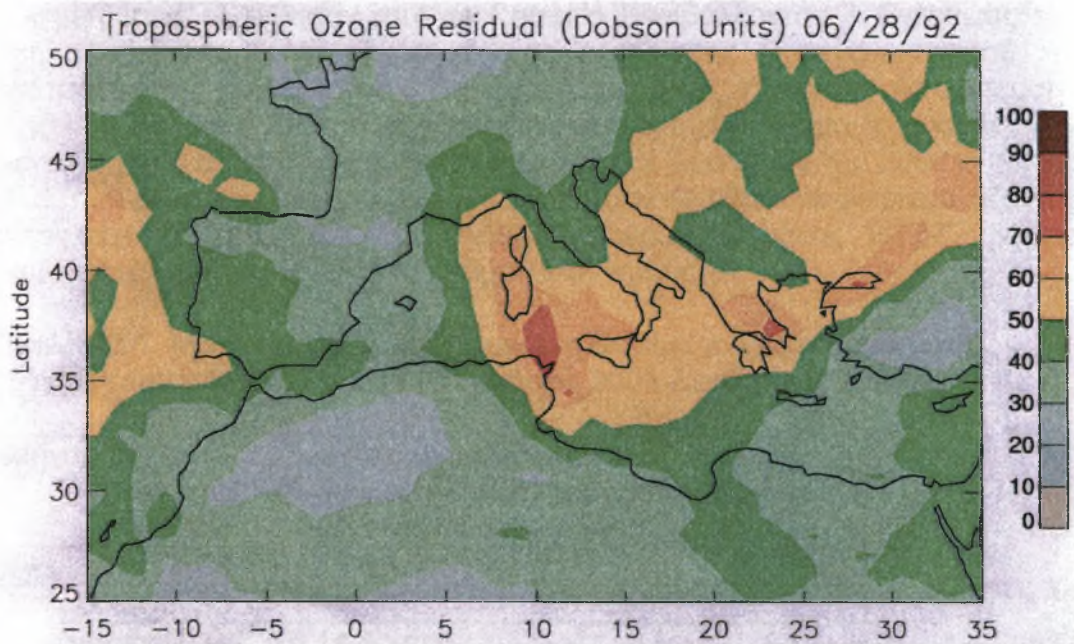
Το πρόβλημα της ρύπανσης του όζοντος αφορά ιδιαίτερα την Ελλάδα και την Μεσόγειο που είναι μια περιοχή πλούσια σε ηλιακή ακτινοβολία. Ένα από τα σημαντικά ευρήματα του Ευρωπαϊκού προγράμματος PAUR που συντονίστηκε από το Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης (Διευθυντής, καθ. Χρήστος Ζερεφός) ήταν η επιβεβαίωση της ύπαρξης υψηλών επιπέδων υποβάθρου όζοντος πάνω από ολόκληρη την Ανατολική Μεσόγειο (40-80 ppb). Αυτά τα επίπεδα του όζοντος υπερβαίνουν κατά την διάρκεια όλου του έτους το όριο φυτο-τοξικότητας των 32 ppb που θέτει η Ευρωπαϊκή Ένωση (Ζάνης, 2003).

Βέβαια θα πρέπει να τονιστεί το γεγονός, ότι δεν παρουσιάζονται έντονα φαινόμενα βλαβών στη βλάστηση που θα αναμένονταν με βάση τις μετρηθείσες τιμές όζοντος πάνω από το Αιγαίο. Χαρακτηριστικά φαίνεται στο Σχήμα 3 από δορυφορικές μετρήσεις της ολικής στήλης τροποσφαιρικού όζοντος, ότι μέγιστες τιμές τροποσφαιρικού όζοντος παρατηρούνται πάνω από την περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου και σε όλο τον Ελλαδικό χώρο (Ζάνης, 2003).

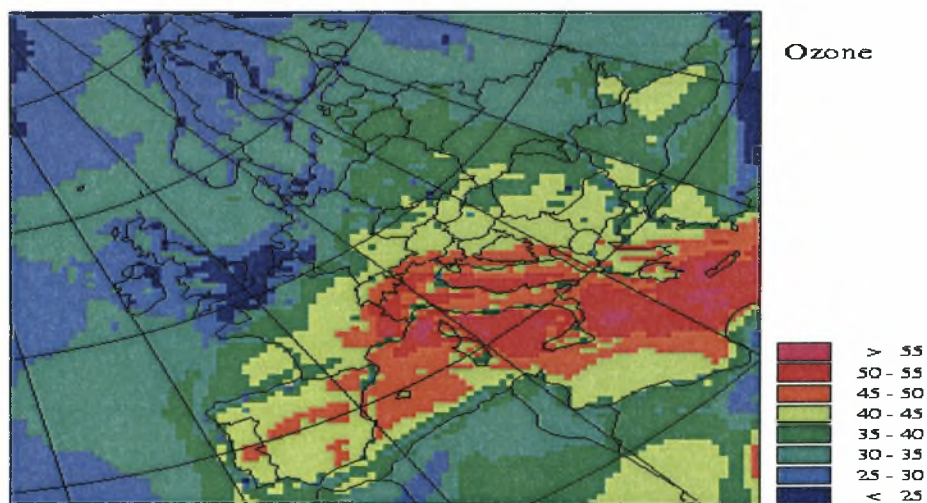
Οι πρώτες εκθέσεις για τις δυσμενείς επιπτώσεις του όζοντος στα φυτικά είδη συντάχθηκαν το 1961 στην Καλιφόρνια, αλλά στην Ευρώπη μόλις μετά το 1990 ξεκίνησαν αντίστοιχες μελέτες, με αποτέλεσμα οι αναγνωρίσεις συμπτωμάτων προσβολής σε φύλλα και σε βελόνες των δένδρων να είναι πολύ περιορισμένες μέχρι το 2000. Για τον λόγο αυτό σε 9 χώρες και στο πλαίσιο του πανευρωπαϊκού προγράμματος παρακολούθησης και ελέγχου των επιπτώσεων της ατμοσφαιρικής ρύπανσης στην υγεία των δασών, η Ε.Ε. προχώρησε σε μια εκτίμηση των συγκεντρώσεων όζοντος. Ομάδα επιστημόνων του Ινστιτούτου Μεσογειακών Δασικών Οικοσυστημάτων και Τεχνολογίας Δασικών Προϊόντων (Γ. Μπαλούτσος, Π. Μιχόπουλος, Α. Μπουρλέτσικας), η οποία μελετά τα τελευταία χρόνια τις επιπτώσεις του όζοντος στα ελληνικά δάση στο πλαίσιο ενός ευρωπαϊκού προγράμματος, κατέληξε σε συγκεκριμένα συμπεράσματα για το πως το όζον επηρεάζει την

υγεία των δασικών δένδρων και της βλάστησης γενικότερα. Μελετήθηκαν 100 περιοχές και η Ελλάδα συμμετείχε με τρεις περιοχές, στη Δυτική Στερεά, στον Τυμφρηστό Ευρυτανίας και στην Οσσα της Θεσσαλίας. Συσσωρευτικοί δειγματολήπτες τοποθετήθηκαν και στα Ανω Ιλίσια Αττικής, για σύγκριση των συγκεντρώσεων του όζοντος με εκείνες του όζοντος των δασικών περιοχών. Οι ερευνητές διαπίστωσαν ότι οι μέσες μηνιαίες τιμές παρουσίασαν σε ετήσια βάση μεγάλες διαφορές μεταξύ του χειμώνα και του καλοκαιριού εξαιτίας της μεγάλης ηλιοφάνειας και υπεριώδους ακτινοβολίας τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι υψηλότερες συγκεντρώσεις παρατηρήθηκαν στην Οσσα (33,1 έως 68,95 ppb) μετά στον Άγιο Νικόλαο Ευρυτανίας κι ακολούθησε η Βαρετάδα Αμφιλοχίας. Στην Οσσα, εκτιμά η ομάδα των ερευνητών, ότι οι υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος ίσως να οφείλονται στην μεταφορά ρύπων από πηγές που βρίσκονται βόρεια του σταθμού αυτού (Θεσσαλονίκη, Βουλγαρία κτλ.). Οι συγκεντρώσεις στον σταθμό της Αθήνας ήταν χαμηλότερες και από τις τρεις δασικές περιοχές σε τιμές που επιβεβαιώνουν τα συμπεράσματα ειδικών επιστημόνων για τις συγκεντρώσεις του όζοντος στο κέντρο της πόλης και ειδικότερα την μετακίνησή του την ημέρα κυρίως προς τις νότιες πλαγιές της Πάρνηθας και της Πεντέλης και την καταστροφή του στο κέντρο της Αθήνας από το μονοξειδίο του αζώτου. Το όζον, μετακινούμενο από τις αστικές περιοχές επηρεάζει τα δάση, όπως το τσιγάρο τους πνεύμονες ενός καπνιστή. Μελετώντας διάφορα δασικά είδη οι ερευνητές διαπίστωσαν, ότι μερικά είδη είναι πιο ευαίσθητα από άλλα και οι επιπτώσεις είναι ανάλογες με τον βαθμό έκθεσης στο όζον ή τις καιρικές συνθήκες. (http://news.kathimerini.gr/4dcgi/_w_articles_ell).

Η ανάλυση των πειραμάτων PAUR έδειξε επίσης, ότι κατά τους θερμούς μήνες, τα επίπεδα όζοντος υπερβαίνουν και το Όριο Ενημέρωσης του Πληθυσμού, που έχει θεσπίσει η Ευρωπαϊκή Ένωση (53 ppb). Σύμφωνα με μία έρευνα του Ευρωπαϊκού Τοπικού Κέντρου της Ατμόσφαιρας (European Topic Centre on Air and Climate Change), στην Ελλάδα κατά το 2005 παρατηρήθηκαν υπερβάσεις του Ορίου Ενημέρωσης του Πληθυσμού, που είχαν ως εξής για τους ακόλουθους μήνες: Μάιος-122,5 ppb, Ιούνιος-117,5 ppb, Ιούλιος-175 ppb, Αύγουστος-127 ppb και Σεπτέμβριος 106,5 ppb (Libor Černíkovský et al., 2006). Αυτό είναι ένα γεγονός που πρέπει να μας επιστήσει ιδιαίτερα την προσοχή καθώς το πρόβλημα της ρύπανσης του όζοντος παρουσιάζεται ιδιαίτερα έντονο στην περιοχή της ανατολικής Μεσογείου. Εκτεταμένες προσομοιώσεις με τρισδιάστατο μαθηματικό μοντέλο, Σχήμα 3 και Σχήμα 4, που καλύπτει όλη την Ευρώπη και την Μεσόγειο, έδειξαν ότι ακόμη και αν περιοριστούν σημαντικά οι ανθρωπογενείς (βιομηχανία, μεταφορές, θέρμανση κλπ.) εκπομπές προδρόμων ενώσεων του όζοντος στην Ελλάδα, οι τιμές του όζοντος στην περιοχή αυτή δεν πρόκειται να μειωθούν σημαντικά (Ζάνης, 2003).



Σχήμα 3. Κατανομή της ολικής στήλης του τροποσφαιρικού όζοντος στις 28/6/1992, από μετρήσεις δορυφόρου πάνω από την Μεσόγειο. Η ολική στήλη του όζοντος μετριέται σε Dobson Units (DU) όπου 1 DU αντιστοιχεί σε μήκος 0.001 cm υπό κανονικές συνθήκες. Για παράδειγμα ολική στήλη τροποσφαιρικού όζοντος 100 DU σημαίνει, ότι εάν είχαμε την δυνατότητα να συμπιέσουμε όλο το όζον αυτής της στήλης κοντά στην επιφάνεια η στήλη θα είχε ύψος 0.1 cm (Pierce R. B., 2003).



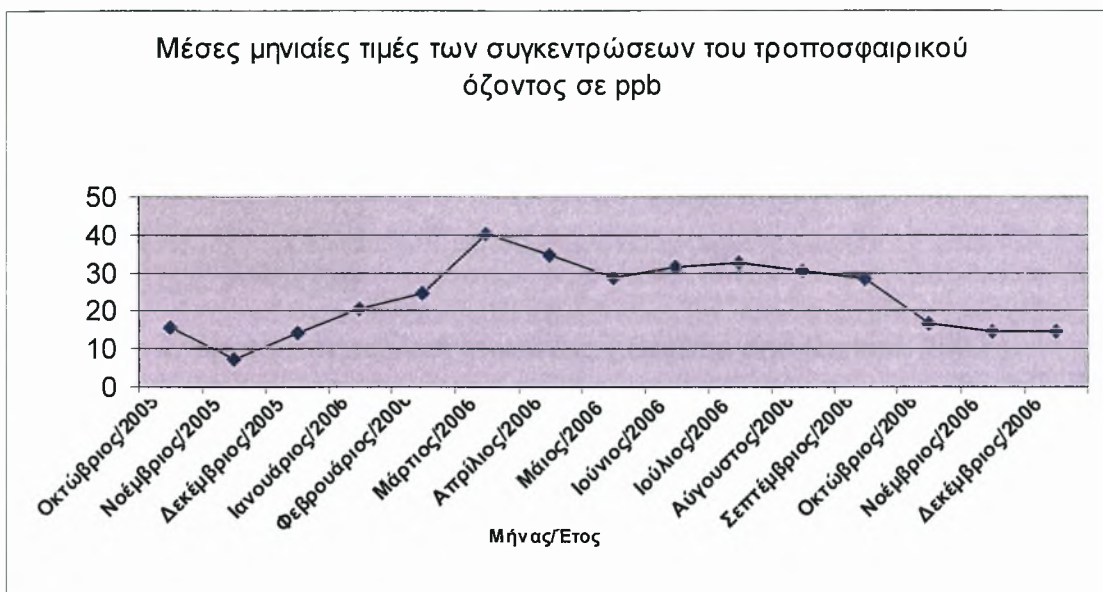
Σχήμα 4. Αποτελέσματα του τρισδιάστατου μαθηματικού μοντέλου για την κατανομή του όζοντος κοντά στο έδαφος πάνω από την Ευρώπη τον μήνα Ιούλιο. Οι μονάδες όζοντος είναι ppbv δηλαδή μέρη ανά δισεκατομμύριο όγκου (Ζάνης, 2003).

2.5. Μετρήσεις τροποσφαιρικού όζοντος στο νομό Μαγνησίας

Οι μετρήσεις ελήφθησαν από το Γραφείο Περιβάλλοντος & Ενέργειας του Τμήματος Διασφάλισης Ποιότητας της Διεύθυνσης Προγραμματισμού και Ανάπτυξης της Δ.Ε.Υ.Α.Μ.Β.(Δημόσια Επιχείρηση Ύδρευσης Αποχέτευσης Μείζονος Βόλου). Στον παρακάτω Πίνακα 1 και στο Σχήμα 5, αναφέρονται για κάθε μήνα από τον Οκτώβριο 2005 έως τον Δεκέμβριο του 2006 οι Μέσοι Όροι των μηνιαίων τιμών των συγκεντρώσεων του τροποσφαιρικού όζοντος στην περιοχή του Δήμου Βόλου (γεωγραφικό μήκος 22°57', βόρειο γεωγραφικό πλάτος 39°22') του νομού Μαγνησίας.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1. Μέσες μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων του τροποσφαιρικού όζοντος στην πόλη του Βόλου (Οκτώβριος 2005-Δεκέμβριος 2006).

Μήνας/Έτος	Μέσες μηνιαίες τιμές των συγκεντρώσεων του τροποσφαιρικού όζοντος σε ppb
Οκτώβριος/2005	15,65 ppb
Νοέμβριος/2005	7,3 ppb
Δεκέμβριος/2005	14,4 ppb
Ιανουάριος/2006	20,6 ppb
Φεβρουάριος/2006	24,75 ppb
Μάρτιος/2006	40,25 ppb
Απρίλιος/2006	34,6 ppb
Μάιος/2006	28,85 ppb
Ιούνιος/2006	31,5 ppb
Ιούλιος/2006	32,75 ppb
Αύγουστος/2006	30,65 ppb
Σεπτέμβριος/2006	28,55 ppb
Οκτώβριος/2006	16,7 ppb
Νοέμβριος/2006	14,75 ppb
Δεκέμβριος/2006	14,5 ppb



Σχήμα 5. Μέσες μηνιαίες τιμές συγκεντρώσεων του τροποσφαιρικού όζοντος στην πόλη του Βόλου (Οκτώβριος 2005-Δεκέμβριος 2006).

2.6. Επίδραση όζοντος στα φυτά

2.6.α. Πρόσληψη του όζοντος από τα φυτά

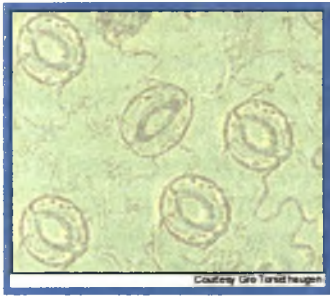
Το τροποσφαιρικό όζον προκαλεί τη μεγαλύτερη απώλεια παραγωγικότητας στα φυτά από οποιοδήποτε άλλο ατμοσφαιρικό ρύπο. Είναι ένα ισχυρό οξειδωτικό και καταστρέφει τους ιστούς των φυτών.

Οι επιπτώσεις στα φυτά λόγω της επίδρασης του τροποσφαιρικού όζοντος είναι οι παρακάτω:

- α) Καταστροφή των φύλλων των φυτών
- β) Μείωση των αποδόσεων των φυτών
- γ) Μείωση του ρυθμού αύξησης των φυτών

Το όζον εισέρχεται στα φύλλα μέσω των στομάτων (Σχήμα 6). Η σημαντικότερη επίδραση του όζοντος πραγματοποιείται αφότου έχει εισέλθει το αέριο αυτό στα φύλλα. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες βλάβες στα φυτά εμφανίζονται μετά την είσοδο του όζοντος (O_3) στο εσωτερικό του φύλλου μέσω των στομάτων.

(http://www.uni-hohenheim.de/biostress/ExpertSystem/ozone_tutorial.html).



Σχήμα 6. Στόματα στη φυλλική επιφάνεια (Scebba and Ranieri, 2002).

Το άνοιγμα-κλείσιμο των στομάτων είναι ρυθμισμένο κατά τέτοιο τρόπο, ώστε το φυτό να λαμβάνει ικανοποιητική ποσότητα διοξειδίου του άνθρακα από την ατμόσφαιρα και ταυτόχρονα να μην πάσχει από έλλειψη νερού στα φύλλα. Ο ρόλος των στομάτων είναι σημαντικός για την είσοδο του όζοντος στα φυτά όσο και η συγκέντρωση του όζοντος στον περιβάλλοντα χώρο τους (Panek et al, 2002). Κατά συνέπεια, η λήψη του όζοντος (σε μια δεδομένη ατμοσφαιρική συγκέντρωση O_3) κατά ένα μεγάλο μέρος καθορίζεται από το μέγεθος των στοματικών πόρων, με υψηλά ποσοστά λήψης στις περιβαλλοντικές συνθήκες που ευνοούν το στοματικό άνοιγμα και χαμηλά ποσοστά λήψης σε συνθήκες που ευνοούν το κλείσιμο των στομάτων. Επομένως δεν είναι τόσο η συγκέντρωση του όζοντος, που προκαλεί τα συμπτώματα στα φύλλα, αλλά ο ρυθμός πρόληψης του όζοντος που καθορίζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες (Van de geijin et al, 1993).

2.6.β. Βλάβες που προκαλούνται από την επίδραση του όζοντος στα φυτά

i) Βλάβες στη φυσιολογία και μορφολογία των φυτών

Η δυνατότητα του όζοντος για πρόκληση βλαβών στη βλάστηση και τις λειτουργίες των φυτών ήταν γνωστή για πάνω από 30 έτη, αλλά μόνο στο πρόσφατο παρελθόν τα αυξημένα επίπεδα όζοντος, ειδικά κατά τη διάρκεια περιόδων υψηλής ατμοσφαιρικής πίεσης, έχουν δημιουργήσει ανησυχία στην Ευρώπη. Έχει διαπιστωθεί ότι το όζον στις συγκεντρώσεις που μετρούνται στην Ευρώπη προκαλεί διάφορες βλάβες συμπεριλαμβανομένης της μειωμένης φωτοσύνθεσης (Fangmeier et al., 1993), αλλαγές στο μεταβολισμό του άνθρακα (Nie et al. 1993, Soja and Soja 1995) και μείωση της παραγωγής (Fangmeier et al. 1993, Pleijel 1995). Ο πρώτος στόχος του όζοντος μέσα στο φύλλο σε κυτταρικό επίπεδο είναι η πλασματική μεμβράνη (Mortensen and Engvild 1995, Sandelius et al. 1995). Μέσα στους ιστούς των φυτών το όζον διασπάται σε οξυγόνο και υπεροξειδία τα οποία επηρεάζουν το πλασμαλήμμα και τις άλλες βιομεμβράνες με αποτέλεσμα να εμποδίζονται οι διεργασίες μεταφοράς και τελικά να παρατηρούνται νεκρώσεις των ιστών (Λόλας, 2000).

Σαν ισχυρό οξειδωτικό, το O_3 (ή σε μορφή δευτεροβάθμιων προϊόντων ως αποτέλεσμα της οξειδωσης από O_3) προκαλεί διάφορους τύπους συμπτωμάτων συμπεριλαμβανομένης της χλώρωσης και της νέκρωσης. Εν

ολίγοις, η επαφή του όζοντος με τα κύτταρα των φυτών (συνήθως στα φύλλα) οδηγεί στην οξειδωσή τους (Scebba and Ranieri, 2002)

Μερικά είδη φυτών είναι πιο ευαίσθητα στο όζον από άλλα είδη. Ο καπνός, το σπανάκι, η τομάτα, τα φασόλια, είναι ιδιαίτερα ευαίσθητα. Η ανοχή στην έκθεση σε όζον εξαρτάται από τους παρακάτω παράγοντες:

α) Από τη δυνατότητα των φυτών να αποτρέψουν την επαφή του O_3 με τους ευαίσθητους ιστούς τους, κυρίως μέσω του περιορισμού της εισόδου του O_3 από τα στόματα.

β) Από τη δυνατότητα των φυτών να αποτοξινώσουν τους προσβεβλημένους από το O_3 ιστούς ή να διορθώσουν τους προσβεβλημένους από O_3 ιστούς (Scebba and Ranieri, 2002).

Ο πιο ευαίσθητος ιστός στα φυτά φαίνεται να είναι τα ενεργά φωτοσυνθετικά κύτταρα μέσα στα φύλλα. Επομένως, οι μεμβράνες των φωτοσυνθετικών κυττάρων είναι πιθανώς η πρώτη περιοχή που βλάπτεται από την είσοδο του O_3 στα φυτά. Τα καταφρακτικά κύτταρα είναι συνήθως τα πιο ευαίσθητα, ενώ μικρότερη ζημία παρατηρείται στα κύτταρα του μεσόφυλλου (Scebba and Ranieri, 2002).

Τα τέσσερα σημαντικότερα συμπτώματα που προκαλούνται από βλάβες του όζοντος στα φύλλα είναι:

1) Στίγματα

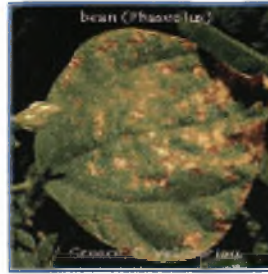
Τα στίγματα (Σχήμα 7) εμφανίζονται κυρίως στην άνω επιφάνεια των φύλλων. Είναι μικρές κηλίδες που οφείλονται σε τραυματισμό των καταφρακτικών κυττάρων. Το χρώμα τους ποικίλλει από πορφυρό-ιώδες έως μαύρο, ανάλογα με το φυτό που επηρεάζεται.



Σχήμα 7 . Στιγματικές(γκρι) περιοχές στην άνω επιφάνεια φύλλου σέλινου μετά από έκθεσή του σε όζον (Scebba and Ranieri, 2002).

2) Λευκές κηλίδες

Λευκές κηλίδες (Σχήμα 8) εμφανίζονται κυρίως στην άνω επιφάνεια των φύλλων. Τα φύλλα όταν εκτίθενται σε χαμηλή συγκέντρωση όζοντος (O_3) εμφανίζουν αρχικά κηλίδες χρώματος καφεκόκκινου ή χαλκινου και στη συνέχεια οι κηλίδες παίρνουν χρώμα λευκό.



Σχήμα 8 . Λευκές κηλίδες στην άνω επιφάνεια φύλλου φασολιού μετά από έκθεσή του σε όζον (Scebba and Ranieri, 2002).

3) Χλώρωση

Η χλώρωση (Σχήμα 9) σχεδόν αποκλειστικά επηρεάζει την άνω επιφάνεια των φύλλων. Μπορεί να παρατηρηθεί εύκολα υπό μορφή κίτρινων σιγμάτων ή νεκρωτικών κηλίδων. Η χλώρωση μπορεί να είναι το μόνο σύμπτωμα της χρόνιας έκθεσης των φυτών σε όζον (O_3). Η χλώρωση μπορεί να οδηγήσει και σε πρόωρη πτώση των φύλλων.



Σχήμα 9 . Χλώρωση στην άνω επιφάνεια φύλλου φασολιού μετά από έκθεσή του σε όζον (Scebba and Ranieri, 2002).

4) Νεκρωτικές περιοχές (και στις δύο πλευρές του φύλλου).

Εμφανίζονται όταν το μεσόφυλλο που βρίσκεται μεταξύ της ανώτερης και της κατώτερης επιδερμίδας, καταστρέφεται. Τα συμπτώματα αυτά εμφανίζονται κυρίως από τη βραχυπρόθεσμη οξεία έκθεση στις υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος (O_3). (Scebba and Ranieri, 2002).

(http://www.uni-hohenheim.de/biostress/ExpertSystem/ozone_tutorial.html)

5) Αλλαγές στη φυσιολογία.

Όταν αναφερόμαστε σε αλλαγές στη φυσιολογία των φυτών εννοούμε ιδιαίτερα μειωμένα ποσοστά φωτοσύνθεσης και αλλαγές στην κατανομή των υδατανθράκων. Επίσης παρατηρείται μείωση του ριζικού συστήματος, η οποία καθιστά τα φυτά πιο ευαίσθητα στην ξηρασία.

ii) Επίδραση όζοντος στην αναπαραγωγή

Ενώ η ζημία στο αναπαραγωγικό σύστημα το φυτού μπορεί να προκληθεί και έμμεσα, μέσω της επίδρασης του όζοντος στη φυσιολογία του, τα

αναπαραγωγικά όργανα έρχονται και αυτά σε άμεση επαφή με το όζον. Η έκθεση σε όζον προκαλεί ένα φάσμα άμεσων επιδράσεων στην αναπαραγωγική διαδικασία όπως την παραγωγή-ωρίμανση γύρης ή ωοκυττάρων, αλλαγές στο ποσοστό ή στον αριθμό των παραγόμενων ανθέων και επιδράσεις στην ανάπτυξη του σπόρου και του καρπού, στην παραγωγή, στη βλαστικότητα και στο σθένος των σποροφύτων (V.J Black et al., 2000).

Μέχρι σήμερα, τα περισσότερα στοιχεία για τα αποτελέσματα της άμεσης επίδρασης του όζοντος στις αναπαραγωγικές διαδικασίες έχουν προέλθει από τις μελέτες της βλάστησης γύρης και της αύξησης των γυρεοσωλήνων. Για παράδειγμα, μία μελέτη της πετούνιας (*Petunia hybrida*) έδειξε ότι το όζον μπορεί να αλλάξει την τοπογραφία της επιφάνειας του στίγματος (Harrison et Feder, 1990)

iii) Βλάστηση της γύρης και αύξηση των γυρεοσωλήνων

Η διαθεσιμότητα της βιώσιμης γύρης, ο ικανοποιητικός αριθμός των γυρεοκόκκων που βλάστησαν και η επιτυχής αύξηση του γυρεοσωλήνα μέχρι το ωοκύτταρο, είναι θεμελιώδους σπουδαιότητας για την εγγενή αναπαραγωγή των φυτών. Ο βαθμός αντοχής στην έκθεση στους ατμοσφαιρικούς ρύπους ποικίλλει κατά τη διάρκεια της παραγωγής και ωρίμανσης της γύρης μέσα στους ανθήρες (Wolters and Martens, 1987). Πολυάριθμες μελέτες συμπεραίνουν ότι η βλάστηση του γυρεόκοκκου και η αύξηση του γυρεοσωλήνα επηρεάζονται αρνητικά από τους ατμοσφαιρικούς ρύπους, συμπεριλαμβανομένου και του όζοντος (Feder 1968, Feder and Sullivan 1969, Masaru et al. 1976, Feder and Shrier 1990, Hormaza et al. 1996). Οι περισσότερες μελέτες έχουν δείξει ότι η έκθεση των γυρεόκοκκων στο όζον, είτε *in vivo* πάνω στους ανθήρες (Feder, 1968) είτε *in vitro* (Feder 1968, Masaru et al., 1976, Hormaza et al. 1996) μείωσε τη βλάστηση των γυρεοκόκκων και το μήκος των γυρεοσωλήνων των διαφόρων ειδών. Η ευαισθησία στο όζον ποικίλει όχι μόνο μεταξύ ειδών αλλά και μέσα στο είδος. Διαφορετική ευαισθησία έχει αναφερθεί για τις ποικιλίες της πετούνιας, της τομάτας (Harrison and Feder, 1974) και της αμυγδαλιάς (Hormaza et al., 1996). Επιπλέον έχει βρεθεί συσχετισμός μεταξύ της ευαισθησίας των φυτικών οργάνων σε έκθεση στο όζον και της γύρης για διάφορα είδη φυτών, και έχει θεωρηθεί ότι το όζον έχει επιπτώσεις στο μεταβολισμό, κοινές για τα σποροφυτικά και τα γαμετοφυτικά στάδια ανάπτυξης (Hormaza et al., 1996).

Αν και η βλάστηση γύρης και η αύξηση γυρεοσωλήνων είναι αλληλοεξαρτώμενες διαδικασίες (Searcy and Mulcahy, 1985), έχουν βρεθεί να έχουν διαφορετικές αντιδράσεις στο όζον. Κατά συνέπεια υπάρχουν φορές όπου η έκθεση στο όζον επηρεάζει μόνο την αύξηση του γυρεοσωλήνα (Riley and Feder, 1974). Παρακάτω παρατηρούμε στον Πίνακα 2 συγκεντρωτικά τις επιδράσεις του όζοντος στην άνθηση και αναπαραγωγική ανάπτυξη διαφόρων φυτικών ειδών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2. Επιδράσεις του όζοντος στην άνθηση και αναπαραγωγική ανάπτυξη διαφόρων φυτικών ειδών.

Παράμετρος	Επίδραση	Είδος	Πηγές
Άνθηση	Καθυστέρηση	<i>Gossypium hirsutum</i>	Oshima et al., 1979
	Καθυστέρηση	<i>Lemna perpusilla</i>	Feder and Sullivan, 1969
	Καθυστέρηση	<i>Pelargonium hortorum</i>	Feder, 1970
	Καθυστέρηση	<i>Dianthus caryophylla</i>	Feder and Cambell, 1968
	Καθυστέρηση	<i>Buddleia davidii</i>	Findley et al., 1997
	Καθυστέρηση	<i>Apocynum androsaemifolium</i>	Bergweiler and Manning, 1999
Παραγωγή ανθέων	↓	<i>Citrullus lanatus</i>	Fernandez-Bayon et al., 1993
	↓	<i>Cucumis melo</i>	Fernandez-Bayon et al., 1993
	↓	<i>Dianthus caryophylla</i>	Feder and Cambell, 1968
	↓	<i>Begonia semperflorens</i>	Adedipe et al., 1972
	↓	<i>Petunia x hybrida</i>	Adedipe et al., 1972
	↓	<i>Antirrhinum majus</i>	Adedipe et al., 1972
	↓	<i>Brassica campestris</i>	Stewart, 1998
	↓	<i>Buddleia dovidii</i>	Findley et al., 1997
	↓	<i>Apocynum androsoemifolium</i>	Bergweiler and Manning, 1999
Πτώση ανθέων	↑	<i>Brassica napus</i>	Bosac, 1992
	↑	<i>Apocynum androsoemifolium</i>	Bergweiler & Manning, 1999

(Black et al., 2000.)

* Τα βέλη (↑↓) υποδεικνύουν την αύξηση ή τη μείωση (υπό την επίδραση του όζοντος) των εξεταζόμενων χαρακτηριστικών των φυτών.

iv) Μείωση της παραγωγής

Υπολογίζεται ότι 90% της απώλειας της παραγωγής που οφείλεται στους ατμοσφαιρικούς ρύπους προκαλείται από το όζον. Τα συνεχώς αυξανόμενα επίπεδα του όζοντος αποτελούν ένα σημαντικό παράγοντα μείωσης των δασικών εκτάσεων, που παρατηρείται σε μεγάλες περιοχές της Ευρώπης, Ιαπωνίας, Ινδίας, Μεξικού, Αγγλίας, Καναδά και Σκανδιναβίας (Scebba and Ranieri, 2002).

Οι έρευνες για τη μέτρηση των αποτελεσμάτων της έκθεσης στο όζον στην παραγωγή είναι υπό εξέλιξη για 36 έτη. Η πιά εκτενής έρευνα για την απώλεια παραγωγής εξ αιτίας της έκθεσης στο όζον εκτελέστηκε από το 1980 ως το 1987 σε πέντε σημεία στις ΗΠΑ ως τμήμα του εθνικού δικτύου αξιολόγησης της απώλειας συγκομιδών (NCLAN). Χρησιμοποιήθηκαν πολυάριθμοι θάλαμοι για να εκτεθούν τα φυτά σε συγκεντρώσεις όζοντος που εμφανίζονται στις διαφορετικές περιοχές του κόσμου. Το NCLAN εστίασε στις σημαντικότερες καλλιέργειες σε εθνικό επίπεδο. Τα ισχυρότερα στοιχεία για τα αποτελέσματα του όζοντος στην παραγωγή προέρχονται από τις μελέτες του NCLAN (Heagle, 1989). Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι δικοτυλήδονα είδη (σόγια, βαμβάκι, και φιστίκι) είναι πιά ευαίσθητα στην απώλεια παραγωγής που προκαλείται από το όζον από τα μονοκοτυλήδονα είδη (σόργο, καλαμπόκι, και χειμερινό σίτο).(<http://www.usda.Plant Science Research Ozone Effects on Plants.html>).

Άλλες μελέτες κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι συγκεντρώσεις του όζοντος της ατμόσφαιρας σε ορισμένες περιοχές ήταν αρκετές για να μειώσουν την παραγωγή σε επίπεδα 24-41%. (Mc Kee, 1994).

Υπάρχουν και μελέτες που έχουν δείξει ότι τα συμπτώματα της βλάβης από το όζον στα φυτά και η μείωση της παραγωγής δεν είναι εντελώς αναλογικά. Αυτό οφείλεται στην σημασία πολυάριθμων διαδικασιών του μεταβολισμού που καθορίζουν την παραγωγή. Για παράδειγμα σημαντική απώλεια παραγωγής μπορεί να συμβεί με λίγα ή και καθόλου συμπτώματα στα φύλλα (Scebba and Ranieri, 2002).

3.ΥΠΕΡΙΩΔΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑ (UV-B)

3.1. Προέλευση υπεριώδους ακτινοβολίας (UV-B)

Η ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να χωριστεί στις παρακάτω περιοχές μηκών κύματος:

- Στην υπεριώδη ακτινοβολία (290-400 nm), Ultra Violet (UV) που χωρίζεται σε :
 - UV-A (320-400 nm)
 - UV-B (290-320 nm)
 - UV-C (< 290 nm)
- Στην ορατή ακτινοβολία (380-780 nm).
- Στην υπέρυθρη ακτινοβολία (780-100.000 nm).

Και τα τρία αυτά μέρη χαρακτηρίζονται από μήκη κύματος τα οποία εκφράζονται σε νανόμετρα (Diffey, 1991).

Η UV ακτινοβολία, αποτελεί το 5% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη. Είναι το τμήμα του ηλιακού φάσματος με την υψηλότερη ενέργεια και είναι επικίνδυνη για τους ζωντανούς οργανισμούς. Προκαλεί εγκαύματα ή νέκρωση στα ανώτερα φυτά και στους μικροοργανισμούς, π.χ. παρατηρήθηκε αναστολή της ανάπτυξης του κλαδοσπορίου στην τομάτα υπό την επίδραση των υπεριώδων ακτίνων (Ντόγρας 1998). Όμως, το μέρος της υπεριώδους ακτινοβολίας με τη μεγαλύτερη ενέργεια, UV-c (< 290 nm) και η UV-a (320-400 nm) ακτινοβολίες, είναι υπεύθυνες για το χρώμα των ανθέων, για το μαύρισμα από τον ήλιο καθώς και για την αποικοδόμηση του πολυαιθυλενίου που αποτελεί το κύριο υλικό κάλυψης των θερμοκηπίων (Waaijbergen, 2000).

Το ορατό φως, αποτελεί το 45% περίπου της ηλιακής ακτινοβολίας που φθάνει στη γη και είναι απαραίτητο τόσο για την όραση του ανθρώπου, όσο και για την ανάπτυξη και αύξηση των φυτών (Waaijbergen 2000).

Στη φωτοσύνθεση χρησιμοποιείται μόνο ακτινοβολία μήκους κύματος 400-700nm, η οποία αποκαλείται «φωτοσυνθετικά ενεργή ακτινοβολία» (Photosynthetic Active Radiation,PAR), με μέγιστη απόδοση στα 450nm (μπλε φως) και 660nm (ερυθρό φως). Το τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος με μήκος κύματος 700-780nm, δε χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση, αλλά απορροφάται από το φυτόχρωμα, μέσω του οποίου ελέγχονται άλλες φυσιολογικές λειτουργίες του φυτού (λήθαργος σπόρων, άνθηση κ.λ.π) (Ντόγρας, 1998).

Η υπέρυθρη ακτινοβολία μικρού μήκους κύματος (780-3000 nm), Near Infra Red (NIR), και η υπέρυθρη ακτινοβολία μεγάλου μήκους κύματος (3000-100000 nm) Far Infrared (FIR), συνθέτουν την υπέρυθρη ακτινοβολία που καλύπτει το 50% του συνόλου της ηλιακής ακτινοβολίας (Ντόγρας, 1998).

Η υπέρυθρη ακτινοβολία είναι θερμική ενέργεια, που προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, του εδάφους, των φυτών και άλλων σωμάτων στη γη. Ένα μέρος από τη θερμική ενέργεια που απορροφάται από τα διάφορα αντικείμενα και τα φυτά, επανακτινοβολείται προς το διάστημα με αποτέλεσμα την ψύξη τους. Αυτή είναι η (FIR) ακτινοβολία, η οποία δεν είναι άμεση ηλιακή ακτινοβολία αλλά είναι υπεύθυνη για το φαινόμενο του θερμοκηπίου (Waaijbergen, 2000).

Η μετρήσιμη μείωση του στρατοσφαιρικού στρώματος όζοντος και της επακόλουθης αύξησης στην επίγεια ακτινοβολία UV-B παρουσίασε αύξηση 6-14% από τη δεκαετία του '70 (Kerr and McElroy, 1993) γεγονός το οποίο έχει προκαλέσει το ενδιαφέρον για την κατανόηση των επιβλαβών αποτελεσμάτων της ακτινοβολίας UV-B στα ανώτερα φυτά (Searles et al. 2001, Kakani et al. 2003, Krupa 2003).

3.2. Μετρήσεις στον Ελλαδικό χώρο

Φασματικές μετρήσεις της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας άρχισαν να πραγματοποιούνται στο ΕΦΑ (Εργαστήριο Φυσικής της Ατμόσφαιρας, Α.Π.Θ.) από το 1989 με τη χρήση του απλού μονοχρωμάτορα τύπου Brewer Mk II, καθιερώνοντας έτσι μία από τις ελάχιστες μακροχρόνιες σειρές μετρήσεων σε παγκόσμιο επίπεδο. Η εγκατάσταση το 1993 στο ΕΦΑ, του διπλού μονοχρωμάτορα Brewer Mk III, με τη σύγχρονη δημιουργία της μονάδας βαθμονόμησης των φασματοφωτομέτρων, έδωσαν τη δυνατότητα διενέργειας λεπτομερών υψηλής ποιότητας μετρήσεων του φάσματος της υπεριώδους ηλιακής ακτινοβολίας. Οι μετρήσεις καλύπτουν το φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας στην περιοχή 285-365 nm, παρέχοντας πληροφορίες για το φάσμα τόσο της άμεσης όσο και της ολικής (άμεσης και διάχυτης) ακτινοβολίας του Ήλιου (Μπάης, 2000).

Με τη χρήση των μετρήσεων από τα δύο φασματοφωτόμετρα πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του 1990 πολλές ερευνητικές εργασίες, όπως η ποσοτική πιστοποίηση των επιδράσεων διαφόρων ατμοσφαιρικών συστατικών (όζοντος, διοξειδίου του θείου ατμοσφαιρικών αιωρημάτων) στην υπεριώδη ακτινοβολία, καθώς και η ποσοτική εκτίμηση των μακροχρόνιων τάσεων και μεταβολών της υπεριώδους ακτινοβολίας. Από τα πλέον αξιόλογα συμπεράσματα που προέκυψαν είναι η πιστοποίηση της αύξησης της υπεριώδους ακτινοβολίας σε ηλιακή ζενίθια γωνία 63° κατά τα τελευταία έτη κατά περίπου 25%/δεκαετία στο μήκος κύματος των 305 nm, ενώ κατά το ίδιο χρονικό διάστημα η βιολογικά ενεργός δόση αυξήθηκε κατά 19%/δεκαετία. Οι αυξήσεις αυτές είναι αποτέλεσμα κυρίως της μείωσης του στρώματος του όζοντος κατά περίπου 4.5%/δεκαετία η οποία παρατηρήθηκε το χρονικό αυτό διάστημα στα μέσα γεωγραφικά πλάτη του βορείου ημισφαιρίου. (Μπάης, 2000).

3.3 Δείκτης UV (UV Index)

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. 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 (<http://lap.physics.auth.gr/uvindex>). 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. 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 στον άνθρωπο και τα φυτά (<http://lap.physics.auth.gr/uvindex>).

3.4. Επίδραση UV-B στα φυτά

Η επίδραση της αυξημένης uv-b ακτινοβολίας στα φυτά περιλαμβάνει μείωση στην παραγωγή και την ποιότητα, αλλαγή στον ανταγωνισμό ειδών, μείωση στη φωτοσυνθετική δραστηριότητα, ευαισθησία στις ασθένειες και αλλαγές στο χρώμα τους (Tevini and Teramura 1989, Bornman 1989, Teramura and Sullivan 1991). Μερικά είδη παρουσιάζουν ευαισθησία στα τωρινά επίπεδα ακτινοβολίας UV-B ενώ άλλα είδη φυτών είναι προφανώς ανθεκτικά στις μεγάλες αυξήσεις της υπεριώδους ακτινοβολίας (Becwar et al., 1982). Αυτό το ζήτημα περιπλέκεται περαιτέρω από αναφορές εξίσου μεγάλων διαφορών ανταπόκρισης σε μεγάλες αυξήσεις uv-b, μεταξύ των ποικιλιών ενός είδους (Biggs et al. 1981, Teramura and Murali 1986). Περίπου τα δύο τρίτα 300 ειδών και ποικιλιών που έχουν εξετασθεί εμφανίζονται να είναι ευαίσθητα στη ζημία από την αυξανόμενη ακτινοβολία UV-B. Καλλιέργειες όπως η σόγια, ο χειμερινός σίτος, το βαμβάκι, και το καλαμπόκι είναι ευαίσθητες στην αυξανόμενη ακτινοβολία UV-B. Όλες οι επιδράσεις της υψηλής UV-B στις καλλιέργειες πρέπει να εξεταστούν στα πλαίσια άλλων παραγόντων όπως το υδατικό δυναμικό, το αυξανόμενο ατμοσφαιρικό CO₂, η ατμοσφαιρική ρύπανση, και η θερμοκρασία. Οι επιδράσεις της UV-B στις καλλιέργειες έχουν μελετηθεί συνήθως σε θαλάμους, στο θερμοκήπιο, ενώ μερικά πειράματα πραγματοποιούνται υπό συνθήκες καλλιέργειας στο χωράφι (Krupa, 1989). Υπάρχουν επίσης λίγες μελέτες που έχουν εξετάσει τα κοινά αποτελέσματα της UV-B και άλλων παραγόντων, που προκαλούν στρες στα φυτά. Η επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στην αύξηση των φυτών και την παραγωγικότητά τους ποικίλλει εποχιακά και επηρεάζεται από το μικροκλίμα και την εδαφική γονιμότητα. Για παράδειγμα, η σόγια είναι λιγότερο ευαίσθητη στην ακτινοβολία UV-B κάτω από την έλλειψη νερού ή την έλλειψη αλάτων στο έδαφος, αλλά η ευαισθησία αυξάνεται κάτω από τα χαμηλά επίπεδα της ορατής ακτινοβολίας (Teramura et al., 1983).

Αλλαγές στο χρώμα φύλλων μετά από έκθεση σε ενισχυμένη UV-B ακτινοβολία έχουν αναφερθεί σε πολλά είδη φυτών. Στα φύλλα μπιζελιού υπήρξαν ορατά συμπτώματα, όπως το χάλκινο χρώμα. Τα συμπτώματα εμφανίστηκαν μόλις 2 ημέρες μετά από την έκθεση στην UV-B (Strid et Porra, 1992). Εμφάνιση μαύρων κηλίδων και κατσάρωμα φύλλων στο σταφύλι (*Vitis vinifera* L.) παρατηρήθηκε επίσης σε έκθεση στη UV-B ακτινοβολία (Lang et al., 2000). Η εμφάνιση των χλωρωτικών και νεκρωτικών κηλίδων θα μπορούσε να αποδοθεί στη μειωμένη περιεκτικότητα των φύλλων σε χλωροφύλλη (μέχρι 40%) μετά από έκθεση σε UV-B ακτινοβολία, γεγονός το οποίο αναφέρεται ευρέως (Smith et al. 2000, Strid and Porra 1992, VU et al. 1981).

Παρακάτω αναφέρονται εν συντομία, Πίνακας 3, οι μέθοδοι μελέτης των επιδράσεων της UV-B ακτινοβολίας στα φυτά (Krupa, 1989).

ΠΙΝΑΚΑΣ 3. Σύνοψη μεθόδων που χρησιμοποιούνται για να καθορίσουν την επίδραση της UV-B στα φυτά.

Μέθοδοι	Πηγή
Θερμοκήπιο: Λάμπες υπεριωδών ακτίνων B, φίλτρα οξικής κυτταρίνης και τύπου Mylar	Dumpert (1985) Mirecki and Teramura (1984)
Θάλαμοι ανάπτυξης : Λάμπες υπεριωδών ακτίνων B, φωτισμός φωτοσυνθετικά ενεργούς ακτινοβολίας και απορροφητικά φίλτρα.	Tevini and Iwanzik (1986)
Έκθεση στον αγρό: Ηλιακή ακτινοβολία, φωτισμός φωτοσυνθετικής ενεργούς ακτινοβολίας, λάμπες υπεριωδών ακτίνων B, φίλτρα οξικής κυτταρίνης και τύπου Mylar.	Becwar et al. (1982) Lydon et al. (1986) Caldwell et al. (1983)

Οι επιστήμονες έχουν επιδοθεί σε μια σειρά πρωτοποριακών ερευνών στην επίδραση της τεχνητής και ηλιακής UV-B ακτινοβολίας στην αύξηση των φυτών και την ανάπτυξή τους. Μια μεγάλη ποικιλία φυσιολογικών και μορφολογικών αντιδράσεων των φυτών στη UV ακτινοβολία έχει καταγραφεί κατά τη διάρκεια των προηγούμενων ετών.

(http://uvb.nrel.colostate.edu/UVB/uvb_plant_intro.html).

Αν και δεν θεωρούνται όλες οι βλάβες των φυτών από τη UV ακτινοβολία ως καταστροφικές για τα φυτά η πλειοψηφία των στοιχείων δείχνει ότι η UV ακτινοβολία είναι συνήθως καταστρεπτική, ιδιαίτερα η UV-B ακτινοβολία (Caldwell, 1971). Η αύξηση πολλών φυτικών ειδών μειώνεται από τα αυξημένα επίπεδα UV-B ακτινοβολίας (Caldwell and Teramura, 1989). Η αυξημένη UV-B ακτινοβολία ασκεί γενικά αρνητικές επιδράσεις στην αύξηση, στην παραγωγή και στην ποιότητα μερικών φυτικών ειδών όπως στη σόγια, στο χειμερινό σίτο, στο ρύζι, στο σόργο, στο βαμβάκι και στο καλαμπόκι. Η ανταπόκριση στην επίδραση της UV-B ακτινοβολίας ποικίλλει σε διαφορετικά είδη φυτών. Μερικά είναι πολύ ευαίσθητα και μερικά είναι ελάχιστα ευαίσθητα. Με την αυξημένη δόση UV-B ακτινοβολίας η φωτοσύνθεση μειώνεται, το ύψος φυτών και το μέγεθος των φύλλων μειώνονται επίσης, η ξηρή μάζα, η ποσότητα και η ποιότητα της παραγωγής μειώνονται. Σε μελέτη που πραγματοποιήθηκε το ύψος των φυτών, η επιφάνεια των φύλλων, και το ξηρό βάρος του ηλίανθου, του καλαμπόκιου, και των σποροφύτων σίκαλης μειώθηκαν σημαντικά με την αυξημένη UV-B ακτινοβολία (Tevini et al., 1991). Δέκα έξι ποικιλίες ρυζιού από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια με αυξημένα επίπεδα UV-B ακτινοβολίας (Teramura and Sullivan, 1991). Τα αποτελέσματα έδειξαν αλλαγές στη

βιομάζα, τη μορφολογία, και τη μέγιστη φωτοσύνθεση. Περίπου το ένα τρίτο όλων των ποικιλιών παρουσίασε στατιστικά σημαντική μείωση στη συνολική βιομάζα με την αυξανόμενη UV-B ακτινοβολία. Για αυτές τις ευαίσθητες ποικιλίες, το μέγεθος των φύλλων και ο αριθμός των βλαστών επίσης μειώθηκαν σημαντικά. Σε μια εξαετή μελέτη σε χωράφι μιας ευαίσθητης σε UV-B ποικιλίας σόγιας, παρουσιάστηκε στατιστικά σημαντική μείωση 19%-25% της απόδοσης σε σπόρο (Teramura et al. 1990).

Ακόμη, η UV-B ακτινοβολία μπορεί να επηρεάσει την ισορροπία του διοξειδίου του άνθρακα στις καλλιέργειες μέσα στα θερμοκήπια με τουλάχιστον τέσσερις διαφορετικούς τρόπους:

1) επηρεάζοντας τις αρχικές βιοχημικές διαδικασίες και τη μεταφορά ηλεκτρονίων στις οξειδοαναγωγικές αντιδράσεις, 2) επηρεάζοντας τις χημικές αντιδράσεις, όπου ο άνθρακας ενσωματώνεται σε οργανικές ενώσεις, 3) αυξάνοντας την αναπνοή, και 4) αυξάνοντας τη στοματική αγωγιμότητα (Teramura et al., 1983).

Είναι απαραίτητη η κατανόηση των μηχανισμών και των αιτιών για τις απώλειες παραγωγής στις συγκομιδές, όταν εκτίθενται στην αυξημένη UV-B ακτινοβολία. Η απελευθέρωση και η βιωσιμότητα της γύρης βρέθηκε να είναι οι σημαντικότεροι περιοριστικοί παράγοντες για το δέσιμο του καρπού κάτω από διάφορους στρεσογόνους παράγοντες (όπως η υψηλή θερμοκρασία) στην τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill) (Peet et al., 1998) και την αραχίδα (*Arachis hypogaea* L.) (Prasad et al., 1999). Επομένως, είναι απαραίτητο να γίνουν κατανοητά τα αποτελέσματα της UV-B ακτινοβολίας στη μορφολογία της γύρης, στη βλαστικότητα και στην αύξηση των γυρεοσωλήνων. Μερικές μελέτες, όπου η γύρη συλλέχθηκε από υγιή φυτά και εκτέθηκε άμεσα στη UV-B ακτινοβολία, έδειξαν ότι η UV-B ακτινοβολία μείωσε τη βλαστικότητα της γύρης (Torabinejad et al. 1998, Musil et al. 1999, Feng et al. 2000).

Άλλες μελέτες (Feng et al. 2000) σε γύρη από 19 taxa φυτών που βλάστησαν τεχνητά κάτω από δύο επίπεδα αυξημένης UV-B ακτινοβολίας, βρήκαν, ότι η βλαστικότητα της γύρης και το μήκος του γυρεοσωλήνα μειώθηκαν σημαντικά στα περισσότερα από τα είδη αυτά. Οι Torabinejad et al. 1998 διαπίστωσαν ότι, κάτω από την επίδραση με αυξημένη UV-B ακτινοβολία εμφανίστηκε σημαντική μείωση της βλαστικότητας της γύρης αυξημένη σε μόνο πέντε είδη από τα 34 taxa, και οι γυρεοσωλήνες σε περισσότερο από το 50% των ειδών, παρουσίασαν σημαντική μείωση του μήκους τους. Η μείωση του μήκους του γυρεοσωλήνα κάτω από την επίδραση UV-B ακτινοβολίας έχει παρατηρηθεί για το *Nicotiana tabacum* και την *Petunia hybrida* (Feder and Shrier, 1990). Οι Flint και Caldwell (1984) εξέθεσαν τους γυρεόκοκκους των ειδών *Papaver rhoeas*, *Cleome lutea*, και *Scrophularia peregrina* στην UV-B ακτινοβολία ίση με τα ανώτατα όρια που βρέθηκαν στις ισημερινές αλπικές περιοχές και έδειξαν ότι η βλαστικότητα της γύρης μειώθηκε. Ο Pfahler (1981) βρήκε ελάχιστη ή καμία επίδραση στη βλαστικότητα της γύρης του αραβόσιπου αλλά μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων όταν εκτέθηκαν στην UV-B ακτινοβολία. Οι Chang και Campbell (1976) παρατήρησαν μια σημαντική μείωση της βλαστικότητας της γύρης και του μήκους των γυρεοσωλήνων κάτω από την UV-B ακτινοβολία δύο υβριδίων της *Tradescantia*.

Γενικά, θεωρείται ότι το θηλυκό αναπαραγωγικό τμήμα του φυτού και οι αναπτυσσόμενοι γυρεόκοκκοι προστατεύονται καλά από την UV-B

ακτινοβολία (Martin 1970, Flint and Caldwell 1983). Εντούτοις, μια άλλη εργασία έχει δείξει ότι η εφαρμογή UV-B ακτινοβολίας στα φυτά πριν από την άνθηση μπορεί, από κάποιο άγνωστο μηχανισμό, να έχει μια ουσιαστική επίδραση στην βλαστικότητα της γύρης (Torabinejad et al., 1998). Ο Pfahler (1973) εξέθεσε τους γυρεόκοκκους του αραβόσιτου σε διαφορετικές δόσεις υπεριωδών ακτινοβολιών και βρήκε σημαντική μείωση στη βλαστικότητα και στο μήκος των γυρεοσωλήνων. Στο πείραμα των Musil και Wand (1993), παρατηρήθηκε σημαντικά μειωμένη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και μειωμένο μήκος των γυρεοσωλήνων, σε *in vitro* καλλιέργεια γύρης κάτω από λευκό φως σε δείγματα που συλλέχθηκαν πριν από την άνθηση, από φυτά που εκτέθηκαν σε αυξημένη UV-B ακτινοβολία. Ο Musil (1995) εξέθεσε οκτώ είδη φυτών σε UV-B ακτινοβολία και δοκίμασε στη συνέχεια τη βλαστικότητα της γύρης και το μήκος των γυρεοσωλήνων χωρίς περαιτέρω έκθεση σε UV-B ακτινοβολία. Η βλαστικότητα γύρης δύο ειδών μειώθηκε, και βρέθηκε μειωμένο το μήκος των γυρεοσωλήνων πέντε ειδών, καθώς παρατηρήθηκε αύξηση στο μήκος γυρεοσωλήνων και στη βλαστικότητα γύρης σε ένα από τα μονοκότυλα είδη. Το *Zea mays* L. αναπτύχθηκε σε έναν ειδικό θάλαμο κάτω συνθήκες της φωτοσυνθετικά ενεργής ακτινοβολίας (PAR) στην οποία προστέθηκε UV-B ακτινοβολία και συγκρίθηκε με ένα δεύτερο σύνολο φυτών που αναπτύχθηκαν κάτω από ακτινοβολία PAR (Santos et al., 1998). Τα δείγματα γύρης που συλλέχθηκαν και από τις δύο ομάδες φυτών καλλιεργήθηκαν στο μέσο βλάστησης των γυρεοκόκκων και διαπιστώθηκε ότι η UV-B ακτινοβολία δεν είχε καμία επίδραση στη βλαστικότητα της γύρης. Οι Koti et al. 2004 καλλιέργησαν έξι γενότυπους σόγιας κάτω από τέσσερα επίπεδα βιολογικά ενεργής UV-B ακτινοβολίας και βρήκαν μειωμένη τη βλάστηση της γύρης και το μήκος των γυρεοσωλήνων όλων των γενοτύπων με την αυξημένη ακτινοβολία UV-B. Τα ίδια αποτελέσματα πέτυχαν σε ένα άλλο πείραμα όπου η βλάστηση γύρης, τα μήκη γυρεοσωλήνων, και η μορφολογία της γύρης είχαν δυσμενείς επιπτώσεις από την επίδραση της θερμοκρασίας και UV-B ακτινοβολίας σε έξι γενότυπους της σόγιας (Koti et al., 2005).

Πιθανοί στόχοι της UV-B ακτινοβολίας είναι η καταστροφή των μεμβρανών των κυττάρων, του DNA και άλλων μακρομορίων (Rozema et al., 1997). Αυτά τα μόρια απορροφούν την ηλιακή UV-B ακτινοβολία η οποία μπορεί να προκαλέσει ζημιά στο DNA των γυρεοκόκκων και στις μεμβράνες (Pfahler, 1981). Εκτροπή των χρωμοσωμάτων και η επίδραση στους πυρηνίσκους μπορεί επίσης να προκληθεί με την επίδραση της UV-B ακτινοβολίας (Kirby-Smith and Craig 1957, Wang and Wang 1999). Όλοι αυτοί οι παράγοντες και άλλοι άγνωστοι, μπορεί να συνεισφέρουν στην καταστροφική επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στη γύρη.

Από όλα τα παραπάνω παραδείγματα συμπεραίνουμε ότι οι μελέτες για τη γύρη που συλλέγεται από τα ακτινοβολημένα με UV-B ακτινοβολία φυτά είναι απαραίτητες για να αποκτήσουμε τη γνώση σχετικά με την επίδραση της αυξημένης UV-B ακτινοβολίας στη μορφολογία της γύρης, τη βλαστικότητά της και άλλα σχετικά χαρακτηριστικά.

4. ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.1. Τομάτα

4.1.α. Γενικά

Η τομάτα είναι κατά κανόνα ετήσιο λαχανικό, αρκετά διαδεδομένο και πολύ δημοφιλές. Μεταφέρθηκε στην Ευρώπη από τους ισπανούς όταν ανακάλυψαν την Αμερική (Αγγίδης, 1996). Πολλοί ερευνητές καταδεικνύουν την οροσειρά των Άνδεων ως τον αυθεντικό τόπο καταγωγής της τομάτας, καθώς πολλά άγρια συγγενικά της είδη ακόμα αυτοφύονται εκεί. Στην αρχή η τομάτα θεωρείτο φυτό δηλητηριώδες επειδή ανήκει στην οικογένεια solanaceae που παράγει ένα γλυκό αλκαλοειδές την σολανίνη, γι αυτό και την καλλιεργούσαν μόνο ως καλλωπιστικό φυτό. Η χρησιμοποίηση της τομάτας στη διατροφή του ανθρώπου άρχισε μόλις το 18ο αιώνα (Δημητράκης, 1998). Στην Ελλάδα εισήχθη κατά το 1818 όπως αναγράφεται από το Γεννάδιο, σήμερα δε η καλλιέργειά της έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών, αφού φυτεύεται επί 385000 περίπου στρεμμάτων και δίνει παραγωγή η οποία φτάνει τους 1.900.000 τόνους (Δημητράκης, 1998).

Ανήκει στην οικογένεια solanaceae στην οποία (σύμφωνα με τον D' Arcy, 1979) ανήκουν περίπου 90 γένη και 2000 είδη και η οποία περιλαμβάνει από πωύδη ετήσια φυτά μέχρι πολυετή θαμνώδη είδη, ακόμη και μικρά δέντρα.

Εξαιτίας της σημασίας της ως είδους κηπευτικού η γενετική της βελτίωση έχει φτάσει σήμερα σε πολύ προχωρημένο στάδιο και ο αριθμός ποικιλιών και υβριδίων που κυκλοφορούν στο εμπόριο συνεχώς αυξάνεται. Τα τελευταία 50 χρόνια η γενετική βελτίωση φυτών έχει αλλάξει ουσιαστικά τα χαρακτηριστικά των καρπών και του φυτού. Οι ποικιλίες οι οποίες καλλιεργούνται σήμερα έχουν ένα μεγάλο εύρος φυτικών χαρακτηριστικών: Είναι ανθεκτικές σε πολλές από τις ασθένειες που προσβάλλουν την τομάτα, είναι ειδικά προσαρμοσμένες σε διαφορετικά περιβάλλοντα ανάπτυξης όπως σε υψηλές τροπικές θερμοκρασίες, συνθήκες υπαίθριας και θερμοκηπιακής καλλιέργειας κλπ. Τεχνικές της γενετικής μηχανικής βασιζόμενες στην αναπαραγωγή της τομάτας έχουν χρησιμοποιηθεί ώστε να δημιουργήσουν καρπούς με μεγάλη διάρκεια ζωής (Jones, 1999).

Σύμφωνα με τον Ολύμπιο (2001) στην Ελλάδα η συνολική έκταση που καλλιεργείται με τομάτες για νωπή κατανάλωση έρχεται δεύτερη μετά την πατάτα, ένα μεγάλο μέρος της έκτασης (53,8% το 1997) καλλιεργείται με τομάτες που προορίζονται για μεταποίηση, το 39,8% είναι υπαίθρια καλλιέργεια για νωπή κατανάλωση και το 6,4% της έκτασης είναι η καλλιέργεια στα θερμοκήπια και χαμηλά σκέπαστρα. Το μεγαλύτερο ποσοστό των θερμοκηπίων που καλλιεργούνται με τομάτα βρίσκονται στην Κρήτη 35,4%, δεύτερη έρχεται η Δυτική και Κεντρική Μακεδονία με ποσοστό 22,3% και τρίτη η Πελοπόννησος και Δ. Στερεά με 18,4%.

Στην Ευρώπη, την Ασία και την Αμερική καλλιεργείται το μεγαλύτερο ποσοστό (Ολύμπιος, 2001).

4.1.β. Βοτανικά γνωρίσματα

i) Φυτό

Υπό τις κλιματικές μας συνθήκες η τομάτα είναι φυτό ετήσιο και ποώδες. Έχει στέλεχος διακλαδιζόμενο και το ύψος του κυμαίνεται από 0,50 μ και πάνω στους νάνους ή ακλάδευτους τύπους έως 1,50 μ και πλέον αναλόγως κυρίως της ποικιλίας.

Έχει αριθμό χρωμοσωμάτων στη διπλοειδή μορφή $2n=24$ όπως και όλα τα είδη του γένους *Lycopersicum* (Ολύμπιος, 2001).

ii) Ριζικό σύστημα

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα, αρκετές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια όταν ο σπόρος φυτεύεται απ' ευθείας στη μόνιμη θέση. Επειδή όμως, κατά κανόνα τουλάχιστο, στην καλλιέργεια στο θερμοκήπιο η τομάτα μεταφυτεύεται μία ή περισσότερες φορές, η κεντρική ρίζα κόβεται, καταστρέφεται και το φυτό αρχίζει να παράγει με ευκολία πολλές δευτερεύουσες πλευρικές ρίζες ακόμη και από το λαιμό του φυτού, γεγονός που θεωρείται πλεονέκτημα, γιατί διευκολύνει τη μεταφύτευση του φυτού ακόμη και με γυμνή ρίζα.

(http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20papadopoulos/28a.html)

iii) Βλαστός

Ο κεντρικός βλαστός φέρει τα πραγματικά φύλλα, στις μασχάλες των οποίων υπάρχουν οφθαλμοί που δίνουν πλευρικούς βλαστούς. Πολλές φορές, οι πλευρικοί βλαστοί που βρίσκονται κοντά στην κορυφή του φυτού είναι τόσο ζωηροί, που με δυσκολία μπορεί κανείς να ξεχωρίσει ποιος είναι ο κεντρικός βλαστός και ποιος είναι ο πλευρικός. Είναι σημαντικό κατά το κλάδεμα να μπορεί να ξεχωρίσει ο κλαδευτής τον κεντρικό από τον πλευρικό βλαστό. Το σχήμα του βλαστού είναι κυλινδρικό και εσωτερικά είναι πλήρης. (http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20papadopoulos/28a.html)

iv) Φύλλα

Τα πραγματικά φύλλα της τομάτας είναι σύνθετα. Κάθε φύλλο αποτελείται από ζεύγη φυλλαρίων και παράφυλλων με ένα μόνο φυλλάριο στην άκρη. Ο αριθμός των ζευγών φυλλαρίων σε κάθε φύλλο ποικίλλει με την ποικιλία και από τη θέση του φύλλου επί του βλαστού. Είναι δυνατόν να συναντηθούν ποικιλίες με 3, 4 ή 5 ζεύγη φυλλαρίων.

(http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20papadopoulos/28a.html)

ν) Άνθη

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα και αυτογονιμοποιούνται σε σπάνιες περιπτώσεις γίνεται σταυρογονιμοποίηση και διασταύρωση των ποικιλιών. Φέρονται ανά 4 έως 12 και πλέον σε ταξιανθίες απλές, διχαλωτές ή διακλαδιζόμενες ανάλογα με την ποικιλία. Ο κάλυκας συνιστάται από 5 ή περισσότερα σέπαλα, η στεφάνη επίσης από 5 ή περισσότερα πέταλα, τα οποία πέφτουν μετά τη γονιμοποίηση του άνθους. Οι στήμονες , 5 ή περισσότεροι ενωμένοι στη βάση τους με τη στεφάνη, και ενωμένοι κατά μήκος μεταξύ τους, ώστε να σχηματίζουν κώνο γύρω από το στύλο, που είναι συνήθως πιο κοντός, εγκλωβισμένος από τους ανθήρες. Ο ύπερος αποτελείται από πολύχωρη ωοθήκη με πολλά ωάρια και από βραχύ και μακρύ στύλο. Η άνθηση δεν είναι σύγχρονη εκτός από ορισμένες ποικιλίες (μηχανοσυλλογής) που είναι σχεδόν σύγχρονη. Αρχίζει τις πρωινές ώρες και συνεχίζεται καθ όλη τη διάρκεια της ημέρας. Η γονιμοποίηση γίνεται δύο μέρες περίπου μετά την επικονίαση (Ολύμπιος, 2001).

4.1.γ. Επικονίαση-γονιμοποίηση ανθέων.

Η τομάτα είναι φυτό αυτογονιμοποιούμενο. Το δέσιμο του καρπού γίνεται από γονιμοποίηση του άνθους. Το άνθος παράγει γυρεόκοκκους, οι οποίοι βλαστάνουν και γονιμοποιούν τα ωάρια, που βρίσκονται στην ωοθήκη. Το στάδιο βλάστησης του γυρεόκοκκου διαρκεί 48-55 ώρες και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία, το φως, τη φυσική κατάσταση που βρίσκεται το στίγμα και την ποικιλία (Ολύμπιος, 2001).

Οι άριστες θερμοκρασίες για τη βλάστηση της γύρης κυμαίνονται ανάμεσα στους 21-29° C. Έχει βρεθεί ότι η βλαστικότητα της γύρης ήταν πιο υψηλή στους 30 σε σύγκριση με τους 21 και ότι στους 10 περιοριζόταν στο 20%, ενώ στους 38 ήταν μόλις 6%. Σε υψηλές θερμοκρασίες επιμηκύνεται υπερβολικά ο στύλος του άνθους, παραμορφώνονται οι ανθήρες και επιβραδύνεται η βλάστηση των γυρεόκοκκων. Όταν η θερμοκρασία ξεπεράσει τους 32° C, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, τότε μειώνεται απότομα η καρπόδεση. Σε χαμηλές θερμοκρασίες, κάτω από 13° C, μειώνεται μέχρι 20% η διάρκεια ζωής της γύρης και η γονιμότητά της, παραμορφώνονται οι ανθήρες και λιγοστεύει ο αριθμός των ανθέων στις ανθοταξίες. Δηλαδή και στις χαμηλές και στις υψηλές θερμοκρασίες υπάρχει μείωση της βλαστικότητας (Ολύμπιος, 2001).

Εκτός από τη θερμοκρασία, η γονιμοποίηση των ανθέων, επηρεάζεται και από το ποσοστό της Σ.Υ. του αέρα (άριστη 60-70%). Σε υψηλή σχετική υγρασία ή υπερβολικά ξηρή ατμόσφαιρα, η γύρη απελευθερώνεται δύσκολα ή καθόλου. Στις συνθήκες υψηλής ατμοσφαιρικής υγρασίας, η γύρη σχηματίζει υγρά συσσωματώματα που δεν είναι εύκολο να επικαθίσουν στον ύπερο και, σε τελική ανάλυση, δεν έχουμε ικανοποιητική καρπόδεση (Ολύμπιος, 2001).

Για να εξασφαλιστεί φυσική γονιμοποίηση της τομάτας μέσα στο θερμοκήπιο, χρειάζονται:

α) έντομα (βομβίνοι) που θα μεταφέρουν τους γυρεόκοκκους στο στίγμα.

β) συνθήκες ευνοϊκές για την παραγωγή γύρης (η θερμοκρασία να μην πέφτει κάτω από 10° C και να μην ανεβαίνει πάνω από 35° C).

γ) συνθήκες ευνοϊκές για τη βλάστηση των γυρεόκοκκων (θερμοκρασία πάνω από 12° C για τουλάχιστον 5 ώρες την ημέρα). (Ολύμπιος, 2001).

Εάν δεν υπάρχει ένας από τους παραπάνω παράγοντες (έντομα, συνθήκες), τότε για να δέσει η τομάτα μέσα στο θερμοκήπιο πρέπει να χρησιμοποιηθεί ορμόνη.

Άλλοι παράγοντες που επηρεάζουν τα ποσοστά βλαστικότητας της γύρης και του μήκους των γυρεοσωλήνων είναι οι ατμοσφαιρικοί ρύποι όπως το όζον (Harrison and Feder, 1974) και η υπεριώδης ακτινοβολία UV-B που εξετάζονται και στην συγκεκριμένη έρευνα.

Όταν η γονιμοποίηση στη τομάτα δεν γίνει σε ικανοποιητικό βαθμό, τότε η παραγωγή μειώνεται και η ποιότητα των καρπών είναι υποβαθμισμένη, καταστάσεις εντελώς ανεπιθύμητες από τον παραγωγό. Γι αυτό γίνονται συνεχώς νέες έρευνες για την εύρεση και αντιμετώπιση των παραγόντων εκείνων που προκαλούν υποβάθμιση και μείωση της παραγωγής. (Καρουσινού, 1990)

4.2. Πιπεριά

4.2.α.Γενικά

Η πιπεριά ανήκει στο είδος *Capsicum anuum* και στην οικογένεια των *Solanaceae*.

Καλλιεργείται στις εύκρατες και τροπικές ζώνες, κυρίως για τον καρπό της, που χρησιμοποιείται σαν λαχανικό, μπαχαρικό ή καρύκευμα. Εκτός από τη χρήση τους σαν τροφή και καρύκευμα, οι πιπεριές έχουν και φαρμακευτικές ιδιότητες (κυρίως αυτές με την καυτερή γεύση). Μερικές χρησιμοποιούνται και σαν καλλωπιστικές (Ολύμπιος, 2001).

Σήμερα η πιπεριά, για νωπή κατανάλωση και βιομηχανική επεξεργασία, καλλιεργείται σε όλη την Ελλάδα σε 15.000-20.000 περίπου στρέμματα, ενώ η πιπεριά για κόκκινο πιπέρι καλλιεργείται μόνο στην επαρχία Αλμωπίας του Νομού Πέλλης. Γενικά δεν κατέχει σημαντική θέση μεταξύ των κηπευτικών (ποσοστό έκτασης στις υπό κάλυψη καλλιέργειες μαζί γύρω στο 2,2% (1997), ενώ το ποσοστό έκτασης στις υπό κάλυψη καλλιέργειες κατά το 1996-1997 ήταν 10,9%). Μια σειρά από αιτίες, όπως: 1) σημαντική ζήτηση του προϊόντος στην εγχώρια αγορά κατά τους χειμερινούς μήνες. 2) η εξαιρετική διαιτολογική του αξία. 3) το προσδοφόρο της καλλιέργειάς της. 4) η ύπαρξη περιοχών στην Ελλάδα με ευνοϊκές κλιματολογικές συνθήκες. 5) η διάδοση και η τελειοποίηση των θερμοκηπίων, καθιστούν την καλλιέργεια της πιπεριάς υπό κάλυψη ενδιαφέρουσα, και αφήνουν περιθώρια αύξησης της καλλιεργούμενης έκτασης, ενώ παράλληλα οι προοπτικές εξαγωγής πιπεριάς, που είναι ανταγωνιστική στις αγορές του εξωτερικού, διαγράφονται ευνοϊκές (Ολύμπιος, 2001).

4.2.β. Βοτανικά γνωρίσματα

i) Φυτό

Το φυτό έχει μορφή θαμνώδη, με ύψος 60-75 cm, ενώ μερικά καλλωπιστικά είδη πιπεριάς είναι νάνα με ύψος 20-30 cm.

(http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20papadopoulos/28a.html).

ii) Στέλεχος

Το στέλεχος είναι λείο χωρίς τρίχες, όρθιο, με αρκετές διακλαδώσεις, που ξεκινούν από ένα διαφορετικό ύψος του βασικού κορμού, πράγμα που οφείλεται στην ποικιλία, αλλά πιο συχνά εξαρτάται από τις εδαφοκλιματικές συνθήκες.

(http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20rapadopoulos/28a.html).

iii) Φύλλα

Τα φύλλα είναι σχετικά μικρά, στενόμακρα μέχρι ωοειδή, ακέραια, απλά και λεία. Έχουν χρώμα ανοιχτό πράσινο. Είναι άσπρα και συνήθως μονήρη ή, σπάνια, 2-3 μαζί. Η ωοθήκη είναι δίχωρη ή τρίχωρη, και φέρει στύλο συνήθως μεγαλύτερο από τους στήμονες.

(http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20rapadopoulos/28a.html).

iv) Άνθη

Τα άνθη της πιπεριάς είναι ερμαφρόδιτα. Τα περισσότερα αυτογονιμοποιούνται, αλλά η διασταύρωση μεταξύ των ανθέων, είτε αυτά ανήκουν στην ίδια βοτανική ποικιλία είτε σε διαφορετικές, είναι δυνατή και εύκολη.

(http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20rapadopoulos/28a.html)

4.2.γ. Γονιμοποίηση-επικονίαση ανθέων

Τα άνθη εμφανίζονται στις διακλαδώσεις των βλαστών και φέρουν μίσχο 1,5 εκ. μήκος. Φέρουν κωνοειδή κάλυκα με 5 ή περισσότερα οδοντωτά σέπαλα, που συνήθως μεγαλώνουν και περιβάλλουν τη βάση του άνθους. Φέρουν στεφάνη διαμέτρου 8-15 χιλ. με 5 ή περισσότερα πέταλα, που είναι συνήθως λευκά ή λευκοπράσινα. Φέρουν 5 ή περισσότερους στήμονες που βρίσκονται κοντά στη βάση της στεφάνης και είναι ενωμένοι με τα πέταλα. Οι ανθήρες έχουν ιώδη απόχρωση και σχίζονται κατά μήκος. Η ωοθήκη είναι δίχωρος ή τρίχωρος ή τετράχωρος, και φέρει στύλο που είναι απλός άσπρος ή ιώδης. Διαφέρει από την τομάτα στο ότι ο στύλος είναι πιο μακρύτερος από τους στήμονες (Ολύμπιος, 2001).

Τα άνθη είναι ερμαφρόδιτα, αυτογονιμοποιούμενα και μερικώς σταυρογονιμοποιούμενα.

Είναι φυτό ουδέτερο στο φωτοπεριοδισμό, δηλαδή για να σχηματιστούν και να εμφανιστούν τα άνθη, δεν επηρεάζει σημαντικά το μήκος της ημέρας (διάρκεια φωτός). Στα άνθη της πιπεριάς, η ωρίμανση του στίγματος και των ανθέρων είναι ταυτόχρονη, και η επικονίαση και γονιμοποίηση μπορεί να γίνει μετά το άνοιγμα του άνθους. Το άνθος παραμένει ανοικτό για 2-3 μέρες (Ολύμπιος, 2001).

Η αυτογονιμοποίηση ευνοείται γιατί ο ποδίσκος του άνθους κυρτούται ώστε το άνθος να βλέπει προς τα κάτω, έτσι μπορεί πιο εύκολα η γύρη να πέσει

πάνω στο στίγμα. Επίσης, κατά το άνοιγμα του άνθους ο στύλος κυρτούται και περνά και αγγίζει τους ανθήρες (Ολύμπιος, 2001).

Η καρπόδεση επηρεάζεται από τις συνθήκες του περιβάλλοντος θερμοκρασία, υγρασία, φως, σύνθεση ατμόσφαιρας. Εάν κάποιος από τους παράγοντες αυτούς δεν είναι ευνοϊκός, το φυτό δυσκολεύεται να καρποδέσει και τα άνθη κιτρινίζουν μαραίνονται και πέφτουν. Μελέτες της επίδρασης κλιματικών παραγόντων στη βλάστηση των γυρεοκόκκων δεν έχουν πραγματοποιηθεί μέχρι στιγμής (Ολύμπιος, 2001).

Για την επίδραση του όζοντος και της υπεριώδους ακτινοβολίας στη βλάστηση των γυρεοκόκκων δεν βρέθηκε να έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά πειράματα.

4.3 Μελιτζάνα

4.3.α. Γενικά

Άγρια μορφή μελιτζάνας αναφέρεται ότι έχει βρεθεί στην Ινδία, το φυτό φέρει άκανθες και ο καρπός είναι πικρός. Από την Ινδία οι καλλιέργουμένοι πλέον τύποι μελιτζάνας οι οποίοι παρήγαγαν καρπούς χωρίς πικρή γεύση, διασκορπίστηκαν τον 5ο π.Χ. αιώνα. Ανατολικά προς την Κίνα και αργότερα γύρω στον 13ο αιώνα εισήχθη από τους εμπόρους η μελιτζάνα στην Ευρώπη (Ισπανία, Ιταλία) και την Αφρική. Το Αγγλικό όνομα της μελιτζάνας (eggplant= αυγό-φυτό) πιθανό να προέρχεται από το γεγονός ότι ορισμένοι τύποι μελιτζάνας παράγουν καρπούς άσπρους που μοιάζουν με το αυγό της κότας (<http://en.wikipedia.org/wiki/Eggplant#History>).

Η πλειονότητα των καρπών μελιτζάνας που καταναλίσκεται, παράγεται σε ανοικτές καλλιέργειες. Επειδή όμως υπάρχει αρκετή ζήτηση και εκτός της κανονικής εποχής, το ενδιαφέρον για καλλιέργεια της μελιτζάνας «υπό προστασία» παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια πολύ αυξημένο.

Σε παγκόσμια κλίμακα, το 91,5% της παραγωγής συναντάται στην Ασία και μόνο το 3,5% στην Ευρώπη (Ολύμπιος, 2001).

Η διακίνηση της μελιτζάνας παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον. Κύριες χώρες εισαγωγής εμφανίζονται η Γαλλία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Λίβανος, ενώ εξαγωγές πραγματοποιούν οι χώρες Ισπανία, Ολλανδία και Ιορδανία (FAO, 1996).

Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κάθε χρόνο γύρω στα 28.460 στρ. μελιτζάνας σε ανοικτές καλλιέργειες με παραγωγή γύρω στους 66.480 τόνους (1997). Για παραγωγή εκτός εποχής σε θερμοκήπια και άλλες κατασκευές, το 1997 καλλιεργήθηκαν γύρω στα 2.300 στρ., με παραγωγή περίπου 18.870 τόνοι. Η μέση παραγωγή στα θερμοκήπια είναι γύρω στους 8,0 τόνους το στρέμμα (Ολύμπιος, 2001).

Εξαγωγές απ' την Ελλάδα γίνονται σε πάρα πολύ μικρή κλίμακα. Το 1999 εξήχθησαν 800 περίπου τόνοι.

4.3.β. Βοτανικά γνωρίσματα

i) Φυτό

Καλλιεργείται ως ετήσιο στις εύκρατες ζώνες και ως πολυετές στις τροπικές ζώνες. Τα φυτά αναπτύσσονται όρθια σε ύψος 60-120 εκ.

Το φυτό σε πολλά σημεία μοιάζει με την πιπεριά, αν και έχει φύλλα πιο μεγάλα και πιο σαρκώδη. Έχει τάσεις ανάπτυξης προς τα άνω (ορθόκλαδο, απεριόριστη ανάπτυξης) και έχει βλασάνουσα κορυφή σε αντίθεση με την πιπεριά, όπου οι βλαστοί διακλαδίζονται συνέχεια. Όπως και στην τομάτα, από τη βάση κάθε φύλλου εξέρχεται πλευρικός βλαστός. Το κεντρικό στέλεχος στην αρχή είναι πλώδες, αργότερα όμως γίνεται ξυλώδες, είναι κυλινδρικό και παράγει πλευρικούς βλαστούς.

ii) Βλαστός

Οι βλαστοί, στην αρχή της εμφάνισής τους, είναι τρυφεροί πλώδεις και με την πάροδο του χρόνου γίνονται ξυλώδεις, αλλά είναι εύθραυστοι, γι' αυτό χρειάζεται κάποια στήριξη του φυτού, για να αποφευχθούν σπασίματα από το βάρος των καρπών (Ολύμπιος, 2001).

iii) Φύλλα

Τα φύλλα είναι εναλλασσόμενα επί των βλαστών, είναι μεγάλα, ελλειψοειδή, ακέραια, φέρουν τρίχες και χνούδι και αρκετές φορές πάνω στις νευρώσεις φέρουν άκανθες (Ολύμπιος, 2001).

iv) Ρίζα

Η ρίζα αναπτύσσεται σε ενδιάμεσο βάθος (60-120 εκ.). έχει κεντρική ρίζα που αντικαθίσταται από πολλές πλευρικές, αν απωλεστεί κατά τη διάρκεια της μεταφύτευσης (Ολύμπιος, 2001).

v) Άνθη

Τα άνθη εμφανίζονται μονήρη ή σε ταξιανθίες, 2-3 μαζί πάνω στους βλαστούς. Στις πρώιμες ποικιλίες τα άνθη εμφανίζονται με την εμφάνιση του έκτου πραγματικού φύλλου, ενώ στις πολύ όψιμες μετά το 14ο πραγματικό φύλλο. Η στεφάνη είναι συμπέταλος, ιώδης και έχει 5 ή περισσότερα πέταλα. Ο κάλυκας είναι σαρκώδης, τριχωτός, ακανθώδης που αναπτύσσεται μαζί με τον καρπό και έχει 5 ή περισσότερα σέπαλα. Ο ποδίσκος είναι αρκετά ανεπτυγμένος, σαρκώδης, ξυλώδης, που κατά την άνθηση γυρίζει προς τα κάτω (Ολύμπιος, 2001).

Οι στήμονες είναι ενωμένοι στη βάση τους με τα πέταλα, χωρίς να είναι ενωμένοι μεταξύ τους, και σχηματίζουν κώνο γύρω από τον ύπερο.

Ο στύλος συνήθως είναι πιο μακρύς από τους στήμονες, αλλά μπορεί και να είναι και μικρότερος. Η μορφολογία των ανθέων της μελιτζάνας επηρεάζεται από την έξωθεν εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης.

Στην μελιτζάνα παρουσιάζεται έντονα το φαινόμενο της ετεροστυλίας. Ανάλογα με το μήκος του στύλου σε σχέση με τον κώνο των ανθέρων, τα άνθη της μελιτζάνας διακρίνονται σε τέσσερις κατηγορίες:

(α) μακρόστυλα άνθη: ο στύλος είναι αρκετά μακρύς (1,0-1,3 εκ.) και το στίγμα προεξέχει του κώνου των ανθέρων.

(β) μεσαία-μακρόστυλα άνθη: ο στύλος είναι μακρύς (0,8-1,0 εκ.), αλλά ίσος σε μήκος με αυτό του κώνου των ανθέρων και επομένως το στίγμα δεν προεξέχει.

(γ) ψευδοκοντόστυλα άνθη: ο στύλος έχει μήκος περίπου 0,5- 0,7 εκ. και είναι μικρότερος σε μήκος από το μήκος του κώνου των ανθέρων και, κατά συνέπεια, το στίγμα είναι σε χαμηλότερο σημείο από τη θέση των ανθέρων.

(δ) πραγματικά κοντόστυλα άνθη: ο στύλος έχει μήκος 0,1-0,3 εκ. είναι δηλαδή πολύ μικρός και επίσης η ωοθήκη του άνθους αυτού είναι συνήθως μικρή.

4.3.γ. Επικονίαση-γονιμοποίηση ανθέων

Τα άνθη της μελιτζάνας αυτογονιμοποιούνται και σε πολύ μικρό βαθμό σταυρογονιμοποιούνται με έντομα. Η στροφή του άνθους προς τα κάτω διευκολύνει την αυτογονιμοποίηση. Η ωρίμανση των ανθέρων γίνεται ταυτόχρονα με την ωρίμανση του στίγματος κατά το άνοιγμα του άνθους. Το άνθος παραμένει ανοιχτό για 2-3 ημέρες. Όταν γίνει η γονιμοποίηση μπορεί να αναπτυχθούν σε καρπούς παρθενοκαρπικά και χωρίς γονιμοποίηση (Ολύμπιος, 2001).

Η μελιτζάνα είναι φυτό ουδέτερο στον φωτοπεριοδισμό, που σημαίνει ότι ανεξάρτητα από εποχές δεν συναντά δυσκολίες στην παραγωγή ανθέων.

Η καταπόνηση λόγω των χαμηλών θερμοκρασιών στη μελιτζάνα, κατά τη διάρκεια της ψυχρής περιόδου, επιφέρει σταδιακή μείωση της βιωσιμότητας της γύρης και οδηγεί στην ανάπτυξη καρπών χωρίς σπέρματα. Η ελάχιστη θερμοκρασία για τη φυσιολογική επικονίαση και ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων κυμαίνεται στους 20° C. Η γονιμότητα του θηλυκού μέρους του άνθους δεν επηρεάζεται με τον ίδιο τρόπο στις χαμηλές θερμοκρασίες όπως το αρσενικό μέρος. Η ανδρική στειρότητα που προκαλείται, σαν αποτέλεσμα χαμηλών θερμοκρασιών, έχει προσωρινό χαρακτήρα και η γονιμότητα της γύρης επανακτάται και σπέρματα σχηματίζονται στους καρπούς όταν η θερμοκρασία του περιβάλλοντος βελτιώνεται. Μόλις αρχίσουν να εμφανίζονται άνθη στα φυτά, η θερμοκρασία της νύχτας πρέπει να κατέβει στους 16-17° C, για να επιταχυνθεί η ανάπτυξη των καρπών. Σημειώνεται ότι η παραμόρφωση των γυρεοκόκκων αυξάνει όταν η θερμοκρασία κατέρχεται τους 15° C (Ολύμπιος, 2001).

Για την επίδραση του όζοντος και της υπεριώδους ακτινοβολίας στη βλάστηση των γυρεοκόκκων δεν βρέθηκε να έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά πειράματα.

4.4 Βαμβάκι

4.4.α Γενικά

Το βαμβάκι έχει μεγάλη σημασία σε παγκόσμιο και εθνικό επίπεδο. Σήμερα το βαμβάκι καλλιεργείται σε περισσότερες από 70 χώρες στον κόσμο, ενώ στην Ευρώπη καλλιεργείται κυρίως στην Ελλάδα, λιγότερο στην Ισπανία και σε μικρότερες εκτάσεις στην Γιουγκοσλαβία, Βουλγαρία, Αλβανία και Ιταλία. Η έκταση καλλιέργειας βαμβακιού παγκοσμίως σταθεροποιήθηκε σε πάνω από 300 εκατομμύρια στρέμματα ενώ η παραγωγή φτάνει τους 18500-19000 τόνους.

Στην Ελλάδα, το βαμβάκι είναι σήμερα η πιο δυναμική καλλιέργεια ανάμεσα στα φυτά μεγάλης καλλιέργειας και το πρώτο από άποψη συναλλαγματικής αξίας αγροτικό προϊόν. Κέντρα παραγωγής είναι η Θεσσαλία και η Κ. Μακεδονία και ακολουθούν η Αν.Μακεδονία-Θράκη και η Αν.Στερεά Ελλάδα (Γαλανοπούλου, 1999).

Μετά από μία συνεχή ανοδική πορεία αρκετών χρόνων και αφού έφτασε σε ύψος ρεκόρ το 1995, η βαμβακοκαλλιέργεια στην Ελλάδα σταθεροποιήθηκε τα τελευταία χρόνια γύρω στα 4 εκατομύρια στρέμματα με μια παραγωγή που ξεπερνά ετησίως το 1.000.000 τόνους σε σύσπορο βαμβάκι (Κατερίνης, 1999). Η βαμβακοκαλλιέργεια, αν και αντιμετωπίζει ορισμένες δυσκολίες στη χώρα μας, λόγω κλιματικών, εγγειοδιαρθρωτικών και άλλων συνθηκών, θεωρείται ότι βρίσκεται σε ένα ιδιαίτερα ικανοποιητικό επίπεδο σε ότι αφορά την τεχνική της καλλιέργειας. Πιο συγκεκριμένα χρησιμοποιούνται σύγχρονες τεχνικές καλλιέργειας, τεχνικά μέσα και εφόδια σύγχρονης τεχνολογίας, ενώ η καλλιέργεια είναι στο σύνολό της σχεδόν αρδευόμενη και πλήρως εκμηχανισμένη. Επιπλέον, η στροφή στην μονοκαλλιέργεια συνέβαλε στο να εξειδικευτεί ο βαμβακοπαραγωγός στο αντικείμενο της δουλειάς του και να αποκτήσει περισσότερες γνώσεις.

4.4.β Βοτανικά γνωρίσματα

Το καλλιεργούμενο βαμβάκι είναι φυτό ετήσιο και παρουσιάζει μεγάλη πολυμορφία. Αποτελείται από :

i) Ριζικό σύστημα

Αποτελείται από μία πασσαλώδη ρίζα η οποία σε μερικές ημέρες από τη βλάστηση και σε βάθος περίπου 15cm αρχίζει να αναπτύσσει δευτερεύουσες ρίζες οι οποίες διακλαδίζονται περαιτέρω (Σφήκας, 1998).

Η ανάπτυξη του ριζικού συστήματος ευνοείται από τον καλό αερισμό, την επαρκή υγρασία και τη θερμοκρασία (γύρω στους 20-25°C). Αρνητικά δρουν το πολύ σκληρό έδαφος, η ύπαρξη ζιζανίων, έλλειψη θρεπτικών στοιχείων και η ύπαρξη τοξικών ουσιών (Γαλανοπούλου, 1999).

ii) Βλαστός

Αποτελείται από το κύριο στέλεχος και τους πλευρικούς κλάδους. το ύψος του φυτού στα μονοετή βαμβάκια κυμαίνεται συνήθως από 0,6 έως 1,8m, είναι κληρονομικό γνώρισμα που επηρεάζεται σοβαρά από τις συνθήκες του περιβάλλοντος (Σφήκας, 1998).

Το κύριο στέλεχος είναι κυλινδρικό και κοίλο εσωτερικά που γεμίζει με εντεριώνη η οποία περιβάλλεται από μαλακό και εύθραυστο ξυλώδες στρώμα. Το κύριο στέλεχος και οι πλευρικοί φυλλοφόροι βλαστοί παρουσιάζουν μονοποδιακή αύξηση σε αντίθεση με τους ανθοφόρους κλάδους που έχουν συμποδιακή αύξηση (Σφήκας, 1988).

Κατά μήκος του κεντρικού στελεχους, από τους κομβους (ή γόνατα) εκφύονται φύλλα στη μασχάλη των οποίων υπάρχουν οι καταβολές δύο οφθαλμών, του κύριου μασχαλαίου και πλευρικού. Από τους οφθαλμούς αυτούς σχηματίζονται μόνο φυλλοφόροι, φυλλοφόροι και ανθοφόροι, ή μόνο ανθοφόροι πλευρικοί βλαστοί. Κατά κανόνα στους πρώτους 4-5 κόμβους

αναπτύσσονται μόνο οι κύριοι μασχαλιαίοι οφθαλμοί και δίνουν γένεση σε φυλλοφόρους βλαστούς που δεν μπορούν να παράγουν άνθη αν δεν υποστούν νέα διακλάδωση, ενώ οι πλευρικοί οφθαλμοί και οι μασχαλιαίοι που βρίσκονται προς την κορυφή του φυτού παράγουν ανθοφόρους βλαστούς (Γαλανοπούλου, 1999).

Με την διάδοση της μηχανοσυλλογής και την αύξηση του επιθυμητού πληθυσμού φυτών επιδιώκεται σήμερα το μέτριο ύψος του φυτού με όσο το δυνατό καθορισμένη ανάπτυξη (determinant type) με βραχείς και κατά το δυνατό κατακόρυφους ανθοφόρους βλαστούς (Γαλανοπούλου, 1999).

iii) Φύλλα

Τα φύλλα αποτελούνται από το έλασμα και το μίσχο, συνήθως έχουν και δύο μικρά παράφυλλα. Στα βαμβάκια του Νέου Κόσμου και προκειμένου για τον κεντρικό και τους βλαστοφόρους βλαστούς η φυλλοταξία είναι του τύπου 3/8 ενώ στους ανθοφόρους βλαστούς τα φύλλα εκφύονται κατ'εναλλαγή. Το χρώμα τους ποικίλει από ανοιχτό έως πολύ σκούρο πράσινο. Στους περισσότερους τύπους το έλασμα είναι πεντάλοβο. Στο έλασμα υπάρχουν 3-5 νευρώσεις με άφθονες διακλαδώσεις. Στη βάση του μεσαίου νεύρου υπάρχει ένας μεγάλος κυπελοειδής αδένας και ιδιαίτερα τις θερμές ημέρες εκκρίνει νέκταρ το οποίο προσελκύει τα έντομα (Γαλανοπούλου, 1999).

iv) Άνθη

Τα άνθη αναπτύσσονται στους ανθοφόρους κλάδους από τους ανθοφόρους οφθαλμούς που ονομάζονται χτένια. Κάθε άνθος φέρει 3 βράκτια φύλλα, τα οποία στο αμερικάνικο βαμβάκι μένουν ελεύθερα ενώ στα ασιατικά είναι ενωμένα. Το χρώμα των πετάλων είναι λευκοκίτρινο στις αμερικανικές ποικιλίες και έντονα κίτρινο στις αιγυπτιακές ποικιλίες. Οι στήμονες, που είναι συνήθως 90-100, αναπτύσσονται σε σωληνωτή θήκη που περιβάλλει το στύλο. Οι ανθήρες είναι δίχωροι και οι γυρεόκοκκοι μεγάλοι με ανώμαλη επιφάνεια. Ο ύπερος αποτελείται από 2-6 καρπόφυλλα που ονομάζονται λωβοί. Συνήθως τα αμερικανικά βαμβάκια έχουν 4-5 λωβούς και το αιγυπτιακό τρεις. Κάθε λωβός περιλαμβάνει 8-12 ωάρια. Ο στύλος έχει διάφορο μήκος και το στίγμα σχίζεται σε τόσους λωβούς όσα είναι και τα καρπόφυλλα (Σφήκας, 1988).

4.4.γ. Επικονίαση-γονιμοποίηση ανθέων

Η γύρη των Malvaceae είναι σφαιρική, πορώδης και ακανθώδης, με έναν εντυπωσιακά παχύ εσωτερικό τοίχωμα την ενδοεξίνη. Οι πόροι μπορούν να είναι μικροί (1-3 μm) ή μεγάλοι (4-6 μm) και οι μεγάλοι πόροι μπορούν ή όχι να έχουν ένα άλλο εσωτερικό σκληρό στρώμα τον ενδοπόρο (endopore) (<http://www.geo.arizona.edu/palynology/pid00044.html>).

Οι γυρεόκοκκοι μόλις απελευθερωθούν από τους ανθήρες ενεργούν ως ανεξάρτητες λειτουργικές μονάδες και εκτίθενται στο περιβάλλον. Οι υψηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια της άνθησης έχουν επιπτώσεις σοβαρότερες στη γύρη απ' ό,τι στα ωάρια. Στο βαμβάκι, το άνοιγμα των ανθέρων πραγματοποιείται κατά τη διάρκεια των πρωινών ωρών (7-11) ανάλογα με τις επικρατούσες καιρικές συνθήκες ενώ η βλάστηση γύρης εμφανίζεται μέσα σε

30 λ. πάνω στο στίγμα (Pundir, 1972). Η πραγματική γονιμοποίηση εντούτοις, εμφανίζεται οπουδήποτε από 12 μέχρι 24 ώρες μόλις απελευθερωθεί η γύρη, λόγω της αργής αύξησης του γυρεοσωλήνα (Pundir, 1972). Επομένως, η υψηλής θερμοκρασίας ζημία που εμφανίζεται κατά τη διάρκεια της άνθησης είναι πιθανό να περιλάβει την αποτυχία της γονιμοποίησης ή/και της επικονίασης. Οι Weaver και Timm (1988) πρότειναν ότι η γύρη είναι πίο ευαίσθητη στις υψηλές θερμοκρασίες από τα θηλυκά αναπαραγωγικά όργανα, τα οποία θα μπορούσαν να θεωρηθούν υπευθυνα για μείωση της γονιμοποίησης κάτω από την υψηλή θερμοκρασία.

Όσον αφορά την επίδραση του όζοντος στα άνθη παρατηρήθηκε καθυστέρηση της άνθησης και μείωση της παραγωγής ανθέων (Oshima et al., 1979).

Τη μορφολογία των ανθέων του βαμβακιού άλλαξε και η έκθεση στην ακτινοβολία UV-B. Η μείωση των ανθέων και του αριθμού των ανθήρων εμπόδισε τη διαδικασία επικονίασης και το δέσιμο των καρυδιών (Kakani et al, 2003).

5. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία έχει ως αντικείμενο τη μελέτη της επίδρασης αφ' ενός του όζοντος και αφ' ετέρου της ακτινοβολίας UV-B στη βλάστηση των γυρεοκόκκων σε ποικιλίες τομάτας, πιπεριάς, μελιτζάνας και βαμβακιού και στην αύξηση του μήκους του γυρεοσωλήνα στις αντίστοιχες ποικιλίες τομάτας, πιπεριάς και μελιτζάνας.

Στην εργασία αυτή μελετήθηκε η επίδραση 2 παραγόντων (ποικιλία φυτού και όζον ή UV-B) στη βλάστηση των γυρεοκόκκων και στην αύξηση του μήκους του γυρεοσωλήνα των γυρεοκόκκων που βλάστησαν. Λίγες μελέτες έχουν διεξαχθεί έως τώρα παγκοσμίως για την επίδραση του όζοντος και των υπεριωδών ακτίνων-B στη μορφολογία των γυρεοκόκκων καλλιεργούμενων ειδών. Αυτές έχουν δείξει ότι μειώνεται η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και το μήκος του γυρεοσωλήνα σε αρκετά καλλιεργούμενα είδη όταν αυτά βρεθούν υπό την επίδραση του όζοντος ή των υπεριωδών ακτίνων B.

Η εργασία πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της ανάγκης για περαιτέρω μελέτη της επίδρασης του όζοντος και των υπεριωδών UV-B στη βλάστηση και το μήκος των γυρεοκόκκων. Η βλαστικότητα και το μήκος των γυρεοκόκκων επηρεάζουν έμμεσα τη γονιμοποίηση των ανθέων και την τελική παραγωγή σπόρου από τα φυτά, τομέας ο οποίος δεν έχει αρκετά ερευνηθεί ώστε να καταλήξουμε σε ασφαλή και χρήσιμα συμπεράσματα.

Β. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

1. ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Το πείραμα διεξήχθη κατά την περίοδο Μαΐου-Σεπτεμβρίου 2005 στο αγρόκτημα του τμήματος Φυτικής Παραγωγής και Αγροτικού Περιβάλλοντος της Γεωπονικής Σχολής του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας, στην περιοχή του Βελεσίνου, στο Εργαστήριο Γεωργίας και στο παράπηγμα του ίδιου τμήματος στο Φυτόκο της Ν. Ιωνίας, Ν. Μαγνησίας, το καλοκαίρι του 2005. Στο θερμοκήπιο αναπτύχθηκαν τα φυτά ώσπου να παράγουν άνθη, τα οποία αποσπάστηκαν από τα φυτά σταδιακά και μεταφέρθηκαν στο παράπηγμα, εκεί τοποθετήθηκαν σε θαλάμους και εκτέθηκαν σε όζον και υπεριώδεις UV-B και κατόπιν στο Εργαστήριο Γεωργίας όπου και έγινε η λήψη των μετρήσεων της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και του μήκους των γυρεοσωλήνων.

Χρησιμοποιήθηκαν τρεις ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicum esculentum*) οι Rio grande, Ace 55 και San peter, τρεις ποικιλίες πιπεριάς (*Capsicum annuum*) οι π-14, π-13 και Φλωρίνης, τρεις ποικιλίες μελιτζάνας (*Solanum melongena*) οι Black beauty, Λαγκαδά και Τσακώνικη και 2 ποικιλίες βαμβακιού (*Gossypium hirsutum* L.) οι Romanos και Allegria. Όλες οι παραπάνω ποικιλίες εγκαταστάθηκαν στο θερμοκήπιο του αγροκτήματος. Η διάταξη των φυτών στο θερμοκήπιο δίδεται στην επόμενη σελίδα.

2. ΔΙΑΤΑΞΗ ΦΥΤΩΝ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ

ΠΙΝΑΚΑΣ 4. Διάταξη φυτών στο θερμοκήπιο

San peter	San peter	San peter	San peter	San peter	San peter
San peter	San peter	San peter	San peter	San peter	San peter
Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf
Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf	Ace 55 vf
Black beauty	Black beauty	Black beauty	Black beauty	Blackbeauty	Blackbeauty
Black beauty	Blackbeauty	Black beauty	Black beauty	Blackbeauty	Blackbeauty
Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά
Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά	Λαγκαδά
Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη
Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη	Τσακώνικη
Rio grande	Rio grande	Rio grande	Rio grande	Rio grande	Rio grande
Rio grande	Rio grande	Rio grande	Rio grande	Rio grande	Rio grande
Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης
Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης	Φλωρίνης
π-14	π-14	π-14	π-14	π-14	π-14
π-14	π-14	π-14	π-14	π-14	π-14
Allegria	Allegria	Allegria	Allegria	Allegria	Allegria
Allegria	Allegria	Allegria	Allegria	Allegria	Allegria
Romanos	Romanos	Romanos	Romanos	Romanos	Romanos
Romanos	Romanos	Romanos	Romanos	Romanos	Romanos
π-13	π-13	π-13	π-13	π-13	π-13
π-13	π-13	π-13	π-13	π-13	π-13

3. ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ

Το έδαφος στο θερμοκήπιο πριν την εγκατάσταση των σποροφύτων υπέστη όργωμα σε βάθος 15cm, προσθήκη βασικής λίπανσης με λίπασμα 15-15-15 (N-P-K), και στη συνέχεια φρεζάρισμα. Κατά την αρχή της άνθησης έγινε εφαρμογή επιφανειακής λίπανσης με KNO_3 . στα φυτά εφαρμόστηκε άρδευση με λάστιχα και η παροχή του νερού ήταν $15 m^3/στρ$ κάθε 2-3 μέρες.

Όσον αφορά την εφαρμογή φυτοπροστατευτικών ουσιών, έγινε κατά τη μεταφύτευση ριζοπότισμα με Previcur N (Propamocarb) για μύκητες εδάφους, εφαρμογή Confidor για προσβολή από αφίδες κατά τα τέλη Μαΐου και εφαρμογή ακαρεοκτόνου Omite (Propargite) μία φορά στο τέλος Ιουνίου και άλλη μία εφαρμογή μετά από 15-20 μέρες.

Μετά την παραγωγή καρπών, γινόταν σε τακτά χρονικά διαστήματα συγκομιδή τους ώστε τα φυτά να παράγουν συνεχώς νέα άνθη.

4. ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Τα μετεωρολογικά δεδομένα για τους μήνες που ήταν εγκατεστημένα τα φυτά στο θερμοκήπιο παρατίθενται στους παρακάτω συγκεντρωτικούς πίνακες της Ε.Μ.Υ. για όλο το έτος.

Θερμοκρασίες Βόλου-Βελεσίνου για το έτος 2005.

1ο Εξάμηνο	ΙΑΝ	ΦΕΒ	ΜΑΡ	ΑΠΡ	ΜΙΑ	ΙΟΥΝ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	2.8	3.4	4.8	7.7	12.1	16.3
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	6.6	7.6	9.9	14.1	19.5	24.5
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	11.1	12.3	14.3	18.8	24.0	29.0
2ο Εξάμηνο	ΙΟΥΛ	ΑΥΓ	ΣΕΠ	ΟΚΤ	ΝΟΕ	ΔΕΚ
Ελάχιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	18.6	18.5	15.7	12.1	8.2	4.5
Μέση Μηνιαία Θερμοκρασία	26.8	26.1	22.2	16.9	12.1	8.2
Μέγιστη Μηνιαία Θερμοκρασία	31.0	30.7	27.0	21.6	16.8	12.6

5. ΕΔΑΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Το πείραμα έγινε σε έδαφος καλά στραγγιζόμενο, ασβεστούχο, ιλυοαργιλοπηλώδες, που ανήκει στα Inceptisols και στην υποομάδα Typic Xerochrept (USDA, 1975). Το έδαφος αυτό έχει κοκκομετρική σύσταση μετρίως λεπτόκοκκη έως λεπτόκοκκη. Στην περιοχή επικρατούν συνθήκες εδαφικής υγρασίας xeric και εδαφικής θερμοκρασίας thermic. Τα εδάφη αυτά έχουν υφή αμμοαργιλοπηλώδη έως αργιλώδη.

Η κατάσταση υδρομορφίας είναι καλή και εκφράζεται με καλό βαθμό αποστράγγισης, ο οποίος βελτιώνεται με το βάθος του εδάφους, εξαιτίας της πετρώδους σύστασης του. Το pH βρίσκεται σε αλκαλικά επίπεδα (7.5-8) χωρίς όμως να αποτελεί πρόβλημα για την καλλιέργεια. Έχει πολύ καλά ανεπτυγμένο πορώδες, αποτελούμενο κυρίως από μικρού και μέσου μεγέθους πόρους. Η οργανική ουσία είναι σε χαμηλά επίπεδα, αλλά επαρκής μέχρι βάθος 60 cm. Τα ανταλλάξιμα κατιόντα Na, Mg, K και η C.E.C. είναι σε κανονικά επίπεδα. Ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά φαίνονται στον Πίνακα Α που ακολουθεί.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5. Εδαφολογικά χαρακτηριστικά πειραματικού αγρού

Βάθος (cm)	CaCO ₃ (%)	Φαιν.Ειδ. Βάρος (gr/cm ³)	Υδατοϊκανότητα (%)	pH	Σημείο Μόν. Μάρανσης (%w)
0-20	5,5	1,25	20,9	7,6	11,48
20-40	6,38	1,23	21,3	7,9	11,64
40-60	5,72	1,21	21,5	7,9	11,81

6. ΣΥΛΛΟΓΗ ΑΝΘΕΩΝ

Από τα εγκατεστημένα φυτά του θερμοκηπίου γινόταν συλλογή ανθέων μία φορά την εβδομάδα, κατά τις πρώτες πρωινές ώρες, και πριν ανοίξουν οι ανθήρες, για να διαπιστωθεί η επίδραση του όζοντος και της υπερϊόδους ακτινοβολίας στη γύρη. Τα άνθη μεταφέρονταν εντός 30 λεπτών στο Εργαστήριο Γεωργίας της Σχολής Γεωπονικών Επιστημών, όπου τοποθετούνταν σε ειδικά δοχεία με πορώδες συνθετικό υλικό (τα οποία αργότερα γεμίζαμε με νερό) με τον κομμένο τους ποδίσκο βουτηγμένο στο υγρό υπόστρωμα ώστε να διατηρούν την υγρασία τους. Κατόπιν μεταφέρονταν στους ειδικούς θαλάμους όζοντος και υπερϊόδους ακτινοβολίας, όπου και αφήνονταν για 7 ώρες στους θαλάμους του όζοντος και για 6 ώρες στους θαλάμους των υπερϊωδών.

7. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΘΑΛΑΜΩΝ

α) Θάλαμοι όζοντος

Ο θάλαμος του όζοντος έχει διαστάσεις 2,4 m μήκος x 2,3 m πλάτος x 2,3 m ύψος και φέρει πόρτα η οποία κλείνει αεροστεγώς. Η κορυφή του κάθε θαλάμου φέρει τζάμι για να περνά φως από τους κωδωνοειδείς προβολείς που κρέμονται ανά έξι από την κορυφή του παραπήγματος. Από μία οπή που βρίσκεται λίγο πιο κάτω από τη γυάλινη οροφή του θαλάμου εισέρχεται στο θάλαμο φιλτραρισμένος ατμοσφαιρικός αέρας. Το φίλτρο που υπάρχει είναι κοκκώδης ενεργός άνθρακας που απορροφά όλους τους οργανικούς ρύπους. Το ορατό φως προέρχεται από λαμπτήρες του τύπου SON-T AGRO των 400 watt το κάτω άκρο των οποίων απέχει από την κορυφή των φυτών 75 cm. Η πυκνότητα των φωτοσυνθετικών φωτονίων κυμαινόταν από 460-394 $\mu\text{mol}/\text{m}^2 \times \text{sec}$. Οι συνθήκες που επικρατούσαν στους θαλάμους ήταν 21-31° C ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία και 43-55% ελάχιστη και μέγιστη σχετική υγρασία, μετρήσεις που έγιναν με το όργανο HOBOLCD Data Logger.

Η διάρκεια των ωρών του φωτός που επικρατούσε στους θαλάμους αφορούσε τις ημερήσιες ώρες φωτός των μηνών της περιοχής του Βόλου και δίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Ο θάλαμος του όζοντος τροφοδοτούνταν με όζον από οζονιστήρα που βρισκόταν εξωτερικά από το θάλαμο και είναι τύπου T-Series Generator της εταιρείας TRIO₃ INDUSTRIES INC (Fortpierce FLORIDA 34946). Ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες controllers και αισθητήρες συντελούν ώστε το όζον στο θάλαμο του όζοντος να βρίσκεται σε συγκέντρωση 100ppb.

Ο θάλαμος του μάρτυρα (C.F.: < 3ppb, όπου C.F.= Carbon Filtered ή Φίλτρο κοκκώδους ενεργού άνθρακα, με τη χρήση του οποίου έχουμε λιγότερο από 3ppb όζον μέσα στο θάλαμο) έχει ακριβώς τις ίδιες διαστάσεις με τον θάλαμο του όζοντος, τα ίδια εξαρτήματα και περιέχει τα ίδια εξαρτήματα με τον θάλαμο του όζοντος εκτός από την ηλεκτρομαγνητική βαλβίδα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας που διοχετεύεται στο θάλαμο φιλτράρεται και αυτός με ενεργό άνθρακα.

β) Θάλαμοι υπεριώδων ακτίνων-B

Οι θάλαμοι των υπεριώδων ακτίνων-B στους οποίους τοποθετήθηκαν τα άνθη είχαν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά :

1^{ος} : 0,000 w/m^2 ένταση λαμπτήρων υπεριώδους φωτός-B. Φίλτρο πολυαιθυλενίου κάτω από τις λάμπες το οποίο απορροφά τις A, B και C ακτινοβολίες και κατά 66,24% την ορατή ακτινοβολία.

2^{ος} : 0,1365 w/m^2 ένταση λαμπτήρων υπεριώδους φωτός-B. Η τιμή αυτή υπεριώδους φωτός-B είναι η μέση τιμή της υπεριώδους ακτινοβολίας B με κανονική πυκνότητα στρατοσφαιρικού όζοντος για την πόλη του Βόλου (γεωγραφικό μήκος 22°57', βόρειο γεωγραφικό πλάτος 39°22') κατά τον μήνα Ιούλιο. Η τιμή αυτή υπολογίστηκε από το μοντέλο Björn and Murphy, 1985.

3^{ος} : 0,2232 w/m^2 ένταση λαμπτήρων υπεριώδους φωτός-B. Η τιμή αυτή είναι η μέση τιμή της υπεριώδους ακτινοβολίας-B, με μείωση κατά 30% της πυκνότητας του στρατοσφαιρικού όζοντος, για την πόλη του Βόλου κατά το

μήνα Ιούλιο. Η τιμή αυτή υπολογίστηκε επίσης από το μοντέλο Björn and Murphry, 1985.

Και οι δύο θάλαμοι της υπεριώδους ακτινοβολίας-B έφεραν φίλτρα της οξικής κυτταρίνης (διαπερατότητα της οξικής κυτταρίνης στην UV-C ακτινοβολία είναι 0) τα οποία απορροφούν την υπεριώδη ακτινοβολία-C και αφήνουν να περάσει κατά 86% UV-A, 85% UV-B και ορατή ακτινοβολία 69,5%. Τα δοχεία με τα άνθη τοποθετήθηκαν κάτω από λάμπες του υπεριώδους φωτός-B. Η απόσταση των ανθών ρυθμίστηκε στα 35 cm. Μετά την πάροδο 7 ωρών επίδρασης UV-B ακτινοβολίας τα άνθη οδηγήθηκαν στο Εργαστήριο για τη λήψη των μετρήσεων.

8. ΠΡΟΕΤΟΙΜΑΣΙΑ ΤΩΝ ΔΕΙΓΜΑΤΩΝ

Τα άνθη μετά το πέρας των 7 ωρών στους θαλάμους της UV-B ακτινοβολίας, μεταφέρθηκαν και πάλι στο Εργαστήριο Γεωργίας, του Τμήματος Φυτικής παραγωγής, όπου γινόταν η ετοιμασία των δειγμάτων για τις μετρήσεις.

Από κάθε άνθος γινόταν συλλογή της γύρης με τσίναγμα των ανθών, σε 1 ml διαλύματος βλάστησης των γυρεοκόκκων, πάνω σε αντικειμενοφόρες πλάκες. Το διάλυμα βλάστησης των γυρεοκόκκων παρασκευάστηκε σύμφωνα με τους Brewbaker και Kwack (1963) και αποτελείται από : 15% ζάχαρη, 0,1g/l βορικό οξύ, 0,3 g/l νιτρικό ασβέστιο, 0,2 g/l θειικό μαγνήσιο, 0,1 g/l νιτρικό κάλιο. Μετά την απελευθέρωση των γυρεοκόκκων (περίπου 400 ανά δείγμα) στο διάλυμα, οι αντικειμενοφόροι με τους γυρεόκοκκους τοποθετούνταν μέσα σε Petri τα οποία περιείχαν χαρτί εμποτισμένο με νερό για τη διατήρηση της υγρασίας, και αφήνονταν σε θερμοκρασία 22°C όλη τη νύχτα για να βλαστήσουν οι γυρεόκοκκοι. Το πρωί της επόμενης ημέρας προσθέταμε σε κάθε αντικειμενοφόρο 1ml στερεωτικού διαλύματος φορμαλδεύδης, οξικού οξέος, αιθανόλης και 0,005% διαλύματος μπλε της ανιλίνης, για τη διατήρηση του δείγματος, αποφυγή ανάπτυξης μυκήτων και χρώση των γυρεοκόκκων και των γυρεοσωλήνων (για καλύτερη παρατήρηση στο μικροσκόπιο). Τα Petri φυλλάσσονταν έπειτα στους 4° C μέσα στο ψυγείο στη συντήρηση για μια εβδομάδα και μετά γίνονταν οι μετρήσεις.

9. ΛΗΨΗ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΩΝ-ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Το πειραματικό σχέδιο που χρησιμοποιήθηκε για την διεξαγωγή του πειράματος ήταν παραγοντικό με δύο παράγοντες : ποικιλία φυτού ο ένας παράγοντας και ο δεύτερος παράγοντας όζον ή υπεριώδης ακτινοβολία UV-B. Για την πιπεριά, τη μελιτζάνα και την τομάτα είχαμε 3 ποικιλίες x 2 επίπεδα όζοντος και 3 ποικιλίες x 3 επίπεδα UV-B σε 10 επαναλήψεις. Η κάθε επανάληψη αποτελεί τον μέσο όρο 10 μετρήσεων από 10 άνθη. Από κάθε άνθος προήλθε ένα δείγμα σε μία αντικειμενοφόρο.

Για κάθε επανάληψη για τη μέτρηση της βλαστικότητας έγιναν 4 μετρήσεις, σε 4 διαφορετικά πεδία του μικροσκοπίου, όπου μετρήθηκε το σύνολο των γυρεοκόκκων σε κάθε πεδίο και από αυτούς πόσοι είχαν βλαστήσει (σύνολο μετρηθέντων γυρεοκόκκων σε κάθε δείγμα για μέτρηση της βλαστικότητας = 200). Απαραίτητη προϋπόθεση για να θεωρηθεί ότι βλάστησε ένας γυρεόκοκκος είναι το μήκος του γυρεοσωλήνα να είναι ίσο ή μεγαλύτερο από τη διάμετρο του γυρεόκοκκου. Για τις ποικιλίες της τομάτας και της μελιτζάνας

η διάμετρος του γυρεόκοκκου ήταν 32,785 μm για τις ποικιλίες της πιπεριάς 26,229 μm .

Για τον προσδιορισμό του μήκους του γυρεοσωλήνα για κάθε επανάληψη έγιναν μετρήσεις μήκους για 25 γυρεοσωλήνες με ειδικό προσοφθάλμιο μικρόμετρο το οποίο έφερε μία κλίμακα χαραγμένη σε γυαλί μεταξύ των δύο προσοφθάλμιων φακών.

Μετρήσεις για το μήκος του γυρεοσωλήνα στις ποικιλίες του βαμβακιού δεν έγιναν διότι οι γυρεοσωλήνες δεν ήταν σε καμία περίπτωση ευθείς και η μέτρηση δεν ήταν δυνατή.

10. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΤΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Κατά τη λήψη των μετρήσεων λήφθηκε μέριμνα ώστε η διαδικασία να είναι τυχαιοποιημένη σε όλα τα επίπεδα των συνδυασμών των παραγόντων. Στόχος ήταν από τις μετρήσεις να καταλήξουμε σε ασφαλή συμπεράσματα όσον αφορά : 1) την επίδραση του παράγοντα όζον ξεχωριστά σε κάθε είδος φυτού 2) την επίδραση του παράγοντα της UV-B ξεχωριστά σε κάθε είδος φυτού 3) τις διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στις διάφορες μεταχειρίσεις του όζοντος και των υπεριωδών ακτίνων-B και 4) την αλληλεπίδραση ποικιλία x όζον και ποικιλία x UV-B ακτινοβολία.

Οι μετρήσεις που πάρθηκαν και αφορούσαν τη βλαστικότητα και το μήκος των γυρεοσωλήνων, καταχωρήθηκαν σε φύλλα εργασίας Excel, όπου και έγινε μία πρώτη επεξεργασία των δεδομένων (υπολογισμός των μέσων όρων). Στη συνέχεια τα δεδομένα όπως διαμορφώθηκαν, καταχωρήθηκαν στο πρόγραμμα SPSS, όπου έγινε η στατιστική επεξεργασία χρησιμοποιώντας την Univariate ANOVA. Χρησιμοποιήσαμε ως κριτήριο σημαντικότητας των στατιστικών διαφορών το p κριτήριο σε διάφορα επίπεδα σημαντικότητας. Για την εύρεση διαφορών μεταξύ των μεταχειρίσεων του όζοντος ή των υπεριωδών ακτίνων-B χρησιμοποιήθηκε η L.S.D.

Γ. ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Οι μετρήσεις της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και του μήκους των γυρεοσωλήνων μαζί με τους μέσους όρους παρατίθενται αναλυτικά στο παράρτημα I. Οι στατιστικοί πίνακες της Univariate ANOVA μαζί με τους πίνακες για την L.S.D. παρατίθενται στο παράρτημα II. Στη συνέχεια για κάθε φυτό παρουσιάζουμε με πίνακες τους μ.ο. της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και του μήκους των γυρεοσωλήνων, μαζί με την L.S.D. του κάθε παράγοντα (όζον ή υπεριώδης ακτινοβολία-B). Από τους πίνακες της Univariate ANOVA, από το p κριτήριο βλέπουμε κατά πόσο ο παράγοντας ποικιλία φυτού ή ο παράγοντας όζον ή ο παράγοντας UV-B ακτινοβολία ή η αλληλεπίδραση ποικιλία x όζον ή ποικιλία x UV-B ακτινοβολία είναι σημαντικοί για την βλάστηση των γυρεοκόκκων και την αύξηση του μήκους του γυρεοσωλήνα. Τα αποτελέσματα του πειράματος εκτιμήθηκαν σε διάφορα επίπεδα σημαντικότητας. Στους Πίνακες που παρουσιάζονται στα αποτελέσματα η Σημαντικότητα του κάθε παράγοντα συμβολίζεται με αστερίσκους (*). Με ένα * όταν το $p < 0,05$, με ** όταν $p < 0,01$ και με *** όταν $p < 0,001$, ενώ όταν δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές με N.S. (Non Significant).

1. ΜΕΛΙΤΖΑΝΑ

1.1. Όζον – Βλαστικότητα των γυρεοκόκκων

Οι τρεις ποικιλίες της μελιτζάνας παρουσίασαν μείωση στην βλαστικότητα των γυρεοκόκκων κατά τη μεταχείριση με όζον 100 ppb σε σχέση με τον μάρτυρα C.F. Η μείωση δηλαδή που παρουσιάστηκε στις ποικιλίες σε σχέση με τον μάρτυρα ήταν αντίστοιχα 51,39%, 68,47% και 73,17% στην Black beauty, στην Λαγκαδά και στην Τσακωνική αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 6. Επίδραση του όζοντος στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων της Μελιτζάνας.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
C.F.	Black beauty	74,02%	100
	Λαγκαδά	76,42%	100
	Τσακωνική	67,67%	100
100ppb	Black beauty	35,98%	51,39%
	Λαγκαδά	24,09%	68,47%
	Τσακωνική	18,15%	73,17%
L.S.D. _{0,05} Επιπεδα όζοντος		0,027	
Ποικιλία		***	
Ποικιλία * όζον		**	
		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 6 και τον Πίνακα 1 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,01$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον δεν επηρέασε τη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων($p > 0,05$).

1.2. Όζον - Μήκος γυρεοσωλήνων

Όσον αφορά το μήκος των γυρεοσωλήνων και οι τρεις ποικιλίες παρουσίασαν μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων στη μεταχείριση με όζον 100ppb σε σχέση με τον μάρτυρα C.F.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7. Επίδραση του όζοντος στο μήκος των γυρεοσωλήνων της Μελιτζάνας.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΜΗΚΩΝ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ	% του Μάρτυρα
C.F.	Black beauty	986,27μm	100
	Λαγκαδά	951,54 μm	100
	Τσακώνικη	996,05μm	100
100ppb	Black beauty	207,18 μm	78,99%
	Λαγκαδά	193,34 μm	79,68%
	Τσακώνικη	222,06μm	77,70%
L.S.D. _{0,05}		51,49	
Επιπεδα όζοντος		***	
Ποικιλία		*	
Ποικιλία * όζον		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 7 και τον Πίνακα 2 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,05$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον δεν είχε επίδραση στο μήκος των γυρεοσωλήνων ($p > 0,05$).

1.3. UV-B - Βλαστικότητα γυρεοκόκκων

Η Black beauty παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 42,47% σε σχέση με τον μάρτυρα για την μεταχείριση UV-B 0,1365 w/m² και μείωση 70,25% σε σχέση με τον μάρτυρα για μεταχείριση UV-B 0,2232 w/m². Η Λαγκαδά αντίστοιχα παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 47,24% και 77,28% και η Τσακώνικη 41,90% και 61,92%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων της Μελιτζάνας.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Black beauty	66,73%	100
	Λαγκαδά	79,42%	100
	Τσακώνικη	68,86%	100
0,1365 w/m ²	Black beauty	38,39%	42,47%
	Λαγκαδά	41,90%	47,24%
	Τσακώνικη	39,98%	41,90%
0,2232 w/m ²	Black beauty	19,85%	70,25%
	Λαγκαδά	18,04%	77,28%
	Τσακώνικη	26,22%	61,92%
L.S.D. _{0,05}		0,020	
Επιπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		*	
Ποικιλία * UV-B		**	

Από τον παραπάνω Πίνακα 8 και τους Πίνακες 3 και 4 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,05$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B είχε σημαντική επίδραση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων ($p < 0,01$).

1.4. UV-B - Μήκος γυρεοσωλήνων

Η Black beauty παρουσίασε μείωση μ.ο. μήκους γυρεοσωλήνων 65,99% για μεταχείριση με UV-B 0,1365 w/m² και 88,64% για μεταχείριση με UV-B 0,2232 w/m², η Λαγκαδά αντίστοιχα 73,65% και 88,88% και η Τσακώνικη 67,53% και 88,98%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στο μήκος των γυρεοσωλήνων της Μελιτζάνας.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Black beauty	886,07μm	100
	Λαγκαδά	944,09μm	100
	Τσακώνικη	951,91μm	100
0,1365 w/m ²	Black beauty	301,32μm	65,99%
	Λαγκαδά	298,7μm	73,65%
	Τσακώνικη	309,06μm	67,53%
0,2232 w/m ²	Black beauty	100,67μm	88,64%
	Λαγκαδά	106,83μm	88,88%
	Τσακώνικη	104,84μm	88,98%
L.S.D. 0,05		26,26	
Επιπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		**	
Ποικιλία * UV-B		**	

Από τον παραπάνω Πίνακα 9 και της Πίνακες 5 και 6 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,01$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B είχε σημαντική επίδραση στο μήκος των γυρεοσωλήνων ($p < 0,01$).

2. ΤΟΜΑΤΑ

2.1. Όζον – Βλαστικότητα

Η Ace 55vf παρουσίασε μείωση της βλαστικότητας γυρεοκόκκων 29,96% για μεταχείριση με όζον 100 ppb σε σχέση με τον μάρτυρα. Αντίστοιχα οι Rio grande και San peter παρουσίασαν μείωση της βλαστικότητας 48,81% και 32,65%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 10. Επίδραση του όζοντος στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων της Τομάτας.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 ppb	Ace 55vf	84,72%	100
	Rio grande	79,77%	100
	San peter	80,93%	100
100ppb	Ace 55vf	59,34%	29,96%
	Rio grande	40,83%	48,81%
	San peter	54,51%	32,65%
L.S.D. _{0,05} Επιπεδα όζοντος		0,024	
Ποικιλία		***	
Ποικιλία * όζον		*	

Από τον παραπάνω Πίνακα 10 και τον Πίνακα 7 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον είχε σημαντική επίδραση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων($p < 0,05$).

2.2. Όζον – Μήκος γυρεοσωλήνων

Όσον αφορά το μήκος των γυρεοσωλήνων και οι τρεις ποικιλίες παρουσίασαν μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων στη μεταχείριση με όζον 100ppb σε σχέση με τον μάρτυρα C.F.. Η Ace 55vf παρουσίασε μείωση μήκους γυρεοσωλήνων για μεταχείριση με όζον 100 ppb σε σχέση με τον μάρτυρα σε ποσοστό 71,59%. Αντίστοιχα οι Rio grande και San peter παρουσίασαν μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων 75,80% και 74,46%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 11. Επίδραση του όζοντος στο μήκος των γυρεοσωλήνων της Τομάτας.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ	% του Μάρτυρα
C.F.	Ace 55vf	974,34μm	100
	Rio grande	1108,71μm	100
	San peter	957,97μm	100
100ppb	Ace 55vf	276,82μm	71,59%
	Rio grande	268,3μm	75,80%
	San peter	244,6μm	74,46%
L.S.D. _{0,05} Επιπεδα όζοντος Ποικιλία Ποικιλία * όζον		102,03	

		N.S.	
		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 11 και τον Πίνακα 8 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού δεν είχε επίδραση ($p > 0,05$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον δεν είχε επίδραση στο μήκος των γυρεοσωλήνων ($p > 0,05$).

2.3. UV-B – Βλαστικότητα γυρεοκόκκων

Η Ace 55vf παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 25,37% σε σχέση με τον μάρτυρα για την μεταχείριση UV-B 0,1365 w/m² και μείωση 67,80% σε σχέση με τον μάρτυρα για μεταχείριση UV-B 0,223 w/m². Η Rio grande αντίστοιχα παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 30,52% και 65,70% και η San peter 33,73% και 74,64%.

ΠΙΝΑΚΑΣ 12. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων της Τομάτας.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Ace 55vf	75,13%	100
	Rio grande	78,11%	100
	San peter	84,95%	100
0,1365 w/m ²	Ace 55vf	56,07%	25,37%
	Rio grande	54,27%	30,52%
	San peter	56,29%	33,73%
0,2232 w/m ²	Ace 55vf	24,19%	67,80%
	Rio grande	26,79%	65,70%
	San peter	21,54%	74,64%
L.S.D. _{0,05}		0,020	
Επίπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		N.S.	
Ποικιλία * UV-B		*	

Από τον παραπάνω Πίνακα 12 και τους Πίνακες 9 και 10 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού δεν είχε σημαντική επίδραση ($p > 0,05$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B είχε σημαντική επίδραση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων ($p < 0,05$).

2.4. UV-B – Μήκος γυρεοσωλήνων

Η Ace 55vf παρουσίασε μείωση μ.ο. μήκους γυρεοσωλήνων 69,19% για μεταχείριση με UV-B 0,1365 w/m² και 89,83% για μεταχείριση με UV-B 0,2232 w/m², η Rio grande με τις μεταχειρίσεις 0,1365 w/m² και 0,2232 w/m² 70,31% και 90,84% και η San peter 67,39% και 89,65% αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στο μήκος των γυρεοσωλήνων της Τομάτας.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Ace 55vf	976,51μm	100
	Rio grande	1020,92μm	100
	San peter	962,69μm	100
0,1365 w/m ²	Ace 55vf	301,08μm	69,16%
	Rio grande	303,08μm	70,31%
	San peter	313,91μm	67,39%
0,2232 w/m ²	Ace 55vf	99,277μm	89,83%
	Rio grande	93,51μm	90,84%
	San peter	99,62μm	89,65%
L.S.D. 0,05		51,78	
Επιπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		N.S.	
Ποικιλία*UV-B		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 13 και τους Πίνακες 11 και 12 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού δεν είχε σημαντική επίδραση ($p > 0,05$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος των γυρεοσωλήνων ($p > 0,05$).

3. ΠΙΠΕΡΙΑ

3.1. Όζον – Βλαστικότητα

Η Φλωρίνης παρουσίασε μείωση βλαστικότητας γυρεοκόκκων 50,35% για μεταχείριση με όζον 100 ppb σε σχέση με τον μάρτυρα, οι π-13 και π-14 παρουσίασαν μείωση 72,99% και 44,24% για τη μεταχείριση με όζον 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 14. Επίδραση του όζοντος στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων της Πιπεριάς.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 ppb	Φλωρίνης	65,89%	100
	π-13	57,72%	100
	π-14	46,67%	100
100ppb	Φλωρίνης	32,71%	50,35%
	π-13	15,59%	72,99%
	π-14	26,02%	44,24%
L.S.D. _{0,05} Επιπεδα όζοντος		0,012	
Ποικιλία		***	
Ποικιλία * όζον		**	
		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 14 και τον Πίνακα 13 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,01$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον δεν επηρέασε τη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων ($p > 0,05$).

3.2. Όζον – Μήκος γυρεοσωλήνων

Όσον αφορά το μήκος των γυρεοσωλήνων και οι τρεις ποικιλίες παρουσίασαν μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων στη μεταχείριση με όζον 100ppb σε σχέση με τον μάρτυρα C.F.. Η Φλωρίνης παρουσίασε μείωση μήκους γυρεοσωλήνων για μεταχείριση με όζον 100 ppb σε σχέση με τον μάρτυρα σε ποσοστό 82,50%, οι π-13 και π-14 παρουσίασαν μείωση 82,64% και 79,55% για τη μεταχείριση με όζον 100 ppb αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 15. Επίδραση του όζοντος στο μήκος των γυρεοσωλήνων της Πιπεριάς.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ	% του Μάρτυρα
0 ppb	Φλωρίνης	796,45μm	100
	π-13	927,75μm	100
	π-14	782,52μm	100
100ppb	Φλωρίνης	139,35μm	82,50%
	π-13	161μm	82,64%
	π-14	159,97μm	79,55%
L.S.D. _{0,05}		79,97	
Επιπεδα όζοντος		***	
Ποικιλία		*	
Ποικιλία * όζον		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 15 και τον Πίνακα 14 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,05$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος των γυρεοσωλήνων ($p > 0,05$).

3.3. UV-B – Βλαστικότητα γυρεοκόκκων

Η Φλωρίνης παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 43,99% σε σχέση με τον μάρτυρα για μεταχείριση UV-B 0,1365 w/m² και μείωση 65,03% σε σχέση με τον μάρτυρα για μεταχείριση UV-B 0,2232 w/m². Η π-13 αντίστοιχα παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 34,92% και 67,21% και η π-14 25,81% και 61,72% για τις μεταχειρίσεις 0,1365 w/m² και 0,2232 w/m² αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 16. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων της Πιπεριάς.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Φλωρίνης	70,30%	100
	π-13	58,96%	100
	π-14	51,67%	100
0,1365 w/m ²	Φλωρίνης	39,37%	43,99%
	π-13	38,37%	34,92%
	π-14	38,33%	25,81%
0,2232 w/m ²	Φλωρίνης	24,58%	65,03%
	π-13	19,33%	67,21%
	π-14	19,78%	61,72%
L.S.D. _{0,05}		0,026	
Επίπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		**	
Ποικιλία * UV-B		*	

Από τον παραπάνω Πίνακα 16 και τους Πίνακες 15 και 16 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,01$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B είχε σημαντική επίδραση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων ($p < 0,05$).

3.4. UV-B – Μήκος γυρεοσωλήνων

Η Φλωρίνης παρουσίασε μείωση του μ.ο. του μήκους των γυρεοσωλήνων 67,12% για μεταχείριση με UV-B 0,1365 w/m² και 86,42% για μεταχείριση με UV-B 0,2232 w/m², η π-13 αντίστοιχα 65,33% και 90,10% και η π-14 64,14% και 85,19% και τις μεταχειρίσεις 0,1365 w/m² και 0,2232 w/m² αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στο μήκος των γυρεοσωλήνων της Πιπεριάς.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΜΗΚΟΥΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Φλωρίνης	767,2μm	100
	π-13	864,7μm	100
	π-14	800,8μm	100
0,1365 w/m ²	Φλωρίνης	325,9μm	67,12%
	π-13	299,8μm	65,33%
	π-14	287,18 μm	64,14%
0,2232 w/m ²	Φλωρίνης	104,18μm	86,42%
	π-13	85,56μm	90,10%
	π-14	118,14 μm	85,19%
L.S.D. 0,05		124,33	
Επιπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		N.S.	
Ποικιλία * UV-B		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 17 και τους Πίνακες 17 και 18 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού δεν είχε σημαντική επίδραση ($p > 0,05$) στο μήκος των γυρεοσωλήνων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B δεν είχε σημαντική επίδραση στο μήκος των γυρεοσωλήνων ($p > 0,05$).

4. ΒΑΜΒΑΚΙ

4.1. Όζον – Βλαστικότητα

Η Allegria παρουσίασε μείωση βλαστικότητας γυρεοκόκκων 55,75% και η Romanos 46,02% για τη μεταχείριση με όζον 100 ppb σε σχέση με τον μάρτυρα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 18. Επίδραση του όζοντος στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων του Βαμβακιού.

ΕΠΙΠΕΔΑ ΟΖΟΝΤΟΣ	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 ppb	Allegria	74,54%	100
	Romanos	70,75%	100
100ppb	Allegria	32,98%	55,75%
	Romanos	38,19%	46,02%
L.S.D. _{0,05}		0,009	
Επιπεδα όζοντος		***	
Ποικιλία		N.S.	
Ποικιλία * όζον		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 18 και τον Πίνακα 19 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας όζον είχε σημαντική επίδραση($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού δεν είχε σημαντική επίδραση ($p > 0,05$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x όζον δεν επηρέασε τη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων($p > 0,05$).

4.2. UV-B - Βλαστικότητα

Η Allegria παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 49,89% σε σχέση με τον μάρτυρα για μεταχείριση uv-b 0,1365 w/m² και μείωση 73,85% σε σχέση με τον μάρτυρα για μεταχείριση uv-b 0,2232 w/m². Η Romanos παρουσίασε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων 48,72% και 70,50% για τη μεταχείριση 0,1365 w/m² και 0,2232 w/m² αντίστοιχα.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19. Επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων του Βαμβακιού.

ΕΠΙΠΕΔΑ UV-B	ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ	Μ.Ο. ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ	% του Μάρτυρα
0 w/m ²	Allegria	83,57%	100
	Romanos	76,41%	100
0,1365 w/m ²	Allegria	41,87%	49,89%
	Romanos	39,18%	48,72%
0,2232 w/m ²	Allegria	21,85%	73,85%
	Romanos	22,54%	70,50%
L.S.D. 0,05		0,019	
Επιπεδα UV-B		***	
Ποικιλία		N.S.	
Ποικιλία * UV-B		N.S.	

Από τον παραπάνω Πίνακα 19 και τους Πίνακες 20 και 21 στο Παράρτημα II παρατηρούμε ότι:

1) ο παράγοντας UV-B είχε σημαντική επίδραση ($p < 0,001$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

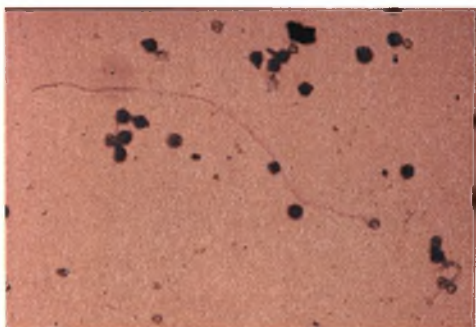
2) ο παράγοντας ποικιλία φυτού δεν είχε σημαντική επίδραση ($p > 0,05$) στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων.

3) η αλληλεπίδραση των παραγόντων ποικιλία x UV-B δεν είχε σημαντική επίδραση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων ($p > 0,05$).

Δ. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Όζον

Στην παρούσα εργασία όλα τα φυτικά είδη, σύμφωνα πάντοτε με τα αποτελέσματα, παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων, τόσο για τη βλαστικότητα της γύρης, όσο και για το μήκος των γυρεοσωλήνων. Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι στην τομάτα, τόσο η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων, όσο και το μήκος των γυρεοσωλήνων παρουσίασαν διαφορές στατιστικά σημαντικές για τον παράγοντα του όζοντος και συγκεκριμένα όλες οι ποικιλίες παρουσίασαν μείωση της βλαστικότητας και του μήκους των γυρεοσωλήνων. Όσον αφορά τον παράγοντα ποικιλία βρέθηκε ότι είναι στατιστικά σημαντική για την βλαστικότητα των γυρεοσωλήνων και όχι για το μήκος των γυρεοσωλήνων. Όσον αφορά την αλληλεπίδραση όζον x ποικιλία διαπιστώθηκε, ότι είναι στατιστικά σημαντική μόνο όσον αφορά τη βλαστικότητα των γυρεοσωλήνων και όχι για το μήκος τους. Οι διαφορές στο μήκος των γυρεοσωλήνων φαίνονται ξεκάθαρα στις φωτογραφίες 1 και 2, όπου στη φωτογραφία 1 παρατηρούμε ένα βλαστήσαντα γυρεόκοκκο της ποικιλίας Rio grande που έχει υποστεί την μεταχείριση με αέρα φιλτραρισμένο με φίλτρο άνθρακα (C.F.), και στη φωτογραφία 2 βλαστήσαντες γυρεόκοκκους που έχουν υποστεί μεταχείριση με συγκέντρωση όζοντος 100 ppb. Το μήκος του γυρεοσωλήνα στη φωτογραφία 1 είναι σαφώς μεγαλύτερο από το μήκος του γυρεοσωλήνα στη φωτογραφία 2.



Φωτογραφία 1.



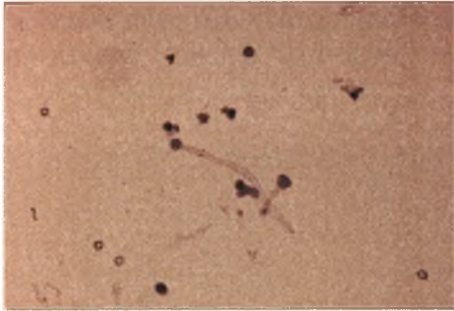
Φωτογραφία 2.

Φωτογραφία 1: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με αέρα φιλτραρισμένο με φίλτρο άνθρακα (C.F.), σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 290x.

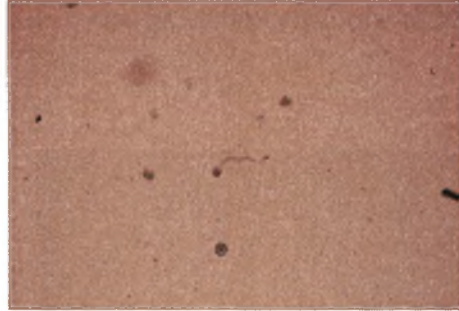
Φωτογραφία 2: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με συγκέντρωση όζοντος 100 ppb σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 290x.

Η μελιτζάνα παρουσίασε και στις 3 ποικιλίες στατιστικά σημαντικές διαφορές στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και στο μήκος των γυρεοσωλήνων, υπό την επίδραση των μεταχειρίσεων του όζοντος. Από την στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι οι διαφορές στη βλαστικότητα και το μήκος των γυρεοσωλήνων οφείλονται κυρίως στον παράγοντα όζον και στον

παράγοντα ποικιλία φυτού και όχι στην αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ποικιλία x όζον. Και για την μελιτζάνα οι διαφορές στο μήκος των γυρεοσωλήνων μεταξύ μεταχειρίσεων με αέρα φιλτραρισμένο με φίλτρο άνθρακα (C.F.) και με συγκέντρωση όζοντος 100 ppb φαίνονται στις παρακάτω φωτογραφίες 3 και 4 της ποικιλίας Black beauty.



Φωτογραφία 3.

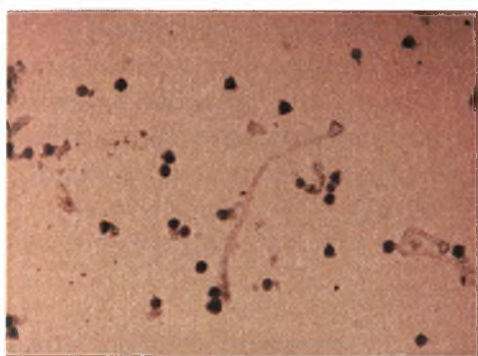


Φωτογραφία 4.

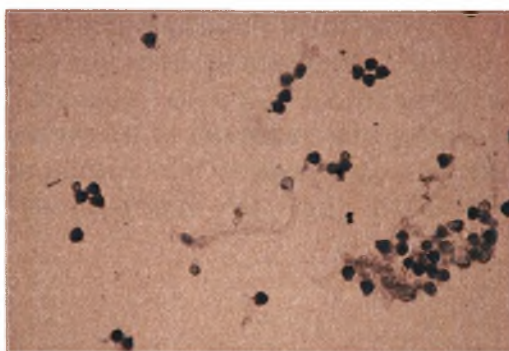
Φωτογραφία 3: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Black beauty σε μεταχείριση με αέρα φιλτραρισμένο με φίλτρο άνθρακα (C.F.), σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 280x.

Φωτογραφία 4: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Black beauty σε μεταχείριση με συγκέντρωση όζοντος 100ppb, σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 280x.

Η πιπεριά παρουσίασε μείωση στα ποσοστά της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και στο μήκος των γυρεοσωλήνων. Από την στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι οι διαφορές στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και στα μήκη των γυρεοσωλήνων οφείλονται μόνο στον παράγοντα όζον και στον παράγοντα ποικιλία και όχι στην αλληλεπίδραση μεταξύ των δύο προηγούμενων παραγόντων. Στις φωτογραφίες 5 και 6 παρατηρούμε τις διαφορές στο μήκος των γυρεοσωλήνων μεταξύ των μεταχειρίσεων με αέρα φιλτραρισμένο με φίλτρο άνθρακα (C.F.) και με συγκέντρωση όζοντος 100 ppb για την ποικιλία Φλωρίνης.



Φωτογραφία 5.



Φωτογραφία 6.

Φωτογραφία 5: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Φλωρίνης σε μεταχείριση C.F., σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 290x.

Φωτογραφία 6: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Φλωρίνης σε μεταχείριση με όζον 100 ppb σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 290x.

Το βαμβάκι παρουσίασε και αυτό μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων η οποία οφείλεται μόνο στον παράγοντα όζον.

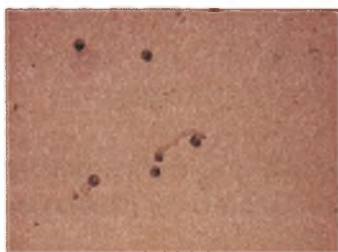
2. UV-B

Τα αποτελέσματα της επίδρασης της UV-B ακτινοβολίας στη βλάστηση των γυρεοκόκκων και το μήκος των γυρεοσωλήνων που λάβαμε από την παρούσα μελέτη είναι παρόμοια με τα αποτελέσματα άλλων ερευνητών για κάποια από τα φυτικά είδη που μελετήθηκαν (τομάτα και βαμβάκι).

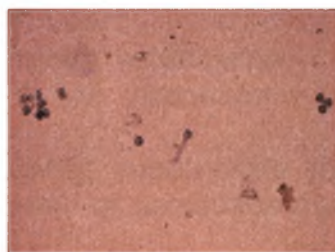
Στις ποικιλίες της τομάτας παρατηρήσαμε ότι υπήρξε μείωση, τόσο της βλαστικότητας, όσο και του μήκους των γυρεοσωλήνων. Οι διαφορές στην βλαστικότητα οφείλονται στον παράγοντα UV-B και στην αλληλεπίδραση των παραγόντων UV-B x ποικιλία, και όχι στον παράγοντα ποικιλία φυτού. Οι διαφορές στο μήκος των γυρεοσωλήνων οφείλονται μόνο στον παράγοντα όζον. Πρέπει να σημειωθεί ότι ήταν μεγαλύτερη η μείωση βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και μήκους των γυρεοσωλήνων από μεταχείριση UV-B 0 σε UV-B 0,1365 w/m², απ' ότι από UV-B 0,1365 w/m² σε UV-B 0,2232 w/m². Στις φωτογραφίες που ακολουθούν (7,8,9) φαίνονται οι διαφορές στο μήκος των γυρεοσωλήνων στην ποικιλία Rio grande μεταξύ των μεταχειρίσεων με UV-B 0 (Φωτογραφία 7), UV-B 0,13 (Φωτογραφία 8) και UV-B 0,22 (Φωτογραφία 9).



Φωτογραφία 7.



Φωτογραφία 8.



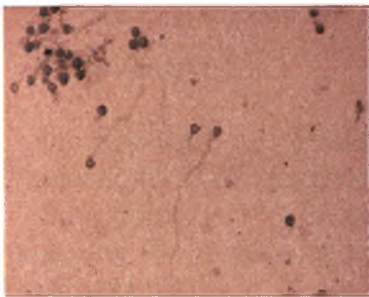
Φωτογραφία 9.

Φωτογραφία 7: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0, σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 185x.

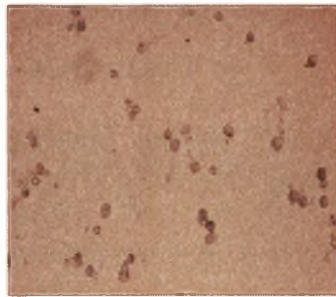
Φωτογραφία 8: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0,1365 w/m² σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 156x.

Φωτογραφία 9: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0,2232 w/m², σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 156x.

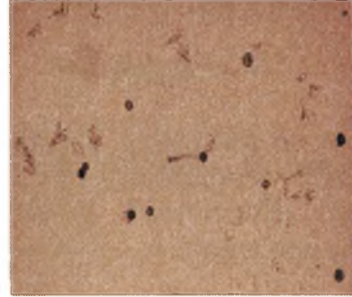
Στις ποικιλίες της μελιτζάνας παρατηρούμε μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και στο μήκος των γυρεοσωλήνων και οφείλονται, στον παράγοντα UV-B, στον παράγοντα ποικιλία φυτού και στην αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ποικιλία x UV-B. Η μείωση αυτή φαίνεται και στις παρακάτω φωτογραφίες της ποικιλίας Black beauty, όπου η φωτογραφία 10 προέρχεται από μεταχείριση UV-B 0, η φωτογραφία 11 προέρχεται από μεταχείριση UV-B 0,1365 w/m² και η φωτογραφία 12 που προέρχεται από μεταχείριση UV-B 0,2232 w/m².



Φωτογραφία 10.



Φωτογραφία 11.



Φωτογραφία 12.

Φωτογραφία 10: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Black beauty σε μεταχείριση με UV-B 0, σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 209x.

Φωτογραφία 11: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0,1365 w/m² σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 156x.

Φωτογραφία 12: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0,2232 w/m², σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 156x.

Στην πιπεριά παρατηρούμε μείωση της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και του μήκους των γυρεοσωλήνων. Η μείωση της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων οφείλεται, στον παράγοντα UV-B, στον παράγοντα ποικιλία και στην αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων ποικιλία x UV-B. Η μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων οφείλεται μόνο στον παράγοντα UV-B. Στις παρακάτω φωτογραφίες όπου η φωτογραφία 13 προέρχεται από τη μεταχείριση UV-B 0, η φωτογραφία 14 προέρχεται από τη μεταχείριση UV-B 0,1365 w/m² και φωτογραφία 15 η οποία προέρχεται από τη μεταχείριση UV-B 0,2232 w/m², παρατηρούμε τη μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων για την ποικιλία π-13.



Φωτογραφία 13.

Φωτογραφία 14.

Φωτογραφία 15.

Φωτογραφία 13: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας π-13 σε μεταχείριση με UV-B 0, σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 185x.

Φωτογραφία 14: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0,1365 w/m² σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 208x.

Φωτογραφία 15: Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande σε μεταχείριση με UV-B 0,2232 w/m², σε μικροσκόπιο με μεγέθυνση 185x.

Τέλος όσον αφορά το βαμβάκι η βλαστικότητα μειώθηκε και στις δύο ποικιλίες σε παρόμοια ποσοστά με την μείωση να οφείλεται μόνο στον παράγοντα UV-B.

Ε. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι τόσο το όζον όσο και η υπεριώδης ακτινοβολία επηρεάζουν αρνητικά την βλαστικότητα των γυρεοκόκκων των εξεταζόμενων φυτικών ειδών καθώς επίσης και την αύξηση του μήκους του γυρεοσωλήνα τους. Σε όλα τα είδη των φυτών στην παρούσα εργασία και σε όλες τις ποικιλίες παρατηρήθηκε μείωση τόσο της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων όσο και του μήκους των γυρεοσωλήνων.

Λίγες μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί έως σήμερα για την επίδραση του όζοντος και της υπεριώδους ακτινοβολίας στην βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και το μήκος του γυρεοσωλήνα στα υπό μελέτη είδη της παρούσας εργασίας. Μελέτες έχουν πραγματοποιηθεί μόνο για το όζον στην τομάτα και για το όζον και τις υπεριώδεις στο βαμβάκι ως προς τα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά. Για την τομάτα μελέτες έδειξαν ότι η έκθεση στο όζον επηρεάζει αρνητικά και μειώνει τόσο τη βλαστικότητα όσο και το μήκος του γυρεοσωλήνα (Feder et al. 1982). Σε άλλη όμως μελέτη έχει αναφερθεί ότι οι γυρεόκοκκοί της τομάτας δεν είναι ευαίσθητοι ακόμη και σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες έκθεσης των ανθέων της τομάτας (Krause et al., 1975). Στην μελέτη αυτή η έκθεση σε 40ppb όζοντος δεν είχε επίδραση όταν η γύρη εκτέθηκε αμέσως μετά τη μεταφορά της σε μη εκτεθημένα σε όζον στίγματα, ή όταν μη εκτεθημένοι γυρεόκοκκοί μεταφέρθηκαν σε προηγουμένως εκτεθημένο σε όζον στίγμα. Παρ' όλα αυτά υπήρξε όμως μείωση του μήκους των γυρεοσωλήνων. Για το βαμβάκι όσον αφορά την επίδραση του όζοντος στα άνθη παρατηρήθηκε καθυστέρηση της άνθησης και μείωση της παραγωγής ανθέων (Oshima et al., 1979). Στην ίδια μελέτη διαπιστώθηκε και μείωση στην παραγωγή καρυδιών στο βαμβάκι, γεγονός το οποίο οφείλεται στη μειωμένη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και στο μειωμένο μήκος γυρεοσωλήνα που είχαν ως συνέπεια την μείωση του αριθμού γονιμοποιημένων ανθέων (Oshima et al., 1979).

Όσον αφορά την επίδραση της υπεριώδους ακτινοβολίας Β στα άνθη και τους γυρεόκοκκους του βαμβακιού, μελέτη έδειξε αλλαγές στη μορφολογία των ανθέων του βαμβακιού, μείωση στους μορφολογικούς χαρακτήρες των ανθέων και τον αριθμό ανθήρων και εμπόδισε τη διαδικασία επικονίασης και το δέσιμο των καρυδιών (Kakaní et al, 2003).

Γενικότερα έχουν πραγματοποιηθεί πολλές μελέτες για την επίδραση τόσο του τροποσφαιρικού όζοντος, όσο και της υπεριώδους ακτινοβολίας-Β κυρίως στην αύξηση – ανάπτυξη των φυτών και τις φυσιολογικές τους λειτουργίες. Πολύ λιγότερες μελέτες έχουν ασχοληθεί με την επίδραση του όζοντος και της ακτινοβολίας UV-B στις αναπαραγωγικές δομές των φυτών και κυρίως στους γυρεόκοκκους. Τα αποτελέσματα των μελετών σε διάφορα φυτικά είδη έχουν οδηγήσει κυρίως στο συμπέρασμα ότι τα αυξημένα επίπεδα του όζοντος και των υπεριωδών ακτίνων επιδρούν αρνητικά στην αναπαραγωγική διαδικασία των φυτών και συνεπώς μειώνεται η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και το μήκος των γυρεοσωλήνων. Υπάρχουν όμως και μελέτες στις οποίες τα αποτελέσματα έδειξαν θετική επίδραση ή και καθόλου επίδραση του όζοντος και της υπεριώδους ακτινοβολίας Β στην αναπαραγωγική διαδικασία.

Αρνητική επίδραση σε υψηλά επίπεδα όζοντος παρουσίασαν αρκετά είδη φυτών εκτός της τομάτας και του βαμβακιού που αναφέρθηκαν παραπάνω. Ο

ρυθμός αύξησης του μήκους των γυρεοσωλήνων της ποικιλίας Bel-W3 του καπνού μειώθηκε σε ποσοστό 62% και 44% αντιστοίχως όταν οι γυρεόκοκκοι εκτέθηκαν σε 120 p.p.b. όζον για 3 ώρες και σε 300 mW/m² UV-B ακτινοβολίας για 30 λεπτά. Στην *Petunia hybrida* τα ποσοστά του ρυθμού αύξησης του μήκους των γυρεοσωλήνων μειώθηκαν κατά 34% και 59% αντίστοιχα για έκθεση σε όζον και υπεριώδεις στις ίδιες δόσεις με του καπνού (Feder and Shrier, 1990). Οι Abraitiene et al. (2002) εξέτασαν γυρεόκοκκους από 16 δέντρα κλώνους του *Pinus sylvestris* για την ανοχή τους σε συγκεντρώσεις όζοντος 45 ppb και 90 ppb για 4 ώρες. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα οι μεταχειρίσεις του όζοντος προκάλεσαν σημαντική μείωση στη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων. Βρέθηκε όμως σημαντική και η επίδραση του γενότυπου στην βιωσιμότητα των γυρεοκόκκων. Το είδος *Lolium perenne* L. εκτέθηκε σε διαφορετικές συγκεντρώσεις όζοντος 0, 65 και 110 ppb σε ειδικούς θαλάμους, για να εξεταστεί η επίδραση του όζοντος στην βλαστικότητα των γυρεοκόκκων. Το ποσοστό βλαστικότητας των γυρεοκόκκων ήταν σημαντικά μειωμένο στα εκτεθημένα σε όζον φυτά σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι ο παράγοντας όζον ήταν υπεύθυνος για την διακοπή της ανάπτυξης των γυρεοσωλήνων (Schoene et al., 2004). Σε άλλη μελέτη εξετάστηκαν οι αλλαγές στην βλαστικότητα των γυρεοκόκκων των ειδών *Philadelphus grandiflorus*, *Eriophyllum hybridum*, και *Plantago major*, μετά από έκθεση σε όζον για 100 ώρες (3 ώρες την ημέρα για 5 ημέρες την εβδομάδα σε δόση 5.0 cm³) και βρέθηκε ότι το μέγιστο μήκος των γυρεοσωλήνων από 530-550 nm μειώθηκε σε 475-480 nm στα είδη των οποίων οι γυρεόκοκκοι περιέχουν αρκετή ποσότητα καροτενοειδών, *P. Grandiflorus* και *E. hybridum*, ενώ οι γυρεόκοκκοι του *P. major* που περιείχαν ελάχιστη ποσότητα καροτενοειδών παρουσίασαν μεγαλύτερη μείωση του μεγίστου μήκους των γυρεοσωλήνων στα 470 nm (Roshchina and Karnaukhov, 1999). Μία άλλη μελέτη για είδη της οικογένειας Rosaceae (μηλιά, αμυγδαλιά, βερυκοκιά, ροδακινιά και αχλαδιά) έδειξε ότι η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων εμποδίστηκε στις μεταχειρίσεις με αυξημένα επίπεδα όζοντος για όλα τα είδη εκτός της αχλαδιάς, και οι διαφορές τόσο ανάμεσα στα διαφορετικά είδη όσο και μεταξύ των ειδών δεν ήταν σημαντικές (Hormaza et al., 1996).

Υπήρξαν όμως και περιπτώσεις που η έκθεση σε όζον δεν είχε σημαντική επίδραση στην ανάπτυξη των γυρεοκόκκων, όπως σε έρευνα για τις ποικιλίες του σταφυλιού *Taridor* ή *Librano*, των οποίων οι γυρεόκοκκοι ύστερα από έκθεση σε όζον 100 ppb είτε *in vitro* είτε *in vivo*, δεν παρουσίασαν σημαντική διαφορά ούτε στην βλαστικότητά τους, ούτε στην αύξηση των γυρεοσωλήνων τους (Black et al., 1993). Στην μελέτη που προαναφέρθηκε για τα είδη της οικογένειας Rosaceae, η αχλαδιά δεν παρουσίασε μείωση της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων όπως και η τομάτα, στην μελέτη των Krause et al. (1975), όπου οι γυρεόκοκκοί της δεν βρέθηκαν ευαίσθητοι ακόμη και σε υψηλές συγκεντρώσεις όζοντος.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω η ευαισθησία στο όζον έχει αποδειχθεί ότι διαφέρει μέσα στο είδος. Επιπλέον έχει βρεθεί συσχετισμός μεταξύ της ευαισθησίας των διαφόρων φυτικών μερών και της γύρης, σε έκθεση στο όζον, για διάφορα είδη φυτών και έχει θεωρηθεί ότι το όζον έχει επιπτώσεις στο μεταβολισμό, κοινές για τα σποροφυτικά και τα γαμετοφυτικά στάδια ανάπτυξης (Hormaza et al., 1996). Αντίθετα, οι Benoit et al. (1983) δεν

βρήκαν κανέναν συσχετισμό μεταξύ των συμπτωμάτων των φύλλων και της ευαισθησίας της γύρης σε έκθεση στο όζον, στο *Pinus strobus*.

Έπειτα από έρευνες επί σειρά ετών οι Reiling et Davison (1992), κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι οι επιδράσεις στην ανάπτυξη των φυτών είναι ο πιο χρήσιμος δείκτης ευαισθησίας στο όζον και ότι η ευαισθησία της φυτικής βλάστησης και της γύρης στο όζον συσχετίζονται για μεμονωμένους πληθυσμούς ελάχιστων ειδών.

Όσον αφορά την επίδραση της υπερϊώδους ακτινοβολίας στα φυτά η πλειοψηφία των στοιχείων δείχνει ότι η UV ακτινοβολία είναι συνήθως καταστρεπτική, ιδιαίτερα η ακτινοβολία UV-B (Caldwell, 1971). Μερικές μελέτες, όπου γύρη συλλέχθηκε από υγιή φυτά και εκτέθηκε άμεσα στην UV-B ακτινοβολία, έδειξαν ότι η UV-B μείωσε τη βλαστικότητα της γύρης (Torabinejad et al. 1998, Musil et al. 1999, Feng et al. 2000). Άλλη μελέτη (Feng et al., 2000) σε γύρη από 19 taxa φυτών, που βλάστησαν τεχνητά κάτω από δύο επίπεδα αυξημένης ακτινοβολίας UV-B, έδειξε ότι η βλαστικότητα της γύρης και το μήκος του γυρεοσωλήνα μειώθηκαν σημαντικά στα περισσότερα από αυτά τα είδη. Έξι αλπικά ετήσια είδη φυτών, *Vicia angustifolia* L. (Leguminosae), *Poa annua* L. (Gramineae), *Polygonum aviculare* L. (Polygonaceae), *Plantago depressa* Willd. (Plantaginaceae), *Elsholtzia densa* Benth. (Labiatae), και *Malva sinensis* Cav. (Malvaceae), που μεγάλωσαν στο χωράφι κάτω από επίπεδα: α) ακτινοβολίας UV-B του αγρού, β) μειωμένη UV-B (σε σχέση με αυτή του αγρού) και γ) αυξημένης UV-B (σε σχέση με αυτή του αγρού), παρουσίασαν διαφορετικά αποτελέσματα όσον αφορά την βλαστικότητα των γυρεοκόκκων στα διάφορα φυτικά είδη. Τα διάφορα είδη παρουσίασαν τόσο θετική όσο και αρνητική ανταπόκριση στα διάφορα επίπεδα UV-b ακτινοβολίας. Η αυξημένη UV-B ακτινοβολία μείωσε σημαντικά ($p < 0.05$) την βλαστικότητα και το μήκος των γυρεοσωλήνων του είδους *V. angustifolia* συγκρινόμενη με την δόση της UV-B ακτινοβολίας της περιοχής στην οποία διεξήχθη το πείραμα (Γκαναν-Κίνα) και με τη μειωμένη δόση UV-B ακτινοβολίας σε σχέση με την τοπική. Η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων των ειδών *P. annua* and *P. aviculare* καθώς και το μήκος των γυρεοκόκκων των ειδών *P. annua* και *M. sinensis*, αυξήθηκαν σημαντικά υπό την επίδραση αυξημένης UV-B ακτινοβολίας σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Παράλληλα δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση στην βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και το μήκος του γυρεοσωλήνα στα είδη *P. depressa* and *E. densa* από την αυξημένη ακτινοβολία UV-B σε σύγκριση με τον μάρτυρα. Η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων στα *P. annua*, *P. aviculare* και *E. densa* και το μήκος του γυρεοσωλήνα στα *P. annua* and *E. densa* ήταν υψηλότερα σε γύρη που συλλέχθηκε από φυτά που υπέστησαν μειωμένες δόσεις ακτινοβολίας UV-B απ' ότι σε φυτά που μεγάλωσαν στις συνθήκες της περιοχής που διεξήχθη το πείραμα. Τα αποτελέσματα της συγκεκριμένης έρευνας έδειξαν ότι η γύρη κάποιων ειδών στο οροπέδιο του Qinghai-Tibet ήταν σχετικά ανθεκτική στην ακτινοβολία UV-B σε σύγκριση με είδη που φύονται σε χαμηλότερα υψόμετρα (Wang-Ying et al., 2006). Για το είδος *Brassica rapa* διεξήχθησαν τρία πειράματα για να βρεθεί η επίδραση της υπερϊώδους ακτινοβολίας B στην αναπαραγωγική διαδικασία του, και έδειξαν μείωση στην παραγωγή βιώσιμης γύρης, σε σχέση με τον μάρτυρα (Demchik et Day, 1996). Σε εργασία για τέσσερα δικοτυλήδονα είδη της οικογένειας Asteraceae και τέσσερα μονοκοτυλήδονα είδη της οικογένειας Iridaceae, παρατηρήθηκε μείωση στην παραγωγή ανθέων, τη βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και το μήκος του

γυρεοσωλήνα, κάτω από συνθήκες αυξημένης υπεριώδους ακτινοβολίας B (Musil C.F., 1995).

Άλλη έρευνα για τα είδη *Solandra maxima* και *Aechmea distichantha* έρχεται να επιβεβαιώσει την αρνητική επίδραση της UV-B ακτινοβολίας στην ανάπτυξη των γυρεοκόκκων. Γυρεόκοκκοι συλλέχθηκαν και εκτέθηκαν σε 300 W/cm² UV-B ακτινοβολίας για 30-60 λεπτά. Έκθεση για 1 ώρα μείωσε τον μέσο όρο του μήκους των γυρεοσωλήνων του *S. maxima* κατά 90% αλλά ο μέσος όρος του μήκους των γυρεοσωλήνων του *A. Distichantha* μειώθηκε μόνο κατά 60%. Και στους δύο χρόνους έκθεσης η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων στο *S. maxima* παρέμεινε συγκρίσιμη με αυτή της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων του μάρτυρα, ενώ με μία ώρα έκθεση η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων του *A. distichantha* μειώθηκε από 60 % σε 13% (Feder W.A., 1992). Μία έρευνα κατά την οποία άνθη από έξι γενότυπους σόγιας υποβλήθηκαν σε UV-B ακτινοβολία, 0 (μάρτυρας) και 10 kJ/m², εξέτασε τα αποτελέσματα στην παραγωγή γυρεοκόκκων, στη βλαστικότητά τους και το μήκος του γυρεοσωλήνα τους. Φυτά που μεγάλωσαν σε συνθήκες αυξημένης UV-B ακτινοβολίας παρήγαγαν μικρού μεγέθους άνθη. Τα άνθη αυτά είχαν λιγότερη γύρη με μικρή βλαστικότητα και μικρότερους γυρεοσωλήνες (Koti et al., 2005). Έρευνα για έξι γενότυπους σόγιας εξέτασε την επίδραση της ακτινοβολίας UV-B στην μορφολογία των ανθέων και των γυρεοκόκκων, στην παραγωγή γυρεοκόκκων και την *in vitro* βλαστικότητα και αύξηση του γυρεοσωλήνα. Τα άνθη υποβλήθηκαν σε 4 διαφορετικά επίπεδα UV-B ακτινοβολίας 0,5,10,15 kJ/m² μέσα σε θαλάμους ελεγχόμενων συνθηκών. Τα αποτελέσματα έδειξαν μείωση στο μήκος των ανθέων, την βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και την αύξηση του μήκους των γυρεοσωλήνων σε όλους τους γενότυπους, όσο αυξανόταν η UV-B (Koti et al., 2004). Δύο ποικιλίες τομάτας (*Lycopersicon esculentum* Mill.), TongHui (TH) και XiaGuang (XG) εξετάστηκαν ως προς την επίδραση της αυξημένης ακτινοβολίας UV-b στην αναπαραγωγική τους δομή. Οι μεταχειρίσεις με UV-B ακτινοβολία ήταν α) η ακτινοβολία που υπήρχε στην περιοχή (μάρτυρας), β) 2,54 kJ/m² (T1) και γ) 4,25 kJ/m² (T2). Ο αριθμός ανοιχτών ανθέων αυξήθηκε σημαντικά στο είδος TH υπό την μεταχείριση T2, ενώ μειώθηκε στο είδος XG υπό μεταχείριση T1. Παρ' όλο που η βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και στα δύο είδη εμποδίστηκε από τις μεταχειρίσεις με UV-B ακτινοβολία, ο αριθμός των καρπών αυξήθηκε στη TH ποικιλία και στις δύο δόσεις της UV-B και στη XG ποικιλία στην χαμηλή δόση (Yang-Hui et al., 2004). Χαμηλές δόσεις UV-b ακτινοβολίας που εφαρμόστηκαν στους γυρεόκοκκους του είδους *Nicotiana plumbaginifolia* ευνόησαν την αύξηση των γυρεοσωλήνων (Chesnokon and Manteuffel, 2000). Σε άλλο πείραμα που έγινε στα είδη *Brassica nigra* και *B. Rapa*, 313 φυτά και από τα δύο είδη χωρίστηκαν σε δύο ομάδες και η πρώτη ομάδα έλαβε μόνο την UV-B ακτινοβολία του περιβάλλοντος ενώ η άλλη αυξημένη δόση UV-B. Για το *B. nigra* παρατηρήθηκε μείωση της παραγωγής γυρεοκόκκων και της γονιμοποίησης των ανθέων στην υψηλή δόση ακτινοβολίας, ενώ στο *B. rapa* δεν υπήρξαν διαφορές στα εξεταζόμενα χαρακτηριστικά (Conner and Zangori, 1997). Σε μελέτη για 34 taxa εξετάστηκαν γυρεόκοκκοι ως προς τη βλαστικότητά τους υπό την επίδραση δύο διαφορετικών δόσεων UV-B, 187 mW/m², 460 mW/m², και του μάρτυρα. Σημαντική μείωση στην βλαστικότητα των γυρεοκόκκων προέκυψε μόνο σε 5 είδη. Οι γυρεοσωλήνες για περισσότερα από τα μισά είδη παρουσίασαν μείωση του μήκους τους.

Αναλογικά περισσότερα μονοκοτυλήδωνα είδη εμφανίστηκαν ευαίσθητα στην UV-B απ' ό,τι δικοτυλήδωνα. Επίσης αναλογικά περισσότερα άγρια είδη παρουσίασαν μεγαλύτερη ευαισθησία σε αυξημένη UV-B ακτινοβολία, απ' ό,τι τα καλλιεργούμενα στον αγρό είδη και τα είδη που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια (Torabinejad et al., 1998).

Από τις παραπάνω περιπτώσεις παρατηρούμε ότι η επίδραση της UV-B ακτινοβολίας είναι κατά κύριο λόγο αρνητική, για την βλαστικότητα των γυρεοκόκκων και την αύξηση του μήκους του γυρεοσωλήνα, στα περισσότερα φυτικά είδη. Παρατηρούμε όμως και αρκετές αποκλίσεις από το συμπέρασμα αυτό, καθώς δεν είναι λίγες οι έρευνες για διάφορα φυτικά είδη που έδειξαν το αντίθετο αποτέλεσμα. Όπως λοιπόν παρατηρείται η ευαισθησία στην UV-B ακτινοβολία διαφέρει μεταξύ των ειδών. Στην παρούσα μελέτη που πραγματοποιήθηκε όλες οι ποικιλίες όλων των φυτών παρουσίασαν παρόμοια αποτελέσματα, συγκεκριμένα μείωση της βλαστικότητας των γυρεοκόκκων και του μήκους του γυρεοσωλήνα τους, κάτω από αυξημένες δόσεις όζοντος και υπεριώδους ακτινοβολίας UV-B. Πολλές φορές όμως παρατηρούμε ότι η μείωση της βλαστικότητας και του μήκους των γυρεοσωλήνων οφείλεται στην επίδραση της ποικιλίας (γενετικοί παράγοντες) ή και την αλληλεπίδραση μεταξύ των παραγόντων. Αυτό σημαίνει ότι η μείωση μπορεί να οφείλεται και σε γενετικές παραμέτρους της εκάστοτε προς εξέταση ποικιλίας και στην αλληλεπίδραση μεταξύ της εκάστοτε ποικιλίας και των διαφορετικών επιπέδων όζοντος ή υπεριώδων ακτίνων-B.

Τα αποτελέσματα αυτά σημαίνουν ότι στο μέλλον οι επικείμενες αυξήσεις στα ποσοστά όζοντος στην ατμόσφαιρα και στα ποσοστά των υπεριώδων UV-B μπορεί να έχουν σοβαρές οικολογικές επιπτώσεις. Η μείωση της βλαστικότητας και η δυσχέρεια στην επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα, μπορεί να προκαλέσουν μείωση της αποτελεσματικότητας της επικονίασης και της γονιμοποίησης των ανθέων, η οποίες θα οδηγήσουν με τη σειρά τους σε αλλαγή τόσο της ποσότητας, όσο και της ποιότητας των καρπών και κατά συνέπεια και του παραγόμενου σπόρου.

Μελλοντικά, οι αλλαγές που θα επέλθουν στο κλίμα και την ατμόσφαιρα της γης, θα αυξήσουν τις τιμές του τροποσφαιρικού όζοντος στην επιφάνεια της γης και την ποσότητα της υπεριώδους ακτινοβολίας-B. Τέτοια φαινόμενα είναι επόμενο να οδηγήσουν σε αλλαγές στην ισορροπία του ανταγωνισμού των ειδών και της παρουσίας τους στα φυσικά περιβάλλοντα. Είναι επομένως απαραίτητες οι μελέτες αντίδρασης των οργανισμών υπό τέτοιες συνθήκες για να προβλέψουμε και να προστατέψουμε τα υπάρχοντα είδη από τις καταστροφικές επιπτώσεις της μόλυνσης του περιβάλλοντος.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

A) Ξένη βιβλιογραφία

1. Abraitiene A., Kairiukstis L., Pliura A., Girgzdiene R. and Abraitis R., 2002. Variation in germination of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) pollen exposed to ozone. *Baltic-Forestry*: 8(1) : 2-7.
2. Amots D., Peter G. Husband, Brian C., 2005. *Practical Pollination Biology*. Enviroquest, Ltd. ISBN 0-9680123-0-7.
3. Becwar M.R., Morre III F.D., Bureke M.J., 1982. Effects of depletion and enhancement of ultraviolet-B (280-315 nm) radiation on plants grown at 3000m elevation. *Journal of American Society of Horticultural Science* 107: 771-779.
4. Benoit L.F., Skelly J.M., Dochinger L.S., L.D. Moore, 1983. The Influence of Ozone on *Pinus Strobus* L. Pollen Germination. *Canadian Journal of Forest Research*, 13: 184-187.
5. Bergweiler, C.J. and W.J. Manning. 1999. Inhibition of flowering and reproductive success in spreading dogbane (*Apocynum androsaemifolium*) by exposure to ambient ozone. *Environ. Pollut.* 105: 333-339.
6. Björn L.O., Murphy T.M., 1985. Computer calculation of solar ultraviolet radiation at ground level. *Physiolog. Veg.* 23: 555-561.
7. Biggs, R.H., S.V. Kossuth, and A.H. Teramura. 1981. Response of 19 cultivars of soybeans to ultraviolet-B irradiance. *Physiol. Plant.* 53:19-26.
8. Black V.J, Black C.R., Roberts J.A., Stewart C.A., 2000. Impact of ozone on the reproductive development of plants. *Review New Phytologist* 147: 421-447.
9. Bogenrieder A., Klein R., 1982. Does solar UV influence the competitive relationship of higher plants? In: Calkins J (ed) *the role of solar Ultraviolet Radiation in Marine Ecosystems*, pp. 641-649. Plenum Press, New York.
10. Bornman, JF, 1989. Target sites of UV-B radiation in photosynthesis of higher plants. *Journal of Photochemical Phytobiology* 4: 145-158.
11. Bosac C., Black V.J., Black C.R., Roberts J.A., Lockwood F., 1993. Impact of O₃ and SO₂ on reproductive development in oilseed rape (*Brassica napus* L.). I. Pollen germination and pollen tube growth. *New-Phytologist* 124(3): 439-446.

12. Caldwell, M.M. 1971. Solar UV irradiation and growth and development of higher plants. p. 131-177. In A.C. Giese (ed.) *Photophysiology*, Volume 4.
13. Caldwell MM, Robberecht R, Flint SD, 1983. Internal filters: prospects for UV-acclimation in higher plants. *Physiol Plant* 58:445±450.
14. Caldwell M.M., 1984. Effects of UV-B radiation on plants in the transition region to blue light. P. 20-28 In : H., Senger, edition *Blue light Effects in Biological Systems*. Springer-Verlag, Berlin.
15. Caldwell, M. M., A. H. Teramura, et al. (1989). "The changing solar ultraviolet climate and the ecological consequences for higher plants." *TREE* 4(12): 363-367.
16. Chang D.C.N., Cambell W.F., 1976. Responses of *trandescantia* stamen hairs and pollen to UV-B irradiation. *Environmental Experimental Botany* 16, 195-199.
17. Chesnokov Y.V., Manteuffel R., 2000. Dose effect of UV-B irradiation on pollen tube growth and seed-specific promoter activities in irradiated pollen grains of *Nicotiana plumbaginifolia*. *Sexual-Plant-Reproduction* 12(6): 361-364.
18. Conner J.K., Zangori L.A., 1997. : A garden study of the effects of ultraviolet-B radiation on pollination success and lifetime female fitness in *Brassica*. *Oecologia* 111(3): 388-395.
19. Demchik S.M., Day T.A., 1996. Effect of enhanced UV-B radiation on pollen quantity, quality, and seed yield in *Brassica rapa* (Brassicaceae). *American Journal of Botany* 83(5): 573-579.
20. Diffey, B. L., 1991. Solar ultraviolet radiation effects on biological systems. Review in *Physics in Medicine and Biology* 36 (3): 299-328.
21. Dumpert K., 1985. A comparison of the effects of enhanced UV-B radiation on some plants exposed to greenhouse and field conditions. *Biochemie und Physiologie der Pflanzen* 180: 599-612.
22. Einig W., Lauxmann U., Hauch B., Hampp R., Landolt W., Maurer S., Matyssek R., 1997. Ozone-induced accumulation of carbohydrates changes enzyme activities of carbohydrate metabolism in birch leaves. *New Phytologist* 137, pp. 673–680.
23. Fangmeier A., Brockerhoff U., Grütters U. and Jäger H.-J., 1994. Growth and yield responses of spring wheat (*Triticum aestivum* L. cv. Turbo) grown in open-top chambers to ozone and water stress. *Environmental Pollution* 83: 317–325.

24. Fangmeier A., Kanbach F., Jäger H.-J., 1993. Response of wheat photosynthesis to ozone: exposure–response relationships achieved in greenhouse chamber fumigations. *Angewandte Botanik* 67: 199-203.
25. Feder W.A., 1968. Reduction in tobacco pollen germination and tube elongation induced by low levels of ozone. *Science* 160: 1122.
26. Feder W.A., Campbell FJ, 1968. Influence of low levels of ozone on flowering of carnations. *Phytopathology* 58(7):1038-9
27. Feder W.A., Sullivan F., 1969. Differential susceptibility of pollen grains to ozone injury. *Phytopathology* 59: 399.
28. Feder W.A., 1970. Plant response to chronic exposure of low levels of oxidant type air pollution. *Environ. Pollut.* 1: 73–9 .
29. Feder B.H., Feder W.A., 1974. Ultrastructural changes in pollen exposed to ozone on *Pinus strobus* Lilly pollen germination. *Canadian Journal of Forrest Research* 13: 184-187.
30. Feder WA, Krause GHM, Harrison BH, Riley WD. 1982. Ozone effects on pollen-tube growth in vivo and in vitro. In: Unsworth MH, Ormrod DP, eds. *Effects of gaseous air pollutants in agriculture and horticulture*. London, UK: Butterworth Scientific, 482.
31. Feder W.A., Shrier R., 1990. Combination of UV-B and ozone reduces pollen tube growth more than either stress alone. *Environmental and Experimental Botany* 30: 451-454.
32. Feder W.A., 1992. In vitro germination and tube elongation of pollen populations from a "shade plant" and a "sun plant": differing responses to exposure to UV-B radiation. *Plant Cell Incompatibility Newsletter* 24 : 15-17.
33. Feng H, An L, Tan L, Hou Z, Wang X., 2000. Effect of enhanced ultraviolet-B radiation on pollen germination and tube growth of 19 taxa in vitro. *Environmental and Experimental Botany* 43: 45–53.
34. Fernandez-Bayon JM, Barnes JD, Ollerenshaw JH, Davison AW., 1993. Physiological effects of ozone on cultivars of watermelon (*Citrullus lanatus*) and muskmelon (*Cucumis melo*) widely grown in Spain. *Environmental Pollution* 81, 199–206.
35. Findley D.A., Keever G.J., Chappelka A.H., Gilliam C.H. and Eakes D.J., 1997. Differential response of buddleia (*Buddleia davidii* Franch.) to ozone. *Environmental Pollution*, 98: 105-111.

36. Flint S.D., Caldwell M.M., 1984. Partial inhibition of in vitro pollen germination by simulated solar ultraviolet-B radiation. *Ecology* 65:792-795.
37. Flint S.D., Caldwell M.M., 1983. Influence of floral optical properties on the ultraviolet radiation environment of pollen. *American Journal of Botany* 70: 1416-1419.
38. Grantz DA., 2003. Ozone impacts on cotton towards an integrated mechanism. *Environmental Pollution* 126(3): 331-344.
39. Grantz DA., Zhang X., Carlson T., 1999. Observations and model simulations link stomatal inhibition to impaired hydraulic conductance following ozone exposure in cotton. *Plants, Cell and Environment* 22: 1201-1210.
40. Grantz DA., Silva V., Toyota M., Ott. N., 2003. Ozone increases root respiration but decreases leaf CO₂ assimilation in cotton and melon. *Journal of Experimental Botany* 391: 2375-2384.
41. Harrison B.H., Feder W.A., 1974. Ultrastructural changes in pollen exposed to ozone. *Phytopathology* 64: 257-258.
42. Heagle A.S, 1989. Ozone and crop yield. *Annual Review of phytopathology* 27 : 397-423.
43. Hormaza J.I., Pinney K., Polito V.S., 1996. Correlation in the tolerance to ozone between sporophytes and male gametophytes of several fruit and tree nut species.(Rosaceae). *Sexual Plant Reproduction* 9: 44-48.
44. Jones J.B.Jr., 1999. Tomato plant culture. In the field, Greenhouse and Home Garden, pp.1-199.
45. Kakani V.G., K.R. Reddy, Zhao D., Mohammed A.R., 2003. Effects of ultraviolet-B Radiation on cotton (*Gossypium hirsutum* L.) Morphology and Anatomy (2003).
46. Kerr, J.B. and C.T. McElroy, 1993. Evidence for large upward trends of ultraviolet radiation linked to ozone depletion. *Science*, 262.
47. Kirby-Smith J. S. and Craig Doris L., 1957. The induction of Chromosome aberrations in *Tradescantia* by Ultraviolet Radiation. *Genetics* 42: 176-187.
48. Koti S., Reddy K.R., Kakani V.G., Zhao D., 2004. Soybean (*Glycine max*) pollen germination characteristics, flower and pollen morphology in response to enhanced ultraviolet-B radiation. *Annual Botany* 94, 855-864.

49. Koti S., Reddy K.R., Kakani V.G., Zhao D., 2005. Interactive effects of carbon dioxide, temperature and ultraviolet-b radiation on Soybean (*Glycine max L.*) flower and pollen morphology, pollen production, germination and tube length. *Journal of Experimental Botany* 56: 725-736.
50. Krause GHM, Riley WD, Feder WA. 1975. Effects of ozone on petunia and tomato pollen tube elongation in vivo. *Proceedings of the American Phytopathological Society* 2: 100.
51. Krupa S.V., Kickert R.N., 1989. The green house effect impacts of ultraviolet-B (UV-B) radiation, carbon dioxide (CO₂), and ozone (O₃) on vegetation. *Environmental Pollution* 61: 263-393.
52. Krupa S.V., 2003. Effects of atmospheric ammonia (NH₃) on terrestrial vegetation: a review. *Environ Pollut* 124:179–221.
53. Lang D., Thomas R., Henn-Sax M., 2000. Structural evidence for evolution of the beta/alpha barrel Scaffold by gene duplication and fusion.
54. Libor C., Pavel K., Jaroslav F., 2006. Air pollution by ozone in Europe in summer 2005, Overview of exceedances of EC ozone threshold values for April-September 2005 EEA Technical report No 3/2006.
55. Lydon, J., Teramura, A.H., Summers, E.G., 1986. Effects of ultraviolet-B radiation on the growth and productivity of field grown soybean. *Stratospheric Ozone Reduction, Solar Ultraviolet Radiation and Plant Life*, NATO ASI Series, vol. G8. pp. 313–325.
56. Marengo S, Kraut MA, Soher BJ, Acevedo M, Kim SE, Meltzer CC, Bryan RN, Wong DF, 1994. A comparison of functional MRI and H₂¹⁵O PET changes during visual stimulation. *J Nucl Med* 35: 32P.
57. Martin F.W., 1970. The ultraviolet absorption profile of stigmatic extracts. *New Phytology* 69, 425-430.
58. Masaru N., Syozo F., Saburo K., 1976. Effects of exposure to various injurious gases on germination of Lilly pollen. *Environmental Pollution* 11: 181-187.
59. McKee, D. J. (ed.): 1994, Tropospheric ozone. Human health and agricultural impacts. 333 p. Lewis Publishers, Boca Raton.
60. Mercado R., Torres P., Maira J., 1997. Human case of gastric infection by a *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda, Anisakidae). *Review Sande Publication* 31: 131-133.
61. Mirecki R.M., Teramura A.H., 1984. Effects of ultraviolet-irradiance on soybean. The dependence of plant sensitivity on the photosynthetic

- photon flux density during and after leaf expansion. *Plant Physiology* 74, 475-480.
62. Monterroso V.A., Wien H.C., 1990. Flower and pod abscission due to heat stress in beans. *Journal of American Society Horticultural Science* 115: 631-634.
63. Mortensen L., Engvild K.C., 1995. Effects of ozone on ¹⁴C-translocation velocity and growth of spring wheat (*Triticum aestivum* L.) exposed in open-top chambers. *Environmental Pollution* 87: 135– 140.
64. Motoyoshi F., Oshima N., 1979. Standardization in inoculation procedure and effect of a resistance gene on infection of tomato protoplasts with tobacco mosaic virus RNA. *Journal of General Virology* 44: 801-806.
65. Murali N.S., Teramura A.H., 1986. Effectiveness of UV-B radiation on the growth and physiology of field-grown Soybean modified by water stress. *Photochemical photobiology* 44: 215-220.
66. Musil C.F., Wand S.J.E., 1993. Responses of sclerophyllous Ericaceae to enhanced levels of ultraviolet-B radiation. *Environmental Experimental Botany* 33, 233-242.
67. Musil C.F., 1995. Differential effects of elevated ultraviolet-B radiation on the photochemical and reproductive performance of dicotyledonous and monocotyledonous arid-environment ephemerals. *Plant Cell Environment* 18: 844-854.
68. Musil C.M., Garcis M., Hudgins C.A., 1999. To form a more perfect union: Campus Diversity Initiatives. Washington D.C. : Association of American Colleges and Universities
69. Nie G-Y., Tomasevic M., Baker N.R., 1993. Effects of ozone on the photosynthetic apparatus and leaf proteins during leaf development in wheat. *Plant Cell and Environment* 16: 643–65
70. Oshima R.J., Braegelmann P.K., Flagler R.B., Teso R.R., 1979. The effects of ozone on the growth, yield and partitioning of dry matter in cotton. *Journal of Environmental Quality* 8: 474-479.
71. Panek J.A., Kurpius M., Goldstain A.H., 2002. An evaluation of ozone exposure metrics for a seasonally drought-stressed Ponderosa pine ecosystem. *Environmental Pollution* 117.
72. Peet M., Murphy B., Shay J., Horrobin D.F., 1998. Omega-3 in red blood cell membranes of depressive Patients. *Biological Psychiatry* 43(5): 315-319.

73. Pfahler P.L., 1973. In vitro germination and pollen tube growth of maize (*Zea mays* L.) pollen. VII. Effects of ultraviolet irradiation. *Radio. Botany* 13:13-18.
74. Pfahler P.L., 1981. In vitro germination characteristics of maize pollen to detect biological activity of environmental pollutants *Environmental Health Perspect.* 37: 125-132.
75. Pleijel, F. (1995). On character coding for phylogeny reconstruction. *Cladistics* 11, 309–315.
76. Pleijel H., Ojanperä K., Danielsson H., Sild E., Gelang J., Wallin G., Skärby L., Selldén G., 1997. Effects of ozone on leaf senescence in spring wheat — Possible consequences for grain yield. *Phyton — Annales Rei Botanicae* 37: 227–232.
77. Pierce R. B., 2003. Regional Air Quality Modeling System (RAQMS) predictions of the tropospheric ozone budget over east Asia. *Journal of Geophysics Research* 108.
78. Pollock C.J., Farrar J., 1997. Source-sink relations: the role of sucrose. In: Baker, N.R. (Eds.), *Photosynthesis and the Environment*. Dordrecht: Kluwer.
79. Prasad PVV, Craufurd PQ, Summerfield RJ, 1999. Fruit number in relation to pollen production and viability in groundnut exposed to short episodes of heat stress. *Annals of Botany* 84: 381–386
80. Pundir N.S., 1972. Experimental embryology of *Gossypium arboreum* L. and *Gossypium Hirsutum* L. and their reciprocal crosses. *Bot. Gaz.* 133, 7-26 (1972).
81. Reddy K. R., Kakani V.G., Zhao D., Mohammed A.R., Gao W., 2003. Cotton responses to ultraviolet-B radiation : experimentation and algorithm development. *Agricultural and Forest Meteorology* 120 (2003) 249-265.
82. Reiling K., Davison A.W., 1992. The response of native, herbaceous species to ozone growth and fluorescence screening. *New Phytologist* 120: 29-37.
83. Riley W.D., Feder W.A., 1974. Pollen tube susceptibility to ozone as a function of tube extension. *Proceedings of the American Phytopathology Society* 1: 143.
84. Rodriguez S.I., 2000. Correlations Between the Structure and Function of Pollen Grains of Four Species of Angiosperms.

85. Roshchina V., Karnaukhov V.N., 1999. Changes in pollen autofluorescence induced by ozone. *Biologia-Plantarum* 42(2): 273-278.
86. Rozema J., Tosserams M., Nelissen H.J.M., van Heerwaarden I., Broekman R.A., Flierman N., 1997. Stratospheric ozone reduction and ecosystem processes: enhanced UV-B radiation affects chemical quality and decomposition of leaves of the dune grassland species *Calamagrostis epigeios*. *Plant Ecology* 128: 284-294.
87. Sandelius A.S., Näslund K., Carlsson A.S., Pleijel H., Sellden G., 1995. Exposure of spring wheat (*Triticum aestivum*) to ozone in open-top chambers. Effects on acyl lipid composition and chlorophyll content of flag leaves. *New Phytologist* 131: 231-239.
88. Santos A., Almeida J.M., Santos I., Salema R., 1998. Biochemical and ultrastructural changes in pollen of *Zea mays* L. grown under enhanced UV-B radiation. *Annual Botany* 82: 641-645.
89. Scebba F., Ranieri A., 2002. Tropospheric ozone exposure affects plants species competition. *American Society of Plant Biologists*, 2002.
90. Searcy K.B., Mulcahy D.L., 1985. The parallel expression of metal tolerance in pollen and sporophytes of *Silene dioica*(L.), *S. Alba* (Mill.) Krause and *Minulus guttatus* DC. *Theoretical and applied Genetics* 69: 579-602.
91. Searles P.S., Flint S.D., Caldwell M.M., 2001. A meta-analysis of plant field studies simulating stratospheric ozone depletion. *Oecologia* 127: 1-10.
92. Shen X.Y., Webster B.D., 1986. Effects of water stress on pollen of *Phaseolus vulgaris* L. *Journal of American Society of Horticultural Science* 111: 807-810.
93. Schoene K., Franz J-T, Masuch G., 2004. *Environmental-Pollution*. 131(3): 347-354 The effect of ozone on pollen development in *Lolium perenne* L.
94. Smith J.L., Burritt D.J., Bannister P., 2000. Shoot dry weight, chlorophyll and UV-B absorbing compounds as indicators of a plant's sensitivity to UV-B radiation. *Annual of Botany* 86: 1057-1063.
95. Soja G., Soja A.M., 1995. Ozone effects on dry matter partitioning and chlorophyll fluorescence during plant development of wheat. *Water Air and Soil Pollution* 85: 1461-1466.
96. Stadler L.J., Uber F.M., 1942. Genetic effects of ultraviolet radiation in maize. IV. Comparison of monochromatic radiations. *Genetics* 27: 84-118.

97. Strid A., Porra R.J., 1992. Alterations in pigment content in leaves of *Pisum sativum* after exposure to supplementary UV-B. *Plant Cell Physiology* 33: 1015-1023.
98. Teramura A.H., Tevini M., Iwanzik W., 1983. Effects of ultraviolet- B irradiance on plants during mild water stress. I. Effects on diurnal stomatal resistance. *Plant Physiology* 57:175-180.
99. Tevini, M. and A.H. Teramura, 1989. UV-B effects on terrestrial plants, *Photochemistry and Photobiology* 50:479-487.
100. Teramura, A.H. and N.S. Murali, 1986. Intraspecific differences in growth and yield of soybean exposed to ultraviolet-B radiation under greenhouse and field conditions, *Environmental and Experimental Botany* 26:89-95.
101. Teramura, A.H., J.H.Sullivan, and J.Lydon. 1990. Effects of solar UV-B radiation on Soybean yield and seed quality: a six-year field study. *Physiologia Plantarum*.80: 5-11.
102. Teramura A.H., Sullivan J.H., 1991. UV-B radiation and plant productivity: Field studies on Soybean and Loblolly pine, p. 1-12. In *Current Topics in plant Biochemistry and Physiology*.
103. Tevini M., Iwanzik W., 1986. Effects of UV-B radiation on growth and development of cucumber seedling. In : Worrest RC, Caldwell MM., editors.
104. Tevini M., Mark U., M.Saile-Mark, 1991. Effects of enhanced solar UV-B radiation on growth and function of crop plant seedlings, in current Vol. 10, D. Randall and D. Blevins, University of Missouri-Columbia.
105. Tevini M., Teramura A.H., 1998. UV-Beffects on terrestrial plants. *Journal of Photochemical Phytobiology* 50: 479-487.
106. Torabinejad J., Caldwell M.M., Flint S.D., Durham S., 1998. Susceptibility of pollen to UV-B radiation: an assay of 34 taxa. *American Journal of Botany* 85(3): 360-369.
107. Van de Geijin S.C., Goudriaan J., Berendse F., 1993. *Climatechange crops and terrestrial ecosystems*. CABO-DLO Wageningen.
108. Vu C.V., Allen L.H. Jr., Garrard L.A.,1981. Effects of supplemental UV-B radiation on growth and leaf photosynthetic reactions of soybean (*Glycine max*). *Physiologia Plantarum* 52: 353-362.

109. Waaijenberg D., 2000. Additives make greenhouse films universally effective. *FlowerTech* 3(7): 8-11.
110. Wang Jia-Lin, Wang-Hsien Ding, 1999. Source determination of light non-methane hydrocarbons by simultaneous multi-site sampling in a metropolitan area, *Chemosphere - Global Change Science*.
111. Wang-Ying, Zhang-Na, Qiang-WeiYa, Xiong-ZhiYuan, Du-GuoZhen, 2006. Effects of reduced, ambient, and enhanced UV-B radiation on pollen germination and pollen tube growth of six alpine meadow annual species. *Environmental and Experimental Botany* 57 (3): 296-302.
112. Weaver M.L., Timm H., 1988. Influence of temperature and plant water status on pollen viability in beans. *Journal of American Society of Horticultural Science* 113: 31-35.
113. Wolters JHB., Mertens MJM., 1987. Effects of air pollutants on pollen. *Botanical Reviews* 53: 372-414.
114. Xing Wand, Na Zhang, Weiga Qiang, Zhiyuam Xiong and Guozhen Du, 2005. Effects of reduced, ambient and enhanced UV-B radiation on pollen germination and pollen tube growth of six alpine meadow annual species. *Environmental and Experimental Botany* (2005).
115. Yang-Hui, Zhao-ZhiGuang, Qiang-WeiYa, An-LiZhe, Xu-ShiJian and Wang-XunLing, 2004. Effects of enhanced UV-B radiation on the hormonal content of vegetative and reproductive tissues of two tomato cultivars and their relationships with reproductive characteristics. *Plant-Growth-Regulation* 43(3): 251-258.

Β) Ηλεκτρονική βιβλιογραφία

1. Κουτσογιάννης Δ., 2003. Ατμόσφαιρα και κλίμα. <http://www.itia.ntua.gr/getfile/587/1/2003AtmosphereClimate.html>.
2. Μιχαηλίδης Δ., 2001. Η περιπέτεια του όζοντος. <http://www.physics4u-Η περιπέτεια του όζοντος.html>.
3. Ζάνης Π., 2003. Τροποσφαιρικό Όζον Αστικό ή Παγκόσμιο πρόβλημα ρύπανσης. http://lap.physics.auth.gr/pms/upload/Tropo_o3.doc.
4. Μπάης Α., 2000. <http://lap.phys.auth.gr/pms/articles>.
5. United States Environmental Protection Agency-
<http://www.epa.gov/oar/oaqps/gooduphigh>.
6. http://uvb.nrel.colostate.edu/UVB/uvb_plant_intro.html.
7. http://www.teilar.gr/schools/steg/agriculture/lessons/lessons_online/internet%20papadopoulos/28a.html.
8. <http://en.wikipedia.org/wiki/Eggplan>.
9. <http://en.wikipedia.org/wiki/Pollination>
10. <http://org.el.eea.europa.eu/documents/newsreleases/Ozone2006-el>
11. http://www.unihohenheim.de/biostress/ExpertSystem/ozone_tutorial.html
12. <http://www.usda.Plant Science Research Ozone Effects on Plants.html>

Γ) Ελληνική βιβλιογραφία

1. Αγγίδης Δ.Α., 1996. Τομάτα Υπαίθρια Επιτραπέζια-Βιομηχανική, Καλλιέργεια-Αξιοποίηση.
2. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., 1999. «Προς μία πιο ανταγωνιστική και αειφόρο βαμβακοπαραγωγή», Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος «Βαμβάκι 2000», Μάρτιος, σελ.86-95.
3. Γαλανοπούλου-Σενδουκά Σ., 2002. Βιομηχανικά φυτά. Εκδόσεις Σταμούλη. Αθήνα.
4. Δημητράκης, Κ.Γ., 1998. Λαχανοκομία. Τομάτα, σελ.224-247.
5. Κατερίνης Σ., 1999. «Στάδια ανάπτυξης του βαμβακιού», Γεωργική Τεχνολογία, τεύχος «Βαμβάκι 2000».
6. Λόλας Π., 2000. Φυσιολογία φυτών. Πανεπιστημιακές σημειώσεις. Π.Θ. σελ.235.
7. Ντόγρας, Κ.(1998). Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο. ΜερΟΣ Α΄. Τμήμα εκδόσεων Πανεπιστημιακό Τυπογραφείο Θεσσαλονίκης 1998.
8. Σφήκας, Α.Γ., 1988. Ειδική Γεωργία ΙΙ, Βιομηχανικά φυτά, Θεσσαλονίκη.
9. Χρίστου, Μ.Ολύμπιος, 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια.
10. Χρίστου, Μ.Ολύμπιος, 1990. Η τεχνική της καλλιέργειας της τομάτας στο θερμοκήπιο.
11. Καρυστινού Δ., 1990. Το πρόβλημα της καρπόδεσης στην τομάτα. Γεωργική Τεχνολογία 7: 27-32.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΙΝΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Πίνακας 1. Μετρήσεις βλαστικότητας γυρεοκόκκων-επίπεδα όζοντος Τομάτα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
ace 55	1	1	0	0,81	
ace 55	1	2	0	0,84	
ace 55	1	3	0	0,80	
ace 55	1	4	0	0,84	
ace 55	1	5	0	0,88	
ace 55	1	6	0	0,78	
ace 55	1	7	0	0,93	
ace 55	1	8	0	0,81	
ace 55	1	9	0	0,89	
ace 55	1	10	0	0,84	0,8472
ace 55	1	1	100	0,63	
ace 55	1	2	100	0,58	
ace 55	1	3	100	0,55	
ace 55	1	4	100	0,60	
ace 55	1	5	100	0,60	
ace 55	1	6	100	0,59	
ace 55	1	7	100	0,63	
ace 55	1	8	100	0,61	
ace 55	1	9	100	0,59	
ace 55	1	10	100	0,50	0,5934
rio grande	2	1	0	0,61	
rio grande	2	2	0	0,86	
rio grande	2	3	0	0,86	
rio grande	2	4	0	0,77	
rio grande	2	5	0	0,83	
rio grande	2	6	0	0,87	
rio grande	2	7	0	0,80	
rio grande	2	8	0	0,71	
rio grande	2	9	0	0,84	
rio grande	2	10	0	0,79	0,7977
rio grande	2	1	100	0,40	
rio grande	2	2	100	0,41	
rio grande	2	3	100	0,30	
rio grande	2	4	100	0,34	
rio grande	2	5	100	0,37	
rio grande	2	6	100	0,35	
rio grande	2	7	100	0,51	
rio grande	2	8	100	0,40	
rio grande	2	9	100	0,54	
rio grande	2	10	100	0,42	0,4083

san peter	3	1	0	0,92	
san peter	3	2	0	0,88	
san peter	3	3	0	0,92	
san peter	3	4	0	0,74	
san peter	3	5	0	1	
san peter	3	6	0	0,78	
san peter	3	7	0	0,56	
san peter	3	8	0	0,63	
san peter	3	9	0	0,79	
san peter	3	10	0	0,84	0,8093
san peter	3	1	100	0,69	
san peter	3	2	100	0,42	
san peter	3	3	100	0,50	
san peter	3	4	100	0,65	
san peter	3	5	100	0,61	
san peter	3	6	100	0,51	
san peter	3	7	100	0,55	
san peter	3	8	100	0,59	
san peter	3	9	100	0,42	
san peter	3	10	100	0,44	0,5451

Πίνακας 2. Μετρήσεις μήκους γυρεοσωλήνων-επίπεδα όζοντος Τομάτα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων (μm)	Μέσοι όροι ποικιλιών (μm)
ace 55	1	1	0	995,92	
ace 55	1	2	0	1023,72	
ace 55	1	3	0	924,84	
ace 55	1	4	0	1123,39	
ace 55	1	5	0	919,85	
ace 55	1	6	0	950,28	
ace 55	1	7	0	914,61	
ace 55	1	8	0	978,08	
ace 55	1	9	0	926,67	
ace 55	1	10	0	985,95	974,34
ace 55	1	1	100	252,58	
ace 55	1	2	100	233,17	
ace 55	1	3	100	278,29	
ace 55	1	4	100	274,35	
ace 55	1	5	100	264,12	
ace 55	1	6	100	298,48	
ace 55	1	7	100	300,32	
ace 55	1	8	100	298,48	
ace 55	1	9	100	285,37	
ace 55	1	10	100	283,01	276,82

rio grande	2	1	0	1238,01	
rio grande	2	2	0	916,44	
rio grande	2	3	0	1756,83	
rio grande	2	4	0	1195,52	
rio grande	2	5	0	1012,44	
rio grande	2	6	0	1009,56	
rio grande	2	7	0	980,18	
rio grande	2	8	0	1048,64	
rio grande	2	9	0	1024,25	
rio grande	2	10	0	905,16	1108,71
rio grande	2	1	100	312,38	
rio grande	2	2	100	318,68	
rio grande	2	3	100	325,76	
rio grande	2	4	100	256,78	
rio grande	2	5	100	220,32	
rio grande	2	6	100	266,22	
rio grande	2	7	100	267,80	
rio grande	2	8	100	261,24	
rio grande	2	9	100	286,42	
rio grande	2	10	100	167,34	268,29
san peter	3	1	0	1011,66	
san peter	3	2	0	919,33	
san peter	3	3	0	943,46	
san peter	3	4	0	983,85	
san peter	3	5	0	925,89	
san peter	3	6	0	1121,29	
san peter	3	7	0	883,13	
san peter	3	8	0	944,25	
san peter	3	9	0	902,54	
san peter	3	10	0	944,25	957,97
san peter	3	1	100	202,48	
san peter	3	2	100	115,40	
san peter	3	3	100	267,27	
san peter	3	4	100	281,70	
san peter	3	5	100	277,50	
san peter	3	6	100	207,47	
san peter	3	7	100	249,43	
san peter	3	8	100	247,60	
san peter	3	9	100	319,20	
san peter	3	10	100	278,02	244,61

Πίνακας 3 Μετρήσεις βλαστικότητας γυρεοκόκκων-επίπεδα UV-B Τομάτα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
ace 55	1	1	0	0,75	
ace 55	1	2	0	0,60	
ace 55	1	3	0	0,74	
ace 55	1	4	0	0,63	
ace 55	1	5	0	0,86	
ace 55	1	6	0	0,69	
ace 55	1	7	0	0,82	
ace 55	1	8	0	0,75	
ace 55	1	9	0	0,76	
ace 55	1	10	0	0,86	0,7513
ace 55	1	1	0,13	0,53	
ace 55	1	2	0,13	0,60	
ace 55	1	3	0,13	0,62	
ace 55	1	4	0,13	0,64	
ace 55	1	5	0,13	0,59	
ace 55	1	6	0,13	0,54	
ace 55	1	7	0,13	0,55	
ace 55	1	8	0,13	0,45	
ace 55	1	9	0,13	0,53	
ace 55	1	10	0,13	0,50	0,5607
ace 55	1	1	0,22	0,23	
ace 55	1	2	0,22	0,23	
ace 55	1	3	0,22	0,20	
ace 55	1	4	0,22	0,24	
ace 55	1	5	0,22	0,22	
ace 55	1	6	0,22	0,29	
ace 55	1	7	0,22	0,18	
ace 55	1	8	0,22	0,26	
ace 55	1	9	0,22	0,22	
ace 55	1	10	0,22	0,30	0,2419
rio grande	2	1	0	0,81	
rio grande	2	2	0	0,78	
rio grande	2	3	0	0,75	
rio grande	2	4	0	0,75	
rio grande	2	5	0	0,78	
rio grande	2	6	0	0,78	
rio grande	2	7	0	0,78	
rio grande	2	8	0	0,75	
rio grande	2	9	0	0,79	
rio grande	2	10	0	0,79	0,7811
rio grande	2	1	0,13	0,56	
rio grande	2	2	0,13	0,59	
rio grande	2	3	0,13	0,53	

rio grande	2	4	0,13	0,65	
rio grande	2	5	0,13	0,66	
rio grande	2	6	0,13	0,56	
rio grande	2	7	0,13	0,50	
rio grande	2	8	0,13	0,31	
rio grande	2	9	0,13	0,53	
rio grande	2	10	0,13	0,48	0,5427
rio grande	2	1	0,22	0,19	
rio grande	2	2	0,22	0,19	
rio grande	2	3	0,22	0,36	
rio grande	2	4	0,22	0,22	
rio grande	2	5	0,22	0,43	
rio grande	2	6	0,22	0,37	
rio grande	2	7	0,22	0,26	
rio grande	2	8	0,22	0,18	
rio grande	2	9	0,22	0,16	
rio grande	2	10	0,22	0,27	0,2679
san peter	3	1	0	0,81	
san peter	3	2	0	0,93	
san peter	3	3	0	0,98	
san peter	3	4	0	0,91	
san peter	3	5	0	0,83	
san peter	3	6	0	0,89	
san peter	3	7	0	0,79	
san peter	3	8	0	0,63	
san peter	3	9	0	0,82	
san peter	3	10	0	0,86	0,8495
san peter	3	1	0,13	0,53	
san peter	3	2	0,13	0,60	
san peter	3	3	0,13	0,61	
san peter	3	4	0,13	0,61	
san peter	3	5	0,13	0,48	
san peter	3	6	0,13	0,50	
san peter	3	7	0,13	0,50	
san peter	3	8	0,13	0,47	
san peter	3	9	0,13	0,64	
san peter	3	10	0,13	0,64	0,5629
san peter	3	1	0,22	0,20	
san peter	3	2	0,22	0,18	
san peter	3	3	0,22	0,23	
san peter	3	4	0,22	0,18	
san peter	3	5	0,22	0,15	
san peter	3	6	0,22	0,25	
san peter	3	7	0,22	0,22	
san peter	3	8	0,22	0,22	
san peter	3	9	0,22	0,21	
san peter	3	10	0,22	0,26	0,2154

Πίνακας 4 Μετρήσεις μήκους γυρεοσωλήνων-επίπεδα UV-B Τομάτα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων (μm)	Μέσοι όροι ποικιλιών (μm)
ace 55	1	1	0	1067,26	
ace 55	1	2	0	958,93	
ace 55	1	3	0	918,28	
ace 55	1	4	0	919,33	
ace 55	1	5	0	1175,85	
ace 55	1	6	0	948,44	
ace 55	1	7	0	964,18	
ace 55	1	8	0	935,59	
ace 55	1	9	0	919,07	
ace 55	1	10	0	958,15	976,51
ace 55	1	1	0,13	314,22	
ace 55	1	2	0,13	322,88	
ace 55	1	3	0,13	275,40	
ace 55	1	4	0,13	290,61	
ace 55	1	5	0,13	306,61	
ace 55	1	6	0,13	275,14	
ace 55	1	7	0,13	286,68	
ace 55	1	8	0,13	315,79	
ace 55	1	9	0,13	316,06	
ace 55	1	10	0,13	307,40	301,08
ace 55	1	1	0,22	97,04	
ace 55	1	2	0,22	103,86	
ace 55	1	3	0,22	94,68	
ace 55	1	4	0,22	100,98	
ace 55	1	5	0,22	87,86	
ace 55	1	6	0,22	93,63	
ace 55	1	7	0,22	112,78	
ace 55	1	8	0,22	107,80	
ace 55	1	9	0,22	101,50	
ace 55	1	10	0,22	92,58	99,27
rio grande	2	1	0	1046,28	
rio grande	2	2	0	1031,85	
rio grande	2	3	0	1020,05	
rio grande	2	4	0	1007,20	
rio grande	2	5	0	1057,29	
rio grande	2	6	0	953,16	
rio grande	2	7	0	999,59	
rio grande	2	8	0	1092,18	
rio grande	2	9	0	970,21	
rio grande	2	10	0	1031,33	1020,92
rio grande	2	1	0,13	325,76	

rio grande	2	3	0,13	284,84	
rio grande	2	4	0,13	315,79	
rio grande	2	5	0,13	307,14	
rio grande	2	6	0,13	287,99	
rio grande	2	7	0,13	253,11	
rio grande	2	8	0,13	306,61	
rio grande	2	9	0,13	322,35	
rio grande	2	10	0,13	303,47	303,08
rio grande	2	1	0,22	100,45	
rio grande	2	2	0,22	90,22	
rio grande	2	3	0,22	95,73	
rio grande	2	4	0,22	91,53	
rio grande	2	5	0,22	91,01	
rio grande	2	6	0,22	95,47	
rio grande	2	7	0,22	98,88	
rio grande	2	8	0,22	90,22	
rio grande	2	9	0,22	92,32	
rio grande	2	10	0,22	89,17	93,50
san peter	3	1	0	1360,50	
san peter	3	2	0	950,02	
san peter	3	3	0	969,69	
san peter	3	4	0	941,89	
san peter	3	5	0	871,59	
san peter	3	6	0	913,30	
san peter	3	7	0	906,48	
san peter	3	8	0	873,95	
san peter	3	9	0	940,84	
san peter	3	10	0	898,61	962,69
san peter	3	1	0,13	338,09	
san peter	3	2	0,13	304,78	
san peter	3	3	0,13	315,01	
san peter	3	4	0,13	303,99	
san peter	3	5	0,13	296,12	
san peter	3	6	0,13	313,43	
san peter	3	7	0,13	322,35	
san peter	3	8	0,13	307,64	
san peter	3	9	0,13	323,40	
san peter	3	10	0,13	314,22	313,91
san peter	3	1	0,22	102,03	
san peter	3	2	0,22	91,53	
san peter	3	3	0,22	107,01	
san peter	3	4	0,22	97,57	
san peter	3	5	0,22	97,83	
san peter	3	6	0,22	104,13	
san peter	3	7	0,22	95,47	
san peter	3	8	0,22	81,05	
san peter	3	9	0,22	109,90	
san peter	3	10	0,22	109,64	99,62

Πίνακας 5 Μετρήσεις βλαστικότητας-επίπεδα όζοντος Πιπεριά

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
florinis	1	1	0	0,59	
florinis	1	2	0	0,54	
florinis	1	3	0	0,70	
florinis	1	4	0	0,56	
florinis	1	5	0	0,52	
florinis	1	6	0	0,77	
florinis	1	7	0	0,84	
florinis	1	8	0	0,63	
florinis	1	9	0	0,68	
florinis	1	10	0	0,71	0,6589
florinis	1	1	100	0,34	
florinis	1	2	100	0,40	
florinis	1	3	100	0,49	
florinis	1	4	100	0,30	
florinis	1	5	100	0,34	
florinis	1	6	100	0,45	
florinis	1	7	100	0,41	
florinis	1	8	100	0,07	
florinis	1	9	100	0,11	
florinis	1	10	100	0,32	0,3271
p-13	2	1	0	0,61	
p-13	2	2	0	0,56	
p-13	2	3	0	0,43	
p-13	2	4	0	0,28	
p-13	2	5	0	0,41	
p-13	2	6	0	0,85	
p-13	2	7	0	0,59	
p-13	2	8	0	0,74	
p-13	2	9	0	0,69	
p-13	2	10	0	0,55	0,5772
p-13	2	1	100	0,31	
p-13	2	2	100	0,16	
p-13	2	3	100	0,28	
p-13	2	4	100	0,06	
p-13	2	5	100	0,11	
p-13	2	6	100	0,10	
p-13	2	7	100	0,07	
p-13	2	8	100	0,12	
p-13	2	9	100	0,09	
p-13	2	10	100	0,20	0,1559
p-14	3	1	0	0,26	
p-14	3	2	0	0,31	
p-14	3	3	0	0,38	

p-14	3	4	0	0,85	
p-14	3	5	0	0,31	
p-14	3	6	0	0,55	
p-14	3	7	0	0,45	
p-14	3	8	0	0,55	
p-14	3	9	0	0,55	
p-14	3	10	0	0,41	0,4667
p-14	3	1	100	0,09	
p-14	3	2	100	0,23	
p-14	3	3	100	0,13	
p-14	3	4	100	0,16	
p-14	3	5	100	0,40	
p-14	3	6	100	0,21	
p-14	3	7	100	0,19	
p-14	3	8	100	0,37	
p-14	3	9	100	0,43	
p-14	3	10	100	0,34	0,2602

Πίνακας 6 Μετρήσεις μήκους γυρεοσωλήνων-επίπεδα όζοντος Πιπεριά

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων (μm)	Μέσοι όροι ποικιλιών (μm)
florinis	1	1	0	763,01	
florinis	1	2	0	791,33	
florinis	1	3	0	800,25	
florinis	1	4	0	827,79	
florinis	1	5	0	823,07	
florinis	1	6	0	799,99	
florinis	1	7	0	810,74	
florinis	1	8	0	811,27	
florinis	1	9	0	769,56	
florinis	1	10	0	767,46	796,45
florinis	1	1	100	236,32	
florinis	1	2	100	194,62	
florinis	1	3	100	120,91	
florinis	1	4	100	152,39	
florinis	1	5	100	120,65	
florinis	1	6	100	134,03	
florinis	1	7	100	89,17	
florinis	1	8	100	111,73	
florinis	1	9	100	112,78	
florinis	1	10	100	120,91	139,35
p-13	2	1	0	1088,24	
p-13	2	2	0	1029,49	
p-13	2	3	0	940,05	

p-13	2	5	0	897,30	
p-13	2	6	0	920,64	
p-13	2	7	0	885,76	
p-13	2	8	0	856,64	
p-13	2	9	0	895,20	
p-13	2	10	0	878,41	927,75
p-13	2	1	100	214,29	
p-13	2	2	100	105,70	
p-13	2	3	100	166,29	
p-13	2	4	100	161,04	
p-13	2	5	100	122,75	
p-13	2	6	100	144,26	
p-13	2	7	100	215,60	
p-13	2	8	100	215,60	
p-13	2	9	100	129,83	
p-13	2	10	100	134,55	160,99
p-14	3	1	0	751,20	
p-14	3	2	0	366,68	
p-14	3	3	0	812,58	
p-14	3	4	0	959,20	
p-14	3	5	0	913,04	
p-14	3	6	0	923,79	
p-14	3	7	0	863,98	
p-14	3	8	0	583,86	
p-14	3	9	0	930,87	
p-14	3	10	0	719,99	782,52
p-14	3	1	100	99,93	
p-14	3	2	100	97,83	
p-14	3	3	100	189,89	
p-14	3	4	100	271,99	
p-14	3	5	100	170,22	
p-14	3	6	100	224,25	
p-14	3	7	100	143,21	
p-14	3	8	100	158,42	
p-14	3	9	100	146,09	
p-14	3	10	100	97,83	159,97

Πίνακας 7 Μετρήσεις βλαστικότητας-επίπεδα UV-B Πιπεριά

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
florinis	1	1	0	0,78	
florinis	1	2	0	0,60	
florinis	1	3	0	0,73	
florinis	1	4	0	0,83	
florinis	1	5	0	0,78	
florinis	1	6	0	0,71	

florinis	1	7	0	0,73	
florinis	1	8	0	0,40	
florinis	1	9	0	0,76	
florinis	1	10	0	0,66	0,7030
florinis	1	1	0,13	0,36	
florinis	1	2	0,13	0,48	
florinis	1	3	0,13	0,43	
florinis	1	4	0,13	0,38	
florinis	1	5	0,13	0,35	
florinis	1	6	0,13	0,43	
florinis	1	7	0,13	0,39	
florinis	1	8	0,13	0,37	
florinis	1	9	0,13	0,33	
florinis	1	10	0,13	0,38	0,3956
florinis	1	1	0,22	0,22	
florinis	1	2	0,22	0,19	
florinis	1	3	0,22	0,24	
florinis	1	4	0,22	0,25	
florinis	1	5	0,22	0,27	
florinis	1	6	0,22	0,18	
florinis	1	7	0,22	0,23	
florinis	1	8	0,22	0,28	
florinis	1	9	0,22	0,36	
florinis	1	10	0,22	0,19	0,2458
p-13	2	1	0	0,62	
p-13	2	2	0	0,66	
p-13	2	3	0	0,57	
p-13	2	4	0	0,54	
p-13	2	5	0	0,58	
p-13	2	6	0	0,65	
p-13	2	7	0	0,51	
p-13	2	8	0	0,48	
p-13	2	9	0	0,62	
p-13	2	10	0	0,60	0,5896
p-13	2	1	0,13	0,79	
p-13	2	2	0,13	0,34	
p-13	2	3	0,13	0,41	
p-13	2	4	0,13	0,32	
p-13	2	5	0,13	0,27	
p-13	2	6	0,13	0,30	
p-13	2	7	0,13	0,30	
p-13	2	8	0,13	0,25	
p-13	2	9	0,13	0,47	
p-13	2	10	0,13	0,33	0,3837
p-13	2	1	0,22	0,19	
p-13	2	2	0,22	0,16	
p-13	2	3	0,22	0,23	
p-13	2	4	0,22	0,13	

p-13	2	5	0,22	0,21	
p-13	2	6	0,22	0,20	
p-13	2	7	0,22	0,20	
p-13	2	8	0,22	0,21	
p-13	2	9	0,22	0,20	
p-13	2	10	0,22	0,15	0,1933
p-14	3	1	0	0,42	
p-14	3	2	0	0,28	
p-14	3	3	0	0,44	
p-14	3	4	0	0,70	
p-14	3	5	0	0,54	
p-14	3	6	0	0,35	
p-14	3	7	0	0,54	
p-14	3	8	0	0,55	
p-14	3	9	0	0,65	
p-14	3	10	0	0,65	0,5167
p-14	3	1	0,13	0,36	
p-14	3	2	0,13	0,31	
p-14	3	3	0,13	0,38	
p-14	3	4	0,13	0,48	
p-14	3	5	0,13	0,36	
p-14	3	6	0,13	0,37	
p-14	3	7	0,13	0,35	
p-14	3	8	0,13	0,39	
p-14	3	9	0,13	0,43	
p-14	3	10	0,13	0,37	0,3833
p-14	3	1	0,22	0,24	
p-14	3	2	0,22	0,23	
p-14	3	3	0,22	0,16	
p-14	3	4	0,22	0,19	
p-14	3	5	0,22	0,17	
p-14	3	6	0,22	0,08	
p-14	3	7	0,22	0,30	
p-14	3	8	0,22	0,29	
p-14	3	9	0,22	0,14	
p-14	3	10	0,22	0,14	0,1978

Πίνακας 8 Μετρήσεις μήκους γυρεοσωλήνων-επίπεδα uv-b Πιπεριά

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων (μm)	Μέσοι όροι ποικιλιών (μm)
florinis	1	1	0	628,97	
florinis	1	2	0	743,07	
florinis	1	3	0	631,86	
florinis	1	4	0	887,85	
florinis	1	5	0	851,66	

florinis	1	6	0	784,77	
florinis	1	7	0	789,49	
florinis	1	8	0	770,61	
florinis	1	9	0	770,08	
florinis	1	10	0	813,62	767,20
florinis	1	1	0,13	352,52	
florinis	1	2	0,13	348,84	
florinis	1	3	0,13	329,70	
florinis	1	4	0,13	361,96	
florinis	1	5	0,13	272,52	
florinis	1	6	0,13	329,96	
florinis	1	7	0,13	309,76	
florinis	1	8	0,13	316,84	
florinis	1	9	0,13	318,42	
florinis	1	10	0,13	318,42	325,89
florinis	1	1	0,22	122,49	
florinis	1	2	0,22	100,45	
florinis	1	3	0,22	98,88	
florinis	1	4	0,22	104,91	
florinis	1	5	0,22	113,31	
florinis	1	6	0,22	99,67	
florinis	1	7	0,22	117,24	
florinis	1	8	0,22	84,45	
florinis	1	9	0,22	97,04	
florinis	1	10	0,22	103,34	104,18
p-13	2	1	0	981,23	
p-13	2	2	0	844,58	
p-13	2	3	0	678,02	
p-13	2	4	0	895,20	
p-13	2	5	0	897,30	
p-13	2	6	0	884,44	
p-13	2	7	0	824,12	
p-13	2	8	0	926,93	
p-13	2	9	0	919,33	
p-13	2	10	0	795,79	864,69
p-13	2	1	0,13	340,97	
p-13	2	2	0,13	285,11	
p-13	2	3	0,13	308,45	
p-13	2	4	0,13	283,27	
p-13	2	5	0,13	306,62	
p-13	2	6	0,13	291,93	
p-13	2	7	0,13	302,42	
p-13	2	8	0,13	314,48	
p-13	2	9	0,13	264,91	
p-13	2	10	0,13	299,79	299,79
p-13	2	1	0,22	81,57	
p-13	2	2	0,22	88,91	
p-13	2	3	0,22	80,78	

p-13	2	4	0,22	79,73	
p-13	2	5	0,22	110,68	
p-13	2	6	0,22	79,47	
p-13	2	7	0,22	80,78	
p-13	2	8	0,22	79,99	
p-13	2	9	0,22	81,04	
p-13	2	10	0,22	92,58	85,56
p-14	3	1	0	491,79	
p-14	3	2	0	405,76	
p-14	3	3	0	479,99	
p-14	3	4	0	1117,36	
p-14	3	5	0	1082,74	
p-14	3	6	0	1030,80	
p-14	3	7	0	1014,02	
p-14	3	8	0	812,31	
p-14	3	9	0	798,67	
p-14	3	10	0	774,54	800,80
p-14	3	1	0,13	284,84	
p-14	3	2	0,13	280,12	
p-14	3	3	0,13	274,35	
p-14	3	4	0,13	284,06	
p-14	3	5	0,13	252,58	
p-14	3	6	0,13	241,83	
p-14	3	7	0,13	345,17	
p-14	3	8	0,13	315,79	
p-14	3	9	0,13	313,70	
p-14	3	10	0,13	279,34	287,18
p-14	3	1	0,22	140,06	
p-14	3	2	0,22	124,06	
p-14	3	3	0,22	109,90	
p-14	3	4	0,22	101,76	
p-14	3	5	0,22	111,47	
p-14	3	6	0,22	106,49	
p-14	3	7	0,22	124,32	
p-14	3	8	0,22	137,96	
p-14	3	9	0,22	97,57	
p-14	3	10	0,22	127,73	118,13

Πίνακας 9. Μετρήσεις βλαστικότητας-επίπεδα όζοντος Μελιζάνα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
black beauty	1	1	0	0,78	
black beauty	1	2	0	0,75	
black beauty	1	3	0	0,53	
black beauty	1	4	0	0,69	
black beauty	1	5	0	0,73	

black beauty	1	6	0	0,74	
black beauty	1	7	0	0,76	
black beauty	1	8	0	0,85	
black beauty	1	9	0	0,74	
black beauty	1	10	0	0,79	0,7401
black beauty	1	1	100	0,16	
black beauty	1	2	100	0,17	
black beauty	1	3	100	0,19	
black beauty	1	4	100	0,21	
black beauty	1	5	100	0,48	
black beauty	1	6	100	0,45	
black beauty	1	7	100	0,51	
black beauty	1	8	100	0,50	
black beauty	1	9	100	0,47	
black beauty	1	10	100	0,42	0,3597
lagkada	2	1	0	0,81	
lagkada	2	2	0	0,74	
lagkada	2	3	0	0,80	
lagkada	2	4	0	0,70	
lagkada	2	5	0	0,72	
lagkada	2	6	0	0,76	
lagkada	2	7	0	0,75	
lagkada	2	8	0	0,79	
lagkada	2	9	0	0,76	
lagkada	2	10	0	0,79	0,7642
lagkada	2	1	100	0,26	
lagkada	2	2	100	0,25	
lagkada	2	3	100	0,48	
lagkada	2	4	100	0,25	
lagkada	2	5	100	0,14	
lagkada	2	6	100	0,15	
lagkada	2	7	100	0,12	
lagkada	2	8	100	0,21	
lagkada	2	9	100	0,29	
lagkada	2	10	100	0,22	0,2408
tsakoniki	3	1	0	0,76	
tsakoniki	3	2	0	0,57	
tsakoniki	3	3	0	0,65	
tsakoniki	3	4	0	0,66	
tsakoniki	3	5	0	0,63	
tsakoniki	3	6	0	0,58	
tsakoniki	3	7	0	0,73	
tsakoniki	3	8	0	0,77	
tsakoniki	3	9	0	0,64	
tsakoniki	3	10	0	0,77	0,6769
tsakoniki	3	1	100	0,21	
tsakoniki	3	2	100	0,29	
tsakoniki	3	3	100	0,05	

tsakoniki	3	4	100	0,07	
tsakoniki	3	5	100	0,24	
tsakoniki	3	6	100	0,10	
tsakoniki	3	7	100	0,21	
tsakoniki	3	8	100	0,22	
tsakoniki	3	9	100	0,19	
tsakoniki	3	10	100	0,22	0,1815

Πίνακας 10 Μετρήσεις μήκους γυρεοσωλήνων-επίπεδα όζοντος Μελιτζάνα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων (μm)	Μέσοι όροι ποικιλιών (μm)
black beauty	1	1	0	950,81	
black beauty	1	2	0	1021,10	
black beauty	1	3	0	1019,00	
black beauty	1	4	0	990,94	
black beauty	1	5	0	894,94	
black beauty	1	6	0	1052,32	
black beauty	1	7	0	985,69	
black beauty	1	8	0	980,45	
black beauty	1	9	0	1034,74	
black beauty	1	10	0	932,71	986,27
black beauty	1	1	100	224,26	
black beauty	1	2	100	207,21	
black beauty	1	3	100	214,03	
black beauty	1	4	100	210,62	
black beauty	1	5	100	277,77	
black beauty	1	6	100	178,88	
black beauty	1	7	100	163,41	
black beauty	1	8	100	260,19	
black beauty	1	9	100	189,37	
black beauty	1	10	100	146,10	207,18
lagkada	2	1	0	939,27	
lagkada	2	2	0	967,86	
lagkada	2	3	0	924,05	
lagkada	2	4	0	1013,50	
lagkada	2	5	0	1023,20	
lagkada	2	6	0	974,15	
lagkada	2	7	0	872,91	
lagkada	2	8	0	961,04	
lagkada	2	9	0	880,25	
lagkada	2	10	0	959,20	951,54
lagkada	2	1	100	219,28	
lagkada	2	2	100	201,70	
lagkada	2	3	100	150,03	

lagkada	2	5	100	155,01	
lagkada	2	6	100	186,23	
lagkada	2	7	100	207,74	
lagkada	2	8	100	197,24	
lagkada	2	9	100	207,74	
lagkada	2	10	100	184,92	193,34
tsakoniki	3	1	0	962,61	
tsakoniki	3	2	0	1047,59	
tsakoniki	3	3	0	1052,84	
tsakoniki	3	4	0	982,28	
tsakoniki	3	5	0	968,64	
tsakoniki	3	6	0	927,73	
tsakoniki	3	7	0	951,33	
tsakoniki	3	8	0	1008,25	
tsakoniki	3	9	0	1043,14	
tsakoniki	3	10	0	1016,12	996,05
tsakoniki	3	1	100	189,64	
tsakoniki	3	2	100	202,75	
tsakoniki	3	3	100	241,31	
tsakoniki	3	4	100	187,28	
tsakoniki	3	5	100	208,00	
tsakoniki	3	6	100	221,37	
tsakoniki	3	7	100	241,57	
tsakoniki	3	8	100	196,98	
tsakoniki	3	9	100	261,24	
tsakoniki	3	10	100	270,42	222,06

Πίνακας 11 Μετρήσεις βλαστικότητας-επίπεδα UV-B Μελιτζάνα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
black beauty	1	1	0	0,78	
black beauty	1	2	0	0,60	
black beauty	1	3	0	0,50	
black beauty	1	4	0	0,59	
black beauty	1	5	0	0,66	
black beauty	1	6	0	0,87	
black beauty	1	7	0	0,70	
black beauty	1	8	0	0,74	
black beauty	1	9	0	0,49	
black beauty	1	10	0	0,68	0,6673
black beauty	1	1	0,13	0,42	
black beauty	1	2	0,13	0,36	
black beauty	1	3	0,13	0,33	
black beauty	1	4	0,13	0,34	
black beauty	1	5	0,13	0,26	
black beauty	1	6	0,13	0,38	

black beauty	1	7	0,13	0,43	
black beauty	1	8	0,13	0,44	
black beauty	1	9	0,13	0,44	
black beauty	1	10	0,13	0,39	0,3839
black beauty	1	1	0,22	0,29	
black beauty	1	2	0,22	0,26	
black beauty	1	3	0,22	0,05	
black beauty	1	4	0,22	0,08	
black beauty	1	5	0,22	0,25	
black beauty	1	6	0,22	0,24	
black beauty	1	7	0,22	0,20	
black beauty	1	8	0,22	0,15	
black beauty	1	9	0,22	0,19	
black beauty	1	10	0,22	0,23	0,1985
lagkada	2	1	0	0,72	
lagkada	2	2	0	0,83	
lagkada	2	3	0	0,84	
lagkada	2	4	0	0,79	
lagkada	2	5	0	0,73	
lagkada	2	6	0	0,73	
lagkada	2	7	0	0,84	
lagkada	2	8	0	0,86	
lagkada	2	9	0	0,78	
lagkada	2	10	0	0,77	0,7943
lagkada	2	1	0,13	0,45	
lagkada	2	2	0,13	0,46	
lagkada	2	3	0,13	0,44	
lagkada	2	4	0,13	0,44	
lagkada	2	5	0,13	0,41	
lagkada	2	6	0,13	0,43	
lagkada	2	7	0,13	0,36	
lagkada	2	8	0,13	0,42	
lagkada	2	9	0,13	0,38	
lagkada	2	10	0,13	0,36	0,4190
lagkada	2	1	0,22	0,07	
lagkada	2	2	0,22	0,05	
lagkada	2	3	0,22	0,13	
lagkada	2	4	0,22	0,28	
lagkada	2	5	0,22	0,18	
lagkada	2	6	0,22	0,22	
lagkada	2	7	0,22	0,16	
lagkada	2	8	0,22	0,27	
lagkada	2	9	0,22	0,21	
lagkada	2	10	0,22	0,19	0,1804
tsakoniki	3	1	0	0,55	
tsakoniki	3	2	0	0,55	
tsakoniki	3	3	0	0,74	
tsakoniki	3	4	0	0,68	

tsakoniki	3	5	0	0,80	
tsakoniki	3	6	0	0,81	
tsakoniki	3	7	0	0,78	
tsakoniki	3	8	0	0,71	
tsakoniki	3	9	0	0,72	
tsakoniki	3	10	0	0,52	0,6886
tsakoniki	3	1	0,13	0,42	
tsakoniki	3	2	0,13	0,44	
tsakoniki	3	3	0,13	0,40	
tsakoniki	3	4	0,13	0,37	
tsakoniki	3	5	0,13	0,41	
tsakoniki	3	6	0,13	0,41	
tsakoniki	3	7	0,13	0,32	
tsakoniki	3	8	0,13	0,37	
tsakoniki	3	9	0,13	0,39	
tsakoniki	3	10	0,13	0,36	0,3898
tsakoniki	3	1	0,22	0,23	
tsakoniki	3	2	0,22	0,22	
tsakoniki	3	3	0,22	0,31	
tsakoniki	3	4	0,22	0,30	
tsakoniki	3	5	0,22	0,23	
tsakoniki	3	6	0,22	0,27	
tsakoniki	3	7	0,22	0,27	
tsakoniki	3	8	0,22	0,25	
tsakoniki	3	9	0,22	0,28	
tsakoniki	3	10	0,22	0,23	0,2622

Πίνακας 12 Μετρήσεις μήκους γυρεοσωλήνων-επίπεδα UV-B Μελιζάνα

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων (μm)	Μέσοι όροι ποικιλιών (μm)
black beauty	1	1	0	953,43	
black beauty	1	2	0	921,69	
black beauty	1	3	0	860,32	
black beauty	1	4	0	880,51	
black beauty	1	5	0	936,38	
black beauty	1	6	0	841,96	
black beauty	1	7	0	823,60	
black beauty	1	8	0	924,32	
black beauty	1	9	0	860,32	
black beauty	1	10	0	858,22	886,07
black beauty	1	1	0,13	307,67	
black beauty	1	2	0,13	319,73	
black beauty	1	3	0,13	295,34	
black beauty	1	4	0,13	302,68	
black beauty	1	5	0,13	296,65	

black beauty	1	6	0,13	300,32	
black beauty	1	7	0,13	282,49	
black beauty	1	8	0,13	328,65	
black beauty	1	9	0,13	284,59	
black beauty	1	10	0,13	295,08	301,32
black beauty	1	1	0,22	103,08	
black beauty	1	2	0,22	109,90	
black beauty	1	3	0,22	113,31	
black beauty	1	4	0,22	89,97	
black beauty	1	5	0,22	82,62	
black beauty	1	6	0,22	107,80	
black beauty	1	7	0,22	106,49	
black beauty	1	8	0,22	94,16	
black beauty	1	9	0,22	92,59	
black beauty	1	10	0,22	106,75	100,67
lagkada	2	1	0	909,10	
lagkada	2	2	0	985,43	
lagkada	2	3	0	907,53	
lagkada	2	4	0	867,14	
lagkada	2	5	0	979,14	
lagkada	2	6	0	982,55	
lagkada	2	7	0	877,89	
lagkada	2	8	0	1007,46	
lagkada	2	9	0	982,28	
lagkada	2	10	0	942,42	944,09
lagkada	2	1	0,13	297,96	
lagkada	2	2	0,13	296,65	
lagkada	2	3	0,13	288,52	
lagkada	2	4	0,13	290,88	
lagkada	2	5	0,13	306,88	
lagkada	2	6	0,13	309,50	
lagkada	2	7	0,13	294,55	
lagkada	2	8	0,13	305,83	
lagkada	2	9	0,13	278,03	
lagkada	2	10	0,13	318,16	298,70
lagkada	2	1	0,22	105,18	
lagkada	2	2	0,22	100,72	
lagkada	2	3	0,22	105,18	
lagkada	2	4	0,22	100,72	
lagkada	2	5	0,22	130,36	
lagkada	2	6	0,22	116,20	
lagkada	2	7	0,22	96,00	
lagkada	2	8	0,22	102,29	
lagkada	2	9	0,22	112,00	
lagkada	2	10	0,22	99,67	106,83
tsakoniki	3	1	0	999,86	
tsakoniki	3	2	0	993,30	
tsakoniki	3	3	0	910,94	

tsakoniki	3	4	0	920,38	
tsakoniki	3	5	0	936,64	
tsakoniki	3	6	0	1049,95	
tsakoniki	3	7	0	956,58	
tsakoniki	3	8	0	909,10	
tsakoniki	3	9	0	922,22	
tsakoniki	3	10	0	920,12	951,91
tsakoniki	3	1	0,13	311,08	
tsakoniki	3	2	0,13	329,96	
tsakoniki	3	3	0,13	299,28	
tsakoniki	3	4	0,13	309,50	
tsakoniki	3	5	0,13	289,31	
tsakoniki	3	6	0,13	335,73	
tsakoniki	3	7	0,13	313,18	
tsakoniki	3	8	0,13	274,36	
tsakoniki	3	9	0,13	322,09	
tsakoniki	3	10	0,13	306,09	309,06
tsakoniki	3	1	0,22	113,31	
tsakoniki	3	2	0,22	92,85	
tsakoniki	3	3	0,22	90,23	
tsakoniki	3	4	0,22	113,31	
tsakoniki	3	5	0,22	99,41	
tsakoniki	3	6	0,22	105,44	
tsakoniki	3	7	0,22	102,82	
tsakoniki	3	8	0,22	118,03	
tsakoniki	3	9	0,22	93,90	
tsakoniki	3	10	0,22	119,08	104,84

Πίνακας 13 Μετρήσεις βλαστικότητα-επίπεδα όζοντος Βαμβάκι

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Ανθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
allegria	1	1	0	0,69	
allegria	1	2	0	0,67	
allegria	1	3	0	0,70	
allegria	1	4	0	0,82	
allegria	1	5	0	0,73	
allegria	1	6	0	0,79	
allegria	1	7	0	0,76	
allegria	1	8	0	0,78	
allegria	1	9	0	0,71	
allegria	1	10	0	0,75	0,7454
allegria	1	1	100	0,44	
allegria	1	2	100	0,43	
allegria	1	3	100	0,32	
allegria	1	4	100	0,28	
allegria	1	5	100	0,50	

allegria	1	6	100	0,35	
allegria	1	7	100	0,32	
allegria	1	8	100	0,17	
allegria	1	9	100	0,26	
allegria	1	10	100	0,18	0,3298
romanos	2	1	0	0,46	
romanos	2	2	0	0,70	
romanos	2	3	0	0,84	
romanos	2	4	0	0,74	
romanos	2	5	0	0,42	
romanos	2	6	0	0,86	
romanos	2	7	0	0,82	
romanos	2	8	0	0,68	
romanos	2	9	0	0,69	
romanos	2	10	0	0,81	0,7075
romanos	2	1	100	0,43	
romanos	2	2	100	0,31	
romanos	2	3	100	0,34	
romanos	2	4	100	0,32	
romanos	2	5	100	0,38	
romanos	2	6	100	0,36	
romanos	2	7	100	0,36	
romanos	2	8	100	0,45	
romanos	2	9	100	0,38	
romanos	2	10	100	0,44	0,3819

Πίνακας 14 Μετρήσεις βλαστικότητας-επίπεδα υν-b Βαμβάκι

Ποικιλία	Κωδικός ποικιλίας	Άνθος	Επίπεδα όζοντος	Μέσοι όροι επαναλήψεων	Μέσοι όροι ποικιλιών
allegria	1	1	0	0,83	
allegria	1	2	0	0,82	
allegria	1	3	0	0,84	
allegria	1	4	0	0,90	
allegria	1	5	0	0,83	
allegria	1	6	0	0,84	
allegria	1	7	0	0,78	
allegria	1	8	0	0,82	
allegria	1	9	0	0,79	
allegria	1	10	0	0,85	0,8357
allegria	1	1	0,13	0,45	
allegria	1	2	0,13	0,31	
allegria	1	3	0,13	0,40	
allegria	1	4	0,13	0,38	
allegria	1	5	0,13	0,46	

allegria	1	7	0,13	0,37	
allegria	1	8	0,13	0,44	
allegria	1	9	0,13	0,48	
allegria	1	10	0,13	0,49	0,4187
allegria	1	1	0,22	0,20	
allegria	1	2	0,22	0,16	
allegria	1	3	0,22	0,24	
allegria	1	4	0,22	0,20	
allegria	1	5	0,22	0,22	
allegria	1	6	0,22	0,24	
allegria	1	7	0,22	0,25	
allegria	1	8	0,22	0,23	
allegria	1	9	0,22	0,23	
allegria	1	10	0,22	0,18	0,2185
romanos	2	1	0	0,53	
romanos	2	2	0	0,67	
romanos	2	3	0	0,83	
romanos	2	4	0	0,78	
romanos	2	5	0	0,84	
romanos	2	6	0	0,91	
romanos	2	7	0	0,86	
romanos	2	8	0	0,85	
romanos	2	9	0	0,70	
romanos	2	10	0	0,63	0,7641
romanos	2	1	0,13	0,31	
romanos	2	2	0,13	0,37	
romanos	2	3	0,13	0,36	
romanos	2	4	0,13	0,38	
romanos	2	5	0,13	0,46	
romanos	2	6	0,13	0,43	
romanos	2	7	0,13	0,46	
romanos	2	8	0,13	0,35	
romanos	2	9	0,13	0,40	
romanos	2	10	0,13	0,35	0,3918
romanos	2	1	0,22	0,27	
romanos	2	2	0,22	0,20	
romanos	2	3	0,22	0,25	
romanos	2	4	0,22	0,24	
romanos	2	5	0,22	0,12	
romanos	2	6	0,22	0,26	
romanos	2	7	0,22	0,23	
romanos	2	8	0,22	0,25	
romanos	2	9	0,22	0,22	
romanos	2	10	0,22	0,16	0,2254

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ.

ΠΙΝΑΚΕΣ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗΣ

1) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,467	5	,693	76,820	0,000
Intercept	14,635	1	14,635	1621,373	0,000
EPIPEDA	3,261	1	3,261	361,312	0,000
CODE_POI	,148	2	7,417E-02	8,217	0,001
EPIPEDA * CODE_POI	5,734E-02	2	2,867E-02	3,176	0,050
Error	,487	54	9,026E-03		
Total	18,590	60			
Corrected Total	3,954	59			

a R Squared = ,877 (Adjusted R Squared = ,865)

2) ΜΗΚΟΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: corrected mesoi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8918511,856	5	1783702,371	1076,087	0,000
Intercept	21080483,440	1	21080483,440	12717,613	0,000
EPIPEDA	8903442,513	1	8903442,513	5371,344	0,000
CODE_POI	13884,134	2	6942,067	4,188	0,020
EPIPEDA * CODE_POI	1185,209	2	592,604	0,358	0,701
Error	89509,414	54	1657,582		
Total	30088504,711	60			
Corrected Total	9008021,271	59			

a R Squared = ,990 (Adjusted R Squared = ,989)

Σημ. : στους πίνακες που αναφέρονται σε ακτινοβολία UV-b, όπου epipepa
 unb, 1 : UV-b 0w/m²
 2 : UV-b 0,1365 w/m²
 3 : UV-b 0,2232 w/m²

3) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂ .

ΠΙΝΑΚΑΣ 3.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,024	8	,503	94,863	0,000
Intercept	17,637	1	17,637	3326,469	0,000
CODE_POI	3,533E-02	2	1,767E-02	3,332	0,041
EPIPEDA	3,887	2	1,944	366,586	0,000
CODE_POI * EPIPEDA	,101	4	2,527E-02	4,766	0,002
Error	,429	81	5,302E-03		
Total	22,090	90			
Corrected Total	4,453	89			

a R Squared = ,904 (Adjusted R Squared = ,894)

ΠΙΝΑΚΑΣ 4.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: mesoi oroi							
	(I)	(J)	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	epipeda uvb	epipeda uvb				Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	0,319176	0,0188008	0,000	0,281768	,356584
		3	0,503043	0,0188008	0,000	0,465635	0,540450
	2	1	-0,319176	0,0188008	0,000	-0,356584	-0,281768
		3	0,183866	0,0188008	0,000	0,146459	0,221274
	3	1	-0,503043	0,0188008	0,000	-0,540450	-0,465635
		2	-0,183866	0,0188008	0,000	-0,221274	-0,146459

Based on observed means.
* The mean difference is significant at the ,05 level.

4) ΜΗΚΟΣ ΓΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ 5.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: corrected mesoi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11097599,813	8	1387199,977	1609,035	0,000
Intercept	17808848,604	1	17808848,604	20656,759	0,000
EPIPEDA	11070949,699	2	5535474,850	6420,683	0,000
CODE POI	11217,285	2	5608,643	6,506	0,002
EPIPEDA * CODE POI	15432,828	4	3858,207	4,475	0,003
Error	69832,675	81	862,132		
Total	28976281,092	90			
Corrected Total	11167432,488	89			

a R Squared = ,994 (Adjusted R Squared = ,993)

ΠΙΝΑΚΑΣ 6.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: corrected mesoi							
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) epipeda uvb	(J) epipeda uvb				Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	624,333 6476	7,58125 668	0,000	609,249 3249	639,417 9703
		3	823,247 1573	7,58125 668	0,000	808,162 8346	838,331 4801
	2	1	- 624,333 6476	7,58125 668	0,000	- 639,417 9703	- 609,249 3249
		3	198,913 5097	7,58125 668	0,000	183,829 1870	213,997 8325
	3	1	- 823,247 1573	7,58125 668	0,000	- 838,331 4801	- 808,162 8346
		2	- 198,913 5097	7,58125 668	0,000	- 213,997 8325	- 183,829 1870

Based on observed means.
* The mean difference is significant at the ,05 level.

5) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 7.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: mesoi oroi						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Corrected Model	1,570	5	,314	43,033	0,000	
Intercept	26,681	1	26,681	3656,267	0,000	
EIPEDA	1,372	1	1,372	188,080	0,000	
CODE_POI	,141	2	7,034E-02	9,638	0,000	
EIPEDA * CODE_POI	5,697E-02	2	2,849E-02	3,904	0,026	
Error	,394	54	7,297E-03			
Total	28,645	60				
Corrected Total	1,964	59				

a R Squared = ,799 (Adjusted R Squared = ,781)

6) ΜΗΚΟΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 8.

Tests of Between-Subjects Effects						
Dependent Variable: corrected mesoi						
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.	
Corrected Model	8589481,777	5	1717896,355	132,000	0,000	
Intercept	24457722,567	1	24457722,567	1879,281	0,000	
EIPEDA	8447091,213	1	8447091,213	649,057	0,000	
CODE_POI	81035,188	2	40517,594	3,113	0,053	
EIPEDA * CODE_POI	61355,376	2	30677,688	2,357	0,104	
Error	702777,711	54	13014,402			
Total	33749982,055	60				
Corrected Total	9292259,488	59				

a R Squared = ,924 (Adjusted R Squared = ,917)

7) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ 9.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	4,670	8	,584	113,302	0,000
Intercept	25,318	1	25,318	4914,107	0,000
EPIPEDA	4,603	2	2,301	446,710	0,000
CODE_POI	9,115E-03	2	4,558E-03	,885	0,417
EPIPEDA * CODE_POI	5,782E-02	4	1,446E-02	2,806	0,031
Error	,417	81	5,152E-03		
Total	30,405	90			
Corrected Total	5,087	89			

a R Squared = ,918 (Adjusted R Squared = ,910)

ΠΙΝΑΚΑΣ 10.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: mesoi oroi							
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) epipeda uvb	(J) epipeda uvb				Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	0,238541	0,0185329	0,000	0,201667	0,275416
		3	0,552248	0,0185329	0,000	0,515373	0,589123
	2	1	-0,238541	0,0185329	0,000	-0,275416	-0,201667
		3	0,313707	0,0185329	0,000	0,276832	0,350581
	3	1	-0,552248	0,0185329	0,000	-0,589123	-
		2	-0,313707	0,0185329	0,000	-0,350581	0,5153703

Based on observed means.
* The mean difference is significant at the ,05 level.

8) ΜΗΚΟΣ ΓΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂ .

ΠΙΝΑΚΑΣ 11.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: corrected mesoi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	12995431,940	8	1624428,992	484,541	0,000
Intercept	19326541,766	1	19326541,766	5764,793	0,000
EPIPEDA	12975731,774	2	6487865,887	1935,225	0,000
CODE_POI	3728,626	2	1864,313	,556	0,576
EPIPEDA * CODE_POI	15971,541	4	3992,885	1,191	0,321
Error	271553,532	81	3352,513		
Total	32593527,238	90			
Corrected Total	13266985,472	89			

a R Squared = ,980 (Adjusted R Squared = ,978)

ΠΙΝΑΚΑΣ 12.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: corrected mesoi							
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) epipedauvb	(J) epipedauvb				Lower Bound	Upper Bound
LS D	1	2	680,6834 4086	14,94994 4790	0,0 00	650,9377 4017	710,4291 4154
		3	889,2398 2453	14,94994 4790	0,0 00	859,4941 2385	918,9855 2522
	2	1	- 680,6834 4086	14,94994 4790	0,0 00	- 710,4291 4154	- 650,9377 4017
		3	208,5563 8368	14,94994 4790	0,0 00	178,8106 8299	238,3020 8436
	3	1	- 889,2398 2453	14,94994 4790	0,0 00	- 918,9855 2522	- 859,4941 2385
		2	- 208,5563 8368	14,94994 4790	0,0 00	- 238,3020 8436	- 178,8106 8299

Based on observed means.
* The mean difference is significant at the ,05 level.

9) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 13.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,869	5	,374	20,410	0,000
Intercept	9,971	1	9,971	544,373	0,000
EPIPEDA	1,535	1	1,535	83,779	0,000
CODE_POI	,218	2	,109	5,960	0,005
EPIPEDA * CODE_POI	,116	2	5,816E-02	3,175	0,050
Error	,989	54	1,832E-02		
Total	12,830	60			
Corrected Total	2,858	59			

a R Squared = ,654 (Adjusted R Squared = ,622)

10) ΜΗΚΟΣ ΓΥΡΕΟΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 14.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: corrected mesoi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	7111006,319	5	1422201,264	177,915	0,000
Intercept	14672280,862	1	14672280,862	1835,476	0,000
EPIPEDA	6979603,164	1	6979603,164	873,136	0,000
CODE_POI	74710,619	2	37355,309	4,673	0,013
EPIPEDA * CODE_POI	56692,536	2	28346,268	3,546	0,036
Error	431660,785	54	7993,718		
Total	22214947,966	60			
Corrected Total	7542667,104	59			

a R Squared = ,943 (Adjusted R Squared = ,937)

11) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂ .

ΠΙΝΑΚΑΣ 15.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	2,493	8	,312	37,386	0,000
Intercept	14,470	1	14,470	1736,306	0,000
EPIPEDA	2,298	2	1,149	137,899	0,000
CODE_POI	,108	2	5,399E-02	6,479	0,002
EPIPEDA * CODE_POI	8,612E-02	4	2,153E-02	2,584	0,043
Error	,675	81	8,334E-03		
Total	17,638	90			
Corrected Total	3,168	89			

a R Squared = ,787 (Adjusted R Squared = ,766)

ΠΙΝΑΚΑΣ 16.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: mesoi oroi							
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) epipeda uvb	(J) epipeda uvb				Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	0,215550	0,0235710	0,000	0,168651	0,262449
		3	0,390754	0,0235710	0,000	0,343855	0,437653
	2	1	-0,215550	0,0235710	0,000	-0,262449	-
		3	0,175204	0,0235710	0,000	0,128305	0,222103
	3	1	-0,390754	0,0235710	0,000	-0,437653	-
		2	-0,175204	0,0235710	0,000	-0,222103	-
						0,128305	

Based on observed means.
* The mean difference is significant at the ,05 level

12) ΜΗΚΟΣ ΓΥΡΟΣΩΛΗΝΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ 17.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: corrected mesoi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	8051958,271	8	1006494,784	104,180	0,000
Intercept	14830898,294	1	14830898,294	1535,114	0,000
EPIPEDA	7989763,874	2	3994881,937	413,502	0,000
CODE_POI	5325,918	2	2662,959	,276	0,760
EPIPEDA * CODE_POI	56868,480	4	14217,120	1,472	0,218
Error	782549,324	81	9661,103		
Total	23665405,889	90			
Corrected Total	8834507,595	89			

a R Squared = ,911 (Adjusted R Squared = ,903)

ΠΙΝΑΚΑΣ 18.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: corrected mesoi							
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) epipeda uvb	(J) epipeda uvb				Lower Bound	Upper Bound
LSD	1	2	506,608255	25,3786035	0,000	456,112795	557,103715
		3	708,275831	25,3786035	0,000	657,780370	758,771291
	2	1	- 506,608255	25,3786035	0,000	- 557,103715	- 456,112795
		3	201,667576	25,3786035	0,000	151,172115	252,163036
	3	1	- 708,275831	25,3786035	0,000	- 758,771291	- 657,780370
		2	- 201,667576	25,3786035	0,000	- 252,163036	- 151,172115

Based on observed means.

* The mean difference is significant at the ,05 level.

13) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ ΟΖΟΝΤΟΣ 0 ΚΑΙ 100 ppb.

ΠΙΝΑΚΑΣ 19.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,394	3	,465	46,363	0,000
Intercept	11,713	1	11,713	1168,466	0,000
EPIPEDA	1,374	1	1,374	137,018	0,000
CODE_POI	4,984E-04	1	4,984E-04	,050	0,825
EPIPEDA * CODE_POI	2,025E-02	1	2,025E-02	2,020	0,164
Error	,361	36	1,002E-02		
Total	13,468	40			
Corrected Total	1,755	39			

a R Squared = ,794 (Adjusted R Squared = ,777)

14) ΒΛΑΣΤΙΚΟΤΗΤΑ ΓΥΡΕΟΚΟΚΚΩΝ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΒΑΜΒΑΚΙΟΥ ΣΕ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΕΙΣ UV-B 0, 0,13 ΚΑΙ 0,22 watt/m₂.

ΠΙΝΑΚΑΣ 20.

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: mesoi oroi					
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	3,519	5	,704	164,675	0,000
Intercept	13,577	1	13,577	3177,131	0,000
EPIPEDA	3,489	2	1,745	408,234	0,000
CODE_POI	1,400E-02	1	1,400E-02	3,277	0,076
EPIPEDA * CODE_POI	1,551E-02	2	7,756E-03	1,815	0,173
Error	,231	54	4,273E-03		
Total	17,326	60			
Corrected Total	3,749	59			

a R Squared = ,938 (Adjusted R Squared = ,933)

ΠΙΝΑΚΑΣ 21.

Multiple Comparisons							
Dependent Variable: mesoi oroi							
			Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
	(I) epipeda uvb	(J) epipeda uvb				Lower Bound	Upper Bound
LSD	0	0	0,394648	0,0206721	0,000	0,353203	0,436093
		0	0,577942	0,0206721	0,000	0,536497	0,619387
	0	0	-0,394648	0,0206721	0,000	-0,436093	-
		0	0,183293	0,0206721	0,000	0,141848	0,224739
	0	0	-0,577942	0,0206721	0,000	-0,619387	-
		0	-0,183293	0,0206721	0,000	-0,224739	-
							0,141848

Based on observed means.
* The mean difference is significant at the ,05 level.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Α) Φωτογραφίες από τη θερμοκηπιακή εγκατάσταση



Φωτογραφία 1: Θερμοκηπιακή εγκατάσταση στο Αγρόκτημα του Βελεστίνου, διαφόρων ποικιλιών τομάτας (Rio grande, Ace 55, San peter), πιπεριάς (π-14, π-13, Φλωρίνης), μελιτζάνας (Black beauty, Λαγκαδά, Τσακωνική) και βαμβακιού (Romanos, Allegria).



Φωτογραφία 2 : Άνθη τομάτας της ποικιλίας Rio grande.



Φωτογραφία 3 : Άνθη τομάτας της ποικιλίας Ace 55 vf.



Φωτογραφία 4 : Άνθη τομάτας της ποικιλίας San peter.



Φωτογραφία 5 : Άνθος μελιτζάνας της ποικιλίας Τσακώνικη.



Φωτογραφία 6 : Άνθος μελιτζάνας της ποικιλίας Λαγκαδά.



Φωτογραφία 7 : Άνθος μελιτζάνας της ποικιλίας Black beauty.



Φωτογραφία 8 : Άνθη πιπεριάς της ποικιλίας π-13.



Φωτογραφία 9 : Άνθη πιπεριάς της ποικιλίας π-14.



Φωτογραφία 10 : Άνθη πιπεριάς της ποικιλίας Φλωρίνης.

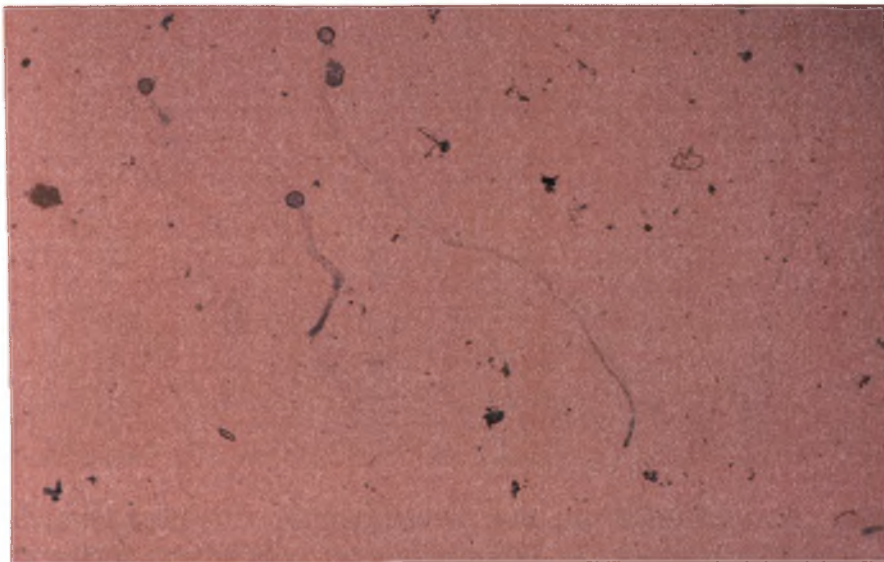


Φωτογραφία 11 : Άνθος βαμβακιού της ποικιλίας Allegria.

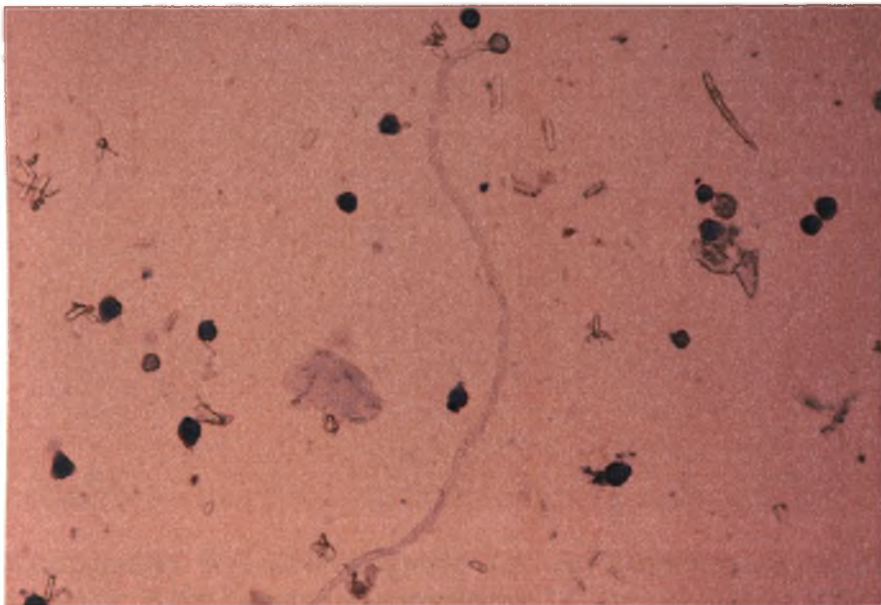


Φωτογραφία 12 : Άνθος βαμβακιού της ποικιλίας Romanos.

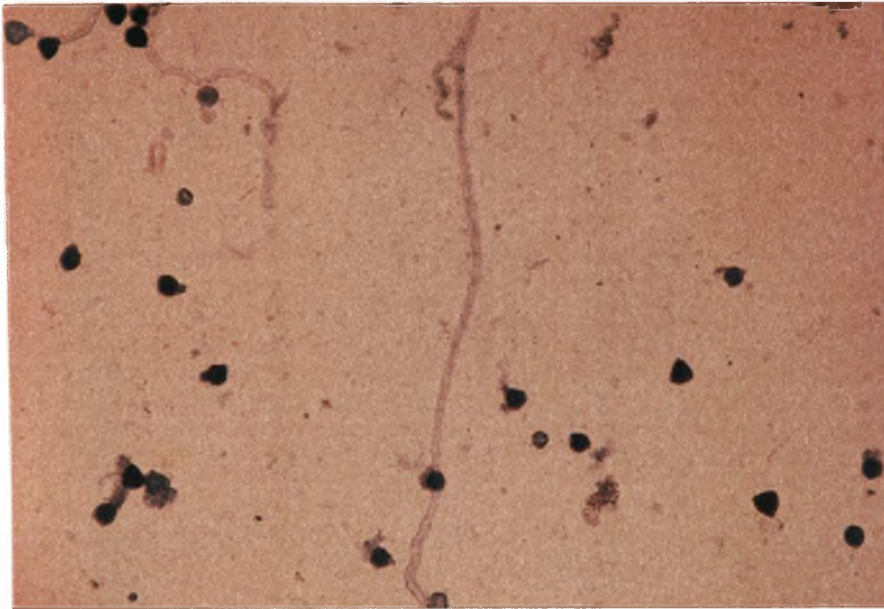
Β) Φωτογραφίες γυρεοκόκκων από μικροσκόπιο



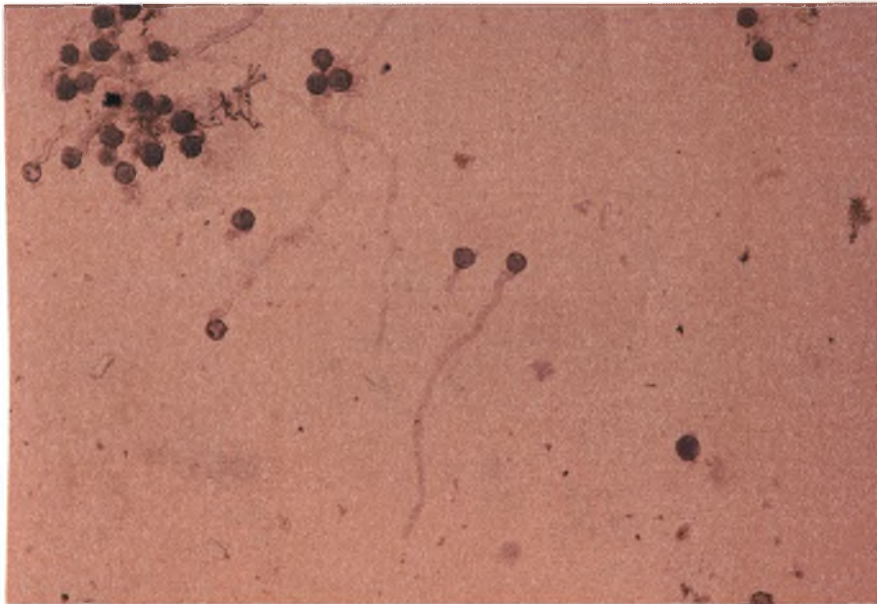
Φωτογραφία 1 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Rio grande με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 985x.



Φωτογραφία 2 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας San peter με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 1057x.



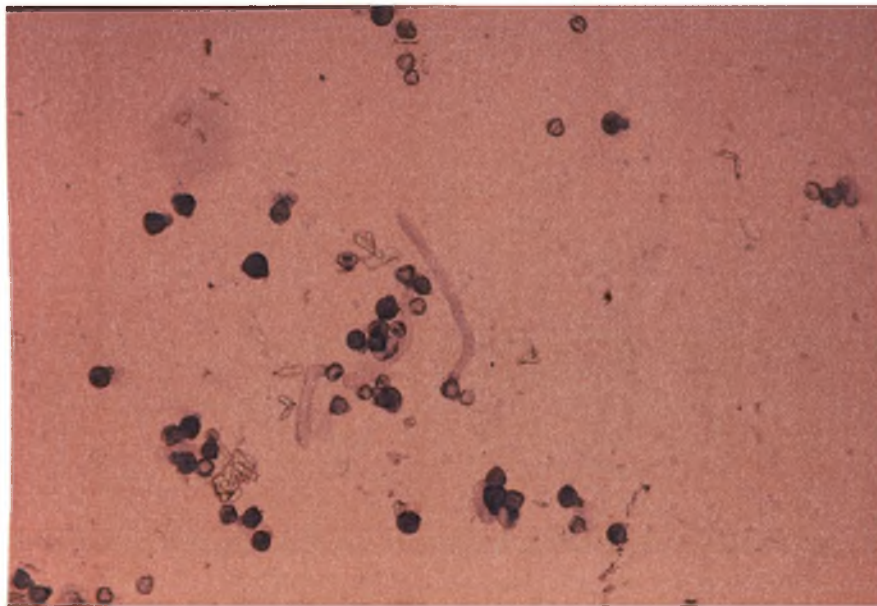
Φωτογραφία 3 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Ace 55 vf με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 1057x.



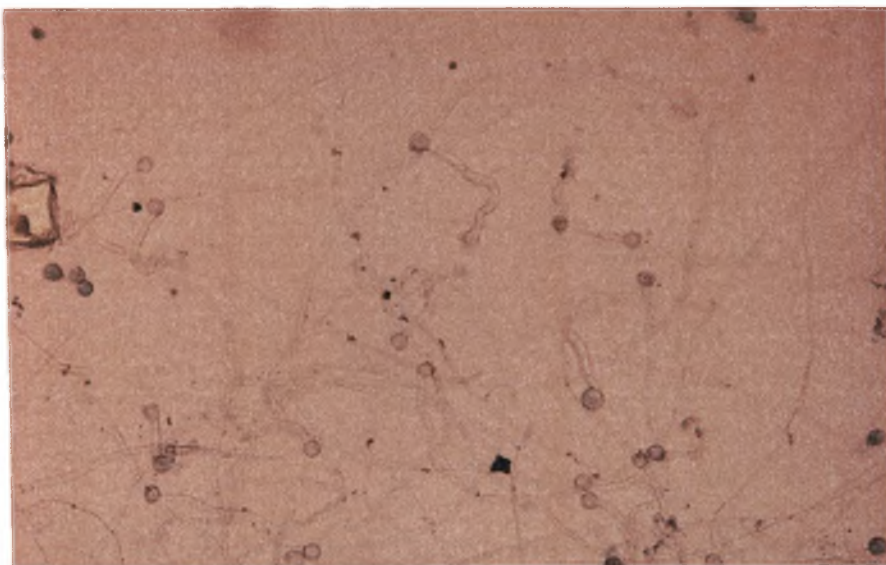
Φωτογραφία 4 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Black beauty με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 1057x.



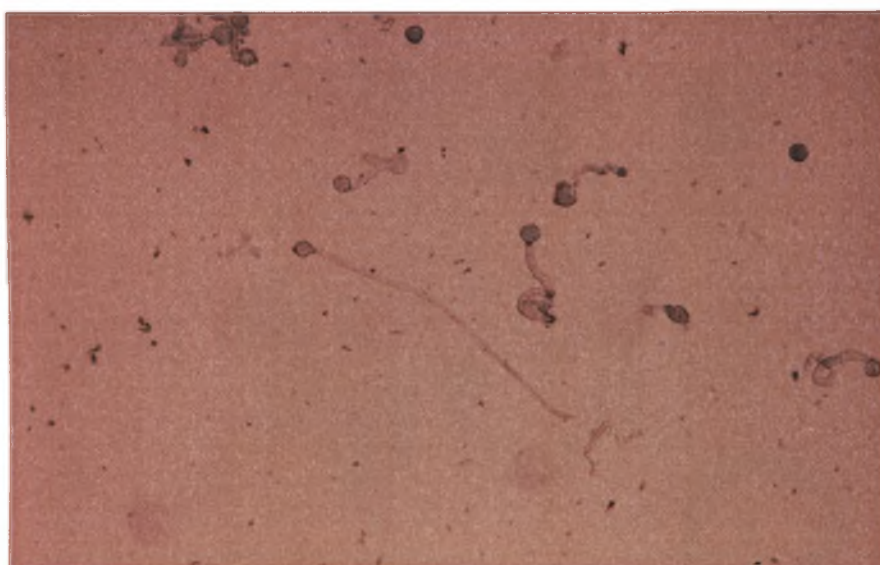
Φωτογραφία 5 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Λαγκαδά με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 1057x.



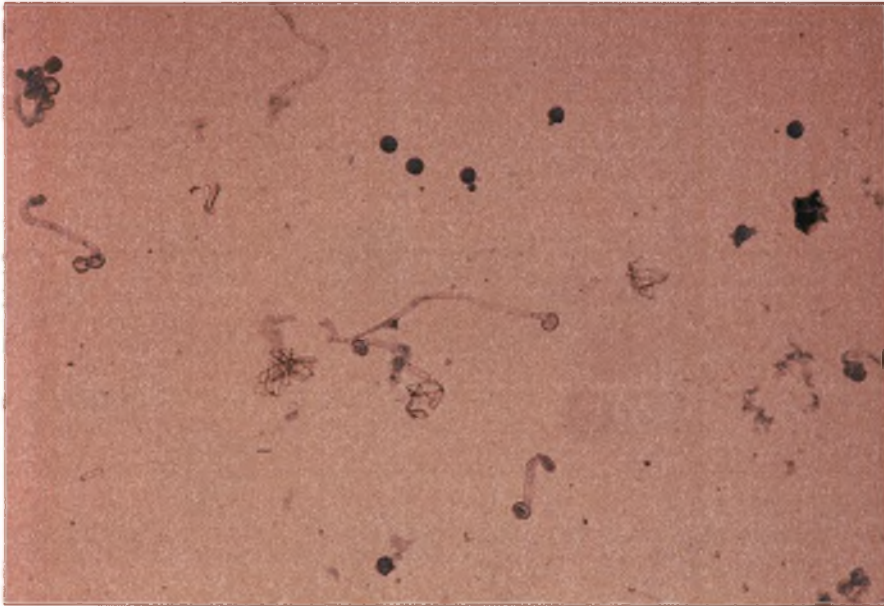
Φωτογραφία 6 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Τσακώνικη με μεταχείριση 100 ppb όζοντος σε μεγέθυνση 1057x.



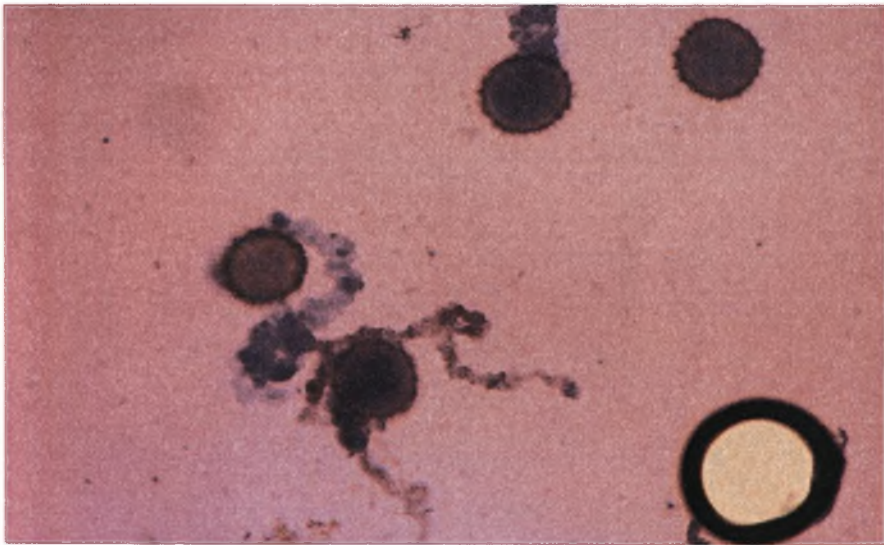
Φωτογραφία 7 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας π-13 με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 978x.



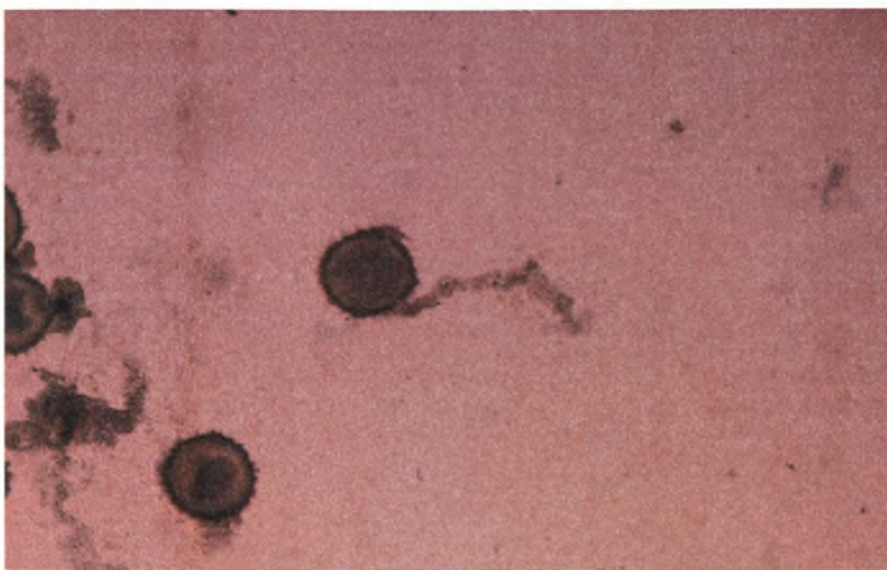
Φωτογραφία 8 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας π-14 με μεταχείριση 100 ppb όζοντος σε μεγέθυνση 978x.



Φωτογραφία 9 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Φλωρίνης με μεταχείριση 100 ppb όζοντος σε μεγέθυνση 1057x.



Φωτογραφία 10 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρεόκοκκοι της ποικιλίας Romanos με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 952x.



Φωτογραφία 11 : Βλαστήσαντες και μη βλαστήσαντες γυρέοκοκκοι της ποικιλίας Allegria με μεταχείριση C.F. σε μεγέθυνση 978x.





ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085691