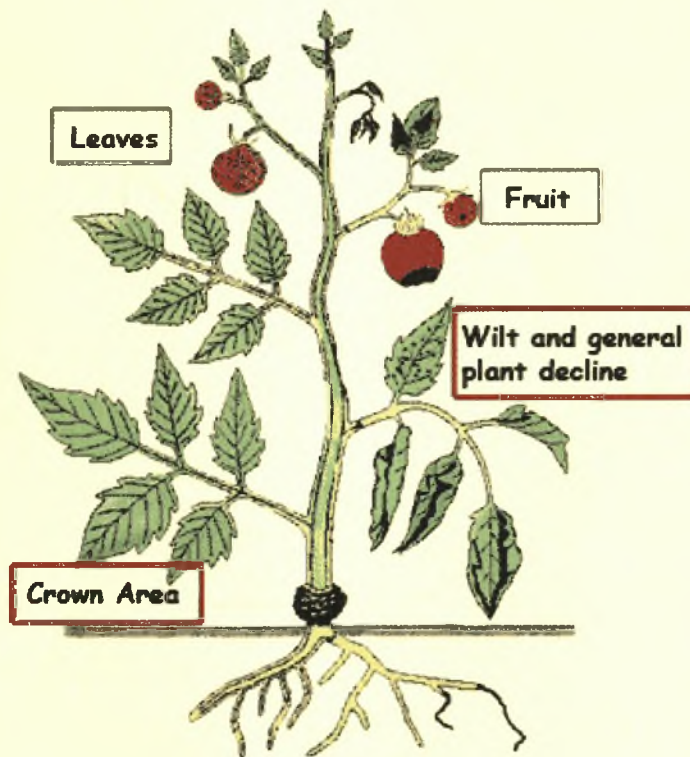


**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ**  
**ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ**  
**ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

**Εργαστήριο Γεωργικών Κατασκευών και Ελέγχου**  
**Περιβάλλοντος**

**Πτυχιακή Διατριβή**

**«Επίδραση της ακτινοβολίας στη διαπνοή και τη**  
**φωτοσύνθεση εμβολιασμένων φυτών τομάτας»**



**ΚΡΑΛΛΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**ΒΟΛΟΣ 2007**



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

Αριθ. Εισ.: 7446/1  
Ημερ. Εισ.: 20-08-2009  
Δωρεά: Συγγραφέα  
Ταξιθετικός Κωδικός: ΠΤ – ΦΠΑΠ  
2007  
ΚΡΑ

**«Επίδραση της ακτινοβολίας στη διαπνοή και τη  
φωτοσύνθεση εμβολιασμένων φυτών τομάτας»**

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή

Κωνσταντίνος Κίττας (Επιβλέπων ) Καθηγητής Γεωργικών Κατασκευών  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Γεώργιος Νάνος (Μέλος)  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αναπληρωτής Καθηγητής  
Δενδροκομίας

Ιμπραχίμ-Αβραάμ Χα (Μέλος)  
Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας

Αναπληρωτής Καθηγητής  
Παραγωγής, Βελτίωσης σπόρων  
Τεχνολογίας πολλαπλασιαστικού  
υλικού

**ΚΡΑΛΛΗΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ**

**«Επίδραση της ακτινοβολίας στη διαπνοή και τη  
φωτοσύνθεση εμβολιασμένων φυτών τομάτας»**

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Αισθάνομαι μεγάλη ανάγκη μετά την ολοκλήρωση της πτυχιακής μου διατριβής να ευχαριστήσω θερμά τον επιβλέποντα Καθηγητή μου κ Κωνσταντίνο 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 την διάρκεια αυτής.

Πολλές ευχαριστίες και θερμές ευχές αποδίδω στον Λέκτορα κ Νικόλαο Κατσούλα για την άριστη συνεργασία, το ενδιαφέρον, την επιστημονική καθοδήγηση και την βοήθεια που μου πρόσφερε στη συγγραφή της εργασίας μου.

Επίσης θέλω να εκφράσω τις ευχαριστίες στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ I-A Χα και τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ Γ. Νάνο, για τις χρήσιμες υποδείξεις τους , ως μέλη της εξεταστικής επιτροπής και τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω από τα βάθη της καρδιάς μου τους γονείς μου για την πλήρη συμπαράσταση, κατανόηση και βοήθεια που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η εργασία μου αυτή αναφέρεται στην επίδραση της ακτινοβολίας στη διαπνοή και τη φωτοσύνθεση εμβολιασμένων φυτών τομάτας.

Στο πείραμα που πραγματοποιήθηκε στη περιοχή του Βελεστίνου θέλαμε να συγκρίνουμε τέσσερις ποικιλίες φυτών τομάτας από τις οποίες η μια είναι η αυτόριζη ποικιλία BIG RED , η εμβολιασμένη ποικιλία BIG RED χ BIG RED όπου θέλουμε να μελετήσουμε την επίδραση του εμβολιασμού και επίσης φυτά BIG RED εμβολιασμένα σε φυτά της ποικιλίας HEMAN και PRIMAVERA. Η μελέτη αυτή έλαβε μέρος σε γυάλινο θερμοκήπιο τροποποιημένο τοξωτό με διαστάσεις 10m χ 30m το οποίο είναι 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.

Ο αερισμός του θερμοκηπίου γινόταν, είτε με ανοίγματα πλαϊνά και οροφής, είτε με τη βοήθεια ενός ανεμιστήρα τοποθετημένου στη Βόρεια μετώπη του θερμοκηπίου. Υπήρχε επίσης και σύστημα υγρής παρειάς για τις θερμές μέρες.

Η άρδευση και η λίπανση γινόταν με το σύστημα στάγδην κάθε δύο ημέρες για δύο ώρες την ημέρα ρίχνοντας ποσότητα νερού 8l.

Η διάταξη των φυτών ήταν σε τέσσερα πειραματικά τεμάχια μέσα στο θερμοκήπιο με αποστάσεις φύτευσης 60 cm επί της γραμμής και 100 cm μεταξύ αυτών.

Η σύγκριση αυτή θα πραγματοποιούταν με την μέτρηση της φωτοσύνθεσης και της διαπνοής σε σχέση με την ακτινοβολία. Αυτό πραγματοποιήθηκε σε έξι διαφορετικά επίπεδα ακτινοβολίας και κατά δυο περιόδους μέτρησης. Ουσιαστικά θέλαμε να δούμε τις επιδράσεις του εμβολιασμού στην αύξηση και ανάπτυξη της τομάτας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με το φορητό όργανο Li-6200 Portable Photosynthesis System του οίκου Li-Cor.

Συμπερασματικά διαπιστώσαμε ότι αυτόριζη ποικιλία BIG RED ήταν αυτή που είχε τον καλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής.

## ABSTRACT

This assignment is referred in the effect of radiation in the transpiration and photosynthesis of vaccinated tomato plants. In the experiment that was took place in the region of Velestino we wanted to compare four varieties of tomato plants from which the one is transpiration variety BIG RED, vaccinated variety BIG RED  $\times$  BIG RED where we want to study the effect of vaccination and also plants BIG RED vaccinated in plants of variety HEMAN and PRIMAVERA. This study took part in glass greenhouse modified arcaded with dimensions 10m h 30m which is directed 36th dextrally from the address of North-south. His sides were covered with simple glass while his roof with double inflatable leaf of polyethylene. The airing of greenhouse became, either with openings adjacent and roof, or with the help of fan placed in Northern side on the greenhouse. Existed also also system of humid cheek for the hot days. The irrigation and the fertilization became with the system in drops each two days for two hours the day throwing quantity of water 8l. The provision of the plants was in four treatments with distances of planting 60 cm on line and 100 cm between these. This comparison would be realised with the measurement of photosynthesis and transpiration concerning the radiation. This was realised in six different levels of radiation and at two season measurement. Substantially we wanted to see the effects of vaccination in the increase and growth tomatas. The measurements were realised with the portable body Li-6200 Portable Photosynthesis System of Li-Cor company. Conclusionaly is established that autorouted variety BIG RED was the one that had the best rythm of photosynthesis and transpiration.



## Περιεγόμενα:

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή	10
1.1 Θερμοκήπια	10
1.2 Γενικά περί εμβολιασμού των κηπευτικών.....	14
1.3 Σκοπός της εργασίας .....	15
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Βιβλιογραφική ανασκόπηση .....	16
2.1 Το περιβάλλον του θερμοκηπίου .....	16
2.1.1 Κλιματικοί παράγοντες.....	18
2.2 Φωτοσύνθεση .....	21
2.2.1 Μηχανισμός της φωτοσύνθεσης.....	22
2.2.2 Παράγοντες που επηρεάζουν τη φωτοσύνθεση.....	22
2.3 Διαπνοή.....	26
2.3.1 Φυσιολογική σημασία της διαπνοής .....	26
2.3.2 Μηχανισμός της διαπνοής	27
2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή	27
2.4 Καλλιέργεια της τομάτας	29
2.4.1 Καταγωγή και διάδοση	29
2.4.2 Βοτανικά χαρακτηριστικά φυτού.....	31
2.4.3 Θρεπτική αξία	32
2.4.4 Κλίμα και έδαφος	34
2.4.5 Κατεργασία του εδάφους	34
2.4.6 Καλλιεργητικές φροντίδες	36
2.4.6.1 Αμειψισπορά	36
2.4.6.2 Άρδευση	36
2.4.6.3 Λίπανση	37
2.4.6.4 Κλάδεμα	37
2.4.6.5 Υποστύλωση	38
2.4.6.6 Συγκομιδή	39
2.4.7 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία	40
2.4.7.1 Εχθροί	40
2.4.7.2 Μυκητολογικές ασθένειες	42
2.4.7.3 Βακτηριώσεις	44
2.4.7.4 Ιώσεις	45

2.4.7.5	Ανωμαλίες στον καρπό της τομάτας	45
2.4.8	Εμβολιασμός	48
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υλικά και μέθοδοι	51
3.1	Θερμοκήπιο	51
3.2	Αερισμός	51
3.3	Άρδευση/Λίπανση	52
3.4	Καλλιέργεια	52
3.4.1	Διάταξη	52
3.5	Όργανο μέτρησης του ρυθμού καθαρής φωτοσύνθεσης (PS)	54
3.6	Εξίσωση της φωτοσύνθεσης	58
3.7	Επεξεργασία των μετρήσεων	59
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4:Αποτελέσματα.....	62
4.1	Βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock	62
4.2	Ρυθμός διαπνοής	83
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συζήτηση.....	89
5.1	Επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό φωτοσύνθεσης.....	89
5.2	Επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό διαπνοής.....	98
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα.....	104
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7:Βιβλιογραφία.....	105

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Εισαγωγή

### 1.1 ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑ

#### Εισαγωγή και εξέλιξη των θερμοκηπίων και χαμηλών σκέπαστρων

Στην Ελλάδα η έναρξη κατασκευής θερμοκηπίων με κάλυψη από πλαστικό για εμπορική καλλιέργεια λαχανικών ξεκίνησε το χειμώνα του 1955-56 με μια μικρή έκταση 2 περίπου στρεμμάτων. Έκτοτε, η έκταση των θερμοκηπίων με κάλυψη κυρίως από πλαστικό, αλλά και αυτών με γυαλί, αυξάνονταν σταδιακά χρόνο με το χρόνο. Τα πιο πρόσφατα δημοσιευμένα στοιχεία αναφέρονται στο 2004 όποτε η έκταση των θερμοκηπίων για καλλιέργεια λαχανικών ανέρχεται στα 45,000 στρέμματα, ενώ 4000 καλλιεργούνται με ανθοκομικά φυτά.

Η κατασκευή χαμηλών σκέπαστρων (τούνελ) για την καλλιέργεια λαχανικών εκτός εποχής, επίσης, ξεκίνησε το 1956. Το 1997 τα χαμηλά σκέπαστρα με κάλυψη πλαστικού για την καλλιέργεια κηπευτικών καταλαμβάνουν έκταση 81.275 στρέμματα.

Η έκταση των θερμοκηπίων στις κυριότερες μεσογειακές ευρωπαϊκές χώρες παρουσιάζεται στον Πίνακα 1 (Baudoïn 1999, Sevgican 1999).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 1:** Έκταση θερμοκηπίων στις κυριότερες μεσογειακές ευρωπαϊκές χώρες.

Χώρα	Έκταση θερμοκηπίων (στρ.)	υψηλών	Έκταση καλλιεργειών (στρ.)	υδροπονικών
Ισπανία	460.000		10.000	
Ιταλία	250.000		4.000	
Γαλλία	95.000		16.000	
Ελλάδα	38.000		300	
Πορτογαλία	20.000		-	

## Γεωγραφική κατανομή 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.λ.π.) περιοχές. Υψίστης σημασίας είναι η παραγωγή θερμοκηπιακών προϊόντων χωρίς ή με ελάχιστη ανάγκη πρόσθετης θέρμανσης.

Στον Πίνακα 2 παρουσιάζονται οι εκτάσεις θερμοκηπίων στις διάφορες περιοχές της χώρας. Στην Κρήτη (Ιεράπετρα, Τυμπάκι, Παλιόχωρα) συναντάτε σχεδόν το μισό των εκτάσεων θερμοκηπίων (41,5% ), για τους λόγους που αναφέρθηκαν στα προηγούμενα. Στην Πελοπόννησο και Δυτική Ελλάδα (Καλαμάτα, Αμαλιάδα, Λευκάδα, Ναύπακτο, Πρέβεζα) συναντάται το 23%. Άλλες σημαντικές περιοχές με έκταση θερμοκηπίων είναι η Ανατολική και Κεντρική Μακεδονία, και περιοχές γύρω από τη Θεσσαλονίκη (22,5%), την Αττική και κυρίως τον Μαραθώνα (7,4%), δηλ. παρατηρείται μια τάση ανάπτυξης θερμοκηπίων κοντά σε περιοχές με αυξημένο πληθυσμό (αστικά κέντρα).

**ΠΙΝΑΚΑΣ 2:** Γεωγραφική κατανομή των θερμοκηπίων στην Ελλάδα (στοιχεία 1998).

Γεωγραφικό διαμέρισμα	Έκταση	
	(στρ.)	%
1. Ανατολική Μακεδονία & Θράκη	949	2,5
2. Δυτική & Κεντρική Μακεδονία	6.818	18,0
3. Ήπειρος	1.676	4,5
4. Θεσσαλία	1.201	3,1
5. Πελοπόννησος & Δυτική Στερεά Ελλάδα	8.716	23,0
6. Αττική και νήσοι	2.812	7,4
7. Κρήτη	15.709	41,5
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>37.872</b>	<b>100</b>

## Καλλιεργούμενα λαχανικά στα θερμοκήπια

Ένας σημαντικός αριθμός λαχανικών θερμής εποχής (με εξαίρεση το μαρούλι), καλλιεργείται στα θερμοκήπια για παραγωγή προϊόντων εκτός εποχής τους χειμερινούς μήνες. Τα πλέον σημαντικά λαχανικά είναι η τομάτα και το αγγούρι, τα οποία καταλαμβάνουν το 75% της συνολικής έκτασης θερμοκηπίων (τομάτες το 50% και αγγούρι 25%). Οι εκτάσεις σε στρέμματα που καταλαμβάνουν τα διάφορα είδη λαχανικών που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια ως κύρια και δευτερεύουσα καλλιέργεια (μερικά θερμοκήπια χρησιμοποιούνται για δύο καλλιέργειες την ίδια καλλιεργητική περίοδο) και η παραγωγή σε τόνους κατά το 1997-98 δίνονται στον Πίνακα 3.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 3:** Εκτάσεις λαχανικών και παραγωγή στα θερμοκήπια και χαμηλά σκέπαστρα στην Ελλάδα την καλλιεργητική περίοδο 1997-98.

Καλλιέργεια	Θερμοκήπια		Χαμηλά Σκέπαστρα	
	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)	Έκταση (στρ.)	Παραγωγή (τον.)
Τομάτες	23.721	243.493	582	3.690
Αγγούρια	11.325	140.144	150	2.350
Πιπεριές	3.495	15.616	212	663
Μελιτζάνες	2.022	17.871	272	995
Κολοκυθάκια	1.618	8.446	2.480	3.670
Πεπόνια	1.489	6.845	15.799	44.555
Καρπούζια	48	240	61.520	306.895
Φασολάκια	1.906	3.858	260	975
Μαρούλια	1.423	4.022	-	-
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>47.047</b>	<b>440.535</b>	<b>81.275</b>	<b>368.793</b>



## Τύποι θερμοκηπίων

Στον Πίνακα 4 παρουσιάζονται οι διάφοροι τύποι θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται στην Ελλάδα όπως αυτοί καταγράφηκαν την περίοδο 1998. Είναι φανερό ότι, παρά τις σημαντικές προόδους οι οποίες παρατηρήθηκαν τα τελευταία 15-20 χρόνια στον τομέα της κατασκευής των θερμοκηπίων, ένα ποσοστό εξακολουθούν να είναι ξύλινα, τα οποία κατασκευάζονται από τους καλλιεργητές. Υπάρχουν βέβαια και τα ξύλινα θερμοκήπια τα οποία κατασκευάζονται από οργανωμένες επιχειρήσεις, η έκταση των οποίων αυξάνεται χρόνο με το χρόνο. Υπάρχει επίσης μια σημαντική αύξηση των μικτών κατασκευών, όπου χρησιμοποιείται μεταλλικός σκελετός με ξύλινες εξαρτήσεις για τη στερέωση του πλαστικού καλύμματος. Τέλος, σημαντική έκταση καταλαμβάνει ο μεταλλικός τύπος σε σχήμα αψίδας, ο οποίος καλύπτεται από πλαστικό, γιατί έχει χαμηλό κόστος και η εγκατάσταση του είναι πολύ εύκολη και απλή.

Σημειώνεται ότι η πλειονότητα των θερμοκηπίων στα οποία καλλιεργούνται λαχανικά, καλύπτονται με πλαστικά φύλλα και μόνο το 1% των εκτάσεων περίπου έχουν κάλυψη από γυαλί.

**ΠΙΝΑΚΑΣ 4:** Τύποι θερμοκηπίων που χρησιμοποιούνται για καλλιέργεια λαχανικών στην Ελλάδα (στοιχεία 1998).

Τύπος Θερμοκηπίου	Έκταση (στρ.)
<b>Γυάλινα θερμοκήπια</b>	438
<b>Τυποποιημένα μεταλλικά με κάλυψη από πλαστικό</b>	
• τύπου τοξωτού	3.876
• τύπου δίρρικτης ή πολύρρικτης στέγης	3.153
Τυποποιημένα μικτά (μέταλλο +ξύλο) με κάλυψη από πλαστικό	4.878
<b>Τυποποιημένα ξύλινα με κάλυψη από πλαστικό</b>	3.398
<b>Παλαιού (χωρικού τύπου)</b>	

• Τοξωτά	9.140
• Δίρρικτα με μεταλλική στέγη	4.548
▪ Δίρρικτα με ξύλινη στέγη	4.960
• Δίρρικτα με μικτή (μέταλλο και ξύλο) στέγη	3.381
Διάφορα άλλα	100
<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>	<b>37.872</b>

Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

## 1.2 Γενικά περί εμβολιασμού των κηπευτικών

Ο εμβολιασμός στα κηπευτικά αποτελεί σήμερα μια καλλιεργητική τεχνική η οποία εφαρμόζεται σε μεγάλη κλίμακα σε ορισμένα είδη, όπως η καρπουζιά, η αγγουριά και η πεπονιά και σε αρκετή κλίμακα στην τομάτα και μελιτζάνα, όταν δεν υπάρχει γενικά ανθεκτικότητα στα παθογόνα εδάφους. Με την πάροδο του χρόνου όλο και σε μεγαλύτερες εκτάσεις θα εφαρμόζεται ο εμβολιασμός στα λαχανικά, αφενός γιατί εξασφαλίζει την ανθεκτικότητα στα παθογόνα εδάφους ή άλλες συνθήκες, όπως οι χαμηλές θερμοκρασίες, στις καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια, με αποτέλεσμα την εξασφάλιση της παραγωγής, αφετέρου προσφέρει τη δυνατότητα της αντιμετώπισης των προβλημάτων από τη χρήση φυτοφαρμάκων τα οποία μολύνουν και το περιβάλλον και μέσω των υπολειμμάτων τα προϊόντα και τους καταναλωτές. Η απαγόρευση της χρήσης του βρωμιούχου μεθυλίου και στην Ελλάδα, ενός απολυμαντικού εδάφους με μεγάλη αποτελεσματικότητα αλλά με υψηλή τοξικότητα, και με αρνητική δράση στο στρώμα του όζοντος της ατμόσφαιρας, καθιστά πιο επιτακτική την ανάγκη εφαρμογής του εμβολιασμού σε ανθεκτικά στα παθογόνα εδάφους υποκείμενα. Η εφαρμογή του εμβολιασμού αυξάνει βέβαια το κόστος της καλλιέργειας, απαιτεί περισσότερα εργατικά εξειδικευμένου προσωπικού και πιο σύγχρονες θερμοκηπιακές φυτωριακές εγκαταστάσεις κ.λ.π. συνάδει όμως με τα προγράμματα ολοκληρωμένης αντιμετώπισης των εχθρών και ασθενειών των φυτών και εντάσσεται στα πλαίσια των σύγχρονων αντιλήψεων για τη γεωργία.

Σημειώνεται, ότι σε χώρες όπως και η Κορέα, ο εμβολιασμός των κηπευτικών που καλλιεργούνται στα θερμοκήπια αποτελεί συνήθη τακτική. Εμβολιασμοί γίνονται και στην Ευρώπη όπου εφαρμόζεται εντατική καλλιέργεια κηπευτικών, ενώ σπάνια

γίνονται εμβολιασμοί στις Η.Π.Α. Για τη διευκόλυνση και επιτάχυνση της διαδικασίας του εμβολιασμού (μείωση του κόστους, επιτάχυνση της διαδικασίας) έχουν επινοηθεί αυτόματα συστήματα robot, τα οποία αποδεικνύονται πολύ αποτελεσματικά.

Οι μέθοδοι εμβολιασμού που εφαρμόζονται σήμερα στην τομάτα αλλά και σε άλλα σολανώδη (μελιτζάνα, πιπεριά) είναι κυρίως τρεις :

- I. Μέθοδος της πλάγιας προσέγγισης .
- II. Μέθοδος της γεφυρωτής προσέγγισης είναι παραλαγή της προηγούμενης και διέπεται από τις ίδιες συνθήκες όπως και στην περίπτωση (I).
- III. Μέθοδος με τη χρήση βελόνας

### **1.3 Σκοπός της εργασίας**

Από μελέτες πρόεκυψε ότι ο εμβολιασμός της τομάτας επιδρά στην αύξηση, ανάπτυξη και παραγωγή της καλλιέργειας της τομάτας, τόσο σε συνθήκες θερμοκηπίου όσο και υπαίθρου.

Τα πλεονεκτήματα του εμβολιασμού σε αντίθεση με τα μειονεκτήματα είναι περισσότερα από τα οποία τα πιο σημαντικά είναι: 1) αντιμετώπιση παθογόνων εδάφους, 2) η μεγάλη βλαστική ανάπτυξη, 3) η αντοχή στην αλατότητα και στις χαμηλές θερμοκρασίες, 4) ζωηρότητα φυτού.

Σήμερα χρησιμοποιούνται στη χώρα μας ορισμένα υποκείμενα για τον εμβολιασμό φυτών τομάτας, τα οποία απαιτείται να αξιολογηθούν. Σκοπός αυτής της εργασίας είναι η μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή θερμοκηπευτικής καλλιέργειας τομάτας.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2.1 Το περιβάλλον του θερμοκηπίου

Θερμοκήπιο είναι μια κατασκευή η οποία καλύπτεται με διαφανές υλικό, ώστε να είναι δυνατή η είσοδος όσο το δυνατόν περισσότερου φυσικού φωτισμού, που είναι απαραίτητος στην ανάπτυξη των φυτών.

Τα θερμοκήπια μπορεί να είναι θερμαινόμενα ή μη. Διαφέρουν από άλλες παρόμοιες κατασκευές, όπως π.χ. τα χαμηλά σκέπαστρα, τα σπορεία και τα θερμοσπορεία, στο ότι είναι αρκετά υψηλά και ευρύχωρα, έτσι ώστε να μπορεί ο άνθρωπος να εργάζεται μέσα σ' αυτά.

Πλην των άλλων χαρακτηριστικών τους επομένως, που αφορούν την παραγωγή των φυτών, το θερμοκήπιο προσφέρει και προστασία των εργαζομένων μέσα σ' αυτό από αντίξοες καιρικές συνθήκες.

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

Με το θερμοκήπιο γενικά:

Αποφεύγονται ζημίες στην Ελλάδα από αέρα, βροχή, χιόνι και χαλάζι.

Ανάλογα με τον εξοπλισμό του, παρέχεται η δυνατότητα ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της κόμης των φυτών, όπως: της ακτινοβολίας, της θερμότητας, της υγρασίας και του διοξειδίου του άνθρακα, με αρκετή ακρίβεια.

Παρέχεται η δυνατότητα αποτελεσματικής ρύθμισης των παραγόντων του περιβάλλοντος της ρίζας των φυτών, όπως: της υγρασίας, του οξυγόνου, της θερμότητας, των ανόργανων θρεπτικών στοιχείων και του PH, που με τη χρήση κατάλληλων εδαφικών υποστρωμάτων ή υδροπονικών καλλιεργειών, μπορούν να φθάσουν με ακρίβεια τις απαιτήσεις των φυτών.

Παρέχεται η δυνατότητα αποτελεσματικότερης φυτοπροστασίας από ασθένειες και έντομα, λόγω περιορισμένου χώρου και εξειδικευμένου εξοπλισμού.

Επιπλέον σ' ένα θερμοκήπιο που παρέχει τη δυνατότητα ακριβούς ρύθμισης των συνθηκών του περιβάλλοντος έτσι ώστε να ευνοεί την ανάπτυξη των φυτών, η ανάπτυξη φυτασθενειών είναι πολύ σπανιότερη απ' ό,τι σε ένα θερμοκήπιο του οποίου ο εξοπλισμός δεν παρέχει τέτοια δυνατότητα.

Ειδικότερα σε θερμοκήπια στα οποία γίνεται μια απλή μόνο τροποποίηση του περιβάλλοντος των φυτών με τη κατασκευή, επιτυγχάνεται συνήθως:

πρώιμη ή όψιμη παραγωγή φυτικών προϊόντων και η αποφυγή ζημιών στα φυτά και την παραγωγή από αέρα βροχή χαλάζι κλπ.

Στα θερμοκήπια στα οποία γίνεται ακριβής ρύθμιση των παραγόντων του περιβάλλοντος των φυτών, με εξειδικευμένο εξοπλισμό στην κάθε περίπτωση, μπορεί να επιτευχθεί:

- χρονικός προγραμματισμός της παραγωγής, ώστε να σταλεί στην αγορά σε συγκεκριμένη χρονική στιγμή, ανεξάρτητα από τις καιρικές συνθήκες που θα επικρατήσουν στον έξω χώρο,
- » αύξηση της παραγωγής και βελτίωση της ποιότητας, λόγω της βελτίωσης των συνθηκών του περιβάλλοντος και της προστασίας που προσφέρει το θερμοκήπιο από τα αντίξοα καιρικά φαινόμενα.

Επιπλέον ένα σύγχρονο θερμοκήπιο δεν αρκεί μόνο να προσφέρει τη δυνατότητα για τη δημιουργία και διατήρηση του ευνοϊκού περιβάλλοντος για την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, αλλά θα πρέπει να παρέχει και τη δυνατότητα κάθε φορά, για την παραγωγή φυτικών προϊόντων με το μικρότερο δυνατό κόστος.

Η ακρίβεια με την οποία ρυθμίζεται το περιβάλλον ανάπτυξης των φυτών και η δαπάνη για τη δημιουργία αυτού του περιβάλλοντος, στο θερμοκήπιο, προσδιορίζεται από:

- τη σωστή κατασκευή,
- τον κατάλληλο εξοπλισμό και κυρίως από
- την ικανότητα του καλλιεργητή να χειριστεί και να καταναίμει τα διαθέσιμα εφόδια.

### 2.1.1 Κλιματικοί παράγοντες

Η ανάπτυξη και παραγωγή ενός φυτού εξαρτώνται από το κληρονομικό δυναμικό του, δηλαδή το είδος και την ποικιλία ή το υβρίδιο, καθώς και από το περιβάλλον μέσα στο οποίο θα αναπτυχθεί.

Το περιβάλλον το συνιστούν όλα τα φυσικά μεγέθη του χώρου που επιδρούν στην ανάπτυξη των φυτών.

Για ένα συγκεκριμένο κληρονομικό δυναμικό υπάρχει πάντα ένα βέλτιστο περιβάλλον, το οποίο επιτρέπει στους χαρακτήρες του φυτού, που προσδιορίζονται από το κληρονομικό δυναμικό, να αναπτυχθούν στον καλύτερο δυνατό βαθμό.

Οπωσδήποτε, η ανάπτυξη των χαρακτήρων του φυτού θα πρέπει να είναι προς την επιθυμητή κατεύθυνση, γι' αυτό το βέλτιστο περιβάλλον διαφέρει ανάλογα 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 τη καλή ποιότητα της (εμφάνιση), αν επιδιώκεται η παραγωγή καρπών, τότε αποσκοπεί στο μέγιστο της παραγωγής καρπών (ποιοτικά και ποσοτικά) και σε όλες τις περιπτώσεις με το μικρότερο δυνατόν κόστος.

Οι παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν καθοριστικά την ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών στο θερμοκήπιο, μπορεί να χωρισθούν σε δυο ομάδες:

- α) Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού, που επιτελούνται στο υπέργειο μέρος του και είναι κυρίως η ακτινοβολία, η θερμότητα, η υγρασία και το διοξείδιο του άνθρακος.
- β) Οι παράγοντες που επηρεάζουν τις λειτουργίες του φυτού που επιτελούνται στη ρίζα και είναι κυρίως η θερμότητα, το νερό, το οξυγόνο, τα ανόργανα θρεπτικά στοιχεία και το pH.

Το περιβάλλον της κόμης επηρεάζεται από το χώρο του θερμοκηπίου, ενώ αυτό της ρίζας από το έδαφος του θερμοκηπίου, τα υποστρώματα καλλιέργειας, ή τα συστήματα υδροπονικών καλλιεργειών που τυχόν χρησιμοποιούνται.

Για τη μεγιστοποίηση της παραγωγής δεν αρκεί η ρύθμιση καθ' ενός από τους παράγοντες του περιβάλλοντος σ' ένα συγκεκριμένο άριστο σημείο, αλλά απαιτείται η ρύθμιση καθ' ενός σε συνδυασμό με το επίπεδο όλων των άλλων παραγόντων. Στη

ρύθμιση της θερμοκρασίας της κόμης κατά τη διάρκεια της ημέρας π.χ., θα πρέπει να ληφθούν υπόψη η επικρατούσα ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, η σχετική υγρασία, η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>, αλλά και η θερμοκρασία εδάφους, η διαθεσιμότητα του νερού στο έδαφος κ.ά., άλλως το αποτέλεσμα μπορεί να είναι πολύ δυσμενές για την παραγωγή.

#### α) ακτινοβολία

Με την ακτινοβολία μεταφέρεται ενέργεια μέσω των φωτονίων, που είναι διακεκριμένες δέσμες ενέργειας. Τα φωτόνια ταξιδεύουν με την ταχύτητα του φωτός και έχουν ιδιότητες όμοιες με αυτές των σωματιδίων και των μικροκυμάτων. Εκπέμπονται ή απορροφώνται από την ύλη λόγω της μετακίνησης των ηλεκτρονίων από το ένα επίπεδο ενέργειας σε άλλο ή αλλαγών στη ενέργεια δόνησης και περιστροφής των μορίων.

Γενικά η ακτινοβολία μπορεί να θεωρηθεί και ως ηλεκτρομαγνητικά κύματα. Κάθε φυσική επιφάνεια λόγω της θερμοκρασίας της εκπέμπει ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία σ' ένα μήκος κύματος που κυμαίνεται μεταξύ 0,2 και 100 μm και έχει σταθερή ταχύτητα. Στο διάστημα αυτό περιλαμβάνεται η ηλιακή ακτινοβολία και η μεγάλου μήκους κύματος ακτινοβολία.

Κατά τη διάρκεια της ημέρας, η κύρια πηγή ενέργειας του θερμοκηπίου είναι η ηλιακή ακτινοβολία. Η ηλιακή ακτινοβολία αποτελεί την πηγή ενέργειας για τη φωτοσύνθεση των φυτών, καθώς και τη φυσική πηγή θερμότητας στο χώρο του θερμοκηπίου. Επηρεάζει δε σημαντικά τη διάρκεια ζωής των διαφανών πλαστικών υλικών που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή πολλών θερμοκηπίων.

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. Αν ένας από αυτούς τους παράγοντες μειωθεί, όπως π.χ. η ένταση του φωτισμού, τότε η φωτοσυνθετική δραστηριότητα (και ανάπτυξη των φυτών) μειώνεται. Αν ένας από αυτούς τους παράγοντες αυξηθεί πάνω από το άριστο, επομένως και η ένταση του φωτισμού, πάλι μειώνεται η φωτοσυνθετική δραστηριότητα (στην περίπτωση της υψηλής έντασης φωτισμού, επειδή βλάπτονται οι χλωροπλάστες και αυξάνεται η φωτοαναπνοή).

Η ξηρά ουσία ενός φυτού αποτελείται κατά 40% περίπου από άνθρακα, τον οποίο αποσπά από το διοξείδιο του άνθρακος της ατμόσφαιρας. Εκτός από τον άνθρακα και το οξυγόνο που περιέχουν τα φυτά, το λαμβάνουν από το CO<sub>2</sub> του ατμοσφαιρικού αέρα.

Το CO<sub>2</sub> της ατμόσφαιρας 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. Ένα μέρος των παραγομένων οργανικών ενώσεων χρησιμοποιούνται στην κατασκευή του φυτού, ενώ ένα άλλο μέρος οξειδώνεται πάλι σε διοξείδιο του άνθρακος, για να αποσπάσει ενέργεια απαραίτητη στις ζωτικές λειτουργίες του φυτού (αναπνοή). Με άλλα λόγια, με τη φωτοσύνθεση δεσμεύεται CO<sub>2</sub> από την ατμόσφαιρα και παράγονται οργανικές ενώσεις, ενώ με την αναπνοή διασπώνται οι οργανικές ενώσεις και απελευθερώνεται CO<sub>2</sub>. Το δεσμευόμενο βέβαια CO<sub>2</sub> με τη φωτοσύνθεση είναι πολύ περισσότερο από το παραγόμενο όλο το εικοσιτετράωρο με την αναπνοή. Η φωτοσύνθεση επομένως επηρεάζεται άμεσα από το φως, τη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> στον αέρα, το νερό και τη θερμοκρασία. Είναι αυτονόητο ότι μια αύξηση του παράγοντα που βρίσκεται στην ελάχιστη ποσότητα, αυξάνει το ρυθμό της φωτοσύνθεσης.

Η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub> στον αέρα επηρεάζει, εκτός από τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης, και τη μορφογένεση στα φυτά. Γενικότερα αποδεικνύεται ότι όσο το φως και η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> αυξάνουν, η αναλογία της επιφάνειας του φύλλου ως προς το ξηρό βάρος του (ειδική φυλλική επιφάνεια) μειώνεται.

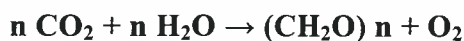
Παρατηρείται ακόμη ότι η αύξηση της συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> στο χώρο του θερμοκηπίου επιδρά ευνοϊκά στην αύξηση των αποδόσεων ορισμένων καλλιεργειών, ακόμα και κάτω από περιορισμένες συνθήκες φωτός.

## 2.2 Φωτοσύνθεση

Η διαδικασία της φωτοσύνθεσης έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια. Αποτέλεσμα αυτής είναι η αύξηση της ποσότητας του ατμοσφαιρικού άνθρακα. 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 (CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O 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.

Η μετατροπή της φωτεινής ενέργειας σε χημική συνδέεται στενά με την μετατροπή του CO<sub>2</sub> σε οργανικά συστατικά. Για δεκαετίες και οι δύο αντιδράσεις (μετατροπή της ενέργειας και δέσμευση του CO<sub>2</sub>) θεωρούνταν ως μία πολύπλοκη αντίδραση που περιγράφονταν από τη γενική εξίσωση:



Η αντίδραση αυτή δείχνει κατά βάση ότι η φωτοσύνθεση είναι ο συνδυασμός του CO<sub>2</sub> και του H<sub>2</sub>O 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.



### 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  $\text{CO}_2$  προς τη θεμελιώδη ομάδα δομής των υδατανθράκων ( $\text{H-C-OH}$ ) με υδρογόνο, που ελευθερώνεται από τη φωτόλυση του  $\text{H}_2\text{O}$ . Η αλυσίδα των επιμέρους αντιδράσεων οδηγεί στο σχηματισμό της τελικής ουσίας, που κατά κανόνα είναι η γλυκόζη, από το  $\text{CO}_2$  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. 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  $\text{NADPH}_2$ ), 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

Η φωτοσυνθετική απόδοση ενός φυτού μπορεί να επηρεαστεί από διάφορους παράγοντες, είτε εξωτερικούς, είτε εσωτερικούς, οι οποίοι με τη σειρά τους να έχουν επιπτώσεις στην παραγωγή κάθε καλλιέργειας. Μερικοί από τους παράγοντες επηρεάζουν άμεσα τη φωτοσύνθεση, όπως για παράδειγμα το φως και το  $\text{CO}_2$ , ενώ οι άλλοι όπως το νερό και τα θρεπτικά άλατα έχουν έμμεσες επιδράσεις. Αν σ'αυτά συμπεριλάβουμε και τις αλληλεπιδράσεις των διάφορων παραγόντων, τότε γίνεται

φανερό ότι τα φυτικά είδη παρουσιάζουν σημαντική διαφορά ως προς τη φωτοσυνθετική τους απόδοση, ακόμη και όταν αναπτύσσονται κάτω από τις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος.

**Φως.** Στο σκοτάδι δεν έχουμε καμιά φωτοσυνθετική δραστηριότητα, αντίθετα έχουμε αναπνευστική.

Συνεπώς το παραγόμενο CO<sub>2</sub> από την αναπνοή, ελευθερώνεται δια μέσου των φύλλων. Με την αύξηση της έντασης του φωτός φτάνουμε σ'ένα σημείο, όπου η ποσότητα του CO<sub>2</sub> που προσλαμβάνεται για τη φωτοσύνθεση και αυτή, που απελευθερώνεται από την αναπνοή είναι ίσες. Το σημείο αυτό αναφέρεται ως σημείο ισοστάθμισης του φωτός.

**Θερμοκρασία.** Η θερμοκρασία είναι ένας από τους σπουδαιότερους παράγοντες, που επηρεάζουν όλα τα φαινόμενα της ζωής.

Είναι γνωστό ότι η φωτοσύνθεση είναι μια διαδικασία στενά συνδεδεμένη με τη δομή και τη δραστηριότητα του πρωτοπλάσματος. Επειδή όμως η δραστηριότητα του πρωτοπλάσματος εξαρτάται από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, κατά συνέπεια και η φωτοσύνθεση εξαρτάται από τον ίδιο παράγοντα.

Πράγματι με κατάλληλο φωτισμό η φωτοσυνθετική απόδοση κατ'αρχάς αυξάνει με τη θερμοκρασία. Τελικά φτάνει ένα μέγιστο, πέρα από το οποίο η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί ελάττωση της απόδοσης, η οποία τελικά παύει, όταν η αύξηση φθάσει το μέγιστο. Η αιτία αποδίδεται μάλλον στο ότι η υψηλή θερμοκρασία προκαλεί βλάβες στο πρωτόπλασμα και κατ' επέκταση στη φωτοσυνθετική απόδοση. Επίσης αποδίδεται και στη θερμοευαισθησία των στομάτων, με αποτέλεσμα, τόσο στις ψηλές, όσο και στις χαμηλές θερμοκρασίες, να κλείνουν και συνεπώς να περιορίζουν τη φωτοσύνθεση.

**Διοξείδιο του άνθρακα.** Επειδή το CO<sub>2</sub> είναι βασικό συστατικό με το οποίο τα φυτά οικοδομούν τις οργανικές τους ενώσεις, γι αυτό η διακύμανση της συγκέντρωσης του επηρεάζει τη φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών. Στην ατμόσφαιρα η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> είναι σταθερή και δεν υπερβαίνει το 0.033% του όγκου της. Έχει βρεθεί ωστόσο ότι, όσο μεγαλύτερη είναι η περιεκτικότητα του αέρα σε CO<sub>2</sub>, τόσο πιο έντονη είναι η φωτοσυνθετική απόδοση των φυτών για μια συγκεκριμένη ένταση φωτισμού. Παρόλα αυτά πολύ ψηλές συγκεντρώσεις CO<sub>2</sub> προκαλούν κλείσιμο των στομάτων συμβάλλοντας έτσι στη μείωση της πρόσληψης του CO<sub>2</sub>. Η μικρή συνεπώς περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> ενεργεί ως περιοριστικός παράγοντας φωτοσύνθεσης.



Στη φύση παρατηρείται αύξηση της πυκνότητας του CO<sub>2</sub> κοντά στις επιφάνειες του εδάφους, που είναι πλούσιες σε οργανικά συστατικά. Με την αποικοδόμηση των οργανικών ουσιών ελευθερώνονται διάφορα ποσά CO<sub>2</sub>, που εμπλουτίζουν τα κατώτερα στρώματα του αέρα. Συνεπώς τα έρποντα και ροδακώδη φυτά, που αναπτύσσονται σε τέτοιους χώρους, πραγματοποιούν εντονότερη φωτοσύνθεση. Αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τα σκιάφυτα, που αναπτύσσονται στον υπόροφο ενός δάσους. Τα φυτά αυτά αν και φωτοσυνθέτουν για πολύ λίγο χρόνο στη διάρκεια της ημέρας, ωστόσο φωτοσυνθέτουν σε άριστο για αυτά φως και σε υψηλή συγκέντρωση CO<sub>2</sub>. Έτσι στον περιορισμένο χρόνο, που φωτίζονται παράγουν πολλαπλάσια ποσότητα οργανικών ουσιών σε σχέση προς εκείνη, που καταναλώνουν με την αναπνοή ολόκληρο το εικοσιτετράωρο.

**Νερό** Η διαθέσιμη ποσότητα του νερού στο φυτό είναι ένας από τους βασικούς παράγοντες, που ρυθμίζουν τη φωτοσυνθετική απόδοση, αφού η απόδοση αυτή μειώνεται με την έλλειψη του νερού. Όπως είδαμε, το νερό αποτελεί τη βασικότερη πηγή δημιουργίας πρωτονίων, που θα χρησιμοποιηθούν για την αναγωγή του NADP σε NADPH<sub>2</sub>, ενώ συγχρόνως τροφοδοτεί με ηλεκτρόνια το φωτοσύστημα II. Πέραν τούτου η έλλειψη του νερού μπορεί να αναστείλει τη φωτοσύνθεση με α) την ελάττωση της επιφάνειας των φύλλων (πολλά φυτά συστρέφουν τα φύλλα τους για να ελαττώσουν την επιφάνεια τους και συνεπώς και τη διαπνοή), β) το κλείσιμο των στομάτων και γ) την ελάττωση της υδάτωσης του πρωτοπλάσματος.

Το κλείσιμο των στομάτων περιορίζει την πρόσληψη του CO<sub>2</sub> και μειώνει τη φωτοσύνθεση. Δεν είναι ασύνηθες για τα φυτά να εμφανίζουν αρχόμενο μαρασμό κατά τη θερμή περίοδο της ημέρας προκαλώντας κλείσιμο των στομάτων και προσωρινό σταμάτημα πρόσληψης CO<sub>2</sub>.

Η έλλειψη του νερού μπορεί επίσης να αλλάξει την ενυδάτωση των πρωτεϊνών, επηρεάζοντας έτσι τη δραστηριότητα τους. Τέτοιες επιδράσεις έχουν ως αποτέλεσμα την αλλαγή του μεταβολισμού και ειδικά για την περίπτωση της φωτοσύνθεσης την ελάττωση της απόδοσης της.

**Θρεπτικά στοιχεία.** Η έλλειψη βασικών θρεπτικών στοιχείων έχει άμεσες, αλλά και έμμεσες συνέπειες στη φωτοσύνθεση. Έτσι η έλλειψη N και Mg για παράδειγμα έχει άμεσες επιπτώσεις στη σύνθεση χλωροφύλλης, αφού αποτελούν δομικά συστατικά της.

Ο Fe όμως, που δεν είναι δομικό συστατικό της χλωροφύλλης, συμβάλλει στο σχηματισμό της και συνεπώς η έλλειψη του Fe έμμεσα επηρεάζει τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα του φυτού.

Πειραματικά δεδομένα συνηγορούν στο ότι το N επηρεάζει τη φωτοσύνθεση των φυτών, αφού συμμετέχει στη σύνθεση της χλωροφύλλης και των πρωτεϊνών, ενώ επηρεάζει το μέγεθος των φύλλων και τη συμπεριφορά των στομάτων. Πράγματι πειραματικά διαπιστώθηκε ότι φύλλα μηλιάς με υψηλή περιεκτικότητα N παρουσίασαν αντίστοιχα και υψηλή πρόσληψη CO<sub>2</sub>, ενώ η έλλειψη N είχε ως αποτέλεσμα την αναστολή της φωτοσυνθετικής απόδοσης του φυτού.

Η έλλειψη P μπορεί επίσης να εμποδίσει σε κάποιο βαθμό τη φωτοσύνθεση, αφού διαταράσσει το σύστημα μεταφοράς ενέργειας ADP, ATP. Προσθήκη φωσφορικού λιπάσματος σε δένδρα μηλιάς είχε ως αποτέλεσμα τη δημιουργία μεγάλων φύλλων με υψηλή αναλογία δρυφακτοειδούς παρεγχύματος, Είναι γνωστό όμως ότι φυτά με μεγάλη φωτοσυνθετική επιφάνεια, σε σχέση με τον όγκο βλαστού και ρίζας, παρουσιάζουν και έντονη φωτοσυνθετική δράση, με αποτέλεσμα οι καρποί και τα σπέρματα να είναι πιο μεγάλα και πιο πλούσια σε αποταμιευτικές ουσίες.

Επομένως η σωστή και κατάλληλη χρήση θρεπτικών ουσιών συμβάλλει στην ποιοτική και ποσοτική απόδοση των φυτών με την προϋπόθεση βέβαια ότι όλοι οι άλλοι παράγοντες (φως, θερμοκρασία, κλπ), βρίσκονται σε ευνοϊκές τιμές για 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.

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.

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. 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.

### 2.3.2 Μηχανισμός της διαπνοής

Η αποβολή του νερού (διαπνοή) από το φυτό συντελείται 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 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 και απαιτεί ενέργεια..

Γενικά η διαπνοή μπορεί να περιγραφεί με την εξίσωση:

$$\Delta = \text{Σφύλλα} - \text{Σαέρα} / \text{Αφύλλα} + \text{Ααέρα}$$

οπού Σφύλλα και Σαέρα, σε g/m<sup>3</sup> είναι η συγκέντρωση υδρατμών μέσα στους μεσοκυττάριους-υποστομάτιους χώρους και στον αέρα, αντίστοιχα, Αφύλλου είναι η αντίσταση διάχυσης (sec/m) των υδρατμών μέσα στο μεσόφυλλο και Ααέρα είναι η αντίσταση διάχυσης των υδρατμών μέσω του στρώματος αέρα που βρίσκεται πάνω από τα στόματα σε επαφή με τα φύλλα. Η Αφύλλου αποτελείται από την αντίσταση των μεσοκυττάριων χώρων, των στομάτων και της εφουμενίδας.

### 2.3.3 Παράγοντες που επηρεάζουν τη διαπνοή

**α) 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.

**β) 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 και διαπνοή κατά τη διαβάθμιση του υδατικού δυναμικού.

**γ)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.

**δ)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.

**ε)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 αϊδίο 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 των αγγείων . Όσον αφορά την εσωτερική συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> 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



## 2.4 Η καλλιέργεια της τομάτας



### 2.4.1. Καταγωγή και διάδοση

Η τομάτα (*Solanum lycopersicum*) ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών (*Solanaceae*). Κατάγεται από την Λατινική Αμερική και πιο συγκεκριμένα από το Περού. Στην Ευρώπη την έφερε ο Χριστόφορος Κολόμβος τον 16<sup>ο</sup> αιώνα.

Τον πρώτο καιρό της εισαγωγής της στην Ευρώπη, την ονόμαζαν *Mala Peruviana* και *Pomi del Peru*. Η σημερινή της ονομασία προέρχεται από την λέξη *tomatl* μιας διαλέκτου του Μεξικού, της Ναχουάτλ.

Για ένα μακρύ χρονικό διάστημα οι κάτοικοι της Γηραιάς Ηπείρου θεωρούσαν την τομάτα δηλητηριώδες φυτό και την καλλιεργούσαν αποκλειστικά για καλλωπιστικούς σκοπούς. Δύο είναι οι λόγοι που συντέλεσαν σε αυτήν την άποψη. Ο πρώτος είναι ότι στα φύλλα του φυτού περιέχεται η ουσία σολανίνη, μια ουσία τοξική τόσο για τους ανθρώπους όσο και για τα ζώα. Σημειώστε ότι η ίδια ουσία περιέχεται και στα φύλλα της πατάτας και του καπνού. Ο άλλος λόγος είναι ότι η τομάτα μοιάζει πολύ με το

φυτό «Ατροπός» (*Atropus belladonna*), ένα φυτό που ήταν ήδη γνωστό και όντως δηλητηριώδες.

Για τον λόγο αυτό και η διάδοσή της στις διάφορες περιοχές της γης ήταν σχετικά βραδεία .

Στα μέσα όμως του 19<sup>ου</sup> αιώνα η καλλιέργεια της τομάτας διαδόθηκε σε διάφορες χώρες με ταχύ ρυθμό. Στην Ελλάδα εισήχθη κατά το έτος 1815, αλλά μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο η επέκταση της καλλιέργειας υπήρξε ραγδαία, ώστε σήμερα να κατέχει στην χώρα μας πρωτεύουσα θέση μεταξύ των νωπών και μεταποιησίμων λαχανικών.

Αν και η καλλιέργεια της τομάτας ξεκίνησε διστακτικά διεθνώς, σήμερα έχει καταλάβει δεσπόζουσα θέση μεταξύ των λαχανικών αφού καλλιεργείται σε 32.416.000 στρέμματα και δίνει παραγωγή περίπου 89.985.000 μετρικούς τόνους παγκοσμίως (FAO, Production Yearbook, 1998). Στατιστικά στοιχεία που αναφέρονται στην παραγωγή της καλλιέργειας τομάτας παγκοσμίως παρουσιάζονται στον Πίνακα 1.

**Πίνακας 1 :** Παραγωγή τομάτας σε παγκόσμια κλίμακα κατά το έτος 2004

<b>Κυριότερες Χώρες</b>	<b>Παραγωγή (Μετρικοί Τόνοι)</b>	<b>Πηγή</b>
1. Κίνα	30.000.000	FAO
2. Η.Π.Α.	12.400.000	FAO
3. Τουρκία	8.000.000	Ανεπίσημη
4. Ινδία	7.600.000	FAO
5. Αίγυπτος	6.780.000	FAO
6. Ιταλία	6.500.000	FAO
7. Ισπανία	3.900.000	FAO
8. Βραζιλία	3.394.000	
9. Ιράν	3.150.000	FAO
10. Μεξικό	2.148.130	FAO
11. Ρωσία	2.090.000	FAO
12. Ελλάδα	1.800.000	FAO
13. Χιλή	1.300.000	FAO
14. Πορτογαλία	1.100.000	FAO
15. Ουζμπεκιστάν	1.100.000	FAO

#### 2.4.2. Βοτανικά χαρακτηριστικά φυτού



Στην χώρα της καταγωγής της , η τομάτα είναι πολυετής, γιατί αναπτύσσεται σε τροπικές και υποτροπικές περιοχές, όπου η θερμοκρασία του αέρα δεν μειώνεται κάτω από τους 5 – 6 °C , ενώ στην Ελλάδα είναι μονοετές και σπανιότατα διετές.

Το φυτό της τομάτας αναπτύσσει ευδιάκριτη κεντρική ρίζα η οποία, αναπτύσσεται περισσότερο πλαγίως παρά σε βάθος .

Ο βλαστός στο πρώτο στάδιο ανάπτυξης είναι τρυφερός , εύθραυστος, χυμώδης και μαλακός , αργότερα όμως και σταδιακά γίνεται ημιξυλώδης ανίκανος να κρατηθεί όρθιος, λόγω του βάρους των καρπών.

Τα φύλλα εμφανίζονται πάνω στον βλαστό σε ελικοειδή διάταξη, είναι σύνθετα, μεγάλα και διαφέρουν, από ποικιλία σε ποικιλία .

Τα άνθη είναι κίτρινα, πολυάριθμα, ενωμένα σε ταξιανθίες, με πέντε ή περισσότερα σέπαλα ή πέταλα, πέντε στήμονες, δίβολο ανθήρα , έναν ύπερο με πολύχωρο, ωθήκη με πολλά ωάρια, τα οποία μετά την γονιμοποίηση δίνουν πολυάριθμα σπέρματα.

Ο καρπός είναι σαρκώδης . Το ωφέλιμο μέρος αυτού είναι η σάρκα και ο χυμός . Ο χρωματισμός του καρπού οφείλεται στην λυκοπίνη, η οποία δίνει το κόκκινο χρώμα και παράγεται κυρίως υπό σκιά σε θερμοκρασία 10 – 30 °C και στην καροτίνη, η οποία δίνει το κίτρινο χρώμα και παράγεται υπό την επίδραση των ηλιακών ακτίνων σε θερμοκρασία μεγαλύτερη των 10 °C .



### 2.4.3. Θρεπτική αξία

Υπάρχει μια αυξανόμενη τάση ο κόσμος να περιλαμβάνει στο διαιτολόγιο του τροφές που έχουν σημαντική επίδραση στη σωματική του υγεία, που περιέχουν σημαντικές ποσότητες βιταμινών, ιχνοστοιχείων και αντιοξειδωτικών ουσιών. Η τομάτα έχει εκτιμηθεί πολύ από τότε που ανακαλύφθηκε ότι η κόκκινη χρωστική ουσία που περιέχει, το λυκοπίνιο, έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Το λυκοπίνιο έχει αποδειχθεί ότι έχει ισχυρή αντιοξειδωτική δράση και παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τέτοιου είδους δράση από όλα τα αντιοξειδωτικά των τροφών μας (Kushad et al., 2003).

Τα κύρια φυτοχημικά στην τομάτα είναι τα καροτενοειδή, που αποτελούνται από 60- 64% λυκοπίνιο και 10 - 15% καροτίνη (Clinton, 1998). Οι κερασόμορφες τομάτες περιέχουν περισσότερες ποσότητες καροτενοειδών από τις κανονικές (Leonardi et al., 2000). Οι επεξεργασμένες τομάτες ( σάλτσα, πάστα, χυμός και ketchup) περιέχουν 2 – 40 φορές υψηλότερο λυκοπίνιο από ότι οι νωπές τομάτες (Gerster, 1997, Clinton, 1998).

Η τομάτα περιέχει σημαντική ποσότητα α-, β-, γ- και δ- καροτίνιου από 0,6 – 2,0 mg/kg, συνεισφέροντας προβιταμίνη Α πηγή στη διατροφή του ανθρώπου. Οι καρποί τομάτας είναι μια εξαιρετική ασκορβικού οξέος ή βιταμίνης C, φτάνοντας το επίπεδο των 200 mg/kg (Tonucci et al. 2000, Abushita et al., 2000, Leonardi et al., 2000).

**Πίνακας 2 :**Περιεκτικότητα τομάτας σε θρεπτικές ουσίες (ανά 100g νωπού καρπού (Madhavi et al., 1998 Ντόγγρας, 2001)

Πηγές	Lycopersicum esculentum (καλλιεργούμενες ποικιλίες )		Lycopersicum esculentum (var. Cerasiforme)
Νερό	94,7	93,5	93,2
Ενέργεια (Kcall)	56	22	22
Υδατάνθρακες (g)	1,9	4,75	4,9
Λίπη (g)	0,1	0,2	0,2

Πρωτεΐνες (g)	1,0	1,05	1,0
Ίνες (g)	1,6	0,55	0,4
Βιταμίνη Α(Δ.Μ.)*	1000,00	900	2000
Θειαμίνη (mg)	0,04	0,06	0,05
Ριβοβλαβίνη (mg)	0,02	0,04	0,04
Νιασίνη (mg)	0,7	0,7	-
Βιταμίνη C	18,00	25	50
Ca (mg)	8,00	12	29
P (mg)	-	26	62
Na (mg)	6,00	3	-
K (mg)	200,00	244	-
Mg (mg)	10,00	15	-
Fe (mg)	0,3	0,5	1,7

Η ποιότητα του καρπού και κατ' επέκταση η θρεπτική του αξία εξαρτάται από το στάδιο ωρίμανσης που βρίσκεται αυτός κατά τη συγκομιδή, δεδομένου ότι όσο ο καρπός βρίσκεται πάνω στο φυτό «συσσωρεύει» σάκχαρα, οξέα, βιταμίνη C και λοιπές θρεπτικές ουσίες, γι' αυτό και ο καρπός που φτάνει στο τελικό στάδιο ωρίμανσης επί του φυτού υπερτερεί σε ποιότητα από τους καρπούς που συγκομίζονται νωρίτερα και ωριμάζουν μακριά από το φυτό (Ντόγρας, 2001).

Τέλος, από έναν μεγάλο αριθμό ερευνών έχει βρεθεί ότι η λήψη της τομάτας και των προϊόντων της ως τροφή συνδέεται με μικρότερη πιθανότητα εμφάνισης διάφορων μορφών καρκίνου (Kushad et al., 2003). Η κατανάλωση τομάτας ακόμα συνδέεται με τη μείωση καρδιαγγειακών παθήσεων, πιθανόν μειώνοντας την οξειδωση ή αναστέλλοντας τη σύνθεση ή ακόμη και ενισχύοντας τη διάσπαση των χαμηλής – πυκνότητας λιποπρωτεϊνών ( Arab and Steck, 2000 ).

#### 2.4.4. Κλίμα και έδαφος

Η τομάτα, φυτό τροπικής καταγωγής, απαιτεί υψηλές θερμοκρασίες, για την συμπλήρωση του βλαστικού της κύκλου . Με θερμοκρασίες 24 – 31 °C το φυτό αναπτύσσεται γρήγορα.

Σε θερμοκρασία 33° C η ανάπτυξη του φυτού καθυστερεί και στους 35° C διακόπτεται πλήρως .

Στους 4° C ο καρπός παθαίνει ζημιά και γίνεται ευπαθής στην μεταφορά . Το φυτό καταστρέφεται σε θερμοκρασία 2° C υπό το μηδέν.

Ο άνεμος αποτελεί σοβαρό περιοριστικό παράγοντα στην καλλιέργεια τομάτα. Η υψηλή ατμοσφαιρική υγρασία, ευνοεί την ανάπτυξη μυκητολογικών ασθενειών, εμποδίζει τη γονιμοποίηση του άνθους και προκαλεί ανθόρροια . Η ξηρά ατμόσφαιρα προκαλεί επίσης ανθόρροια . Η πτώση βροχής (φυσικής ή τεχνητής ) κατά την περίοδο της γονιμοποίησης του άνθους, εμποδίζει τη γονιμοποίηση του άνθους .

Η ηλιοφάνεια είναι απαραίτητη και ασκεί ευεργετική επίδραση στο αποτέλεσμα της καλλιέργειας της πρώιμης τομάτας . Η έντονη ηλιοφάνεια, έχει επίσης ως συνέπεια την πρόκληση εγκαυμάτων στον καρπό και στους βλαστούς .

Εδάφη κατάλληλα για την πρώιμη καλλιέργεια της τομάτας είναι τα αμμώδη έως αμμοπηλώδη , τα οποία έχουν την ικανότητα, θερμαινόμενα γρήγορα και ψυχόμενα αργά να διατηρούνται θερμά .

Ως προς την οξύτητα του εδάφους, η τομάτα απαιτεί γενικά ελαφρώς όξινα εδάφη (PH 4,5 – 8,2) στο χλωριούχο νάτριο είναι αυτή λιγότερο ανθεκτική .

Η περιεκτικότητα του εδάφους σε οργανική ουσία, ιδιαίτερα μάλιστα σε συνθήκες καλλιέργειας της πρώιμης τομάτας είναι αποφασιστικής σημασίας για την καλλιέργεια της τομάτας .

#### 2.4.5 Κατεργασία του εδάφους

Στο έδαφος που θα καλλιεργηθεί η τομάτα, το φθινόπωρο ή κυρίως την άνοιξη πριν από την σπορά ή την μεταφύτευση συνιστάται να γίνεται κατεργασία του εδάφους. Τα οργώματα αποτελούν τον αποτελεσματικότερο τρόπο καταστροφής των πολυετών ζιζανίων (αγριάδας, κύπερης κλπ.).

Η πρώτη άροση πρέπει να είναι βαθιά για να διευκολυνθεί η διείσδυση του ριζικού συστήματος των φυτών σε μεγαλύτερο βάθος.

Σε καλλιέργεια τομάτας υπό κάλυψη η προετοιμασία του εδάφους ξεκινά αμέσως μετά το πέρας της προηγούμενης καλλιέργειας. Τοποθετείται κοπριά και ακολουθεί όργωμα και φρεζάρισμα και μετά η απολύμανση του εδάφους από τα διάφορα παθογόνα.

Μετά την μεταφύτευση των φυτωρίων στις τελικές θέσεις είναι αναγκαία κάποια ελαφριά σκαλίσματα για τον αερισμό του εδάφους και κυρίως για την καταστροφή των ζιζανίων και το σπάσιμο της κρούστας που σχηματίζεται στο λαιμό του φυτού.

Η τομάτα μπορεί να φυτευτεί στο θερμοκήπιο οποιαδήποτε χρονική περίοδο. Οι συνθήκες όμως παραγωγής και εμπορίας στην Ελλάδα, επέβαλαν ουσιαστικά δύο περιόδους φύτευσης στα θερμοκήπια:

**1<sup>η</sup> περίοδος:** Μεταφύτευση : μέσα Σεπτεμβρίου-μέσα Νοεμβρίου

Συγκομιδή : από μέσα Δεκεμβρίου-Φεβρουάριο-  
τέλος Ιουνίου

Διάρκεια συγκομιδής : 6,5 μήνες

**2<sup>η</sup> περίοδος:** Μεταφύτευση : μέσα Ιανουαρίου-μέσα Φεβρουαρίου

Συγκομιδή : αρχές Απριλίου-τέλος Ιουνίου

Διάρκεια συγκομιδής : 3 μήνες

Γίνεται αντιληπτό ότι, όταν εφαρμόζεται η πρώτη τακτική, το θερμοκήπιο απασχολείται μόνο με καλλιέργεια τομάτας καθ' όλη την καλλιεργητική περίοδο. Όταν εφαρμόζεται η δεύτερη τακτική, τότε της τομάτας μπορεί να προηγηθεί μια άλλη καλλιέργεια, όπως π.χ. αγγούρια, καρπούζια, πεπόνια, κολοκυθάκια κ.λ.π., και έτσι ο καλλιεργητής να εκμεταλλεύεται δύο καλλιέργειες την ίδια καλλιεργητική περίοδο, με στόχο το μεγαλύτερο εισόδημα.

## **2.4.6 Καλλιεργητικές φροντίδες**

### **2.4.6.1 Αμειψισπορά**

Η εναλλαγή των καλλιεργειών, δηλαδή η αμειψισπορά, επιβάλλεται στην καλλιέργεια τομάτας όπως σε όλα τα είδη, κυρίως για την αποφυγή σοβαρών προσβολών από ασθένειες, τα αίτια των οποίων διατηρούνται στο έδαφος επί αρκετά συνήθως έτη. Για το λόγο αυτό η τομάτα είναι σκόπιμο να μην επανέρχεται στον ίδιο αγρό πριν περάσουν 4-5 έτη, περίοδος που ξεπερνά το μέγιστο όριο επιβίωσης των μικροοργανισμών, που προκαλούν τις κυριότερες ασθένειες. Στο διάστημα αυτό θα πρέπει να αποκλείονται από τη διαδοχή στο έδαφος οι πατάτες, οι μελιτζάνες, οι πιπεριές και ο καπνός, δηλαδή φυτά ικανά να προσβληθούν από πολλά από αυτά τα παθογόνα (Anderlini, 1984). Ο Anderlini (1984) αναφέρει ότι μια καλλιέργεια τομάτας μπορεί να την ακολουθήσει σιτάρι το δεύτερο έτος και αυτόν τριφύλλι ή μηδική, αναλόγως την διάρκεια της αμειψισποράς, η οποία θα κλείσει το τέταρτο ή πέμπτο έτος με σιτάρι.

### **2.4.6.2 Άρδευση**

Η άρδευση σε καλλιέργειες τομάτας εξαρτάται κυρίως από τον τύπο του εδάφους και τις συνθήκες περιβάλλοντος.

Σήμερα, έχει επικρατήσει η άρδευση να γίνεται με σταγόνες εξαιτίας των αναγκών της καλλιέργειας για μεγάλη εδαφική υγρασία και αποφυγής της διαβροχής της φυλλικής επιφανείας. Βέβαια, το κόστος ενός συστήματος στάγδην άρδευσης δεν είναι αμελητέο και απαιτείται για την εγκατάστασή του ειδική μελέτη, όμως η μέθοδος αυτή πλεονεκτεί στο ότι εξοικονομεί μεγάλες ποσότητες νερού κρατώντας το έδαφος σε συνθήκες σταθερής υγρασίας, ενώ ταυτόχρονα αποφεύγονται ο σχηματισμός κρούστας, η διάβρωση του εδάφους και τα ζιζάνια.

Συχνή αλλά μικρής έκτασης άρδευση βελτιώνει το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα του καρπού, αλλά η περιεκτικότητα σε ξηρή ουσία και σε οξέα μειώνεται.

Οι ανάγκες του φυτού σε νερό αυξάνονται κατά την καρποφορία. Έλλειψη νερού κατά την περίοδο ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού μπορεί να προκαλέσει την εμφάνιση της φυσιολογικής ανωμαλίας «σήψη κορυφής». Κάτω από ορισμένες

συνθήκες η έλλειψη νερού αναστέλλει την βλαστική ανάπτυξη αλλά επιταχύνει την αναπαραγωγική ανάπτυξη του φυτού. Ακόμα, η υπερβολική άρδευση κατά την περίοδο της άνθησης προκαλεί αυξημένη ανθόπτωση και μειωμένη καρπόδεση (Ντόγρας, 2001)

#### **2.4.6.3 Λίπανση**

Η τομάτα περιλαμβάνεται μεταξύ των φυτών εκείνων τα οποία ανταποκρίνονται μέχρι ενός ορίου σε κάθε αύξηση της χορηγούμενης ποσότητας λιπασμάτων.

Η χορήγηση των θρεπτικών στοιχείων γίνεται με την προσθήκη στο έδαφος οργανικής ουσίας (κοπριάς, χλωρής λίπανσης κ.λ.π.) και χημικών λιπασμάτων, ή με ψεκασμό του φυλλώματος με ειδικά λιπάσματα. Όπως είναι γνωστό στην τομάτα απαιτώνται μεγάλες ποσότητες αζώτου, φωσφόρου και καλίου.

#### **2.4.6.4 Κλάδεμα**

Το κλάδεμα είναι μια εργασία επιβεβλημένη γιατί συμβάλλει στην καλύτερη αξιοποίηση του όγκου του θερμοκηπίου, εξισορρόπηση βλάστησης και καρποφορίας, περιορισμός του αριθμού των ταξικαρπιών στον κεντρικό βλαστό, συγκέντρωση της παραγωγής σε ορισμένη χρονική περίοδο, εξασφάλιση ομοιογένειας στους καρπούς και βελτίωση της ποιότητας των καρπών. Το μονοστέλεχο σύστημα εφαρμόζεται αποκλειστικά σε παγκόσμια και πανελλαδική κλίμακα γιατί συγκεντρώνει τα περισσότερα πλεονεκτήματα.

Το κλάδεμα διακρίνεται σε βλαστολόγημα και σε κορφολόγημα.

##### **α) Το βλαστολόγημα .**

Το φυτό της τομάτας έχει την τάση να βλαστάνει συνέχεια από τις μασχάλες των φύλλων. Αυτό έχει σαν συνέπεια την απώλεια δύναμης η οποία αποβαίνει τελικά σε βάρος της καρποφορίας.

Με το βλαστολόγημα αφαιρούνται οι βλαστοί δεύτερης ή τρίτης τάξης , πλην αυτών που αφήνονται για να συμπληρώσουν τα κενά της βλάστησης.

Η αφαίρεση των βλαστών πρέπει να γίνεται νωρίς.

## **β) Το κορφολόγημα.**

Πριν από την αναχαίτιση της βλάστησης γίνεται το κορφολόγημα, (αφαίρεση της κορυφής των βλαστών). Γίνεται σε ύψος που εξαρτάται από την πυκνότητα της φύτευσης, από το είδος της υποστύλωσης και από τον αριθμό των αφημένων σε κάθε φυτό στελεχών.

## **γ) Η αποφύλλωση**

Γίνεται με την αφαίρεση των ηλικιωμένων και χλωρωτικών φύλλων, τα οποία δεν λειτουργούν πλέον και αποβλέπει στην βελτίωση του αερισμού των φυτών και στην διευκόλυνση της συλλογής των καρπών.

### **2.4.6.5 Υποστύλωση**

Η διατήρηση των φυτών της τομάτας με υποστήλωση παρουσιάζει τα εξής πλεονεκτήματα:

- 1) Φυτεύεται μεγαλύτερος αριθμός φυτών κατά στρέμμα.
- 2) Βελτιώνεται η ποιότητα του παραγόμενου προϊόντος.
- 3) Μειώνεται η απώλεια καρπών από σήψη και περιορίζονται οι ασθένειες
- 4) Διευκολύνεται η εκτέλεση των εργασιών εντός του λαχανόκηπου.

Η υποστύλωση γίνεται συνήθως με καλάμια διατασσόμενα με διάφορους τρόπους ή με πασσάλους επί των οποίων στερεώνονται οριζοντίως 2-3 σειρές σύρματος. Οποιοδήποτε σύστημα υποστύλωσης και αν υιοθετηθεί στις υπαίθριες καλλιέργειες τα φυτά δένονται επί των στηριγμάτων με σπάγκο μέχρι να ολοκληρωθεί η ανάπτυξή τους. Στο θερμοκήπιο τα φυτά αναπτύσσονται προς τα πάνω περιελίσσοντάς το κεντρικό στέλεχος γύρω από έναν σπάγκο. Το κάτω άκρο του σπάγκου είτε δένεται σε ένα πασσαλάκι που καρφώνεται στο χώμα δίπλα στο φυτό είτε δένεται κατ' ευθείαν στο βλαστό με μια αρκετά χαλαρή θηλιά, γιατί καθώς μεγαλώνει η διάμετρος του βλαστού δεν πρέπει να προκληθεί σύσφιξη. Η δεύτερη μέθοδος είναι η φθηνότερη και η απλούστερη. Πάνω και παράλληλα με κάθε σειρά φυτών υπάρχει τοποθετημένο ένα σύρμα, στο ύψος των υδρορροών του θερμοκηπίου, πάνω στο



οποίο δένονται οι επάνω άκρες των σπάγκων έτσι που να είναι χαλαροί (Ντόγρας, 2001).

#### **2.4.6.6 Συγκομιδή**

Η τομάτα συγκομίζεται σε διάφορα στάδια ωριμότητας ανάλογα με τον λόγο για τον οποίο καλλιεργούνται και με την απόσταση της αγοράς που μεταφέρεται. Για την διάθεση σε μακρινές αγορές η τομάτα νωπής κατανάλωσης συγκομίζεται στο στάδιο του «ώριμου πράσινου», στο οποίο ο καρπός έχει αποκτήσει σχεδόν το τελικό μέγεθός του και το ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κορυφή του μόλις αλλάζει σε κιτρινοπράσινο. Όταν η τομάτα συγκομίζεται στο στάδιο αυτό, η ωρίμανσή της συμπληρώνεται σε 1-2 εβδομάδες σε θερμοκρασία 18-20° C. Όταν πρόκειται να διακινηθούν σε σχετικά κοντινές αγορές συγκομίζονται στο στάδιο που η κορυφή του καρπού είναι ρόδινη, οι καρποί αυτοί ωριμάζουν σε 3-4 ημέρες στους 18-20° C (Madhavi and Salunkhe, 1998; Ντόγρας, 2001).

Οι τομάτες που πάνε για επεξεργασία συγκομίζονται όταν είναι πλήρως ώριμες, με σκοπό να βελτιωθούν αρκετές παράμετροι ποιότητας, όπως το χρώμα, η γεύση, η οξύτητα, τα ολικά διαλυτά στερεά κ.α. (Madhavi and Salunkhe, 1998). Η ποιότητα της τομάτας που ωριμάζει πλήρως επάνω στο φυτό είναι καλύτερης από την ποιότητα εκείνης που συγκομίζεται νωρίτερα και ωριμάζει μακριά από το φυτό, αλλά δεν είναι πρακτικά δυνατή η διακίνηση ώριμης τομάτας σε μακρινές αγορές, γιατί γρήγορα καταστρέφεται (Ντόγρας, 2001).

Στην Ελλάδα η απόδοση της βιομηχανικής τομάτας κυμαίνεται από 4-10 τόνους/στρέμμα (μέση απόδοση 5-6 τόνου/στρέμμα) όταν η συγκομιδή γίνεται σε 2-3 «χέρια». Η συνήθης απόδοση της επιτραπέζιας τομάτας υπαίθρου είναι 6-8 τόνου/στρέμμα, ενώ στο θερμοκήπιο η απόδοση κυμαίνεται από 6-12 τόνους/στρέμμα (Ντόγρας, 2001).



## 2.4.7 Εχθροί, ασθένειες και φυτοπροστασία

Οι εχθροί, οι μύκητες, τα βακτήρια και οι ιοί καθώς και οι τρόποι και τα σκευάσματα αντιμετώπισής τους αναφέρονται παρακάτω από τον Ολύμπιο (2001).

### 2.4.7.1 Εχθροί

(1) **Νηματώδεις.** (*Meloidogyne spp*). Προσβάλλουν το ριζικό σύστημα. Καταπολεμούνται με ριζοποτίσματα με νηματωδοκτόνα (Νεμακούρ, Μοκάπ, Φουραντάν ή Κουρατέρ), με ανθεκτικές ποικιλίες – υβρίδια και με ανθεκτικά υποκείμενα.

(2) **Σιδηροσκώληκες.** (*Agriotes obscurus*). Προσβάλλουν νεαρά φυτά στη βάση του βλαστού, κοντά ή λίγο κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Καταπολεμούνται με ριζοπότισμα με κοκκώδη εντομοκτόνα (Ντονάτ, Μοκάπ, Φουραντάν ή Κουρατέρ).



Aphids on tomato  
[ Picture by C. Welty ]

(3) **Αφίδες.** Προσβάλλουν φύλλα και νεαρούς καρπούς και είναι φορείς πολλών ιώσεων. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα και ειδικά αφιδοκτόνα (Savona, Χοστακούικ, Πιριμόρ, Ντεντεβάπ) και βιολογικά με το δίπτερο *Aphidoletes aphidimyza*, το υμενόπτερο *Aphidius matricariae* και με το μύκητα *Verticillium lecanii*.



(4) **Θρίπες.** (*Thripstabaci*, *Frankliniella*

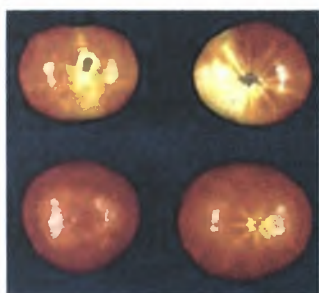
*occidentalis*, *Heliothrips haemorrhoidalis*). Προσβάλλουν τα φύλλα και τα άνθη και μπορούν να μεταδώσουν ιώσεις. Μειώνουν ποσοτικά και ποιοτικά την παραγωγή. Καταπολεμούνται με χρωματικές παγίδες (μπλε), με εφαρμογή εντομοκτόνων (Μεθειοκάρμπ) και βιολογικά, με τα ακάρεα *Amblyseius cucumeris* και *Amblyseius barkeri* ή *mackenziei*.

(5) **Φυλλορύκτες** της τομάτας (*Lygiomyza trifolii* και *Lygiomyza bryoniae*).

Προκαλούν στοές στο μεσόφυλλο. Καταπολεμούνται με εντομοκτόνα (Ντεντεβάπ, Νογκός, Διπτερέξ), με τον παρεμποδιστή ανάπτυξης του εντόμου *Dacnusa sibirica* και *Diglyphus isaea*.

(6) **Τετράνωχος** (*Tetranychus utricae*, *Aculops lycopersici*).

Προσβάλλουν κυρίως τα φύλλα. Ευνοούνται από συνθήκες υψηλής θερμοκρασίας και χαμηλής σχετικής υγρασίας. Καταπολεμούνται με εφαρμογή ακαρεοκτόνων (Βεντέξ, Ομάιτ, Κέλτιον, Μίτιον), μόνα τους ή σε συνδυασμό με το εντομοκτόνο Savona. Για αυξημένη αποτελεσματικότητα, στα παραπάνω ακαρεοκτόνα μπορεί να προστεθεί και η φερομόνη Strirrup-M. Βιολογικά καταπολεμείται με το παράσιτο *Phytoseiulus persimilis*.



(7) **Αλευρώδης** (*Trialeurodes uaporariorum*).

Προσβάλλει τα φύλλα, εξασθενεί τα φυτά και στα αποχωρήματά του αναπτύσσεται δευτερογενώς καπνιά. Καταπολεμείται με ψεκασμούς φυλλώματος με εντομοκτόνα (Διαζινόν, Θειοντάν, Ακτελίκ) ή με τον παρεμποδιστή ανάπτυξης του εντόμου Απλότ, με

εφαρμογή εντομοκτόνων εδάφους (Ρογκόρ, Βαϊωτέιτ), με χρωματικές παγίδες (κίτρινες) και με βιολογικό τρόπο με το παράσιτο *Encarsia formosa*.

#### 2.4.7.2 Μυκητολογικές ασθένειες

(1) **Αδρομυκώσεις** (*Verticillium dahliae*, *Verticillium albo-atrum*, *Fusarium oxysporum* f. sp. *Lycopersici*). Προκαλούν απόφραξη των αγγείων με αποτέλεσμα σταδιακή μάρανση και τελικά ξήρανση όλου του φυτού. Χαρακτηριστικός ο καστανός μετασχηματισμός των αγγείων του ξύλου σε προβλεπόμενα φυτά. Σοβαρότερη είναι η προσβολή της τομάτας και της μελιτζάνας. Καταπολεμούνται με ανθεκτικές ποικιλίες και εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF). Σε αρχικές προσβολές σε νεαρά φυτά συνιστάται ριζοπότισμα με Μπενλέιτ ή Τερακλόρ-σούπερ.

(2) **Καστανή σήψη των ριζών ή Φελλώδης σηψιρρηξία** (*Brown root* ή *Corky root*) (*Pyrenochaeta lycopersici*). Οι ρίζες προσβεβλημένων φυτών αποκτούν καστανές διογκώσεις με φελλώδη όψη. Καταπολεμείται με εμβολιασμό σε ανθεκτικά υποκείμενα (π.χ. KNVF).

(3) **Ντιντιμέλλα** (*Didymella lycopersici*). Προσβάλλει κυρίως το στέλεχος αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμείται με χρησιμοποίηση απολυμασμένου σπόρου και εφαρμογή μυκητοκτόνων (Μπενλέιτ, Μπαβιστίν).

(4) **Φαιά σήψη** (*Botrytis cinerea*). Προσβάλλει στελέχη, φύλλα, καρπούς και άνθη όταν η θερμοκρασία είναι σχετικά χαμηλή (<18°C). Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (*Ronilan*, *Rovral*, *Sumisclex*, *Daconil*, *Sumico*) και με βελτίωση συνθηκών στο θερμοκήπιο (καλός εξαερισμός, υψηλή θερμοκρασία). Για την καταπολέμησή του μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το βιολογικό σκεύασμα *Trichodex*.

(5) **Περονόσπορος** (*Phytophthora infestans*). Προσβάλλει όλα τα τρυφερά μέρη του φυτού όταν η θερμοκρασία είναι χαμηλή και η υγρασία υψηλή. Καταπολεμείται με προληπτικούς (*Αντρακόλ*, *Θειράμ*, *Ντακονίλ*) και θεραπευτικούς (*Κουπερτίν-Σούπερ*, *Αλπέρ*, *Αλιέτ*) ψεκασμούς και με μείωση της υγρασίας του θερμοκηπίου. Σε υπαίθριες καλλιέργειες μπορεί να χρησιμοποιηθεί και το Ριντομίλ.

(6) **Αλτερνάρια** (*Alternaria solani*). Προσβάλλει το λαιμό των νεαρών φυτών και στα ανεπτυγμένα φυτά τα φύλλα, τους βλαστούς και τους καρπούς. Ευνοείτε από την

υψηλή θερμοκρασία και την υψηλή υγρασία. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ, Ναμπάκ, Καζουμίν).

(7)**Κλαδοσπορίαση** (*Cladosporium fulvum* και *Fulvia fulva*). Προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε θερμοκρασίες μεταξύ 18 και 24°C και υγρασία 95%. Καταπολεμείται με προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακονίλ, Ναμπάκ, Καζουμίν) και με μείωση της υγρασίας. Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμείται με προληπτικούς (Θειάφι, Μορεστάν, Αντρακόλ-Κόμπι) και θεραπευτικούς (Μπαυλετόν, Συστέιν, Τοπάς Αφουγκάν) ψεκασμούς.



Hornworm damage on tomato  
[ Picture by G. Brist ]



Variegated cutworm damage on tomato  
[ Picture by Purdue University ]



Stink bug damage to tomato fruit  
[ Picture by D. East ]



Tomato damaged by tomato fruitworm  
[ Picture by G. Brist ]

(8)**Ωίδιο** (*Leveillula taurica*). Προσβάλλει κυρίως τα κατώτερα φύλλα. Ευνοείται σε υψηλές θερμοκρασίες. Καταπολεμείται με ριζοπότισμα (Καμπαζίμ, Τεροζίμ) και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς.

(9)**Σκλεροτίνια** (*sclerotinia sclerotiorum*). Προσβάλλει κυρίως τα στελέχει αλλά και τα φύλλα και τους καρπούς. Καταπολεμείται με ριζοποτίσματα (Καμπαζίμ, Τεροζίμ) και προληπτικούς και θεραπευτικούς ψεκασμούς με Ronilan, Rovlan, Sumiscler.

(10)**Σεπτόρια** (*Septoria lycopersici*). Προσβάλλει τα φύλλα και τα στελέχη της τομάτας. Καταπολεμείται με απολύμανση του σπόρου και εφαρμογή μηκυτοκτόνων (Αντρακόλ, Θειράμ, Ντακολίν, Ναμπάκ).

### 2.4.7.3 Βακτηριώσεις

(1) **Βακτηριακός έλκος** (*Corynebacterium michiganense*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς και σε σοβαρές προσβολές τους βλαστούς, όπου προκαλεί έλκη. Καταπολεμείται με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και μειώνεται η εξάπλωσή του με ψεκασμό με χαλκούχα μηκυτοκτόνα.

(2) **Βακτηριακή κηλίδωση** (*Xanthomonas vesicatoria*). Προσβάλλει τα φύλλα, καρπούς όπου προκαλεί χαρακτηριστικές κηλίδες.

(3) **Βακτηριακή στιγμάτωση** (*Pseudomonas tomato*). Προσβάλλει φύλλα και καρπούς και προκαλεί χαρακτηριστικά μαύρα στίγματα. Καταπολεμούνται με απολύμανση των σπόρων, με καταστροφή των προσβεβλημένων φυτών και προληπτικά με χαλκούχα μηκυτοκτόνα.

(4) **Stolbur (Tomato stolbur MLO) και γιγαντοφθαλμία (Big bud)**: Η ασθένεια αποδίδεται σε μικροοργανισμό παρόμοιο με μυκόπλασμα (MLO) . Στους ηθμώδεις σωλήνες των ιστών των ασθενών φυτών της τομάτας διαπιστώθηκε η παρουσία πλειομορφικών μικροοργανισμών παρόμοιων με μυκόπλασμα. Το ίδιο παθογόνο προσβάλλει την πατάτα, τη μελιτζάνα κ.α. είδη της οικογένειας Solanaceae. Φαίνεται όμως ότι προσβάλλει και διάφορα αυτοφυή ζιζάνια στα οποία επιβιώνει και από αυτά μεταδίδεται μέσω φορέων στα καλλιεργούμενα φυτά. Αναφέρεται ότι το παθογόνο μεταδίδεται με τα εντομοκτόνα (φυλλοτέττιγες) φορείς *Hyalesthes obsoletus*, *Macrosteles spp.* Τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της γιγαντοφθαλμίας είναι η πάχυνση στελεχών και βλαστών, ανάπτυξη μεγάλων ανθοφόρων κωνοειδών οφθαλμών, , βλαστομανία βραχέων και παχέων βλαστών, βραχυγονάτωση και φυλλωδία (μεταβολή μερών του άνθους σε φυλλίδια). Τα πρώτα συμπτώματα εμφανίζονται στον αγρό τον Ιούνιο. Τα συμπτώματα των ασθενών φυτών υποχωρούν μετά από χορήγηση υδροχλωρικής τετρακυκλινής (Alivizatos, 1993).



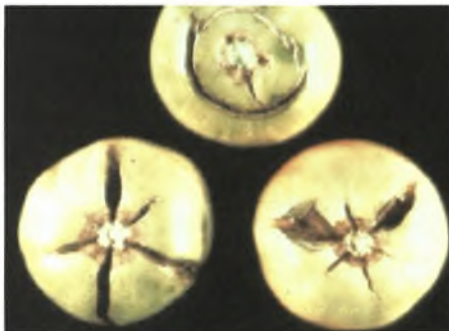
#### 2.4.7.4 Ιώσεις

(1) **Μωσαϊκή του καπνού TMV** Προσβάλλει το φυτό και προκαλεί μικροφυλλία και τα χαρακτηριστικά συμπτώματα της μωσαϊκής. Καταπολεμείται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση σπόρου, μόλυνση νεαρών φυτών τομάτας με ήπιο κλώνο TMV για προστασία φυτών από περισσότερο καταστρεπτικό κλώνο.

(2) **Μωσαϊκή του αγγουριού CMV**. Προκαλεί χαρακτηριστικό μωσαϊκό στα φύλλα πιπεριάς και μελιτζάνας και νηματόμορφα φύλλα στη τομάτα. Καταπολεμείται με ανθεκτικές ποικιλίες, μέτρα για περιορισμό της μετάδοσης, απολύμανση σπόρου, απολύμανση εδάφους και καταπολέμηση των αφίδων που είναι φορείς του ιού.

(3) **Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων TYLCV**. Προσβάλλει ολόκληρο το φυτό αλλά κυρίως τη βλασάνουσα κορυφή και προκαλεί βράχυνση των μεσογονατίων και παραμόρφωση. Δεν καταπολεμείται άμεσα, δεν υπάρχουν ανθεκτικές ποικιλίες. Έμμεσα εμποδίζεται η μετάδοση με καταπολέμηση του αλευρώδους που θεωρείται φορέας της ίωσης.

#### 2.4.7.5 Ανωμαλίες στον καρπό της τομάτας

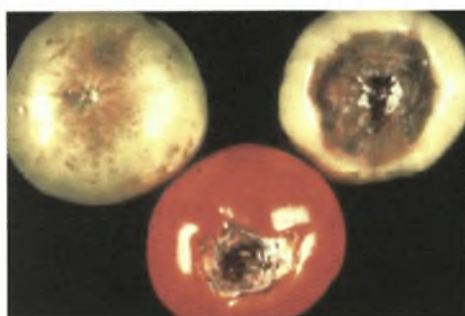


##### 1. Σχίσσιμο ή Σγάσιμο του καρπού (cracking)

Στον καρπό της τομάτας συμβαίνουν δύο διαφορετικοί τύποι σχισίματος, είτε περιμετρικά του ώμου του καρπού, είτε κάθετα προς το μίσχο. Είναι δυνατόν να εμφανίζονται και οι δύο τύποι στον ίδιο καρπό. Το φαινόμενο εμφανίζεται κυρίως το καλοκαίρι, εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών, της μεγάλης έντασης ακτινοβολίας και του μεγάλου ελλείμματος κορεσμού ή όταν ο έλεγχος του κλίματος του θερμοκηπίου είναι προβληματικός. Το φαινόμενο επιτείνεται όταν υπάρχουν μεγάλες διακυμάνσεις θερμοκρασίας, υγρασίας. Επίσης αναφέρεται ότι το σχίσσιμο το καρπών, παρουσιάζεται και το φθινόπωρο όταν η υγρασία στο χώρο του θερμοκηπίου είναι πολύ υψηλή. Το σχίσσιμο είναι μία φυσιολογική ανωμαλία που σχετίζεται με την εισαγωγή του νερού στον καρπό. Συμβαίνει όταν η ελαστικότητα της επιδερμίδας ξεπερνάει το όριο αντοχής



της, εξαιτίας της εσωτερικής πίεσης, κυρίως σε περιόδους έντονης ανάπτυξης του καρπού. Οι διάφορες ποικιλίες παρουσιάζουν διαφορετική ευπάθεια στο σχίσσιμο. Το σχίσσιμο μπορεί να συμβαίνει σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του καρπού αλλά καθώς ωριμάζει, καθίσταται πιο ευπαθής, ιδιαίτερα όταν αρχίζει η ανάπτυξη του χρώματός του. Επίσης, διαφορές θερμοκρασίας εντός του καρπού τον κάνουν ευαίσθητο στο σχίσσιμο.



## **2. Ξηρή σήψη κορυφής καρπού (Blossom-end rot)**

Η ξηρή σήψη κορυφής προκαλείται από τοπική έλλειψη Ca στον αναπτυσσόμενο καρπό. Αρχίζει με την εμφάνιση περιοχών χρώματος ανοιχτού κίτρινου-καφέ, οι οποίες στη συνέχεια διευρύνονται και

μετατρέπονται σε μαύρες και δερματώδεις. Κυρίως συμβαίνει στο κάτω άκρο του καρπού αλλά, μπορεί να συμβεί και στα πλαϊνά. Αναφέρεται ότι οφείλεται στην κίνηση του νερού προς τη φυλλική επιφάνεια, (διαπνοή), σε βάρος της ποσότητας του νερού που προσλαμβάνουν οι καρποί. Επίσης μπορεί να οφείλεται σε δυσκολίες στην απορρόφηση και διακίνηση του Ca, καθώς και σε κάθε αίτιο που προκαλεί δυσκολίες στις υδατικές σχέσεις φυτού – εδάφους. Οι συνθήκες που αυξάνουν το φαινόμενο είναι: έλλειψη Ca από το έδαφος, υψηλές συγκεντρώσεις N, υψηλές συγκεντρώσεις διαλυτού K και Mg στο έδαφος, μεγάλη αλατότητα, χαμηλή υγρασία, ανεπαρκής εδαφική υγρασία ή υπερβολική εδαφική υγρασία, ζημιά του ριζικού συστήματος από νηματώδεις ή παθογόνα, αστηρό κλάδεμα Το καλοκαίρι στις Μεσογειακές περιοχές η ξηρή σήψη κορυφής επιτείνεται εξαιτίας των υψηλών θερμοκρασιών, της μεγάλης έντασης της ακτινοβολίας και του μεγάλου ελλείμματος κορεσμού κυρίως όταν ο έλεγχος του κλίματος του θερμοκηπίου είναι προβληματικός.



## **3. Ηλιόκαυμα (Sunscald)**

Σε περίπτωση έντονης ηλιοφάνειας, εκτεθειμένοι καρποί εμφανίζουν τοπικά εγκαύματα που παίρνουν τη μορφή αποχρωματισμένων κηλίδων. Άλλες αναφορές, διαχωρίζουν το ηλιόκαυμα σε δύο τύπους: α) νεκρωτικό

(lethal) και β) ημι-νεκρωτικό (sub lethal). Το ημι-νεκρωτικό έγκαυμα μπορεί να περιγραφεί σαν κίτρινες, σκληρές περιοχές που συνήθως εμφανίζονται στον ώμο των καρπών. Συμβαίνει, όταν η θερμοκρασία στους ιστούς, ξεπερνά τους 30 °C, (86 °F). Η υψηλή αυτή θερμοκρασία στους ιστούς, δεν επιτρέπει στην κόκκινη χρωστική να αναπτυχθεί, ούτε στη σάρκα να μαλακώσει, αντίθετα, επιτρέπει στις κίτρινες χρωστικές να αναπτυχθούν. Στο νεκρωτικό έγκαυμα, ο ιστός γίνεται λευκός και νεκρώνεται, ενώ μπορεί στη συνέχεια, παρουσία μυκήτων, να γίνει μαύρος. Το νεκρωτικό έγκαυμα, συμβαίνει όταν οι θερμοκρασία ξεπεράσει τους 104 °F. Η ζημιά συνήθως παρουσιάζεται όταν οι καρποί εκτίθενται ξαφνικά στην ηλιακή ακτινοβολία, όπως μετά από συγκομιδή, που αποκαλύπτονται καρποί που πριν σκιάζονταν. Επίσης το αυστηρό κλάδεμα, ιδιαίτερα στα υψηλότερα τμήματα του φυτού, μπορεί να επιτείνει το φαινόμενο αυτό. Το ηλιόκαυμα μπορεί να αποφεύγεται ή με τον περιορισμό της αποφύλλωσης, ώστε οι καρποί να βρίσκονται υπό σκιά ή με τη σκίαση του θερμοκηπίου.



#### **4. Κενοί καρποί (puffiness)**

Όταν το πρόβλημα αυτό είναι μικρό, μπορεί να μην γίνει αντιληπτό, μέχρι να κοπεί ο καρπός. Όταν το πρόβλημα είναι έντονο, ο καρπός εμφανίζεται πεπλατυσμένος στα πλαϊνά ή γωνιώδης. Όταν ο καρπός κοπεί, τότε διακρίνονται μεγάλες κοιλότητες μεταξύ των σπόρων και του περικαρπίου. Επίσης οι καρποί είναι ελαφριοί συγκριτικά με το μέγεθός τους. Το πρόβλημα αυτό οφείλεται σε οποιοδήποτε παράγοντα επηρεάζει το δέσιμο του καρπού (fruit set), όπως ανεπαρκής γονιμοποίηση ή ανάπτυξη του σπόρου, πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες, μεγάλη ποσότητα N, χαμηλής έντασης ακτινοβολία.



#### **5. Παραμόρφωση τύπου Catface**

Πρόκειται για ένα γενικό όρο που χρησιμοποιείται για να περιγράψει ένα καρπό τομάτας, ο οποίος παρουσιάζει μεγάλη παραμόρφωση και συνήθως είναι μη εμπορεύσιμος. Το ελάττωμα αυτό συνήθως

παρουσιάζεται στο κάτω άκρο του καρπού (blossom end). Προκαλείται από εσωτερικό ή εξωτερικό αίτιο, κατά το σχηματισμό του άνθους και έχει ως συνέπεια τη μη κανονική ανάπτυξη του καρπού. Κάποιοι από τους παράγοντες που συνδέονται με το πρόβλημα, είναι: χαμηλές θερμοκρασίες που μπορεί να αναπτυχθούν περίπου 3 εβδομάδες πριν την άνθιση, μείωση της αυξίνης στο φυτό μετά από αφαίρεση των αναπτυσσόμενων σημείων, υπολείμματα από ζιζανιοκτόνα όπως το 2,4-D, έντονη προσβολή του νεαρού καρπού από θρίπες μπορεί να προκαλεί κάποιο τύπο catface, μηχανικοί τραυματισμοί των καρπών σε πολύ νεαρό στάδιο ανάπτυξης, γενετική προδιάθεση.



#### **6. Ουλή τύπου Zippering**

Ο όρος αυτός χρησιμοποιείται για να περιγράψει καρπούς που παρουσιάζουν λεπτές ουλές που επεκτείνονται μερικώς ή πλήρως από το μίσχο έως το κάτω άκρο του καρπού. Επίσης μπορεί να παρατηρούνται και τρύπες στις κοιλότητες του καρπού μαζί με την ουλή. Συνήθως κάποιος ανθήρας, μένει συνδεδεμένος με το νεοσχηματιζόμενο καρπό και προκαλεί αυτή την ουλή. Πρόκειται για χαρακτηριστικό της ποικιλίας.

#### **2.4.8 Εμβολιασμός και καλλιέργεια τομάτας**

Πολλά πειράματα εμβολιασμού έχουν πραγματοποιηθεί για την τομάτα. Θετικά αποτελέσματα είχαν οι εμβολιασμοί στο στραμόνιο (*Datura stramonium*) και τον καπνό (*Nicotiana tabacum*), αλλά παρατηρήθηκε συσσώρευση βλαβερών αλκαλοειδών και νικοτίνης αντίστοιχα στις τομάτες. Θετικά αποτελέσματα είχαν ακόμη δοκιμές εμβολιασμού της τομάτας στην πατάτα και στον στύφνο. Πάντως προτιμότερο είναι να εμβολιάζεται η τομάτα σε ποικιλίες F1, που είναι ανθεκτικές στους παθογόνους μύκητες και στους νηματώδεις.

Ως υποκείμενα στον εμβολιασμό της τομάτας παλαιότερα συχνά χρησιμοποιούνταν οι μελιτζάνες (Yamakawa, 1982), αλλά τώρα πια έχουν αναπτυχθεί πολλά άλλα υποκείμενα και έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για διάφορους λόγους. Η μελιτζάνα δεν χρησιμοποιείται τόσο πολύ τώρα εκτός από κάποιες ειδικές περιπτώσεις.

Η χρήση εμβολιασμένων φυτών τομάτας πραγματοποιείται σε μακροχρόνιες καλλιέργειες, δηλαδή για συγκομιδή περισσότερων από 6 ταξικαρπιών ανά φυτό, κάτω από προστατευμένες κατασκευές. Τα εμβολιασμένα φυτά είναι κατάλληλα για καλλιέργεια σε υδροπονικά συστήματα, με τη χρήση θρεπτικών διαλυμάτων, για την καλύτερη εκμετάλλευση του ζωηρού συστήματος στην υποστήριξη της αύξησης του εμβολίου και για την εγγύηση της σταθερής συγκομιδής καρπών για μια μεγάλη περίοδο (Lee and Oda, 2003).

Όμως, εξαιτίας των δυσκολιών του εμβολιασμού λόγω κυρίως του μικρού μεγέθους των σποροφυτών τομάτας, όταν αυτά είναι κατάλληλα για εμβολιασμό, και των απαιτήσεων για περιποιήσεις μετά τον εμβολιασμό, καθυστέρησε η διάδοσή του. Τελευταία με την εισαγωγή διαφόρων μεθόδων και τεχνικών εμβολιασμού, κατάλληλων εργαλείων εμβολιασμού και εγκαταστάσεων ειδικών για τις μεταχειρίσεις μετά τον εμβολιασμό κάνουν πιθανό να παράγονται υψηλής ποιότητας εμβολιασμένα φυτά τομάτας (Lee et al., 1999; Lee and Oda, 2003).

Για τον εμβολιασμό της τομάτας έχουν δοκιμαστεί σχεδόν όλοι οι μέθοδοι, μέχρι τελευταία ο εμβολιασμός προσέγγισης με γλωσσίδιο είχε χρησιμοποιηθεί εκτενώς αλλά τώρα πια θεωρείται καταλληλότερος ο Splice εμβολιασμός. Ο Splice εμβολιασμός τώρα ευρέως χρησιμοποιείται από τους εμπορικούς καλλιεργητές σποροφύτων και τους έμπειρους αγρότες. Η λειτουργία του εμβολιασμού είναι απλή και γρήγορη, και η ένωση του εμβολίου είναι αρκετά ισχυρή για να αντέξει τον σκληρό χειρισμό κατά τη διάρκεια της μεταφοράς και της μεταφύτευσης. Τα συνηθισμένα clips εμβολιασμού μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να φέρουν τα δυο φυτικά μέρη του εμβολιασμού κοντά. Εντούτοις, έχουν αναπτυχθεί αποδοτικότεροι βοηθοί εμβολιασμού – όπως οι κεραμικές καρφίτσες, τα λαστιχένια clips και οι πλαστικοί σωλήνες – που έχουν χρησιμοποιηθεί ευρέως για τον εμβολιασμό τόσο με το χέρι όσο και με μηχανές (Lee and Oda, 2003).

Μια ακόμη μέθοδος που θεωρείται κατάλληλη για την τομάτα είναι ο εμβολιασμός με σχισμή (cleft grafting). Κατά τον οποίο για την τομάτα οι σπόροι του υποκειμένου σπέρνονται 5-7 ημέρες πριν από τους σπόρους του εμβολίου. Στη συνέχεια τα σπορόφυτα τόσο του υποκειμένου όσο και του εμβολίου μεταφυτεύονται και παραμένουν στις γλάστρες τους για 22-28 ημέρες, μέχρι περίπου να αποκτήσουν 4-5 πραγματικά φύλλα. Αφού έχουν πια φτάσει στο κατάλληλο στάδιο εμβολιάζονται και το σημείο του εμβολιασμού ασφαλιζεται με clip, που αφαιρείται μετά από 7-10

ημέρες. Τέλος, όταν τα εμβολιασμένα φυτά σκληραγωγηθούν φυτεύονται σε θερμοκήπιο ή στην ύπαιθρο (Oda, 1999).



## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Υλικά και μέθοδοι**

### **3.1 Θερμοκήπιο**

Οι πειραματικές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στο αγρόκτημα του Πανεπιστημίου Θεσσαλίας στην περιοχή του Βελεστίνου, βορειοδυτικά 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  $36^{\circ}$  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  $28^{\circ}\text{C}$  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 τομάτας (*Solanum lycopersicum*). Η ποικιλία που χρησιμοποιήθηκε για τις ανάγκες του πειράματος ήταν η BIG RED. Η ποικιλία BIG RED αποτελούσε το μάρτυρα. Επίσης χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια: α) BIG RED x HEMAN και β) BIG RED x PRIMAVERA, εμβολιασμένα δηλαδή φυτά στα υποκείμενα τομάτας HEMAN και PRIMAVERA χρησιμοποιήθηκαν επίσης φυτά BIG RED εμβολιασμένα σε φυτά BIG RED για έλεγχο του εμβολιασμού αυτού καθ'εαυτού.. Τα φυτά μεταφτεύτηκαν στις 12/3/2004 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/m<sup>2</sup>. Το κάθε πειραματικό τεμάχιο αποτελούνταν από τέσσερις (4) μεταχειρίσεις (γραμμές φύτευσης) και στην κάθε μεταχείριση ήταν φυτεμένα οχτώ (8) φυτά.

**Πίνακας 4: 1, 2, 3 και 4: πειραματικά τεμάχια.**

1						2				
BIG		BIG RED	BIG RED	Αυτόριζα		BIG		BIG RED	BIG RED	Αυτόριζα
RED	x	x	BIG	x	BIG RED	RED	x	x	BIG	x
HEMAN		RED		PRIMAVERA		HEMAN		RED		PRIMAVERA
				RA						ERA
3						4				
BIG		BIG RED	BIG RED	Αυτόριζα		BIG		BIG RED	BIG RED	Αυτόριζα
RED	x	x	BIG	x	BIG RED	RED	x	x	BIG	x
HEMAN		RED		PRIMAVERA		HEMAN		RED		PRIMAVERA
				RA						ERA

Όπως φαίνεται στον παραπάνω Πίνακα 4 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 BIG RED x BIG RED υπήρχαν υβρίδιο BIG RED εμβολιασμένο πάνω σε υποκείμενο BIG RED, στην BIG RED x HEMAN υβρίδιο BIG RED εμβολιασμένο πάνω σε υποκείμενο HEMAN, στην BIG RED x PRIMAVERA υβρίδιο BIG RED εμβολιασμένο πάνω σε υποκείμενο PRIMAVERA και στην αυτόριζα BIG RED υπήρχαν υβρίδια BIG RED 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 τομάτας.

Η μέτρηση του ρυθμού φωτοσύνθεσης έγινε σε αυτόριζα φυτά της ποικιλίας BIG RED αλλά και σε εμβολιασμένα στην ίδια ποικιλία δηλαδή BIG RED x BIG RED, για να βρεθεί η επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής των φυτών. Επίσης, οι μετρήσεις έγιναν και σε εμβολιασμένα φυτά BIG RED 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<sup>ο</sup> ήταν το φύλλο πάνω από την δεύτερη (2<sup>η</sup>) ταξιανθία της κορυφής, το 2<sup>ο</sup> ήταν το φύλλο αμέσως κάτω από την δεύτερη (2<sup>η</sup>) ταξιανθία της κορυφής και το 3<sup>ο</sup> 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<sup>ο</sup> 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





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 CO<sub>2</sub>. Ο θάλαμος ενώνεται με τον αναλυτή αερίων μέσω σωλήνων μέσω των οποίων μετακινούνται τα αέρια (O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub>) 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.

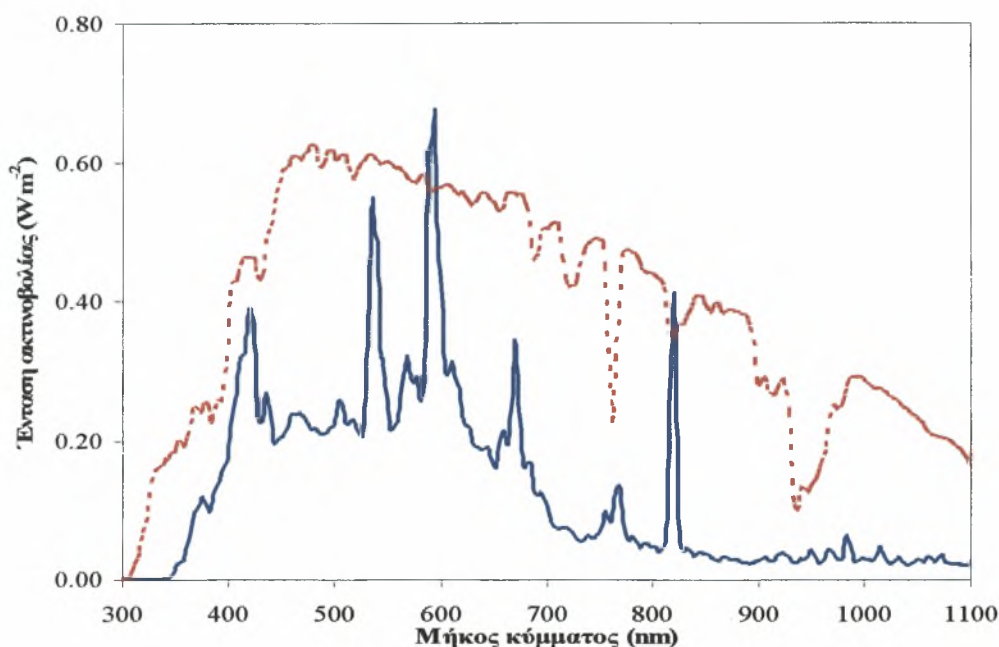


**Εικόνα 11:** Θάλαμος του οργάνου Li-6200 του οίκου Li-Cor.

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 και μιας απόστασης περίπου 20 cm. 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 CO<sub>2</sub>. 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 CO<sub>2</sub> 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  $\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,  $R$  είναι ο ρυθμός της αναπνοής σε  $\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,  $I$  είναι η πυκνότητα ροής του φωτός στη φυλλική επιφάνεια σε  $\mu\text{mol} (\text{φωτόνια}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ,  $C$  είναι η περιβάλλουσα  $[\text{CO}_2]$  σε  $\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{ m}^{-3}$ ,  $a$  είναι η αποτελεσματικότητα αξιοποίησης του φωτός σε  $\mu\text{mol} (\text{CO}_2) / \mu\text{mol} \text{ φωτονίων}$ ,  $\tau$  είναι η αγωγιμότητα του φύλλου κατά τη μεταφορά του  $\text{CO}_2$  σε  $\text{m s}^{-1}$  και  $\theta$  είναι ο αδιάστατος παράγοντας κυρτότητας  $0 \leq \theta \leq 1$ .

Κάθε ένα από τα μοντέλα έχει τρεις παραμέτρους το  $a$ , το  $\tau$  και το  $R$  και η τρίτη εξίσωση έχει μία επιπλέον παράμετρο το  $\theta$  (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  $P_s [\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$  = ο ρυθμός φωτοσύνθεσης,  $PAR [\mu\text{mol} (\text{φωτονίων}) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$  = η φωτοσυνθετικά ενεργός ακτινοβολία και αντιστοιχεί με  $I$  της εξίσωσης (1),  $R_d [\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$  = ο ρυθμός αναπνοής και αντιστοιχεί με  $R$  της εξίσωσης (1),  $a [\mu\text{mol} (\text{CO}_2) / \mu\text{mol} (\text{φωτονίων})]$  = η αποτελεσματικότητα χρήσης της ακτινοβολίας και  $P_{\max} [\mu\text{mol} (\text{CO}_2) \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}]$  = ο μέγιστος ρυθμός φωτοσύνθεσης και αντιστοιχεί με  $C_t$  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 (Ps) συναρτήσει της ηλιακής ακτινοβολίας. Προκειμένου να διαπιστωθεί κάθε φορά αν οι παράμετροι (Pmax, Rd και α) 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:

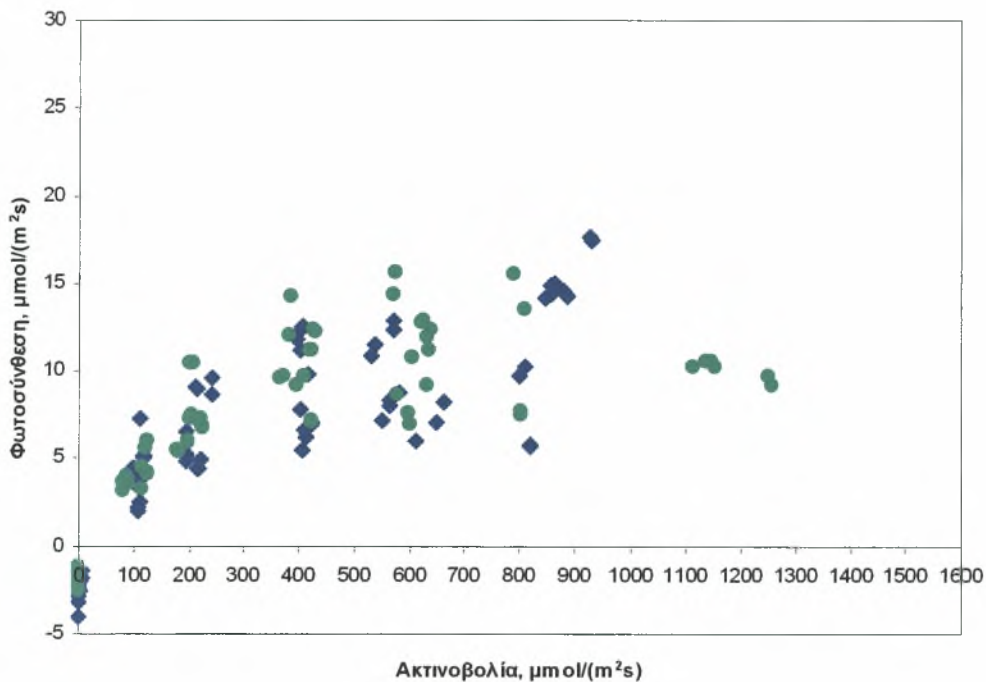
$$P = FDIST[F, (DF_{H_0} - DF_{H_1}), DF_{H_0}] \quad (7)$$

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

### 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 26/4 έως 29/4).



**Σχήμα 1.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά BIG RED x HEMAN κατά την 1<sup>η</sup> μέτρηση διάρκειας 26/4,27/4 και 29/4/2004.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 1, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση BIG RED x HEMAN στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 δεν υπάρχει εμφανής διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δυο 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  $P_{max}$ ,  $a$  και  $R_d$  της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά. Οι μέσες τιμές

των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος 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.
3	BIG RED x HEMAN	17.71	1.45	0.08	0.02	2.25	0.72	414	68
4	BIG RED x HEMAN	14.59	0.75	0.12	0.02	1.91	0.49	179	64

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 1.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 68 και 64 βαθμούς ελευθερίας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 4 ενώ και η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 3 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του πειραματικού τεμαχίου 4.

Στη συνέχεια έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι 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
1.96	1.91	1.5	0.39	132	0.06	0.14	0.7

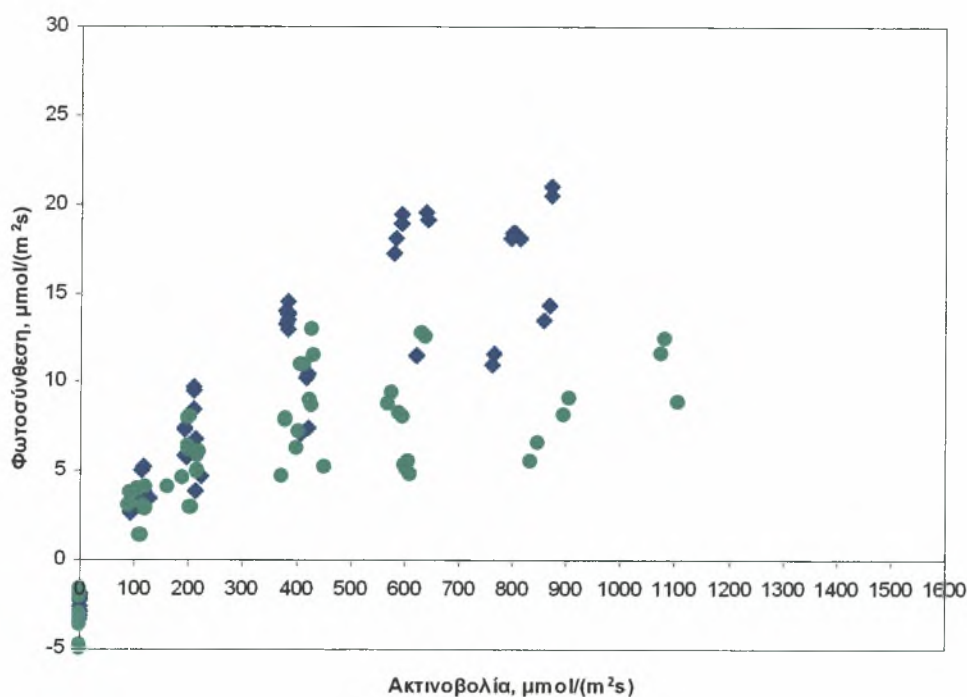
Η τιμή t για 132 B.E. είναι 1.9 .Από τον πίνακα 1.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax , a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 1.2 ).



Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο 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.	Μεταχείριση	$P_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμ. Τετραγ.	Β.Ε.
3+4	BIG RED x HEMAN	16.2	0.78	0.1	0.01	2.14	0.46	692	138



**Σχήμα 2.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά BIG RED x BIG RED κατά την περίοδο 25/4,26/4,27/4 και 29/4/2004 που έγινε και η πρώτη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση BIG RED x BIG RED στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 υπάρχει διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης.

Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις της φωτοσύνθεσης και της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock και υπολογίστηκαν οι τιμές των  $P_{max}$ ,  $a$  και  $R_d$  της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά . οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους , που υπολογίστηκαν , ήταν οι παρακάτω ( Πίνακας 2.1):

**Πίνακας 2.1:**

Πειραμ. Τεμάχιο	Μεταχείριση	$P_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
3	BIG RED x BIG RED	30.23	2.53	0.07	0.01	2.72	0.68	363	63
4	BIG RED x BIG RED	14.28	1.03	0.11	0.02	3.14	0.65	248.22	59

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 2.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 63 και 59 βαθμούς ελευθέριας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 4 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 του πειραματικού τεμαχίου 4.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορες και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( Πίνακας 2.2):

**Πίνακας 2.2:**

Τιμή t πίνακα	Τιμή t $P_{max}$	Τιμή t $a$	Τιμή t $R_d$	Σύνολο B.E.	P $P_{max}$	P $a$	P $R_d$
1.96	5.84	1.32	0.45	122	0	0.19	0.65

Η τιμή για 122 B.E. είναι 1.9. Από τον πίνακα 2.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους  $P_{max}$  είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα ενώ η τιμή t των παραμέτρων  $a$  και  $R_d$  είναι μικρότερη της τιμής t του πίνακα. Συνεπώς μπορούμε να

πούμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές της παραμέτρου  $P_{max}$  για τα δυο πειραματικά τεμάχια ενώ για τις τιμές των παραμέτρων  $a$  και  $R_d$  δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στα δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 2.2 ). Προκειμένου για να διαπιστωθεί αν οι δυο καμπύλες φωτοσύνθεσης που προκύπτουν είναι παρόμοιες, έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία πρόέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους ( Πίνακας 2.3 ):

**Πίνακας 2.3:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	$P_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετργ.	B.E.
3+4	BIG RED x BIG RED	21.09	1.53	0.08	0.01	2.9	0.67	1271.52	125

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης ,της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και μεγίστου ρυθμού φωτοσύνθεσης για τα δεδομένα και των δυο πειραματικών τεμαχίων μαζί είναι 21.09,0.08,2.9 αντίστοιχα για 125 B.E. ( Πίνακας 2.3).

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και των αποτελεσμάτων τους που προκύπτουν από την βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock έγινε υπολογισμός της τιμής του F (F κριτήριο) η οποία υπολογίστηκε 43.97.

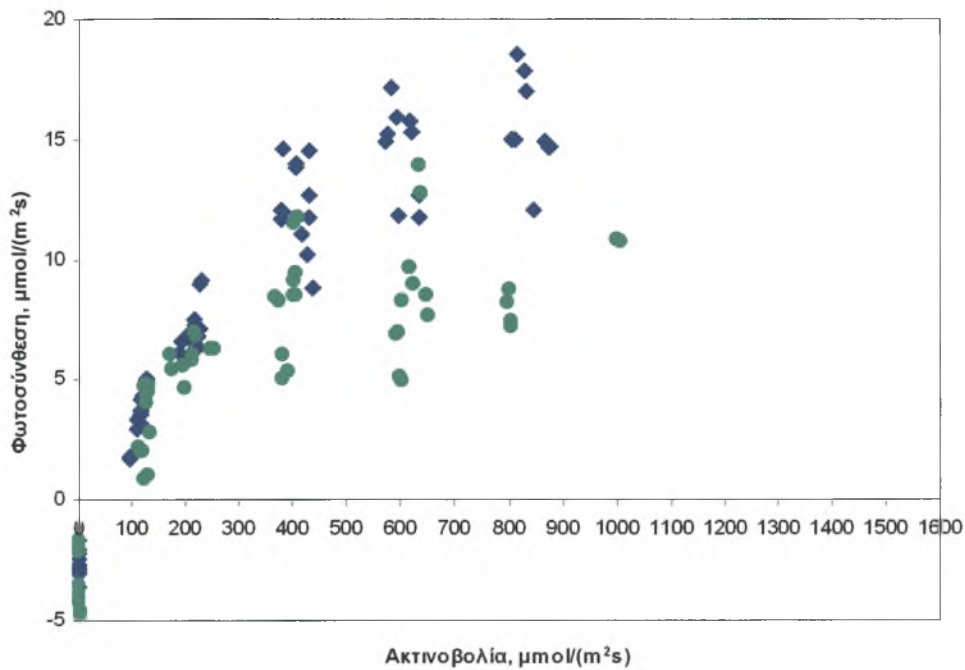
Η τιμή του P (probability) που υπολογίστηκε με βάση τις παραπάνω τιμές ήταν ~0 και συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν διαφορές στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4. Έτσι τα δεδομένα τους δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθεί η εξίσωση του Acock, για τα δεδομένα και των δυο αυτών πειραματικών τεμαχίων μαζί.

Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά της σχετικής υγρασίας, της τάσης ατμών και της στοματικής αγωγιμότητας .

**Πίνακας 2.4:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	TAIR (°C)	TLEAF (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	RH (%)	EAIR (kPa)	COND (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
3	BIG RED x BIG RED	28.37	27.8	348.9	62.93	24.1	1.67
4	BIG RED x BIG RED	27.7	27.8	351.1	51.52	19.07	0.17

Όπου Tair =θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου , Tleaf =θερμοκρασία του φύλλου , CO<sub>2</sub>=συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> , 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 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά BIG RED x PRIMAVERA κατά την περίοδο 26/4,27/4 και 29/4/2004 που έγινε και η πρώτη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 3, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 υπάρχει διαφορά μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης.

Χρησιμοποιώντας τις μετρήσεις της φωτοσύνθεσης και της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας έγινε η βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock και υπολογίστηκαν οι τιμές των Pmax, a και Rd της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά. Οι μέσες τιμές των παραπάνω 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.
3	BIG RED x PRIMAVERA	26.33	1.23	0.08	0.01	2.9	0.41	132.25	63
4	BIG RED x PRIMAVERA	14.8	0.94	0.1	0.02	3.23	0.53	190.8	60

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 3.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 63 και 60 βαθμούς ελευθέριας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 4 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 του πειραματικού τεμαχίου 4.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( 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
1.96	7.46	1.11	0.49	123	0	0.27	0.63

Η τιμή για 123 B.E. είναι 1.9 .Από τον πίνακα 3.2 προκύπτει ότι η τιμή t για την παράμετρο Pmax είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα ενώ η τιμή t για τις

παραμέτρους  $a$  και  $R_d$  είναι μικρότερη από την τιμή  $t$  του πίνακα. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο για  $P_{max}$  για τα δύο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 3.2 ).

Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία πρόέκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους ( Πίνακας 3.3 ):

**Πίνακας 3.3:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	$P_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετργ.	B.E.
3+4	BIG RED x PRIMAVERA	20.32	1.16	0.09	0.01	3.03	0.50	757.42	126

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης ,της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης για τα δεδομένα και των δυο πειραματικών τεμαχίων μαζί είναι 20.32 ,0.09 ,3.03 αντίστοιχα για 126 B.E. ( Πίνακας 3.3).

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και των αποτελεσμάτων τους που προκύπτουν από την βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock έγινε υπολογισμός της τιμής του F (F κριτήριο) η οποία υπολογίστηκε 55.15.

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 3 και 4. Έτσι τα δεδομένα τους δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθεί η εξίσωση του Acock, για τα δεδομένα και των δυο αυτών πειραματικών τεμαχίων μαζί.

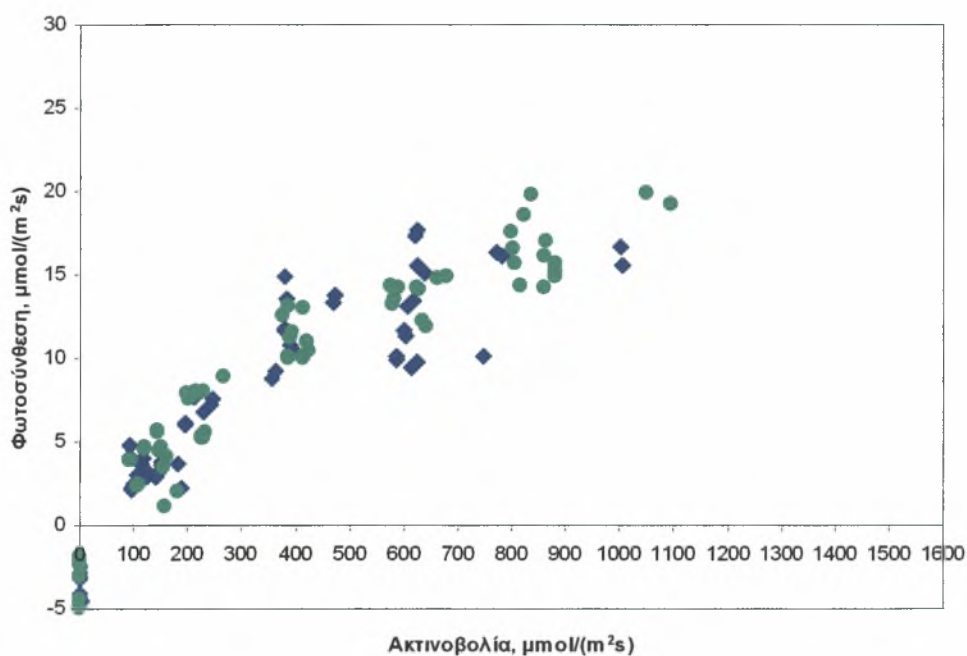
Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά της σχετικής υγρασίας και της τάσης ατμών .



**Πίνακας 3.4:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	TAIR (°C)	TLEAF (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	RH (%)	EAIR (kPa)	COND (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
3	BIG RED x PRIMAVERA	27.5	27	352.8	57.56	21.1	0.29
4	BIG RED x PRIMAVERA	26.9	26.7	352.8	50.6	17.8	0.24

Όπου TAIR =θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου , Tleaf =θερμοκρασία του φύλλου , CO<sub>2</sub>=συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> , RH= σχετική υγρασία , EAIR = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND = στοματική αγωγιμότητα .



**Σχήμα 4.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά Αυτόριζα BIG RED κατά την περίοδο 25/4 και 29/4/2004 που έγινε και η πρώτη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 4, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 δεν υπάρχει εμφανής διάφορα μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δυο 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, a και Rd της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά . Οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος 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.
3	Αυτόριζα BIG RED	26.03	1.57	0.09	0.01	4.08	0.53	202.4	59
4	Αυτόριζα BIG RED	29.76	1.5	0.07	0.01	3.04	0.42	157.52	69

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 4.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 59 και 69 βαθμούς ελευθερίας, αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 4 ενώ η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 4 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του πειραματικού τεμαχίου 3.

Στη συνέχεια , έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( 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
1.96	1.73	1.62	1.54	128	0.09	0.11	0.12

Η τιμή για 128 B.E. είναι 1.9. Από τον πίνακα 4.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα. Συνεπώς

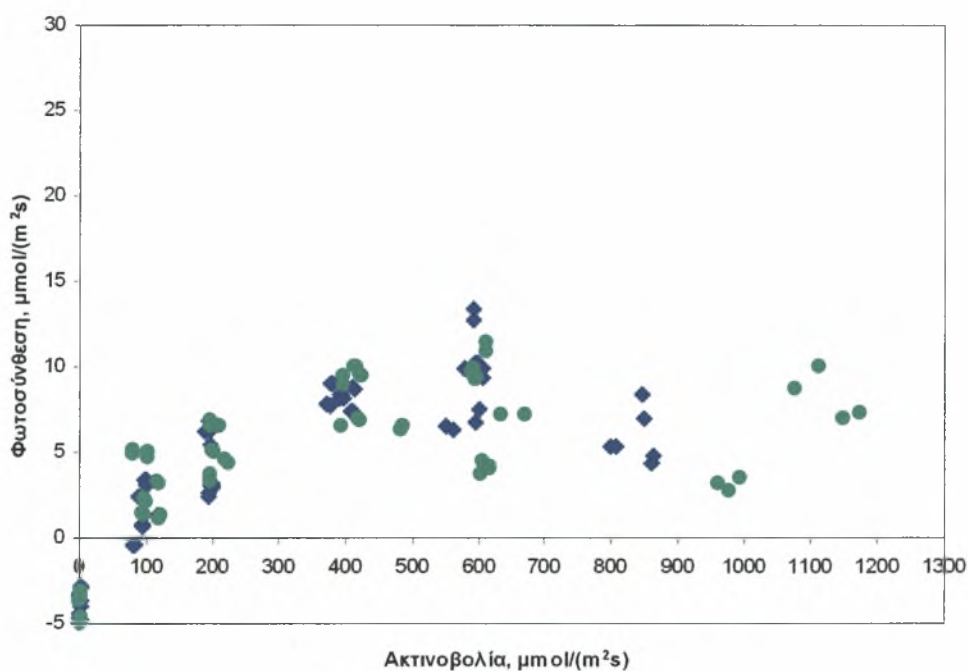
μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 4.2).

Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία πρόεκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους ( Πίνακας 4.3 ):

**Πίνακας 4.3:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	$R_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετργ.	B.E.
3+4	Αυτόριζα BIG RED	28.23	1.1	0.07	0.01	3.54	0.34	377.8	132

Στα σχήματα 5 έως 8 παρουσιάζεται ο ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της PAR , για τις 4 μεταχειρίσεις κατά τη διάρκεια της δεύτερης περιόδου μέτρησης (από 10/5 έως 14/5)



**Σχήμα 5.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά BIG RED x HEMAN κατά την περίοδο 10/5,12/5,13/5 και 14/5/2004 που έγινε και η δεύτερη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 5 , φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση BIG RED x HEMAN στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 δεν υπάρχει εμφανής διάφορα μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δυο 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  $P_{max}$ ,  $a$  και  $R_d$  της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά . οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους , που υπολογίστηκαν , ήταν οι παρακάτω ( Πίνακας 5.1):

**Πίνακας 5.1:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	$P_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
3	BIG RED x HEMAN	16.2	0.1	0.1	0.02	4	0.5	178.72	61
4	BIG RED x HEMAN	13.7	0.86	0.21	0.05	5.11	0.66	287.1	64

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 5.1) , αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 61 και 64 βαθμούς ελευθέριας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 4 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 του πειραματικού τεμαχίου 4.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( Πίνακας 5.2):

**Πίνακας 5.2:**

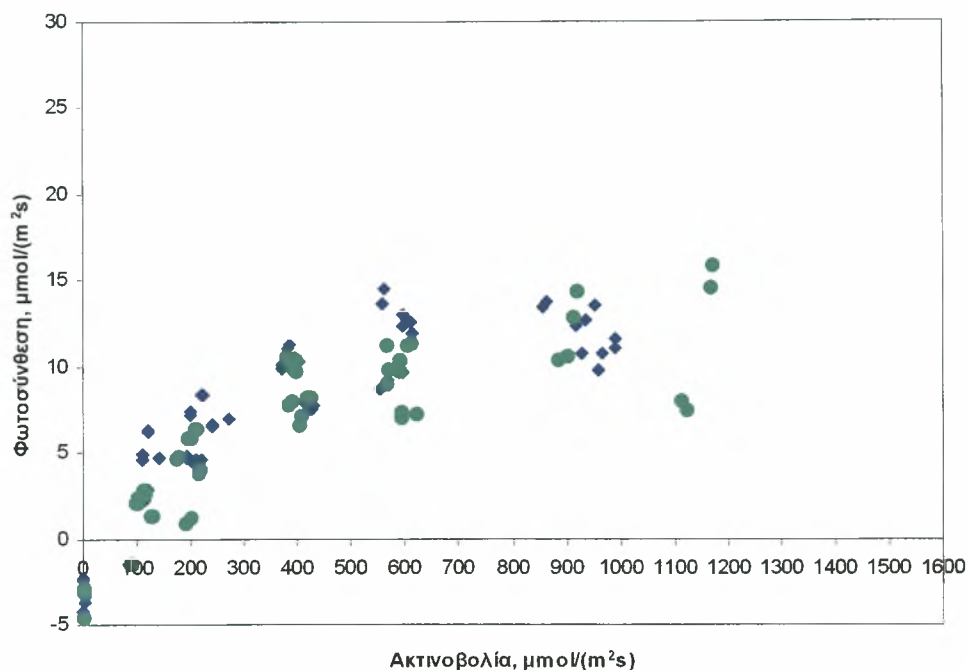
Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1.96	1.92	1.96	1.33	125	0.06	0.05	0.19

Η τιμή για 125 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 δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 5.2 ).

Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο 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. Τετργ.	B.E.
3+4	BIG RED x HEMAN	14.2	0.63	0.15	0.02	4.51	0.43	538.5	130



**Σχήμα 6.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά BIG RED x BIG RED κατά την περίοδο 10/5,12/5,13/5 και 14/5/2004 που έγινε και η δεύτερη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 6, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση BIG RED x BIG RED στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 δεν υπάρχει εμφανής διάφορα μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δυο 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  $P_{max}$ ,  $a$  και  $R_d$  της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά. Οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους , που υπολογίστηκαν , ήταν οι παρακάτω ( Πίνακας 6.1):



**Πίνακας 6.1:**

Πειραμ. Τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
3	BIG RED x BIG RED	19.93	0.85	0.12	0.01	4.5	0.47	168.68	65
4	BIG RED x BIG RED	20.28	1.07	0.09	0.01	4.99	0.54	213.82	63

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 6.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας αλλά δεν έχουν παρόμοια τιμή ρυθμού αναπνοής, για 65 και 63 βαθμούς ελευθέριας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 4 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 3 ενώ η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 4 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του πειραματικού τεμαχίου 3.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( Πίνακας 6.2):

**Πίνακας 6.2:**

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1.96	0.26	1.18	0.7	128	0.8	0.24	0.49

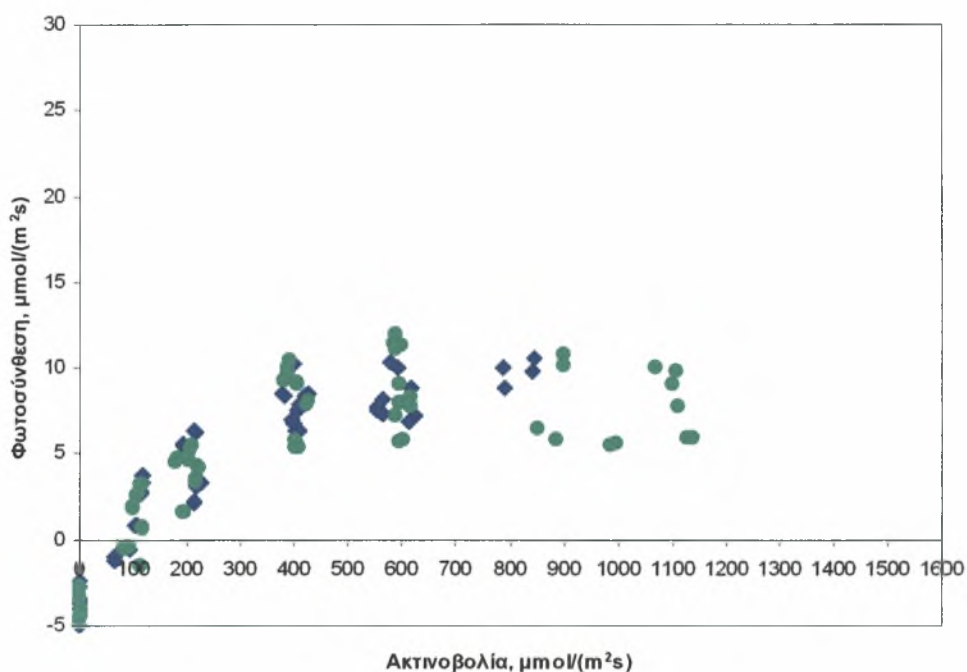
Η τιμή για 128 B.E. είναι 1.9 .Από τον πίνακα 1.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 6.2 ).

Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία προέκυψαν

οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματός τους ( Πίνακας 6.3 ):

**Πίνακας 6.3:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισ. Τετργ.	B.E.
3+4	BIG RED x BIG RED	20.17	0.71	0.1	0.01	4.76	0.37	430.04	131



**Σχήμα 7.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά BIG RED x PRIMAVERA κατά την περίοδο 10/5,12/5,13/5 και 14/5/2004 που έγινε και η δεύτερη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 7, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 δεν υπάρχει εμφανής διάφορα μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δυο 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, a και Rd της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά . οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους, που υπολογίστηκαν, ήταν οι παρακάτω ( Πίνακας 7.1):

**Πίνακας 7.1:**

Πειραμ. Τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισ. Τετραγ.	B.E.
3	BIG RED x PRIMAVERA	17.78	0.97	0.1	0.01	4.9	0.43	134	58
4	BIG RED x PRIMAVERA	15.71	0.9	0.1	0.02	4.57	0.58	266.37	69

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 7.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 58 και 69 βαθμούς ελευθέριας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 4 ενώ και η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 3 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του πειραματικού τεμαχίου 4.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( 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
1.96	1.56	0.04	0.46	127	0.12	0.97	0.64

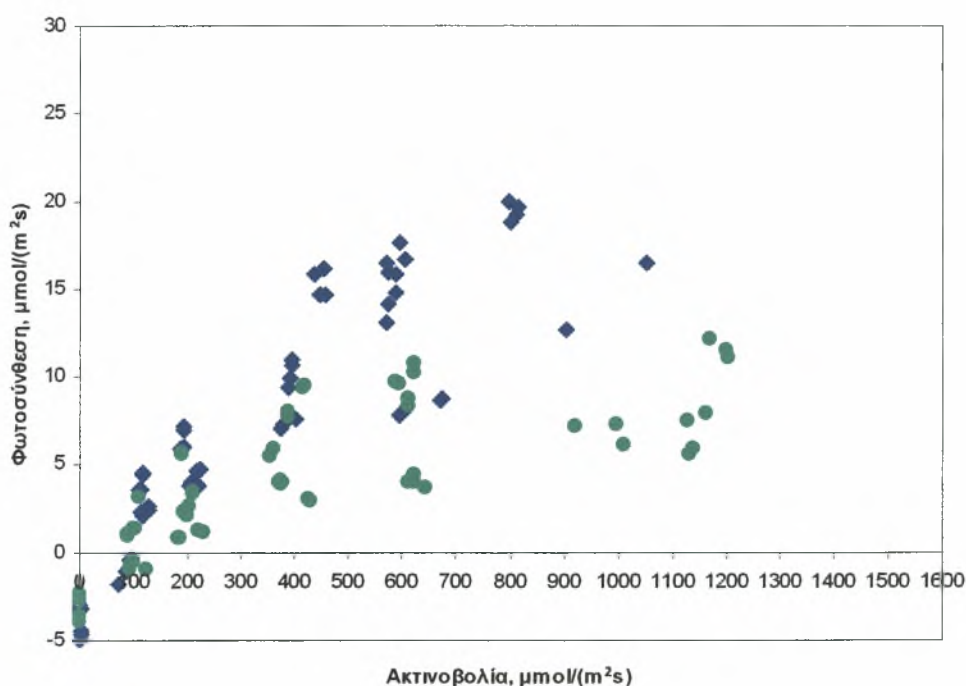
Η τιμή για 127 B.E. είναι 1.9 .Από τον πίνακα 7.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους Pmax, a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα. Συνεπώς

μπορούμε να πούμε ότι δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 7.2).

Συνεπώς τα δεδομένα μπορούν να ενοποιηθούν και να υπολογιστεί εκ νέου η καμπύλη της φωτοσύνθεσης. Έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο 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. Τετργ.	B.E.
3+4	BIG RED x PRIMAVERA	16.37	0.64	0.1	0.01	4.76	0.36	404.86	129



**Σχήμα 8.** Ρυθμός φωτοσύνθεσης συναρτήσει της φωτοσυνθετικά ενεργού ακτινοβολίας για τα πειραματικά τεμάχια 3 (♦) και 4 (●) με τα φυτά Αυτόριζα BIG RED κατά την περίοδο 10/5,12/5,13/5 και 14/5/2004 που έγινε και η δεύτερη μέτρηση.

Όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 8, φαίνεται ότι κατά την πρώτη μέτρηση η οποία πραγματοποιήθηκε στη μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED στα πειραματικά τεμάχια 3 και 4 δεν υπάρχει εμφανής διάφορα μεταξύ των τιμών της φωτοσύνθεσης. Οι τιμές της φωτοσύνθεσης στα δυο 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  $P_{max}$ ,  $a$  και  $R_d$  της εξίσωσης για τα δύο τεμάχια ξεχωριστά. Οι μέσες τιμές των παραπάνω παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους, που υπολογίστηκαν, ήταν οι παρακάτω ( Πίνακας 8.1):

**Πίνακας 8.1:**

Πειραμ. Τεμάχιο	Μεταχείριση	$P_{max}$	Τυπικό σφάλμα	$a$	Τυπικό σφάλμα	$R_d$	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
3	Αυτόριζα BIG RED	32.49	3.22	0.07	0.01	4.71	0.73	419.4	62
4	Αυτόριζα BIG RED	15.74	1.12	0.07	0.01	4.58	0.61	287.26	65

Από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης ( Πίνακας 8.1), αρχικά προκύπτει ότι τα δυο πειραματικά τεμάχια, 3 και 4, δεν έχουν παρόμοιες τιμές μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης και ρυθμού αναπνοής αλλά έχουν παρόμοια τιμή αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας, για 62 και 65 βαθμούς ελευθέριας αντίστοιχα. Τέλος παρατηρείται ότι στο πειραματικό τεμάχιο 3 η τιμή του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη από αυτή του πειραματικού τεμαχίου 4 ενώ η τιμή του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης στο πειραματικό τεμάχιο 3 είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του πειραματικού τεμαχίου 4.

Στη συνέχεια, έγινε στατιστική ανάλυση των παραπάνω δεδομένων με το t test για να βρεθεί αν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές και τα αποτελέσματα αυτής της ανάλυσης είναι τα εξής ( 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
1.96	4.91	0.08	0.14	127	0	0.94	0.89

Η τιμή για 127 B.E. είναι 1.9 .Από τον πίνακα 1.2 προκύπτει ότι η τιμή t για τις παραμέτρους a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα ενώ για την τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη της τιμής t του πίνακα. Συνεπώς μπορούμε να πούμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές των παραπάνω παραμέτρων για τα δυο πειραματικά τεμάχια (Πίνακας 8.2 ).

Προκειμένου να διαπιστωθεί αν οι δυο καμπύλες φωτοσύνθεσης που προκύπτουν είναι παρόμοιες, έγινε ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και νέα βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock από την οποία πρόεκυψαν οι παρακάτω μέσες τιμές των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους ( Πίνακας 8.3 ):

**Πίνακας 8.3:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετργ.	B.E.
3+4	Αυτόριζα BIG RED	21.2	1.52	0.08	0.01	4.85	0.69	1495.91	130

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων προκύπτει ότι οι τιμές του μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης, της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και μέγιστου ρυθμού φωτοσύνθεσης για τα δεδομένα και των δυο πειραματικών τεμαχίων μαζί είναι 21.2 ,0.08 ,4.85 αντίστοιχα για 130 B.E. ( Πίνακας 8.3).

Μετά την ενοποίηση των δεδομένων των δυο πειραματικών τεμαχίων και των αποτελεσμάτων τους που προκύπτουν από την βαθμονόμηση της εξίσωσης του Acock έγινε υπολογισμός της τιμής του F (F κριτήριο) η οποία υπολογίστηκε 47.28.

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 3 και 4. Έτσι τα δεδομένα τους δεν μπορούν να ενοποιηθούν και να βαθμονομηθεί η εξίσωση του Acock , για τα δεδομένα και των δυο αυτών πειραματικών τεμαχίων μαζί.



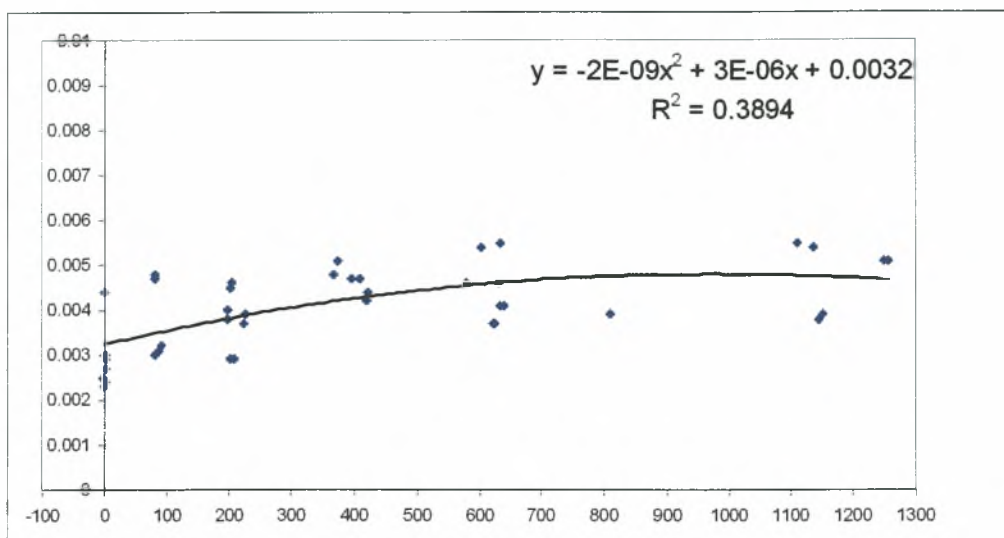
Οι διαφορές στα δύο πειραματικά τεμάχια ίσως να οφείλονται στη διαφορά της στοματικής αγωγιμότητας.

**Πίνακας 8.4:**

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	TAIR (°C)	TLEAF (°C)	CO <sub>2</sub> (ppm)	RH (%)	EAIR (kPa)	COND (mol m <sup>-2</sup> s <sup>-1</sup> )
3	Αυτόριζα BIG RED	31.04	30.03	353.6	35.5	16.05	0.35
4	Αυτόριζα BIG RED	31.7	31.6	354.9	35.7	17.02	0.11

Όπου Tair =θερμοκρασία αέρα εντός του θαλάμου , Tleaf =θερμοκρασία του φύλλου , CO<sub>2</sub>=συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> , RH= σχετική υγρασία , Eair = τάση ατμών του αέρα εντός του θαλάμου και COND = στοματική αγωγιμότητα .

## 4.2 Ρυθμός διαπνοής

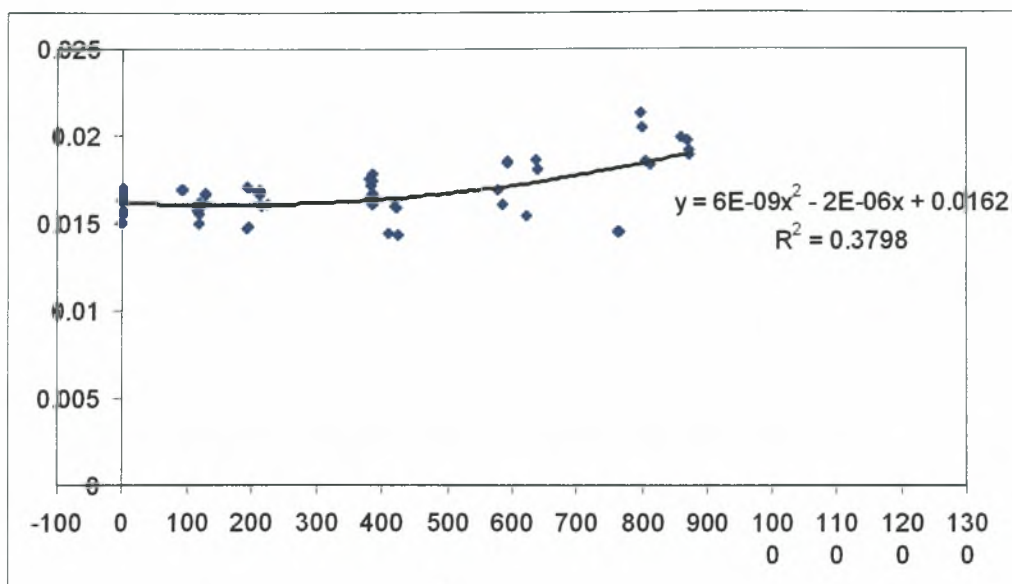


**Σχήμα 9** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 1 με φυτά BIG RED x HEMAN στο πειραματικό τεμάχιο 4 κατά την πρώτη μέτρηση.

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο ρυθμός διαπνοής συναρτήσει της PAR για τις τέσσερις μεταχειρίσεις κατά την διάρκεια των 2 περιόδων μέτρησης όπως αυτός προκύπτει από τη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής η οποία είναι  $E = ((a \cdot QNTM^2) + (b \cdot QNTM) + g)$ .

**Πίνακας 9:**

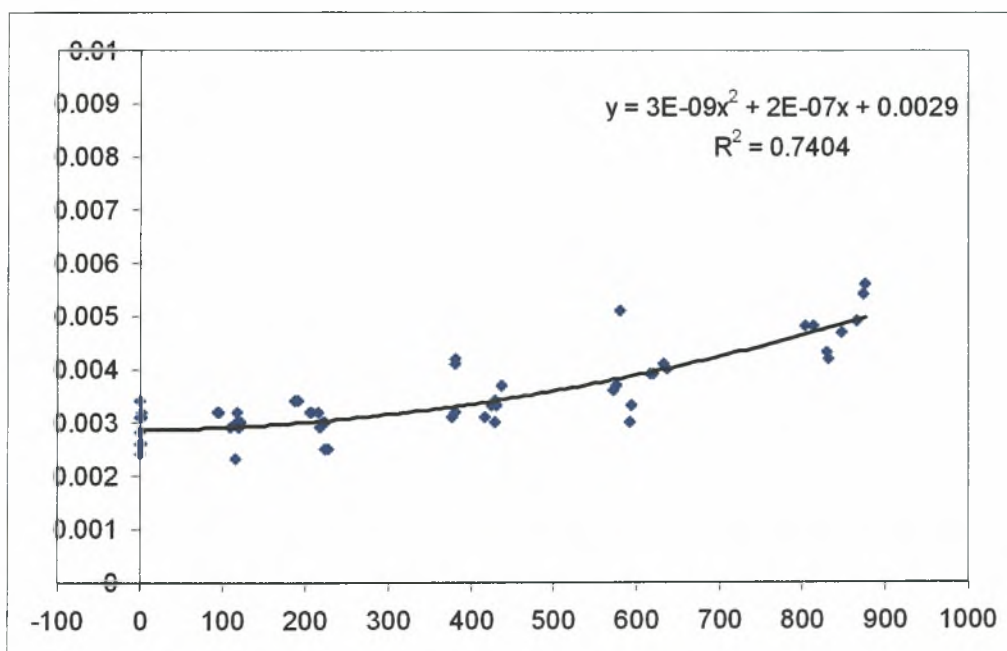
Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροισ. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$1.5 \times 10^{-9}$	$11.16 \times 10^{-9}$	$2.5 \times 10^{-6}$	$1.33 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-4}$	$9.9 \times 10^{-5}$	64



**Σχήμα 10** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 2 με φυτά BIG RED x BIG RED στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την πρώτη μέτρηση

**Πίνακας 10:**

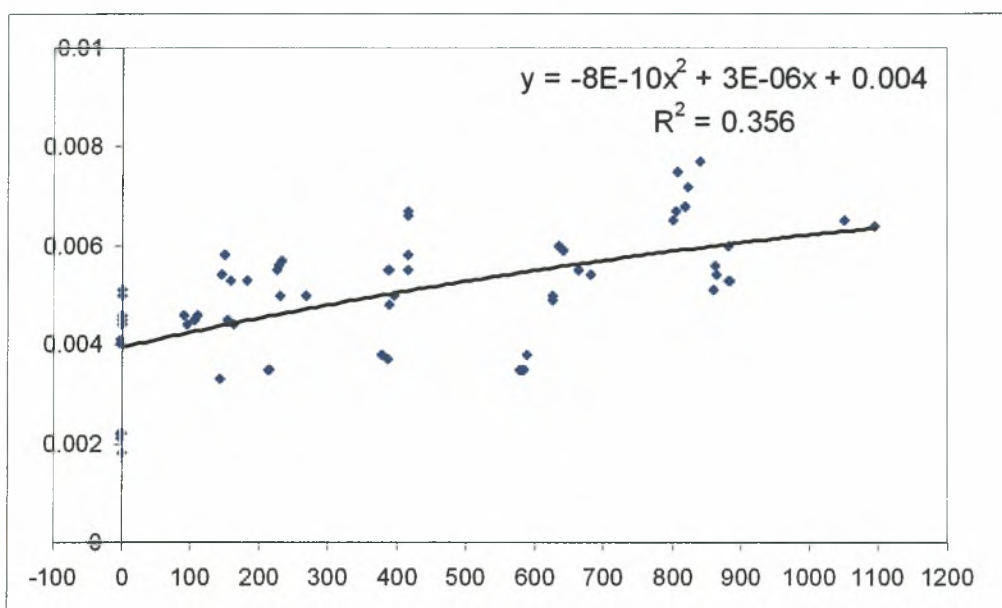
Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	Β.Ε.
BIG RED x BIG RED	$5.9 \times 10^{-9}$	$2.19 \times 10^{-9}$	$-1.9 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-6}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-4}$	$8.8 \times 10^{-5}$	63



**Σχήμα 11** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά BIG RED x PRIMAVERA στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την πρώτη μέτρηση

Πίνακας 11:

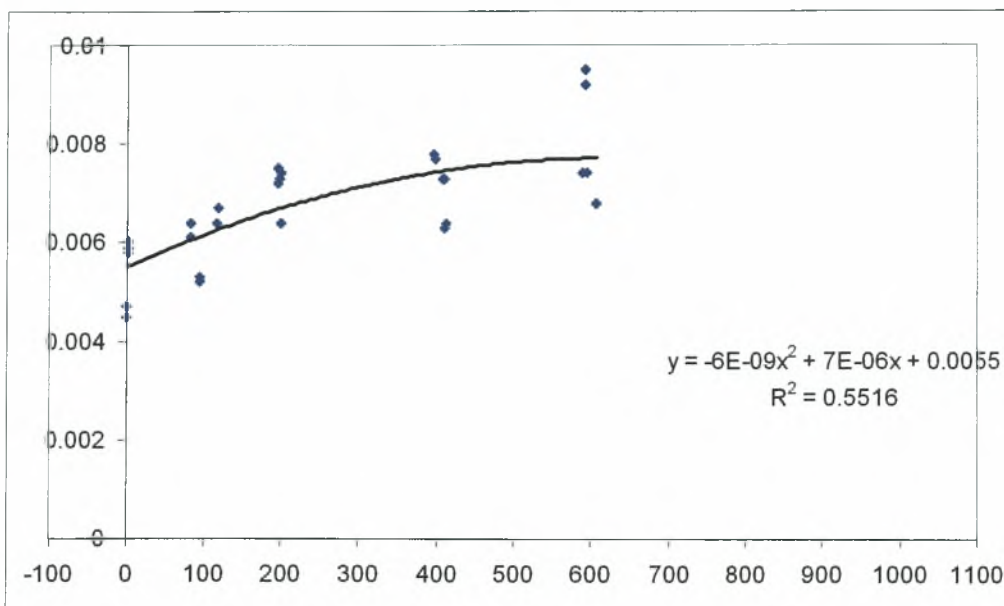
Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x PRIMAVERA	$2,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$	63



**Σχήμα 12** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 4 με φυτά Αντόριζα BIG RED στο πειραματικό τεμάχιο 4 κατά την πρώτη μέτρηση

Πίνακας 12:

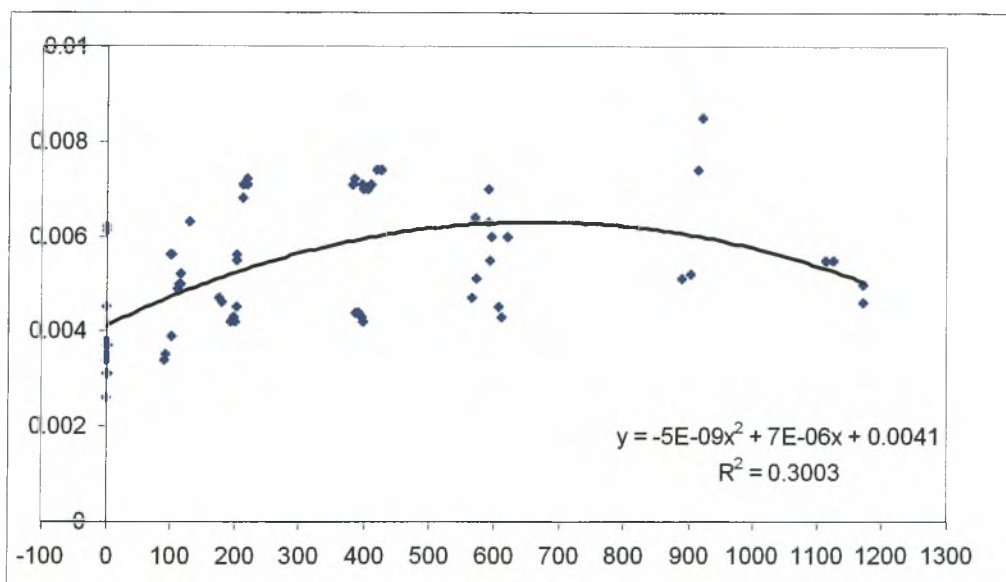
Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
Αντόριζα BIG RED	$7,9 \times 10^{-10}$	$1,6 \times 10^{-9}$	$2,7 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$4 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$9,8 \times 10^{-5}$	69



**Σχήμα 13** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 1 με φυτά BIG RED x HEMAN στο πειραματικό τεμάχιο 3 κατά την δεύτερη μέτρηση

**Πίνακας 13:**

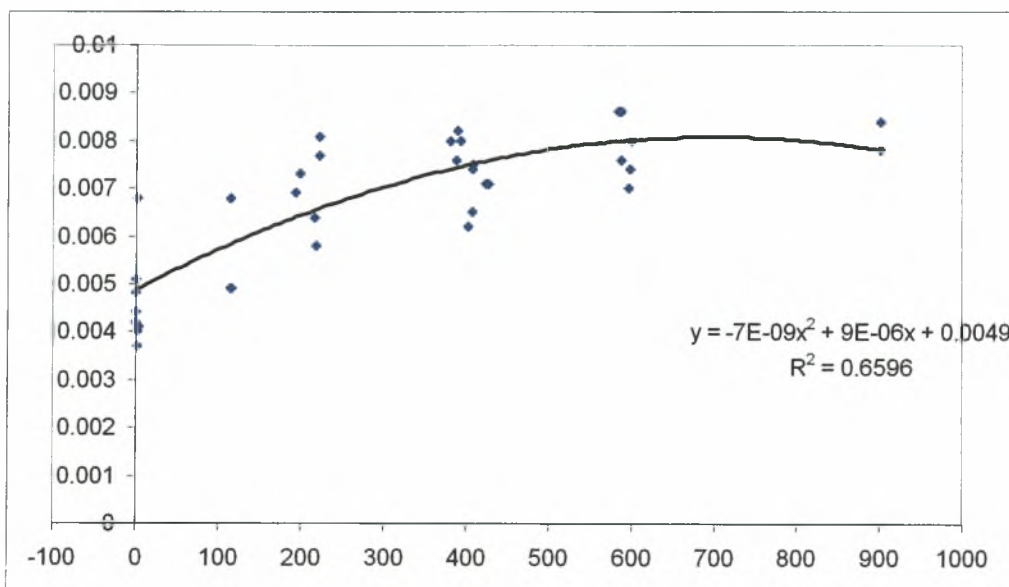
Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$5.9 \times 10^{-9}$	$4.8 \times 10^{-9}$	$6.9 \times 10^{-6}$	$3.6 \times 10^{-6}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	61



**Σχήμα 14** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 2 με φυτά BIG RED x BIG RED στο πειραματικό τεμάχιο 4 κατά την δεύτερη μέτρηση

**Πίνακας 14:**

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x BIG RED	$-4.9 \times 10^{-9}$	$1.2 \times 10^{-9}$	$6.5 \times 10^{-6}$	$1.3 \times 10^{-6}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-4}$	$8.5 \times 10^{-5}$	63

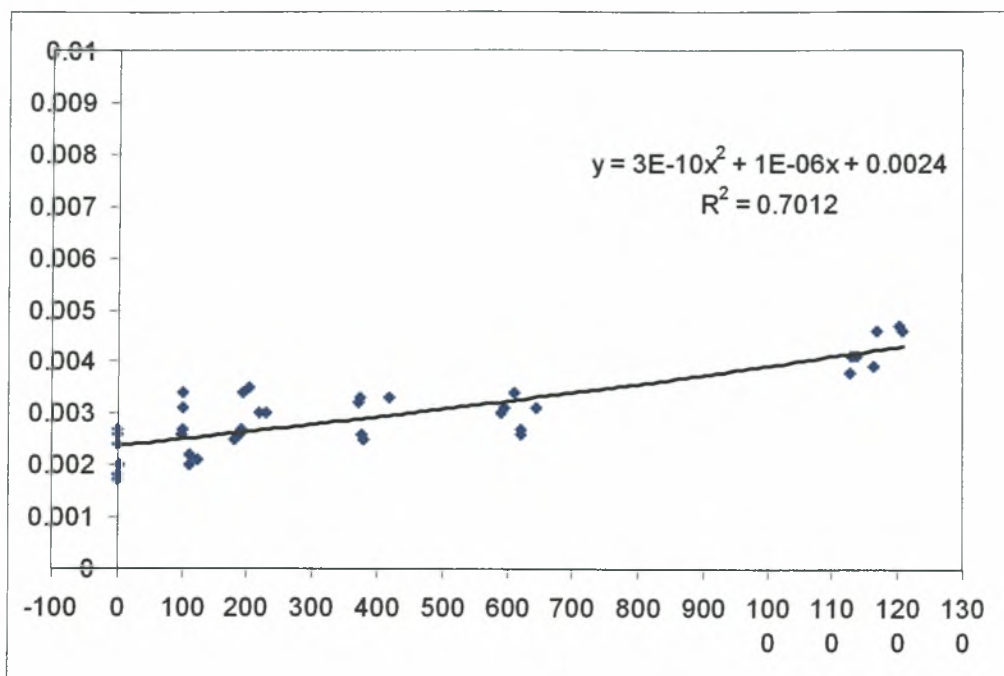


**Σχήμα 15** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 3 με φυτά BIG RED x PRIMAVERA στο πειραματικό τεμάχιο 4 κατά την δεύτερη μέτρηση

**Πίνακας 15:**

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x PRIMAVERA	$-7.3 \times 10^{-9}$	$1.4 \times 10^{-9}$	$8.7 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-4}$	$12 \times 10^{-5}$	69





**Σχήμα 16** Ρυθμός διαπνοής σε σχέση με PAR για τη μεταχείριση 4 με φυτά Αυτόριζα BIG RED στο πειραματικό τεμάχιο 4 κατά την δεύτερη μέτρηση

**Πίνακας 16:**

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	Β.Ε.
Αυτόριζα BIG RED	$-2.77 \times 10^{-10}$	$1.8 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-6}$	$0.9 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.2 \times 10^{-5}$	65

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5 Συζήτηση

### 5.1 Επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό φωτοσύνθεσης

#### Συγκρίνοντας τα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x BIG RED

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

Πειραμ. Τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(1) BIG RED x HEMAN	16.19	0,78	0,1	0,01	2.14	0,46	691.95	138
4	(2) BIG RED x BIG RED	14.28	1.03	0.11	0.02	3.14	0.65	248.22	59

Προκύπτει ότι τα φυτά BIG RED x HEMAN έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x BIG RED, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοιες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής της BIG RED x BIG RED είναι μεγαλύτερες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση:

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	1.47	0.31	1.25	197	0.14	0.75	0.21

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων Pmax,a και Rd είναι μικρότερη από t του πίνακα.. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x HEMAN και BIG RED x BIG RED.

#### Συγκρίνοντας τα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x PRIMAVERA

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

Πειραμ. Τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(1) BIG RED x HEMAN	16.190	0.78	0.1	0.01	2.14	0.46	691.95	138
4	(3) BIG RED x PRIMAVERA	14.79	0.94	0.1	0.02	3.23	0.53	190.72	60

Προκύπτει ότι τα φυτά BIG RED x HEMAN έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x PRIMAVERA, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοιες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής της BIG RED x PRIMAVERA είναι μεγαλύτερες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση:

Τιμή t Πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	1.15	0.16	1.55	198	0.25	0.87	0.12

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων Pmax,a και Rd είναι μικρότερη από το τα του πίνακα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x HEMAN και BIG RED x PRIMAVERA.

#### Συγκρίνοντας τα BIG RED x HEMAN με τα Αυτόριζα BIG RED

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό Σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(1) BIG RED x HEMAN	16.19	0.78	0.1	0.01	2.14	0.46	691.95	138
3+4	(4)Αυτόριζα BIG RED	28.23	1.1	0.07	0.01	3.54	0.34	377.8	132

Προκύπτει ότι τα φυτά Αυτόριζα BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής από τα BIG RED x HEMAN, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας της BIG RED x HEMAN είναι μεγαλύτερες, ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής της Αυτόριζα BIG RED είναι μεγαλύτερες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	8.93	2.12	2.45	270	0	0.03	0.02

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων Pmax, a και Rd είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x HEMAN και Αυτόριζα BIG RED.

#### Συγκρίνοντας τα BIG RED x BIG RED με τα BIG RED x PRIMAVERA

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
4	(2) BIG RED x BIG RED	14.28	1.03	0.11	0.02	3.14	0.65	248.22	59
4	(3)BIG RED x PRIMAVERA	14.79	0.94	0.1	0.02	3.23	0.53	190.72	60

Προκύπτει ότι τα φυτά BIG RED x PRIMAVERA έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x BIG RED, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοιες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη αυτή της RED x PRIMAVERA. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση.

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	0.36	0.15	0.1	119	0.72	0.88	0.92

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων Pmax, a και Rd είναι μικρότερες από την τιμή t του πίνακα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι δεν υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x BIG RED και BIG RED x PRIMAVERA

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x BIG RED με τα Αυτόριζα BIG RED

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
4	(2) BIG RED x BIG RED	14.28	1.03	0.11	0.02	3.14	0.65	248.22	59
3+4	(4)Αυτόριζα BIG RED	28.23	1.1	0.07	0.01	3.54	0.34	377.8	132

Προκύπτει ότι τα φυτά Αυτόριζα BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x BIG RED, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοιες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη αυτή των Αυτόριζα BIG RED. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	9.24	1.46	0.54	191	0	0.15	0.59

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη ενώ η τιμή της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη από την t του πίνακα.. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x BIG RED και Αυτόριζα BIG RED

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x PRIMAVERA με τα Αυτόριζα BIG RED

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
4	(3) BIG RED x PRIMAVERA	14.79	0.94	0.1	0.02	3.23	0.53	190.72	60
3+4	(4)Αυτόριζα BIG RED	28.23	1.1	0.07	0.01	3.54	0.34	377.8	132

Προκύπτει ότι τα φυτά Αυτόριζα BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x PRIMAVERA, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας είναι παρόμοιες και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι μεγαλύτερη αυτή των Αυτόριζα BIG RED. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t A	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	9.29	1.53	0.5	192	0	0.13	0.62

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη από το t του πίνακα.. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x PRIMAVERA και Αυτόριζα BIG RED

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x BIG RED

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



Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(1) BIG RED x HEMAN	14.2	0.63	0.15	0.02	4.51	0.43	583.44	130
3+4	(2) BIG RED x BIG RED	20.17	0.71	0.1	0.01	4.76	0.37	430.04	131

Προκύπτει ότι τα φυτά BIG RED x BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x HEMAN, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας της BIG RED x HEMAN είναι μεγαλύτερες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής της BIG RED x BIG RED είναι μεγαλύτερες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	6.29	2.42	0.44	261	0	0.03	0.66

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή της παραμέτρου Rd είναι μικρότερη, ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax και a είναι μεγαλύτερη από το t του πίνακα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x HEMAN και BIG RED x BIG RED.

#### Συγκρίνοντας τα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x PRIMAVERA

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(1) BIG RED x HEMAN	14.2	0.63	0.15	0.02	4.51	0.43	583.44	130
3+4	(3) BIG RED x PRIMAVERA	16.37	0.64	0.1	0,01	4.76	0.36	404.86	129

Προκύπτει ότι τα φυτά BIG RED x PRIMAVERA έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x HEMAN, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας της BIG RED x HEMAN είναι μεγαλύτερες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής της BIG RED x PRIMAVERA είναι μεγαλύτερες. .Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	2.42	2.09	0.45	259	0.02	0.04	0.66

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων Pmax και a είναι μεγαλύτερες από το t του πίνακα και η τιμή της παραμέτρου Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x HEMAN και BIG RED x PRIMAVERA

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x HEMAN με τα Αυτόριζα BIG RED

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(1) BIG RED x HEMAN	14.2	0.63	0.15	0.02	4.51	0.43	583.44	130
3	(4) Αυτόριζα BIG RED	32.49	3.22	0.07	0.01	4.71	0.73	419.4	62

Προκύπτει ότι τα φυτά Αυτόριζα BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x HEMAN, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας της BIG RED x HEMAN είναι μεγαλύτερες ενώ του μέγιστου ρυθμού αναπνοής της Αυτόριζα BIG RED είναι μεγαλύτερες. Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	5.57	3.35	0.24	192	0	0	0.81

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή της παραμέτρου Rd είναι μικρότερη ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax και a είναι μεγαλύτερες από την τιμή t του πίνακα.. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x HEMAN και Αυτόριζα BIG RED

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x BIG RED με τα BIG RED x PRIMAVERA

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(2) BIG RED x BIG RED	20.17	0.71	0.1	0.01	4.76	0.37	430.04	131
3+4	(3) BIG RED x PRIMAVERA	16.37	0.64	0.1	0.01	4.76	0.36	404.86	129

Προκύπτει ότι τα φυτά BIG RED x PRIMAVERA έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x BIG RED, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες . Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	3.98	0.04	0	260	0	0.97	1

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη , ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα.

.Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x BIG RED και BIG RED x PRIMAVERA

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x BIG RED με τα Αυτόριζα BIG RED

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(2) BIG RED x BIG RED	20.17	0.71	0.1	0.01	4.76	0.37	430.04	131
3	(4) Αυτόριζα BIG RED	32.49	3.22	0.07	0.01	4.71	0.73	419.4	62

Προκύπτει ότι τα φυτά Αυτόριζα BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x BIG RED, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες . Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	3.74	1.79	0.06	193	0	0.08	0.95

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα. .Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι υπάρχουν στατιστικώς σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x BIG RED και Αυτόριζα BIG RED.

### Συγκρίνοντας τα BIG RED x PRIMAVERA με τα Αυτόριζα BIG RED

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

Πειραμ. τεμάχιο	Μεταχείριση	Pmax	Τυπικό σφάλμα	a	Τυπικό σφάλμα	Rd	Τυπικό σφάλμα	Άθροισμα Τετραγ.	B.E.
3+4	(3)BIG RED x PRIMAVERA	16.37	0.64	0.1	0.01	4.76	0.36	404.86	129
3	(4) Αυτόριζα BIG RED	32.49	3.22	0.07	0.01	4.71	0.73	419.4	62

Προκύπτει ότι τα φυτά Αυτόριζα BIG RED έχουν μεγαλύτερο μέγιστο ρυθμό φωτοσύνθεσης από τα BIG RED x PRIMAVERA, οι δε τιμές της αποτελεσματικότητας χρήσης ακτινοβολίας και του μέγιστου ρυθμού αναπνοής είναι παρόμοιες .Ακολούθησε στατιστική ανάλυση

Τιμή t πίνακα	Τιμή t Pmax	Τιμή t a	Τιμή t Rd	Σύνολο B.E.	P Pmax	P a	P Rd
1,96	4.91	1.49	0.06	191	0	0.14	0.95

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η τιμή των παραμέτρων a και Rd είναι μικρότερη από την τιμή t του πίνακα ενώ η τιμή t της παραμέτρου Pmax είναι μεγαλύτερη από την τιμή t του πίνακα. Συμπεραίνουμε λοιπόν ότι δεν υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων BIG RED x PRIMAVERA και Αυτόριζα BIG RED.

## 5.2 Επίδραση του εμβολιασμού στο ρυθμό διαπνοής

### Πρώτη μέτρηση

#### Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x BIG RED

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροισ. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$1.5 \times 10^{-9}$	$11.16 \times 10^{-9}$	$2.5 \times 10^{-6}$	$1.33 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-4}$	$9.9 \times 10^{-5}$	64
BIG RED x BIG RED	$5.9 \times 10^{-9}$	$2.19 \times 10^{-9}$	$-1.9 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-6}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-4}$	$8.8 \times 10^{-5}$	63

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x HEMAN

**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x PRIMAVERA**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$1.5 \times 10^{-9}$	$11.16 \times 10^{-9}$	$2.5 \times 10^{-6}$	$1.33 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-4}$	$9.9 \times 10^{-5}$	64
BIG RED x PRIMAVERA	$2,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$	63

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x HEMAN

**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x HEMAN με τα Αυτόριζα BIG RED**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$1.5 \times 10^{-9}$	$11.16 \times 10^{-9}$	$2.5 \times 10^{-6}$	$1.33 \times 10^{-6}$	$2.6 \times 10^{-3}$	$2.7 \times 10^{-4}$	$9.9 \times 10^{-5}$	64
Αυτόριζα BIG RED	$7,9 \times 10^{-10}$	$1,6 \times 10^{-9}$	$2,7 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$4 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-4}$	$9.8 \times 10^{-5}$	69

Προκύπτει ότι η μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x HEMAN



**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x BIG RED με τα BIG BIG RED x PRIMAVERA**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x BIG RED	$5.9 \times 10^{-9}$	$2.19 \times 10^{-9}$	$-1.9 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-6}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-4}$	$8.8 \times 10^{-5}$	63
BIG RED x PRIMAVERA	$2,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$2.9 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$	63

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA

**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x BIG RED με Αυτόριζα BIG RED**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x BIG RED	$5.9 \times 10^{-9}$	$2.19 \times 10^{-9}$	$-1.9 \times 10^{-6}$	$1.8 \times 10^{-6}$	$1.6 \times 10^{-2}$	$2.9 \times 10^{-4}$	$8.8 \times 10^{-5}$	63
Αυτόριζα BIG RED	$7,9 \times 10^{-10}$	$1,6 \times 10^{-9}$	$2,7 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$4 \times 10^{-3}$	$2.8 \times 10^{-4}$	$9.8 \times 10^{-5}$	69

Προκύπτει ότι η μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x BIG RED.

**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x PRIMAVERA με τα Αυτόριζα BIG RED**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x PRIMAVERA	$2,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-9}$	$1,8 \times 10^{-7}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$2,9 \times 10^{-3}$	$2,4 \times 10^{-4}$	$6,6 \times 10^{-5}$	63
Αυτόριζα BIG RED	$7,9 \times 10^{-10}$	$1,6 \times 10^{-9}$	$2,7 \times 10^{-6}$	$1,5 \times 10^{-6}$	$4 \times 10^{-3}$	$2,8 \times 10^{-4}$	$9,8 \times 10^{-5}$	69

Προκύπτει ότι η μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA

#### Δεύτερη μέτρηση

#### Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x BIG RED

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$5,9 \times 10^{-9}$	$4,8 \times 10^{-9}$	$6,9 \times 10^{-6}$	$3,6 \times 10^{-6}$	$5,5 \times 10^{-3}$	$5,3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	61
BIG RED x BIG RED	$-4,9 \times 10^{-9}$	$1,2 \times 10^{-9}$	$6,5 \times 10^{-6}$	$1,3 \times 10^{-6}$	$4,1 \times 10^{-3}$	$2,6 \times 10^{-4}$	$8,5 \times 10^{-5}$	63

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x HEMAN έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x BIG RED

#### Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x HEMAN με τα BIG RED x PRIMAVERA

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$5.9 \times 10^{-9}$	$4.8 \times 10^{-9}$	$6.9 \times 10^{-6}$	$3.6 \times 10^{-6}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	61
BIG RED x PRIMAVERA	$-7.3 \times 10^{-9}$	$1.4 \times 10^{-9}$	$8.7 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-4}$	$12 \times 10^{-5}$	69

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x HEMAN έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA

**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x HEMAN με τα Αυτόριζα BIG RED**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x HEMAN	$5.9 \times 10^{-9}$	$4.8 \times 10^{-9}$	$6.9 \times 10^{-6}$	$3.6 \times 10^{-6}$	$5.5 \times 10^{-3}$	$5.3 \times 10^{-4}$	$3 \times 10^{-5}$	61
Αυτόριζα BIG RED	$-2.77 \times 10^{-10}$	$1.8 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-6}$	$0.9 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.2 \times 10^{-5}$	65

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x HEMAN έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED

**Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x BIG RED με τα BIG RED x PRIMAVERA**

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x BIG RED	$-4.9 \times 10^{-9}$	$1.2 \times 10^{-9}$	$6.5 \times 10^{-6}$	$1.3 \times 10^{-6}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-4}$	$8.5 \times 10^{-5}$	63
BIG RED x PRIMAVERA	$-7.3 \times 10^{-9}$	$1.4 \times 10^{-9}$	$8.7 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-4}$	$12 \times 10^{-5}$	69

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA

### Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x BIG RED με τα Αυτόριζα BIG RED

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x BIG RED	$-4.9 \times 10^{-9}$	$1.2 \times 10^{-9}$	$6.5 \times 10^{-6}$	$1.3 \times 10^{-6}$	$4.1 \times 10^{-3}$	$2.6 \times 10^{-4}$	$8.5 \times 10^{-5}$	63
Αυτόριζα BIG RED	$-2.77 \times 10^{-10}$	$1.8 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-6}$	$0.9 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.2 \times 10^{-5}$	65

Προκύπτει ότι η μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση BIG RED x BIG RED

### Συγκρίνοντας τον ρυθμό διαπνοής στα BIG RED x PRIMAVERA με τα Αυτόριζα BIG RED

Από την πρώτη βαθμονόμηση της εξίσωσης της διαπνοής, προκύπτουν τα αποτελέσματα των παραμέτρων και του τυπικού σφάλματος τους που είναι :

Μεταχ.	a	Τυπικό σφάλμα	b	Τυπικό σφάλμα	g	Τυπικό σφάλμα	Άθροις. Τετραγ.	B.E.
BIG RED x PRIMAVERA	$-7.3 \times 10^{-9}$	$1.4 \times 10^{-9}$	$8.7 \times 10^{-6}$	$1.5 \times 10^{-6}$	$4.9 \times 10^{-3}$	$3 \times 10^{-4}$	$12 \times 10^{-5}$	69
Αυτόριζα BIG RED	$-2.77 \times 10^{-10}$	$1.8 \times 10^{-9}$	$1 \times 10^{-6}$	$0.9 \times 10^{-6}$	$2.4 \times 10^{-3}$	$2.4 \times 10^{-4}$	$8.2 \times 10^{-5}$	65

Προκύπτει ότι η μεταχείριση BIG RED x PRIMAVERA έχει μεγαλύτερο ρυθμό διαπνοής από την μεταχείριση Αυτόριζα BIG RED

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Συμπεράσματα**

Σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η μελέτη της επίδρασης του εμβολιασμού στη φωτοσύνθεση και στη διαπνοή θερμοκηπιακής καλλιέργειας τομάτας. Από την ανάλυση των αποτελεσμάτων που προηγήθηκε φαίνεται ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης των μεταχειρίσεων κατά την πρώτη μέτρηση διαπιστώνουμε ότι οι BIG RED χ HEMAN , BIG RED χ PRIMAVERA και BIG RED χ BIG RED είχαν παρόμοιο ρυθμό φωτοσύνθεσης και μικρότερο από την αυτόριξη ποικιλία BIG RED.Όποτε θα μπορούσαμε να πούμε ότι ο εμβολιασμός συνέβαλλε στην μείωση του ρυθμού φωτοσύνθεσης. Κατά την δεύτερη μέτρηση παρατηρούμε ότι ο ρυθμός φωτοσύνθεσης ήταν ο μικρότερος στην μεταχείριση BIG RED χ HEMAN ο οποίος ήταν μικρότερος σε σχέση με την μεταχείριση BIG RED χ PRIMAVERA και αυτός με την σειρά του μικρότερος από την μεταχείριση BIG RED χ BIG RED.Επίσης η μεταχείριση BIG RED χ BIG RED έχει μικρότερο ρυθμό φωτοσύνθεσης από την αυτόριξη μεταχείριση BIG RED. Έτσι και εδώ θα μπορούσαμε να πούμε ότι ειδικότερα ο εμβολιασμός μείωσε την φωτοσύνθεση συγκρίνοντας τις BIG RED χ BIG RED με την αυτόριξη ποικιλία BIG RED αλλά και γενικότερα σε σχέση με τις BIG RED χ PRIMAVERA και BIG RED χ HEMAN. Ακόμα όσον αναφορά τον ρυθμό διαπνοής παρατηρούμε ότι κατά την πρώτη μέτρηση η αυτόριξη ποικιλία BIG RED έχει μεγαλύτερο από αυτής της εμβολιασμένης BIG RED χ BIG RED η οποία είναι μεγαλύτερη από της BIG RED χ PRIMAVERA και αυτή από την BIG RED χ HEMAN. Κατά την δεύτερη μέτρηση η BIG RED χ HEMAN ήταν αυτή που έχει την μεγαλύτερη με την αυτόριξη ποικιλία BIG RED να έχει μικρότερο ρυθμό διαπνοής. Ακόμα ο ρυθμός διαπνοής της BIG RED χ BIG RED ήταν μικρότερος από της αυτόριξη ποικιλία BIG RED και μεγαλύτερος από της BIG RED χ PRIMAVERA. Όποτε και συμπεραίνουμε ότι ο εμβολιασμός μειώνει τον ρυθμό διαπνοής.

Συμπερασματικά διαπιστώσαμε ότι η αυτόριξη ποικιλία BIG RED ήταν αυτή που είχε τον καλύτερο ρυθμό φωτοσύνθεσης και διαπνοής.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Λόλας Π.Χ. 2000. Φυσιολογία Φυτού. Σημειώσεις. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Θεσσαλίας, Βόλου.
- Ολύμπιος Χρ. 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Αθήνα. Εκδόσεις Σταμούλης. Σελ. 25-209.
- Ντόγρας Κ. 2001. Ειδική Λαχανακομία Ι, Ά μέρος. Θεσσαλονίκη. Σελ: 1-39.
- Arab E. and S.Steck. 2000. Lycopene and cardiovascular disease. *Am.J.Clin. NUTR.* 71: 1691S-1695S.
- Anderlini R. 1984. Η τομάτα, τεχνική καλλιέργειας και φυτοπροστασίας. Αθήνα . Σελ: 1-152.
- Alivizatos A.S. 1993. Association of mycoplasma-like organisms with tomato big bud disease in Greece. *Plant Pathology*, 42: 158-162.
- Abushita A.A., H.G.Daood and P.A..Biacs. 2000. Change in carotenoids and antioxidant vitamins in tomato as a function of varietal and technological factors. *J.Agr.Food Chem.* 48: 2075-2081.
- Clinton S. 1998. Lycopene: Chemistry, biology and implication for human health and disease. *Nutr. Rev.* 56: 35-51.
- FAO, 1998. Production Yearbook, Agricultural Statistic Series. FAO Rome, Vol. 52.
- Gester H. 1997. The potential role of lycopene for human health *J.Am. Coll. Nutr.* 16: 109-126.
- Kushald M., Masiunas J., Smith M., Kalt W. and Eastman K. 2003. Health promoting phytochemicals in vegetables. *Hort. Reviews*, Vol. 28, pp: 125-128.
- Lee J.M. and Oda M. 2003. Grafting of herbaceous vegetables and ornamental crops. *Horticultural Reviews*. Vol:28, pp:61-124.
- Lee J.M., Bang H.J. and Ham H.S. 1999. Quality of cucumber fruit as affected by rootstocks. *Acta Hrt.* 483: 117-123.
- Leonardi C., P.Ambrosino, F.Esposito and V.Fogliano. 2000. Antioxidant activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *F.Agr. Food Chem.* 48: 4723-4727.
- Oda M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. [www.agnet.org/library/article/eb480.html](http://www.agnet.org/library/article/eb480.html).



Tonucci L.H., J.M.Holden, G.R.Beecher, F.Khachik, C.S.Davis and G.Mulokozi.  
1995. Carotenoid content of thermally processed tomato-based food products.  
J.Agr.Food Chem. 43: 579-586.

Εθνική Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Γεωργίας

Μαρκάκης 1975

Παναγόπουλος 1995

Acock 1991

Baudoin 1999

Evans uai Farqular 1991

Harley uai Tenhunen 1991

Madhavi and salunkhe 1998

Sevgican 1999



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ  
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ



004000100653