

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ
ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

“ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΤΡΟΦΗ ΚΑΙ
ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ”



Πτυχιακή Διατριβή
ΤΣΙΠΡΑΚΟΥ ΕΙΡΗΝΗ

ΝΕΑ ΙΩΝΙΑ, 2006



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

Αριθ. Εισ.: 5755/1
Ημερ. Εισ.: 28-08-2007
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2006
ΤΣΙ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΠΝΟΗ
ΚΑΙ ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ
ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Κωνσταντίνος Κίττας (Επιβλέπων)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Καθηγητής Γεωργικών Κατασκευών.

Γεώργιος Νάνος (Μέλος)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Επίκουρος Καθηγητής

Δενδροκομίας.

Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα (Μέλος)

Πανεπιστήμιο Θεσσαλία

Επίκουρος Καθηγητής

Κηπευτικών

Καλλιεργειών.

ΕΙΡΗΝΗ Α. ΤΣΙΠΡΑΚΟΥ

"ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΑΚΤΙΝΟΒΟΛΙΑΣ ΣΤΗ ΔΙΑΤΙΝΟΗ ΚΑΙ
ΦΩΤΟΣΥΝΘΕΣΗ ΕΜΒΟΛΙΑΣΜΕΝΩΝ ΦΥΤΩΝ ΜΕΛΙΤΖΑΝΑΣ"

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην εργασία αυτή μελετάται η επίδραση του εμβολιασμού στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή θερμοκηπιακής καλλιέργειας μελιτζάνας.

Για το σκοπό αυτό εγκαταστάθηκαν φυτά μελιτζάνας (*Solanum melongena*) υβρίδια F1 της ποικιλίας Rima τα οποία ήταν: (α) αυτόριζα, (β) εμβολιασμένα στο ίδιο υποκείμενο, (γ) εμβολιασμένα σε υποκείμενο τομάτας (*Lycopersicon esculentum*) υβριδίου Heman και (δ) εμβολιασμένα σε υποκείμενο τομάτας υβριδίου Primavera. Η μεταχείριση (α) χρησιμοποιήθηκε ως μάρτυρας ενώ η μεταχείριση (β) χρησιμοποιήθηκε για τη μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού αυτού καθ' αυτού, ως τεχνικής, στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή των φυτών. Οι μετρήσεις της φωτοσύνθεσης και της διαπνοής των φυτών έγιναν με τη βοήθεια ενός φορητού συστήματος μέτρησης της φωτοσύνθεσης LI-6200 του οίκου Li-Cor, κατά τη διάρκεια μιας καλλιεργητικής περιόδου (άνοιξη – καλοκαίρι 2004) στο Αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στο Βελεστίνο. Από τις μετρήσεις που πραγματοποιήθηκαν βαθμονομήθηκε η εξίσωση πρόβλεψης της φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας (PAR), του Acock.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο εμβολιασμός συνέβαλλε τόσο στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης όσο και στην αύξηση του ρυθμού διαπνοής. Η μεταχείριση δε Rima x Heman παρουσίασε το μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης ενώ η μεταχείριση Rima x Primavera το μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής. Τέλος, παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειωνόταν με την αύξηση της ηλικίας των φυτών. Τα παραπάνω δε αποτελέσματα συμφωνούν με αντίστοιχα αποτελέσματα της βιβλιογραφίας.

ABSTRACT

The aim of this work was to study the influence of grafting on photosynthetic and transpiration rates of a greenhouse eggplant crop.

Hybrids F1 *Solanum melongena* cv Rima were cultivated as: (a) non-grafted, (b) grafted on Rima rootstocks, (c) grafted on tomato (*Lycopersicon esculentum*) cv Heman rootstocks and (d) grafted on tomato cv Primavera rootstocks. Treatment (a) was used as control and treatment (b) was used to study the influence of grafting, as technique, on photosynthesis and transpiration of plants. Photosynthetic and transpiration rate measurements were carried out by a portable system during a crop period (spring – summer 2004) in the experimental farm of University of Thessaly at Velestino. Using measurements of photosynthesis, a correlation equation of Acock relating photosynthetic rate to Photosynthetically Active Radiation (PAR) was calibrated.

Results showed that grafting increased photosynthetic and transpiration rate. Rima plants grafted on Heman rootstocks had the highest photosynthetic rate while Rima plants grafted on Primavera rootstocks had the lowest transpiration rate. Furthermore, results showed that photosynthetic rate decreased with the aging of plants. These results agree with those previously found in the literature.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ. Κ. Κίττα Διευθυντή του Εργαστηρίου Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου Περιβάλλοντος, για την υπόδειξη του θέματος της πτυχιακής διατριβής μου, τη βοήθεια και τη συμπαράσταση που μου προσέφερε κατά τη διάρκειά της.

Θερμές ευχαριστίες αποδίδονται στον Λέκτορα κ. Ν. Η. Κατσούλα για την επιστημονική καθοδήγηση, τη συνεργασία του και για τις υποδείξεις που μου πρόσφερε στη συγγραφή της εργασίας μου.

Επίσης, θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στον Επίκουρο Καθηγητή κ. Ι.-Α. Χα και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Γ. Νάνο για το ενδιαφέρον τους και τις χρήσιμες υποδείξεις τους ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής.

Επιπλέον, ευχαριστώ όλα τα μέλη του εργαστηρίου, και ιδιαίτερα τη φοιτήτρια Χ. Μανωλαράκη, για τη συνεργασία και τη βοήθεια της στην εκπόνηση της παρούσης εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους γονείς μου για την συμπαράσταση και τη βοήθειά τους.

Περιεχόμενα:

| | |
|--|----|
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή | 9 |
| 1.1 Θερμοκήπια..... | 9 |
| 1.2 Τα θερμοκήπια στην Ελλάδα..... | 10 |
| 1.3 Εμβολιασμός-Υδροπονία..... | 12 |
| 1.3.1 Σκοπός-Στόχος εμβολιασμού..... | 12 |
| 1.3.2 Εμβολιασμός των φυτών μελιτζάνας..... | 13 |
| 1.4 Σκοπός της εργασίας..... | 16 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση..... | 17 |
| 2.1 Το περιβάλλον του θερμοκηπίου..... | 17 |
| 2.1.1 Κλιματικοί παράγοντες..... | 18 |
| 2.2 Φωτοσύνθεση..... | 21 |
| 2.2.1 Μηχανισμός της φωτοσύνθεσης..... | 23 |
| 2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση..... | 24 |
| 2.3 Διαπνοή..... | 26 |
| 2.3.1 Φυσιολογική σημασία της διαπνοής..... | 26 |
| 2.3.2 Διαδικασία της διαπνοής..... | 27 |
| 2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή..... | 29 |
| 2.4 Καλλιέργεια μελιτζάνας..... | 30 |
| 2.4.1 Καταγωγή..... | 30 |
| 2.4.2 Καλλιέργεια και σημερινή εξάπλωση..... | 31 |
| 2.4.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά..... | 33 |
| 2.4.4 Απαιτήσεις του φυτού μελιτζάνας σε εδαφοκλιματικές συνθήκες..... | 36 |
| 2.4.5 Εχθροί και ασθένειες..... | 37 |
| 2.5 Εμβολιασμός..... | 38 |
| 2.5.1 Πλεονεκτήματα εμβολιασμού..... | 39 |
| 2.5.2 Μειονεκτήματα εμβολιασμού..... | 43 |
| 2.5.3 Τεχνικές εμβολιασμού..... | 44 |
| 2.5.4 Συμβατότητα εμβολιασμού..... | 48 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υλικά και μέθοδοι..... | 50 |
| 3.1 Θερμοκήπιο..... | 50 |
| 3.2 Αερισμός..... | 50 |
| 3.3 Άρδευση/Λίπανση..... | 51 |

| | | |
|-------------------------------|--|-----|
| 3.4 | Καλλιέργεια | 51 |
| 3.4.1 | Διάταξη | 52 |
| 3.5 | Όργανο μέτρησης του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης (Ps)..... | 54 |
| 3.6 | Εξίσωση της φωτοσύνθεσης..... | 57 |
| 3.7 | Επεξεργασία των μετρήσεων..... | 58 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:Αποτελέσματα | | 61 |
| 4.1 | Βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock..... | 62 |
| 4.2 | Ρυθμός διαπνοής..... | 94 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συζήτηση | | 103 |
| 5.1 | Επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό φωτοσύνθεσης..... | 103 |
| 5.2 | Επίδραση της ηλικίας των φυτών στο ρυθμό φωτοσύνθεσης..... | 124 |
| 5.3 | Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις 4 μεταχειρίσεις..... | 129 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα..... | | 133 |
| ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:Βιβλιογραφία | | 134 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

1.1 Θερμοκήπια

Με τον όρο θερμοκήπιο αναφερόμαστε στην κατασκευή που είναι ειδικά σχεδιασμένη ώστε να χρησιμεύει στην καλλιέργεια και/ή προστασία των φυτών επιτρέποντας την είσοδο της ηλιακής ακτινοβολίας κάτω από ελεγχόμενες συνθήκες με σκοπό να βελτιώσει το περιβάλλον ανάπτυξης τους.

Ο σκοπός της χρησιμοποίησης των θερμοκηπίων στην παραγωγή γεωργικών προϊόντων είναι η τροποποίηση ή ρύθμιση πολλών από τους παράγοντες του περιβάλλοντος που επιδρούν στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Στην αρχαιότητα δεν υπήρχαν θερμοκήπια με την έννοια που τα αντιλαμβανόμαστε σήμερα, όμως υπάρχουν πληροφορίες για προστατευόμενες καλλιέργειες, πριν από χιλιάδες χρόνια. Οι πρώτες προσπάθειες καλλιέργειας των φυτών έξω από το φυσικό τους περιβάλλον άρχισαν από τους Κινέζους, πολλές χιλιετίδες προ Χριστού (Γραφιαδέλλης, 1987).

Η πρώτη αναφορά κατασκευής θερμοκηπίου έγινε το 42 μ.Χ. Ο αυτοκράτορας Νέρων διέταξε να κατασκευαστεί, με την επίβλεψη ενός γιατρού, θερμαινόμενος χώρος με υλικά τάλκη και μίκα, με σκοπό να χρησιμοποιηθεί το χειμώνα για ανάπτυξη αγγουριών (Γραφιαδέλλης, 1987).

Με την πάροδο του χρόνου η κατασκευή άλλαξε. Στην περίοδο της αναγέννησης για την προστασία των φυτών χρησιμοποιούνταν τελείως κλειστά δωμάτια και υπόστεγα. Τον 18^ο μ.Χ. εμφανίστηκε η μεγάλη καινοτομία της διάφανης αμφικλινούς στέγης, αύξηση των επιφανειών γυαλιού, χρήση νέων υλικών σκελετού και προσθήκη διαφόρων μηχανισμών όπως θέρμανση. Τον 19^ο αιώνα συστηματοποιήθηκε η εμπορική γεωργία κάτω από γυαλί κυρίως γύρω από μεγάλες πόλεις.

Σήμερα η καλλιέργεια σε θερμοκήπια γίνεται σχεδόν εξ' ολοκλήρου επαγγελματική υπόθεση. Τα θερμοκήπια έγιναν ακόμα πιο φωτεινά με τη χρήση μεγαλύτερων κομματιών γυαλιού, εύκαμπτων και σκληρών φύλλων πλαστικού αλλά και λεπτότερων στοιχείων του σκελετού.

Η ιστορία των θερμοκηπίων δεν τελειώνει εδώ. Η έρευνα συνεχίζεται επιδιώκοντας την αύξηση της ποσότητας και της ποιότητας της παραγωγής, τη μικρότερη επιβάρυνση του φυσικού περιβάλλοντος και την προστασία της

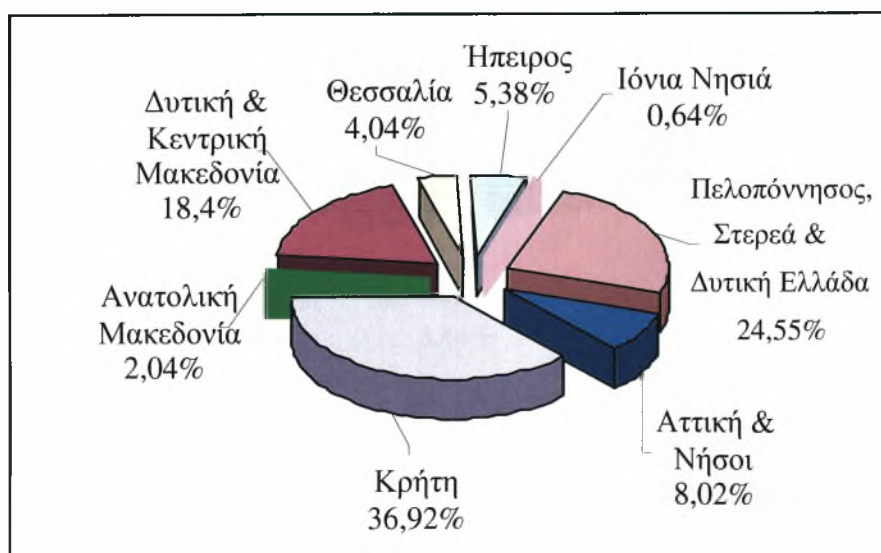
ανθρώπινης υγείας από την παραγωγική διαδικασία στο θερμοκήπιο καθώς και τη λύση προβλημάτων που αφορούν την κατασκευή και τον εξοπλισμό. Η έρευνα αυτή αφορά βελτιώσεις με σκοπό την εξοικονόμηση ενέργειας και την ακριβέστερη ρύθμιση του περιβάλλοντος.

1.2 Τα θερμοκήπια στην Ελλάδα

Τα θερμοκήπια έκαναν την εμφάνισή τους στην Ελλάδα στα μέσα της δεκαετίας του 1950, στις περιοχές Αθηνών και Σκάλα Λακωνίας (Γραφιαδέλλης, 1987) και αποτελούνταν από υαλόφραχτα θερμοκήπια για παραγωγή καλλωπιστικών φυτών (Μαυρογιαννόπουλος, 1990). Η σημαντική όμως εξάπλωσή τους αρχίζει μετά το 1960 με τη χρήση των πλαστικών φύλλων πολυαιθυλενίου ως υλικού κάλυψης των θερμοκηπίων

Η γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα ακολουθεί κατά κανόνα την κλιματική διαφοροποίηση των επί μέρους περιοχών. Περισσότερες εκτάσεις θερμοκηπίων συναντώνται στις πλέον ευνοϊκές από πλευράς κλίματος (ήπιοι χειμώνες, απουσία παγετών κ.λπ) περιοχές (Ολύμπιος, 2001).

Στο Διάγραμμα 1 παρουσιάζονται οι εκτάσεις των θερμοκηπίων για τις διάφορες περιοχές της Ελλάδας, από την οποία προκύπτει ότι η μεγαλύτερη έκταση των θερμοκηπίων βρίσκεται στην Κρήτη με ποσοστό 36,92% και ακολουθεί η περιοχή της Πελοποννήσου, Στερεάς και Δυτικής Ελλάδας με ποσοστό 24,55%.



Διάγραμμα 1: Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα (στοιχεία 2000).

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας.

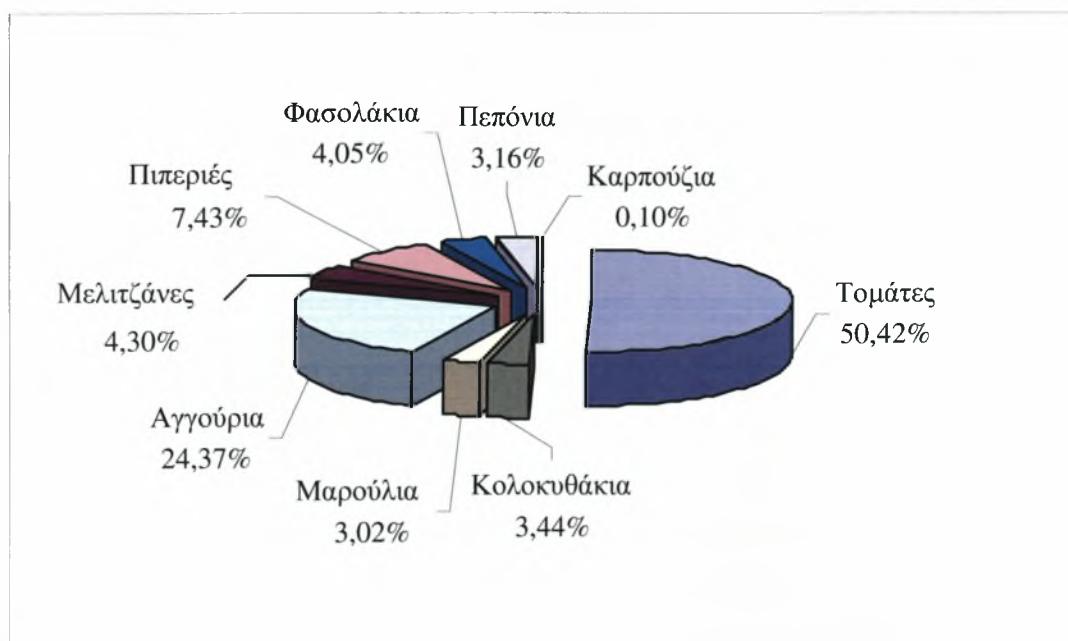
Η καλυμμένη έκταση με θερμοκήπια σήμερα, παρουσιάζεται στον Πίνακα 1, είναι 49.000 στρ. εκ των οποίων στα 45.000 στρ. καλλιεργούνται λαχανικά και στα 4.000 στρ. καλλιεργούνται ανθοκομικά φυτά.

Πίνακας 1: Έκταση των θερμοκηπίων (2004).

| Θερμοκήπια | Έκταση (στρ.) |
|------------|---------------|
| Λαχανικά | 45.000 |
| Ανθοκομικά | 4.000 |
| Σύνολο | 49.000 |

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Ελλάδος.

Ένας μεγάλος αριθμός λαχανικών καλλιεργούνται στα θερμοκήπια κατά τη διάρκεια του έτους. Τα περισσότερο καλλιεργούμενα λαχανικά σήμερα είναι η τομάτα και το αγγούρι και από τα ανθοκομικά, τα γλαστρικά φυτά, τα γαρύφαλλα και τα τριαντάφυλλα. Στο Διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η κατανομή (%) των διαφόρων κηπευτικών που καλλιεργήθηκαν σε θερμοκήπια κατά την καλλιεργητική περίοδο 1997-98.



Διάγραμμα 2: Κατανομή (%) των διαφόρων κηπευτικών σε θερμοκήπια κατά τη χρονική περίοδο 1997-98.

Πηγή: Ολύμπιος, 2001.

1.3 Εμβολιασμός-Υδροπονία

Έχει βρεθεί ότι η παραγωγή των καλλιεργειών στα θερμοκήπια είναι μεγαλύτερη από ότι στην ύπαιθρο. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η καλλιέργεια της μελιτζάνας. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κάθε χρόνο γύρω στα 28.460 στρ. μελιτζάνας σε ανοιχτές καλλιέργειες με παραγωγή γύρω στους 66.480 τον. (Ολύμπιος, 1997). Για παραγωγή εκτός εποχής σε θερμοκήπια και άλλες κατασκευές, το 1997 καλλιεργήθηκαν γύρω στα 2.300 στρ. με παραγωγή περίπου 18.870 τον. Η μέση παραγωγή στα θερμοκήπια είναι γύρω στους 8 τον./ στρ. (Ολύμπιος, 2001).

Η αυξημένη παραγωγή των καλλιεργειών στα θερμοκήπια οφείλεται, εκτός του ελέγχου του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου, και στην εισαγωγή νέων μεθόδων και τεχνικών, οι οποίες έχουν ως στόχο τη βελτίωση των συνθηκών ανάπτυξης των φυτών. Μία τέτοια τεχνική αποτελεί η υδροπονία σύμφωνα με την οποία τα φυτά αναπτύσσονται απουσία εδάφους ενώ συμβάλλει στη σωστή θρέψη των φυτών. Με την τεχνική της υδροπονίας δηλαδή γίνεται έλεγχος του περιβάλλοντος της ρίζας και τα φυτά αναπτύσσουν κανονικό αλλά και υγιές ριζικό σύστημα το οποίο είναι καθοριστικό για την πρόσληψη των θρεπτικών στοιχείων αλλά και του νερού.

Εκτός της τεχνικής της υδροπονίας, μία άλλη μέθοδος που συνέβαλλε σημαντικά στην αύξηση της παραγωγής είναι ο εμβολιασμός των φυτών. Ο εμβολιασμός των φυτών είναι γνωστός από την αρχαιότητα και ένα μεγάλο μέρος των καλλιεργούμενων φυτών στα θερμοκήπια σήμερα είναι εμβολιασμένα.

Καθώς ο εμβολιασμός αποτελεί θέμα της εργασίας αυτής, παρακάτω γίνεται εκτενής αναφορά στην τεχνική αυτή.

1.3.1 Σκοπός-Στόχος εμβολιασμού

Ο εμβολιασμός περιλαμβάνει την ένωση τμημάτων των φυτών με τη μέθοδο της αναγέννησης, με την οποία επιτυγχάνεται φυσιολογική ένωση και το νέο φυτό που δημιουργείται αυξάνει και αναπτύσσεται ως αυτόνομος οργανισμός (Janick, 1986). Η μέθοδος του εμβολιασμού ήταν γνωστή στην Κίνα από το 1560, ενώ αναφέρεται και σε κείμενα του Αριστοτέλη και του Θεόφραστου. Οποιαδήποτε μέθοδος, που επιτρέπει την επαφή καμβίων μεταξύ φυτικών μερών, είναι ένας τρόπος εμβολιασμού (Ποντίκης, 1994).

Ο εμβολιασμός έχει μελετηθεί περισσότερο στα οπωροφόρα και στους ξηρούς καρπούς. Χρησιμοποιούνται οφθαλμοί ή μίσχοι από τον επιθυμητό κλώνο και εισάγονται σε ένα υποκείμενο, το οποίο έχει παραχθεί αγενώς ή εγγενώς, ώστε να ενωθούν οι ιστοί του καμβίου και να σχηματιστεί ένα νέο φυτό. Χρησιμοποιείται για την αλλαγή μιας ποικιλίας, για την αποκατάσταση ζημιών ή ακόμα και για τον έλεγχο της ζωηρότητας των ήδη εγκατεστημένων καλλιεργειών (Beakbane and Rogers, 1956; Rom and Carlson, 1987).

Ο εμβολιασμός αποσκοπεί: (i) στο να πολλαπλασιάσουμε ποικιλίες διαφόρων φυτικών ειδών, που ο πολλαπλασιασμός τους με άλλο αγενή τρόπο είναι πολύ δύσκολος ή αδύνατος, (ii) στο να υποκαταστήσουμε ένα τμήμα ενός φυτού με κάποιο άλλο, (iii) στο να ενώσουμε φυτά που συλλέχθηκαν για ειδικές ιδιότητες, όπως ανθεκτικότητα στις ασθένειες ή προσαρμοστικότητα σε ειδικές εδαφικές ή κλιματικές συνθήκες (iv) στο να επανορθώσουμε ζημιές από πληγές, να αντιμετωπίσουμε ασυμφωνία υποκειμένου/εμβολίου, και να ενδυναμώσουμε αδύναμα φυτά, (v) στο να κάνουμε κάποιο ριζικό σύστημα να δεχθεί περισσότερες της μιας ποικιλίες ή ένα σύστημα κλάδων να προέρχεται από περισσότερα του ενός ριζικά συστήματα και (vi) στο να αντιμετωπίσουμε προβλήματα μόρφωσης, αύξησης και ασθενειών διαφόρων φυτικών ειδών (Ποντίκης, 1994).

Το ποσοστό των εμβολιασμένων λαχανοκομικών φυτών, που χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς στην Ελλάδα, είναι 90-95% για το καρπούζι, 40-50% για το πεπόνι, 5-8% για την τομάτα, 2-3% για το αγγούρι και 2-4% για τη μελιτζάνα.

1.3.2 Εμβολιασμός των φυτών μελιτζάνας

Όπως αναφέρθηκε, ένα ποσοστό του 2-4% των εμβολιασμένων λαχανοκομικών φυτών που χρησιμοποιούνται από τους παραγωγούς στην Ελλάδα, είναι φυτά μελιτζάνας. Η μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.), οικογένεια Solanaceae καλλιεργείται στην ύπαιθρο και σε θερμοκήπια, με υψηλά ή χαμηλά σκέπαστρα. Σοβαρό πρόβλημα για την καλλιέργεια αποτελεί ο μύκητας *Verticillium dahliae*. Για την αντιμετώπιση της ασθένειας εφαρμόζεται εμβολιασμός των ποικιλιών σε υποκείμενα ανθεκτικά στην ασθένεια. Ο εμβολιασμός επίσης αυξάνει την ευρωστία των φυτών και την πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων. Η ασυμβατότητα μεταξύ υποκειμένου και εμβολίου ενδέχεται όμως να υποβαθμίσει την ποιότητα του

προϊόντος (Μπλέτσος, 2001) και να επηρεάσει την διάρκεια ζωής του κατά την αποθήκευση (Χριστάκου κ. ά., 2003).

Η μελιτζάνα (*Solanum melongena* L.) καλλιεργείται σε όλο τον κόσμο για τους καρπούς της, οι οποίοι χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου. Η συνεχής καλλιέργεια των ίδιων εδαφών με μελιτζάνα ή άλλα συγγενή είδη αυξάνουν τις προσβολές από τη Βερτισιλλίωση και μειώνουν την παραγωγή με συνέπεια η καλλιέργεια να γίνεται ασύμφορη (Bletsos et al, 1997). Η χρήση χημικών για την αντιμετώπιση της Βερτισιλλίωσης είναι ασύμφορη και επιβαρύνει τα παραγόμενα προϊόντα με επικίνδυνα υπολείμματα για την υγεία των καταναλωτών (Μπλέτσος και Τσουβαλτζής, 2003).

Ο εμβολιασμός της μελιτζάνας σε ανθεκτικά άγρια είδη στη Βερτισιλλίωση μπορεί να εφαρμοσθεί για την παραγωγή προϊόντων απαλλαγμένων από επικίνδυνα χημικά υπολείμματα. Ιδιαίτερα στη βιολογική γεωργία, η καλλιέργεια εμβολιασμένων φυτών μελιτζάνας αυξάνει την παραγωγή σε αμόλυντα εδάφη, τη διατηρεί σταθερή σε μολυσμένα εδάφη από το μύκητα *Verticillium dahliae* Kleb. (Bletsos et al. 2003) και την καθιστά ανταγωνιστική της χημικής γεωργίας (Μπλέτσος και Τσουβαλτζής, 2003).

▪ Υποκείμενα:

Τα τελευταία χρόνια (Κυρίως από το 1990 και μετά) βρίσκεται σε εξέλιξη ο εμβολιασμός των κηπευτικών, όπου υποκείμενα ανθεκτικά μπορούν να υποκαταστήσουν τα χημικά προϊόντα (βρωμιούχο μεθύλιο, μυκητοκτόνα, κτλ) για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων παθογόνων εδάφους (αδρομυκώσεις, νηματώδεις).

Προϋπόθεση εφαρμογής του εμβολιασμού είναι η ύπαρξη ενός συγγενούς είδους, ποικιλίας ή υβριδίου με ανθεκτικότητα ή υψηλή ανθεκτικότητα στα παθογόνα εδάφους. Αυτό θα μπορέσει να χρησιμοποιηθεί σαν υποκείμενο πάνω στο οποίο θα εμβολιαστεί και θα αναπτυχθεί η επιθυμητή καλλιέργεια. Παράλληλα θα πρέπει να προσδίδει στο εμβολιασμένο φυτό ανθεκτικότητα και στις δυσμενείς για την ανάπτυξη του θερμοκρασίες εδάφους. Τέλος θα πρέπει να εξασφαλίζει ικανοποιητική, ποσοτικά και ποιοτικά, παραγωγή καρπών.

Σήμερα υπάρχουν στην αγορά ποικιλίες που διαθέτουν πέρα από την ανθεκτικότητα και μια συμβατότητα με τα πιο γνωστά υβρίδια, υψηλή ή μέση ζωηρότητα και ρωμαλέο στέλεχος που επιτρέπει τον εύκολο χειρισμό κατά τον εμβολιασμό. Η μελιτζάνα έχει δυνατό και μεγάλο ριζικό σύστημα, όμως μικρή

ανθεκτικότητα σε ασθένειες του εδάφους. Γι' αυτό το λόγο απαιτούνται υποκείμενα που προσφέρουν την απαιτούμενη ανθεκτικότητα (Kato and Lou, 1989). Η επιλογή των κατάλληλων υποκειμένων για τα *Solanaceae* πρέπει να βασίζεται στον πληθυσμό των παθογόνων του εδάφους στην περιοχή όπου πρόκειται να εγκατασταθεί η καλλιέργεια. Ως υποκείμενα μελιτζάνας στο εμπόριο κυκλοφορούν διάφορα είδη όπως το *Lycopersicon hirsutum*, *Solanum torvum* και το *Solanum sisymprifolium*, κ.ά.

▪ Μέθοδοι εμβολιασμού:

Στον εμβολιασμό της μελιτζάνας εφαρμόζεται κυρίως η μέθοδος της σχισμής. Οι σπόροι του υποκειμένου σπέρνονται 10 μέρες νωρίτερα από τους σπόρους του εμβολίου για να παραχθούν ομοιόμορφα σπορόφυτα ως προς το πάχος του βλαστού. Το εμβόλιο που είναι το εναέριο μέρος στο στάδιο των 4-5 φύλλων εμβολιάζεται πάνω στο υποκείμενο που είναι το ριζικά σύστημα που έχει ήδη 5-6 φύλλα. Οι βλαστοί του εμβολίου και του υποκειμένου κόβονται με 2-3 φύλλα τα οποία και παραμένουν στο εμβόλιο και το υποκείμενο. Το εμβόλιο τοποθετείται μέσα στη σχισμή του υποκειμένου που βρίσκεται στο κέντρο του βλαστού με μήκος 15 cm και συγκρατείται με πλαστικό μανταλάκι (Ολύμπιος, 2001).

Οι μελιτζάνες εμβολιάζονται 50 με 53 ημέρες μετά τη σπορά του μοσχεύματος (όταν έχει 4-5 πραγματικά φύλλα) ή σε 60 ημέρες μετά τη σπορά του υποκειμένου (5-6 πραγματικά φύλλα). Τα εμβολιασμένα φυτά τοποθετούνται σε χώρους με υψηλή σχετική υγρασία (80-90%) και θερμοκρασία 23-28°C. Για καλύτερη επιτυχία του εμβολιασμού επιθυμείται η μείωση της διαπνοής των φυτών και αυτό επιτυγχάνεται με αποφυγή της απευθείας έκθεσης των φυτών στις ηλιακές ακτινοβολίες, με σκίαση (με χρήση ελαιοπάνων) για 5-6 μέρες. Παράλληλα πραγματοποιούνται ψεκασμοί υπό μορφή υδρονέφωσης 3-4 φορές την ημέρα ιδιαίτερα κατά τις μεσημβρινές ώρες για τη διατήρηση της υγρασίας πρέπει να ελέγχονται και οι προσβολές από βοτρυτή με τα κατάλληλα μυκητοκτόνα. Μετά από 3-4 ημέρες μειώνεται σταδιακά η θερμοκρασία στους 20-23°C ενώ παράλληλα μειώνεται η σχετική υγρασία.

Εφόσον επιτευχθεί η συγκόλληση εμβολίου υποκειμένου, η βλάστηση των εμβολίων αρχίζει μετά από 7-10 μέρες. Σε 20-30 μέρες μετά τον εμβολιασμό τα φυτά είναι έτοιμα για μεταφύτευση οριστική τους θέση. Στο σπορείο μετά τον εμβολιασμό γίνονται 1-2 υδρολιπάνσεις με μισό περίπου γραμμάριο ανά φυτό ενός πλήρους με αρκετό φώσφορο (και ιχνοστοιχεία) λιπάσματος για την απόκτηση γερού ριζικού συστήματος (Τζομπανάκης, 1994).

Κατά τη μεταφύτευση των εμβολιασμένων φυτών στην οριστική τους θέση, το βάθος πρέπει να είναι τόσο ώστε το σημείο συγκόλλησης υποκειμένου εμβολίου να είναι εκτός εδάφους ώστε να μην υπάρξει ριζοβολία του εμβολίου. Επίσης να μη διαβρέχεται με το σύστημα άρδευσης, για να αποφευχθούν οι σήψεις λαιμού.

1.4 Σκοπός της εργασίας

Από πολλές μελέτες έχει προκύψει ότι ο εμβολιασμός προσφέρει μειονεκτήματα αλλά και πλεονεκτήματα στα φυτά. Σε αντίθεση με τα μειονεκτήματα, τα πλεονεκτήματα αυτού είναι περισσότερα, εκ των οποίων τα πιο σημαντικά είναι α) η αντιμετώπιση παθογόνων εδάφους, β) η μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, γ) η αντοχή στην αλατότητα και στις χαμηλές θερμοκρασίες (Rivero et al, 2003). Μία λύση στο πρόβλημα των ασθενειών εδάφους, μετά και από την κατάργηση του βρωμιούχου μεθυλίου το 2005, αποτελεί ο εμβολιασμός.

Παρόλα αυτά, δεν έχει μελετηθεί λεπτομερώς η επίδραση του εμβολιασμού στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή των εμβολιασμένων φυτών. Έτσι, σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή θερμοκηπιακής καλλιέργειας μελιτζάνας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση

2.1 Το περιβάλλον του θερμοκηπίου.

Το εσωτερικό του θερμοκηπίου διαχωρίζεται, μέσω του περιβλήματος, κατά κάποιο βαθμό από το εξωτερικό περιβάλλον, γεγονός που μας επιτρέπει να επεμβαίνουμε με διάφορες τεχνικές, παθητικές ή ενεργητικές, στους παράγοντες του περιβάλλοντος του θερμοκηπίου ώστε να παίρνουν τις επιθυμητές τιμές ενώ παράλληλα είναι πιο εύκολος ο έλεγχος των διαφόρων εχθρών. Στην εποχή μας τα θερμοκήπια μπορούν να γίνουν σχεδόν πλήρως ελεγχόμενα όσο αφορά το περιβάλλον.

Η ανάπτυξη και η παραγωγή ενός φυτού εξαρτώνται από το κληρονομικό δυναμικό (είδος, ποικιλία, υβρίδιο) του και από το περιβάλλον μέσα στο οποίο θα αναπτυχθεί. Γενότυπος και περιβάλλον παίζουν εξίσου σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη και στην απόδοση των καλλιεργειών του θερμοκηπίου και ανάλογα με το ποιος από τους δύο είναι πιο περιοριστικός είναι και ο σπουδαιότερος παράγοντας (Γραφιαδέλλης, 1987). Το βέλτιστο περιβάλλον διαφέρει τόσο ανάλογα με το φυτό που καλλιεργείται όσο και με το σκοπό της καλλιέργειας. Αν με την καλλιέργεια επιδιώκεται η παραγωγή καλλωπιστικών φυτών γλάστρας, τότε το βέλτιστο περιβάλλον αποσκοπεί στη μέγιστη ταχύτητα ανάπτυξης της κόμης και την καλή ποιότητά της (εμφάνιση). Αν όμως, επιδιώκεται η παραγωγή καρπών, τότε αποσκοπεί στο μέγιστο της παραγωγής καρπών, (ποιοτικά και ποσοτικά), και σε όλες τις περιπτώσεις με το μικρότερο δυνατό κόστος (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Το περιβάλλον του φυτού είναι άθροισμα πολλών παραγόντων (Πίνακας 2), οι οποίοι επηρεάζουν την ανάπτυξη και την παραγωγή των κηπευτικών (Γραφιαδέλλης, 1987). Οι παράγοντες που επηρεάζουν καθοριστικά την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, χωρίζονται σε τρεις ομάδες:

- παράγοντες περιβάλλοντος που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού που επιτελούνται κυρίως στο υπέργειο μέρος του (κυρίως ηλιακή ακτινοβολία, θερμοκρασία του αέρα, σχετική υγρασία και διοξείδιο του άνθρακα)
- παράγοντες περιβάλλοντος που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού που επιτελούνται στη ρίζα (κυρίως θερμοκρασία εδάφους, υγρασία, οξυγόνο και ανόργανα θρεπτικά στοιχεία) και

- ασθένειες, ζιζάνια, έντομα και άλλοι εχθροί που προκαλούν βλάβες στα φυτά.

Πίνακας 2: Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη και παραγωγή των κηπευτικών.

| <i>Κλιματικοί</i> | <i>Εδαφικοί</i> | <i>Βιοτικοί</i> |
|--------------------|---------------------|-------------------------------|
| Θερμοκρασία αέρα | Θερμοκρασία εδάφους | Σύμμαχοι των καλλιεργειών |
| Ηλιακή ακτινοβολία | Υγρασία εδάφους | Εχθροί των καλλιεργειών |
| Κίνηση αέρα | pH | Ανταγωνιστές των καλλιεργειών |
| CO ₂ | Δομή εδάφους | |
| Εξατμισοδιαπνοή | Θρεπτικά συστατικά | Άνθρωπος |
| Υγρασία αέρα | Μικροοργανισμοί | |

2.1.1 Κλιματικοί παράγοντες

❖ Ακτινοβολία

Με την ακτινοβολία μεταφέρεται ενέργεια μέσω φωτονίων, που είναι διακεκριμένες δέσμες ενέργειας. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί την πηγή ενέργειας για τη φωτοσύνθεση των φυτών, καθώς και τη φυσική πηγή θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου. Με τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται η φωτεινή ακτινοβολία στους υδατάνθρακες, οι οποίοι με τη σειρά τους αποτελούν το καύσιμο που δίνει ενέργεια σε κάθε ζωντανό οργανισμό. Όταν όλοι οι παράγοντες που συμμετέχουν στη φωτοσύνθεση, όπως η φωτεινή ακτινοβολία, το διοξείδιο του άνθρακα, η θερμοκρασία, το νερό κ.ά. βρίσκονται στο άριστο επίπεδο, τότε και η φωτοσυνθετική δραστηριότητα (άρα και η ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών) βρίσκεται στο ανώτερο δυνατό επίπεδο. Για την ανάπτυξη των φυτών μας ενδιαφέρει κυρίως το φάσμα της ακτινοβολίας, η ένταση και η διάρκειά της (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

❖ Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία, εφόσον ο φωτισμός είναι επαρκής, είναι ο κυριότερος παράγοντας ο οποίος επηρεάζει περισσότερο από κάθε άλλο το ρυθμό ανάπτυξης των καλλιεργειών και πολλές άλλες λειτουργίες, όπως τη φωτοσύνθεση, τη διαπερατότητα των κυτταρικών μεμβρανών, τη διαπνοή, την απορρόφηση τού νερού

και των θρεπτικών στοιχείων, την αναπνοή, την ενεργητικότητα των ενζύμων κ.ά. (Γραφιαδέλλης, 1987).

Από πολυάριθμα πειράματα έχει αποδειχτεί, ότι η ανάπτυξη των φυτών περιορίζεται μεταξύ των θερμοκρασιών 0-49 °C. Η πρώτη είναι το σημείο που παγώνει το νερό και η δεύτερη το σημείο απονιτροποίησης των πρωτεϊνών. Εξαίρεση αποτελούν ορισμένα πολικά φυτά, στα οποία η φωτοσύνθεση συνεχίζεται σε θερμοκρασία κάτω των 0°C καθώς και σε μερικά άλγη τα οποία φωτοσυνθέτουν μέχρι τους 70 °C (Γραφιαδέλλης, 1987).

Για να αποδώσουν όμως οι καλλιέργειες τού θερμοκηπίου, το μέγιστο τής παραγωγής, απαιτούν μία ορισμένη θερμοκρασία. Έρευνες σε θερμοκήπια έδειξαν, ότι και μικρές αποκλίσεις από την άριστη θερμοκρασία επηρεάζουν πολύ σοβαρά τις αποδόσεις και την ποιότητα των προϊόντων (Γραφιαδέλλης, 1987).

Για τα είδη του εύκρατου κλίματος η άριστη θερμοκρασία είναι 20-30 °C, η ελάχιστη είναι μεγαλύτερη από 0 °C ενώ η μέγιστη είναι μέχρι 35 °C και μπορεί να φτάσει τους 40 °C σε ορισμένα στάδια βλάστησης (φύτρωμα, έκπτυξη). Για τα είδη του τροπικού κλίματος η ελάχιστη είναι μεγαλύτερη από 15 °C (Ευσταθιάδης 1987).

❖ Σχετική Υγρασία

Ένας από τους βασικούς παράγοντες της σύστασης του περιβάλλοντος των φυτών είναι η υγρασία που περιέχεται στον ατμοσφαιρικό αέρα. Ο ατμοσφαιρικός αέρας στη φυσική του κατάσταση είναι μίγμα αερίων: οξυγόνου, αζώτου, διοξειδίου του άνθρακα, αργού, άλλων αερίων σε ελάχιστες ποσότητες και υδρατμών. Η σύνθεση αυτή μεταβάλλεται λόγω των φαινομένων εξάτμισης, διαπνοής, αναπνοής, φωτοσύνθεσης και λόγω της δραστηριότητας του ανθρώπου στο χώρο του θερμοκηπίου, που προκαλεί αιώρηση οργανικών και ανόργανων ουσιών, όπως φυτοφαρμάκων, σκόνης κ.λ.π. (Μαυρογιαννόπουλος, 1990)

Η υγρασία της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου εξαρτάται από την υγρασία του εξωτερικού αέρα, από την υγρασία του εδάφους του θερμοκηπίου και από τη θερμοκρασία του αέρα του θερμοκηπίου. Όταν αυξάνεται η ηλιακή ακτινοβολία μέσα στο θερμοκήπιο αυξάνεται ταχύτατα η θερμοκρασία του αέρα, με συνέπεια τη μείωση της υγρασίας (Ευσταθιάδης 1987).

Γενικά, ο ρυθμός της διαπνοής είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας του φύλλου, της σχετικής υγρασίας του αέρα και της ταχύτητας του αέρα στην περιοχή του φύλλου (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Στο χώρο γύρω από τα φυτά επιδιώκουμε η σχετική υγρασία να μην είναι ούτε πολύ υψηλή, διότι ευνοείται η ανάπτυξη πολλών μυκητολογικών και βακτηριολογικών ασθενειών των φυτών καθώς και η επιβίωση πολλών αυγών και νυμφών εντόμων, αλλά ούτε και πολύ χαμηλή, διότι τότε αυξάνεται υπερβολικά η διαπνοή από τα φύλλα των φυτών και ακόμη ευνοείται η ανάπτυξη των ακάρεων (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Ο πολύ υψηλός ρυθμός διαπνοής έχει συχνά αποτέλεσμα τη μάρανση των φυτών γιατί η ρίζα δεν μπορεί να τροφοδοτεί με τον ανάλογο ρυθμό νερό. Μάρανση των φύλλων σημαίνει κλείσιμο των στομάτων, επομένως περιορισμό της διαπνοής αλλά και της ροής του CO₂, που καταλήγει σε σταμάτημα της φωτοσύνθεσης (Μαυρογιαννόπουλος, 1990). Εάν το σύνολο του νερού είναι λιγότερο από τη ζήτηση, το φυτό αντιδρά με τη ρύθμιση των στοματίων, μειώνοντας τα ανοίγματα και επομένως σε τελευταία ανάλυση τη φωτοσύνθεση (Ευσταθιάδης 1987)

Στο θερμοκήπιο όλοι οι παράγοντες που ευνοούν τη διαπνοή ενεργούν ταυτόχρονα το μεσημέρι, διότι τότε τα φύλλα έχουν την υψηλότερη θερμοκρασία, ο αέρας έχει τη χαμηλότερη σχετική υγρασία και ταυτόχρονα υπάρχει έντονη κίνηση του αέρα, διότι τα παράθυρα είναι ανοικτά. Κατά τη διάρκεια των θερμών ωρών επομένως πολύ συχνά υπάρχει ανάγκη να αυξηθεί η υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

❖ Διοξείδιο του άνθρακα

Η ξηρά ουσία ενός φυτού αποτελείται κατά 40% περίπου από άνθρακα, τον οποίο αποσπά από το CO₂ της ατμόσφαιρας. Το CO₂ διαχέεται στα στόματα των φύλλων όταν είναι ανοιχτά και από εκεί στα κύτταρα των φύλλων και τους χλωροπλάστες, όπου με την ηλιακή ενέργεια και το νερό μέσω της φωτοσύνθεσης μετασχηματίζεται σε υδατάνθρακες. Οι υδατάνθρακες μετακινούνται στα διάφορα μέρη του φυτού και από αυτούς (αρχικά προϊόντα), σχηματίζονται όλες οι άλλες οργανικές ουσίες που βρίσκονται στα φυτά (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Το CO₂ είναι ένα από τα απαραίτητα υλικά της φωτοσύνθεσης διότι μαζί με το νερό, τα θρεπτικά συστατικά, παρουσία τού φωτός και της χλωροφύλλης συμμετέχει στη σύνθεση των υδατανθράκων (Γραφιαδέλλης, 1987). Η φωτοσύνθεση επηρεάζεται άμεσα από το φως, τη συγκέντρωση του CO₂ στον αέρα, τη θερμοκρασία και το νερό. Είναι αυτονόητο ότι μια αύξηση του παράγοντα που βρίσκεται στην ελάχιστη ποσότητα, αυξάνει το ρυθμό της φωτοσύνθεσης (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Το CO₂ στον ελεύθερο ατμοσφαιρικό αέρα απαντάται σε αναλογία 0,03% ή 300 ppm (Γραφιαδέλλης, 1987). Η συγκέντρωση αυτή είναι αρκετή για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών στη φύση. Πολλά φυτά όμως έχουν την ικανότητα να αυξάνουν το ρυθμό της ανάπτυξης και την παραγωγή τους με μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂ (Μαυρογιαννόπουλος, 1990).

Μέσα στα θερμοκήπια η αναλογία αυτή τη νύχτα αυξάνεται μέχρι 0,06%, ενώ τη μέρα από τη φωτοσύνθεση πέφτει κάτω από 0,02 %. Τότε ακριβώς το CO₂ γίνεται περιοριστικός παράγοντας και μάλιστα ο σημαντικότερος για τη φωτοσύνθεση και την ανάπτυξη των καλλιεργειών. Οι ποσότητες του CO₂ που προλαμβάνονται την ώρα από τις καλλιέργειες εξαρτώνται από την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, από τη θερμοκρασία του αέρα και του εδάφους, από τα διαθέσιμα θρεπτικά συστατικά, από την αναλογία του CO₂ στον αέρα, από την υγρασία του εδάφους, από το είδος και την ποικιλία της καλλιέργειας, από την ηλικία των φύλλων, από την υγειονομική κατάσταση των φυτών, από τις συνθήκες στις οποίες αναπτύχθηκαν τα φυτά κλπ. (Γραφιαδέλλης, 1987). Με βάση τα προηγούμενα προκύπτει ότι οι κλιματικοί παράγοντες, μεταξύ άλλων, επηρεάζουν διάφορες φυσιολογικές δραστηριότητες των φυτών όπως φωτοσύνθεση και διαπνοή.

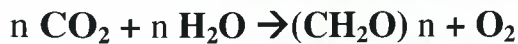
2.2 Φωτοσύνθεση

Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Αποτέλεσμα αυτής είναι η αύξηση της ποσότητας του ατμοσφαιρικού άνθρακα (Salisbury and Ross, 1964). Η φωτοσύνθεση είναι η αναβολική λειτουργία κατά την οποία απλές ανόργανες ουσίες μπορούν να συνθέσουν πολύπλοκες, με τη βοήθεια διαφόρων παραγόντων και την ταυτόχρονη ελευθέρωση οξυγόνου στην ατμόσφαιρα.

Η φωτοσύνθεση αποτελεί το μοναδικό μηχανισμό εισροής ενέργειας στους ζωντανούς οργανισμούς. Τα αυτότροφα φυτά δεν είναι σε θέση να ικανοποιήσουν τις ενεργειακές απαιτήσεις τους γιατί οι θρεπτικές τους πηγές (CO₂, H₂O και ανόργανα ιόντα) είναι χαμηλής ενεργειακής κατάστασης. Στα αυτότροφα φυτά οι απαιτήσεις αυτές ικανοποιούνται αρχικώς με την απορρόφηση του φωτός. Η μοναδική αυτή ικανότητα των φυτικών κυττάρων να απορροφούν φωτεινή ενέργεια και να την μετατρέπουν σε χημική είναι μία από τις βασικότερες βιολογικές λειτουργίες. Όλοι οι

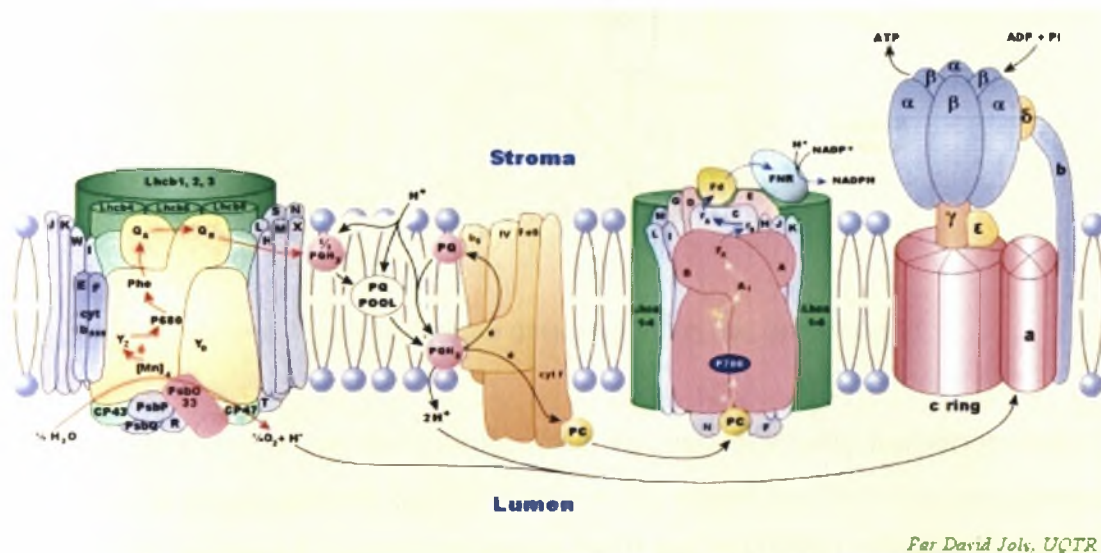
άλλοι οργανισμοί, με εξαίρεση μερικούς αυτότροφους μικροοργανισμούς, εξαρτάται από αυτή τη μετατροπή ενέργειας (Καράταγλης, 1994).

Η μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε χημική συνδέεται στενά με τη μετατροπή του CO₂ σε οργανικά συστατικά. Για δεκαετίες και οι δύο αντιδράσεις (μετατροπή της ενέργειας και δέσμευση του CO₂) θεωρούνταν ως μία πολύπλοκη αντίδραση που περιγράφονταν από τη γενική εξίσωση:



Η αντίδραση αυτή δείχνει κατά βάση ότι η φωτοσύνθεση είναι ο συνδυασμός του CO₂ και του H₂O για το σχηματισμό διαφόρων υδατανθράκων με την απελευθέρωση οξυγόνου, το οποίο μπορεί να προέρχεται, είτε από το πρώτο, είτε από το δεύτερο ανόργανο συστατικό, που συμμετέχει στην αντίδραση (Καράταγλης, 1994).

Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης περιλαμβάνει την οξείδωση και την αναγωγή. Η συνολική διαδικασία αποτελείται από οξείδωση του νερού (μεταφορά ηλεκτρονίων με απελευθέρωση ενός μορίου O₂ σαν ένα υποπροϊόν) και αναγωγή του CO₂ για σχηματισμό οργανικών ενώσεων, όπως οι υδατάνθρακες. Κατά τη διαδικασία της αναπνοής και της καύσης, τα ηλεκτρόνια απομακρύνονται από τις ενώσεις του άνθρακα και μεταφέρονται στη θέση εκείνη που βρίσκεται το O₂. Εκεί, τα ηλεκτρόνια και το ιόν του H⁺ συνδέονται με τον ισχυρό δέκτη ηλεκτρονίων O₂, με αποτέλεσμα το σχηματισμό του σταθερού μορίου H₂O. Η μεταφορά αυτή γίνεται ενεργητικά. Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης χρησιμοποιεί την ενέργεια του φωτός για τη μεταφορά των ηλεκτρονίων μακριά από το νερό σε έναν ασθενέστερο δέκτη ηλεκτρονίων, το CO₂ (Salisbury and Ross, 1964) (Εικόνα 1).

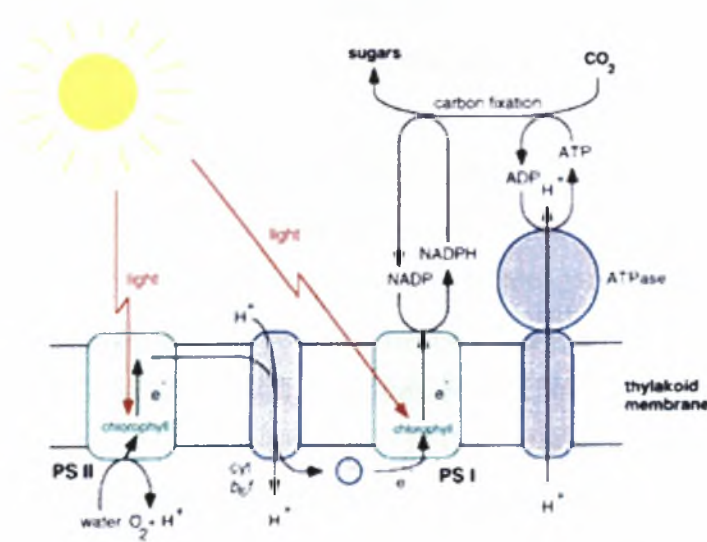


Far David Joly, UQTR

Εικόνα 1: Μεταφορά ηλεκτρονίων κατά τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης (<http> 1).

2.2.1 Μηχανισμός της φωτοσύνθεσης

Για να εξηγηθεί ο μηχανισμός της φωτοσύνθεσης διατυπώθηκαν κατά καιρούς διάφορες απόψεις από πολλούς ερευνητές. Η όλη διαδικασία πραγματοποιείται με σειρά αλληλοδιαδοχικών φυσικών και χημικών φαινομένων, τα οποία δεν έχουν πλήρως διαλευκανθεί, παρά το γεγονός ότι μεγάλη μερίδα ερευνητών εργάστηκε και εργάζεται με το θέμα αυτό. Τελικός σκοπός των διαδοχικών φαινομένων είναι η αναγωγή σε CO_2 προς τη θεμελιώδη ομάδα δομής των υδατανθράκων (H-C-OH) με υδρογόνο, που ελευθερώνεται από τη φωτόλυση του H_2O . Η αλυσίδα των επιμέρους αντιδράσεων οδηγεί στο σχηματισμό της τελικής ουσίας, που κατά κανόνα είναι η γλυκόζη, από το CO_2 της ατμόσφαιρας. Μεγάλο μέρος των αντιδράσεων αυτών είναι ανεξάρτητο του φωτός, με άλλα λόγια μπορούν να συμβούν τόσο παρουσία φωτός, όσο και στο σκοτάδι, γι' αυτό και χαρακτηρίστηκαν από τον Blackman ως “σκοτεινές αντιδράσεις” σε αντίθεση προς τις “φωτεινές αντιδράσεις”. Οι τελευταίες για να πραγματοποιηθούν προϋποθέτουν την ύπαρξη φωτός και είναι ανεξάρτητες της θερμοκρασίας, ενώ αντίθετα οι “σκοτεινές αντιδράσεις” εξαρτώνται από αυτήν (Καράταγλης, 1994).



Εικόνα 2: Η φωτοσυνθετική διαδικασία όπως συμβαίνει στα φυτά ([http 1](http://1)).

Έχει βρεθεί ότι οι “φωτεινές αντιδράσεις” της φωτοσύνθεσης πραγματοποιούνται πάνω ή μέσα στις μεμβράνες των θυλακοειδών. Τα τελικά προϊόντα των αντιδράσεων αυτών είναι συστατικά υψηλής ενέργειας (ATP και NADPH_2), (Εικόνα 2) που θα

χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια για τη σύνθεση των σακχάρων κατά τη διαδικασία των “σκοτεινών” αντιδράσεων. Αντίθετα οι “σκοτεινές” αντιδράσεις λαμβάνουν χώρα στο στρώμα των χλωροπλαστών.

2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση

Το ποσό της φωτοσύνθεσης ποικίλλει μεταξύ των διαφόρων ειδών τα οποία ζουν σε διαφορετικά περιβάλλοντα όπως στις ερήμους, σε βουνά και σε τροπικά δάση. Οι διαφορές είναι αποτέλεσμα των διαφορών στο φως, στη θερμοκρασία και στη διαθεσιμότητα του νερού (Raven et al., 1987). Λόγω αυτών συμπεραίνεται ότι η διαδικασία της φωτοσύνθεσης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως: το H₂O, το CO₂, την ακτινοβολία, τις θρεπτικές ουσίες, τη θερμοκρασία, την ηλικία του φυτού και τέλος από τη γενετική σύσταση του φυτού (Salisbury and Ross, 1964).

Παρακάτω αναλύονται επιγραμματικά οι παράγοντες:

i) Νερό: το ποσό και η διαδικασία της φωτοσύνθεσης επηρεάζεται σημαντικά από την διαθέσιμη ποσότητα του νερού. Όταν τα φυτά βρίσκονται σε συνθήκες χαμηλής υγρασίας, τα στόματα κλείνουν και η είσοδος του CO₂ περιορίζεται. Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης περιορίζεται από την έλλειψη νερού εξαιτίας της καθυστερημένης διαστολής των φύλλων και του περιορισμού της εισόδου του CO₂ (Salisbury and Ross, 1964).

ii) Φως: το φως συχνά περιορίζει τη φωτοσύνθεση. Η μέγιστη απορρόφηση CO₂ παρατηρείται το μεσημέρι όπου εμφανίζεται και η μέγιστη ακτινοβολία ενώ η απορρόφηση του CO₂ μειώνεται κατά τη διάρκεια νεφοσκεπών ημερών. Για να γίνει κατανοητή η επίδραση του φωτός στη διαδικασία της φωτοσύνθεσης, θα πρέπει να εξεταστεί η ποσότητα της ενέργειας που παρέχει το φως του ηλίου. Ο ήλιος εκπέμπει ακτινοβολία συνολικού μήκους κύματος 1360 J m⁻² s⁻¹, και η οποία περιλαμβάνει την υπεριώδη και την υπέρυθη ακτινοβολία. Ένα μέρος αυτής της ακτινοβολίας, δεσμεύεται από τους υδρατμούς, τη σκόνη, το CO₂, και το όζον της ατμόσφαιρας της γης. Στα φυτά η ακτινοβολία η οποία φτάνει, έχει μήκος κύματος 900 J m⁻² s⁻¹ περίπου. Από αυτό το ποσό της ακτινοβολίας, το μισό είναι υπέρυθη ακτινοβολία, το 5 τοις εκατό (5%) είναι υπεριώδης και το υπόλοιπο έχει μήκος κύματος από 400 έως 700 nm. Το ποσό της ακτινοβολίας με μήκος κύματος 400 έως 700 nm αποτελεί την απαραίτητα ακτινοβολία για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης και είναι γνωστό

ως φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία (PAR). (Salisbury and Ross, 1964). Έχει βρεθεί ότι από την ποσότητα του φωτός η οποία έρχεται σε επαφή με το φυτό μόνο το 1 % δεσμεύεται και χρησιμοποιείται στη φωτοσύνθεση. Το φως προσφέρει την απαραίτητη ενέργεια για τη σύνθεση οργανικών ουσιών από το CO₂.

iii) Σκίαση: η σκίαση επηρεάζει τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης. Τα φύλλα τα οποία αναπτύσσονται υπό σκιά έχουν μεγαλύτερο έλασμα, είναι δηλαδή μεγαλύτερα, αλλά πιο λεπτά, οι χλωροπλάστες έχουν λιγότερο πρωτεϊνικό στρώμα, συμπεριλαμβανομένου της Ρουμπίσκο (Rubisco) και ίσως λιγότερη πρωτεΐνη μεταφοράς ηλεκτρονίων στα θυλακοειδή, έχουν περισσότερη χλωροφύλλη, ειδικά χλωροφύλλη b, κυρίως επειδή κάθε χλωροπλάστης έχει περισσότερα grana από ότι οι χλωροπλάστες στα φύλλα τα οποία σχηματίζονται παρουσία φωτός. Τα φύλλα, τα οποία αναπτύσσονται παρουσία φωτός, είναι πιο παχιά επειδή είτε σχηματίζουν μεγαλύτερα κύτταρα είτε ένα επιπρόσθετο στρώμα κυττάρων. Εξαιτίας όλων των παραπάνω, τα φύλλα τα οποία σχηματίζονται υπό σκιά, καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια στην παραγωγή χρωστικών (Salisbury and Ross, 1964).

iv) Θέση του φύλλου: η ένταση της ακτινοβολίας επηρεάζει τη φωτοσύνθεση. Οποιαδήποτε αλλαγή της έντασης μπορεί να επηρεάσει τη φωτοσύνθεση σε επίπεδο φύλλου, φυτού ή ακόμη και ολόκληρου δάσους. Τα ανώτερα φύλλα απορροφούν περισσότερη ακτινοβολία από ότι τα κατώτερα και γι' αυτό φωτοσυνθέτουν περισσότερο (Salisbury and Ross, 1964).

v) Διαθεσιμότητα CO₂: το ποσοστό φωτοσύνθεσης αυξάνεται όχι μόνο από την αύξηση της ακτινοβολίας αλλά και από την αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂, εκτός και αν τα στόματα είναι κλειστά λόγω χαμηλής υγρασίας. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ποσοστό της φωτοσύνθεσης αυξάνεται με την αύξηση της ακτινοβολίας και της συγκέντρωσης του CO₂. Απαιτείται δηλαδή υψηλή συγκέντρωση CO₂ όταν υπάρχει υψηλή ακτινοβολία ενώ σε συνθήκες χαμηλής ακτινοβολίας η συγκέντρωση του CO₂ δε θα πρέπει να είναι υψηλή. (Salisbury and Ross, 1964).

vi) Θερμοκρασία: το εύρος των τιμών της θερμοκρασίας στο οποίο τα φυτά μπορούν να φωτοσυνθέτουν είναι αρκετά μεγάλο. Η επίδραση της τιμής της θερμοκρασίας στη φωτοσύνθεση εξαρτάται από το είδος του φυτού, τις περιβαλλοντικές συνθήκες κάτω από τις οποίες το φυτό αναπτύχθηκε και τις περιβαλλοντικές συνθήκες κατά τη διάρκεια των μετρήσεων. Έχει βρεθεί ότι τα φυτά φωτοσυνθέτουν ακόμη και όταν η θερμοκρασία του φύλλου είναι 35°C ή και μεγαλύτερη (Salisbury and Ross, 1964).

vii) Ηλικία του φύλλου: καθώς τα φύλλα αναπτύσσονται, η ικανότητά τους να φωτοσυνθέτουν αυξάνεται για μέχρι κάποια χρονική στιγμή και μετά, συνήθως πριν την ωρίμανση, αρχίζει σιγά-σιγά να μειώνεται. Τα μεγάλης ηλικίας φυτά γίνονται κίτρινα και δεν είναι ικανά να φωτοσυνθέσουν λόγω της απώλειας των λειτουργικών χλωροπλαστών και της αναστολής της δράσης της χλωροφύλλης. (Salisbury and Ross, 1964).

viii) Ένζυμα: όλα τα βήματα της φωτοσύνθεσης καταλύονται από ένζυμα. Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη λειτουργία των ενζύμων επηρεάζουν και τη φωτοσύνθεση (Salisbury and Ross, 1964).

ix) Άλλοι παράγοντες: είναι η πυκνότητα των χλωροπλαστών, η θρεπτική κατάσταση του φυτού (N, Mg, Fe, Mn), συνένζυμα κ.ά. για παράδειγμα έλλειψη N ή και Mg έχει και άμεσες συνέπειες στη σύνθεση της χλωροφύλλης (δομικά συστατικά), άρα και της φωτοσύνθεσης. Επίσης η έλλειψη P μπορεί να περιορίσει τη φωτοσύνθεση αφού ο P είναι απαραίτητος στο σύστημα (ADP+Pi → ATP) μεταφοράς ενέργειας. Αέριοι ρυπαντές (SO₂, O₃, PAN κ. α) επίσης ενδέχεται να επηρεάσουν σημαντικά τη φωτοσύνθεση.

2.3 Διαπνοή

2.3.1 Φυσιολογική σημασία της διαπνοής

Διαπνοή είναι η αποβολή νερού με εξάτμιση από τα φύλλα διαμέσου των στομάτων, της επιδερμίδας (εφυμενίδας) ή των βοθρίων. Η διαπνοή είναι μία άλλη φυσιολογική λειτουργία του φυτού που χρειάζεται ηλιακή ενέργεια όπως η φωτοσύνθεση. Όμως μόνο στη φωτοσύνθεση δεσμεύεται ηλιακή ενέργεια. Με τη διαπνοή τα φυτά ρυθμίζουν σε μεγάλο βαθμό την υδατική τους κατάσταση (Λόλας, 2000).

Μερικοί φυσιολόγοι διατύπωσαν την άποψη ότι η διαπνοή είναι “αναγκαίο κακό” για το φυτό, αφού το άνοιγμα και κλείσιμο των στομάτων ρυθμίζει την ανταλλαγή των αερίων (CO₂, O₂ και υδρατμών). Επιπλέον επεσήμαναν ότι μία διαδικασία τόσο πολύπλοκη και τόσο μεγάλης σημασίας πρέπει να έχει και κάποια “βιολογική σημασία”. Πράγματι, η σημασία της διαπνοής είναι μεγάλη, αφού θεωρείται απαραίτητη για την ανταλλαγή των αερίων (Καράταγλης, 1994).

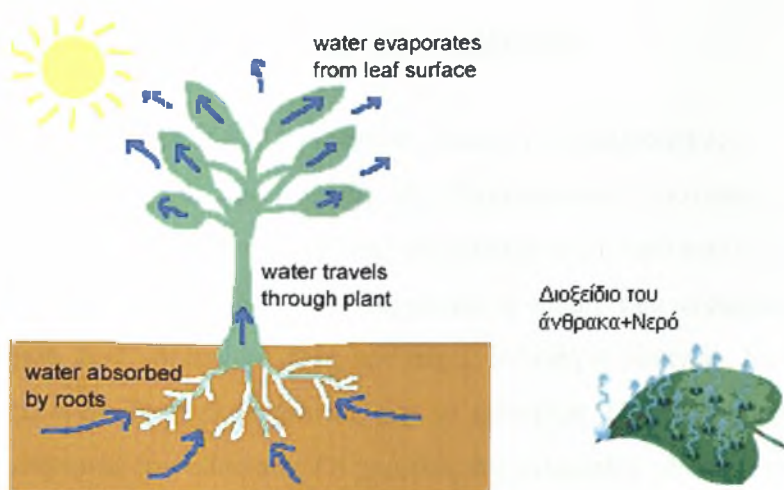
Η διαπνοή συμβάλλει στην απορροφητική δύναμη των κυττάρων και συνεπώς διευκολύνεται ο εμπλουτισμός των κυττάρων με θρεπτικές ουσίες, αφού το νερό περιέχει σε διαλυμένη κατάσταση και διάφορα θρεπτικά στοιχεία. Έτσι με τη διαδικασία αυτή μεταφέρεται στο φύλλωμα του φυτού το απαραίτητο νερό και ένα μέρος ανόργανων αλάτων και οργανικών ουσιών, των οποίων η ταχεία μεταφορά σε μεγάλες αποστάσεις είναι σπουδαίας σημασίας για το φυτό. Παρόλα αυτά σήμερα γνωρίζουμε ότι οι περισσότερες θρεπτικές ουσίες μπορούν να μεταφέρονται στο φυτό ανεξάρτητα της διαπνοής (ωσμωτικά), έτσι ώστε η διαπνοή να μη θεωρείται ότι είναι ο κύριος τρόπος μεταφοράς των θρεπτικών ουσιών (Καράταγλης, 1994).

Η εξάτμιση από την επιφάνεια των φύλλων συνοδεύεται και από ένα σημαντικό ποσό απώλειας θερμοκρασίας. Κατά συνέπεια η διαπνοή συντελεί στην ελάττωση της θερμοκρασίας των φύλλων. Πράγματι, αν κατά τη διάρκεια μιας θερμής και ηλιόλουστης μέρας μετρήσουμε τη θερμοκρασία των φύλλων, θα διαπιστώσουμε χαμηλότερες θερμοκρασίες από αυτές του περιβάλλοντος αέρα. Το γεγονός αυτό δείχνει ότι η διαπνοή προστατεύει το φυτικό σώμα από την υπερθέρμανση (Καράταγλης, 1994).

Συμπερασματικά μπορούμε να πούμε ότι η διαπνοή επηρεάζει την πρόσληψη του νερού και των θρεπτικών στοιχείων καθώς και τη μεταφορά τους μέσα στο φυτό. Ακόμη, το φυτό με τη διαπνοή αυτοπροστατεύεται από υπερθέρμανση και θερμικό θάνατο (με την εξάτμιση έχουμε ψύξη) και ένα μέρος του νερού που χρειάζεται η φωτοσύνθεση το εξασφαλίζει με τη διαπνοή (Λόλας, 2000). Πρέπει να σημειωθεί ότι όταν η ανάγκη διαπνοής είναι έντονη και το διαθέσιμο νερό ελάχιστο, είναι δυνατό το φυτό να θανατωθεί λόγω αποξήρανσης (Καράταγλης, 1994).

2.3.2 Διαδικασία της διαπνοής

Η αποβολή του νερού (διαπνοή) από το φυτό συντελείτε σε δύο στάδια. Πρώτα το νερό που έφτασε στα επιδερμικά κύτταρα του φύλλου (και άλλων οργάνων ή ιστών του φυτού) εξατμίζεται μέσα στους μεσοκυττάριους χώρους. Μετά αρχίζει το δεύτερο



Εικόνα 3: Η διαδικασία της διαπνοής όπως συμβαίνει στα φυτά ([http 2](http)).

στάδιο της διαπνοής που είναι η διάχυση των ατμών του νερού από τους μεσοκυττάριους χώρους μέσω των στομάτων, εφόσον είναι ανοιχτά, στον ελεύθερο αέρα (Εικόνα 3). Όταν τα στόματα είναι κλειστά οι ατμοί του νερού παραμένουν στους μεσοκυττάριους χώρους. Από το μηχανισμό αυτό φαίνεται ότι η διαπνοή είναι ένα καθαρά φυσικό φαινόμενο. Πρέπει να σημειωθεί ότι το ανοιγοκλείσιμο των στομάτων χρειάζεται ATP (ενέργεια) οπότε μπορούμε να πούμε ότι η διαπνοή είναι μία φυσιολογική λειτουργία (σε ζωντανούς οργανισμούς) και απαιτεί ενέργεια (Λόλας, 2000).

Γενικά η διαπνοή μπορεί να περιγραφεί με την εξίσωση:

$$\Delta = \frac{\Sigma\phi\acute{\upsilon}\lambda\lambda\alpha - \Sigma\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}{A\phi\acute{\upsilon}\lambda\lambda\alpha + A\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha}$$

όπου $\Sigma\phi\acute{\upsilon}\lambda\lambda\alpha$ και $\Sigma\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha$, σε g/m^3 είναι η συγκέντρωση υδρατμών μέσα στους μεσοκυττάριους-υποστομάτιους χώρους και στον αέρα, αντίστοιχα, $A\phi\acute{\upsilon}\lambda\lambda\alpha$ είναι η αντίσταση διάχυσης (sec/m) των υδρατμών μέσα στο μεσόφυλλο και $A\alpha\acute{\epsilon}\rho\alpha$ είναι η αντίσταση διάχυσης των υδρατμών μέσου του στρώματος αέρα που βρίσκεται πάνω από τα στόματα σε επαφή με τα φύλλα. Η $A\phi\acute{\upsilon}\lambda\lambda\alpha$ αποτελείται από την αντίσταση των μεσοκυττάριων χώρων, των στομάτων και της εφυμενίδας (Λόλας, 2000).

2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή

Οι παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή είναι οι εξής παρακάτω:

i) Θερμοκρασία: με την αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα, αυξάνεται η θερμοκρασία των κυττάρων, εξατμίζεται στη συνέχεια το νερό από τα κύτταρα μέσα στους μεσοκυττάριους χώρους, εκεί αυξάνεται η πίεση των υδρατμών και τελικά γίνεται διάχυση των υδρατμών προς τον αέρα, δηλαδή η διαπνοή. Σε υψηλές όμως θερμοκρασίες, η διαπνοή ελαττώνεται, π.χ. το μεσημέρι. Η διαπνοή επηρεάζεται και από τη θερμοκρασία του εδάφους. Οι χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους περιορίζουν τη διαπνοή έμμεσα γιατί στην πραγματικότητα αυτό που συμβαίνει είναι ελάττωση της πρόσληψης του νερού από το ριζικό σύστημα (Λόλας, 2000).

ii) Υγρασία: για να γίνει διάχυση των υδρατμών στον ατμοσφαιρικό αέρα, απαιτείται διαφορά της συγκέντρωσης των υδρατμών μεταξύ της ατμόσφαιρας και των μεσοκυττάριων χώρων. Αν η συγκέντρωση των υδρατμών στην ατμόσφαιρα είναι μικρή και επειδή στους μεσοκυττάριους χώρους έχουμε 100% υγρασία, παρατηρείται διάχυση (εφόσον τα στόματα είναι ανοιχτά) και διαπνοή κατά τη διαβάθμιση του υδατικού δυναμικού (Λόλας, 2000).

iii) Άνεμος: η κίνηση του αέρα είναι απαραίτητη για τη μετακίνηση των υδρατμών πάνω από στόματα. Ύπαρξη αέρα έχει ως αποτέλεσμα τη διαφορά της συγκέντρωσης των υδρατμών μέσα και έξω από τα στόματα οπότε και συνέχιση της διαπνοής. Σε μεγάλες ταχύτητες αέρα τα στόματα κλείνουν γιατί χάνουν πολύ νερό (Λόλας, 2000).

iv) Φως: η διαπνοή αυξάνεται με την αύξηση του φωτός. Το φως είναι απαραίτητο για το άνοιγμα των στομάτων αλλά και με την αύξηση της έντασης του φωτός, αυξάνεται η θερμοκρασία του φύλλου και κατά συνέπεια αυξάνεται και η διαπνοή (Λόλας, 2000).

v) Άλλοι παράγοντες: έχει παρατηρηθεί ότι η διαπνοή αυξάνεται ή μειώνεται ανάλογα με την ασθένεια. Για παράδειγμα, στο φασόλι η σκωρίαση προκαλεί αύξηση της διαπνοής, όπως και το ωίδιο ενώ οι ασθένειες που οφείλονται στα παθογόνα γένη *Fusarium*, *Verticillium*, *Phytophthora* βρέθηκε ότι περιορίζουν τη διαπνοή. Επίσης, έχει βρεθεί ότι η περίσσεια Zn έχει ως αποτέλεσμα τον περιορισμό της κίνησης του νερού λόγω του ότι προκαλεί μερική πάχυνση των τοιχωμάτων του Ξυλώματος. Όσον αφορά τη συγκέντρωση του CO₂ έχει βρεθεί ότι σε συγκεντρώσεις μεγαλύτερες από 300 ppm, τα στόματα κλείνουν και επομένως δεν διαπνέουν τα φυτά. Ένας επίσης

σημαντικός παράγοντας είναι τα φύλλα ως προς τον προσανατολισμό, την επιφάνεια, τη δομή, τη θερμοκρασία και το μέγεθος-σχήμα τους και τα στόματα. Για τα στόματα σημασία έχει ο αριθμός, το μέγεθος, η θέση τους, κ.ά. Τέλος, ένας άλλος παράγοντας του φυτού είναι η σχέση ρίζα-βλαστός. Το μεγάλο ριζικό σύστημα ευνοεί την πρόσληψη του νερού και αυξάνει τη διαπνοή (Λόλας, 2000).

2.4 Καλλιέργεια μελιτζάνας.

Η μελιτζάνα (*Solanum melongena*) είναι λαχανικό, το οποίο κατάγεται από την Ινδία (Shukla and Naik, 1993) και αποτελεί το κύριο προϊόν πολλών τροπικών περιοχών. Στις Η.Π.Α. παράγονται μεγάλες ποσότητες για εξαγωγή, όμως είναι μικρής σημασίας φυτό για την εγχώρια κατανάλωση. Είναι προϊόν διαδεδομένο στην Ανατολή και οι κυριότερες χώρες παραγωγής του, είναι η Κίνα, η Ινδία και η Τουρκία (Thompson and Kelly, 1957; FAO, 2004).

Αναφέρεται ότι παλαιότερα από το φυτό κατασκεύαζαν αλοιφές που χρησιμοποιούντο σαν καταπραϋντικές ουσίες για φλεγμονές (Ολύμπιος, 2001). Η μελιτζάνα είναι γνωστή για τις θεραπευτικές της ιδιότητες, ενώ θεωρείται κατάλληλη τροφή για τους διαβητικούς. Συστήνεται επίσης ως θεραπευτικό προϊόν των ηπατικών παθήσεων (Shukla and Naik, 1993). Τα φύλλα επίσης του φυτού χρησιμοποιούνται σαν υποκατάστατο του καπνού σε περιόδους έλλειψης του τελευταίου (Ολύμπιος, 2001).

2.4.1 Καταγωγή

Η μελιτζάνα ανήκει στην οικογένεια Solanaceae ($2n=24$). Υπάρχει μεγάλος αριθμός καλλιεργήσιμων ποικιλιών, τόσο εδωδιμων όσο και καλλωπιστικών. Στην Ινδία και σε άλλες ανατολικές χώρες, η καλλιέργεια της μελιτζάνας είναι αρχαιότατη και το γεγονός αυτό μας επιτρέπει να θεωρούμε ότι η μελιτζάνα κατάγεται από δύο κέντρα διάδοσης: την Κίνα και την Ινδία. Από τις χώρες καταγωγής της και μέσω της Μικράς Ασίας έφτασε στην Αίγυπτο, κατά το 1200, ενώ τον επόμενο αιώνα πέρασε στην Ευρώπη και διαδόθηκε στις χώρες της Μεσογειακής λεκάνης, προπαντός στις μεσημβρινές περιοχές. Στην Ιταλία μπήκε στο τέλος του 1300 και διαδόθηκε σαν καλλιέργεια τον επόμενο αιώνα (Forte, 1986).

Η μελιτζάνα, βοτανικά, είναι πολυετές φυτό. Στην κοινή καλλιέργεια όμως, είναι είδος ετήσιο. Τα υβρίδια είναι πιο αποδεκτά για καλλιέργεια, γιατί δίνουν πιο υψηλές αποδόσεις και είναι καλύτερα προσαρμοσμένα στις συνθήκες αυτές.

2.4.2 Καλλιέργεια και σημερινή εξάπλωση

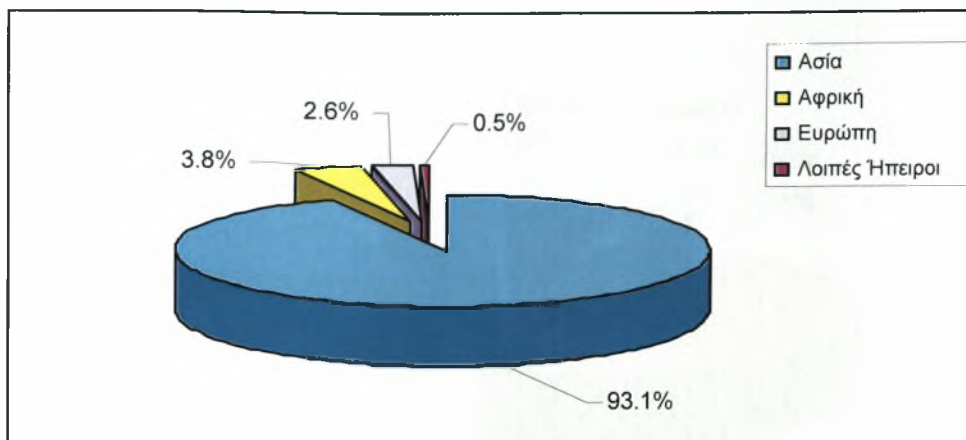
Η μελιτζάνα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό στις εύκρατες ζώνες και ως πολυετές στις τροπικές ζώνες. Η πλειονότητα των καρπών της μελιτζάνας που καταναλίσκεται, παράγεται σε ανοικτές καλλιέργειες. Επειδή όμως υπάρχει αρκετή ζήτηση εκτός εποχής, το ενδιαφέρον για καλλιέργεια της μελιτζάνας μέσα στο θερμοκήπιο παρουσιάζεται τα τελευταία χρόνια πολύ αυξημένο.

Η καλλιεργούμενη έκταση της μελιτζάνας την περίοδο 1961-2003 παρουσιάζει πτωτική τάση, η απόδοση ανά στρέμμα και η συνολική παραγωγή αντίθετα παρουσιάζουν ανοδική τάση. Αυτό αποδίδεται στη χρήση υψηλότερης απόδοσης ποικιλιών ή υβριδίων μελιτζάνας και στη στροφή από υπαίθριες σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες (Ανώνυμος, 2005).

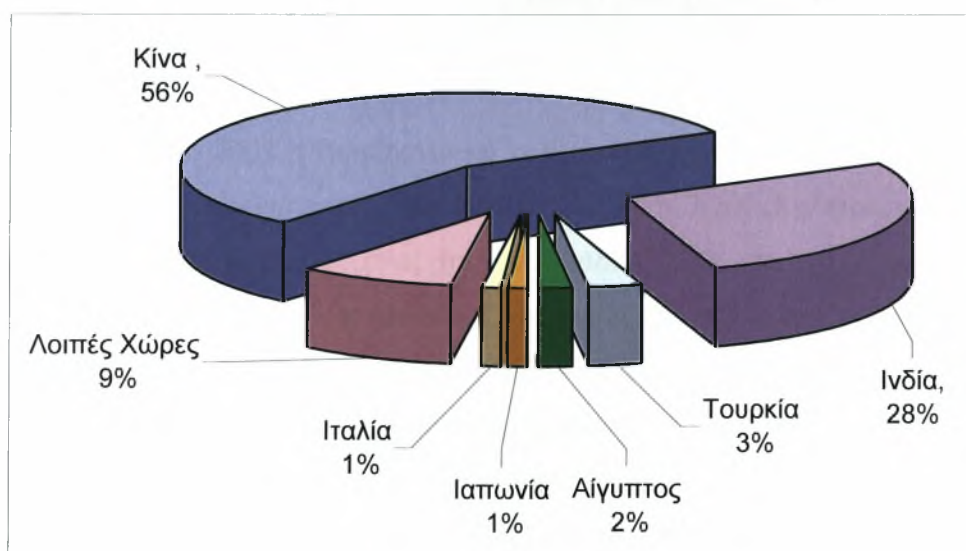
Σε παγκόσμια κλίμακα, το 93,1% της παραγωγής συναντάται στην Ασία και μόνο το 2,6% στην Ευρώπη (Ανώνυμος, 2005). Η διακίνηση της μελιτζάνας παρουσιάζει αρκετό ενδιαφέρον. Κύριες χώρες εισαγωγής εμφανίζονται η Γαλλία, Γερμανία, Ηνωμένο Βασίλειο και Λίβανος, ενώ εξαγωγές πραγματοποιούν οι χώρες Ισπανία, Ολλανδία και Ιορδανία.

Συγκεκριμένα για τη μελιτζάνα, την περίοδο 2003-2004, σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO, καλλιεργήθηκαν παγκοσμίως 17.007.000 στρέμματα και η παραγωγή ανήλθε σε 29.841.000 τόνους, εκ των οποίων το 93% προήλθε από χώρες της Ασίας (Διάγραμμα 3).

Τη μεγαλύτερη παραγωγή είχε η Κίνα με 16.529.000 τόνους, καλύπτοντας το 56% της παγκόσμιας παραγωγής και ακολούθησαν η Ινδία με 8.200.000 τόνους (28% επί της συνολικής παραγωγής) και η Τουρκία με 935.000 τόνους (3% επί της συνολικής παραγωγής) (Διάγραμμα 4).

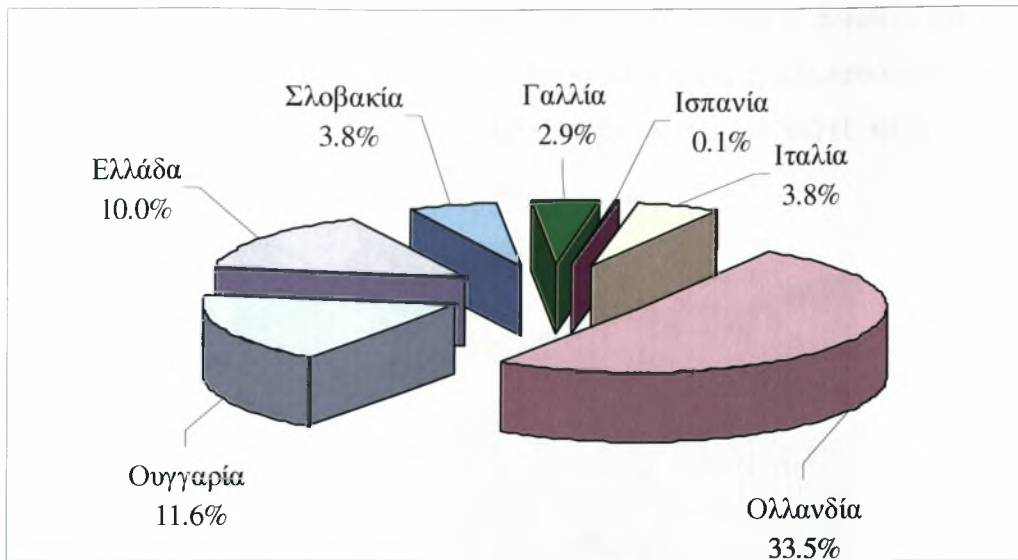


Διάγραμμα 3: Ποσοστό (%) συμμετοχή των Ηπειρών στην παγκόσμια παραγωγή της μελιτζάνας την καλλιεργητική περίοδο 2003-2004.



Διάγραμμα 4: Ποσοστό (%) συμμετοχής των χωρών στην παγκόσμια παραγωγή της μελιτζάνας την καλλιεργητική περίοδο 2003-2004.

Οι χώρες της Ασίας υπερτερούν σε εκτάσεις και συνολική παραγωγή, ωστόσο τα 25 κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης έχουν την υψηλότερη μέση απόδοση με 3.260 κιλά ανά στρέμμα, χωρίς να λείπουν περιπτώσεις όπως της Ολλανδίας όπου η μέση απόδοση έφτασε τα 41.000 κιλά ανά στρέμμα (προφανώς θερμοκηπιακών καλλιεργειών) (Ανώνυμος, 2005). Στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης τη μεγαλύτερη παραγωγή μελιτζάνας είχε η Ισπανία με 1.006.000 τόνους, ακολούθησαν η Ιταλία με παραγωγή 362.000 τόνους και η Ολλανδία με 318.000 τόνους (Διάγραμμα 5).



Διάγραμμα 5: Ποσοστό (%) των Ευρωπαϊκών χωρών στην παραγωγή της μελιτζάνας την καλλιεργητική περίοδο 2003-2004.

Στην Ελλάδα το 2003 η θερμοκηπιακή καλλιέργεια μελιτζάνας κατέλαβε έκταση 1.475 στρέμματα και είχε μέση στρεμματική απόδοση 7.709 Kg/στρέμμα. Κύριες περιοχές θερμοκηπιακής μελιτζάνας ήταν το Λασιθί (500 στρ.), η Λακωνία (450 στρ.), η Τριφυλλία (60 στρ.), η υπόλοιπη Μεσσηνία (50 στρ.), τα Δωδεκάνησα (43 στρ.), τα Γιαννιτσά (40 στρ.) και οι Σέρρες (40 στρ.) (Ανώνυμος, 2005).

Την ίδια χρονιά, οι υπαίθριες καλλιέργειες μελιτζάνας κατέλαβαν έκταση 25.485 στρεμμάτων και είχαν μέση απόδοση 2.459 Kg/ στρ. Οι σημαντικότερες περιοχές της υπαίθριας καλλιέργειας ήταν η Ηλεία (2.000 στρ.), η Θεσσαλονίκη (1.860 στρ.), η Εύβοια (1.800 στρ.), η Λέσβος (1.800) και η Αργολίδα (1.700 στρ.) (Ανώνυμος, 2005).

2.4.3 Βοτανικά χαρακτηριστικά

Η μελιτζάνα καλλιεργείται ως ετήσιο φυτό 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 πάνω, έχει βλαστάνουσα κορυφή και από τη βάση κάθε φύλλου εξέρχεται πλευρικός βλαστός. Το κεντρικό στέλεχος στην αρχή είναι πώδρες αργότερα όμως γίνεται ξυλώδες και είναι κυλινδρικό.

Οι βλαστοί στην αρχή της εμφάνισής τους είναι τρυφεροί, ποώδεις και με την πάροδο του χρόνου γίνονται ξυλώδεις. Τα φύλλα είναι εναλλασσόμενα επί των βλαστών και η ρίζα αναπτύσσεται σε ενδιάμεσο βάθος (60-120 εκ) (Εικόνα 4).



Εικόνα 4: Το φυτό της μελιτζάνας ([http3](#)).

Τα άνθη εμφανίζονται μονήρη ή σε ταξιανθίες 2-3 μαζί πάνω στους βλαστούς και αυτογονιμοποιούνται και σε πολύ μικρό ποσοστό σταυρογονιμοποιούνται με έντομα (Εικόνα 5).



Εικόνα 5: Άνθος της μελιτζάνας ([http4](#)).

Ο καρπός είναι ράγα διαφόρων σχημάτων, σφαιροειδής, ωοειδής, απιοειδής, επιμήκης, κυλινδρικός (Εικόνα 6).



Εικόνα 6: Καρπός της μελιτζάνας (<http5>).

Ο καρπός της μελιτζάνας αποτελείται από νερό 92,5%, 5,6% υδατάνθρακες, 1,2% πρωτεΐνες και 0,2% λίπη (Πίνακας 3).

Πίνακας 3. Θρεπτικά στοιχεία της μελιτζάνας ανά 100g καρπού.

| Θρεπτικά στοιχεία | 100g καρπού |
|------------------------------|--------------------|
| Νερό (g) | 92 |
| Ενέργεια (g) | 26 |
| Υδατάνθρακες (g) | 6,3 |
| Λίπη (g) | 0,1 |
| Πρωτεΐνες (g) | 1,1 |
| Ίνες (g) | 1 |
| Βιταμίνη Α (Διεθνής Μονάδες) | 70 |
| Θειαμίνη (mg) | 0,09 |
| Ριβοφλαβίνη (mg) | 0,02 |
| Νιασίνη (mg) | 0,6 |
| Βιταμίνη C (mg) | 0,2 |
| Βιταμίνη Β6 (mg) | 0,09 |
| Ca (mg) | 36 |
| P (mg) | 33 |
| Fe (mg) | 0,6 |
| Na (mg) | 4 |
| K (mg) | 219 |
| Mg (mg) | 11 |

2.4.4 Απαιτήσεις του φυτού μελιτζάνας σε εδαφοκλιματικές συνθήκες.

Οι ποικιλίες και τα υβρίδια της μελιτζάνας που καλλιεργούνται στην ύπαιθρο δεν έχουν προσαρμοστεί ικανοποιητικά στο περιβάλλον του θερμοκηπίου καθώς οι συνθήκες διαφέρουν. Το φυτό της μελιτζάνας είναι ιδιαίτερα απαιτητικό όσον αφορά τη θερμοκρασία, τη σχετική υγρασία του αέρα, το φως και το έδαφος.

Θερμοκρασία:

Η μελιτζάνα κατάγεται από τροπικές χώρες και είναι πιο απαιτητική σε θερμοκρασία από την τομάτα. Οι σπόροι της μελιτζάνας φυτρώνουν καλύτερα σε θερμοκρασία εδάφους 29°C. Ύστερα από το φύτευμα των σπόρων τα φυτά αναπτύσσονται καλύτερα στο σπορείο σε θερμοκρασία αέρα που κυμαίνεται τη μέρα γύρω στους 18-20°C και τη νύχτα γύρω στους 15-16°C. Τον πρώτο μήνα μετά τη μεταφύτευση στα θερμοκήπια, η ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα δεν πρέπει να κατεβαίνει κάτω από τους 15°C. Οι χαμηλές θερμοκρασίες (12-16°C) επηρεάζουν περισσότερο τα πρώτα άνθη και τα φυτά γίνονται πιο ευπαθή στη ριζοκτόνια, στη σκληροτήνια, στο βοτρυτή και τη βερτισιλλίωση. Το φυτό αναπτύσσεται ικανοποιητικά στο θερμοκήπιο σε θερμοκρασία εδάφους 15°C και πάνω (Γραφιαδέλλης, 1987).

Σχετική υγρασία του αέρα:

Έρευνες έδειξαν ότι οι απότομες διακυμάνσεις της σχετικής υγρασίας του αέρα δημιουργούν ακανόνιστη βλάστηση (Γραφιαδέλλης, 1987). Συνίσταται το επίπεδο των 70-75% Σ.Υ., όπως και στην πιπεριά. Είναι πολύ σημαντικό να μην υπερβαίνει τα επίπεδα αυτά, γιατί η μελιτζάνα είναι πιο ευπαθής από την πιπεριά στο βοτρυτή. Ο καλός αερισμός είναι απαραίτητος και τα φυτά θα πρέπει να διατηρούνται στεγνά (Ολύμπιος, 2001).

Φως:

Η μελιτζάνα είναι αρκετά φωτόφιλο φυτό. Αναπτύσσεται και αποδίδει καλύτερα όταν δέχεται το πλήρες φάσμα της ηλιακής ακτινοβολίας (Ολύμπιος, 2001). Έρευνες στην Ιαπωνία έδειξαν ότι το φυτό αναπτύσσεται καλύτερα σε πλήρες φάσμα του ηλιακού φωτός και αν μεσολαβήσει απορροφητής υπεριώδους ακτινοβολίας (π.χ.

πλαστικό φύλλο αδιαπέραστο στην υπεριώδη ακτινοβολία), σε συνδυασμό με χαμηλές θερμοκρασίες, τότε τα φύλλα γίνονται φαρδύτερα και λεπτότερα, δε γονιμοποιούνται τα άνθη, μειώνεται ο αριθμός των καρπών, αλλά και όσοι δέσουν αποκτούν ανώμαλο σχήμα και ανομοιόμορφο χρωματισμό (Γραφιαδέλλης, 1987).

Έδαφος:

Η μελιτζάνα προτιμά εδάφη γόνιμα, πλούσια σε οργανική ουσία, βαθιά, απαλλαγμένα από άλατα, μέσης σύστασης και καλά στραγγιζόμενο. Αναπτύσσεται ικανοποιητικά τόσο σε όξινα εδάφη με pH 5,5-6,0, όσο σε αλκαλικά με pH 7,5-8,0 (Γραφιαδέλλης, 1987). Εάν το έδαφος δεν είναι κατάλληλο, τότε ή θα πρέπει να βελτιωθεί με ανάμιξη ή να αντικατασταθεί ή η καλλιέργεια να γίνει σε υδροπονική καλλιέργεια χωρίς έδαφος (NFT, πετροβάμβακας, περλίτης, κ.ά.) (Ολύμπιος, 2001).

Εμπλουτισμός με CO₂:

Ο εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας του θερμοκηπίου με CO₂ μέχρι 1000ppm αποτελεί συνηθισμένη πρακτική στις Βόρειες χώρες, γιατί έχει παρατηρηθεί ότι επηρεάζει θετικά την πρωίμιση και την ολική παραγωγή (Ολύμπιος, 2001).

2.4.5 Εχθροί και ασθένειες

Έντομα

Οι κυριότεροι ζωικοί εχθροί που προσβάλλουν τη μελιτζάνα είναι:

Τετράνυχος (κόκκινη αράχνη): *Tetranychus urticae*

Αλευρώδεις: *Bemisia tabaci* ή *Trialeurodes vaporariorum*

Αφίδες (μελίγκρες): *Aphis gossypii*, *Myzus persicae*

Φυλλορρύκτες: *Liriomyza trifoliate*, *L. bryoniae*

Θρίπες: *Thrips tabaci*, *Frankliniella occidentalis*

Φυλλοφάγα έντομα: *Spotoptera lilittoralis*, *S. exigua*, *Heliothis armigera*

Νηματώδεις: *Meloidogyne sp.*, *Platylenchus sp.*

Μυκητολογικές ασθένειες

Από τις μυκητολογικές ασθένειες σοβαρά προβλήματα μπορεί να δημιουργήσουν:

Βερτισιλλίωση: *Verticillium dahliae*, *V. albo-atrum*

Φουζαρίωση: *Fusarium oxysporum f. sp. lycopersici*

Ριζοκτόνια: *Rizoctonia solani*

Ανθράκωση: *Colletotrichum coccodes*

Σκληρωτινίαση: *Sclerotinia sclerotiorum*

Αλτερναρίωση: *Alternaria solani*, *A. alternata*

Βοτρύτης: *Botrytis cinerea*

Ιολογικές ασθένειες.

Οι κυριότερες ιολογικές ασθένειες που προσβάλλουν τη μελιτζάνα είναι:

το μωσαϊκό της τομάτας: TMV

το μωσαϊκό του αγγουριού: CMV (Ολύμπιος, 2001).

2.5 Εμβολιασμός

Ο πολλαπλασιασμός της μελιτζάνας γίνεται με σπόρο αλλά και με εμβολιασμό. Τα τελευταία χρόνια ο εμβολιασμός των φυτών της μελιτζάνας είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος και χρησιμοποιείται λόγω των σημαντικών πλεονεκτημάτων που παρουσιάζει.

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή, ο εμβολιασμός περιλαμβάνει την ένωση τμημάτων των φυτών με τη μέθοδο της αναγέννησης, με την οποία επιτυγχάνεται φυσιολογική ένωση και το νέο φυτό που δημιουργείται αυξάνει και αναπτύσσεται ως αυτόνομος οργανισμός (Janick, 1986).

Ο εμβολιασμός σήμερα είναι ιδιαίτερα διαδεδομένος και το μεγαλύτερο μέρος των καλλιεργούμενων φυτών στα θερμοκήπια είναι εμβολιασμένα. Σήμερα η πλειοψηφία των καλλιεργητών θερμοκηπίων της Ολλανδίας προτιμά τα εμβολιασμένα φυτά τομάτας, όταν έχουν σκοπό να συγκομίσουν περισσότερες από έξι ταξιανθίες ανά φυτό. Τα υποκείμενα για τα λαχανοκομικά είδη υπάρχουν στους αντίστοιχους καταλόγους, οι οποίοι κυκλοφορούν σε ολόκληρο τον κόσμο και στην Ευρώπη (Lee and Oda, 2003).

2.5.1 Πλεονεκτήματα εμβολιασμού

Όπως έχει προκύψει από έρευνες που έχουν γίνει, τα εμβολιαζόμενα φυτά παρουσιάζουν τα εξής παρακάτω πλεονεκτήματα:

- Ανθεκτικότητα σε παθογόνα εδάφους

Η κατάργηση του βρωμιούχου μεθυλίου το 2005, μετά από την απόφαση που πάρθηκε το 1997 από 168 χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, έγινε λόγω του ότι είναι α) επικίνδυνο για την υγεία του αγρότη, β) μολύνει τους υπόγειους υδροφόρους ορίζοντες και γ) επιβάρυνση των προϊόντων εξαιτίας των υπολειμμάτων του τα οποία είναι επικίνδυνα για τους καταναλωτές. Εξαιτίας όλων των προαναφερθέντων λόγων έχει προταθεί η αντικατάσταση του βρωμιούχου μεθυλίου με τη χρήση της υδροπονίας. Η υδροπονία είναι ένα σύστημα παραγωγής το οποίο ανεβάζει το κόστος παραγωγής, απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και έχει υψηλό κόστος αρχικής εγκατάστασης. Έτσι ο εμβολιασμός αποτελεί μία πολύ καλή μέθοδο αντικατάστασης του βρωμιούχου μεθυλίου.

Τα περισσότερα λαχανοκομικά είδη είναι εκτεθειμένα σε διάφορους περιβαλλοντικούς παράγοντες, τόσο βιοτικούς όσο και αβιοτικούς. Κάποιοι από τους πιο συχνούς και επικίνδυνους βιοτικούς παράγοντες είναι οι ασθένειες του εδάφους, που οφείλονται σε ιούς, σε μύκητες και σε βακτήρια, αλλά και σε νηματώδεις (Hain et al., 1993; Thévenot et al., 2001). Οι ζημιές που προκαλούνται από τους οργανισμούς αυτούς στο ριζικό σύστημα των φυτών, είναι πιο έντονες και πιο συχνές στις θερμοκηπιακές καλλιέργειες, γίνονται αντιληπτές μετά την εμφάνιση των διαφόρων συμπτωμάτων τους, όπως μικρή φυλλική επιφάνεια, λεπτοί και αδύναμοι βλαστοί, μαρασμός, υποβάθμιση της άνθισης και χαμηλή ποιότητα καρπών (Hain et al., 1993; Bais et al., 2000). Ενώ το παθογόνο προσβάλλει το ριζικό σύστημα του φυτού, τα συμπτώματα της ασθένειας εμφανίζονται στα φύλλα μόνο μετά την προσβολή ολόκληρου του φυτού. Μία επιλογή του καλλιεργητή είναι τα προληπτικά μέτρα, τα οποία αφορούν τις μεταχειρίσεις του εδάφους. Ένας άλλος τρόπος αντιμετώπισης είναι η επιλογή ανθεκτικών φυτών, ενώ η ανάπτυξη και χρήση ανθεκτικών υποκειμένων στα παθογόνα του εδάφους μπορεί να παρέχει πιο σίγουρα αποτελέσματα που προσφέρουν τα εμβολιασμένα φυτά (Forner and Alcaide, 1993; Forner and Alcaide, 1994). Ένα ανθεκτικό υποκείμενο παρέχει μεγαλύτερη προστασία από το *Verticillium* και το *Fusarium*, από βακτήρια όπως τα

Pseudomonas, από ιούς όπως TYLCV (ο ιός που προκαλεί το κατσάρωμα και τον αποχρωματισμό των φύλλων της τομάτας, που μεταφέρεται από το *Bemisia tabaci*), παρόλο που η ανθεκτικότητα ποικίλει από το ένα φυτό στο άλλο, ανάλογα με το γενότυπο του υποκειμένου (Schneider et al., 1995). Παρόλη τη σημασία αυτού του χαρακτηριστικού, δεν έχει ερευνηθεί με λεπτομέρειες ο μηχανισμός της ανθεκτικότητας (Lee, 1994).

▪ Εύρωστα φυτά με μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη

Με τη μέθοδο του εμβολιασμού πετυχαίνουμε πιο εύρωστα φυτά με μεγαλύτερη βλαστική ανάπτυξη. Λόγω της επέκτασης της περιόδου συγκομιδής, επιτυγχάνεται μεγαλύτερη παραγωγή με τελικό αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη οικονομική πρόσοδο για τον παραγωγό. Τα φυτά είναι πιο εύρωστα εξαιτίας του μεγαλύτερου ριζικού συστήματος, άρα και εξαιτίας της αύξησης της πρόσληψης νερού και θρεπτικών στοιχείων (Μπλέτσος, 2002). Οι Χα κ.ά., (2002) εξέτασαν την επίδραση του εμβολιασμού στην ανάπτυξη, πρωιμότητα και παραγωγική συμπεριφορά της μελιτζάνας. Μελετήθηκε η συμπεριφορά αυτόριζων σπορόφυτων μελιτζάνας του υβριδίου Rima (*Solanum melongena* L) και έγιναν συγκρίσεις με εμβολιασμένα φυτά στα υποκείμενα τομάτας HEMAN και PRIMAVERA (*Lycopersicon esculentum*). Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι το ύψος των φυτών, σε υπαίθρια καλλιέργεια, που ήταν εμβολιασμένα στα υποκείμενα HEMAN (RH) και PRIMAVERA (RP), ήταν στατιστικώς μεγαλύτερο κατά 25% και 17,5% αντίστοιχα σε σχέση με το RIMA (R) αυτόριζο και ο μέσος όρος της φυλλικής επιφάνειας ήταν 5.20, 2.94, 1.12,m² αντίστοιχα. Στο θερμοκήπιο το ύψος των φυτών, όπως και ο μέσος όρος της φυλλικής επιφάνειας δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές. Η συγκομιδή των εμβολιασμένων φυτών έγινε 7 ημέρες νωρίτερα από ότι στα αυτόριζα τόσο στην υπαίθρια καλλιέργεια όσο και στο θερμοκήπιο. Επίσης παρατηρήθηκαν διαφορές στην απόδοση των φυτών. Στο θερμοκήπιο η απόδοση των εμβολιασμένων φυτών RH ήταν μεγαλύτερη κατά 53,2% σε σχέση με την απόδοση των αυτόριζων, δηλαδή η απόδοση των 1250 φυτών που ήταν εμβολιασμένα στο υποκείμενο HEMAN και PRIMAVERA ήταν 25,6 και 18 τόνοι αντίστοιχα, ενώ των αυτόριζων ήταν 16,4 τόνοι ανά στρέμμα. Στην υπαίθρια καλλιέργεια η απόδοση των εμβολιασμένων RH ήταν μεγαλύτερη κατά 60% σε σχέση με αυτή των αυτόριζων. Στο θερμοκήπιο η μέτρηση των υπόλοιπων χαρακτηριστικών έδειξε ότι δεν επηρεάστηκαν από τον εμβολιασμό ενώ στην υπαίθρια καλλιέργεια το νωπό και το ξηρό βάρος των στελεχών και των

φύλλων αυξήθηκαν. Το βάρος των 1000 σπόρων καθώς και το μέγεθος του καρπού δεν επηρεάστηκαν από τον εμβολιασμό.

▪ Ανθεκτικότητα σε χαμηλές θερμοκρασίες του ριζοστρώματος

Έχει παρατηρηθεί ότι τα εμβολιασμένα φυτά εμφανίζουν μεγαλύτερη ανοχή στις χαμηλές θερμοκρασίες. Ζημιές σε καλλιέργειες λαχανικών δεν προκαλούν μόνο θερμοκρασίες κάτω από 0°C αλλά και θερμοκρασίες κάτω από 12°C (Saltveit and Morris, 1990). Οι χαμηλές θερμοκρασίες εδάφους μειώνουν την παραγωγή ως αποτέλεσμα της μείωσης πρόσληψης νερού και άλλων θρεπτικών στοιχείων από τα φυτά. Επίσης, η βλάστηση των σπόρων και η ανάπτυξη των φυταρίων είναι δύο κρίσιμα στάδια για την επιβίωση των ευαίσθητων καλλιεργειών. Η χαμηλή θερμοκρασία του εδάφους είναι ένας από τους κυριότερους παράγοντες, προκαλώντας σοβαρές οικονομικές απώλειες στην απόδοση (Bradow, 1990a; Bradow, 1990b), μειώνοντας την αύξηση και την ανάπτυξη των φυτών, με συχνότερα συμπτώματα αυτά του μαρασμού, των νεκρώσεων και της καθυστέρησης της ωρίμανσης των καρπών (Reyes and Jennings 1994, Ahn et al., 1999). Όλα αυτά έχουν σαν αποτέλεσμα την περιορισμένη πρόσληψη νερού και θρεπτικών στοιχείων (Ahn et al., 1999), γεγονός που οδηγεί στη μείωση της αγωγιμότητας της ρίζας (McWilliam et al., 1982) και την απώλεια των ενδογενών διαλυτών, λόγω της μείωσης της ακεραιότητας της μεμβράνης (Mistrik et al., 1992). Συνήθως, η θερμοκρασία του εδάφους αυξάνεται με μικρότερους ρυθμούς σε σχέση με τη θερμοκρασία του αέρα, οπότε η θερμοκρασία στις ρίζες παραμένει χαμηλή για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα. Άρα, χρειάζονται φυτά με ριζικό σύστημα που είναι ανθεκτικό σε χαμηλές θερμοκρασίες. Για παράδειγμα το αγγούρι (*Cucumis sativus* L.) συχνά εμβολιάζεται πάνω στο *Curcubita ficifolia* ή σε διάφορους γενότυπους του *Sicyos angulatus* τα οποία είναι ανθεκτικά σε χαμηλές θερμοκρασίες (Rivero, 2003).

Ωστόσο ο λόγος αυτής της ανθεκτικότητας δεν είναι ακόμη πλήρως γνωστός. Για την ερμηνεία αυτού του φαινομένου έχουν προταθεί ως πιθανοί μηχανισμοί η έξοδος του χυμού του ξυλώματος (Masuda and Gomi, 1982) και η υψηλή κατανάλωση οξυγόνου. Έχουν μελετηθεί διάφορα είδη για την ανθεκτικότητα τους στις χαμηλές θερμοκρασίες, έτσι ώστε να επιλεγούν τα ανθεκτικότερα υποκείμενα, τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν για εμβολιασμό διαφόρων καλλιεργειών.

Μελέτες στο αγγούρι από τους Horvarth κ.ά. (1983) και Bulder κ.ά. (1990) έδειξαν ότι κάποιες αντιδράσεις της ρίζας στις χαμηλές θερμοκρασίες

παρατηρήθηκαν και στα φύλλα κάποιων ευαίσθητων ειδών, οι οποίες όμως δεν οφείλονταν στην ανθεκτικότητα του υποκειμένου, αφού η λιπιδική σύνθεση των φύλλων διαφέρει από εκείνη των ριζών. Υπάρχουν διάφορα παραδείγματα που δείχνουν ότι η χρήση εμβολιασμένων φυτών μπορεί να εξασφαλίσει την καλή ανάπτυξη και την ιδανική απόδοση της καλλιέργειας με μικρό ή μηδενικό κόστος, όταν αυτό αναφέρεται στο κόστος για την προστασία από τις χαμηλές θερμοκρασίες.

▪ Ανθεκτικότητα στην αλατότητα

Τα εμβολιασμένα φυτά παρουσιάζουν επίσης ανοχή στην αλατότητα. Η αλατότητα των εδαφών σήμερα αποτελεί σοβαρό πρόβλημα λόγω της υπερχρησιμοποίησης των χημικών λιπασμάτων. Η αλόγιστη χρήση των χημικών λιπασμάτων και η υπερβολική χρήση των υδάτινων πόρων έχει αλλάξει δραματικά τα επιφανειακά στρώματα του εδάφους, ως προς την αλατότητά τους (Tudela and Tadeo, 1993). Μέχρι σήμερα, το 1/3 όλων των αρδευόμενων περιοχών του κόσμου επηρεάζονται σε μεγάλο ή σε μικρό βαθμό από την αλατότητα (Pasternak, 1987). Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων προκαλεί διάφορους τύπους φυσικών και χημικών καταπονήσεων στα φυτά, προκαλώντας σύνθετες αντιδράσεις, που περιλαμβάνουν φυσιολογικές, μεταβολικές και μορφολογικές αλλαγές στο φυτό (Cheeseuman, 1988; Borochon-Neogi and Borochon, 1991) με αποτέλεσμα να διαταράσσονται οι υδατικές σχέσεις εντός του φυτού. Οι διαταραχές αυτές προκαλούνται από οσμωτικές επιδράσεις με συγκεκριμένες ιονικές συνέπειες (περίσσεια ή έλλειψη) ή από τη διαθεσιμότητα της ενέργειας, η οποία σχετίζεται με τις συγκεντρώσεις των υδατανθράκων (Lazof and Bernstein, 1998). Η καταπόνηση λόγω αλατότητας οφείλεται σε δύο παράγοντες, που επηρεάζουν αρνητικά την ανάπτυξη του φυτού, τον οσμωτικό και τον ιονικό. Η υψηλή συγκέντρωση αλάτων κοντά στις ρίζες μειώνει το υδατικό δυναμικό του εδάφους προκαλώντας στο φυτό καταπόνηση λόγω έλλειψης νερού (οι ρίζες αποβάλλουν νερό για να υπάρξει ισορροπία). Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό σαν οσμωτική επίδραση της αλατότητας. Από την άλλη, υπάρχουν ορισμένα ιόντα τα οποία είναι τοξικά για την πλειοψηφία των καλλιεργούμενων φυτών (Tudela and Tadeo, 1993), φαινόμενο το οποίο αντιπροσωπεύει την επίδραση των ιόντων λόγω αλατότητας. Μεταξύ αυτών των τοξικών ιόντων είναι το Cl^- και το Na^+ , υπάρχουν όμως και άλλα ιόντα τα οποία μπορεί να προκαλέσουν σημαντικά προβλήματα όπως τα NO_3^- , SO_4^{2-} και NH_4^+ (Kramer, 1984). Άρα χρειάζεται ριζικό σύστημα που είτε προσλαμβάνει τα άλατα σε μεγάλες συγκεντρώσεις και τα

εναποθέτει σε στελέχη και φύλλα χωρίς να ζημιώνει το φυτό είτε να μη προσλαμβάνει τα άλατα παρά μόνο το νερό.

2.5.2 Μειονεκτήματα εμβολιασμού

Εκτός από τα πλεονεκτήματα του εμβολιασμού υπάρχουν και μειονεκτήματα που εμφανίζονται. Ένα από τα προβλήματα του εμβολιασμού είναι το υψηλό κόστος παραγωγής εμβολιασμένων φυτών λόγω του ότι απαιτούν χρόνο και κατάλληλες συνθήκες για την ανάπτυξη των εμβολιασμένων φυτών. Για την αντιμετώπιση αυτών των προβλημάτων μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά μαχαίρια έως και ρομπότ εμβολιασμού καθώς επίσης και κατάλληλοι θάλαμοι για τη διατήρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας σε επιθυμητά επίπεδα για την ανάπτυξη των εμβολιασμένων φυτών.

Στο πείραμα που έγινε από Τράκα-Μαυρώνα και Κούτσικα-Σωτηριού Μ. το 1998 μελετήθηκε η επίδραση του εμβολιασμού σε δύο εγχώριες ποικιλίες πεπονιού. Τα αποτελέσματα δείχναν ότι η ποιότητα των παραγόμενων καρπών στα εμβολιασμένα φυτά υστερούσε οργανοληπτικά στην ποιότητα σε σχέση με τους καρπούς των αυτόριζων φυτών. Δηλαδή προβλήματα στο μέγεθος, στο σχήμα, στην εμφάνιση του καρπού, στη γεύση και χαμηλά διαλυτά στερεά συστατικά (%) (Brix), εσωτερικό σάπισμα του καρπού και κίτρινη ζώνη στη σάρκα (εμφανίζεται στην κόκκινη σάρκα του καρπουζιού). Για την αντιμετώπιση των παραπάνω προβλημάτων συνίσταται: α) η χρήση κατάλληλων υποκειμένων και μείωση της ποσότητας των λιπασμάτων για την βελτίωση της εμφάνισης του καρπού, β) για την αποφυγή της ανούσιας γεύσης και της εμφάνισης της κίτρινης ζώνης στη σάρκα συνίσταται η χρήση κατάλληλων υποκειμένων τα οποία ταυτόχρονα δε θα επηρεάζουν η γεύση, γ) για τα χαμηλά διαλυτά στερεά συστατικά να γίνεται έλεγχος υγρασίας εδάφους και τέλος δ) για το εσωτερικό σάπισμα να γίνεται διαφυλλική λίπανση με ασβέστιο και μείωση αζωτούχων λιπάνσεων.

Από την άλλη, στο πείραμα που έγινε το 2002 από τους Χριστάκου κ.α. (2003) σε καλλιέργεια με εμβολιασμένα φυτά μελιτζάνας ,μελετήθηκαν οι φυσικοχημικές παράμετροι: συνεκτικότητα σάρκας, pH, βιταμίνη C και οργανοληπτικές παράμετροι. Τα αποτελέσματα του πειράματος δείχναν ότι τα εμβολιασμένα φυτά είχαν μικρότερη περιεκτικότητα σε βιταμίνη C και το pH δεν επηρεάστηκε από τον εμβολιασμό.

Επίσης, η συνεκτικότητα της σάρκας επηρεάστηκε αρνητικά από τον εμβολιασμό και κατά την οργανοληπτική ανάλυση παρατηρήθηκαν καλύτερη συμπεριφορά των αυτόριζων φυτών, για τα χαρακτηριστικά γλυκιά γεύση, αποδοχή και σκληρότητα ενώ δεν υπήρχαν διαφορές στην ολική εκτίμηση.

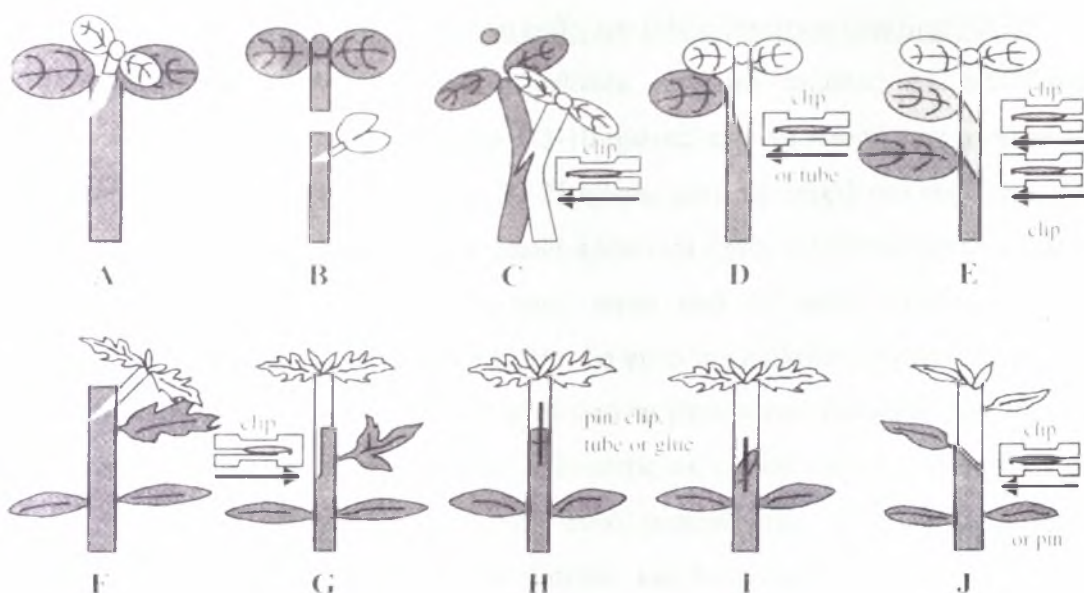
Επίσης σοβαρό πρόβλημα αποτελεί η συμβατότητα των εμβολίων έτσι ώστε να συγκολλήσει το εμβόλιο με το υποκείμενο διότι η μη συγκόλληση μπορεί να οδηγήσει είτε στην αποκοπή του εμβολίου είτε στην δημιουργία καχεκτικών φυτών. Έτσι πρέπει να επιλέγονται τα κατάλληλα υποκείμενα αλλά και η κατάλληλη εποχή ανάπτυξης.

2.5.3 Τεχνικές εμβολιασμού

Ο εμβολιασμός είναι μια διαδικασία που περιλαμβάνει: (1) την επιλογή του εμβολίου και του υποκειμένου, (2) τη δημιουργία της ένωσης του εμβολίου με φυσικούς χειρισμούς, (3) την επούλωση της πληγής, και (4) τον εγκλιματισμό του νέου φυτού.

Υπάρχουν διάφορες μέθοδοι εμβολιασμού (Εικόνα 7), οι οποίες ποικίλουν ανάλογα με το είδος του φυτού, με τις προτιμήσεις και με την εμπειρία του παραγωγού και ανάλογα με τον εξοπλισμό που διαθέτει. Μερικές από αυτές είναι:

Για τον εμβολιασμό των λαχανοκομικών σήμερα, όπως προκύπτει από τον Πίνακα 6 χρησιμοποιείται η μέθοδος του εμβολιασμού με γλωσσίδιο για τις δύο χώρες, Κορέα και Ιαπωνία. Όσον αφορά τα φυτά μελιτζάνας από τον Πίνακα 4 φαίνεται ότι ο εμβολιασμός τους γίνεται με τη δημιουργία σχισμής κυρίως και τέλος, ο εμβολιασμός των φυτών αυτών δεν γίνεται με τη μέθοδο της Συρραφής εμβολίου-υποκειμένου.



Εικόνα 7: (Α) Δημιουργία οπής και πρόσφυση του εμβολίου, (Β) Τροποποιημένη δημιουργία οπής και πρόσφυση του εμβολίου, (C) Ένωση εμβολίου-υποκειμένου με το σχηματισμό γλωσσίδιου, (D) Συρραφή εμβολίου-υποκειμένου, (E) Διπλή Συρραφή εμβολίου-υποκειμένου, (F) Πρόσφυση του εμβολίου στην επικοτύλη, (G) Εμβολιασμός με τη δημιουργία σχισμής, (H, I) Μέθοδος της Βελόνας, (J) Μέθοδος της Βελόνας στα Σολανώδη.

Πηγή: Lee and Oda, 2003.

Πίνακας 4: Μέθοδοι εμβολιασμού σε λαχανικά.

| Καλλιέργεια | Περιοχή | Εμβολιασμός με γλωσσίδιο | Οπή και πρόσφυση του εμβολίου | Συρραφή εμβολίου-υποκειμένου | Δημιουργία σχισμής | Μέθοδος της Βελόνας | Άλλη μέθοδος |
|-------------|---------|--------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------|---------------------|--------------|
| Καρπούζι | Κορέα | 60 | 35 | 1 | 0 | 0 | 4 |
| | Ιαπωνία | 9 | 84 | 0 | 7 | 0 | 0 |
| Πεπόνι | Κορέα | 70 | 10 | 15 | 0 | 0 | 5 |
| | Ιαπωνία | 62 | 37 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Αγγούρι | Κορέα | 35 | 1 | 60 | 0 | 0 | 4 |
| | Ιαπωνία | 86 | 13 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Τομάτα | Κορέα | 1 | 25 | 0 | 0 | 70 | 4 |
| | Ιαπωνία | 59 | 25 | 0 | 14 | 0 | 2 |
| Μελιτζάνα | Κορέα | 15 | 0 | 0 | 10 | 70 | 5 |
| | Ιαπωνία | - | 23 | 0 | 76 | 0 | 1 |

Αναλυτικά τώρα για τις διάφορες τεχνικές εμβολιασμού:

1. Δημιουργία οπής και πρόσφυση του εμβολίου (Hole Insertion Grafting-HIG):

Κατά την εφαρμογή αυτής της μεθόδου σε φυτά τομάτας και μελιτζάνας, σπέρνονται οι σπόροι του υποκειμένου 5-10 ημέρες πριν τη σπορά των σπόρων του εμβολίου και ο εμβολιασμός γίνεται 20-25 ημέρες μετά τη σπορά του εμβολίου. Από τα νεαρά φυτά του υποκειμένου, τα οποία πρέπει να έχουν 2,5-3 πραγματικά φύλλα, αφαιρούνται 5-10mm της κορυφής τους, πάνω από το πρώτο γόνατο και εκεί δημιουργείται μια οπή, με μια μικρή κλίση. Το φυτό του εμβολίου, έχοντας αναπτύξει 2 πραγματικά φύλλα, κόβεται 10mm κάτω από το γόνατο των κοτυληδόνων και μετά την αφαίρεση αυτών, διαμορφώνεται ο βλαστός σε μορφή ακίδας. Μετά από την ένωση εμβολίου υποκειμένου, το νέο φυτό μεταφέρεται σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας, μέσα σε ειδικούς δίσκους και τους παρέχονται οι κατάλληλες συνθήκες για ριζοβολία και επιπλέον ανάπτυξη. Οι καταλληλότερες συνθήκες για την ένωση του εμβολίου είναι η υψηλή σχετική υγρασία, η υψηλή θερμοκρασία και ο επαρκής φωτισμός.

Η μέθοδος αυτή απαιτεί υψηλό επίπεδο ικανότητας από τον παραγωγό και συγκεκριμένες εγκαταστάσεις πραγματοποίησης της όλης διαδικασίας. Ωστόσο, είναι ευρέως διαδεδομένη, αφού δεν απαιτεί επιπλέον εργασία, πέρα από εκείνη κατά την ένωση του εμβολίου. Επίσης, παράγει υγιή φυτά, λόγω της ένωσης πολλών αγγείων μεταξύ εμβολίου και υποκειμένου. Εφαρμόζεται και για τον εμβολιασμό καρπουζιού πάνω σε κολοκύθι (Lee and Oda, 2003).

2. Ένωση εμβολίου-υποκειμένου με το σχηματισμό γλωσσιδίου (Tongue Approach Grafting-TAG):

Είναι μια μέθοδος που εφαρμόζεται από τους λιγότερο έμπειρους παραγωγούς που δε διαθέτουν καλά οργανωμένο θερμοκήπιο. Παρόλο που απαιτεί μεγάλο χώρο και εργατικά χέρια παρουσιάζει πολύ μεγάλα ποσοστά επιτυχίας σε σχέση με τις άλλες μεθόδους.

Κατά τη μέθοδο αυτή, οι σπόροι του εμβολίου σπέρνονται 5-7 ημέρες πριν από τους σπόρους του υποκειμένου. Για την αποφυγή απώλειας θρεπτικών στοιχείων και για την αύξηση των πιθανοτήτων επιτυχίας του εμβολιασμού, αφαιρείται η κορυφή του υποκειμένου. Τόσο στο εμβόλιο όσο και στο υποκείμενο δημιουργούνται, στο μέσο περίπου του βλαστού, σχισμές, ώστε να μπορεί να εισχωρήσει η μία μέσα στην άλλη, σε τέτοιο βάθος, που να επιτρέπει την ένωση όσο γίνεται περισσότερων

αγγείων. Μετά την ένωση των δύο φυτών, εφαρμόζεται ένα ειδικά σχεδιασμένο υλικό πρόσδεσης και τα φυτά μεταφυτεύονται σε φυτοδοχεία διαμέτρου 9-12cm.

Τα εμβολιασμένα φυτά σκιάζονται μερικώς για 1-2 ημέρες πριν τη μεταφορά τους στο θερμοκήπιο και σε συνθήκες ανάπτυξης. Για τον έλεγχο της επιτυχίας, 10-12 ημέρες μετά τον εμβολιασμό αφαιρείται η κατώτερη υποκοτύλη του εμβολίου, από κάποια φυτά, και ανάλογα με την αντίδραση αρχίζουν οι επόμενες ενέργειες. Αφαιρείται η ρίζα και η κατώτερη υποκοτύλη του εμβολίου, συνήθως κάτω από το σημείο πρόσδεσης. Το υλικό πρόσδεσης δεν αφαιρείται, παρά μόνο μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην οριστική τους θέση. Αυτού του είδους ο εμβολιασμός μπορεί να γίνει με το χέρι ή με τη βοήθεια ειδικών μηχανών.

Η μέθοδος TAG είναι η παλαιότερη και ίσως η καταλληλότερη για τα λαχανοκομικά είδη (Hong, 1710). Μπορεί να εφαρμοστεί σε διάφορα φυτά, όπως είναι τα κολοκυνθοειδή, τα σολανοειδή κ.α. Παρόλη την ευκολία αυτής της μεθόδου, δε χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα, εξαιτίας του υψηλού κόστους διεξαγωγής, του μεγάλου χώρου που απαιτείται και της συχνής ανάπτυξης της ρίζας του εμβολίου, όταν τα φυτά τοποθετούνται σε μεγάλο βάθος κατά τη μεταφύτευσή τους (Lee, 1994).

3. Συρραφή εμβολίου-υποκειμένου (Splice Grafting-SG):

Είναι περισσότερο διαδεδομένη για την παραγωγή φυτών για εμπορικούς λόγους και απαιτεί πιο εξειδικευμένες γνώσεις. Το κύριο πλεονέκτημα αυτής της μεθόδου είναι ότι παράγονται απόλυτα υγιή φυτά.

Σ' αυτή τη μέθοδο μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ακέραια όσο και κομμένα φυτά, ανάλογα με την προτίμηση του παραγωγού (Lee et al., 2000). Όσον αφορά στα υποκείμενα των κολοκυνθοειδών, αφαιρείται μια κοτυληδόνα και η κορυφή του φυτού. Οι βλαστοί του εμβολίου και του υποκειμένου κόβονται με κλίση και τοποθετούνται το πρώτο πάνω στο δεύτερο. Για τη σταθεροποίηση του εμβολίου εφαρμόζεται υλικό πρόσδεσης. Στα σολανώδη, ο εμβολιασμός γίνεται στην κατώτερη επικοτύλη και το σημείο αυτό δένεται.

4. Εμβολιασμός με τη δημιουργία σχισμής (Cleft Grafting-CG):

Η μέθοδος αυτή διαφέρει μεταξύ των λαχανοκομικών και των ξυλωδών φυτών. Συνήθως, κόβεται ένα κομμάτι βλαστού κατά το μήκος του, τόσο στο υποκείμενο όσο και στο εμβόλιο, με αντίθετη κατεύθυνση. Το κομμάτι αυτό έχει μήκος 1-1,5cm και το πάχος του αντιστοιχεί στα $\frac{3}{4}$ της διαμέτρου του βλαστού. Το εμβόλιο έχει 1-3

πραγματικά φύλλα. Μετά την ένωση των δύο φυτών, το σημείο του εμβολιασμού δένεται με τη βοήθεια ειδικών μέσων πρόσδεσης, διαφόρων σχημάτων και υλικών.

5. Μέθοδος της Βελόνας (Pin Grafting-PG):

Αυτή η μέθοδος μοιάζει με τη μέθοδο της συρραφής, όμως διαφέρει ως προς το υλικό που χρησιμοποιείται για την στήριξη και προστασία της περιοχής του εμβολίου μέχρι την πλήρη ένωση. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται κεραμικές βελόνες, μήκους 1,5 mm και διαμέτρου 0,5mm, οι οποίες μπορούν να παραμείνουν μέσα στο φυτό. Το κόστος αυτών των βελονών είναι υψηλό και γι' αυτό έχουν δοκιμαστεί βελόνες από μπαμπού, οι οποίες έδωσαν καλά αποτελέσματα (Lee and Oda, 2003).

2.5.4 Συμβατότητα εμβολιασμού

Ο εμβολιασμός των φυτών είναι ιδιαίτερος γνωστός και η επιτυχία του εξαρτάται από τη συμβατότητα του υποκειμένου με το εμβόλιο. Γενικά, η συμβατότητα του εμβολίου και του υποκειμένου σχετίζεται με την ταξινομική συγγένεια, όμως υπάρχουν και σημαντικές εξαιρέσεις. Η ασυμβατότητα, όπως αναφέρουν οι Andrews και Marquez (1993), είναι διαφορετικό φαινόμενο από την αποτυχία εμβολιασμού, η οποία συχνά οφείλεται σε περιβαλλοντικούς παράγοντες ή στην έλλειψη ικανότητας του χειριστή. Η ασυμβατότητα κάτω από άριστες συνθήκες δημιουργίας και επίτευξης του εμβολιασμού, δηλώνει την αδυναμία ένωσης του εμβολίου και του υποκειμένου, την αποτυχία υγιούς ανάπτυξης του εμβολιασμένου φυτού ή τον πρόωρο θάνατο. Η φυσιολογική ασυμβατότητα μπορεί να οφείλεται στην απουσία της αναγνώρισης των κυττάρων, της αντίδρασης του ξυλώματος, των ρυθμιστών ανάπτυξης ή στην ασυμβατότητα των τοξινών.

Ο Κο (1999) μελέτησε τη συμβατότητα των *Cucurbitaceae* και έβγαλε το συμπέρασμα ότι τα περισσότερα είδη μπορούν να εμβολιαστούν σε διάφορα υποκείμενα, με λίγες μόνο εξαιρέσεις. Ωστόσο, η ασυμβατότητα θα μπορούσε να αλλάξει ανάλογα με τις μεθόδους εμβολιασμού και το περιβάλλον ανάπτυξης. Αντίστοιχες αναφορές έχουν γίνει και από τον Lee (1989, 1994).

Οι Traka-Mavroua κ.ά. (2000) εξέτασαν κατά πόσο το πεπόνι (*Cucumis melo* L.) είναι συμβατό με το κολοκύθι (*Cucurbita* spp.), όταν το δεύτερο χρησιμοποιήθηκε ως υποκείμενο, τόσο σε θερμοκηπιακή όσο και σε υπαίθρια καλλιέργεια. Ως εμβόλια

χρησιμοποιήθηκαν χειμερινές («Θράκη», «Πέπλο» και «Λευκό Αμύνταιου») και εαρινές ποικιλίες πεπονιού («Κόκκινη Μπανάνα»), ενώ ως υποκείμενα χρησιμοποιήθηκαν τα εμπορικά υβρίδια κολοκυθιού «TZ-148» και «Mamouth» και το χειμερινό κολοκυθάκι «Καλκαμπάκι». Τα εμπορικά υβρίδια ήταν συμβατά με όλες τις ποικιλίες, όμως το χειμερινό κολοκυθάκι ήταν συμβατό μόνο με τρεις, και χωρίς ιδιαίτερη επιτυχία. Η παραγωγικότητα και η ποιότητα δεν επηρεάστηκαν από το υποκείμενο όμως η γεύση και η υφή των καρπών σε μερικούς συνδυασμούς εμβολίου-υποκειμένου ήταν μειωμένες. Η μείωση αυτών των χαρακτηριστικών ήταν εντονότερη στη θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Από τα υποκείμενα που χρησιμοποιήθηκαν, ιδανικότερο αποδείχθηκε η ποικιλία «Καλκαμπάκι» (*Cucurbita moschata*), η οποία συστήνεται και ως βελτιωτικό μέσο της καλλιέργειας του πεπονιού και ιδιαίτερα της ποικιλίας «Λευκό Αμύνταιου».

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υλικά και μέθοδοι

3.1 Θερμοκήπιο

Οι πειραματικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου, νοτιοδυτικά του Νομού Μαγνησίας από 30 Απριλίου 2004 έως 7 Ιουλίου 2004. Το αγρόκτημα βρίσκεται σε γεωγραφικό πλάτος $39^{\circ} 44'$ και γεωγραφικό μήκος $22^{\circ} 79'$, το υψόμετρο της περιοχής είναι 85m και απέχει 18 Km από την πόλη του Βόλου.

Το θερμοκήπιο ήταν τροποποιημένο τοξωτό 10m X 30m (Εικόνα 8) και ήταν προσανατολισμένο 36° δεξιόστροφα από τη διεύθυνση Βορρά-Νότος. Οι πλευρές και οι μετώπες του ήταν καλυμμένες με απλό γυαλί ενώ η οροφή του με διπλό φουσκωτό φύλλο πολυαιθυλενίου.



Εικόνα 8: Απεικόνιση του θερμοκηπίου στο αγρόκτημα.

3.2 Αερισμός

Ο αερισμός του θερμοκηπίου γινόταν, είτε με ανοίγματα πλαϊνά και οροφής, είτε με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα τοποθετημένου στη Βόρεια μετώπη του θερμοκηπίου. Παράλληλα το θερμοκήπιο διέθετε σύστημα υγρής παρειάς για δροσισμό κατά τη διάρκεια των πολύ θερμών περιόδων.

Στην αρχή του πειράματος (Απρίλιος-Μάιος), ο αερισμός του θερμοκηπίου γινόταν με τα πλαϊνά ανοίγματα. Η λειτουργία των ανοιγμάτων αερισμού ρυθμιζόταν μέσω μικροελεγκτή του κεντρικού συστήματος ρύθμισης του μικροκλίματος στο εσωτερικό του θερμοκηπίου και τα παράθυρα άνοιγαν όταν η θερμοκρασία ήταν $T > 23^{\circ}\text{C}$. Όταν η θερμοκρασία ήταν μεγαλύτερη από 28°C τότε στο θερμοκήπιο λειτουργούσε το σύστημα δροσισμού με υγρή παρειά ή ανεμιστήρα.

3.3 Άρδευση/Λίπανση

Η άρδευση γινόταν με το σύστημα στάγδην κάθε δύο ημέρες για δύο ώρες την ημέρα και η ποσότητα νερού σε κάθε άρδευση ήταν 4l/h οπότε 8l/d.

3.4 Καλλιέργεια

Στο θερμοκήπιο υπήρχε εγκατεστημένη καλλιέργεια μελιτζάνας (*Solanum melongena*). Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του πειράματος ήταν η Rima, τα φυτά της οποίας είναι ζωηρά, πολύ πρώιμα, ανοιχτής ανάπτυξης, με καρπούς τύπου φλάσκα οι οποίοι έχουν λαμπερό ιώδη χρωματισμό. Η ποικιλία Rima αποτελούσε το μάρτυρα. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια: α) Rima x Heman και β) Rima x Primavera, εμβολιασμένα δηλαδή φυτά στα υποκείμενα τομάτας Heman και Primavera.

Τα φυτά προήλθαν από το φυτώριο «Plantas», στην περιοχή της Θήβας, έτοιμα εμβολιασμένα. Ο εμβολιασμός πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο του “Splice grafting”. Συγκεκριμένα, η σπορά του εμβολίου προηγήθηκε εκείνης των υποκειμένων κατά 5 ημέρες και ο εμβολιασμός πραγματοποιήθηκε 30 ημέρες μετά τη σπορά των υποκειμένων. Η έναρξη της διαδικασίας του εμβολιασμού έγινε όταν το εμβόλιο είχε αναπτύξει 2 πραγματικά φύλλα και τα υποκείμενα 2,5-3. Σ’ αυτό το στάδιο δημιουργήθηκε μια τομή γωνίας $30-35^{\circ}$ στο υποκείμενο και μια αντίστοιχη στο εμβόλιο, αφαιρώντας όλο το βλαστό. Στη συνέχεια, ενώθηκαν τα δύο μέρη (το τμήμα του υποκειμένου με τη ρίζα και το τμήμα του εμβολίου με την κορυφή) και το σημείο επαφής τους ασφαλίστηκε με ένα clip σιλικόνης. Μετά το τέλος της διαδικασίας ένωσης των δύο τμημάτων, τα εμβολιασμένα πλέον φυτά διατηρήθηκαν για 7 ημέρες σε ελεγχόμενες συνθήκες, σε σχετική υγρασία 90-95%, θερμοκρασία

24-26°C και σκίαση κατά 45%. Κατόπιν, τα φυτά μεταφέρθηκαν στο θερμοκήπιο, όπου και παρέμειναν μέχρι τη ημερομηνία μεταφοράς τους στο χώρο, όπου εξελίχθηκαν τα πειράματα.

Από τη στιγμή παραλαβής των φυταρίων μέχρι και την εγκατάστασή τους στο θερμοκήπιο, διατηρήθηκαν σε θερμοκήπιο του αγροκτήματος, ώσπου να αποκτήσουν την κατάλληλη ηλικία για μεταφύτευση, στους πολυθεσικούς δίσκους, όπως στάλθηκαν από την εταιρία παραγωγής τους. Τα φυτά μεταφυτεύτηκαν στις 13/2/2004 όταν είχαν αναπτυγμένα 7 φύλλα. Η καλλιέργεια συνεχίστηκε έως 25/8/2004 οπότε τα φυτά απομακρύνθηκαν από το θερμοκήπιο.

3.4.1 Διάταξη

Η καλλιέργεια είχε εγκατασταθεί σε τέσσερα πειραματικά (4) τεμάχια στο θερμοκήπιο με αποστάσεις φύτευσης 60 cm επί της γραμμής και 100 cm μεταξύ των γραμμών με πυκνότητα 1,6 φυτά/m². Το κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από τέσσερις (4) μεταχειρίσεις (γραμμές φύτευσης) και στην κάθε μεταχείριση ήταν φυτεμένα οχτώ (8) φυτά.

| | | | | | | | |
|------------------|---------------------|---------------------|------------------|---------------------|------------------|------------------|---------------------|
| 4 | | | | 3 | | | |
| Rima x Rima | Rima x Heman | Rima x Primavera | Αυτόριζα Rima | Rima x Primavera | Rima x Rima | Αυτόριζα Rima | Rima x Heman |
| 2 | | | | 1 | | | |
| Αυτόριζα Rima | Rima x Primavera | Rima x Heman | Rima x Rima | Rima x Heman | Αυτόριζα Rima | Rima x Rima | Rima x Primavera |

Πίνακας 5: 1, 2, 3 και 4: πειραματικά τεμάχια και Rima x Rima, Rima x Heman, Rima x Primavera και αυτόριζα Rima: μεταχειρίσεις και ο τύπος του φυτού.

Όπως φαίνεται στον παραπάνω Πίνακα 5 υπήρχαν τέσσερα πειραματικά τεμάχια (1, 2, 3, 4) και στο κάθε πειραματικό τεμάχιο υπήρχαν τέσσερις μεταχειρίσεις. Στην κάθε μεταχείριση υπήρχαν οχτώ φυτά ίδιου τύπου (Εικόνα 9) Δηλαδή στην μεταχείριση Rima x Rima υπήρχαν υβρίδιο Rima εμβολιασμένο πάνω σε υποκείμενο Rima, στην Rima x Heman υβρίδιο Rima εμβολιασμένο πάνω σε υποκείμενο Heman, στην Rima x Primavera υβρίδιο Rima εμβολιασμένο πάνω σε υποκείμενο Primavera και στην αυτόριζα Rima υπήρχαν υβρίδια Rima αυτόριζα. Τα φυτά που

χρησιμοποιήθηκαν για τις μετρήσεις ήταν το πρώτο (1) και το όγδοο (8) φυτό κάθε μεταχείρισης του δευτέρου και τρίτου πειραματικού τεμαχίου, οπότε οι μετρήσεις έγιναν σε 16 φυτά συνολικά. Συνεπώς οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τόσο σε αυτόριζα όσο και σε εμβολιασμένα φυτά.

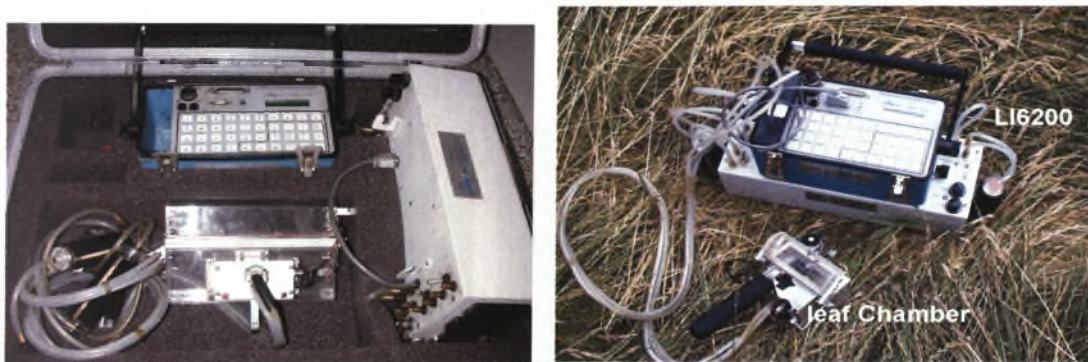


Εικόνα 9: Απεικόνιση του εσωτερικού χώρου του θερμοκηπίου με την καλλιέργεια μελιτζάνας.

Η μέτρηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης έγινε σε αυτόριζα φυτά της ποικιλίας Rima αλλά και σε εμβολιασμένα στην ίδια ποικιλία δηλαδή Rima x Rima, για να βρεθεί η επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής των φυτών. Επίσης, οι μετρήσεις έγιναν και σε εμβολιασμένα φυτά Rima σε υποκείμενα τομάτας Heman και Primavera, για να βρεθεί η επίδραση του εμβολιασμού γενικότερα στο ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής. Σε κάθε φυτό οι μετρήσεις γινόταν σε τρία (3) φύλλα όπου το 1^ο ήταν το φύλλο πάνω από την δεύτερη (2^η) ταξιανθία της κορυφής, το 2^ο ήταν το φύλλο αμέσως κάτω από την δεύτερη (2^η) ταξιανθία της κορυφής και το 3^ο είτε ήταν στο ίδιο ύψος με το πρώτο φύλλο αλλά στον πλευρικό βλαστό, είτε ήταν το φύλλο που βρισκόταν πάνω ή κάτω από το 2^ο ανάλογα με την ηλικία και τη φυσιολογία του.

3.5 Όργανο μέτρησης του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης (Ps).

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων χρησιμοποιήθηκε το φορητό όργανο μέτρησης του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης Li-6200 Portable Photosynthesis System του οίκου Li-Cor (Εικόνα 10). Το φορητό αυτό όργανο μετρούσε εκτός του ρυθμού της καθαρής φωτοσύνθεσης, το ρυθμό διαπνοής, τη φωτοσυνθετικά ενεργό ακτινοβολία (PAR), τη συγκέντρωση του CO₂, τη θερμοκρασία των φύλλων και του αέρα στο εσωτερικό του θαλάμου μέτρησης και τη σχετική υγρασία του αέρα.



Εικόνα 10: Όργανο μέτρησης του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης LI-6200 του οίκου Li-Cor.

Η επιφάνεια του φύλλου στην οποία γινόταν οι μετρήσεις ήταν 24 cm². Σε κάθε φύλλο μετρήθηκε η φωτοσύνθεση σε έξι (6) επίπεδα φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας (PAR): $\approx 800 \text{ W m}^{-2}$, 600 W m^{-2} , 400 W m^{-2} , 200 W m^{-2} , 100 W m^{-2} , 0 W m^{-2} . Σε κάποιες μετρήσεις δεν ήταν εφικτή η επίτευξη της επιθυμητής ακτινοβολίας.

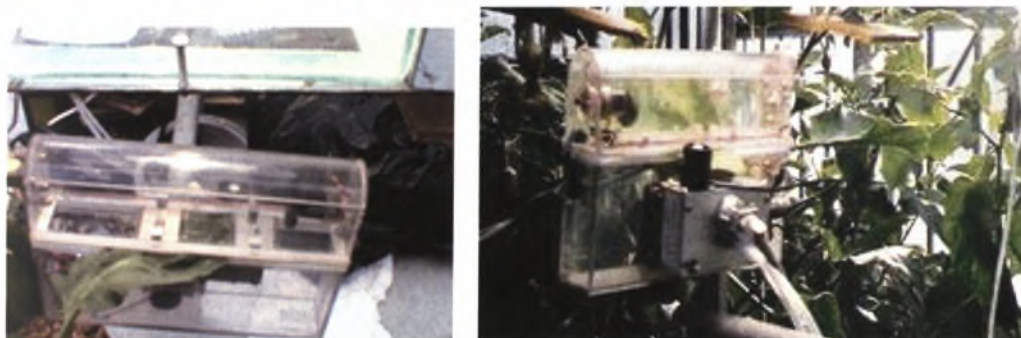
Το φορητό αυτό όργανο μέτρησης της φωτοσύνθεσης αποτελείται από:

a) LI-6200 υπολογιστής. Ο υπολογιστής βρίσκεται πάνω στον αναλυτή αερίων. Στον υπολογιστή υπάρχουν διάφορα πλήκτρα, έχει τη μορφή πληκτρολογίου, και μια οθόνη στην οποία μπορούμε να δούμε τις συγκεντρώσεις των αερίων, τις θερμοκρασίες τόσο του φύλλου όσο και του εσωτερικού του θαλάμου και του εξωτερικού περιβάλλοντος, την φωτοσύνθεση κ.τ.λ. Στον υπολογιστή ρυθμίζονται οι παράμετροι (σχετική υγρασία, συγκέντρωση CO₂, ακτινοβολία) που απαιτούνται για τη μέτρηση της φωτοσύνθεσης.

b) LI-6200 αναλυτή αερίων. Στον αναλυτή υπάρχει μία βαλβίδα απ' όπου μπορούμε να ρυθμίζουμε την σχετική υγρασία (RH), προσπαθούμε δηλαδή να διατηρήσουμε

την RH σταθερή κατά την διάρκεια της μέτρησης. Επίσης, στον αναλυτή υπάρχουν 3 φίλτρα, 2 Silican gel για τη ρύθμιση της υγρασίας και 1 για τη ρύθμιση της συγκέντρωσης του CO₂. Ο θάλαμος ενώνεται με τον αναλυτή αερίων μέσω σωλήνων μέσω των οποίων μετακινούνται τα αέρια (O₂ και CO₂) από το θάλαμο προς τον αναλυτή και αντίστροφα.

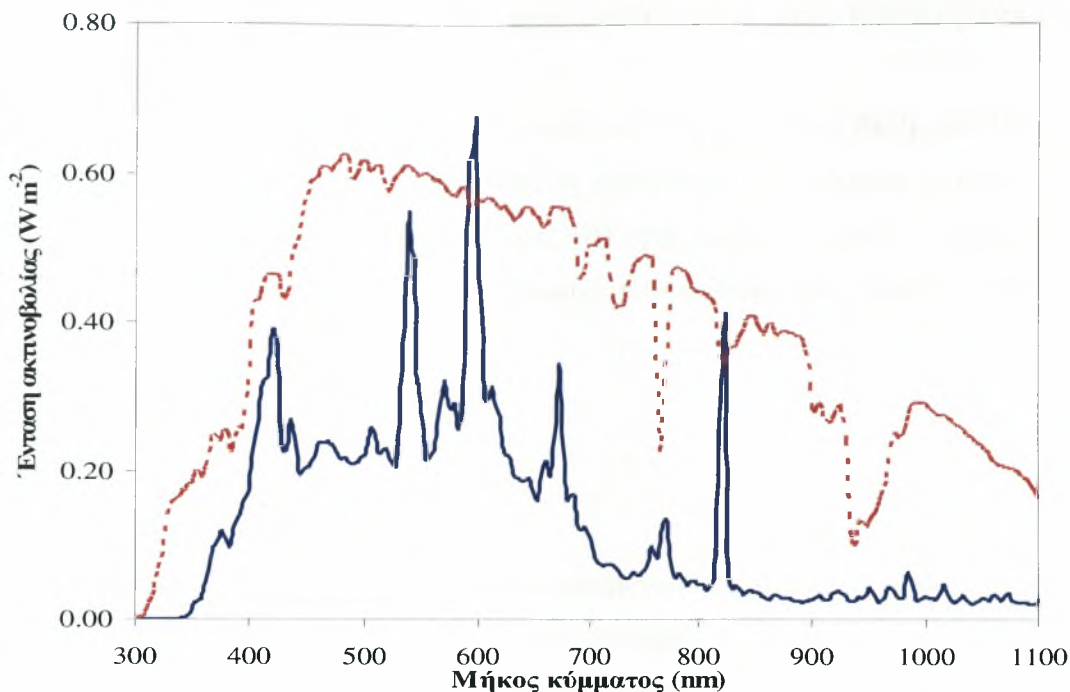
c) Θάλαμος. Ο θάλαμος είναι εκείνο το μέρος του LI-6200 όπου τοποθετείται το φύλλο στο οποίο θα γίνει η μέτρηση της φωτοσύνθεσης (Εικόνα 11). Η επιφάνεια στην οποία γινόταν η μέτρηση ήταν καθορισμένη και ρυθμιζόταν με τη βοήθεια τεσσάρων εξαρτημάτων (2 σε κάθε πλευρά του θαλάμου) ανάλογα με το μέγεθος του φύλλου.



Εικόνα 11: Θάλαμος του οργάνου Li-6200 του οίκου Li-Cor.

Ο θάλαμος αποτελείται από διάφανο πλαστικό. Στο εσωτερικό υπάρχουν 2 μικροί ανεμιστήρες (ένα στο πάνω μέρος και ένα στο κάτω, για να αποφεύγεται η θέρμανση του φύλλου όταν ο θάλαμος είναι κλειστός, κατά τη διάρκεια της μέτρησης), αισθητήρες θερμοκρασίας και από τις 2 πλευρές που τοποθετείται το φύλλο, αισθητήρας για τη μέτρηση της υγρασίας καθώς επίσης και αισθητήρας για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του αέρα. Στο δε εξωτερικό μέρος αυτού βρίσκεται ένας αισθητήρας για τη μέτρηση της ηλιακής ακτινοβολίας.

d) Προβολέας αλογόνου υψηλής πίεσης. Ο προβολέας είναι μία ξεχωριστή συσκευή η οποία μας παρέχει τα απαραίτητα επίπεδα ακτινοβολίας για την κάθε μέτρηση. Βρίσκεται πάνω από το θάλαμο σε σταθερό σημείο απόστασης περίπου 20 cm από το φύλλο. Ο προβολέας αλογόνου υψηλής πίεσης είναι ισχύος 150 Watt. Η ποιότητα της ακτινοβολίας (ένταση ακτινοβολίας για διάφορα μήκη κύματος) που εκπέμπονταν από τον προβολέα και από τον ήλιο παρουσιάζονται στο Διάγραμμα 7.



Διάγραμμα 7: Ένταση εκπεμπόμενης ακτινοβολίας από τη λάμπα (—) και από τον ήλιο (- - -), για διάφορα μήκη κύματος.

Για τη μείωση της ακτινοβολίας που εκπέμπονταν από τον προβολέα, μεταξύ του προβολέα και του θαλάμου μέτρησης της Ps παρεμβάλλονταν φύλλα διχτύων μαύρου και άσπρου χρώματος. Ανάμεσα στον προβολέα και στο θάλαμο τοποθετήθηκε ένα τετράγωνο δοχείο από γυαλί σε συγκεκριμένες διαστάσεις το οποίο περιείχε νερό προκειμένου να απορροφάται η θερμότητα από τον προβολέα και να μην αλλοιώνεται το φύλλο. Το νερό εντός του δοχείου αντικαθιστούνταν μετά από κάθε μέτρηση του φύλλου γιατί θερμαίνονταν.

Πριν ξεκινήσει η μέτρηση γίνονταν οι απαραίτητοι έλεγχοι για να διαπιστωθούν τυχόν παρεκκλίσεις της ροής, διαρροές CO₂. Επίσης υπολογιζόταν ο συντελεστής K δηλαδή το κλάσμα όπου αριθμητής είναι ο ξηρός αέρας που εισέρχονταν στο θάλαμο και παρονομαστής το ποσοστό της πίεσης εντός του θαλάμου.

Έπειτα και εφόσον οι έλεγχοι έδειχναν ότι δεν υπήρχαν παρεκκλίσεις, ξεκινούσε η διαδικασία για τη μέτρηση. Αρχικά, τοποθετούνταν το φύλλο στο θάλαμο και μετά ο θάλαμος έκλεινε. Το φύλλο τοποθετούνταν στο θάλαμο με χρήση γαντιών ώστε να αποφευχθεί η μόλυνση του φύλλου με ιούς από την επαφή του φύλλου με γυμνά χέρια. Αφού τοποθετούνταν το φύλλο στο θάλαμο σταθεροποιούνταν η υγρασία με τη χρήση ενός φίλτρου το οποίο περιείχε αφυγραντικό. Η σταθεροποίηση της υγρασίας

γίνονταν μηχανικά μέσω της χρήσης μιας βαλβίδας που ήταν τοποθετημένη στο φίλτρο.

Επιπρόσθετα, ρυθμίζονταν η συγκέντρωση του CO₂ μέσω μιας άλλης βαλβίδας, η οποία συνδεόταν με το θάλαμο, έτσι ώστε η καταγραφή της εκάστοτε μέτρησης να ξεκινάει με αρχική συγκέντρωση 360 με 370 ppm περίπου. Μετά τις παραπάνω ρυθμίσεις ξεκινούσε η λήψη της μέτρησης του φύλλου στα διάφορα επίπεδα ακτινοβολίας από το μηχάνημα.

3.6 Εξίσωση της φωτοσύνθεσης.

Οι μετρήσεις φωτοσύνθεσης πραγματοποιήθηκαν κατά τη διάρκεια τεσσάρων περιόδων σε δείγματα δώδεκα φύλλων ανά μεταχείριση. Για τον υπολογισμό της φωτοσύνθεσης έχουν προταθεί διάφορα μοντέλα (εξισώσεις). Παρακάτω παρουσιάζονται τρία διαφορετικά μοντέλα (εξισώσεις) υπολογισμού του ρυθμού φωτοσύνθεσης από τους Acock (1991), Harley και Tenhunen (1991) και Evans και Farquhar (1991):

(I) Acock, 1991

$$P_s = \frac{aI\tau C}{aI + \tau C} - R \quad (1)$$

(I) Harley & Tenhunen, 1991

$$P_s = \frac{aI}{\sqrt{1 + \frac{a^2 I^2}{(\tau C)^2}}} - R \quad (2)$$

(III) Evans & Farquhar, 1991

$$P_s = \frac{aI}{1 + \frac{aI}{\tau C} + \sqrt{1 + \frac{a^2 I^2}{(\tau C)^2} - \frac{4aI}{\tau C} \theta}} - R \quad (3)$$

όπου P_s είναι ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης σε $\mu\text{mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, R είναι ο ρυθμός της αναπνοής σε $\mu\text{mol (CO}_2\text{) m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, I είναι η πυκνότητα ροής του φωτός στη

φυλλική επιφάνεια σε μmol (φωτόνια) $\text{m}^{-2}\text{s}^{-1}$, C είναι η περιβάλλουσα $[\text{CO}_2]$ σε μmol (CO_2) m^{-3} , a είναι η αποτελεσματικότητα αξιοποίησης του φωτός σε μmol (CO_2) / μmol φωτονίων, τ είναι η αγωγιμότητα του φύλλου κατά τη μεταφορά του CO_2 σε m s^{-1} και θ είναι ο αδιάστατος παράγοντας κυρτότητας $0 \leq \theta \leq 1$.

Κάθε ένα από τα μοντέλα έχει τρεις παραμέτρους το a , το τ και το R και η τρίτη εξίσωση έχει μία επιπλέον παράμετρο το θ (L.B. Patchesky, B.Acock, 1994). Από τις εξισώσεις που παρουσιάστηκαν επιλέχθηκε η εξίσωση (1) ως η απλούστερη και με τις λιγότερες σταθερές. Κατά την επεξεργασία των μετρήσεων έγινε βαθμονόμηση των παραμέτρων της απλοποιημένης εξίσωσης της φωτοσύνθεσης του Acock (1):

$$P_s = \frac{PAR * P_{\max}}{\frac{P_{\max}}{a} + PAR} - R_d \quad (4)$$

όπου P_s [μmol (CO_2) $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$] = ο ρυθμός φωτοσύνθεσης, PAR [μmol (φωτονίων) $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$] = η φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία και αντιστοιχεί με I της εξίσωσης (1), R_d [μmol (CO_2) $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$] = ο ρυθμός αναπνοής και αντιστοιχεί με R της εξίσωσης (1), a [μmol (CO_2)/ μmol (φωτονίων)] = η αποτελεσματικότητα χρήσης της ακτινοβολίας και P_{\max} [μmol (CO_2) $\text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$] = ο μέγιστος ρυθμός φωτοσύνθεσης και αντιστοιχεί με τC της εξίσωσης (1). Η βαθμονόμηση της παραπάνω εξίσωσης έγινε με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου S-Plus (S-Plus 6 for windows, Insightful).

3.7 Επεξεργασία των μετρήσεων.

Η στατιστική επεξεργασία των μετρήσεων έγινε μέσω του Msexcel και του στατιστικού πακέτου Splus.

Κατά την επεξεργασία των μετρήσεων έγινε βαθμονόμηση των παραμέτρων της εξίσωσης (4) με γραμμική παλινδρόμηση. Μετά τη βαθμονόμηση των παραμέτρων (P_{\max} , R_d και a) της παραπάνω εξίσωσης, για κάθε μέτρηση υπολογίστηκε η τιμή της φωτοσύνθεσης (P_s) και προέκυψαν για κάθε μία από τις μετρήσεις οι αντίστοιχες καμπύλες της φωτοσύνθεσης (P_s) συναρτήσει της ηλιακής ακτινοβολίας. Προκειμένου να διαπιστωθεί κάθε φορά αν οι παράμετροι (P_{\max} , R_d και a) των εκάστοτε δύο καμπυλών του ρυθμού φωτοσύνθεσης που συγκρίνονταν διέφεραν

σημαντικά, γίνονταν έλεγχος με τη βοήθεια του t-κριτηρίου, ενώ για να διαπιστωθεί εάν οι διαφορές των δύο καμπυλών του ρυθμού φωτοσύνθεσης που προέκυπταν ήταν τυχαίες γίνονταν χρήση του F-κριτηρίου.

Η τιμή του t-κριτηρίου υπολογίστηκε βάσει του τύπου:

$$t = \frac{\Pi_{Treatment\ 1} - \Pi_{Treatment\ 2}}{\sqrt{(st.error\Pi_{Treatment\ 1})^2 + (st.error\Pi_{Treatment\ 2})^2}} \quad (5)$$

όπου: $\Pi_{Treatment\ 1}$ = παράμετρος (Pmax, Rd και α) των εκάστοτε συγκρίσεων για τις μετρήσεις που γίνονταν στη μία μεταχείριση, $\Pi_{Treatment\ 2}$ = παράμετρος (Pmax, Rd και α) των εκάστοτε συγκρίσεων για τις μετρήσεις που γίνονταν στη δεύτερη μεταχείριση, st. error $\Pi_{Treatment\ 1}$ = τυπικό σφάλμα για το $\Pi_{Treatment\ 1}$ και st. error $\Pi_{Treatment\ 2}$ = τυπικό σφάλμα για το $\Pi_{Treatment\ 2}$. Η τιμή t από την εξίσωση (5) συγκρίνονταν με την τιμή t του πίνακα του t-κριτηρίου για επίπεδο στατιστικής σημαντικότητας 0,05 και για τους εκάστοτε βαθμούς ελευθερίας (B.E). Αν η τιμή της εξίσωσης (5) ήταν μεγαλύτερη από την αναγραφόμενη τιμή του πίνακα, τότε οι δύο παράμετροι που συγκρίνονταν κάθε φορά διέφεραν σημαντικά, ενώ αν η τιμή της εξίσωσης (5) ήταν μικρότερη από την αναγραφόμενη τιμή του πίνακα, τότε οι δύο παράμετροι που συγκρίνονταν κάθε φορά δε διέφεραν.

Προκειμένου να υπολογιστεί η τιμή P του F-κριτηρίου θεωρήθηκε η H_0 (ότι οι καμπύλες που συγκρίνονται κάθε φορά δεν διαφέρουν) και η H_1 (ότι οι καμπύλες που συγκρίνονται κάθε φορά διαφέρουν) υπόθεση. Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης (4) η οποία γίνεται μέσω του στατιστικού πακέτου Splus υπολογίζονται για τις δύο υποθέσεις (H_0 και H_1) τα αθροίσματα τετραγώνων (SS) και οι Βαθμοί Ελευθερίας (DF). Έπειτα υπολογίζεται η σχετική διαφορά των SS και των DF. Ακολουθεί ο υπολογισμός της τιμής F του F-κριτηρίου βάσει του τύπου:

$$F = RD_{SS} / RD_{DF} \quad (6)$$

όπου: RD_{SS} = σχετική διαφορά του αθροίσματος τετραγώνων των δύο υποθέσεων (H_0 και H_1) και RD_{DF} = σχετική διαφορά των Βαθμών Ελευθερίας των δύο υποθέσεων (H_0 και H_1) και τελευταία υπολογίζεται η τιμή P του F-κριτηρίου βάσει του τύπου:

$$P = FDIST[F, (DF_{H_0} - DF_{H_1}), DF_{H_0}] \quad (7)$$

Εάν η τιμή P είναι μικρότερη του επιπέδου σημαντικότητας $0,05$ ισχύει η υπόθεση H_1 ενώ αν η τιμή P είναι μεγαλύτερη του επιπέδου σημαντικότητας $0,05$ ισχύει η υπόθεση H_0 .

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Αποτελέσματα

Με την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέχθηκαν κατά τη διάρκεια των μετρήσεων, προκύπτουν τα παρακάτω αποτελέσματα όσον αφορά τη φωτοσύνθεση σε σχέση με τη φωτοσυνθετικά ενεργό ακτινοβολία. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι οι μέσες τιμές των κλιματικών παραμέτρων στο εσωτερικό του θαλάμου μέτρησης δε διέφεραν σημαντικά μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων για την ίδια περίοδο μέτρησης. Παρόλα αυτά, κατά τις 4 περιόδους μέτρησης παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα (T_a) και των φύλλων (T_l) και της σχετικής υγρασίας του αέρα (RH_a), όπως φαίνεται στον Πίνακα 6. Κατά τη διάρκεια των μετρήσεων η συγκέντρωση του CO_2 διατηρούνταν στα 370 ppm περίπου.

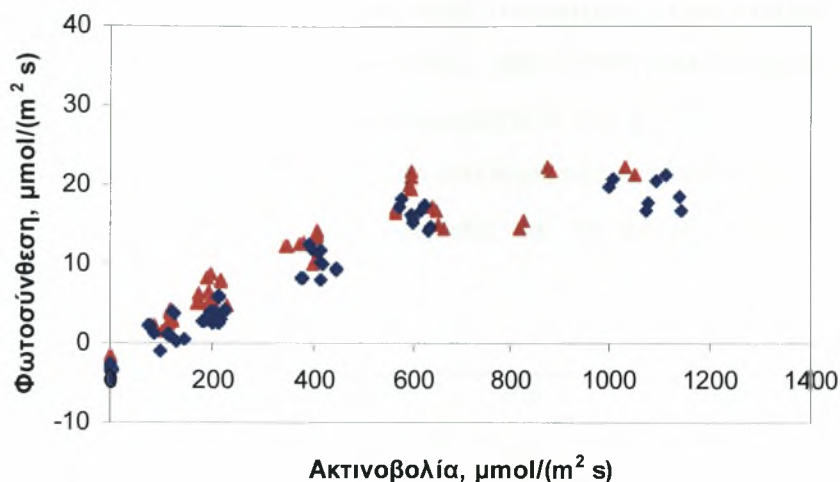
Πίνακας 6: Μέσες τιμές των κλιματικών δεδομένων στο εσωτερικό του θαλάμου μέτρησης κατά τη διάρκεια των τεσσάρων περιόδων μέτρησης.

| Περίοδος | T_a (°C) | RH_a (%) | $[CO_2]$ (ppm) | T_l (°C) |
|----------|---------------|---------------|-------------------|---------------|
| 30/4-6/5 | 29,3 | 50,4 | 367,7 | 28,5 |
| 15-18/5 | 29,3 | 57,7 | 367,4 | 28,8 |
| 9-23/6 | 34,7 | 68,4 | 368,3 | 33,6 |
| 1-7/7 | 33,6 | 62,6 | 371,6 | 32,7 |

Όπου: T_a = θερμοκρασία αέρα, RH_a = Σχετική υγρασία αέρα, $[CO_2]$ = Συγκέντρωση CO_2 , T_l = θερμοκρασία φύλλων.

4.1 Βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock.

Στα Σχήματα 1 έως 4 παρουσιάζεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της PAR, για τις 4 μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου μέτρησης (από 30/4 έως 6/5, 49 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).



Σχήμα 1. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) με φυτά Rima x Rima κατά την περίοδο 30/4, 3/5 και 6/5/2004 που έγινε και η πρώτη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δύο πειραματικά τεμάχια δηλαδή ήταν παρόμοιες. Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις της φωτοσύνθεσης και της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock και υπολογίστηκαν οι τιμές των Pmax, α και Rd της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά. Οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους, που υπολογίστηκαν, ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 1.1):

Πίνακας 1.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|-------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Rima | 41 | 3.2 | 0.052 | 0.005 | 3.67 | 0.469 | 199 | 63 |
| 3 | Rima x Rima | 40 | 3.3 | 0.061 | 0.006 | 2.55 | 0.495 | 188 | 58 |

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης (Πίνακας 1.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δύο πειραματικά τεμάχια, 2 και 3, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 63 και 58 βαθμούς ελευθερίας αντίστοιχα. Τέλος, παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 3 ενώ η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 3 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη τιμή του πειραματικού τεμαχίου 2.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης ήταν τα εξής (Πίνακας 1.2):

Πίνακας 1.2:

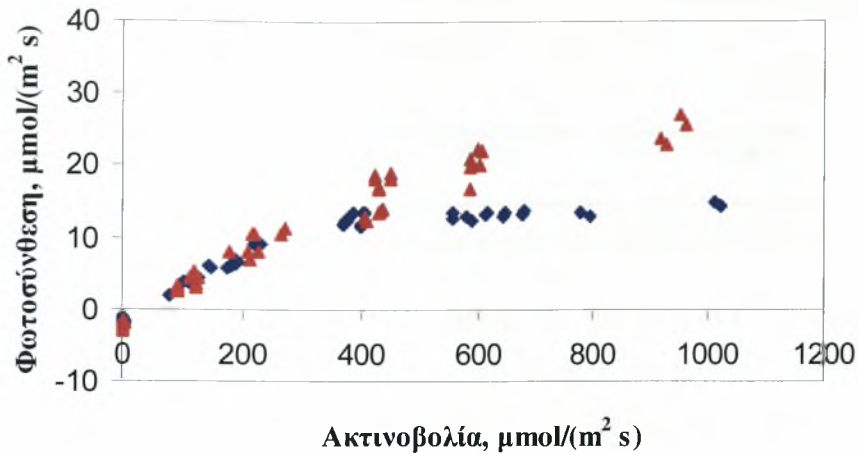
| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-----------|------|------|
| 1.9 | 0.118 | 1.126 | 1.642 | 121 | 0.9 | 0.26 | 0.10 |

Η τιμή t για 121 B.E. είναι 1.9. Από τον πίνακα 1.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δύο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 1.2).

Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 1.3):

Πίνακας 1.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|----------------|------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|--------------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 39 | 2.5 | 0.057 | 0.004 | 3.125 | 0.399 | 544 | 124 |



Σχήμα 2. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 2 με φυτά Rima x Heman κατά την περίοδο 1/5, 5/5 και 6/5/2004 που έγινε η πρώτη μέτρηση.

Οι τιμές της φωτοσύνθεσης για τα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 της μεταχείρισης Rima x Heman κατά την πρώτη μέτρηση, όπως παρουσιάζονται στο Σχήμα 2, εμφανίζουν αρκετά μεγάλες διαφορές για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης μέχρι τα 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ είναι παρόμοιες αλλά μετά τα 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$, αποκλίνουν σημαντικά. Η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των παραπάνω μετρήσεων των δύο πειραματικών τεμαχίων ξεχωριστά, έδωσε τις παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 2.1):

Πίνακας 2.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | R_{max} | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | R_d | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------------------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Heman | 22 | 0.75 | 0.086 | 0.006 | 2.26 | 0.28 | 55.5 | 58 |
| 3 | Rima x Heman | 50 | 3.55 | 0.066 | 0.004 | 2.43 | 0.39 | 115.1 | 56 |

Τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης, όπως προκύπτουν στον Πίνακα 2.1, δείχνουν ότι τα φυτά του πειραματικού τεμαχίου 3 είχαν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης σε σχέση με αυτά του πειραματικού τεμαχίου 2 για 58 και 56 βαθμούς ελευθερίας αντίστοιχα. Επίσης, τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα φυτά των δύο πειραματικών τεμαχίων έχουν παρόμοιο μέγιστο ρυθμό αναπνοής και οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας διαφέρουν.

Η στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, η οποία έγινε με τη βοήθεια του t-test, έδωσε τα παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 2.2):

Πίνακας 2.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|-------|
| 1.9 | 7.598 | 2.77 | 0.349 | 114 | 0 | 0.006 | 0.727 |

Κατά τη στατιστική ανάλυση παρατηρείται ότι για 114 B.E. η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax και a είναι μεγαλύτερη της τιμής t του πίνακα ενώ η τιμή t της παραμέτρου Rd είναι μικρότερη της τιμής t του πίνακα για 95% πιθανότητα. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραμέτρων P max και a για τα δύο πειραματικά τεμάχια ενώ για την τιμή της παραμέτρου Rd δεν υπάρχει σημαντική στατιστική διαφορά στα δύο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 2.2).

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι δυο καμπύλες φωτοσύνθεσης που προκύπτουν είναι παρόμοιες, έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 2.3):

Πίνακας 2.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|-----------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 32 | 2.111 | 0.074 | 0.007 | 2.37 | 0.465 | 641.1119 | 117 |

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης για τα δεδομένα των δύο πειραματικών τεμαχίων μαζί είναι 32, 0,074 και 2,37 αντίστοιχα για 117 B.E (Πίνακας 2.3).

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και των αποτελεσμάτων τους που προκύπτουν από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, έγινε υπολογισμός της τιμής του F (F κριτήριο) η οποία υπολογίστηκε ίση με 104.

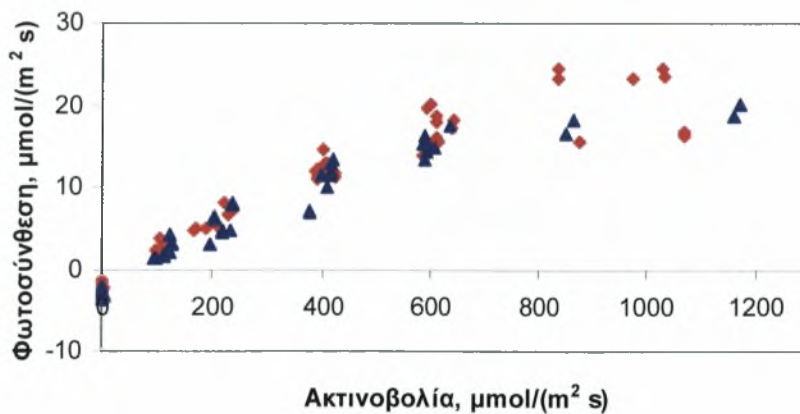
Η τιμή του P (probability) που υπολογίστηκε με βάση τις παραπάνω τιμές ήταν ≈ 0 και συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν διαφορές στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3. Έτσι τα δεδομένα τους δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθεί η εξίσωση του Acock, για τα δεδομένα των δύο αυτών πειραματικών τεμαχίων μαζί.

Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά των τιμών της σχετικής υγρασίας και της αγωγιμότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων όπως παρουσιάζονται στον Πίνακα 2.4.

Πίνακας 2.4:

| I ⁿ | Πειραμ. | Τεμάχιο | Φυτό | Μεταχείριση | TAIR (°C) | TLEAF (°C) | EAIR (kPa) | CO ₂ (ppm) | RH (%) | COND (mol m ⁻² s ⁻¹) |
|----------------|---------|---------|-----------------|------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|-----------|--|
| 1/5/2004 | | | | Μέσος όρος | 28,11 | 27,88 | 14,84 | 368,09 | 39,01 | 0,14 |
| 1/5/2004 | 2 | 1 + 8 | Rima x Heman | Τυπικό σφάλμα | 0,68 | 0,83 | 2,11 | 15,17 | 5,43 | 0,05 |
| 5/5/2004 | | | | Μέσος όρος | 27,24 | 26,65 | 19,5 | 373,35 | 53,14 | 0,33 |
| 6/5/2004 | 3 | 1 + 8 | Rima x Heman | Τυπικό σφάλμα | 1,72 | 1,78 | 5,44 | 10,49 | 11,16 | 0,19 |

Όπου: Tair = θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου, Tleaf = θερμοκρασία του φύλλου, [CO₂] = συγκέντρωση του CO₂, RH = σχετική υγρασία, Eair = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND= στοματική αγωγιμότητα.



Σχήμα 3. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (▲) και 3 (◆) της μεταχείρισης 3 για τα φυτά Rima x Primavera κατά την πρώτη μέτρηση από 30/4, 3/5, 5/5, 6/5/2004.

Κατά την πρώτη μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Primavera στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 και παρουσιάζεται στο Σχήμα 3, δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Δηλαδή, τα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας είχαν παρόμοιες τιμές φωτοσύνθεσης. Έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των παραπάνω μετρήσεων

των δύο πειραματικών τεμαχίων ξεχωριστά, και οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους, που υπολογίστηκαν, ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 3.1):

Πίνακας 3.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Primavera | 38 | 2.79 | 0.053 | 0.004 | 3.04 | 0.391 | 82.910 | 48 |
| 3 | Rima x Primavera | 42 | 3.7 | 0.055 | 0.005 | 2.35 | 0.507 | 222.4 | 62 |

Από τη βαθμονόμηση αυτή της εξίσωσης, αρχικά προκύπτει ότι τα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 για 48 και 62 βαθμούς ελευθερίας αντίστοιχα, δεν παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και μέγιστου ρυθμού αναπνοής. Παρατηρείται, επίσης, ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3 η μέγιστη τιμή του ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 2 και η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής στο πειραματικό τεμάχιο 2 είναι μεγαλύτερη της τιμής αυτής του πειραματικού τεμαχίου 3. Τέλος, η τιμή της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας είναι παρόμοια για τα δύο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 3.1).

Στη συνέχεια έγινε στατιστική ανάλυση με το t-test για να δούμε αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δεδομένων, και τα αποτελέσματα αυτής ήταν τα παρακάτω (Πίνακας 3.2):

Πίνακας 3.2:

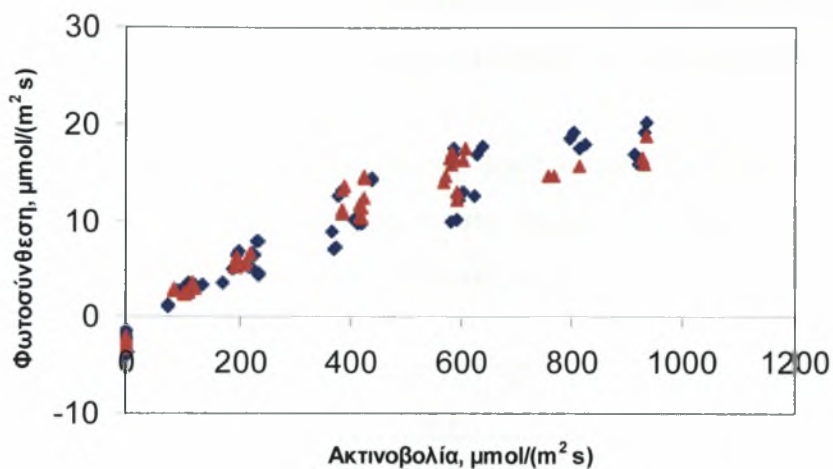
| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|-------|
| 1.9 | 0.907 | 0.312 | 1.102 | 110 | 0.366 | 0.755 | 0.272 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά φαίνονται στον Πίνακα 3.2, προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή του t του Πίνακα για 110 B.E. Συμπεραίνουμε έτσι ότι δεν υπάρχουν διαφορές μεταξύ των δύο αυτών πειραματικών τεμαχίων και συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογισθεί η νέα τιμή των παραμέτρων Pmax, a και Rd.

Από την ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και τη νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 3.3):

Πίνακας 3.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 41 | 2.69 | 0.054 | 0.003 | 2.66 | 0.35 | 364.4 | 113 |



Σχήμα 4. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 4 με αυτόριζα φυτά Rima κατά την πρώτη μέτρηση που έγινε 30/4, 1/5, 5/5 και 6/5/2004.

Όπως φαίνεται από το Σχήμα 4, κατά την πρώτη μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση με αυτόριζα φυτά Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, οι τιμές της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας δεν παρουσιάζουν εμφανή διαφορά. Δηλαδή, τα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας είχαν παρόμοιες τιμές φωτοσύνθεσης. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των παραπάνω μετρήσεων στα δύο πειραματικά τεμάχια, έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους, που υπολογίστηκαν ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 4.1):

Πίνακας 4.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2 | αυτόριζα Rima | 37 | 3.7 | 0.05 | 0.005 | 2.4 | 0.46 | 184.8 | 63 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 31 | 1.7 | 0.06 | 0.005 | 2.7 | 0.35 | 95.5 | 61 |

Από τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης αρχικά προκύπτει ότι τα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και μέγιστου ρυθμού αναπνοής για 63 και 61 B.E. αντίστοιχα. Επίσης προκύπτει ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2, η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής του πειραματικού τεμαχίου 3, ενώ οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής στο πειραματικό τεμάχιο 2 είναι μικρότερες από αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3 (Πίνακας 4.1).

Έπειτα έγινε στατιστική ανάλυση με τη βοήθεια του t-test για να δούμε αν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στα παραπάνω δεδομένα και η οποία έδωσε τα εξής παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 4.2):

Πίνακας 4.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|-----------|-------|-------|
| 1.9 | 1.502 | 1.9 | 0.544 | 124 | 0.135 | 0.049 | 0.586 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά προκύπτουν στον Πίνακα 4.2, φαίνεται ότι η τιμή του t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερη της τιμής του t του Πίνακα για 124 B.E. Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δύο πειραματικά τεμάχια και συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογισθεί η νέα τιμή των παραμέτρων Pmax, a και Rd.

Από την ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και τη νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 4.3):

Πίνακας 4.3:

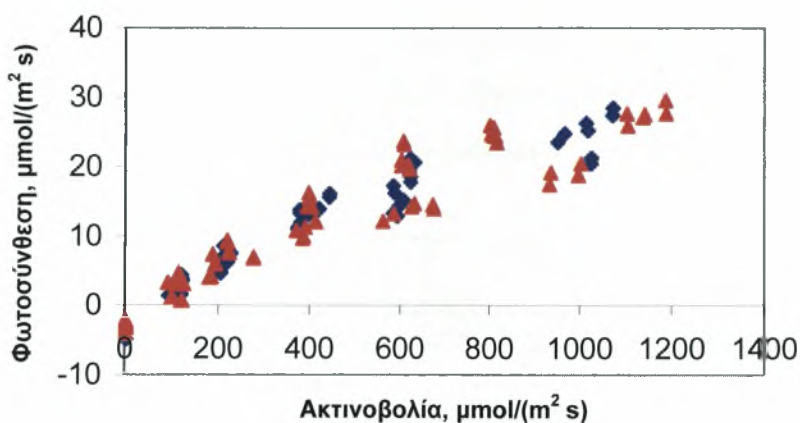
| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|-------------|------|------------------|-------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| | αυτόριζα | | | | | | | | |
| 2+3 | Rima | 34 | 1.78 | 0.057 | 0.003 | 2.57 | 0.29 | 293 | 127 |

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και τη νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 4.3, δείχνουν ότι η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι 34, της

αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι 0,057 και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι 2,57 για 127 B.E.

Στα Σχήματα 5 έως 8 παρουσιάζεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της PAR, για τις 4 μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου μέτρησης (από 15 έως 18/5, 64 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επεξεργασία που έγινε και για αυτή την περίοδο μέτρησης ήταν ίδια ακριβώς με αυτή της πρώτης περιόδου. Έτσι προκύπτει ότι:



Σχήμα 5. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (◆) και 3 (▲) της μεταχείρισης 1 με φυτά Rima x Rima κατά την δεύτερη μέτρηση που έγινε από 15-18/5/2004.

Κατά την δεύτερη μέτρηση, όπως αυτή παρουσιάζεται στο Σχήμα 5, η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δύο πειραματικά τεμάχια δηλαδή ήταν παρόμοιες. Χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα των παραπάνω μετρήσεων στα δυο πειραματικά τεμάχια, έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και υπολογίστηκαν οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 5.1):

Πίνακας 5.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|----------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Rima | 51 | 3.4 | 0.061 | 0.004 | 3.61 | 0.43 | 172 | 65 |
| 3 | Rima x Rima | 50 | 4.78 | 0.064 | 0.007 | 3.93 | 0.77 | 626 | 73 |

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης, προκύπτει ότι τα δύο πειραματικά τεμάχια, 2 και 3, έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και ρυθμού αναπνοής, για 65 και 73 βαθμούς ελευθερίας αντίστοιχα και επίσης, εμφανίζουν παρόμοιες τιμές του τυπικού σφάλματός τους. Στο πειραματικό τεμάχιο 2 παρατηρείται, επίσης, μεγαλύτερη τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και μικρότερη τιμή μέγιστου ρυθμού αναπνοής σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές στο πειραματικού τεμαχίου 3 (Πίνακας 5.1).

Ακολούθησε η στατιστική ανάλυση με τη βοήθεια του t-test (Πίνακας 5.2):

Πίνακας 5.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 0.103 | 0.37 | 0.37 | 138 | 0.92 | 0.71 | 0.71 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερες από την τιμή του t του πίνακα για 138 B.E. (Πίνακας 5.2) Συνεπώς, μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δύο πειραματικά τεμάχια.

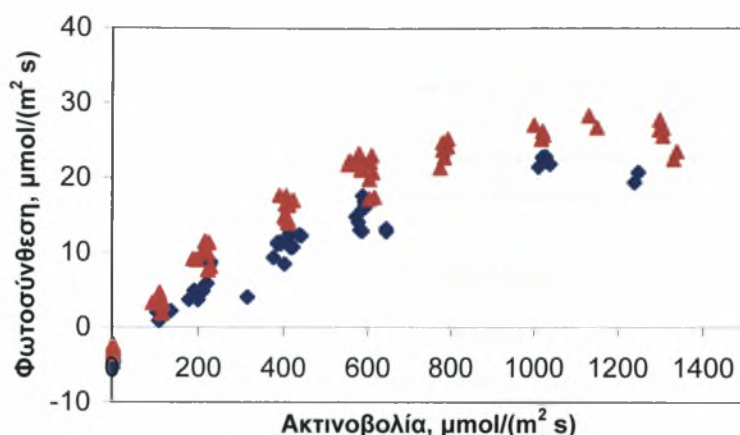
Προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι δυο καμπύλες φωτοσύνθεσης που προκύπτουν είναι παρόμοιες, έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 5.3):

Πίνακας 5.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|----------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 51 | 3.08 | 0.06 | 0.004 | 3.77 | 0.44 | 799.5 | 141 |

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και τη νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον

Πίνακα 5.3, δείχνουν ότι η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι 51, της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι 0,06 και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι 3,77 για 141 B.E.



Σχήμα 6. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 2 με φυτά Rima x Heman κατά την δεύτερη μέτρηση που έγινε 15/5, 17-18/5/2004.

Κατά τη δεύτερη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Heman και παρουσιάζεται στο Σχήμα 6, υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, υπολογίστηκαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 6.1):

Πίνακας 6.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Heman | 42 | 2.4 | 0.059 | 0.004 | 4.14 | 0.38 | 128 | 63 |
| 3 | Rima x Heman | 42 | 1.33 | 0.093 | 0.006 | 3.76 | 0.48 | 226.8 | 75 |

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης, προκύπτει ότι τα πειραματικά τεμάχια, 2 και 3, έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και ρυθμού αναπνοής, για 63 και 75 B.E. αντίστοιχα και επίσης, εμφανίζουν παρόμοιες τιμές του τυπικού σφάλματός τους. Στο πειραματικό τεμάχιο 2 παρατηρείται μικρότερη τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και της

αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας από ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής του πειραματικού τεμαχίου 3 (Πίνακας 6.1).

Ακολούθησε η στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων και τα αποτελέσματα αυτής ήταν τα εξής (Πίνακας 6.2):

Πίνακας 6.2:

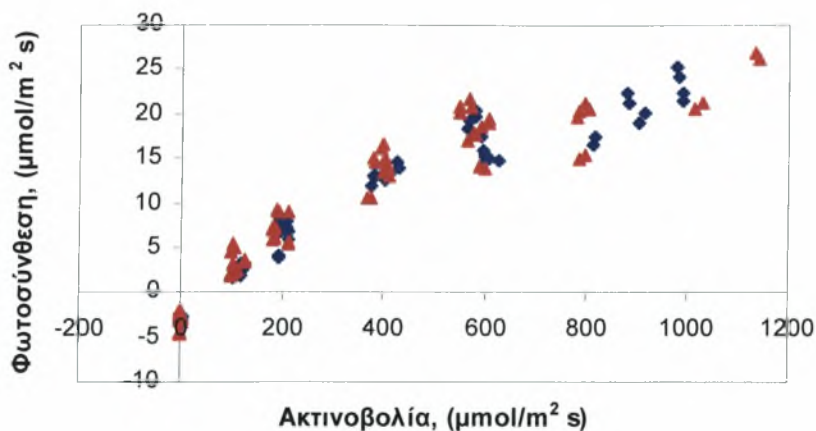
| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|------|-----|-------|
| 1.9 | 0.085 | 4.7 | 0.6 | 138 | 0.93 | 0 | 0.534 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 6.2, προκύπτει ότι για 138 B.E. η τιμή του t για τις παραμέτρους Pmax και Rd είναι μικρότερη από την τιμή του t του πίνακα ενώ η τιμή του t για την παράμετρο a είναι μεγαλύτερη της τιμής του t του πίνακα.

Από τη νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 6.3):

Πίνακας 6.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 44 | 2.12 | 0.07 | 0.005 | 3.9 | 0.5 | 943 | 141 |



Σχήμα 7. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 3 με φυτά Rima x Primavera κατά τη δεύτερη μέτρηση που έγινε από 15-18/5/2004.

Στο Σχήμα 7, φαίνεται ότι κατά τη δεύτερη μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Primavera στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης δηλαδή είναι παρόμοιες μέχρι τα 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ ακτινοβολίας αλλά για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$, οι τιμές της φωτοσύνθεσης αποκλίνουν σημαντικά. Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά υπολογίστηκαν οι παρακάτω παράμετροι (Πίνακας 7.1):

Πίνακας 7.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Primavera | 43 | 2.5 | 0.06 | 0.004 | 3.3 | 0.4 | 133.7 | 64 |
| 3 | Rima x Primavera | 38 | 2.3 | 0.07 | 0.007 | 3.1 | 0.5 | 250.6 | 67 |

Από τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης Acock, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 7.1, αρχικά προκύπτει ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες για 64 και 67 B.E. αντίστοιχα. Επίσης προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή του ρυθμού φωτοσύνθεσης διαφέρει στα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια και μάλιστα στο πειραματικό τεμάχιο 2 η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής του πειραματικού τεμαχίου 3.

Η στατιστική ανάλυση έδωσε τα εξής παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 7.2):

Πίνακας 7.2:

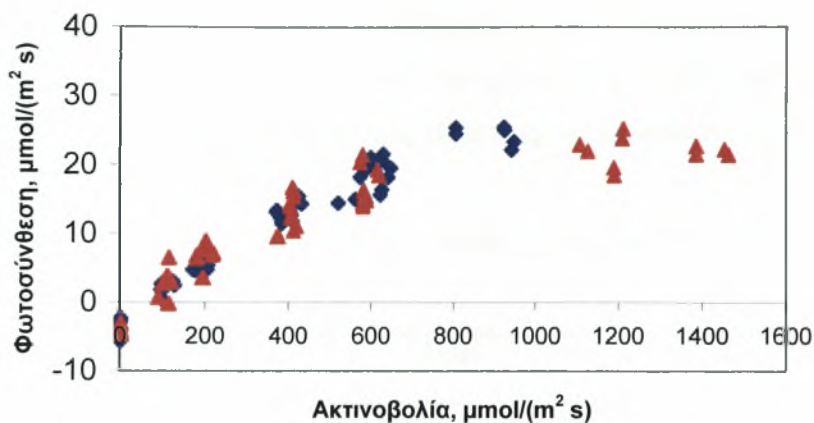
| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 1.4 | 1.7 | 0.28 | 131 | 0.16 | 0.08 | 0.78 |

Όπως παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον Πίνακα 7.2, προκύπτει ότι η τιμή t των παραμέτρων Pmax, Rd και a είναι μικρότερη της τιμής του t του Πίνακα για 131 B.E. Με βάση αυτά μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δύο πειραματικά τεμάχια.

Έπειτα, έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 7.3):

Πίνακας 7.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 36 | 1.33 | 0.07 | 0.005 | 3.39 | 0.39 | 573.5 | 140 |



Σχήμα 8. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 4 με αντόριζα φυτά Rima κατά την δεύτερη μέτρηση που έγινε 15-18/5/2004.

Όπως φαίνεται στο Σχήμα 8, κατά τη δεύτερη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση με αντόριζα φυτά Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τιμές ακτινοβολίας έως 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$ ενώ για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες από 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$ υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Για τιμές ακτινοβολίας δηλαδή μεγαλύτερες των 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$ οι τιμές της φωτοσύνθεσης αποκλίνουν σημαντικά ενώ για τιμές μικρότερες από 600 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{s})$ οι τιμές της φωτοσύνθεσης είναι παρόμοιες. Έγινε βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock και υπολογίστηκαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 8.1):

Πίνακας 8.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2 | αντόριζα Rima | 60 | 4.8 | 0.06 | 0.003 | 3.8 | 0.3 | 112.5 | 63 |
| 3 | αντόριζα Rima | 35 | 1.5 | 0.08 | 0.007 | 4.1 | 0.5 | 261.5 | 65 |

Από τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης Acock, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 8.1, αρχικά προκύπτει ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες για 63 και 65 B.E. αντίστοιχα. Επίσης προκύπτει ότι η μέγιστη τιμή του ρυθμού φωτοσύνθεσης διαφέρει στα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια και μάλιστα στο πειραματικό τεμάχιο 2 η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής στο πειραματικού τεμαχίου 3. Τέλος, στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού αναπνοής και της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι μικρότερες από τις τιμές αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3.

Η στατιστική ανάλυση έδωσε τα εξής παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 8.2):

Πίνακας 8.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 5.015 | 3.3 | 0.42 | 128 | 0 | 0.001 | 0.67 |

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά φαίνονται στον Πίνακα 8.2, για 128 B.E. προκύπτει ότι η τιμή του t των παραμέτρων Pmax και a είναι μεγαλύτερη της τιμής t του πίνακα ενώ η τιμή t της παραμέτρου Rd είναι μικρότερη της τιμής t του πίνακα. Με βάση αυτά μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δύο πειραματικά τεμάχια.

Μετά έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock και τα αποτελέσματα αυτής ήταν (Πίνακας 8.3):

Πίνακας 8.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|-------------|------|------------------|------|------------------|-----|------------------|--------------------|------|
| | αυτόριζα | | | | | | | | |
| 2+3 | Rima | 40 | 1.5 | 0.07 | 0.004 | 4.2 | 0.38 | 515.6 | 131 |

Στη συνέχεια έγινε υπολογισμός της τιμής F κριτηρίου και η τιμή που υπολογίστηκε ήταν 16.15. Η τιμή του P η οποία υπολογίστηκε με βάση τα παραπάνω δεδομένα ήταν ≈ 0 . Εξαιτίας αυτού τα δεδομένα των πειραματικών τεμαχίων 2 και 3 δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθεί η εξίσωση του Acock, οπότε δε

μπορεί να προκύψει μία κοινή καμπύλη φωτοσύνθεσης για τα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια.

Οι διαφορές αυτές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά των τιμών της σχετικής υγρασίας κυρίως αλλά και της τάσης ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και αγωγιμότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Πίνακας 8.4), καθώς:

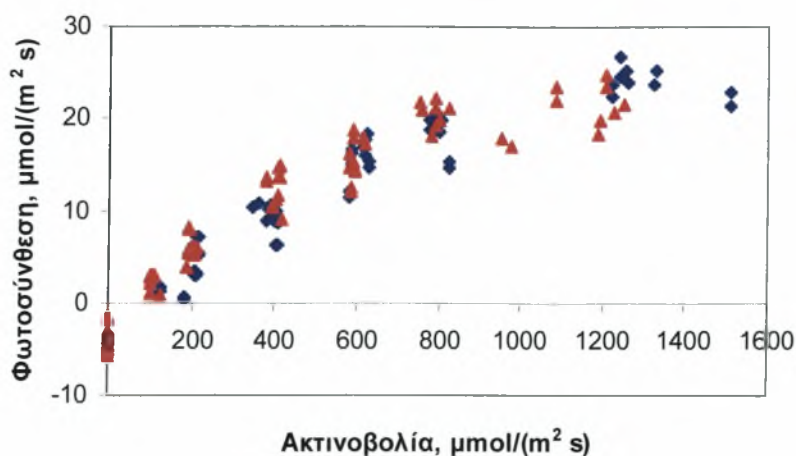
Πίνακας 8.4:

| 2 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ | Πειραμ. Τεμάχιο | Φυτό | Μεταχείριση | TAIR (°C) | TLEAF (°C) | EAIR (kPa) | CO ₂ (ppm) | RH (%) | COND (mol m ⁻² s ⁻¹) |
|------------------------|-----------------|-------|---------------|------------------|------------|------------|-----------------------|--------|---|
| 15/5/2004 | | | αυτόριζα Rima | Μέσος όρος 30,78 | 30,03 | 26,08 | 367,09 | 58,65 | 0,36 |
| 16/5/2004 | 2 | 1 + 8 | Τυπικό σφάλμα | 1,27 | 1,42 | 5,58 | 12,26 | 11,51 | 0,19 |
| 17/5/2004 | | | αυτόριζα Rima | Μέσος όρος 30,72 | 30,26 | 30,5 | 365,03 | 68,21 | 0,5 |
| 18/5/2004 | 3 | 1 + 8 | Τυπικό σφάλμα | 2,26 | 2,56 | 5,43 | 12,49 | 6,97 | 0,18 |

Όπου: TAIR = θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου, Tleaf = θερμοκρασία του φύλλου, [CO₂] = συγκέντρωση του CO₂, RH = σχετική υγρασία, Eair = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND= στοματική αγωγιμότητα.

Στα Σχήματα 9 έως 12 παρουσιάζεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της PAR, για τις 4 μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης (από 9/6 έως 23/6, 89 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επεξεργασία που έγινε και για αυτή την περίοδο μέτρησης ήταν ίδια ακριβώς με αυτή της πρώτης περιόδου. Έτσι προκύπτει ότι:



Σχήμα 9. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 1 με φυτά Rima x Rima κατά την τρίτη μέτρηση από 9-23/6/2004.

Στο Σχήμα 9, κατά την τρίτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τιμές ακτινοβολίας έως 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$. Για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$, οι τιμές της φωτοσύνθεσης διαφέρουν σημαντικά. Για τιμές ακτινοβολίας έως 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ οι τιμές της φωτοσύνθεσης είναι παρόμοιες ενώ για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ οι τιμές της φωτοσύνθεσης αποκλίνουν σημαντικά. Η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο πειραματικά τεμάχια ξεχωριστά, έδωσε τα εξής αποτελέσματα (Πίνακας 9.1):

Πίνακας 9.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|-------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Rima | 49 | 2.72 | 0.05 | 0.004 | 5.13 | 0.48 | 228 | 71 |
| 3 | Rima x Rima | 39 | 2.08 | 0.06 | 0.005 | 3.57 | 0.5 | 262 | 75 |

Από τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης Acock, τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.1, αρχικά προκύπτει ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και του ρυθμού αναπνοής διαφέρουν ενώ η τιμή της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας είναι παρόμοια στα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια για 71 και 75 B.E. Προκύπτει, επίσης, ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και του ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερες των αντίστοιχων τιμών στο πειραματικό τεμάχιο 3. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση και προέκυψαν τα εξής αποτελέσματα (Πίνακας 9.2):

Πίνακας 9.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 2.995 | 1.4 | 2.23 | 146 | 0.003 | 0.16 | 0.03 |

Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 9.2, δείχνουν ότι για 146 βαθμούς ελευθερίας η τιμή του t για τις παραμέτρους Pmax και Rd είναι μεγαλύτερη από την τιμή του t του πίνακα ενώ η τιμή του t για την παράμετρο a είναι μικρότερη από αυτή του t του πίνακα. Εξαιτίας αυτών των αποτελεσμάτων μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Ακολούθησε νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης

του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 9.3):

Πίνακας 9.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|-------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 44 | 1.9 | 0.06 | 0.003 | 4.17 | 0.37 | 588 | 149 |

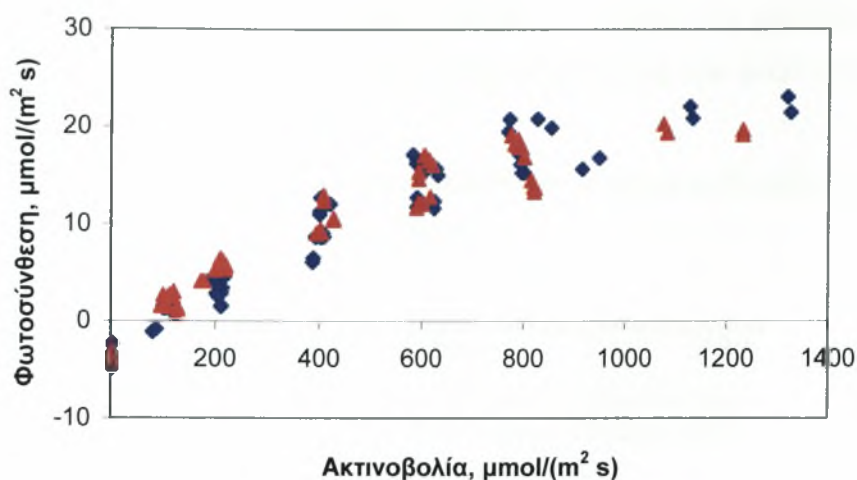
Μετά, έγινε υπολογισμός της τιμής F και η τιμή που υπολογίστηκε ήταν 9.69. Η τιμή του P η οποία υπολογίστηκε με βάση τα παραπάνω δεδομένα ήταν ≈ 0 και είναι μικρότερη της τιμής 0,05. Επειδή η τιμή αυτή του P είναι μικρότερη προκύπτει ότι μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων 2 και 3 υπάρχουν διαφορές και ως εκ τούτου τα δεδομένα τους δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθούν μαζί.

Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά των τιμών της σχετικής υγρασίας και της αγωγιμότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Πίνακας 9.4), καθώς:

Πίνακας 9.4:

| 3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ | Πειραμ. Τεμάχιο | Φυτό | Μεταχείριση | TAIR (°C) | TLEAF (°C) | EAIR (kPa) | CO ₂ (ppm) | RH (%) | COND (mol m ⁻² s ⁻¹) |
|------------------------|-----------------|-------|----------------------|-----------|------------|------------|-----------------------|--------|---|
| 9+10/6/2004 | | | Μέσος όρος | 36,5 | 35,21 | 40,67 | 367,21 | 66,44 | 0,71 |
| 23/6/2004 | 2 | 1 + 8 | Rima x Τυπικό σφάλμα | 1,11 | 1,24 | 6,84 | 11,15 | 10,25 | 0,33 |
| 16/6/2004 | | | Μέσος όρος | 33,27 | 32,37 | 39,74 | 363,12 | 76,38 | 1,63 |
| 23+18/6/2004 | 3 | 1 + 8 | Rima x Τυπικό σφάλμα | 2,17 | 2,28 | 9,16 | 11,57 | 8,94 | 1,98 |

Όπου: Tair = θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου, Tleaf = θερμοκρασία του φύλλου, [CO₂] = συγκέντρωση του CO₂, RH = σχετική υγρασία, Eair = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND= στοματική αγωγιμότητα.



Σχήμα 10. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 2 με φυτά Rima x Heman κατά την τρίτη μέτρηση από 9-23/6/2004.

Κατά την τρίτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Heman στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 και η οποία παρουσιάζεται στο Σχήμα 10, δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τιμές ακτινοβολίας έως τα 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$. Για τιμές ακτινοβολίας δηλαδή έως 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$, οι τιμές της φωτοσύνθεσης είναι παρόμοιες αλλά για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 800 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ οι τιμές της φωτοσύνθεσης διαφέρουν σημαντικά. Έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και υπολογίστηκαν οι παρακάτω τιμές (Πίνακας 10.1):

Πίνακας 10.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Heman | 48 | 4.12 | 0.05 | 0.003 | 4.05 | 0.44 | 189.7 | 67 |
| 3 | Rima x Heman | 34 | 1.77 | 0.06 | 0.005 | 3.56 | 0.38 | 126.4 | 65 |

Από τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 10.1 και προκύπτουν μετά τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, αρχικά παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και του ρυθμού αναπνοής διαφέρουν ενώ η τιμή της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας είναι παρόμοια στα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια για 67 και 65 B.E.

Προκύπτει επίσης ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και του ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερες των αντίστοιχων τιμών στο πειραματικό τεμάχιο 3.

Η στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων, η οποία ακολούθησε, έδωσε τα εξής παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 10.2):

Πίνακας 10.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|------|------|
| 1.9 | 3.06 | 2.23 | 0.83 | 132 | 0.003 | 0.03 | 0.41 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον Πίνακα 10.2, παρατηρείται ότι η τιμή t των παραμέτρων Pmax και a είναι μεγαλύτερη της τιμής του t του πίνακα ενώ η τιμή t της παραμέτρου Rd είναι μικρότερη αυτής του t του πίνακα για 132 B.E. Λόγω αυτών μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Στη συνέχεια, έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δύο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω τιμές (Πίνακας 10.3):

Πίνακας 10.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|-----------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 41 | 2.1 | 0.05 | 0.003 | 3.73 | 0.31 | 360 | 135 |

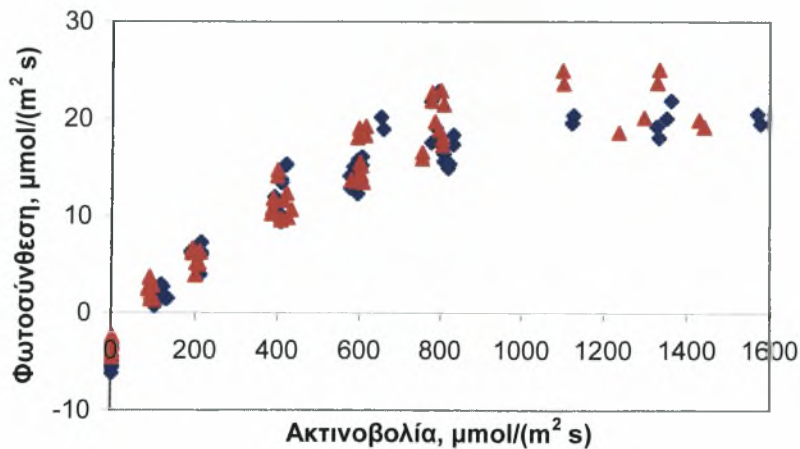
Έπειτα, έγινε υπολογισμός της τιμής F κριτηρίου και η τιμή που υπολογίστηκε ήταν 6.15. Η τιμή του P η οποία υπολογίστηκε με βάση τα παραπάνω δεδομένα ήταν 0.00059 και είναι μικρότερη της τιμής 0.05. Με βάση αυτό μπορούμε να πούμε ότι τα δεδομένα των πειραματικών τεμαχίων 2 και 3 διαφέρουν μεταξύ τους και έτσι δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να προκύψει μία κοινή καμπύλη φωτοσύνθεσης.

Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά των τιμών της σχετικής υγρασίας, της τάσης ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και της αγωγιμότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Πίνακας 10.4), καθώς:

Πίνακας 10.4:

| 3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ | Πειραμ. Τεμάχιο | Φυτό | Μεταχείριση | TAIR (°C) | TLEAF (°C) | EAIR (kPa) | CO2 (ppm) | RH (%) | COND (mol m ⁻² s ⁻¹) |
|---------------------------|--------------------|-------|-----------------|--------------|---------------|---------------|--------------|-----------|--|
| 9/6/2004 | | | Μέσος όρος | 34,11 | 33,74 | 29,21 | 369,85 | 54,27 | 0,2 |
| 10/6/2004 | 2 | 1 + 8 | Rima x Heman | 4,24 | 3,95 | 7,03 | 10,35 | 12,04 | 0,09 |
| 16+8/6/2004 | | | Μέσος όρος | 34,69 | 33,75 | 42,13 | 369,6 | 74,26 | 2,08 |
| 23/6/2004 | 3 | 1 + 8 | Rima x Heman | 3,15 | 2,7 | 10,65 | 9,26 | 9,58 | 1,58 |

Όπου: Tair = θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου, Tleaf = θερμοκρασία του φύλλου, [CO2] = συγκέντρωση του CO₂, RH = σχετική υγρασία, Eair = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND= στοματική αγωγιμότητα.



Σχήμα 11. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 3 με φυτά Rima x Primavera κατά την τρίτη μέτρηση από 9-23/6/2004.

Στο Σχήμα 11 στο οποίο παρουσιάζεται η μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Primavera δεν υπάρχει εμφανής διαφορά των τιμών της φωτοσύνθεσης για τιμές ακτινοβολίας έως 1000 μmol/(m² s). οι τιμές δηλαδή της φωτοσύνθεσης για τιμές ακτινοβολίας έως 1000 μmol/(m² s) είναι παρόμοιες αλλά για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 1000 μmol/(m² s) οι τιμές της ακτινοβολίας αποκλίνουν σημαντικά. Η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο πειραματικά τεμάχια ξεχωριστά, έδωσε τις παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 11.1):

Πίνακας 11.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Primavera | 34 | 1.15 | 0.08 | 0.006 | 5.13 | 0.46 | 215 | 77 |
| 3 | Rima x Primavera | 38 | 2.02 | 0.06 | 0.005 | 3.46 | 0.5 | 2736 | 73 |

Από τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.1, αρχικά προκύπτει ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και του ρυθμού αναπνοής διαφέρουν ενώ η τιμή της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοια για τα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια. Στο πειραματικό τεμάχιο 2 η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι μικρότερη ενώ οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερες των αντίστοιχων τιμών στο πειραματικό τεμάχιο 3 για 77 και 73 B.E. αντίστοιχα.

Η στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων έδωσε τα εξής παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 11.2):

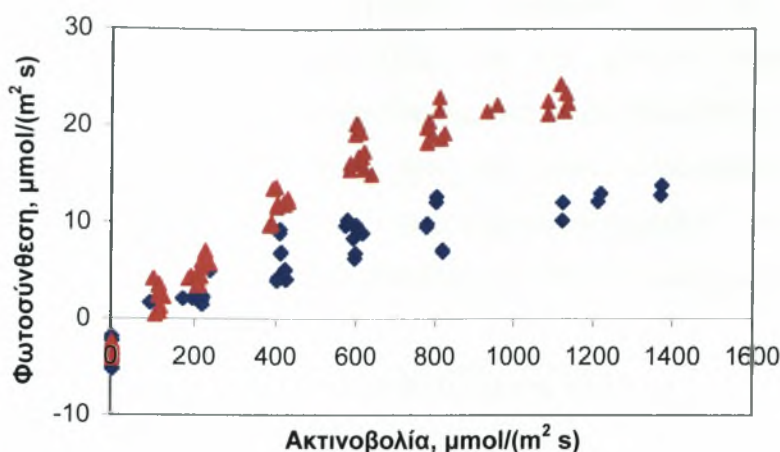
Πίνακας 11.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|-------|
| 1.9 | 1.807 | 1.9 | 1.85 | 150 | 0.07 | 0.02 | 0.015 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 11.2, παρατηρείται ότι η τιμή t των παραμέτρων Pmax, a και Rd είναι μικρότερη της τιμής του t του πίνακα. Έγινε νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 11.3):

Πίνακας 11.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 35 | 1.09 | 0.07 | 0.004 | 4.28 | 0.36 | 538 | 153 |



Σχήμα 12. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 4 με φυτά Rima κατά την τρίτη μέτρηση 9-18/6/2004.

Κατά την τρίτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση με αυτόριζα φυτά Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 και παρουσιάζεται στο Σχήμα 12, υπάρχει εμφανής διαφορά των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Παρατηρούνται δηλαδή σημαντικές αποκλίσεις των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας στα δύο πειραματικά τεμάχια. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης είναι παρόμοιες έως τιμές ακτινοβολίας 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ ενώ για τιμές ακτινοβολίας μεγαλύτερες των 200 $\mu\text{mol}/(\text{m}^2 \text{ s})$ οι τιμές της φωτοσύνθεσης αποκλίνουν σημαντικά. Επίσης, μεταξύ των δύο πειραματικών τεμαχίων, με βάση το Σχήμα 12, παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3 η φωτοσύνθεση παίρνει μεγαλύτερες τιμές. Έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους, που υπολογίστηκαν ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 12.1):

Πίνακας 12.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | P_{\max} | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | R_d | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------------|---------------|------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2 | αυτόριζα Rima | 23 | 1.7 | 0.04 | 0.006 | 3.99 | 0.49 | 122.5 | 49 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 48 | 2.8 | 0.06 | 0.003 | 3.54 | 0.38 | 149.9 | 71 |

Από τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.1, αρχικά προκύπτει ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 η τιμή του

μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης εμφανίζει διαφορές ενώ οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες για 49 και 71 B.E. αντίστοιχα. Επίσης, στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι μικρότερες από αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3 ενώ η τιμή του ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη της αντίστοιχης τιμής στο πειραματικό τεμάχιο 3 για 49 και 71 B.E. αντίστοιχα.

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι (Πίνακας 12.2):

Πίνακας 12.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-----|------|
| 1.9 | 7.6 | 1.6 | 0.72 | 120 | 0 | 0.1 | 0.5 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 12.2, προκύπτει ότι η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη της τιμής t του πίνακα για 120 B.E. Επίσης, προκύπτει ότι η τιμή t των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη της τιμής t του πίνακα. Έτσι μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Ακολούθησε νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 12.3):

Πίνακας 12.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| 2+3 | αυτόριζα Rima | 34 | 3.5 | 0.05 | 0.008 | 3.74 | 0.74 | 1648.9 | 123 |

Έπειτα έγινε υπολογισμός της τιμής F κριτηρίου και η τιμή που υπολογίστηκε ήταν 202,12. Η τιμή του P η οποία υπολογίστηκε με βάση τα παραπάνω δεδομένα ήταν ≈ 0 και επειδή είναι μικρότερη της τιμής 0,05, συμπεραίνουμε ότι μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων υπάρχουν σημαντικές διαφορές. Λόγω αυτών των διαφορών τα δεδομένα των πειραματικών τεμαχίων δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθούν μαζί έτσι ώστε να προκύψει μία κοινή καμπύλη φωτοσύνθεσης.

Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά των τιμών της σχετικής υγρασίας, της θερμοκρασίας του αέρα και των φύλλων και της αγωγιμότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Πίνακας 12.4), καθώς:

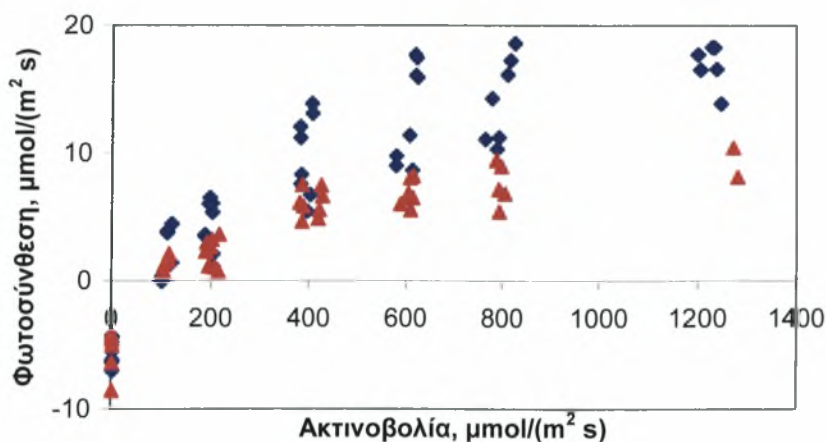
Πίνακας 12.4:

| 3 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ | Πειραμ. Τεμάχιο Φυτό | | Μεταχείριση | | TAIR (°C) | TLEAF (°C) | EAIR (kPa) | CO ₂ (ppm) | RH (%) | COND (mol m ⁻² s ⁻¹) |
|---------------------------|-------------------------|-----|------------------|------------------|--------------|---------------|---------------|--------------------------|-----------|--|
| 9/6/2004 | | | | Μέσος όρος | 35,62 | 35,54 | 35,06 | 370,07 | 60,42 | 0,15 |
| 10/6/2004 | 2 | 1+8 | αυτόριζα Rima | Τυπικό σφάλμα | 1,88 | 1,93 | 6,41 | 9,39 | 12,1 | 0,1 |
| 16/6/2004 | | | | Μέσος όρος | 32,88 | 31,38 | 36,67 | 368,68 | 73,07 | 1,35 |
| 18/6/2004 | 3 | 1+8 | αυτόριζα Rima | Τυπικό σφάλμα | 1,28 | 1,46 | 4,55 | 11,15 | 6,25 | 0,6 |

Όπου: TAIR = θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου, Tleaf = θερμοκρασία του φύλλου, [CO₂] = συγκέντρωση του CO₂, RH = σχετική υγρασία, Eair = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND= στοματική αγωγιμότητα.

Στα Σχήματα 13 έως 16 παρουσιάζεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της PAR, για τις 4 μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης (από 1 έως 7/7, 111 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η επεξεργασία που έγινε και για αυτή την περίοδο μέτρησης ήταν ίδια ακριβώς με αυτή της πρώτης περιόδου. Έτσι προκύπτει ότι:



Σχήμα 13. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 1 με φυτά Rima x Rima κατά την τέταρτη μέτρηση από 1-7/7/2004.

Η τέταρτη μέτρηση, η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Rima στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3, παρουσιάζεται στο Σχήμα 13. Όπως παρατηρούμε στο Σχήμα 13, κατά τη την τέταρτη αυτή μέτρηση υπάρχει εμφανής διαφορά των

τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Παρατηρούνται δηλαδή σημαντικές αποκλίσεις των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων 2 και 3. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης του πειραματικού τεμαχίου 2 είναι σαφώς μεγαλύτερες από τις τιμές αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3. Έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους, που υπολογίστηκαν ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 13.1):

Πίνακας 13.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|----------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Rima | 29 | 1.9 | 0.08 | 0.01 | 5.4 | 0.8 | 306 | 50 |
| 3 | Rima x Rima | 16 | 0.8 | 0.08 | 0.01 | 5.5 | 0.4 | 61 | 39 |

Από τον Πίνακα 13.1, στον οποίο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της βαθμονόμησης της εξίσωσης του Acock, αρχικά προκύπτει ότι η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης εμφανίζει διαφορές στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 ενώ οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες για 50 και 39 B.E. αντίστοιχα. Παρατηρείται επίσης ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 3 και οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής στο πειραματικό τεμάχιο 2 είναι μικρότερες από αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3.

Η στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων έδωσε τα εξής παρακάτω αποτελέσματα (Πίνακας 13.2):

Πίνακας 13.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 5.86 | 0.28 | 0.17 | 89 | 0 | 0.78 | 0.86 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης, όπως αυτά παρουσιάζονται στον Πίνακα 13.2, προκύπτει ότι η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη της τιμής t του πίνακα για 89 B.E. Επίσης, προκύπτει ότι η τιμή t των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη της τιμής t του πίνακα και επομένως μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Έγινε νέα

βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 13.3):

Πίνακας 13.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|----------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 25 | 1.85 | 0.07 | 0.01 | 5.27 | 0.74 | 834 | 92 |

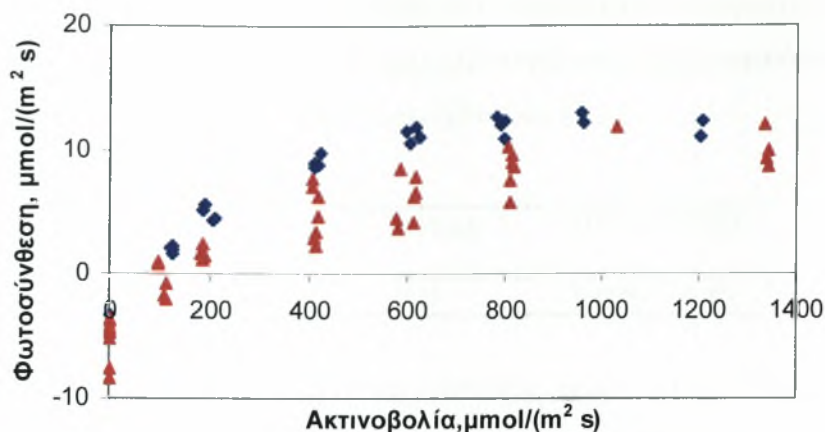
Υπολογίστηκε η τιμή του F κριτηρίου και αυτή ήταν 37.77. Η τιμή του P η οποία υπολογίστηκε με βάση τα παραπάνω δεδομένα ήταν ≈ 0 και είναι μικρότερη της τιμής 0.05. Έτσι συμπεραίνουμε ότι μεταξύ των πειραματικών τεμαχίων υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Λόγω αυτών των διαφορών τα δεδομένα των πειραματικών τεμαχίων δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθούν μαζί έτσι ώστε να προκύψει μία κοινή καμπύλη φωτοσύνθεσης.

Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά των τιμών της αγωγιμότητας μεταξύ των δύο μετρήσεων (Πίνακας 13.4), καθώς:

Πίνακας 13.4:

| 4 ^η ΜΕΤΡΗΣΗ | Πειραμ. Τεμάχιο | Φυτό | Μεταχείριση | TAIR (°C) | TLEAF (°C) | EAIR (kPa) | CO2 (ppm) | RH (%) | COND (mol m ⁻² s ⁻¹) |
|------------------------|-----------------|------|---------------------------|-----------|------------|------------|-----------|--------|---|
| 1/7/2004 | | | Rima x Rima | 35,36 | 34,31 | 38,71 | 369,47 | 67,7 | 0,53 |
| 7/7/2004 | 2 | 1+8 | Μέσος Τυπικό σφάλμα | 0,8 | 0,96 | 3,81 | 10,5 | 8,5 | 0,21 |
| 3/7/2004 | | | Rima x Rima | 33,51 | 32,71 | 31,8 | 370,9 | 60,97 | 0,26 |
| 6+7/7/2004 | 3 | 1+8 | Τυπικό σφάλμα | 2,12 | 2,18 | 4,95 | 9,57 | 5,78 | 0,2 |

Όπου: TAIR = θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου, Tleaf = θερμοκρασία του φύλλου, [CO2] = συγκέντρωση του CO₂, RH = σχετική υγρασία, EAIR = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND= στοματική αγωγιμότητα.



Σχήμα 14. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (◆) και 3 (▲) της μεταχείρισης 2 με φυτά Rima x Heman κατά την τέταρτη μέτρηση από 1-3/7/2004.

Στο Σχήμα 14 παρουσιάζεται η τέταρτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Heman στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3. Κατά τη μέτρηση αυτή παρατηρείται εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Επίσης παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές της φωτοσύνθεσης είναι μεγαλύτερες αυτών του πειραματικού τεμαχίου 3 για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Έγινε βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους, που υπολογίστηκαν ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 14.1):

Πίνακας 14.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Heman | 21 | 0.71 | 0.08 | 0.007 | 4.02 | 0.4 | 16 | 25 |
| 3 | Rima x Heman | 20 | 1.66 | 0.05 | 0.009 | 5.05 | 0.6 | 121 | 41 |

Από τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.1 και προκύπτουν μετά τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, αρχικά παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, του ρυθμού αναπνοής και της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας διαφέρουν για 25 και 41 B.E. αντίστοιχα. Προκύπτει επίσης ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και της αποτελεσματικότητας χρήσης

ακτινοβολίας είναι μεγαλύτερες από αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3 ενώ η τιμή του ρυθμού αναπνοής είναι μικρότερη της τιμής αυτής του πειραματικού τεμαχίου 3.

Από στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι (Πίνακας 14.2):

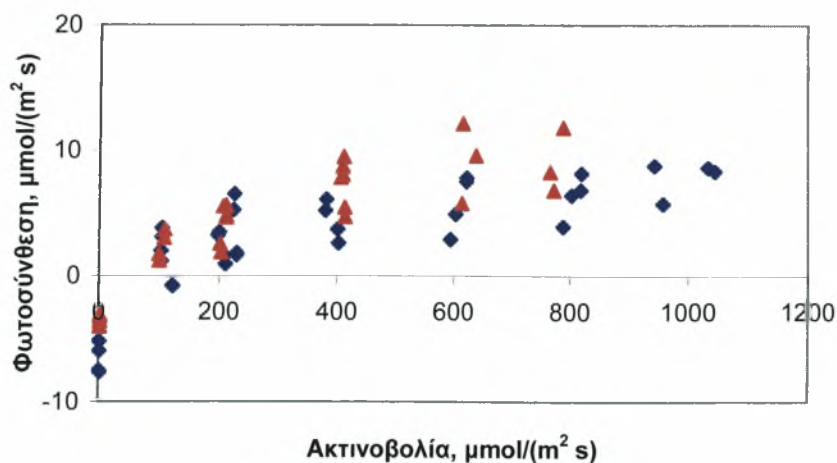
Πίνακας 14.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 0.72 | 2 | 1.45 | 66 | 0.47 | 0.008 | 0.15 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον Πίνακα 14.2, παρατηρείται ότι η τιμή t των παραμέτρων Pmax, a και Rd είναι μικρότερη αυτής του t του πίνακα για 66 B.E. Η νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock έδωσε τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται στον Πίνακα 14.3.

Πίνακας 14.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 20 | 1.33 | 0.06 | 0.01 | 4.76 | 0.62 | 329.7 | 69 |



Σχήμα 15. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 3 με φυτά Rima x Primavera κατά την τέταρτη μέτρηση από 2-7/7/2004.

Στο Σχήμα 15 παρουσιάζεται η τέταρτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Rima x Primavera στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3. Κατά τη μέτρηση αυτή παρατηρείται εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας. Χρησιμοποιώντας τα δεδομένα των παραπάνω

μετρήσεων στα δυο πειραματικά τεμάχια, έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και οι μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους, που υπολογίστηκαν ήταν οι παρακάτω (Πίνακας 15.1):

Πίνακας 15.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2 | Rima x Primavera | 14 | 1.04 | 0.1 | 0.03 | 5.8 | 0.62 | 107.6 | 35 |
| 3 | Rima x Primavera | 16 | 1.7 | 0.08 | 0.02 | 3.5 | 0.69 | 70.2 | 25 |

Από τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 15.1 και προκύπτουν μετά τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, αρχικά παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοιες για 35 και 25 B.E. αντίστοιχα. Επίσης η τιμή του ρυθμού αναπνοής διαφέρει στα δύο αυτά πειραματικά τεμάχια. Προκύπτει επίσης ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερες από αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3 ενώ η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 2 είναι μικρότερη της τιμής αυτής του πειραματικού τεμαχίου 3.

Από τη στατιστική ανάλυση προέκυψε ότι (Πίνακας 15.2):

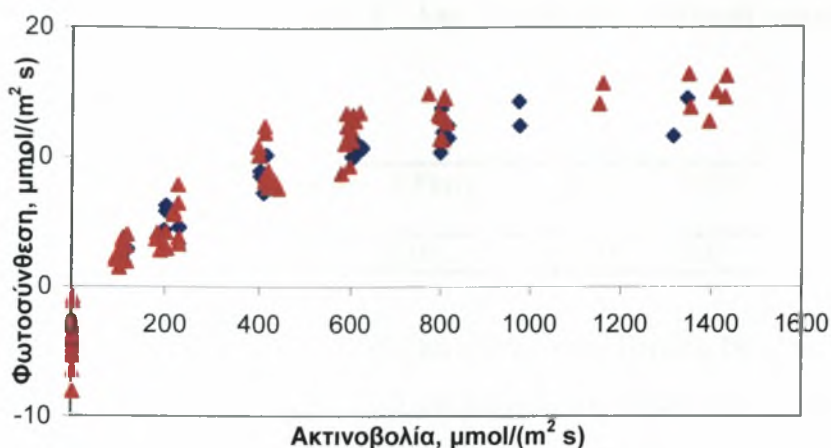
Πίνακας 15.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|-------|
| 1.9 | 0.99 | 1.148 | 1.93 | 60 | 0.32 | 0.25 | 0.016 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον Πίνακα 15.2, παρατηρείται ότι οι τιμές t των παραμέτρων Pmax, Rd και a είναι μικρότερες της τιμής t του πίνακα για 60 B.E. Η νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock έδωσε τις τιμές των παραμέτρων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 15.3.

Πίνακας 15.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------------|------|---------------|-------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 15 | 0.97 | 0.104 | 0.02 | 4.9 | 0.54 | 248.9 | 63 |



Σχήμα 16. Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 (♦) και 3 (▲) της μεταχείρισης 4 με φυτά Rima κατά την τέταρτη μέτρηση από 1-6/7/2004.

Η τέταρτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση με αυτόριζα φυτά Rima παρουσιάζεται στο Σχήμα 16. Από το Σχήμα 16, παρατηρείται ότι δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης για τις διάφορες τιμές της ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 2 και 3. Οι τιμές δηλαδή της φωτοσύνθεσης είναι παρόμοιες. Έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά και υπολογίστηκαν οι παρακάτω τιμές (Πίνακας 16.1):

Πίνακας 16.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2 | αυτόριζα Rima | 21 | 0.72 | 0.09 | 0.009 | 4.9 | 0.39 | 30.16 | 33 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 24 | 0.92 | 0.08 | 0.008 | 4.3 | 0.46 | 194.2 | 74 |

Από τα αποτελέσματα τα οποία παρουσιάζονται στον Πίνακα 16.1 και προκύπτουν μετά τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, αρχικά παρατηρείται ότι στα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες για 33 και 74 B.E. αντίστοιχα. Προκύπτει επίσης ότι στο πειραματικό τεμάχιο 2 οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερες από αυτές του πειραματικού τεμαχίου 3 ενώ η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 2 είναι μικρότερη της τιμής

αυτής του πειραματικού τεμαχίου 3. Από στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι (Πίνακας 16.2):

Πίνακας 16.2:

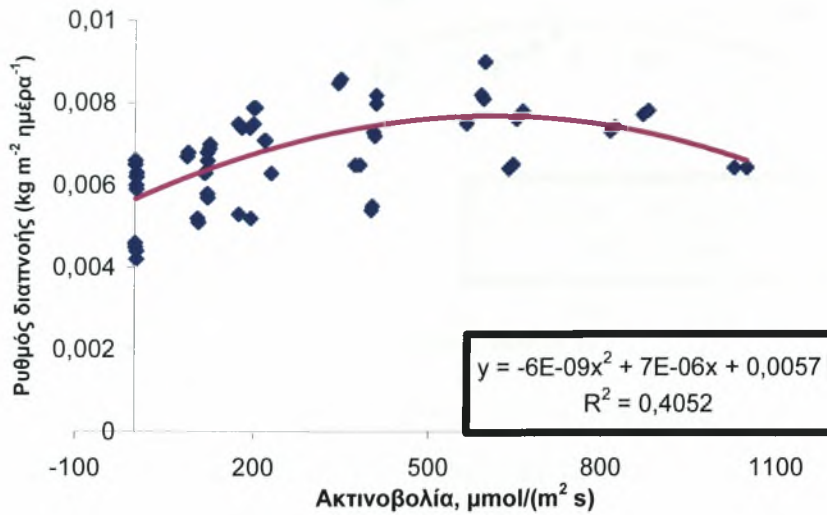
| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 1.84 | 1.24 | 1.04 | 107 | 0.07 | 0.21 | 0.3 |

Από τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης στον Πίνακα 16.2, παρατηρείται ότι οι τιμές t των παραμέτρων Pmax, Rd και a είναι μικρότερες της τιμής του t του πίνακα για 107 B.E. Λόγω αυτών μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων. Έπειτα έγινε νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 16.3):

Πίνακας 16.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | αυτόριζα Rima | 23 | 0.66 | 0.08 | 0.006 | 4.5 | 0.34 | 239.8 | 110 |

4.2 Ρυθμός διαπνοής.

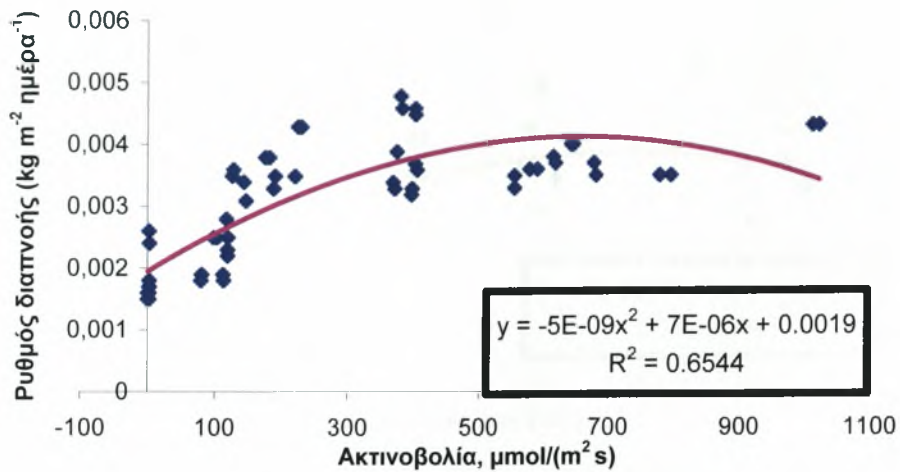


Σχήμα 17. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 1 με φυτά Rima x Rima στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την πρώτη μέτρηση.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ρυθμός διαπνοής συναρτήσει της PAR για τις τέσσερις μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια των 4 περιόδων μέτρησης όπως αυτός προκύπτει από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής η οποία είναι $E = ((a \cdot QNTM^2) + (b \cdot QNTM) + g)$. Από τη βαθμονόμηση της παραπάνω εξίσωσης προκύπτουν οι τιμές των παραμέτρων a, b και g, καθώς και οι τιμές του τυπικού σφάλματός τους.

Πίνακας 17.1:

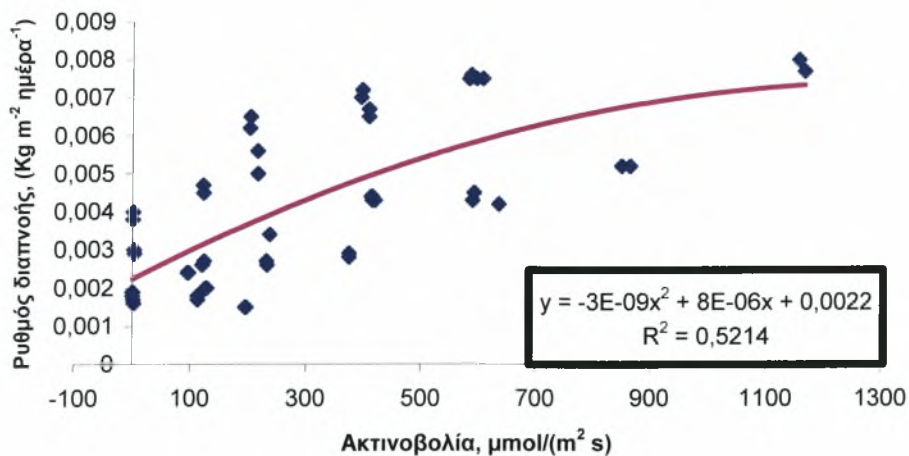
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Rima | -5.58×10^{-9} | 1.36×10^{-9} | 6.7×10^{-6} | 1.2×10^{-6} | 5.66×10^{-3} | 2.07×10^{-4} | 44×10^{-6} | 58 |



Σχήμα 18. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 2 με φυτά Rima x Heman στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά την πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 18.1:

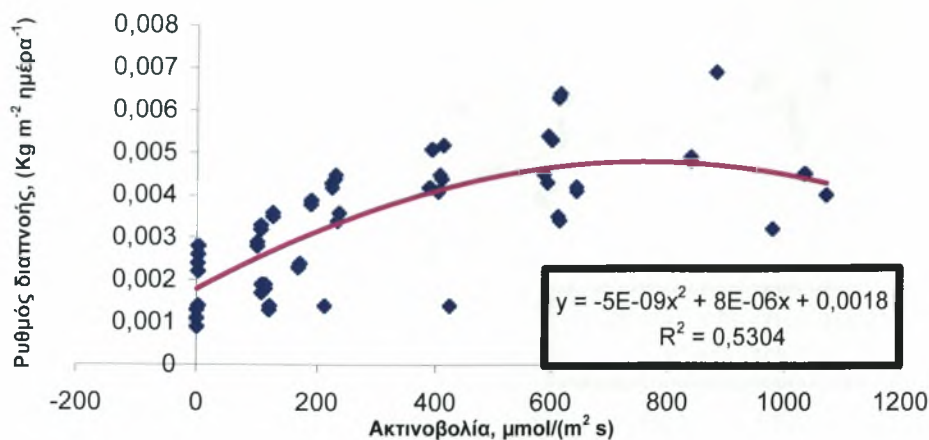
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----|
| Rima x Heman | -5.15×10^{-9} | 9.47×10^{-10} | 6.7×10^{-6} | 8.2×10^{-7} | 1.95×10^{-3} | 1.34×10^{-4} | 18×10^{-6} | 58 |



Σχήμα 19. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά Rima x Primavera στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά την πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 19.1:

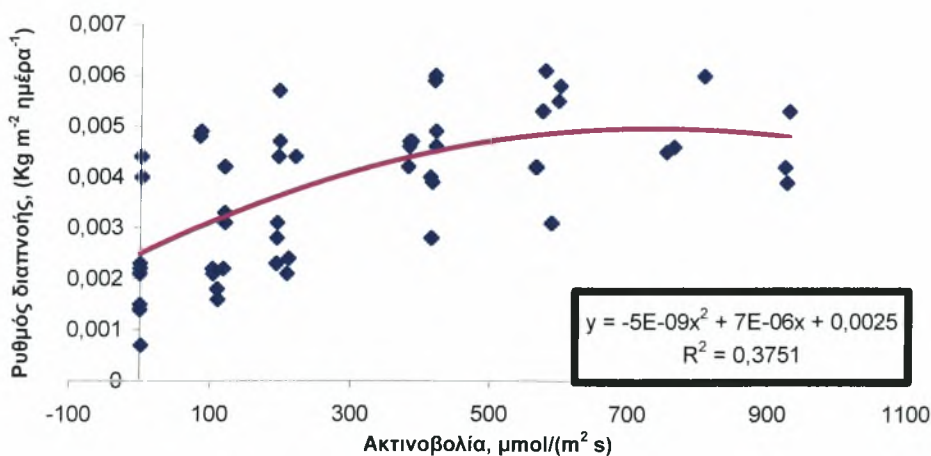
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Primavera | -2.94×10^{-9} | 1.86×10^{-9} | 7.79×10^{-6} | 1.92×10^{-6} | 2.23×10^{-3} | 3.68×10^{-4} | 99×10^{-6} | 48 |



Σχήμα 20. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά Rima x Primavera στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 20.1:

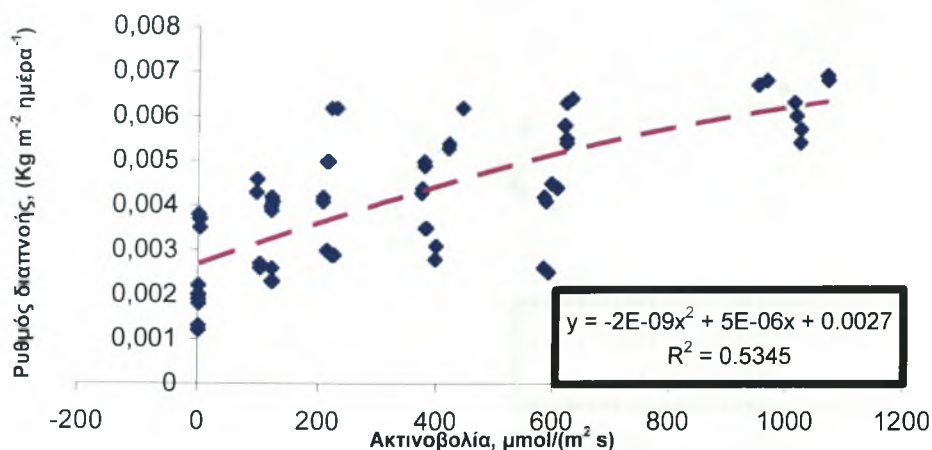
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Primavera | -5.27×10^{-9} | 1.29×10^{-9} | 7.96×10^{-6} | 1.29×10^{-6} | 1.79×10^{-3} | 2.35×10^{-4} | 63×10^{-6} | 62 |



Σχήμα 21. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 4 με φυτά αυτόριζα Rima στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την πρώτη μέτρηση.

Πίνακας 21.1:

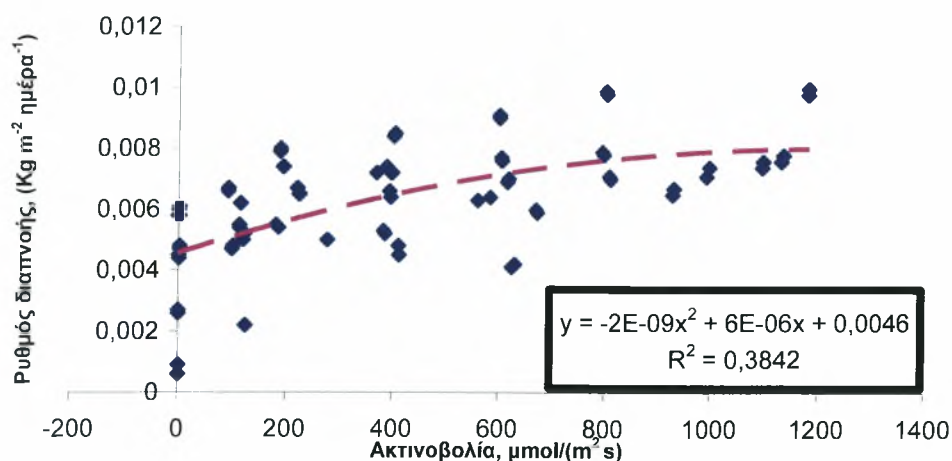
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| αυτόριζα Rima | -4.51×10^{-9} | 2.02×10^{-9} | 6.67×10^{-6} | 1.72×10^{-6} | 2.49×10^{-3} | 2.79×10^{-4} | 83×10^{-6} | 61 |



Σχήμα 22. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 1 με φυτά Rima x Rima στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 22.1:

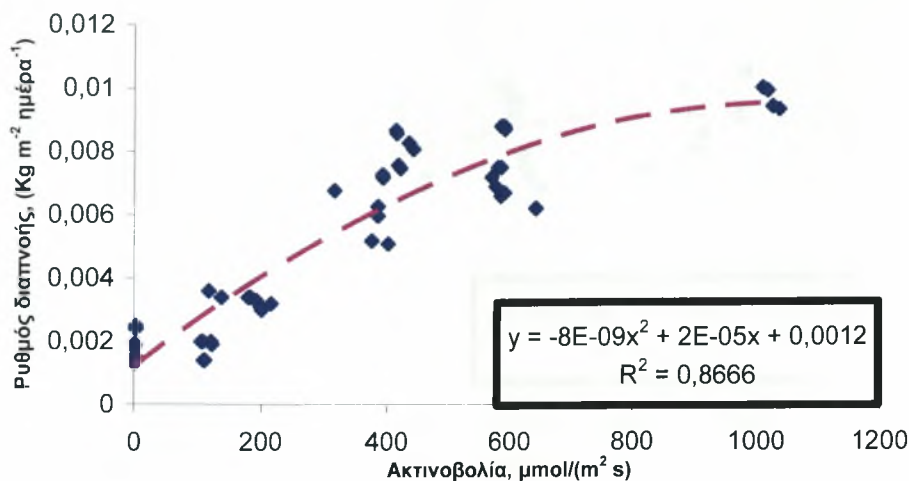
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Rima | -1.53×10^{-9} | 1.28×10^{-9} | 5.03×10^{-6} | 1.3×10^{-6} | 2.68×10^{-3} | 2.51×10^{-4} | 75×10^{-6} | 65 |



Σχήμα 23. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 1 με φυτά Rima x Rima στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 23.1:

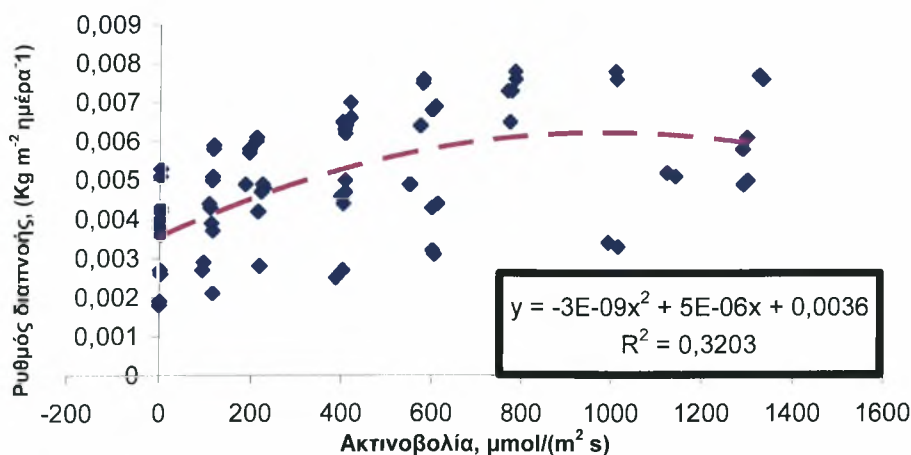
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|------|
| Rima x Rima | -2.37×10^{-9} | 1.49×10^{-9} | 5.74×10^{-6} | 1.6×10^{-6} | 4.56×10^{-3} | 3.4×10^{-4} | 167×10^{-6} | 73 |



Σχήμα 24. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 2 με φυτά Rima x Heman στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 24.1:

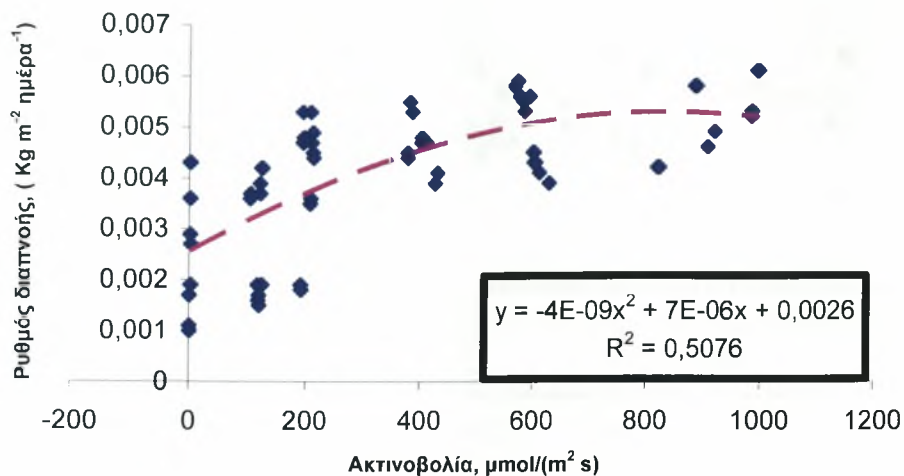
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------|------------------------|----------------------|------------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Heman | -7.56×10^{-9} | 1.5×10^{-9} | 1.584×10^{-5} | 1.5×10^{-6} | 1.2×10^{-3} | 3.03×10^{-4} | 54×10^{-6} | 48 |



Σχήμα 25. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 2 με φυτά Rima x Heman στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 25.1:

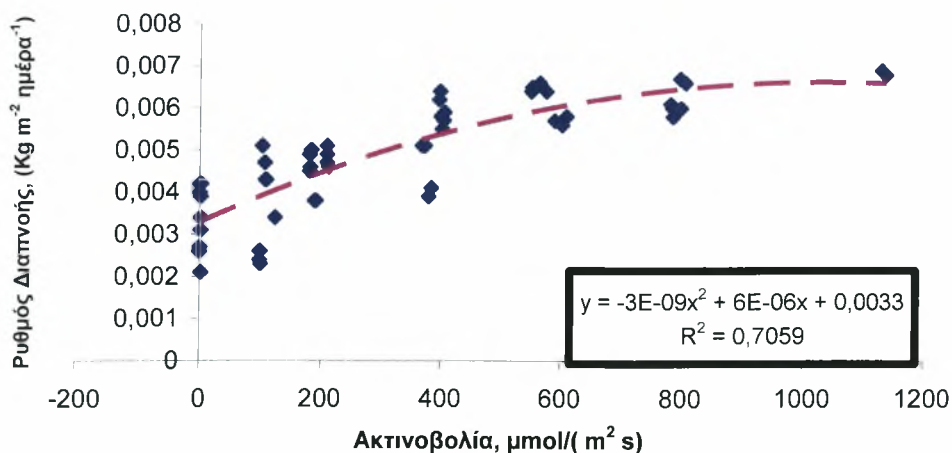
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Heman | -2.74×10^{-9} | 1.01×10^{-9} | 5.42×10^{-6} | 1.28×10^{-6} | 3.55×10^{-3} | 3.01×10^{-4} | 14×10^{-5} | 75 |



Σχήμα 26. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά Rima x Primavera στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 26.1:

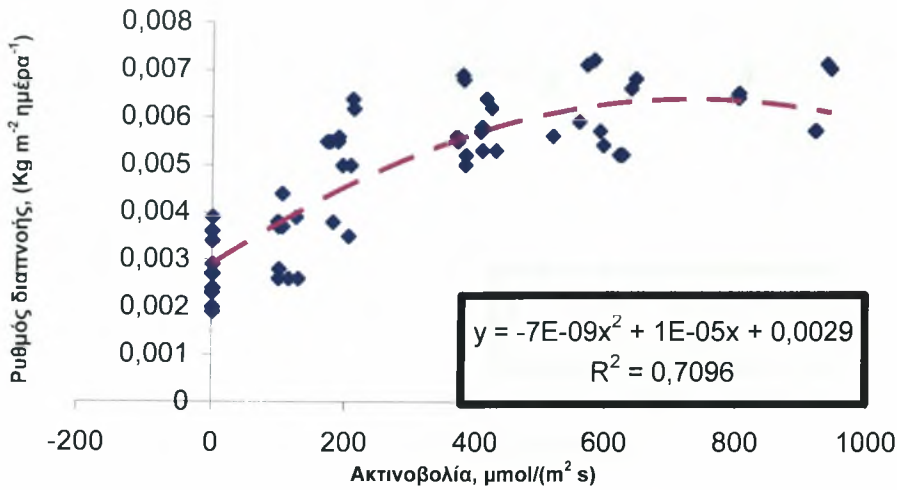
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Primavera | -3.96×10^{-9} | 1.39×10^{-9} | 6.57×10^{-6} | 1.3×10^{-6} | 2.56×10^{-3} | 2.34×10^{-4} | 61×10^{-6} | 64 |



Σχήμα 27. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά Rima x Primavera στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 27.1:

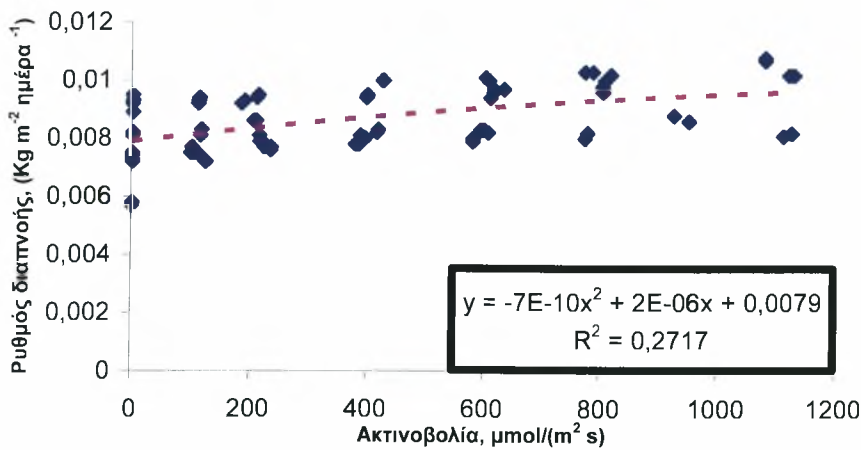
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Primavera | -3.12×10^{-9} | 9.83×10^{-10} | 6.46×10^{-6} | 9.47×10^{-7} | 3.29×10^{-3} | 1.69×10^{-4} | 31×10^{-6} | 57 |



Σχήμα 28. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 4 με φυτά αυτόριζα Rima στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά τη δεύτερη μέτρηση.

Πίνακας 28.1:

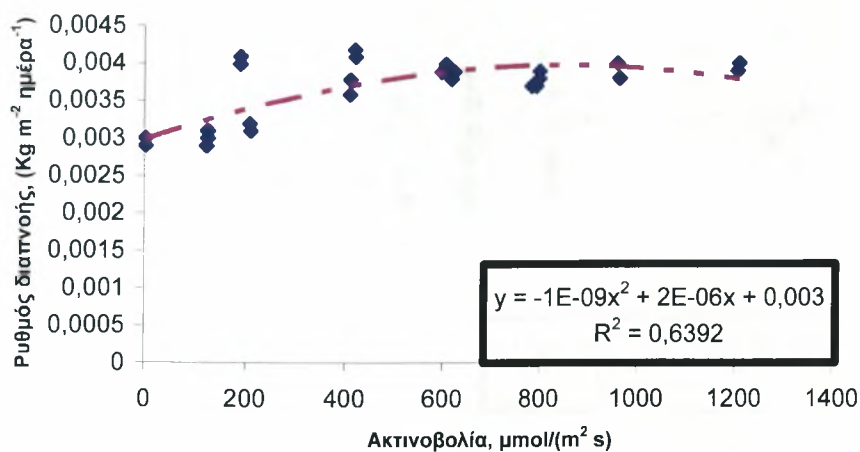
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|---------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|------|
| αυτόριζα Rima | -6.55×10^{-9} | 1.35×10^{-9} | 9.55×10^{-6} | 1.16×10^{-6} | 2.9×10^{-3} | 1.9×10^{-4} | 41×10^{-5} | 63 |



Σχήμα 29. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 4 με φυτά αυτόριζα Rima στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την τρίτη μέτρηση.

Πίνακας 29.1:

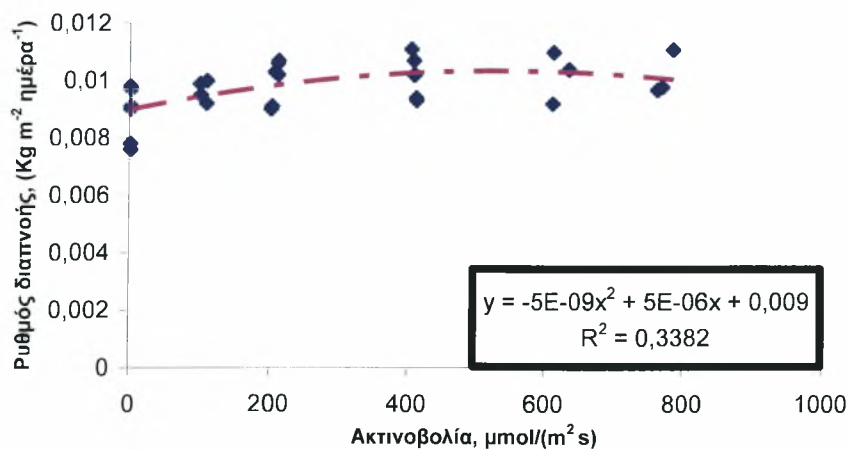
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|---------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| αυτόριζα Rima | -7.44×10^{-10} | 9.99×10^{-10} | 2.39×10^{-6} | 1.06×10^{-6} | 7.89×10^{-3} | 2.15×10^{-4} | 63×10^{-6} | 71 |



Σχήμα 30. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 2 με φυτά Rima x Heman στο πειραματικό τεμάχιο 2 κατά την τέταρτη μέτρηση.

Πίνακας 30.1:

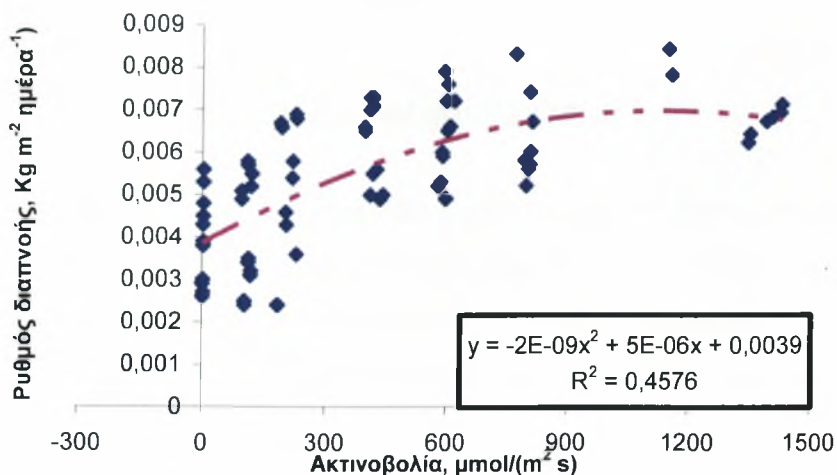
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------|------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|------|
| Rima x Heman | -1.43×10^{-9} | 4.26×10^{-10} | 2.39×10^{-6} | 4.85×10^{-7} | 2.98×10^{-3} | 1.081×10^{-4} | 1.98×10^{-6} | 25 |



Σχήμα 31. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά Rima x Primavera στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την τέταρτη μέτρηση.

Πίνακας 31.1:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Primavera | -4.74×10^{-9} | 2.43×10^{-9} | 5.13×10^{-6} | 1.86×10^{-6} | 8.97×10^{-3} | 2.66×10^{-4} | 13×10^{-6} | 25 |



Σχήμα 32. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 4 με φυτά αυτόριζα Rima στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την τέταρτη μέτρηση.

Πίνακας 32.1:

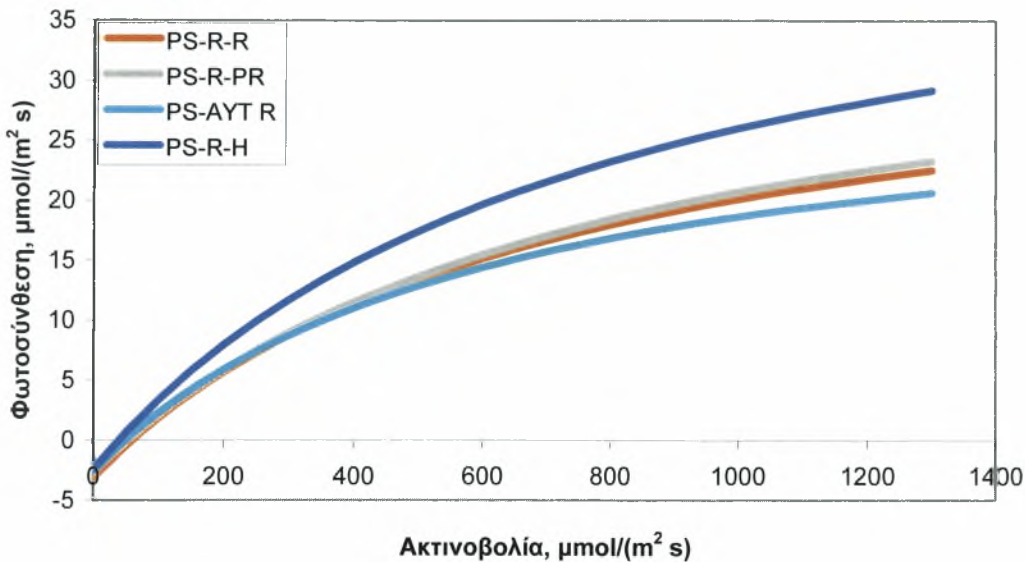
| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-------------------|------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|------|
| Rima x Rima | -2.43×10^{-9} | 7.43×10^{-10} | 5.48×10^{-6} | 1.001×10^{-6} | 3.86×10^{-3} | 2.49×10^{-4} | 99×10^{-6} | 74 |

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συζήτηση

5.1 Επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό φωτοσύνθεσης.

Στα Σχήματα 33 έως 36 παρουσιάζεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της PAR, για τις 4 μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου μέτρησης (από 30/4 έως 6/5, 49 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) για τα δύο πειραματικά τεμάχια, 2 και 3, μαζί. Η επεξεργασία που ακολούθησε ήταν ίδια με αυτή της πρώτης επεξεργασίας.

1^η Μέτρηση



Σχήμα 33. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Heman, Rima x Primavera και αυτόριζα Rima κατά την πρώτη μέτρηση (από 30/4 έως 6/5, 49 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) όταν τα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 ενοποιηθούν.

Παρατηρώντας το Σχήμα 33, φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της πρώτης περιόδου μέτρησης η μεταχείριση Rima x Heman έχει το μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Ο ρυθμός φωτοσύνθεσης για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Primavera και αυτόριζα Rima είναι παρόμοιος και ο μικρότερος ρυθμός φωτοσύνθεσης εμφανίζεται στη μεταχείριση με αυτόριζα Rima.

Συγκρίνοντας τα Rima x Rima με τα Rima x Heman:

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 33.1):

Πίνακας 33.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 39 | 2.5 | 0.057 | 0.004 | 3.125 | 0.399 | 544 | 124 |
| 3 | Rima x Heman | 50 | 3.55 | 0.066 | 0.004 | 2.43 | 0.39 | 115.1 | 56 |

Προκύπτει ότι τα φυτά Rima x Heman έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα Rima x Rima, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.2):

Πίνακας 33.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 2.53 | 1.59 | 1.245 | 180 | 0.012 | 0.11 | 0.21 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.2) προκύπτει ότι η τιμή t των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα. Συμπεραίνουμε έτσι ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima με τα Rima x Heman.

Συγκρίνοντας τα Rima x Rima και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 33.3):

Πίνακας 33.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 39 | 2.5 | 0.057 | 0.004 | 3.125 | 0.399 | 544 | 124 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 41 | 2.69 | 0.054 | 0.003 | 2.66 | 0.35 | 364.4 | 113 |

Από τον Πίνακα 33.3 προκύπτει ότι οι τιμές των παραμέτρων Pmax, a και Rd για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima και Rima x Primavera, είναι παρόμοιες. Από στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι (Πίνακας 33.4):

Πίνακας 33.4:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|------|------|
| 1.9 | 0.61 | 0.6 | 0.87 | 237 | 0.54 | 0.54 | 0.38 |

Όπως προκύπτει από τον Πίνακα 33.4 η τιμή t των παραμέτρων Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα, οπότε μεταξύ των μεταχειρίσεων δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Συγκρίνοντας τις μεταχειρίσεις Rima x Rima και αυτόριζα Rima.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους (Πίνακας 33.5) είναι:

Πίνακας 33.5:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|----------------------------|------|------------------|-------|------------------|-------|------------------|--------------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima αυτόριζα | 39 | 2.5 | 0.057 | 0.004 | 3.125 | 0.399 | 544 | 124 |
| 2+3 | Rima | 34 | 1.78 | 0.057 | 0.003 | 2.57 | 0.29 | 293 | 127 |

Από τη βαθμονόμηση (Πίνακας 33.5) προκύπτει ότι τα φυτά Rima x Rima έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης και οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι παρόμοιες. Ακολουθεί στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.6).

Πίνακας 33.6:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|------|------|
| 1.9 | 0.61 | 0.6 | 0.87 | 237 | 0.54 | 0.55 | 0.38 |

Με βάση τον Πίνακα 33.6 προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και αυτόριζα Rima γιατί η τιμή t των παραμέτρων Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από αυτή του πίνακα.

Σύγκριση των μεταχειρίσεων Rima x Heman και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 33.7):

Πίνακας 33.7:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 41 | 2.69 | 0.054 | 0.003 | 2.66 | 0.35 | 364.4 | 113 |
| 3 | Rima x Heman | 50 | 3.55 | 0.066 | 0.004 | 2.43 | 0.39 | 115.1 | 56 |

Με βάση τον προηγούμενο Πίνακα 33.7 τα φυτά Rima x Heman έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα Rima x Primavera. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.8):

Πίνακας 33.8:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-----|------|
| 1.9 | 0.065 | 0 | 0 | 226 | 0.95 | 1 | 1 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.8) προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Heman και Rima x Primavera.

Σύγκριση των μεταχειρίσεων Rima x Heman και αυτόριζα Rima.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 33.9):

Πίνακας 33.9:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | αυτόριζα Rima | 34 | 1.78 | 0.057 | 0.003 | 2.57 | 0.29 | 293 | 127 |
| 3 | Rima x Heman | 50 | 3.55 | 0.066 | 0.004 | 2.43 | 0.39 | 115.1 | 56 |

Από τον παραπάνω Πίνακα 33.9 προκύπτει ότι τα φυτά Rima x Heman έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα αυτόριζα φυτά Rima. Η στατιστική ανάλυση έδειξε ότι (Πίνακας 33.10):

Πίνακας 33.10:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t max | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 4.028 | 1.8 | 0.29 | 183 | 0 | 0.07 | 0.77 |

Από τον Πίνακα 33.10 προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Heman και αυτόριζα Rima.

Σύγκριση Rima x Primavera και αυτόριζα Rima.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 33.11):

Πίνακας 33.11:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 41 | 2.69 | 0.054 | 0.003 | 2.66 | 0.35 | 364.4 | 113 |
| 2+3 | αυτόριζα Rima | 34 | 1.78 | 0.057 | 0.003 | 2.57 | 0.29 | 293 | 127 |

Από τη βαθμονόμηση (Πίνακας 33.11) προκύπτει ότι τα φυτά Rima x Primavera έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα αυτόριζα Rima και οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.12):

Πίνακας 33.12:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|------|
| 1.9 | 2.24 | 0.71 | 0.198 | 240 | 0.025 | 0.48 | 0.84 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 33.12) προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Primavera και αυτόριζα Rima.

Από την επεξεργασία που έχει προηγηθεί προκύπτει ότι τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Heman, Rima x Primavera και αυτόριζα Rima είναι (Πίνακας 33.13):

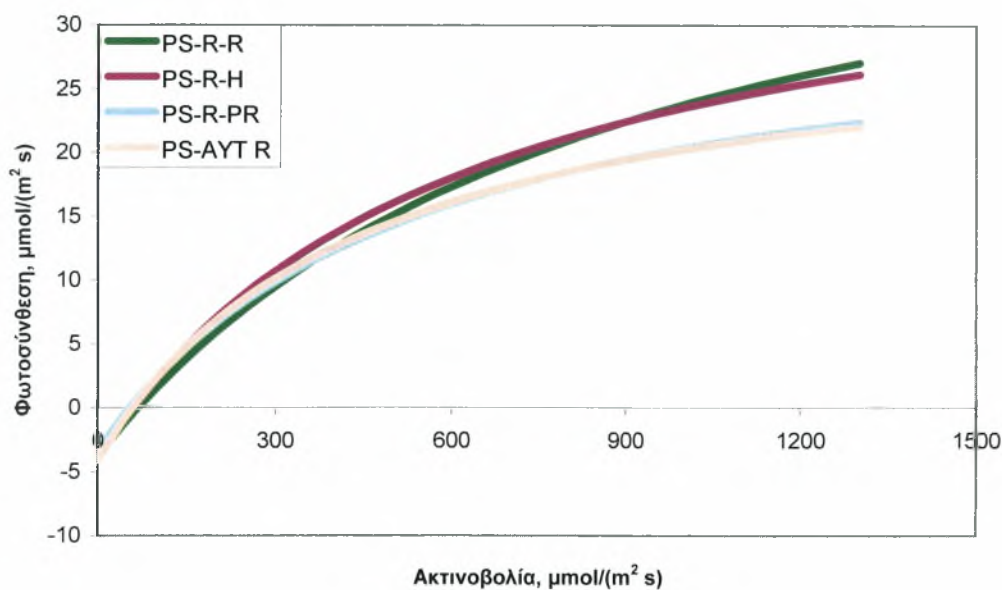
Πίνακας 33.13:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 39 | 2.5 | 0.057 | 0.004 | 3.125 | 0.399 | 544 | 124 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 41 | 2.69 | 0.054 | 0.003 | 2.66 | 0.35 | 364.4 | 113 |
| 2+3 | αυτόριζα Rima | 34 | 1.78 | 0.057 | 0.003 | 2.57 | 0.29 | 293 | 127 |
| 3 | Rima x Heman | 50 | 3.55 | 0.066 | 0.004 | 2.43 | 0.39 | 115.1 | 56 |

Με βάση τα αποτελέσματα του Πίνακα 33.13 προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια της πρώτης μέτρησης τα φυτά Rima x Heman είχαν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης ενώ τα αυτόριζα φυτά Rima παρουσίασαν το μικρότερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας (a) και του ρυθμού αναπνοής (Rd), δε ήταν παρόμοιες.

Με βάση την επεξεργασία που ακολούθησε προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις οι οποίες διαφέρουν μεταξύ τους είναι οι: Rima x Rima-Rima x Heman, Rima x Heman-αυτόριζα Rima και Rima x Primavera-αυτόριζα Rima. Οι μεταχειρίσεις δε οι οποίες δεν διαφέρουν είναι οι: Rima x Rima-Rima x Primavera, Rima x Rima-αυτόριζα Rima, Rima x Heman-Rima x Primavera.

2^η Μέτρηση



Σχήμα 34. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Primavera, αυτόριζα Rima και Rima x Heman κατά την δεύτερη μέτρηση (από 15 έως 18/5, 64 ημέρες μετά τη μεταφύτευση) όταν τα πειραματικά τεμάχια 2 και 3 ενοποιηθούν.

Από το Σχήμα 34 προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου μέτρησης η μεταχείριση με αυτόριζα Rima παρουσιάζει το μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης μαζί με τη μεταχείριση Rima x Primavera και η μεταχείριση Rima x

Rima το μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης μαζί με τη μεταχείριση Rima x Heman. Οι μεταχειρίσεις Rima x Primavera και αυτόριζα Rima έχουν παρόμοιο ρυθμό φωτοσύνθεσης όπως και οι μεταχειρίσεις Rima x Rima και Rima x Heman.

Σύγκριση Rima x Rima και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 34.1):

Πίνακας 34.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 51 | 3.08 | 0.06 | 0.004 | 3.77 | 0.44 | 799.5 | 141 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 36 | 1.33 | 0.07 | 0.005 | 3.39 | 0.39 | 573.5 | 140 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 34.1 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Primavera κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 34.2):

Πίνακας 34.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 4.47 | 1.56 | 0.6 | 281 | 0 | 0.119 | 0.52 |

Από τον Πίνακα 34.2 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και Rima x Primavera, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Rima και Rima x Heman.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 34.3):

Πίνακας 34.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 51 | 3.08 | 0.06 | 0.004 | 3.77 | 0.44 | 799.5 | 141 |
| 2+3 | Rima x Heman | 44 | 2.12 | 0.07 | 0.005 | 3.9 | 0.5 | 943 | 141 |

Από την παραπάνω βαθμονόμηση (Πίνακας 34.3) φαίνεται ότι τα φυτά Rima x Rima έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα φυτά Rima x Heman ενώ οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.4).

Πίνακας 34.4:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-------|-------|
| 1.9 | 1.87 | 1.56 | 0.19 | 282 | 0.06 | 0.119 | 0.845 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.4) προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και Rima x Heman.

Σύγκριση Rima x Rima και αυτόριζα Rima.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 34.5):

Πίνακας 34.5:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 51 | 3.08 | 0.06 | 0.004 | 3.77 | 0.44 | 799.5 | 141 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 35 | 1.5 | 0.08 | 0.007 | 4.1 | 0.5 | 261.5 | 65 |

Από τον παραπάνω Πίνακα 34.5 φαίνεται ότι τα φυτά της μεταχείρισης με αυτόριζα Rima έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα φυτά της μεταχείρισης Rima x Rima. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.6):

Πίνακας 34.6:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 4.67 | 2.48 | 0.49 | 206 | 0 | 0.013 | 0.62 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.6) προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και αυτόριζα Rima.

Σύγκριση Rima x Primavera και Rima x Heman.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 34.7):

Πίνακας 34.7:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 44 | 2.12 | 0.07 | 0.005 | 3.9 | 0.5 | 943 | 141 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 36 | 1.33 | 0.07 | 0.005 | 3.39 | 0.39 | 573.5 | 140 |

Από τη βαθμονόμηση (Πίνακας 34.7) προκύπτει ότι τα φυτά της μεταχείρισης Rima x Heman έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα φυτά της μεταχείρισης Rima x Primavera και οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Τα αποτελέσματα της στατιστικής ανάλυσης είναι (Πίνακας 34.8):

Πίνακας 34.8:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-----|------|
| 1.9 | 3.19 | 0 | 0.8 | 281 | 0.0015 | 1 | 0.42 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.8) προκύπτει ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Heman και Rima x Primavera.

Σύγκριση αυτόριζα Rima και Rima x Heman.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 34.9):

Πίνακας 34.9:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 44 | 2.12 | 0.07 | 0.005 | 3.9 | 0.5 | 943 | 141 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 35 | 1.5 | 0.08 | 0.007 | 4.1 | 0.5 | 261.5 | 65 |

Από τη βαθμονόμηση (Πίνακας 34.9) προκύπτει ότι τα αυτόριζα φυτά Rima έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα φυτά της μεταχείρισης Rima x Heman. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι (Πίνακας 34.10):

Πίνακας 34.10:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 3.46 | 1.16 | 0.28 | 206 | 0.0006 | 0.246 | 0.77 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.10) φαίνεται ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων αυτόριζα Rima και Rima x Heman.

Σύγκριση Rima x Primavera και αυτόριζα Rima.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 34.11):

Πίνακας 34.11:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera | 36 | 1.33 | 0.07 | 0.005 | 3.39 | 0.39 | 573.5 | 140 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 35 | 1.5 | 0.08 | 0.007 | 4.1 | 0.5 | 261.5 | 65 |

Από τη βαθμονόμηση (Πίνακας 34.11) προκύπτει ότι τα αυτόριζα Rima έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα Rima x Primavera. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.12):

Πίνακας 34.12:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 0.498 | 1.16 | 1.119 | 205 | 0.618 | 0.246 | 0.26 |

Από τη στατιστική ανάλυση (Πίνακας 34.12) προκύπτει ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Primavera και αυτόριζα Rima.

Από την επεξεργασία που έχει προηγηθεί προκύπτει ότι τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Heman, Rima x Primavera και αυτόριζα Rima είναι (Πίνακας 34.13):

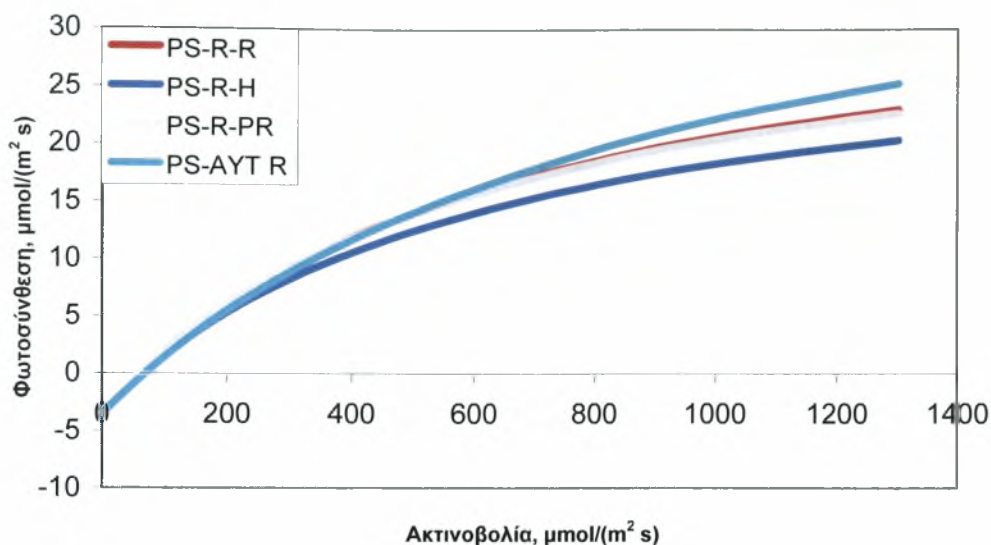
Πίνακας 34.13:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Rima | 51 | 3.08 | 0.06 | 0.004 | 3.77 | 0.44 | 799.5 | 141 |
| 2+3 | Rima x Heman | 44 | 2.12 | 0.07 | 0.005 | 3.9 | 0.5 | 943 | 141 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 36 | 1.33 | 0.07 | 0.005 | 3.39 | 0.39 | 573.5 | 140 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 35 | 1.5 | 0.08 | 0.007 | 4.1 | 0.5 | 261.5 | 65 |

Από τα αποτελέσματα του Πίνακα 34.13 προκύπτει ότι τα φυτά Rima x Rima παρουσίασαν το μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης ενώ τα φυτά αυτόριζα Rima παρουσίασαν το μικρότερο. Παρ' όλα αυτά όμως οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας (a) και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής (Rd) ήταν παρόμοιες.

Από την παραπάνω στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι: οι μεταχειρίσεις που διαφέρουν μεταξύ τους είναι Rima x Rima-Rima x Primavera, Rima x Rima-αυτόριζα Rima, Rima x Primavera-Rima x Heman και αυτόριζα Rima-Rima x Heman ενώ οι μεταχειρίσεις οι οποίες δε διαφέρουν είναι Rima x Rima-Rima x Heman και Rima x Primavera-αυτόριζα Rima.

3^η Μέτρηση



Σχήμα 35. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Primavera, αυτόριζα Rima και Rima x Heman κατά την τρίτη μέτρηση (από 9/6 έως 23/6, 89 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

Από το Σχήμα 35 προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης η μεταχείριση με αυτόριζα Rima έχει μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης και η μεταχείριση Rima x Heman έχει το μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης. Οι δε μεταχειρίσεις Rima x Rima και Rima x Primavera, έχουν παρόμοιο ρυθμό φωτοσύνθεσης.

Σύγκριση Rima x Rima και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 35.1):

Πίνακας 35.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 39 | 2.08 | 0.06 | 0.005 | 3.57 | 0.5 | 262 | 75 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 35 | 1.09 | 0.07 | 0.004 | 4.28 | 0.36 | 538 | 153 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 35.1 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Primavera

κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 35.2):

Πίνακας 35.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 1.7 | 1.56 | 1.15 | 228 | 0.089 | 0.119 | 0.25 |

Από τον Πίνακα 35.2 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και Rima x Primavera, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Rima και Rima x Heman.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 35.3):

Πίνακας 35.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|-----------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 39 | 2.08 | 0.06 | 0.005 | 3.57 | 0.5 | 262 | 75 |
| 3 | Rima x Heman | 34 | 1.77 | 0.06 | 0.005 | 3.56 | 0.38 | 126.4 | 65 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 35.3 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Heman κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 35.4):

Πίνακας 35.4:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-----|------|
| 1.9 | 1.83 | 0 | 0.015 | 140 | 0.069 | 1 | 0.98 |

Από τον Πίνακα 35.4 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και Rima x Heman, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Rima και αυτόριζα Rima.

Από την βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 35.5):

Πίνακας 35.5:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 39 | 2.08 | 0.06 | 0.005 | 3.57 | 0.5 | 262 | 75 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 48 | 2.8 | 0.06 | 0.003 | 3.54 | 0.38 | 149.9 | 71 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 35.5 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μικρότερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση με αυτόριζα Rima κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 35.6):

Πίνακας 35.6:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-----|------|
| 1.9 | 2.58 | 0 | 0.047 | 146 | 0.01 | 1 | 0.96 |

Από τον Πίνακα 35.6 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και αυτόριζα Rima, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Heman και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 35.7):

Πίνακας 35.7:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Heman | 34 | 1.77 | 0.06 | 0.005 | 3.56 | 0.38 | 126.4 | 65 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 35 | 1.09 | 0.07 | 0.004 | 4.28 | 0.36 | 538 | 153 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 35.7 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Primavera έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Heman κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της

αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 35.8):

Πίνακας 35.8:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 0.48 | 1.56 | 1.37 | 218 | 0.63 | 0.119 | 0.17 |

Από τον Πίνακα 35.8 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Primavera και Rima x Heman, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Heman και αυτόριζα Rima.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 35.9):

Πίνακας 35.9:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|------------------|------|------------------|------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| 3 | Rima x Heman | 34 | 1.77 | 0.06 | 0.005 | 3.56 | 0.38 | 126.4 | 65 |
| 3 | αυτόριζα Rima | 48 | 2.8 | 0.06 | 0.003 | 3.54 | 0.38 | 149.9 | 71 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 35.9 προκύπτει ότι η μεταχείριση με αυτόριζα Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Heman κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 35.10):

Πίνακας 35.10:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-----|------|
| 1.9 | 4.22 | 0 | 0.037 | 136 | 0 | 1 | 0.97 |

Από τον Πίνακα 35.10 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων με αυτόριζα Rima και Rima x Heman, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση αυτόριζα Rima και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 35.11):

Πίνακας 35.11:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | Rima x Primavera αυτόριζα | 35 | 1.09 | 0.07 | 0.004 | 4.28 | 0.36 | 538 | 153 |
| 3 | Rima | 48 | 2.8 | 0.06 | 0.003 | 3.54 | 0.38 | 149.9 | 71 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 35.11 προκύπτει ότι η μεταχείριση αυτόριζα Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Primavera κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 35.12):

Πίνακας 35.12:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|-------|-------|
| 1.9 | 4.326 | 2 | 1.41 | 224 | 0 | 0.046 | 0.158 |

Από τον Πίνακα 35.12 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Primavera και αυτόριζα Rima, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

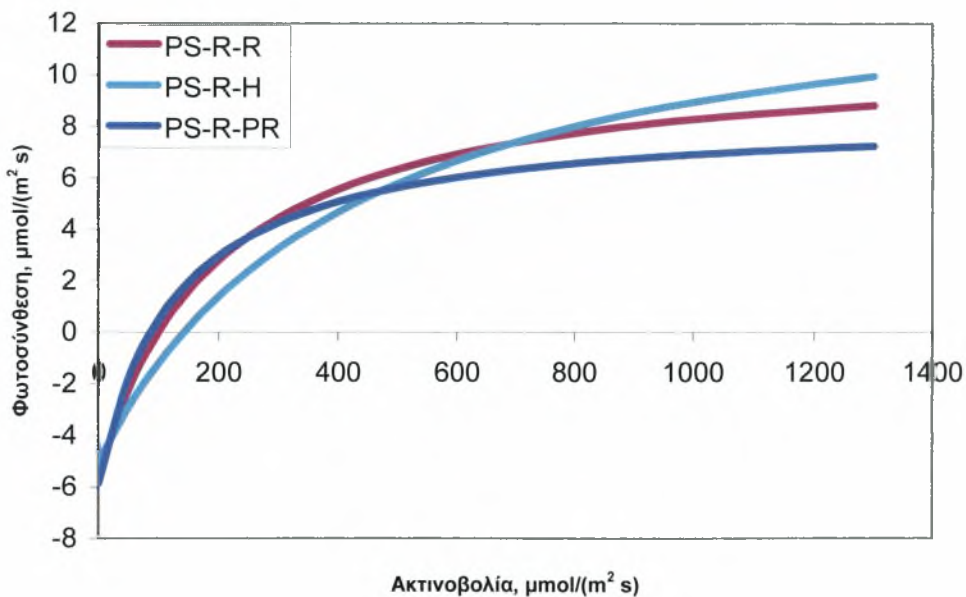
Από την επεξεργασία που έχει προηγηθεί προκύπτει ότι τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Heman, Rima x Primavera και αυτόριζα Rima είναι (Πίνακας 35.13):

Πίνακας 35.13:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|-----------------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 39 | 2.08 | 0.06 | 0.005 | 3.57 | 0.5 | 262 | 75 |
| 3 | Heman Rima x | 34 | 1.77 | 0.06 | 0.005 | 3.56 | 0.38 | 126.4 | 65 |
| 2+3 | Primavera αυτόριζα | 35 | 1.09 | 0.07 | 0.004 | 4.28 | 0.36 | 538 | 153 |
| 3 | Rima | 48 | 2.8 | 0.06 | 0.003 | 3.54 | 0.38 | 149.9 | 71 |

Με βάση τον Πίνακα 35.13 φαίνεται ότι τα αυτόριζα φυτά Rima έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης και ο μικρότερος μέγιστος ρυθμός φωτοσύνθεσης είναι στη μεταχείριση Rima x Heman κατά τη διάρκεια της τρίτης περιόδου μέτρησης. Από την στατιστική ανάλυση που έχει προηγηθεί προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις Rima x Rima-Rima x Primavera, Rima x Rima-Rima x Heman, Rima x Heman-Rima x Primavera δεν διαφέρουν ενώ οι μεταχειρίσεις Rima x Rima-αυτόριζα Rima, Rima x Heman-αυτόριζα Rima, αυτόριζα Rima-Rima x Primavera διαφέρουν.

4^η Μέτρηση



Σχήμα 36. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Heman και Rima x Primavera κατά την τέταρτη μέτρηση (από 1 έως 7/7, 111 ημέρες μετά τη μεταφύτευση).

Από το Σχήμα 36 φαίνεται ότι κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης η μεταχείριση Rima x Heman έχει το μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης ενώ ο μικρότερος ρυθμός φωτοσύνθεσης εμφανίζεται στη μεταχείριση Rima x Primavera. Παρόλα αυτά μπορούμε δούμε ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ αυτών των μεταχειρίσεων. Η μεταχείριση με αυτόριζα Rima δεν

παρουσιάζεται γιατί διαφέρει σημαντικά των άλλων και δεν μπορεί να συγκριθεί με τις άλλες μεταχειρίσεις.

Σύγκριση Rima x Rima και Rima x Heman.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 36.1):

Πίνακας 36.1:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|--------------|------|---------------|------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 16 | 0.8 | 0.08 | 0.01 | 5.5 | 0.4 | 61 | 39 |
| 2+3 | Rima x Heman | 20 | 1.33 | 0.06 | 0.01 | 4.76 | 0.62 | 329.7 | 69 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 36.1 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Heman έχει τη μεγαλύτερη τιμή μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Rima κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 36.2):

Πίνακας 36.2:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|---------------|-------------|----------|-----------|-------------|--------|------|-------|
| 1.9 | 2.577 | 1.414 | 1.002 | 108 | 0.011 | 0.16 | 0.318 |

Από τον Πίνακα 36.2 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και Rima x Primavera, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Rima και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 36.3):

Πίνακας 36.3:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|-----|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 16 | 0.8 | 0.08 | 0.01 | 5.5 | 0.4 | 61 | 39 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 15 | 0.97 | 0.104 | 0.02 | 4.9 | 0.54 | 248.9 | 63 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 36.3 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει τη μεγαλύτερη τιμή μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Primavera κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 36.4):

Πίνακας 36.4:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|-------|------|
| 1.9 | 0.795 | 1.07 | 0.89 | 102 | 0.428 | 0.285 | 0.37 |

Από τον Πίνακα 36.4 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Rima και Rima x Primavera, δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Σύγκριση Rima x Heman και Rima x Primavera.

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock, τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους είναι (Πίνακας 36.5):

Πίνακας 36.5:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | A | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------------|---------------------|------|------------------|-------|------------------|------|------------------|--------------------|------|
| 2+3 | Rima x Heman | 20 | 1.33 | 0.06 | 0.01 | 4.76 | 0.62 | 329.7 | 69 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 15 | 0.97 | 0.104 | 0.02 | 4.9 | 0.54 | 248.9 | 63 |

Με βάση τον παραπάνω Πίνακα 36.5 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Heman έχει τη μεγαλύτερη τιμή μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση Rima x Primavera κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης. Οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση η οποία έδειξε ότι (Πίνακας 36.6):

Πίνακας 36.6:

| Τιμή t πίνακα | Τιμή t Pmax | Τιμή t a | Τιμή t Rd | Σύνολο B.E. | P Pmax | P a | P Rd |
|------------------|----------------|-------------|--------------|----------------|--------|------|------|
| 1.9 | 3.037 | 1.967 | 0.17 | 132 | 0.0028 | 0.05 | 0.86 |

Από τον Πίνακα 36.6 προκύπτει ότι μεταξύ των μεταχειρίσεων Rima x Heman και Rima x Primavera, υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Από την επεξεργασία που έχει προηγηθεί προκύπτει ότι τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima, Rima x Heman και Rima x Primavera είναι (Πίνακας 36.7):

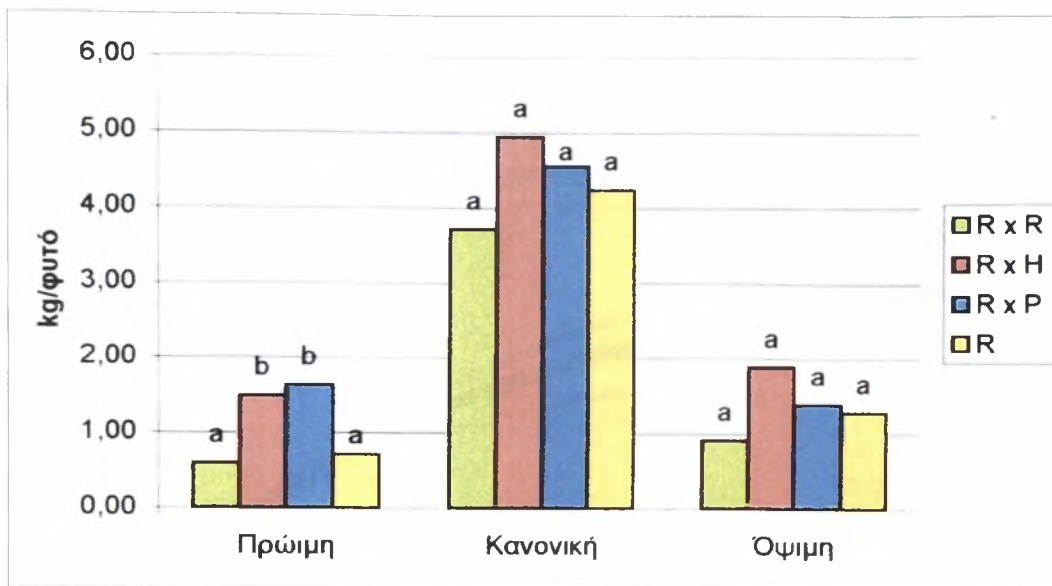
Πίνακας 36.7:

| Πειραμ. τεμάχιο | Μεταχείριση | Pmax | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | Rd | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|------------------|------|---------------|-------|---------------|------|---------------|-----------------|------|
| 3 | Rima x Rima | 16 | 0.8 | 0.08 | 0.01 | 5.5 | 0.4 | 61 | 39 |
| 2+3 | Rima x Heman | 20 | 1.33 | 0.06 | 0.01 | 4.76 | 0.62 | 329.7 | 69 |
| 2+3 | Rima x Primavera | 15 | 0.97 | 0.104 | 0.02 | 4.9 | 0.54 | 248.9 | 63 |

Από τον Πίνακα 36.7 προκύπτει ότι η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης για τα Rima x Heman κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης είναι μεγαλύτερη ενώ η μεταχείριση Rima x Primavera έχει τη μικρότερη τιμή μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης. Παρόλα αυτά οι τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης της ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού διαπνοής είναι παρόμοιες. Από την στατιστική ανάλυση που έχει προηγηθεί προκύπτει ότι οι μεταχειρίσεις Rima x Rima-Rima x Primavera και Rima x Heman-Rima x Primavera, διαφέρουν ενώ οι μεταχειρίσεις Rima x Rima-Rima x Primavera δε διαφέρουν μεταξύ τους.

Γενικότερα, από όλα τα προηγούμενα αποτελέσματα συμπεραίνουμε ότι ο εμβολιασμός συνέβαλλε θετικά στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης, καθώς στα εμβολιαζόμενα φυτά Rima x Rima, ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν πολύ μεγαλύτερος από ότι στα αυτόριζα Rima κατά τη διάρκεια των τριών περιόδων μέτρησης. Επίσης, προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Heman είχε μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης σε σχέση με τη μεταχείριση Rima x Primavera και έτσι, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο εμβολιασμός στο υποκείμενο Heman συνέβαλλε στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης.

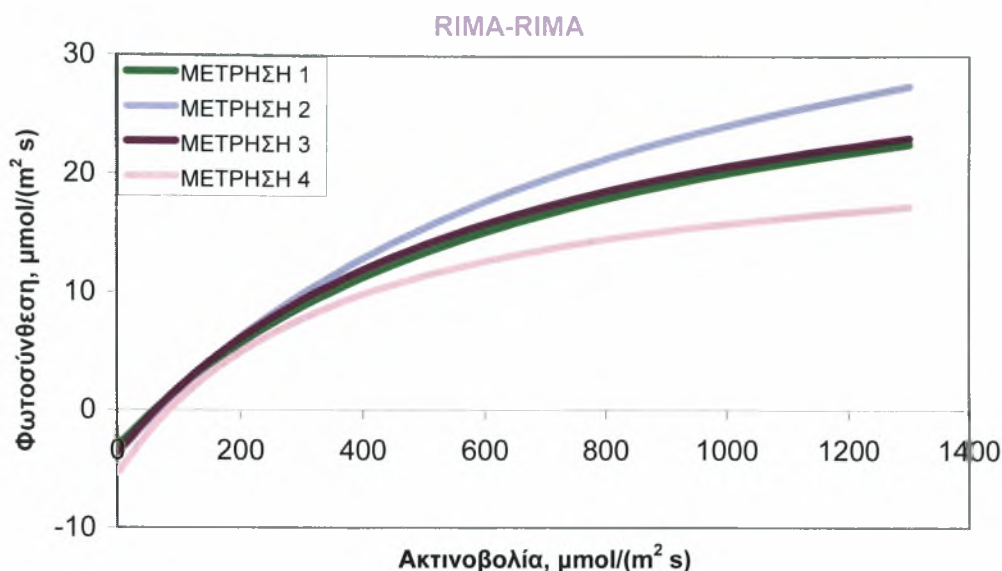
Σ' αυτό το σημείο θα πρέπει να αναφερθεί ότι κατά τη διάρκεια των μετρήσεων φωτοσύνθεσης και διαπνοής πραγματοποιούνταν, ταυτόχρονα, μετρήσεις της παραγωγής των συγκεκριμένων φυτών από την Τσιάνα (2005). Στο Σχήμα 36.7 παρουσιάζεται η παραγωγή καρπών της μελιτζάνας κατά τη διάρκεια τριών περιόδων, την πρώιμη (27 πρώτες μέρες παραγωγής), την κανονική (τις 70 επόμενες μέρες) και την όψιμη (τις τελευταίες 19 ημέρες).



Πίνακας 36.8: Παραγωγή καρπών μελιτζάνας κατά τη διάρκεια τριών περιόδων, την πρώιμη (27 πρώτες μέρες παραγωγής), την κανονική (τις 70 επόμενες μέρες) και την όψιμη (τις τελευταίες 19 ημέρες).

Στον Πίνακα 36.8 φαίνεται ότι η πρωιμότερη παραγωγή καρπών είναι εκείνη των Rima x Heman και Rima x Primavera φυτών τα οποία διαφέρουν στατιστικώς σημαντικά από τους δύο άλλους τύπους. Η κανονική και η όψιμη παραγωγή είναι όμοιες για όλες τις μεταχειρίσεις χωρίς να παρατηρούνται στατιστικώς σημαντικές διαφορές. Από τα στοιχεία, προκύπτει ότι καθένας από τους τύπους φυτών που μελετήθηκαν παρήγαγε τη μεγαλύτερη ποσότητα καρπών/ φυτό κατά την κανονική περίοδο παραγωγής. Έτσι, όπως παρουσιάζεται και από την Τσιάνα (2005), φαίνεται ότι ο εμβολιασμός των φυτών σε υποκείμενο Heman ευνόησε το ρυθμό φωτοσύνθεσης και συνεπώς τη συνολική παραγωγή της καλλιέργειας.

5.2 Επίδραση της ηλικίας των φυτών στο ρυθμό φωτοσύνθεσης.



Σχήμα 37. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση Rima x Rima κατά τη διάρκεια των τεσσάρων περιόδων μέτρησης.

Από το Σχήμα 37 παρατηρούμε ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης για τη μεταχείριση Rima x Rima αυξάνεται κατά τη δεύτερη περίοδο και στη συνέχεια μειώνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια των δύο επόμενων περιόδων μέτρησης. Παρατηρείται δηλαδή μία αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης ο οποίος στη συνέχεια μειώνεται σταδιακά.

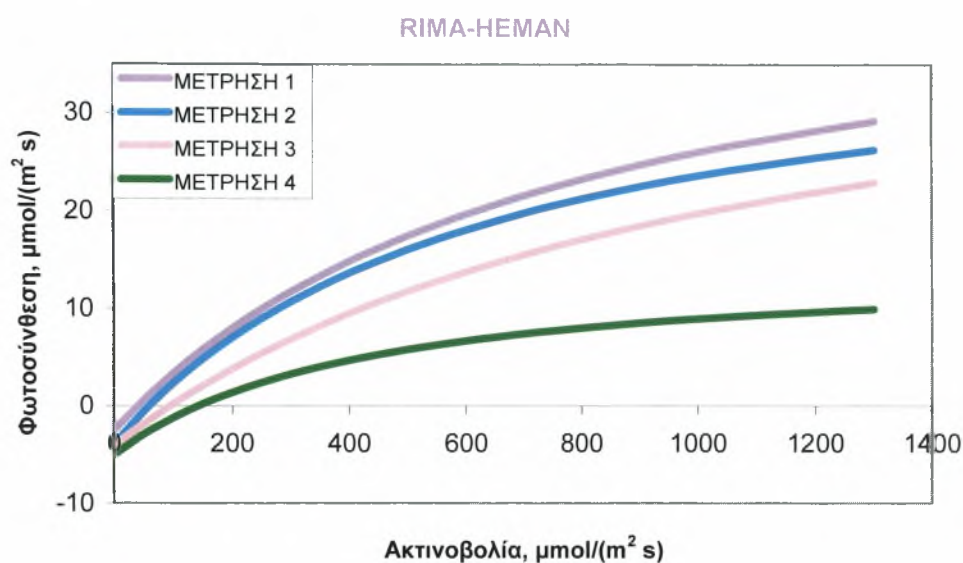
Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock που έχει γίνει για τη μεταχείριση Rima x Rima για τις τέσσερις περιόδους μέτρησης, έχουν προκύψει οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων P_{max} , a και R_d και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 37):

Πίνακας 37: Για τη μεταχείριση Rima x Rima.

| Πειραμ. τεμάχιο | Μέτρηση | P_{max} | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | R_d | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | 1 | 39 | 2.5 | 0.057 | 0.004 | 3.12 | 0.399 | 5.437 | 124 |
| 2+3 | 2 | 51 | 3.079 | 0.06 | 0.004 | 3.77 | 0.44 | 799 | 141 |
| 3 | 3 | 39 | 2.08 | 0.06 | 0.005 | 3.57 | 0.499 | 262 | 75 |
| 2 | 4 | 29 | 1.9 | 0.08 | 0.013 | 5.39 | 0.85 | 306 | 50 |

Από τον Πίνακα 37 φαίνεται ότι στα φυτά της μεταχείρισης Rima x Rima κατά τη διάρκεια της πρώτης μέτρησης, η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης τους είναι

39, στη δεύτερη μέτρηση η τιμή του αυξάνεται και είναι ίση με 51 και από την τρίτη μέτρηση αρχίζει να μειώνεται ώσπου κατά την τέταρτη μέτρηση η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι ίση με 29. Παρατηρούμε ότι ο μέγιστος ρυθμός φωτοσύνθεσης αυξάνεται αρχικά αλλά με την πάροδο του χρόνου μειώνεται.



Σχήμα 38. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση Rima x Heman κατά τη διάρκεια των τεσσάρων περιόδων μέτρησης.

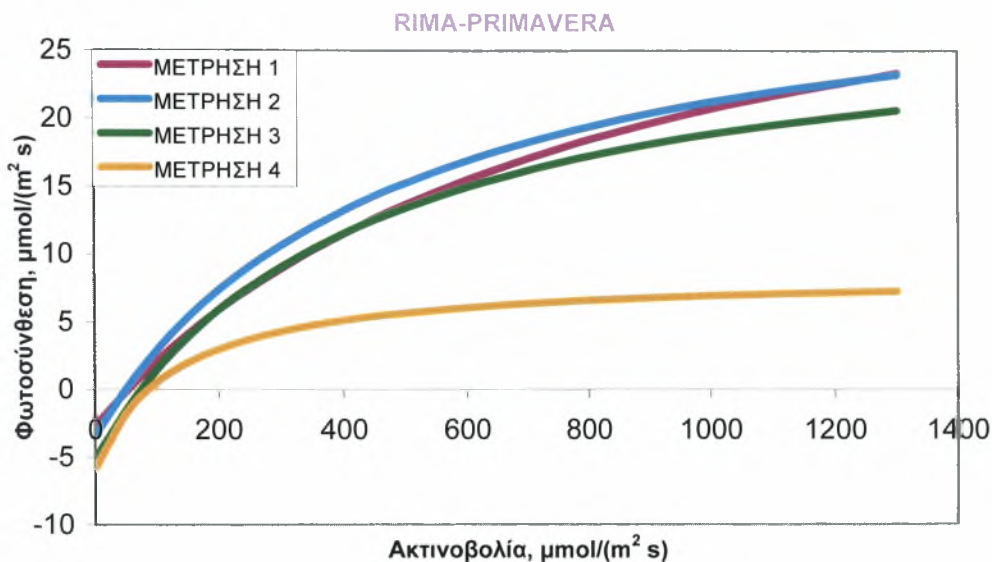
Από το Σχήμα 38 παρατηρείται ότι στη μεταχείριση Rima x Heman ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειώνεται σταδιακά κατά τη διάρκεια των τριών περιόδων μέτρησης και κατά τη διάρκεια της τέταρτης περιόδου μέτρησης ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειώνεται αισθητά.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock που έχει γίνει για τη μεταχείριση Rima x Heman για τις τέσσερις περιόδους μέτρησης, έχουν προκύψει οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων P_{max} , a και R_d και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 38).

Πίνακας 38: Για τη μεταχείριση Rima x Heman.

| Πειραμ. τεμάχιο | Μέτρηση | P_{max} | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | R_d | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------|-----------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 3 | 1 | 50 | 3.55 | 0.06 | 0.004 | 2.43 | 0.389 | 115 | 56 |
| 2+3 | 2 | 44 | 2.12 | 0.07 | 0.005 | 3.91 | 0.49 | 943 | 141 |
| 2 | 3 | 48 | 4.119 | 0.047 | 0.003 | 4.046 | 0.437 | 189 | 67 |
| 3 | 4 | 19 | 1.66 | 0.048 | 0.009 | 5.048 | 0.58 | 121 | 41 |

Από τα παραπάνω αποτελέσματα του Πίνακα 38 προκύπτει ότι η τιμή μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης της μεταχείρισης Rima x Heman μειώνεται κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου μέτρησης, αυξάνεται κατά την τρίτη περίοδο και κατά την τέταρτη περίοδο έχει μειωθεί αισθητά.



Σχήμα 39. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση Rima x Primavera κατά τη διάρκεια των τεσσάρων περιόδων μέτρησης.

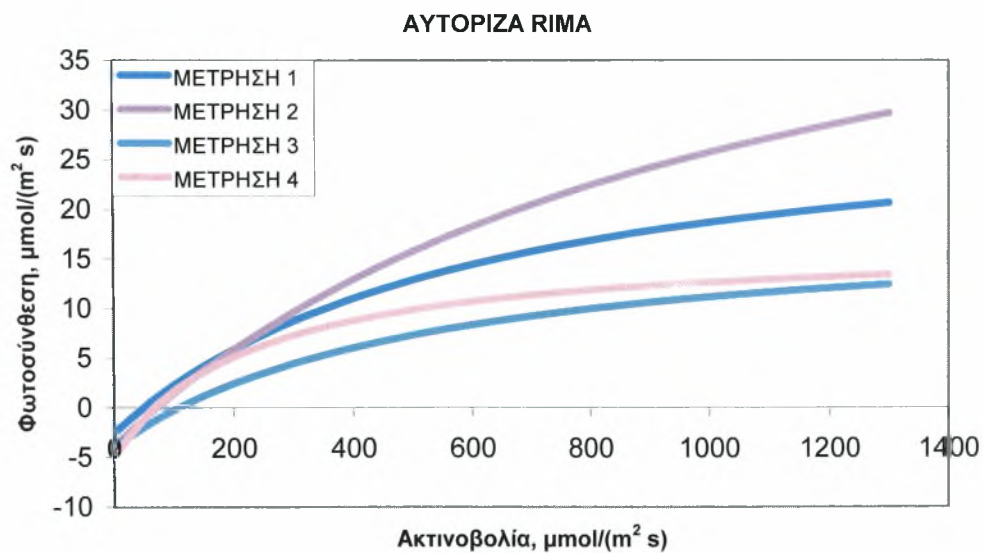
Από το Σχήμα 39 προκύπτει ότι κατά τη διάρκεια των τεσσάρων περιόδων μέτρησης στη μεταχείριση Rima x Primavera ο ρυθμός φωτοσύνθεσης είναι υψηλός για τις τρεις πρώτες περιόδους μέτρησης και κατά την τέταρτη περίοδο μέτρησης ο ρυθμός φωτοσύνθεσης μειώνεται ραγδαία και είναι κατά πολύ μικρότερος. Πρέπει να σημειωθεί ότι ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης αυξάνεται κατά τη δεύτερη περίοδο μέτρησης και στη συνέχεια, κατά την τρίτη περίοδο μειώνεται, ώσπου κατά την τέταρτη περίοδο μειώνεται αισθητά και απότομα.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock που έχει γίνει για τη μεταχείριση Rima x Primavera για τις τέσσερις περιόδους μέτρησης, έχουν προκύψει οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων P_{max} , a και R_d και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 39).

Πίνακας 39: Για τη μεταχείριση Rima x Primavera.

| Πειραμ. τεμάχιο | Μέτρηση | P _{max} | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | R _d | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------|------------------|---------------|------|---------------|----------------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | 1 | 41 | 2.7 | 0.05 | 0.003 | 2.6 | 0.3 | 364.4 | 113 |
| 2+3 | 2 | 36 | 1.33 | 0.07 | 0.005 | 3.4 | 0.4 | 573.4 | 140 |
| 2 | 3 | 34 | 1.15 | 0.08 | 0.006 | 5.1 | 0.4 | 214.9 | 77 |
| 2 | 4 | 14 | 1.04 | 0.11 | 0.03 | 5.8 | 0.6 | 107.5 | 35 |

Από τον Πίνακα 39 προκύπτει ότι η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στη μεταχείριση Rima x Primavera μειώνεται κατά τη διάρκεια των μετρήσεων και κατά την τέταρτη περίοδο μέτρησης η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης είναι κατά πολύ μικρότερη. Παρατηρείται δηλαδή μία μείωση του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης με την πάροδο του χρόνου.



Σχήμα 40. Ρυθμός φωτοσύνθεσης σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση αυτόριζα Rima κατά τη διάρκεια των τεσσάρων περιόδων μέτρησης.

Από το Σχήμα 40 φαίνεται ότι στη μεταχείριση αυτόριζα Rima ο ρυθμός φωτοσύνθεσης αυξάνεται κατά τη δεύτερη περίοδο μέτρησης, μειώνεται κατά την τρίτη περίοδο αρκετά και κατά την τέταρτη περίοδο ξανά αυξάνεται.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock που έχει γίνει για τη μεταχείριση με αυτόριζα Rima για τις τέσσερις περιόδους μέτρησης, έχουν προκύψει οι παρακάτω

μέσες τιμές των παραμέτρων P_{max} , a και R_d και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 40).

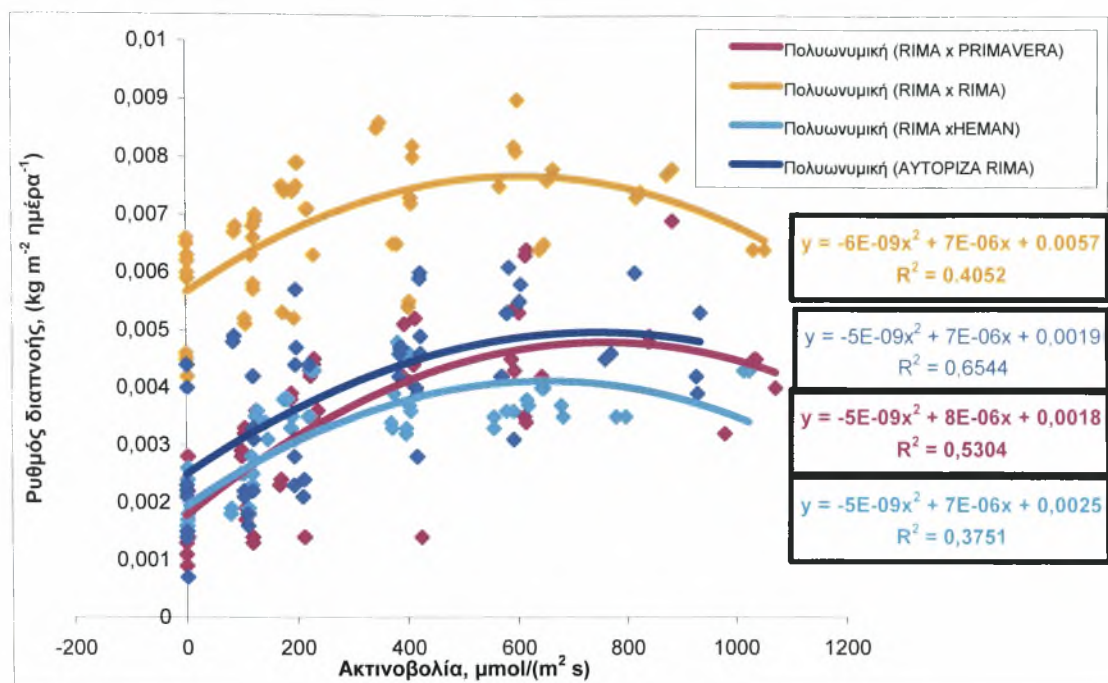
Πίνακας 40: Για τη μεταχείριση με αυτόριζα *Rima*.

| Πειραμ. τεμάχιο | Μέτρηση | P_{max} | Τυπικό σφάλμα | a | Τυπικό σφάλμα | R_d | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------|---------|-----------|---------------|------|---------------|-------|---------------|-----------------|------|
| 2+3 | 1 | 34 | 1.78 | 0.05 | 0.003 | 2.6 | 0.29 | 293 | 127 |
| 2 | 2 | 60 | 4.78 | 0.06 | 0.003 | 3.8 | 0.35 | 112 | 63 |
| 2 | 3 | 23 | 1.7 | 0.04 | 0.006 | 3.9 | 0.5 | 122 | 49 |
| 2 | 4 | 21 | 0.78 | 0.09 | 0.009 | 4.9 | 0.4 | 30 | 33 |

Από τα παραπάνω (Πίνακας 40) φαίνεται ότι για τη μεταχείριση με αυτόριζα *Rima*, κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου μέτρησης, η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης που βρέθηκε, ήταν διπλάσια περίπου από αυτή της πρώτης περιόδου μέτρησης ενώ κατά την τρίτη και τέταρτη περίοδο μειώνεται αισθητά.

Γενικότερα, με βάση τα προηγούμενα αποτελέσματα, μπορούμε να πούμε ότι ο χρόνος προκαλεί την ίδια μεταβολή σε όλα. Η γενική τάση που παρουσιάστηκε ήταν μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης με αύξηση της ηλικίας του φυτού. Δηλαδή, ο ρυθμός της φωτοσύνθεσης μειωνόταν με την αύξηση της ηλικίας των φυτών είτε αυτά ήταν εμβολιασμένα είτε όχι. Φαίνεται όμως ότι στα φυτά *Rima x Rima* ο ρυθμός φωτοσύνθεσης δεν επηρεάστηκε από την ηλικία των φυτών τόσο όσο στα φυτά αυτόριζα *Rima*.

5.3 Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις 4 μεταχειρίσεις.



Σχήμα 41. Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR όλων των μεταχειρίσεων κατά την πρώτη περίοδο μέτρησης.

Από το Σχήμα 41 φαίνεται ότι η μεταχείριση με φυτά Rima x Rima έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από τις άλλες μεταχειρίσεις και μάλιστα υπερτερεί σημαντικά αυτών. Οι μεταχειρίσεις δε Rima x Primavera, Rima x Heman και αυτόριζα Rima έχουν παρόμοιο ρυθμό διαπνοής και η μεταχείριση με το μικρότερο ρυθμό διαπνοής είναι η Rima x Heman.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής και η οποία είναι $E = ((a \cdot QNTM^2) + (b \cdot QNTM) + g)$ προκύπτουν οι παρακάτω τιμές των a, b και g καθώς και οι τιμές του τυπικού σφάλματός τους για όλες τις μεταχειρίσεις. Οι παράμετροι a, b και g είναι στατιστικοί συντελεστές προσαρμογής της διαπνοής στην ηλιακή ακτινοβολία.

Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima και Rima x Heman.

Από την αρχική βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής προκύπτουν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους (Πίνακας 41.1):

Πίνακας 41.1:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|--------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------|
| Rima x Rima | -5.58110^{-9} | 1.36410^{-9} | 6.71210^{-6} | 1.24310^{-6} | 5.65910^{-3} | 2.07410^{-4} | 4410^{-6} | 58 |
| Rima x Heman | -5.15110^{-9} | 9.47610^{-10} | 6.69310^{-6} | 8.22510^{-7} | 1.94810^{-3} | 1.33810^{-4} | 1810^{-6} | 58 |

Από τον Πίνακα 41.1 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό διαπνοής από τη μεταχείριση Rima x Heman.

Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima και Rima x Primavera.

Ομοίως από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής προκύπτει ότι (Πίνακας 41.2):

Πίνακας 41.2:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------|
| Rima x Rima | -5.58110^{-9} | 1.36410^{-9} | 6.71210^{-6} | 1.24310^{-6} | 5.65910^{-3} | 2.07410^{-4} | 4410^{-6} | 58 |
| Rima x Primavera | -5.27110^{-9} | 1.29610^{-9} | 7.95710^{-6} | 1.29210^{-6} | 1.78810^{-3} | 2.35010^{-4} | 6310^{-6} | 62 |

Από τον Πίνακα 41.2 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό διαπνοής από τη μεταχείριση Rima x Primavera αλλά δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων.

Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις μεταχειρίσεις Rima x Rima και αυτόριζα Rima.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής προκύπτει ότι (Πίνακας 41.3):

Πίνακας 41.3:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|---------------|------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------|
| Rima x Rima | -5.58110^{-9} | 1.36410^{-9} | 6.71210^{-6} | 1.24310^{-6} | 5.65910^{-3} | 2.07410^{-4} | 4410^{-6} | 58 |
| αυτόριζα Rima | -4.506110^{-9} | 2.02210^{-9} | 6.67510^{-6} | 1.71710^{-6} | 2.49610^{-3} | 2.79410^{-4} | 8310^{-6} | 61 |

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ομοίως προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Rima έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τη μεταχείριση με αυτόριζα Rima.

Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις μεταχειρίσεις Rima x Heman και Rima x Primavera.

Από τη βαθμονόμηση προκύπτει ότι (Πίνακας 41.4):

Πίνακας 41.4:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|-----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------|
| Rima x Heman | -5.15110^{-9} | 9.47610^{-10} | 6.69310^{-6} | 8.22510^{-7} | 1.94810^{-3} | 1.33810^{-4} | 1810^{-6} | 58 |
| Rima x Primavera | -5.27110^{-9} | 1.29610^{-9} | 7.95710^{-6} | 1.29210^{-6} | 1.78810^{-3} | 2.35010^{-4} | 6310^{-6} | 62 |

Από τον Πίνακα 41.4 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Heman έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό διαπνοής από τη μεταχείριση Rima x Primavera αλλά ο μέγιστος ρυθμός διαπνοής δεν διαφέρει σημαντικά μεταξύ των μεταχειρίσεων και είναι περίπου παρόμοιος για 58 και 62 βαθμούς ελευθερίας.

Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις μεταχειρίσεις Rima x Heman και αυτόριζα Rima.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής προκύπτει ότι (Πίνακας 41.5):

Πίνακας 41.5:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|-----------------------|------------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|------|
| Rima x Heman αυτόριζα | -5.15110^{-9} | 9.47610^{-10} | 6.69310^{-6} | 8.22510^{-7} | 1.94810^{-3} | 1.33810^{-4} | 1810^{-6} | 58 |
| Rima | -4.506110^{-9} | 2.02210^{-9} | 6.67510^{-6} | 1.71710^{-6} | 2.49610^{-3} | 2.79410^{-4} | 8310^{-6} | 61 |

Από τον Πίνακα 41.5 προκύπτει ότι η μεταχείριση Rima x Heman έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό διαπνοής από τη μεταχείριση με αυτόριζα Rima.

Σύγκριση του ρυθμού διαπνοής για τις μεταχειρίσεις Rima x Primavera και αυτόριζα

Rima.

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής προκύπτει ότι (Πίνακας 41.6):

Πίνακας 41.6:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|-------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|------|
| Rima x Primavera | -5.27110 ⁻⁹ | 1.29610 ⁻⁹ | 7.95710 ⁻⁶ | 1.29210 ⁻⁶ | 1.78810 ⁻³ | 2.35010 ⁻⁴ | 6310 ⁻⁶ | 62 |
| αυτόριζα Rima | -4.506110 ⁻⁹ | 2.02210 ⁻⁹ | 6.67510 ⁻⁶ | 1.71710 ⁻⁶ | 2.49610 ⁻³ | 2.79410 ⁻⁴ | 8310 ⁻⁶ | 61 |

Από τον Πίνακα 41.6 φαίνεται ότι η μεταχείριση Rima x Primavera έχει μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό διαπνοής από τη μεταχείριση με αυτόριζα Rima.

Στον Πίνακα 41.7 παρουσιάζονται οι τιμές των παραμέτρων a, b και g όλων των μεταχειρίσεων.

Πίνακας 41.7:

| Μεταχ. | a | Τυπικό σφάλμα | b | Τυπικό σφάλμα | g | Τυπικό σφάλμα | Άθροισ. Τετραγ. | B.E. |
|------------------|-------------------------|------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|--------------------|------|
| Rima x Rima | -5.58110 ⁻⁹ | 1.36410 ⁻⁹ | 6.71210 ⁻⁶ | 1.24310 ⁻⁶ | 5.65910 ⁻³ | 2.07410 ⁻⁴ | 4410 ⁻⁶ | 58 |
| Rima x Heman | -5.15110 ⁻⁹ | 9.47610 ⁻¹⁰ | 6.69310 ⁻⁶ | 8.22510 ⁻⁷ | 1.94810 ⁻³ | 1.33810 ⁻⁴ | 1810 ⁻⁶ | 58 |
| Rima x Primavera | -5.27110 ⁻⁹ | 1.29610 ⁻⁹ | 7.95710 ⁻⁶ | 1.29210 ⁻⁶ | 1.78810 ⁻³ | 2.35010 ⁻⁴ | 6310 ⁻⁶ | 62 |
| αυτόριζα Rima | -4.506110 ⁻⁹ | 2.02210 ⁻⁹ | 6.67510 ⁻⁶ | 1.71710 ⁻⁶ | 2.49610 ⁻³ | 2.79410 ⁻⁴ | 8310 ⁻⁶ | 61 |

Από τον Πίνακα 41.7 παρουσιάζεται ότι ο μεγαλύτερος μέγιστος ρυθμός διαπνοής είναι στη μεταχείριση Rima x Rima και ο μικρότερος μέγιστος ρυθμός διαπνοής είναι στη μεταχείριση με αυτόριζα Rima.

Συμπερασματικά, με βάση τα παραπάνω στοιχεία προκύπτει ότι ο εμβολιασμός συνέβαλλε στην αύξηση του μέγιστου ρυθμού διαπνοής καθώς και στην αύξηση του ρυθμού διαπνοής γενικότερα, αφού στα εμβολιαζόμενα φυτά Rima x Rima ο ρυθμός διαπνοής ήταν μεγαλύτερος από ότι στα αυτόριζα Rima. Όσον αφορά τα εμβολιαζόμενα φυτά σε υποκείμενα Heman και Primavera, παρατηρήθηκε ότι μικρότερος ρυθμός διαπνοής ήταν στη μεταχείριση με υποκείμενο Heman. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι ο εμβολιασμός σε υποκείμενο Primavera συνέβαλε στην αύξηση του ρυθμού διαπνοής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα.

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή θερμοκηπιακής καλλιέργειας μελιτζάνας. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προηγήθηκε φαίνεται ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν μεγαλύτερος στη μεταχείριση Rima x Rima κατά τη διάρκεια των τριών περιόδων μέτρησης σε σχέση με τη μεταχείριση με αυτόριζα Rima. Από αυτό θα μπορούσαμε να συμπεράνουμε ότι ο εμβολιασμός συνέβαλλε στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης.

Συγκρίνοντας το ρυθμό φωτοσύνθεσης των μεταχειρίσεων με υποκείμενα Heman και Primavera προέκυψε ότι η μεταχείριση με υποκείμενο Heman είχε μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης στις τρεις περιόδους μέτρησης από αυτή με υποκείμενο Primavera. Έτσι, θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο εμβολιασμός στο υποκείμενο Heman συνέβαλλε στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης.

Όσον αφορά το ρυθμό φωτοσύνθεσης των μεταχειρίσεων σε σχέση με το χρόνο, παρατηρήθηκε ότι ο ρυθμός μειωνόταν με την αύξηση της ηλικίας των φυτών.

Επίσης, από τα αποτελέσματα προέκυψε ότι ο ρυθμός διαπνοής στη μεταχείριση Rima x Rima ήταν μεγαλύτερος από ό,τι στη μεταχείριση με αυτόριζα Rima. Θα μπορούσαμε έτσι να συμπεράνουμε ότι ο εμβολιασμός αυξάνει και το ρυθμό διαπνοής.

Τέλος, συγκρίνοντας το ρυθμό διαπνοής στις μεταχειρίσεις με υποκείμενα Heman και Primavera παρατηρήθηκε ότι ήταν μικρότερος στη μεταχείριση Rima x Heman. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι, παρά το γεγονός ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν μεγαλύτερος στη μεταχείριση Rima x Heman, ο εμβολιασμός στο υποκείμενο Primavera συμβάλλει στην αύξηση του ρυθμού διαπνοής.

Συμπερασματικά, προκύπτει ότι ο εμβολιασμός συνέβαλλε τόσο στην αύξηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης όσο και στην αύξηση του ρυθμού διαπνοής. Η μεταχείριση δε Rima x Heman παρουσίασε το μεγαλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης ενώ η μεταχείριση Rima x Primavera το μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:Βιβλιογραφία

Ελληνική:

1. **Ανώνυμος**, 2005. Η καλλιέργεια μελιτζάνας & πιπεριάς στον Κόσμο, στην Ευρώπη, στην Ελλάδα, Αγροτύπος, Γεωργία-Κτηνοτροφία, Τεύχος 9, σελ.6-8.
2. **Γαζής Ν.**, 1994. Αδρομυκώσεις ή τραχειομυκώσεις: Γεωργία Κτηνοτροφία τεύχος 2, σελ 38-40.
3. **Γραφιαδέλλη Μ.**, 1987. Σύγχρονα θερμοκήπια, , Εκδόσεις Γαρταγάνη, σελ. 1-20, 73-156.
4. **Δημητράκης Κ.**, 1998. Λαχανοκομία, Εκδόσεις Αγρότυπος. Σελ. 179-191.
5. **Ευσταθιάδης Θ.Σ.**, 1987. Θερμοκήπια, στοιχεία κατασκευής, λειτουργίας και καλλιέργειας, Εκδοτική Αγροτεχνική, σελ. 11-15, 50-72.
6. **Καράταγλης, Σ. Στυλιανός**, 1994. Φυσιολογία Φυτών, Εκδόσεις Art of Text, σελ. 203-206.
7. **Λόλας, Χ. Πέτρος**, 2000. Φυσιολογία φυτού, Σημειώσεις, Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, σελ. 132-138.
8. **Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν.**, 1990. Θερμοκήπια, περιβάλλον-υλικά-κατασκευή-εξοπλισμός, Εκδόσεις Σταμούλης, 1990, σελ 17-72.
9. **Μαυρογιαννόπουλος Γ.Ν.** “Θερμοκήπια”, Εκδόσεις Σταμούλης Αθήνα-Πειραιάς 1994.
10. **Μπλέτσος Α. Φ.** 2001. Εμβολιασμός καρποδοτικών κηπευτικών για μια αειφορική και φιλική προς το περιβάλλον γεωργία. Νέα γεωργία φιλοπεριβαλλοντική, εκδόσεις γεωργική τεχνολογία, τεύχος 2:59-69.
11. **Μπλέτσος Α. Φ.** 2001. Επίδραση του εμβολιασμού της μελιτζάνας στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών και στον έλεγχο της Βερτισιλλίωσης. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 20^ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Τόμος 10, σελ. 127-130.
12. **Μπλέτσος Α. Φ.** 2002. Εμβολιασμός καρποδοτικών κηπευτικών, Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 10, σελ. 59-69.
13. **Μπλέτσος, Φ. Α. και Τσουβαλτζής, Π. Ι.**, 2003. Συμβατότητα εμβολιασμού άγριων ειδών του γένους *Solanum* με τη μελιτζάνα και επίδραση τους στα βλαστικά χαρακτηριστικά. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των

- Οπωροκηπευτικών, 21^ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, τόμος 11, τεύχος Β:169-172.
14. **Ολύμπιος Χ.**, 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, Εκδόσεις Σταμούλη, σελ. 245-339.
15. **Παναγόπουλος Χ. Γ.**, 1995. Ασθένειες κηπευτικών καλλιεργειών. Εκδόσεις Σταμούλη, σελ. 26-37,64-77, 97-150,423-426.
16. **Ποντίκης Κ. Α.** 1994. Πολλαπλασιασμός Καρποφόρων Δένδρων και Θάμνων. Εκδόσεις Α. Σταμούλης, σελ. 137.
17. **Τζομπανάκης Ι.** 1994. Υποκείμενα καρπουζιού, προσαρμογή και συγγένεια με διάφορα υβρίδια, Γεωργία Κτηνοτροφία, τεύχος 8. σελ. 32-35.
18. **Τράκα-Μαυρώνα Κ., Κούτσικα-Σωτηρίου Μ.**, 1998. Η επίδραση του εμβολιασμού σε δύο εγχώριες ποικιλίες πεπονιού. 18^ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Τόμος 7, σελ. 350-353.
19. **Τσιάνα Β.**, 2005. Η επίδραση του εμβολιασμού στην απόδοση και ποιότητα των καρπών μελιτζάνας (*Solanum melongena*) υπό συνθήκες θερμοκηπίου και υπαίθριας καλλιέργειας, σελ. 60-61.
20. **Χα, Ι. Α., Ηλιάκης, Δ. Ι. και Γούλας, Χ. Κ.**, 2004. Συγκριτική μελέτη αξιολόγησης της απόδοσης των εμβολιασμένων φυτών μελιτζάνας σε συνθήκες υπό κάλυψη και σε υπαίθρια καλλιέργεια. 21^ο Επιστημονικό Συνέδριο της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Τόμος 11, Τεύχος Α, σελ. 55-59.
21. **Χριστάκου Ε., Αρβανιτογιάννης Ι, Χα Ι. Α., Μπλέτσος Φ. και Γούλας Χ**, 2003. Επίδραση εμβολιασμού και αποθήκευσης σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα στις ποιοτικές παραμέτρους της μελιτζάνας. Πρακτικά Ελληνικής εταιρείας της επιστήμης των οπωροκηπευτικών, 21^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Τόμος 11, Τεύχος Β, σελ. 87-90.

Ξένη:

22. **Ahn, S.J., Im, Y.J., Chung, G.C., Cho, B. H., and Suh, S.R.** 1999. Physiological responses of grafted-cucumber leaves and rootstock roots affected by low temperature. *Scientia Horticulture* 81:397-408.

23. **Andrews, K.P. and Marquez, C.S.** 1993. Graft incompatibility. Hort. Rev. 15:183-232.
24. **Ashita, E.** (ed) 1927. Grafting of watermelons (in Japanese). Korea (Chosun) Agricultural Newsl. 1:9.
25. **Bais, A.J., Murphy, P.J. and Dry, I.B.** 2000. The molecular regulation of stilbene phytoalexin biosynthesis in *Vitis vinifera* during grape berry development. Aust. J. Plant Physiol. 27:425-433.
26. **Beakbane, A.B. and Rogers, W.S.** 1956. The relative importance of stem and root in determining rootstock influence in apple. J. Hort. Sci. 31:99-110.
27. **Bletsos, F., Thanassouloupoulos, C. and Roupakias, D.,** 1997. The susceptibility of Greek eggplant varieties to Verticillium wilt. Acta Hort. 462:211-216.
28. **Bletsos, F., Thanassouloupoulos, C. and Roupakias, D.,** 2003. Effect of grafting on growth, yield and Verticillium wilt of eggplant. HortScience 38(2):183-186.
29. **Borochoy-Neori, H., and Borochoy, A.** 1991. Response of melon plants to salt: 1. Growth, morphology and root membrane properties. J. Plant Physiol. 139: 100-105.
30. **Bradow, J.M.** 1990a. Chilling sensitivity of photosynthetic oil-seedlings. Cucurbitaceae. J. Exp. Bot. 41: 1595-1600.
31. **Bradow, J.M.** 1990b. Chilling sensitivity of photosynthetic oil-seedlings. Cotton and Sunflower. J. Exp. Bot. 41: 1585-1593.
32. **Bulder, H.A.M., van Hasselt, Ph.R., Kuiper, P.J.C., and Speek, E.J.** 1990. Growth temperature and lipid composition of cucumber genotypes differing in adaptation to low energy conditions. J. Plant Physiol. 138:655-660.
33. **Cheeseuman, J.M.** 1988. Mechanisms of salinity tolerance in plants. Plant Physiol. 87:547-550.
34. **Clegg P., Watkins D.** "The complete greenhouse book", Garden Way Publ. 1980.
35. **FAO Food and Agriculture Organization,** 2004.
36. **Forner, J.B., and Alcaide, A.** 1993. La mejora genética de patrones de agrios tolerantes a tristeza en España: 20 años de historia (I). Levante Agrícola 325:261-267.
37. **Forner, J.B., and Alcaide, A.** 1994. La mejora genética de patrones de agrios tolerantes a tristeza en España: 20 años de historia (II). Levante Agrícola 329:273-279.

38. **Hain R., Rief, H.J., Krause, E., Langebartels, R., Kinl, H., Vorman, B., Wiese, W, Schmelzer, E., Schreier, P., Strocker, R., and Stenzel, K.** 1993. Disease resistance results from foreign phytoalexin expression in a novel plant. *Nature* 361:153-156.
39. **Hartmann, H.T., Kester, D.E., Davies, F.T. and Geneve, R.L.** 1997. *Plant propagation: Principles and practices* (6th ed.). Prentice-Hall, NJ.
40. **Hong, M.S.** 1710. *Forest Economics*. Vol. 1. p. 38-39.
41. **Horvarth, I., Vigh, L., van Hasselt, Ph.R., Woltjes, J., and Kuiper, P.J.C.** 1983. Lipid composition in leaves of cucumber genotypes as affected by different temperature regimes and grafting. *Physiol. Plant.* 57:532-536.
42. **Janick, J.** 1986. *Horticultural science*. 4th ed. P.339-346. W. H. Freeman & Co., New York.
43. **Kato, T. and Lou,H.** 1989.Effect of rootstock on the yield, mineral nutrition and hormone level in xylem sap in eggplant. *J. Japan. Soc. Hort. Sci.* 58:345-352.
44. **Ko, K.D.** 1999. Response of cucurbitaceous rootstock species to biological and environmental stresses (in Korea with English summary). Ph. D. Diss., Seoul Natl Univ., Suwon, Korea.
45. **Kramer, D.** 1984. Cytological aspects of salt tolerance in higher plants. In: *Salinity tolerance in plants. Strategies for crop improvement*. R.C. Staple; G.H. Toeniessen. (eds.). Wiley & Sons, New York, p. 21-37.
46. **Lazof, D.B., and Bernstein, N.** 1998. The Na-Cl-induced inhibition of shoot growth: The case for disturbed nutrition with special consideration of calcium nutrition. *Bot. Res.* 29:115-190.
47. **Lee, J.M.** 1989. On the cultivation of grafted plants of cucurbitaceous vegetables (in Korea with English summary). *J. Kor. Soc. Hort. Sci.* 30:169-179.
48. **Lee,J.M.** 1994. Cultivation of grafted vegetables I. Current status, grafting methods and benefits. *HortScience* 29:235-239.
49. **Lee, S.G., Seong, K.C., Moon, J.H. and Ko, K.D.** 2000.Effects of root-prune insertion grafting on seedling quality and yield of watermelon. *Kor. J. Hort. Sci. Technol.* 18(2):167.
50. **Lee, J.M. and Oda, M.** 2003.Grafting of Herbaceous Vegetable and Ornamental Crops, *Horticultural Reviews*, Volume 28. p.:61-115.

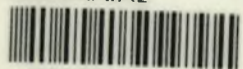
51. **Masuda, M., and Gomi, K.**, 1982. Diurnal changes of the exudation rate and the mineral concentration in xylem sap after decapitation of grafted and non-grafted cucumber (in Japanese with English summary). *J. Jpn. Soc. Hort. Sci.* 51:293-298
52. **McWilliam, J. R., Kramer, P.J., and Musser, R.L.** 1982. Temperature-induced water stress in chilling-sensitive plants. *Aust. J. Plant Physiol.* 9:343-352.
53. **Mistrik, I., Holobrada, M., and Ciamporoda, M.** 1992. The root in unfavourable conditions. In: *Physiology of the plant root system*. J. Kolek and V. Kozinka (Eds.). Kluwer Academic Publishers. Dordrecht, The Netherlands, p. 110.
54. **Oda M.** 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production, Food and Fertilizer Technology Center of Japan.
55. **Pachepsky L.B & Acock B.**, 1994. An Adequate Model of Photosynthesis-II. Dependence of Parameters on Environmental Factors. *Agricultural Systems*, 50: 227-238.
56. **Pasternak, D.** 1987. Salt tolerance and crop production: A comprehensive approach. *Ann. Rev. Phytopathol.* 25:271-291.
57. **Raven H. Peter, Evert F. Ray and Eichhorn E. Susan**, 1987. *Biology of Plants*, Worth Publishers inc., p:63-73.
58. **Reyes, E., and Jennings, P.H.** 1994. Response of cucumber (*Cucumis sativus* L.) and squash (*Cucurbita pepo* L. var. *melo pepo*) roots chilling stress during early stages of seedlings development. *J. Amer. Hort. Sci.* 119:964-970.
59. **Rivero, M. R., Ruiz, M. I., Romero L.** 2003. Role of grafting in horticultural plants under stress conditions. *Science and Technology Food, Agriculture & Environment*, vol (1): 70-74, 2003.
60. **Rom, R.C. and Carlson, R.F.** 1987. *Rootstocks for fruit crops*. Wiley, New York.
61. **Salisbury B. Frank and Ross W. Cleon**, 1964. *Plant Physiology*, Wadsworth Publishing Company, p:179-180, 216-228.
62. **Salveit Jr., M.E., and Morris, L.L.** 1990. Overview on chilling injury of horticultural crops. In: *Chilling injury in horticultural crops*. Ch.Y. Wang (Ed.) CRC Press. Boca Raton, Fla. p. 57.
63. **Schneider, J.H.M., s'Jacob, J.J., and van de Pol, P.A.** 1995. Rosa multiflora 'Ludiek' a rootstock with resistant features to the root lesion nematode *Pratylenchus vulnus*. *Scientia Horticulturae* 63:37-45.

64. **Shukla, V. and Naik, L.B.**, 1993. Agro-techniques of solanaceous vegetables. Advances in Horticulture "Vegetable Crops" Part I, Vol. 5 p.:365.
65. **Swider J.M., Ware G.W. and McCollum J.P.**, 1992. Producing vegetable crops. The Interstate Publishers. Inc. Danville Illinois USA.
66. **Thévenot, P.C., Poinssot, B., Bonomelli, A., Yena, H., Breda, C., Buffard, D., Esnault, R., Hain, R., and Boulay, M.** 2001. *In vitro* tolerance to *Botrytis cinerea* of grapevine 41B rootstock in transgenic plants expressing the stilbene synthase *VstI* gene under the control of pathogen-inducible PR 10 promoter. J. Exp.Bot.52:901-910.
67. **Thompson, H.C. and Kelly, H.C.**, 1957. Vegetable Crops, 5th ed., McGraw-Hill Book Co. Inc., New York.
68. **Traka-Mavrona, E., M. Koutsika-Sotiriou and T. Pritsa.** 2000. Response of squash (*Cucurbita spp.*) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). Scientia Horticulturae 83:353-362.
69. **Tudela, D., and Tadeo, F.R.** 1993. Respuestas y adaptaciones de las plantas al estrés. En: Fisiología y bioquímica vegetal, Azcon-Bieto, J.; m. Talon., (eds.). Interamericana-McGrow-Hill. P. 537-553.

INTERNET:

- [http1://www.uqtr.ca/labcarpentier/eng/home_frames.htm](http://www.uqtr.ca/labcarpentier/eng/home_frames.htm) Laboratoire de
biochimie du chloroplaste et photosynthèse, Robert Carpentier.
- [http2://www.photoscience.la.asu.edu/photosyn/photoweb](http://www.photoscience.la.asu.edu/photosyn/photoweb)
- [http3://www.did-you-mean.com](http://www.did-you-mean.com).
- [http4://www.hort.purdue.edu.large/eggflower.jpg](http://www.hort.purdue.edu.large/eggflower.jpg).
- [http5://www.unitedgenetics.com](http://www.unitedgenetics.com)
- <http://photoscience.la.asu.edu/photosyn/photoweb>.
- <http://photoscience.la.asu.edu/photosyn/photoweb>

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000085724

