



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ**
UNIVERSITY OF PATRAS

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

**«ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ ΣΕ ΦΥΤΑ
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΤΟΜΑΤΑΣ ΣΤΗ ΜΥΡΤΙΑ
ΤΗΣ ΠΕΡΙΦΕΡΕΙΑΚΗΣ ΕΝΟΤΗΤΑΣ ΗΛΕΙΑΣ.»**



**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΦΟΙΤΗΤΡΙΑΣ: ΗΛΙΑΝΑ-ΟΛΥΜΠΙΑ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΥ
ΑΡΙΘΜΟΣ ΜΗΤΡΩΟΥ: 12257**

ΕΠΟΠΤΕΥΟΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΚΑΜΠΡΑΝΗΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ

ΑΜΑΛΙΑΔΑ – 2020

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν με τον τρόπο τους στην διεξαγωγή της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Αρχικά, θα ήθελα να εκφράσω θερμές ευχαριστίες στον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Αναστάσιο Καμπράνη, για την πολύτιμη βοήθεια του και την υποστήριξή του σε όλη την προσπάθειά μου. Η καθοδήγηση και οι συμβουλές που μου δόθηκαν συνέβαλαν στην υλοποίηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω ολόψυχα την οικογένειά μου για την στήριξη και την ενθάρρυνση σε όλα τα χρόνια φοίτησής μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα έρευνα αποτελεί την ολοκλήρωση πτυχιακής εργασίας, βάσει του προγράμματος σπουδών, για το τμήμα Γεωπονίας της σχολής Γεωπονικών Επιστημών, του Πανεπιστημίου Πατρών, όπου εδρεύει στην Αμαλιάδα Ηλείας. Στην εργασία γίνεται προσπάθεια να δούμε την επίδραση που έχει η εφαρμογή οργανικών λιπασμάτων στις χρωστικές της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας και πως μεταβάλλονται μέσα στον χρόνο. Επίσης έγινε μια προσπάθεια συσχετισμού των χλωροφυλλών με το φάσμα φωτός ώστε να δούμε αν υπολογίζοντας το φάσμα φωτός μπορούμε να υπολογίσουμε και τις χλωροφύλλες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε φυτά καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας, στη Μυρτιά της περιφερειακής ενότητας Ηλείας. Ο τίτλος της εργασίας είναι η Ανάλυση δεδομένων χλωροφύλλης και χωρίζεται σε τρία βασικά κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο αναφέρονται πληροφορίες, σε σχέση με τις καλλιέργειες ακριβείας, τις χλωροφύλλες και γενικά με λεπτομέρειες σε ότι αφορά την καλλιέργεια της τομάτας. Το δεύτερο κεφάλαιο αναφέρεται στην φασματοφωτομετρία, μια μέθοδος ανάλυσης όπου χρησιμοποιείται το φως για τη μέτρηση συγκέντρωσης χημικών ουσιών μέσα σε ένα υγρό διάλυμα ή σε ένα στερεό σώμα. Παρουσιάζονται παραμετροποιήσεις της μεθόδου αυτής με σχετικό φωτογραφικό υλικό καθώς και σχετικά διαγράμματα. Το τρίτο κεφάλαιο έχει σχέση με την μεθοδολογία έρευνας, τα στοιχεία και τους παράγοντες με συγκεκριμένα δεδομένα, και την δημιουργία πινάκων και διαγραμμάτων, με γνώμονα την επεξεργασία αυτών, με την χρήση του προγράμματος SPSS 24. Στη συνέχεια αναφέρονται σχετικά συμπεράσματα με βάση τα προαναφερθέντα κεφάλαια.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Καλλιέργεια, τομάτα, χλωροφύλλη, φασματοφωτομετρία

ABSTRACT

The present research is the completion of a thesis, based on the study program, for the Department of Agriculture of the School of Agricultural Sciences, of the University of Patras, based in Amaliada, Iliia. In this work we try to see the effect that the application of organic fertilizers has on the pigments of the cultivation of industrial tomatoes and how they change over time. An attempt was also made to correlate the chlorophylls with the light spectrum in order to see if by calculating the light spectrum we can also calculate the chlorophylls. The experiment was carried out on industrial tomato growing plants, in Myrtia, in the regional unit of Iliia. The title of the paper is Chlorophyll Data Analysis and is divided into three main chapters. The first chapter provides information on precision crops, chlorophylls and general details on tomato cultivation. The second chapter refers to spectrophotometry, a method of analysis where light is used to measure the concentration of chemicals in a liquid solution or in a solid body. The third chapter deals with the research methodology, data and factors with specific data, and the creation of tables and diagrams, based on their processing, using the program SPSS 24. The following conclusions are reported based on the aforementioned chapters.

KEYWORDS

Culture, tomato, chlorophyll, spectrophotometry

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	i
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	ii
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	ii
ABSTRACT	iii
KEYWORDS	iii
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ	iv
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ	6
1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	6
1.2 ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΕΣ.....	8
1.3 ΤΟΜΑΤΑ.....	11
1.3.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΑ.....	11
1.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ.....	12
1.3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ.....	13
1.3.4 ΤΡΟΠΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ	13
1.3.5 ΕΔΑΦΟΣ, ΑΡΔΕΥΣΗ.....	14
1.3.6 ΛΙΠΑΝΣΗ.....	14
1.3.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ	14
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ.....	15
2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	15
2.1.1 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΣΤΟ ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ ΟΡΑΤΟ (UV/VIS).....	15
2.1.2 Ο ΝΟΜΟΣ LAMBERT –BEER	16
2.2 ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ-ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΕΣ.....	17
2.2.1 ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ (UV-1800 SHIMADZUSPECTROPHOTOMETER)	18
2.2.2 ΣΠΕΚΤΡΟΜΕΤΡΟ UV-3600 SHIMADZU UV-VIS-NIR SPECTROPHOTOMETER	19
2.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	20
2.3.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ.....	20
2.3.2 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ.....	21
2.3.3 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ – ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ WILCOXON	23

2.3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ Η ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΑΝΟΝΑ - ΜΕ ΕΝΑΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ.....	26
3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	26
3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	26
3.2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ.....	26
3.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ	26
3.2.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ.....	27
3.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ	29
3.2.5 ΛΠΑΣΜΑΤΑ.....	29
3.2.6 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ.....	31
3.2.7 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ.....	33
3.2.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ.....	33
3.2.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΤΟΧΡΩΣΤΙΚΩΝ	35
3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	35
3.3.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥΣ (ΑΠΟ ΚΥΒΕΤΑ)	36
3.3.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥΣ (ΑΠΟ ΚΥΒΕΤΑ)	70
3.3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥΣ (ΑΠΟ NIR).....	85
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	108
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	109
ΕΛΛΗΝΙΚΗ.....	109
ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ	109
ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ	111

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ

1.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Με την εκμηχάνιση της γεωργίας και το μεγάλο μέγεθος των καλλιεργειών, ο γεωργός δυσκολεύεται στη διαχείριση των αγροκτημάτων του. Έτσι, τα τελευταία περίπου 40 χρόνια πολλοί συζητούν και ασχολούνται με τη «γεωργία ακριβείας» (precision agriculture ή precision farming), την οποία κάθε άνθρωπος την ορίζει με διαφορετικό τρόπο. Στη διεθνή βιβλιογραφία η γεωργία ακριβείας προσδιορίζεται με πολλές διαφορετικές έννοιες όπως είναι: Precision Agriculture, Precision Farming, Variable Rate Technology, Variable Rate Management, Prescription Farming, Site-specific Crop Management, Farming by Soil, Grid Soil Sampling Agriculture, Grid Farming, Farming by the Inch, Farming by the Foot, GPS Agriculture, Space Age agriculture.

Με τον όρο γεωργία ακριβείας εννοούμε μια καινούργια μέθοδο γεωργικής πρακτικής όπου λαμβάνονται σαφείς πληροφορίες σε συγκεκριμένο χώρο και χρόνο που στοχεύουν στη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας των εισροών του αγρού. Τα συστήματα της γεωργίας ακριβείας βασίζονται στις νέες τεχνολογίες που καταγράφουν την κατάσταση της καλλιέργειας στον αγρό. Έστερα επεξεργάζονται τα δεδομένα και τις πληροφορίες που πάρθηκαν και εφαρμόζουν τις εισροές για να καλύπτουν τις ανάγκες της κάθε περιοχής στο χωράφι σε κάθε χρονική στιγμή (Καρύδας & Συλλαίος, 2000).

Η γεωργία ακριβείας ωφελεί τόσο το περιβάλλον όσο και οικονομικά τον παραγωγό. Έτσι γίνεται λόγος για αειφόρο ανάπτυξη όπου σκοπός της είναι η οικονομική και η περιβαλλοντικά βιώσιμη ανάπτυξη. Διαχειρίζεται τον αγρό σε μικρότερα κομμάτια με στόχο την αύξηση της ποσότητας και τη βελτίωση της ποιότητας των αγροτικών προϊόντων. Επιλέγει καλύτερες γεωργικές πρακτικές ώστε να παραχθεί ένα τελικό προϊόν που θα είναι υγιεινό και θα αυξήσει και το κέρδος του παραγωγού. Προστατεύει τα υπόγεια ύδατα και το έδαφος με την κατάλληλη χρήση χημικών εισροών. Τέλος στοχεύει στη μείωση της χρήσης των γεωργικών μηχανημάτων αλλά και της κατανάλωσης των φυσικών πόρων (γδαίαεπιχείρη, 2019).

Η διαφορά της συμβατικής γεωργίας και της γεωργίας ακριβείας είναι στο τρόπο που χειρίζονται το πεδίο. Η συμβατική γεωργία αντιμετωπίζει τα πεδία ως ομοιομορφία δηλαδή οι εισροές (άρδευση, λίπανση, φυτοπροστασία) παρέχονται ενιαία στον αγρό. Αυτό στην πραγματικότητα δεν ισχύει, το χωράφι μπορεί να παραχθεί περισσότερο ή λιγότερο. Θεωρούν ότι υπάρχουν οι ίδιες εδαφολογικές συνθήκες σε όλο το αγροτεμάχιο. Αντίθετα η γεωργία ακριβείας διαχειρίζεται μικρότερα τμήματα που ονομάζονται ζώνες διαχείρισης (management zones). Οι ζώνες διαχείρισης είναι ένα τμήμα του πεδίου όπου έχει κοινά χαρακτηριστικά και έτσι η διαχείριση είναι ενιαία (Φούντας & Γέμτος, 2015).

Οι μεταβλητές που επηρεάζουν την γεωργική παραγωγή είναι η τοπογραφία όπως για παράδειγμα η κλίση ή η ανύψωση. Ένας ακόμη παράγοντας που επηρεάζει την παραγωγή είναι το έδαφος, η γονιμότητά του και οι χημικές του ιδιότητες. Επιπλέον οι προσβολές από έντομα, οι μολύνσεις από νηματώδεις, οι ζημιές από τον άνεμο είναι και αυτές μεταβλητές

που επηρεάζουν σημαντικά την παραγωγή. Η παραλλακτικότητα με βάση το χαρακτήρα της διακρίνεται στη χωρική, χρονική και προβλεπτική. Η χωρική παραλλακτικότητα είναι η μεταβολή των ιδιοτήτων και των χαρακτηριστικών του εδάφους, της καλλιέργειας και άλλων παραμέτρων του αγροτεμαχίου, με την αλλαγή θέσης στο αγροτεμάχιο. Η χρονική παραλλακτικότητα είναι η μεταβολή ιδιοτήτων από χρόνο σε χρόνο όπως τα επίπεδα των νιτρικών και η υγρασία του εδάφους. Η προβλεπτική παραλλακτικότητα είναι η ανισότητα των προβλεπόμενων και των πραγματικών τιμών για τις διάφορες θέσεις ή τις καλλιεργητικές χρονιές μέσα στο αγροτεμάχιο.

Οι τεχνολογίες που χρησιμοποιεί η γεωργία ακριβείας είναι (Χαρού, 2016): τα Παγκόσμια Συστήματα Εντοπισμού Θέσης (Global Positioning System-GPS), τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (Geographic Information Systems-GIS), τα Συστήματα Μεταβλητών Εφαρμογών (Variable Rate Application VRA ή VRT), τα Συστήματα Παρακολούθησης Αποδόσεων (Yield Monitoring System), τους χημικούς και ειδικούς αισθητήρες και την τηλεπισκόπηση (Remote Sensing) .

- I. Παγκόσμια Συστήματα Εντοπισμού Θέσης (GPS): Με τη βοήθεια των δορυφόρων της Γης, οι οποίοι έχουν ειδικές συσκευές εντοπισμού καταγράφουν τη θέση ενός σημείου, το υψόμετρο, την κίνηση και την ταχύτητα του χρήστη καθώς και το χρόνο.
- II. Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών (GIS): Είναι συστήματα λογισμικού που αναλύουν χωρικά δεδομένα. Αποθηκεύουν, οργανώνουν και παρουσιάζουν δεδομένα σε ψηφιακής μορφής χάρτες. Οι χάρτες συνδυάζονται με βάσεις δεδομένων αλλά και με άλλους χάρτες και αποτυπώνουν το πραγματικό αγροτεμάχιο για το οποίο υπάρχουν διαθέσιμα στοιχεία (υγρασία, υψόμετρο, θρεπτικά στοιχεία).
- III. Συστήματα Μεταβλητών Εφαρμογών (VRA ή VRT): Είναι συστήματα γεωργικής μηχανικής που τοποθετούνται στα γεωργικά μηχανήματα και αλλάζουν την ποσότητα των εφαρμοζόμενων εισροών ή το είδος (ποικιλία, λίπασμα) την ίδια χρονική στιγμή σύμφωνα με τις ανάγκες των σημείων του πεδίου. Η εφαρμογή των εισροών μπορεί να γίνει είτε μέσω χαρτών όπου την πληροφορία την παίρνει από ένα χάρτη, είτε μέσω αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο. Τα συστήματα αυτά έχουν στόχο τη μείωση των δαπανών και την αύξηση της παραγωγής.
- IV. Συστήματα Παρακολούθησης Αποδόσεων (YMS): Τα συστήματα αυτά μετρούν και καταγράφουν την απόδοση της καλλιέργειας κατά τη συγκομιδή καθώς και τη ποιότητα των προϊόντων. Δίνουν πληροφορίες για την απόδοση ανάλογα με τη θέση, έτσι οι μετρήσεις καταγράφονται μαζί με τις συντεταγμένες από το GPS. Ο παραγωγός συλλέγει δεδομένα σχετικά με τις εργασίες που γίνονται την κατανάλωση καυσίμου και τα υλικά που εφαρμόζονται.
- V. Χημικοί και ειδικοί αισθητήρες: Οι χημικοί αισθητήρες καταγράφουν την παρουσία και την ποσότητα των χημικών ομάδων ή ουσιών. Οι αισθητήρες είναι μηχανισμοί δειγματοληψίας και μέτρησης. Οι ειδικοί αισθητήρες είναι τοποθετημένοι στον αγρό και καταγράφουν την θερμοκρασία, την υγρασία, τις ασθένειες κ.α. Έτσι ο παραγωγός μπορεί να έχει άμεση πρόσβαση σε πληροφορίες που σχετίζονται με τον αγρό και τις ανάγκες του.

- VI. Τηλεπισκόπηση: Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του '60 για την τηλεανίχνευση της επιφάνειας της Γης. Έχει τη δυνατότητα να διαχειρίζεται την καλλιέργεια μέσω ψηφιακής απεικόνισης. Είναι πολύ σημαντική για την ανίχνευση της βιομάζας μέσω της φασματικής ανάλυσης της ηλιακής ακτινοβολίας που ανακλάται από τα φυτά και το έδαφος. Δίνει πληροφορίες για το έδαφος έγκαιρα καθώς και παρακολουθεί την ύπαρξη εναέριας ρύπανσης. Στο πρόγραμμα Hydrosense (Ευαγγέλου & Τσαντήλας, 2011) που έγινε σε καλλιέργεια βαμβακιού σε περιοχές στο Θεσσαλικό κάμπο εφάρμοσαν αζωτούχο λίπανση μέσω τηλεπισκόπησης με επιτυχία. Μετρούσαν με πολυφασματικούς αισθητήρες την ανάκλαση του φυλλώματος και στη συνέχεια υπολογιζόταν ο δείκτης χλωροφύλλης. Η τηλεπισκόπηση και οι χάρτες αποδόσεων χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό ανωμαλιών στο πεδίο που μπορεί να είναι τα ζιζάνια ή άλλοι παράγοντες που περιορίζουν την παραγωγή (Diker & Bausch, 1998).

1.2 ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΕΣ

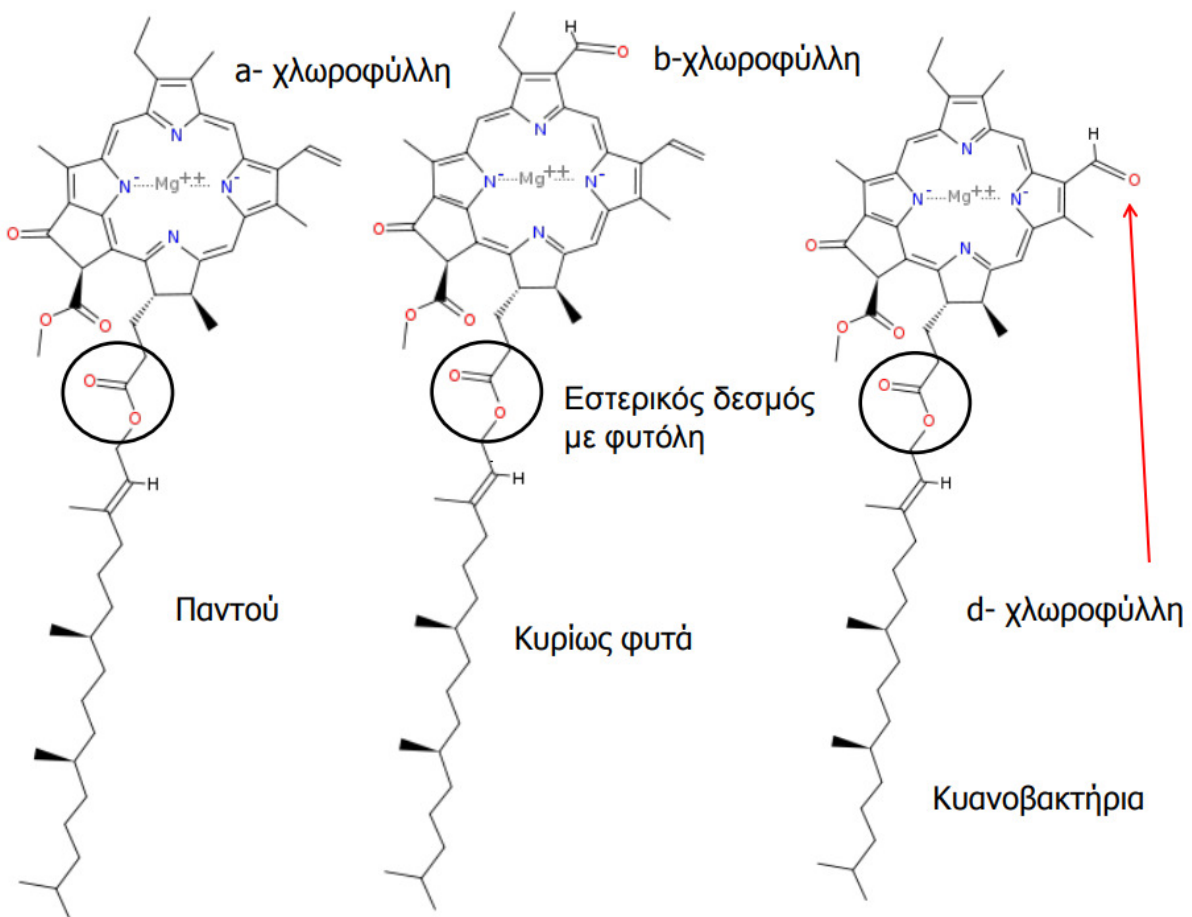
Οι χλωροφύλλες είναι χρωστικές ουσίες και βρίσκονται σε οργανίδια των φυτικών κυττάρων, τους χλωροπλάστες. Οι σημαντικότερες χλωροφύλλες είναι Chla και Chlb που βρίσκονται στα ανώτερα φυτά. Οι συμπληρωματικές χρωστικές είναι τα καροτενοειδή και οι φυκοβιλίνες. Τα φυτά μπορούν να μετατρέψουν την ηλιακή ενέργεια σε χημική. Οι χλωροφύλλες απορροφούν την ηλιακή ενέργεια για να ξεκινήσει η φωτοχημική διεργασία. Οι τυπικές χρωστικές των φωτοσυνθετικών οργανισμών είναι η Chla, Chlb και η Chlc_{ar} όπου η κάθε μια έχει διαφορετική λειτουργία στον οργανισμό. Η ποσότητα της χλωροφύλλης σε ένα φύλλο εκφράζεται σε συγκέντρωση (δηλ. Ιστού $\mu\text{g Chlg-1}$) ή σε περιεχόμενο (δηλ. Ιστού $\mu\text{g Chl cm}^{-2}$). Επίσης μπορεί να εκφραστεί η συγκέντρωση ή η περιεκτικότητα σε γραμμάρια ανά ποσότητα μάζας ή περιοχής φύλλων.

Η χλωροφύλλη a είναι η κυριότερη χρωστική των φωτοσυνθετικών οργανισμών που παράγουν οξυγόνο, βρίσκεται σε όλα τα φύκη, τα κυανοβακτήρια και σε άλλους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς. Το μοριακό της βάρος είναι 892 (Richardson, Duigan, & Berlyn, 2001). Το φάσμα απορρόφησης είναι από τα 430nm έως 660nm. Είναι λιποδιαλυτή οργανική ένωση και ανήκει στις πορφυρίνες. Οι πορφυρίνες αποτελούνται από τέσσερις πυρρολικούς δακτυλίους και έχουν τέσσερα άτομα αζώτου όπου συνδέονται με ένα άτομο Mg που βρίσκεται στο κέντρο του μορίου. Στο δεύτερο πυρρολικό δακτύλιο έχει μια μεθυλομάδα (CH_3). Στον τέταρτο δακτύλιο συνδέεται μια αλυσίδα με 20 άτομα άνθρακα, η φυτόλη (Andrew, Shane, & Graeme, 2001, pp. 185-186).

Η χλωροφύλλη b είναι βοηθητική φωτοσυνθετική χρωστική και απορροφά φως κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης. Όταν ένα μόριο της απορροφά φως το διεγερμένο μόριο αυτής μεταφέρει την ενέργεια σ' ένα μόριο της χλωροφύλλης a και μέσω της φωτοσύνθεσης τη μετατρέπει σε χημική. Στα φύλλα η χλωροφύλλη b αποτελεί το $\frac{1}{4}$ της συνολικής περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη. Εκτός από τα ανώτερα φυτά συναντάται στα χλωροφύκη, τα ευγληνοειδή φύκη και σε μικρότερες ομάδες φυκών. Το μοριακό της βάρος είναι 906 (Richardson, Duigan, & Berlyn, 2001, σ. 186). Τα μέγιστα φάσματα απορρόφησης είναι στα

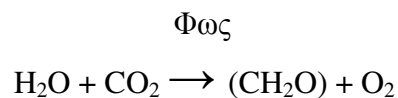
445nm και στα 643nm. Είναι λιποδιαλυτή ουσία και από χημική άποψη εντάσσεται στις πορφυρίνες. Στο δεύτερο πυρρολικό δακτύλιο εμφανίζει μια αλδεϋδομάδα (-CHO).

Τα καροτενοειδή βρίσκονται σε όλους τους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς και είναι υδρόφοβες, λιποδιαλυτές και βοηθητικές φωτοσυνθετικές χρωστικές. Συντίθενται σε χρωμοπλάστες που παίρνουν τη θέση των χλωροπλαστών κατά την αποδόμηση της χλωροφύλλης. Όπως και οι χλωροφύλλες και αυτά δεν είναι υδατοδιαλυτά. Για τη σύνθεση τους απαιτείται οξυγόνο. Είναι τετραπένια και προστατεύουν τους φωτοσυνθετικούς ιστούς από τη φωτοοξειδωση που προκαλεί η πλεονάζουσα ηλιακή ακτινοβολία. Τα τετραπένια αποτελούν την πιο μεγάλη ομάδα των δευτερογενών μεταβολιτών. Απορροφούν ακτινοβολία στην περιοχή του κυανού 400nm έως 500nm και δεν απορροφούν καθόλου στο ερυθρό γι' αυτό εμφανίζουν κίτρινο, κόκκινο και πορτοκαλί χρώμα ανάλογα με τη μοριακή δομή. Τα καροτενοειδή περιλαμβάνουν τα καροτένια που είναι χρωστικές πορτοκαλί χρώματος, τις ξανθοφύλλες χρωστικές κίτρινου χρώματος (βιολαξανθίνη, ζεαξανθίνη, νεοξανθίνη κ.α.) και το λυκοπένιο που οφείλεται για το κόκκινο χρώμα στη τομάτα και στο καρπούζι. Κατά τη διάρκεια της φωτοσύνθεσης η φωτεινή ενέργεια που απορροφούν τα καροτενοειδή μεταφέρεται στη χλωροφύλλη (Καραμαλάκη, 2015).

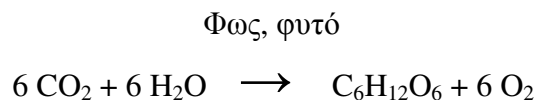


Εικόνα 1.1: Μοριακή δομή φωτοσυνθετικών χρωστικών (Βλάμης, 2020)

Η ενέργεια που καταναλώνεται από τα βιολογικά συστήματα προέρχεται από την ηλιακή ενέργεια, όπου τα φυτά και άλλοι οργανισμοί όπως είναι τα φύκη μπορούν να την παγιδεύουν μέσω της φωτοσύνθεσης. Είναι μια αναβολική διαδικασία που πραγματοποιείται στους χλωροπλάστες. Η βασική εξίσωση της φωτοσύνθεσης είναι (Καλαχάνης, 2011):

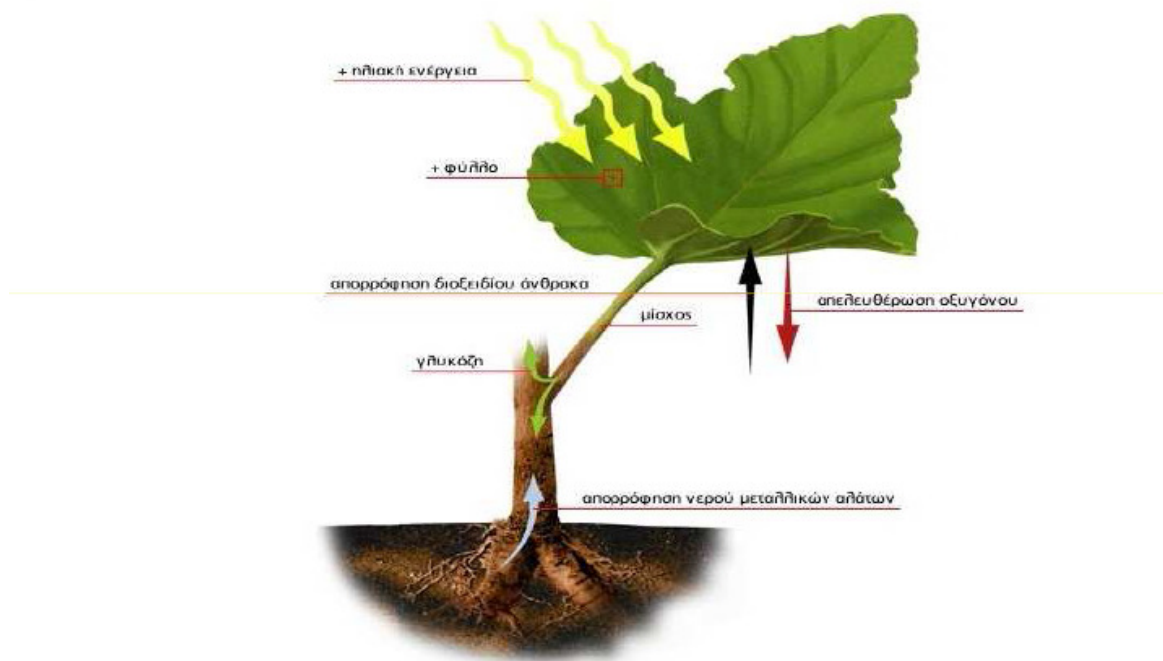


Η γενικευμένη εξίσωση της φωτοσύνθεσης όπως διατυπώθηκε τα τέλη του 19^{ου} αιώνα είναι (Taiz, Zeiger, Moller, & Murphy, 2017):



Όπου το $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$ είναι ένα απλό σάκχαρο όπως η γλυκόζη.

Οι διαδικασίες της φωτοσύνθεσης είναι η φωτοχημική και η μη φωτοχημική. Η φωτοχημική αποτελείται από μια σειρά αντιδράσεων που χρειάζονται την ενέργεια της ηλιακής ακτινοβολίας, η οποία παγιδεύεται στους χλωροπλάστες και παράγουν ATP (μόρια υψηλής ελεύθερης ενέργειας) και NADPH (αναγωγική δύναμη). Στη μη φωτοχημική ή αλλιώς σκοτεινές αντιδράσεις, χρησιμοποιούν τα προϊόντα των φωτεινών αντιδράσεων, δεσμεύεται το CO_2 της ατμόσφαιρας και ανάγεται σε υδατάνθρακες. Επιπλέον στις σκοτεινές αντιδράσεις συντίθενται βιομόρια. Ο όρος σκοτεινές αντιδράσεις είναι άστοχος επειδή εννοεί ότι δεν χρειάζεται φως, όμως αυτό στην πραγματικότητα δεν ισχύει καθώς η σύνθεση των υδατανθράκων δεν μπορεί να γίνει για μεγάλο διάστημα χωρίς φως.



Εικόνα 1.3: Διαδικασία Φωτοσύνθεσης (Εγγλεζάκη, 2020)

Συντελεστές της φωτοσύνθεσης είναι οι χρωστικές, με βασική τη χλωροφύλλη που περιέχει φωτοενεργητοποιημένα ηλεκτρόνια με τα οποία ξεκινά τις φωτοχημικές διαδικασίες. Άλλες χρωστικές που μετατρέπουν την ενέργεια από τη μια μορφή στην άλλη είναι τα καροτενοειδή και οι φυκομπιλίνες. Τα καροτενοειδή απελευθερώνουν την παραπανίσια ενέργεια με αποτέλεσμα την παρεμπόδιση του σχηματισμού ελεύθερων ριζών. Οι φυκομπιλίνες βρίσκονται στα φύκη.

1.3 ΤΟΜΑΤΑ

1.3.1 ΚΑΤΑΓΩΓΗ - ΙΣΤΟΡΙΑ

Η τομάτα ήταν αυτοφυές φυτό στο Περού και στο Μεξικό. Ονομαζόταν ‘tomalt’ στην γλώσσα των αρχαίων Μεξικάνων και σήμαινε «σαρκώδες φρούτο». Ο ισπανός Κονκισταδόρας Cortez μετέφερε τις τομάτες στην Ισπανία και από εκεί στην νότια Ιταλία και πήραν το όνομα «pomod’oro» δηλαδή «χρυσό μήλο» λόγω των πρώτων φυτών που οι καρποί είχαν κίτρινο χρώμα. Ουσιαστικά η τομάτα έφτασε σε όλη την Ευρώπη όταν ανακαλύφθηκε η Αμερική. Στην αρχή καλλιεργούταν ως καλλωπιστικό φυτό επειδή την θεωρούσαν δηλητηριώδη. Μέχρι το 1900 καλλιεργούταν σε περιορισμένες εκτάσεις στην Ευρώπη. Λίγο αργότερα, περίπου το 1920 άρχισε η κονσερβοποίηση. Στην Ιταλία άρχισαν να αναπτύσσονται βιομηχανίες κονσερβών με σκοπό την μεταποίησή της για παραγωγή χυμού, τοματοπολτού και αποφλοιωμένης τομάτας. Στην Ελλάδα η βιομηχανική καλλιέργεια έγινε μετά τον πρώτο παγκόσμιο πόλεμο πρώτα στα Δωδεκάνησα και στην Νότια Ελλάδα. Μετά το 1975 δημιουργήθηκαν βιομηχανικές μονάδες μεταποίησης τομάτας σε όλη την Ελλάδα.



Εικόνα 1.4: Όψη τομάτας σε τομή και κανονική (Βικιπαιδεία, 2020)

Μελέτες έχουν δείξει έντονες συσχετίσεις μεταξύ της κατανάλωσης τομάτας και του κινδύνου ορισμένων μορφών καρκίνου, καρδιαγγειακών παθήσεων και εκφυλισμού της ωχράς κηλίδας που σχετίζονται με την ηλικία. Επειδή η τομάτα είναι το δεύτερο σημαντικότερο λαχανικό στον κόσμο μετά την πατάτα, αυτή η καλλιέργεια κηπευτικών αποτελεί εξαιρετική πηγή προωθούμενων για την υγεία ενώσεων εξαιτίας του ισορροπημένου μείγματος ανόργανων συστατικών και αντιοξειδωτικών όπως οι βιταμίνες C και E, το λυκοπένιο και το β-καροτένιο (Dorais, Ehret, & Papadopoulos, 2008). Καλλιεργείται το χειμώνα στα θερμοκήπια και την άνοιξη μέχρι το φθινόπωρο υπαίθρια.

1.3.2 ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Η τομάτα ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών, στο γένος *Solanum* και η διωνυμική της ονομασία είναι *Solanum lycopersicum* L. . Κατά κανόνα η τομάτα είναι ετήσιο λαχανικό, βοτανολογικά όμως είναι φρούτο. Η βιομηχανική τομάτα διαφέρει από τις ποικιλίες που καλλιεργούνται για την παραγωγή καρπών στο ότι τα μορφολογικά της χαρακτηριστικά είναι επιλεγμένα για πλήρως μηχανοποιημένη καλλιέργεια.

Συστηματική Ταξινόμηση
Βασίλειο: Φυτά (Plantae)
Συνομοταξία: Αγγειόσπερμα (Magnoliophyta)
Ομοταξία: Δικοτυλήδονα (Magnoliopsida)
Υφομοταξία: Αστερίδες (Asteridae)
Τάξη: Στρυχνώδη (Solanales)
Οικογένεια: Στρυχνοειδή (Solanaceae)
Γένος: Στρύχνον (Solanum)
Είδος: Solanum lycopersicum L.

Πίνακας 1.1 : Συστηματική ταξινόμηση Τομάτας

1.3.3 ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Είναι ποώδες φυτό με βιολογικό κύκλο 5-7 μήνες και έχει ρίζα πασσαλώδη με πολλές δευτερεύουσες και ριζικά τριχίδια. Επειδή είναι μεταφυτευόμενο λαχανικό και η ρίζα σπάει μετά την μεταφύτευση και αναπτύσσει θυσσανώδη ρίζα. Ο βλαστός φέρει τα φύλλα και τις ταξιανθίες. Εκτός από τον κεντρικό βλαστό υπάρχουν και πλευρικοί βλαστοί που εκπτύσσονται από τους οφθαλμούς. Τα φύλλα είναι σύνθετα και αποτελείται από ένα επάκριο φυλλάριο και ζεύγη φυλλαρίων και παραφύλλων. Τα χαρακτηριστικά των φύλλων είναι διαφορετικά σε κάθε ποικιλία και διαφοροποιούνται από τις εδαφολογικές και κλιματολογικές συνθήκες. Στη μασχάλη κάθε φύλλου αναπτύσσεται ένας βλαστός που εξελίσσεται σε κανονικό στέλεχος με φύλλα, άνθη και καρπούς. Το έλασμα έχει χρώμα σκούρο πράσινο στην πάνω επιφάνεια και ανοιχτό πράσινο στην κάτω. Τα άνθη είναι τοποθετημένα σε ταξιανθίες και είναι ερμαφρόδιτα. Όλα τα πράσινα μέρη του φυτού της τομάτας είναι καλυμμένα από τριχίδια που όταν σπάσουν έχουν μια χαρακτηριστική μυρωδιά. Ο καρπός είναι ράγα και έχει έως 25 καρπόφυλλα. Αποτελείται από χοντρό περικάρπιο με λεπτή επιδερμίδα και στο εσωτερικό του υπάρχει ο πλακούντας που περιβάλλεται από ζελατινώδες υγρό και μέσα υπάρχουν τα σπέρματα. Τέλος ο σπόρος της τομάτας είναι ωοειδής, πεπλατισμένος με χρυσάφι χρώμα, έχει διάμετρο έως 5 χιλιοστά.

1.3.4 ΤΡΟΠΟΣ ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΜΟΥ

Η καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας εφαρμόζεται είτε με απευθείας σπορά στο χωράφι, είτε σπορά στο σπορείο και μεταφύτευση των σποροφύτων στο χωράφι. Η απευθείας σπορά γίνεται με χρήση σπαρτικών μηχανών, χρησιμοποιούνται περίπου διακόσια γραμμάρια σπόρου το στρέμμα και το βάθος σποράς είναι 1 με 1,5 cm. Η σπορά γίνεται μετά το τέλος των παγετών την άνοιξη και σε κάθε θέση τοποθετούνται 3 έως 5 σπόρους. Με την απευθείας σπορά εξασφαλίζεται μικρότερο κόστος και το φυτό διατηρεί την πασσαλώδη ρίζα που έχει βαθύτερο ριζικό σύστημα με αποτέλεσμα την αντοχή στην ξηρασία. Στη σπορά σε σπορείο χρησιμοποιούνται 15 έως 20 γραμμάρια σπόρου το στρέμμα. Τα φυτά παραμένουν στο

σπορείο 6 έως 8 εβδομάδες και τις δύο τελευταίες εβδομάδες σκληραγωγούνται. Για να επιτευχθεί η σκληραγώγηση μειώνεται η άρδευση και η θερμοκρασία του σπορείου. Η μεταφύτευση γίνεται όταν το μέγεθος των φυτών είναι 15-20 cm.

1.3.5 ΕΔΑΦΟΣ, ΑΡΔΕΥΣΗ

Η τομάτα μπορεί να καλλιεργηθεί σε διαφορετικά εδάφη όμως προτιμά εδάφη μέσης σύστασης, με καλή στράγγιση, ελαφρά, βαθιά, και περιεκτικότητα σε οργανική ουσία. Ακατάλληλα εδάφη είναι τα βαριά πηλώδη γιατί δεν στραγγίζουν εύκολα. Τα εδάφη έχουν καλύτερες αποδόσεις με pH 6-6,5. Η άρδευση είναι απαραίτητη στην παραγωγή της καλλιέργειας και κυρίως όταν δεν υπάρχουν βροχοπτώσεις και όταν γίνεται η μεταφύτευση. Το πότισμα μπορεί να γίνει με χρήση αυλακών, με καταιονισμό και με κατάκλιση. Το καλύτερο σύστημα άρδευσης είναι η στάγδην γιατί γίνεται εξοικονόμηση νερού. Στη βιομηχανική τομάτα η άρδευση παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη των καρπών. Απαιτούνται 400 έως 500 m³ νερού ανά στρέμμα.

1.3.6 ΛΙΠΑΝΣΗ

Η βασική λίπανση για την βιομηχανική τομάτα είναι 12,8 μονάδες N, 16 μονάδες P και 12 μονάδες K. Η εφαρμογή του αζώτου θα πρέπει να έχει ολοκληρωθεί ως την έναρξη της ανθοφορίας. Εκτός από την βασική είναι αναγκαία η προσθήκη 4,8 μονάδων MgO. Με την επιφανειακή λίπανση εφαρμόζονται 20 μονάδες N, 22 K₂O και 3,2 μονάδες CaO ανά στρέμμα (Πετρόπουλος & Χα, 2014, σσ. 217-240). Πριν την σπορά ή την μεταφύτευση γίνεται βασική λίπανση με κοκκώδη λιπάσματα. Οι ποσότητες εξαρτούνται από την γονιμότητα και την ποικιλία. Το άζωτο έχει σημαντική επίδραση στη φυλλική επιφάνεια και στον αριθμό των ανθέων. Οι ποσότητες που πρέπει να χορηγηθούν πρέπει να βασίζονται στις αναλύσεις εδάφους και στη φυλλοδιαγνωστική.

1.3.7 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Ο καρπός της τομάτας παρουσιάζει τα άριστα οργανοληπτικά και διατροφικά του χαρακτηριστικά στο ώριμο κόκκινο στάδιο. Η συγκομιδή γίνεται μηχανικά ή με τα χέρια όταν έχουν αποκτήσει βαθύ κόκκινο χρώμα. Για να συλλεχθούν οι καρποί πρέπει να γίνει δειγματοληπτικός έλεγχος για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας των καρπών σε ολικά διαλυτά στερεά όπου θα πρέπει να είναι πάνω από 4 βαθμούς Brix. Όταν η συγκομιδή γίνεται μηχανικά οι καρποί συγκομίζονται όταν είναι ώριμοι στο 80-90% του συνόλου. Στην περίπτωση που συγκομιστούν οι καρποί με το χέρι συγκομίζονται δύο φορές, μια όταν είναι ώριμοι στο 60-70% του συνόλου και οι υπόλοιποι αργότερα. Οι καρποί συλλέγονται σε ρυμουλκούμενες καρότσες και οδηγούνται στα εργοστάσια μεταποίησης (Πετρόπουλος & Χα, 2014).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΙΑ

2.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η φασματοφωτομετρία είναι μέθοδος ανάλυσης όπου χρησιμοποιείται το φως για τη μέτρηση συγκέντρωσης χημικών ουσιών μέσα σε ένα υγρό διάλυμα. Οι μετρήσεις πραγματοποιούνται στην υπέρυθη, ορατή και υπεριώδη περιοχή του φάσματος. Βασίζεται στην απορρόφηση ακτινοβολίας του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Για τη μέτρηση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας χρησιμοποιούνται όλες οι περιοχές του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος από τις ακτίνες-γ μέχρι τις ραδιοσυχνότητες. Οι οπτικές τεχνικές ανάλυσης, δηλαδή οι μέθοδοι που μετρείται η ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία χωρίζονται σε δύο κατηγορίες, τις φασματοσκοπικές τεχνικές και τις μη φασματοσκοπικές τεχνικές. Οι φασματοσκοπικές τεχνικές βασίζονται στην ικανότητα διάφορων ουσιών να εκπέμπουν ή να αλληλεπιδρούν με ακτινοβολίες με χαρακτηριστικές συχνότητες και στη μέτρηση του μήκους κύματος και έντασης της ακτινοβολίας. Οι μη φασματοσκοπικές τεχνικές (π.χ. διαθλασίμετρα) βασίζονται στην αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της ύλης και δεν χρησιμοποιούνται φάσματα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την μέτρηση φάσματος είναι ότι το φως πρέπει να αναλύεται όταν διαπερνά ένα γυάλινο πρίσμα. Επίσης όλες ενώσεις έχουν ένα μήκος κύματος που εμφανίζει τη μέγιστη απορρόφηση της ακτινοβολίας. Στη φασματοφωτομετρία η περιεκτικότητα των χρωστικών σχετίζεται σε μεγάλο βαθμό με την απορρόφηση στα συγκεκριμένα μήκη κύματος (Pflanz & Zude, 2008, σσ. 5962-5963).

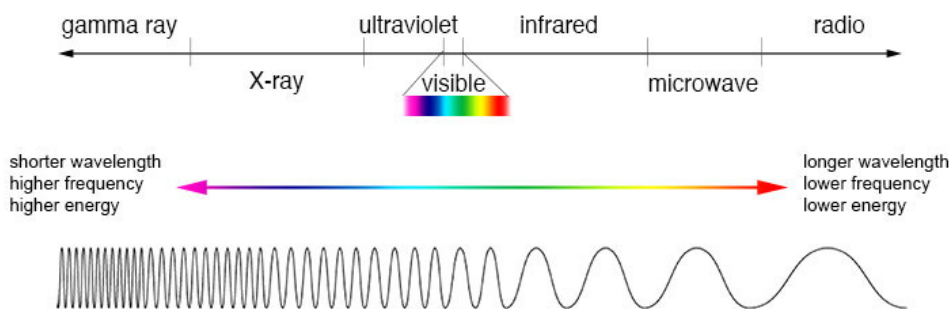
2.1.1 ΦΑΣΜΑΤΟΣΚΟΠΙΑ ΜΟΡΙΑΚΗΣ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΣΤΟ ΥΠΕΡΙΩΔΕΣ ΟΡΑΤΟ (UV/VIS)

Η φασματοφωτομετρία υπεριώδους-ορατού (Ultraviolet/Visible) είναι η περισσότερο χρησιμοποιούμενη αναλυτική μέθοδος στη βιοχημεία. Η φασματοσκοπία UV-Vis είναι μια πολύ χρήσιμη τεχνική που επιτρέπει την εκτίμηση του μεγέθους των νανοσωματιδίων, της συγκέντρωσης και το επίπεδο συσσωμάτωσης. Επιπλέον, φασματοφωτόμετρα του τύπου αυτού υπάρχουν στα περισσότερα εργαστήρια, η ανάλυση δεν μεταβάλλει το δείγμα και η εγγραφή του φάσματος γίνεται σε σύντομο χρονικό διάστημα.

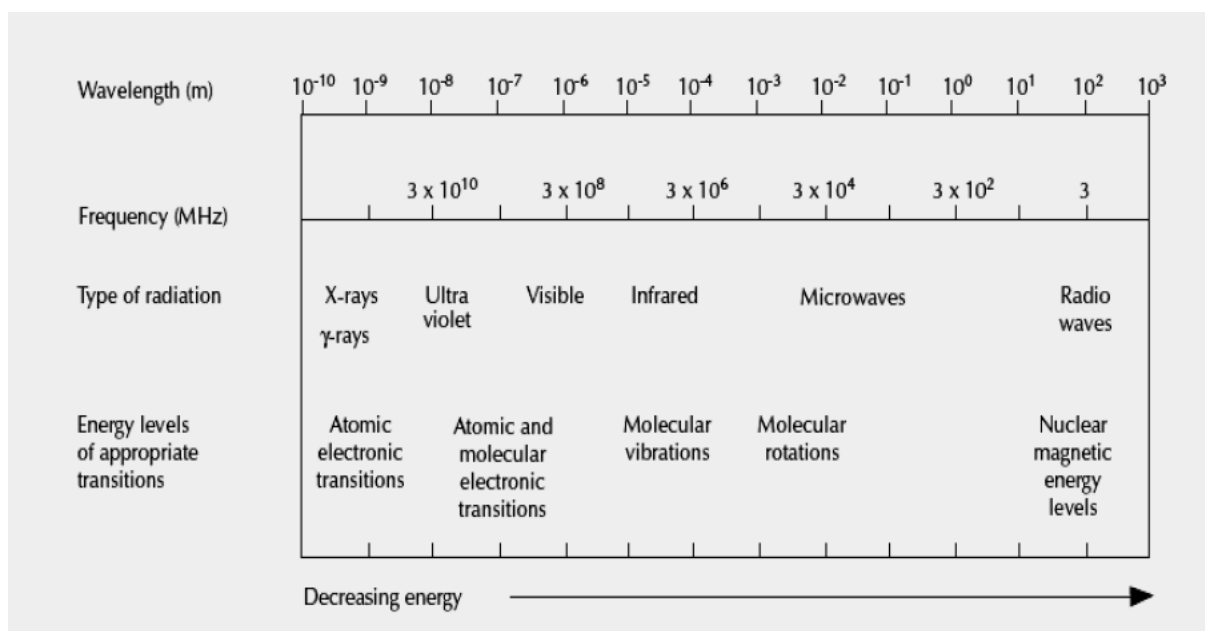
Η φασματοσκοπία UV/VIS στηρίζεται στην αλληλεπίδραση της ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και της ύλης. Η κβαντική θεωρία υποστηρίζει ότι η ενέργεια που μπορεί να έχει ένα μόριο δεν μπορεί να πάρει τυχαίες τιμές. Μεταφορά ενέργειας μεταξύ της ακτινοβολίας και μορίου γίνεται μόνο όταν :

$$\Delta E = E_2 - E_1 = h\nu$$

Όπου E_2 και E_1 οι ενέργειες δύο καταστάσεων του μορίου, ν η συχνότητα, $h=6,626068 \cdot 10^{-34} \text{ m}^2\text{kg/s}$ σταθερά του Planck. Αν $E_2 > E_1$, το μόριο απορροφά ακτινοβολία με συχνότητα ν όταν διεγείρεται από την E_1 στην E_2 και εκπέμπει ακτινοβολία με την ίδια συχνότητα όταν επιστρέφει από την E_2 στην E_1 . Η εξίσωση αυτή είναι γνωστή ως συνθήκη του Bohr και ισχύει και στη περίπτωση της εκπομπής.



Εικόνα 2.1: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (NASA, 2013)



Εικόνα 2.2: Ηλεκτρομαγνητικό φάσμα (Atkinson, 1982)

2.1.2 Ο ΝΟΜΟΣ LAMBERT – BEER

Όταν μονοχρωματική ακτινοβολία διέρχεται σε διάλυμα που περιέχει απορροφούσα ουσία, η ισχύς της ακτινοβολίας μειώνεται κατά μήκος της διαδρομής, λόγω απορρόφησης αυτής από την ουσία. Η μείωση της ισχύος εξαρτάται από την συγκέντρωση της απορροφημένης ουσίας και από την απόσταση που διανύει μέσα στο διάλυμα. Όλα αυτά εκφράζονται μέσα από το νόμο των Lambert-Beer, ο οποίος συνδέει την απορρόφηση με την συγκέντρωση μια ένωσης (Χατζηϊωάννου, 1992):

$$A = \log I_0/I = -\log T = \epsilon c l = \epsilon l c_{\text{mol/l}}$$

όπου

A= απορρόφηση

I_0 = ισχύς της προσπίπτουσας ακτινοβολίας

I= ισχύς της εξερχόμενης ακτινοβολίας, μετά τη διέλευση από το διάλυμα

T= διαπερατότητα, εκφραζόμενη επί τοις εκατό (%T)

ϵ = σταθερά αναλογίας, όταν η συγκέντρωση c του διαλύματος εκφράζεται σε g/l, καλούμενη απορροφητικότητα

l= μήκος της διαδρομής που διανύθηκε μέσα στο διάλυμα (αναφέρεται και ως πάχος στοιβάδας ή εσωτερικό πάχος κυψελίδας) (cm)

ϵ = συντελεστής απορρόφησης, ο οποίος έχει χαρακτηριστική τιμή για κάθε ένωση και σε κάθε μήκος κύματος

c=συγκέντρωση (M)

Η απορροφητικότητα ϵ χρησιμοποιείται, όταν είναι άγνωστη η φύση της απορροφούσας ουσίας και το μοριακό βάρος αυτής, ενώ η μοριακή απορροφητικότητα ϵ προτιμάται αν θέλουμε να συγκρίνουμε ποσοτικά την απορρόφηση διάφορων ουσιών γνωστού μοριακού βάρους.

Ο νόμος για να ισχύει πρέπει η προσπίπτουσα ακτινοβολία να είναι μονοχρωματική, η απορρόφηση να είναι ο μόνος μηχανισμός αλληλεπίδρασης ηλεκτρομαγνητικής ακτινοβολίας και διαλυμένης ουσίας. Επίσης η απορρόφηση πρέπει να λαμβάνει χώρα σε έναν όγκο διαλύματος ομοιόμορφης διατομής και η χημική ουσία να μην αλλάζει ιδιότητες στο διάλυμα. Τέλος, τα απορροφημένα σωματίδια πρέπει να δρουν ανεξάρτητα το ένα από το άλλο.

2.2 ΓΕΩΡΓΙΑ ΑΚΡΙΒΕΙΑΣ-ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΕΣ

Στη γεωργία ακριβείας η μέτρηση χλωροφυλλών γίνεται με φασματοφωτόμετρα. Με την ανάπτυξη της τηλεπισκόπησης και την βοήθεια εικόνων είναι δυνατό να εκτιμηθεί η περιεκτικότητα Chl (Diker & Bausch, 1998). Η ποσότητα της ηλιακής ακτινοβολίας που απορροφάται από ένα φύλλο είναι συνάρτηση της περιεκτικότητας σε φωτοσυνθετική χρωστική.

2.2.1 ΦΑΣΜΑΤΟΦΩΤΟΜΕΤΡΟ (UV-1800 SHIMADZUSPECTROPHOTOMETER)



Εικόνα 2.3: Φασματοφωτόμετρο (UV-1800 SHIMADZU SPECTROPHOTOMETER)

Το φασματοφωτόμετρο είναι το όργανο που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης των συστατικών σε ένα δείγμα από τις ζώνες απορρόφησης. Το βασικότερο τμήμα του φασματοφωτομέτρου είναι η πηγή ακτινοβολίας. Επιπλέον υπάρχει το όργανο παραγωγής μονοχρωματικής ακτινοβολίας, ο μονοχρωμάτορας που αναλύει το φως σε μήκη κύματος και διαχωρίζει το επιθυμητό μήκος κύματος από τα άλλα που παράγει η πηγή. Οι κυβέτες είναι ορθογώνια σωληνάκια που μέσα σε αυτά τοποθετείται το δείγμα για μέτρηση. Οι κυβέτες πρέπει να διατηρούνται καθαρές αλλιώς θα επηρεάζουν τη μέτρηση. Τέλος, ο ανιχνευτής ακτινοβολίας μετρά την ακτινοβολία που διέρχεται μέσα από το δείγμα.

Για τη μέτρηση ενός δείγματος κρίνεται αναγκαίο να μηδενιστεί το όργανο. Αφού μπει σε λειτουργία τοποθετούνται δυο κυβέτες στις θέσεις μέσα στο όργανο που περιέχουν το τυφλό δείγμα. Το τυφλό δείγμα περιέχει όλες τις ουσίες του μετρούμενου διαλύματος εκτός από την μετρούμενη ουσία. Οι κυβέτες κρατούνται από τις αδιαφανείς πλευρές και σκουπίζονται πριν τοποθετηθούν μέσα στο όργανο. Οι αδιαφανείς πλευρές είναι προς την πλευρά του χειριστή. Έπειτα επιλέγεται το επιθυμητό φάσμα από το μενού λειτουργίας και έτσι μηδενίζεται το όργανο. Τα δείγματα τοποθετούνται στη θέση M (measure) και με το start/stop εμφανίζονται τα μήκη κύματος και η απορρόφηση.

2.2.2 ΣΠΕΚΤΡΟΜΕΤΡΟ UV-3600 SHIMADZU UV-VIS-NIR SPECTROPHOTOMETER



Εικόνα 2.4: Σπεκτρόμετρο UV-3600 SHIMADZU UV-VIS-NIR SPECTROPHOTOMETER (Shimadzu, 2020)

Το συγκεκριμένο σπεκτρόμετρο συνδέεται με έναν υπολογιστή και με τη βοήθεια ενός λογισμικού UV Probe. Το σπεκτρόμετρο προσφέρει υψηλή ευαισθησία, υψηλή ανάλυση με την χρήση τριών ανιχνευτών. Οι ανιχνευτές αποτελούνται από PMT ένας σωλήνας φωτοπολλαπλασιαστή για τις υπεριώδης και ορατές περιοχές, In Ga As και ένα ψυγμένο PbS για την περιοχή της ερυθρής ακτινοβολίας. Το σπεκτρόμετρο χειρίζεται μετρήσεις με ακριβή διαπερατότητα και ανακλαστικότητα και τα φάσματα μπορούν να ληφθούν για ολόκληρο το φάσμα, από την υπεριώδη έως την υπέρυθη ακτινοβολία. Το UV Probe χρησιμοποιείται για να ελέγχει το σπεκτρόμετρο και ενσωματώνει μερικές λειτουργίες την φωτομετρική, την κινητική και την γεννήτρια αναφοράς. Δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης και επεξεργασίας δεδομένων κατά την μέτρηση και διατάσσει την οθόνη μέτρησης. Η λειτουργία φάσματος αποθηκεύει όλα τα επεξεργασμένα δεδομένα με το αρχικό σύνολο δεδομένων που περιλαμβάνει το ιστορικό των χειρισμών. Τα δεδομένα που επεξεργάζονται στην λειτουργία φάσματος είναι η κανονικότητα, η ανίχνευση κορυφής, η εξομάλυνση, ο μετασχηματισμός, η παράγωγος 1-4 κ.α. . Στην φωτομετρική μέθοδο υπολογίζεται ο μέσος όρος συναρτήσεων και το μήκος κύματος. Στην κινητική λειτουργία γίνεται επεξεργασία πολλαπλών χρονικών δεδομένων και μετρήσεις μήκους κύματος. Τέλος στην γεννήτρια αναφοράς εκτυπώνονται πολλαπλές σελίδες, εισάγονται δεδομένα και αντικείμενα σχεδίασης.

Οπτικό σχήμα	Διπλή δέσμη, διπλή μονοχρωμία
Φασματική περιοχή	185-3300nm
Ανιχνευτές UV /ορατό εύρος	PMT, NIR: InGaAs/ψύχεται PbS
Ανάλυση	0,1nm
Πλάτος εύρους οπτικών/ορατών σχισμών	8 ταχυτήτων από 0,1 έως 8nm
Φωτομετρική περιοχή	-6 έως +6 Abs
NIR	10 ταχύτητες από 0,2 έως 32 nm
Επίπεδο θορύβου	Λιγότερο από 500 ή 900 ή 1500 nm
Φωτομετρική ακρίβεια	± 0,003 Abs (σε 1 Abs). ± 0,002 Abs (στα 0,5 Abs)
Μέγεθος διαμερίσματος δειγμάτων	150*260*140
Επίπεδο διάσπαρτου φωτός	220nm NaI, 340 nm NaNO ₂ , 1420nm H ₂ O, 2365 nm CHC ₁₃

Πίνακας 2.1: Χαρακτηριστικά σπεκτρομέτρου UV-3600 SHIMADZU UV-VIS-NIR

2.3 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

Η ανάλυση των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πρόγραμμα SPSS 24.

2.3.1 ΈΛΕΓΧΟΣ ΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ

Αρχικά έγινε έλεγχος κανονικότητας των τιμών. Οι υποθέσεις που έγιναν είναι:

H₀: Η πρώτη υπόθεση η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή.

H₁: Η δεύτερη υπόθεση η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Οι εντολές που ακολουθήθηκαν στο SPSS είναι : Analyze - Descriptive Statistics - Explore

Στην επιλογή Plots επιλέγουμε το Normality plots with tests.

Επιλέγουμε το Kolmogorov-Smirnov Test για σύνολο τιμών N > 50

Επιλέγουμε το Shapiro-Wilk για N < 50

Στα αποτελέσματα του πίνακα μας ενδιαφέρει το Significance

αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση H_0 ότι η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή

αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή και δεχόμαστε την H_1 ότι η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Εάν υπάρχει κανονικότητα συνεχίζουμε το T-Test.

Αν δεν υπάρχει κανονικότητα κάνουμε μη παραμετρικούς ελέγχους Non-Parametric Statistics ή εναλλακτικά στο T-Test.

Δεν υπάρχει κανονικότητα αν $p = 0,000$ στο Kolmogorov-Smirnov Test, δηλαδή το $p < 0,05$ άρα απορρίπτουμε την H_0 και δεχόμαστε την H_1 ότι δεν υπάρχει κανονικότητα.

2.3.2 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ

Στους μη παραμετρικούς ελέγχους Non-Parametric Statistics δεν έχουμε την προϋπόθεση της κανονικότητας. Ελέγχουν την ομοιογένεια των τιμών και όχι την ισότητα των μέσων τιμών χρησιμοποιώντας βαθμούς διστακτικότητας (ranks).

Οι υποθέσεις που κάνουμε είναι

H_0 : Υπάρχει ομοιογένεια στις τιμές μας.

H_1 : Δεν υπάρχει ομοιογένεια στις τιμές μας.

Ακολουθεί η σειρά των εντολών στο πρόγραμμα: Analyze - Nonparametric tests - Independent Samples επιλέγουμε το Customize Tests και στη συνέχεια το Mann-Whitney U (2 samples).

Με βάση το Significance δεχόμαστε ή απορρίπτουμε την υπόθεση H_0

αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την H_0

αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 και δεχόμαστε την H_1

ZEYΓΑΡΩΤΟ T-Test (Paired-Samples T-Test)

Οι προϋποθέσεις που πρέπει να ισχύουν είναι:

- Να έχουμε δύο ποσοτικές μεταβλητές που πρέπει υποχρεωτικά να αναφέρονται στο ίδιο αντικείμενο μελέτης.
- Επίσης να υπάρχει κανονικότητα.

Γίνεται έλεγχος κανονικότητας χρησιμοποιώντας τις παρακάτω προϋποθέσεις.

H_0 : Η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή.

H_1 : Η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Χρησιμοποιούμε την σειρά εντολών στο πρόγραμμα : Analyze - Descriptive Statistics – Explore. Στο Dependent list: current salary & beginning salary θέτουμε και τις δύο ποσοτικές μεταβλητές. Στο Factor list: δεν βάζουμε τίποτα γιατί δεν έχουμε ποιοτική μεταβλητή και εδώ χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή στην επιλογή Plots επιλέγουμε το Normality plots with tests

Στο Output μας που εμφανίζει το SPSS μας ενδιαφέρει ο πίνακας Tests of normality.

- ελέγχουμε το Kolmogorov-Smirnov Test για σύνολο τιμών της μεταβλητής $N > 50$
- ελέγχουμε το Shapiro-Wilk για σύνολο τιμών της μεταβλητής $N < 50$

το σύνολο τιμών της μεταβλητής N φαίνεται από τη στήλη df. Και στα δύο τεστ για τις δύο μεταβλητές μας ενδιαφέρει το Significance

- αν οι τιμή του $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την H_0 ότι η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή
- αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 ότι η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή και δεχόμαστε την H_1 ότι η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στην περίπτωση που έχουμε κανονικότητα συνεχίζουμε το ζευγαρωτό T-Test. Αν δεν υπάρχει κανονικότητα κάνουμε μη παραμετρικούς ελέγχους Non-Parametric Statistics εναλλακτικά στο ζευγαρωτό T-Test.

Ζευγαρωτό T-Test

Οι υποθέσεις που κάνουμε είναι

- Η μηδενική υπόθεση $H_0: \mu_1 = \mu_2$
- Η μη μηδενική υπόθεση $H_1: \mu_1 \neq \mu_2$

Όπου:

μ_1 : είναι η μέση τιμή της μιας μεταβλητής

μ_2 : η μέση τιμή της άλλης μεταβλητής

Χρησιμοποιούμε την κάτωθι σειρά εντολών: Analyze - Compare means - Paired-Samples T-Test. Στο Output παίρνουμε τρεις πίνακες:

Στον πρώτο πίνακα «Paired Samples Statistics» δίνονται τα περιγραφικά στατιστικά όπως μέσος όρος, τυπική απόκλιση.

Στον δεύτερο πίνακα «Paired Samples Correlations» μας ενδιαφέρει το correlation, ο συντελεστής συσχέτισης ο οποίος Παίρνει τιμές από -1 μέχρι 1. Αν έχουμε τιμές με (-) σημαίνει ότι έχουμε αρνητική συσχέτιση ενώ τιμές με (+) σημαίνει θετική συσχέτιση.

Αυτό που ζητάμε είναι να έχουμε υψηλή θετική τιμή πάνω από 0,4 αλλιώς δεν κάνουμε T-Test.

Στον τρίτο πίνακα «Paired Samples Test» δηλώνουμε το t και το df και με βάση το Significance δεχόμαστε ή απορρίπτουμε την H_0 .

Στην περίπτωσή που $p = 0,000$ δηλαδή έχει τιμές $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 δηλαδή ότι $\mu_1 = \mu_2$ και αποδεχόμαστε την H_1 δηλαδή $\mu_1 \neq \mu_2$

2.3.3 ΜΗ ΠΑΡΑΜΕΤΡΙΚΟΙ ΈΛΕΓΧΟΙ - ΈΛΕΓΧΟΣ ΤΟΥ WILCOXON

Εναλλακτικά γίνεται μη παραμετρικός έλεγχος στο ζευγαρωτό T-Test.

Ακολουθούν οι υποθέσεις που γίνονται

Η πρώτη υπόθεση H_0 : Υπάρχει ομοιογένεια ανάμεσα στον αρχικό και τον τωρινό μισθό.

Η δεύτερη υπόθεση H_1 : Δεν υπάρχει ομοιογένεια ανάμεσα στον αρχικό και τον τωρινό μισθό.

Εισάγουμε την σειρά εντολών στο πρόγραμμα: Analyze- Nonparametric Tests- Related Samples. Στην καρτέλα Fields στο Test Fields περνάμε τα current & beginning salary Στην καρτέλα Settings επιλέγουμε το Customize Tests και στη συνέχεια το Wilcoxon matched-pair signed-rank 2 samples. Και πατάμε Run

Στο Output που εμφανίζει το SPSS ελέγχουμε το Significance και δεχόμαστε ή απορρίπτουμε την μηδενική υπόθεση H_0

αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την μηδενική υπόθεση H_0

αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την μηδενική H_0 και δεχόμαστε την μηδενική υπόθεση H_1

2.3.4 ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΙΑΚΥΜΑΝΣΗΣ Η ΔΙΑΣΠΟΡΑΣ ΑΝΟΒΑ - ΜΕ ΕΝΑΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΑ

Η ποσοτική μεταβλητή πρέπει να ακολουθεί κανονική κατανομή κανονικότητα.

Κάνουμε το within για δούμε την εσωτερική διασπορά η οποία πρέπει να είναι μικρή και το between για την εξωτερική διασπορά το οποίο πρέπει να είναι μεγάλο.

$F = S_1$ between

$F = S_2$ within

Αν το F έχει μικρή τιμή οι ομάδες δεν διαφέρουν

Αν το F έχει μεγάλη τιμή οι ομάδες διαφέρουν

Ο έλεγχος της κανονικότητας γίνεται έχοντας τις εξής υποθέσεις.

H_0 : Η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή.

H_1 : Η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Χρησιμοποιούμε τις εντολές : Analyze - Descriptive Statistics - Explore

Και θέτουμε Dependent list: current salary (ποσοτική μεταβλητή), Factor list: employment category (ποιοτική μεταβλητή)

Στην επιλογή Plots επιλέγουμε το Normality plots with tests

- επιλέγουμε το Kolmogorov-Smirnov Test για $N > 50$
- επιλέγουμε το Shapiro-Wilk για $N < 50$

Στο Output μας ενδιαφέρει ο πίνακας «Tests of normality». Στο Tests of Normality πρέπει και στα δύο αυτά τεστ της ποιοτικής μεταβλητής μας ενδιαφέρει το Significance που θα πρέπει να είναι $p > 0,05$ για να υπάρχει κανονικότητα. Αν έστω και ένα από τα p είναι $< 0,05$ τότε δεν υπάρχει κανονικότητα.

αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την H_0 Η μεταβλητή ακολουθεί την κανονική κατανομή ενώ αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 και δεχόμαστε την H_1 η μεταβλητή δεν ακολουθεί την κανονική κατανομή.

Στην περίπτωση που υπάρχει κανονικότητα συνεχίζουμε την ανάλυση διακύμανσης. Αν δεν υπάρχει κανονικότητα κάνουμε μη παραμετρικούς ελέγχους (Non-Parametric Statistics) εναλλακτικά στην ανάλυση διακύμανσης.

Στην συνέχεια κάνουμε ανάλυση διακύμανσης έχοντας τις εξής υποθέσεις

H_0 : Δεν υπάρχει διαφορά στους μέσους όρους $\mu_1 = \mu_2$

H_1 Υπάρχει διαφορά στους μέσους όρους $\mu_1 \neq \mu_2$

Χρησιμοποιούμε τις εντολές : Analyze - Compare Means - One-Way ANOVA

Dependent List: current salary βάζουμε ποσοτική μεταβλητή

Στο Options στην υποκατηγορία Statistics επιλέγουμε το Descriptive. Στο Output παίρνουμε τους εξής πίνακες:

Στον πρώτο πίνακα «Descriptives» μας δίνει το σύνολο των περιπτώσεων (N), το μέσο όρο (mean) και την τυπική απόκλιση (standard deviation).

Στον δευτερο πίνακα «ANOVA» βλέπουμε τις τιμές του F των between groups και within groups. Επίσης το p με βάση το Significance θα έχουμε :

αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την H_0 ενώ αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 και δεχόμαστε την H_1

Αν δεχτούμε την H_1 πρέπει να κάνουμε και έλεγχο Post Hoc (σε ομάδες ανά δύο) για να δούμε πού οφείλεται η διαφορά ή ποιες ομάδες διαφέρουν μεταξύ τους.

Στον πίνακα τρία «Multiple comparisons» με βάση το Significance βλέπουμε τα p για τα ζεύγη των κατηγοριών.

αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να πούμε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά

ενώ αν $p < 0,05$ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά

Εφόσον δεν υπάρχει κανονικότητα, ακολουθούμε την παρακάτω διαδικασία. Κάνουμε μη παραμετρικούς ελέγχους KRUSKAL-WALLIS θέτοντας τις εξής υποθέσεις.

H_0 : Υπάρχει ομοιογένεια.

H_1 : Δεν υπάρχει ομοιογένεια.

Χρησιμοποιούμε την σειρά εντολών : Analyze- Nonparametric Tests- Independent Samples

Στην καρτέλα Settings επιλέγουμε το Customize Tests και στη συνέχεια το Kruskal-Wallis 1-way ANOVA (k samples) και πατάμε Run

Στο Output που εμφανίζεται με βάση το Significance δεχόμαστε ή απορρίπτουμε την H_0 . Αν $p > 0,05$ δεν μπορούμε να απορρίψουμε την H_0 ενώ αν $p < 0,05$ απορρίπτουμε την H_0 και δεχόμαστε την H_1 . Για να δούμε ποιες ομάδες διαφοροποιούνται από ποιες πρέπει να κάνουμε ελέγχους ανά δύο δηλαδή ελέγχους Mann-Whitney αλλά μόνο αφού πρώτα έχουμε επιλέξει περιπτώσεις. Στους ελέγχους ανά δύο (Mann-Whitney) χρησιμοποιούμε την σειρά εντολών : Data - Select cases - If condition is satisfied Analyze - Nonparametric tests - Independent Samples Καρτέλα Fields: επιλέγουμε τις μεταβλητές και στην καρτέλα Καρτέλα Settings επιλέγουμε το Customize Tests και στη συνέχεια το Mann-Whitney U (2 samples) και πατάμε Run. Στο Output που εμφανίζεται ελέγχουμε αν $p = 0,000$ δηλαδή $p < 0,05$ άρα απορρίπτουμε την H_0 και δεχόμαστε την H_1 δηλαδή δεν υπάρχει ομοιογένεια ανάμεσα στην πρώτη και τη δεύτερη ομάδα.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΕΡΕΥΝΑΣ

3.1 ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να προσδιορίσει την επίδραση που μπορεί να έχει η χρήση οργανικών λιπασμάτων στην μεταβολή συγκέντρωσης χρωστικών των φυτών. Επίσης έγινε προσπάθεια συσχετισμού των χρωστικών με το φάσμα φωτός. Ο προσδιορισμός των παραπάνω μεταβολών έγινε σε σχέση με το χρόνο και με συγκεκριμένους χειρισμούς, σε τρεις δειγματοληψίες. Το πείραμα πραγματοποιήθηκε κατά το έτος 2018 στην περιοχή της Μυρτιάς.

3.2 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

3.2.1 ΦΥΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ

Τα φυτά βιομηχανικής τομάτας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν πρώιμα υβρίδια Heinz1015 F1 της HeinzSeed. Τα υβρίδια αυτά έχουν καρπό υψηλής ποιότητας και με πού καλά αγρονομικά χαρακτηριστικά. Το φυτό είναι μεσαίου μεγέθους και απλώνεται. Έχει πολύ καλή ανθοφορία και καρπόδεση με αποτέλεσμα την μεγάλη παραγωγή. Ο καρπός έχει σχήμα οβάλ-τετράγωνο, είναι πολύ σκληρός με χοντρά τοιχώματα και υψηλό brix. Τα χαρακτηριστικά του υβριδίου είναι τα εξής:

- Βιολογικός κύκλος: 110 μέρες
- Μέσο βάρος καρπού: 75gr.
- Ανθεκτικότητα σε ασθένειες: Vertisillium sp., Fusarium sp., Pseudomonas syringae, Meloidogynae sp. (Κομβονηματώδεις)
- Προσαρμόζεται πολυ καλά σε ξηρές και υγρές συνθήκες
- Αντέχει στο χωράφι, στην μεθωρίμανση και στις μεγάλες αποστάσεις κατά τις μεταφορές.

3.2.2 ΑΝΑΛΥΣΗ ΕΔΑΦΟΥΣ

Το έδαφος χαρακτηρίζεται ως άμμοαργιλώδες. Στον παρακάτω πίνακα φαίνεται η ανάλυση του εδάφους. Με περιεκτικότητα σε άμμο 45,43%, άργιλο 32,5% και ίλης 22,07% . Το PH (1:2) H₂O του εδάφους ήταν 7,91. Η ηλεκτρική αγωγιμότητα του εδάφους ήταν E:C (1:5) μS/cm 243 μS/cm. Το ανθρακικό ασβέστιο 3.44%. Τα θρεπτικά στοιχεία του εδάφους ύστερα από ανάλυση παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα. Η σύσταση λίπανσης με βάση τις εδαφικές αναλύσεις ήταν

Άζωτο: Στη βασική λίπανση να προστεθούν 4-6 μονάδες αζώτου/στρ. σε αμμωνιακή για παραγωγή 8-10tn/στρ. Το λίπασμα να ενσωματωθεί σε βάθος 10-15cm. Στην επιφανειακή λίπανση να προστεθούν 8-10 μονάδες αζώτου/στρ. (νιτρική μορφή), σε δύο δόσεις από την καρπόδεση ως την έναρξη της ωρίμανσης με τα ποτίσματα. Η επιφανειακή μπορεί αν αυξηθεί κατά 4-5 μονάδες εφόσον τα φυτά έχουν καλή ανάπτυξη και απαιτήσεις σε άζωτο. Αν προστεθεί κοπριά, οι συνολικές μονάδες αζώτου να ελαττωθούν κατά 20%.

Φώσφορος: Να προστεθούν 18-20 μονάδες φωσφόρου/στρ. στη βασική λίπανση με ενσωμάτωση σε βάθος 10-15cm.

Κάλιο: Να προστεθούν 20-25 μονάδες καλίου/στρ. Το λίπασμα να εφαρμοσθεί στη βασική λίπανση με ενσωμάτωση σε βάθος 10-15cm.

Μαγνήσιο: Δεν απαιτείται λίπανση με μαγνήσιο.

Σίδηρος: Σε επάρκεια.

Μαγγάνιο: Χαμηλή έως οριακή περιεκτικότητα. Η τομάτα συνήθως δεν υποφέρει από τροφопενία μαγγανίου. Μπορεί να προστεθούν στη βασική λίπανση 2-3kg μαγγανίου στο στρέμμα (8-12kg θεικού μαγγανίου), και αν εμφανιστούν ορατά συμπτώματα, να γίνουν διαφυλλικοί ψεκασμοί με μαγγάνιο (αφού βεβαιωθεί η έλλειψη μαγγανίου με φυλλοδιαγνωστική).

Ψευδάργυρος: Σε επάρκεια.

Χαλκός: Χαμηλή έως οριακή περιεκτικότητα. Η τομάτα δεν υποφέρει από τροφопενία χαλκού, αλλά μπορεί να εφαρμοστεί 0.5-1kg χαλκού στο στρέμμα κατά τη βασική λίπανση (2.5-5kg γαλαζόπετρα), ή να γίνουν διαφυλλικοί ψεκασμοί με χαλκό εφ' όσον παρουσιαστούν ορατά συμπτώματα (και βεβαιωθεί η έλλειψη χαλκού με φυλλοδιαγνωστική).

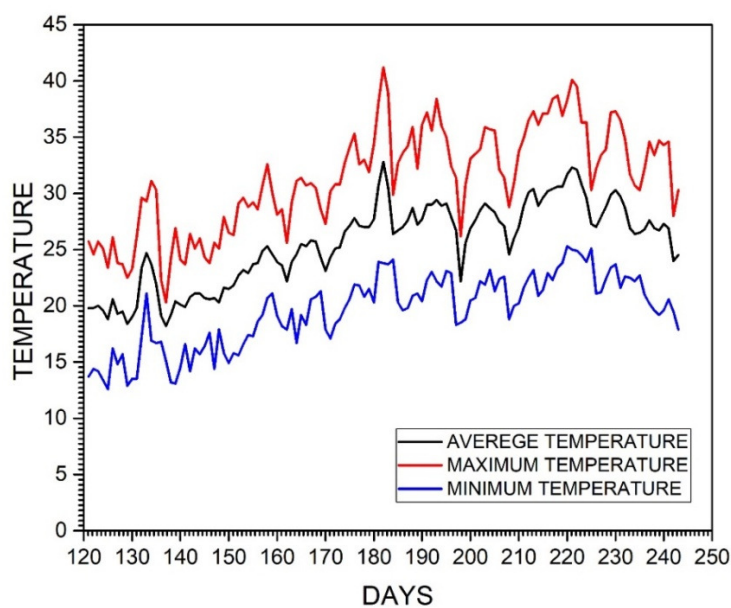
Βόριο: Σε επάρκεια.

Θρεπτικά στοιχεία	Περιεκτικότητα εδάφους του πειραματικού	Θρεπτικά στοιχεία	Περιεκτικότητα εδάφους του πειραματικού
N-NO ₃ ⁻	37 mg/kg	Mg	214,53 mg/kg
P	2,79 mg/kg	Fe	11,28 mg/kg
K	145,50 mg/kg	Zn	1,58 mg/kg
Cu	0,31 mg/kg	Mn	5,80 mg/kg
B	0,84 mg/kg		

Πίνακας 3.1: Ανάλυση θρεπτικών στοιχείων του πειραματικού αγρού

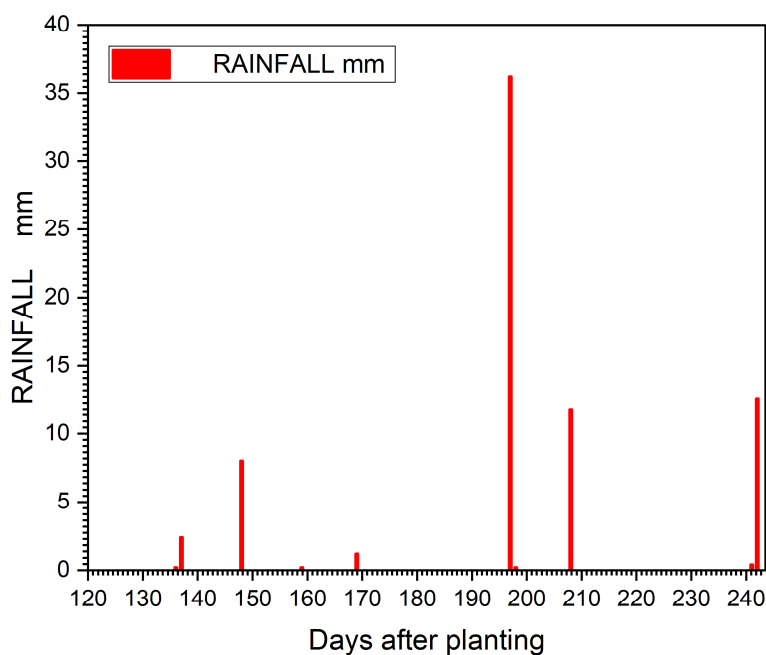
3.2.3 ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΚΑ ΔΕΔΟΜΕΝΑ

Στα παρακάτω διαγράμματα απεικονίζονται οι μεταβολές της μέγιστης, ελαχίστης και μέσης θερμοκρασίας της περιοχής κατά την περίοδο ανάπτυξης και ολοκλήρωσης της καλλιέργειας βιομηχανικής τομάτας. Τα δεδομένα πάρθηκαν από μετεωρολογικό σταθμό που ήταν εγκατεστημένος μέσα στον αγρό. Παρατηρούμε ότι οι θερμοκρασίες απεικονίζουν ένα μεσογειακό τύπο κλίματος με μέση θερμοκρασία από 17⁰ C έως 32⁰ C όπου μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά η καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας δίχως ιδιαίτερα προβλήματα.



Διάγραμμα 3.3: Η θερμοκρασιακές μεταβολές κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.

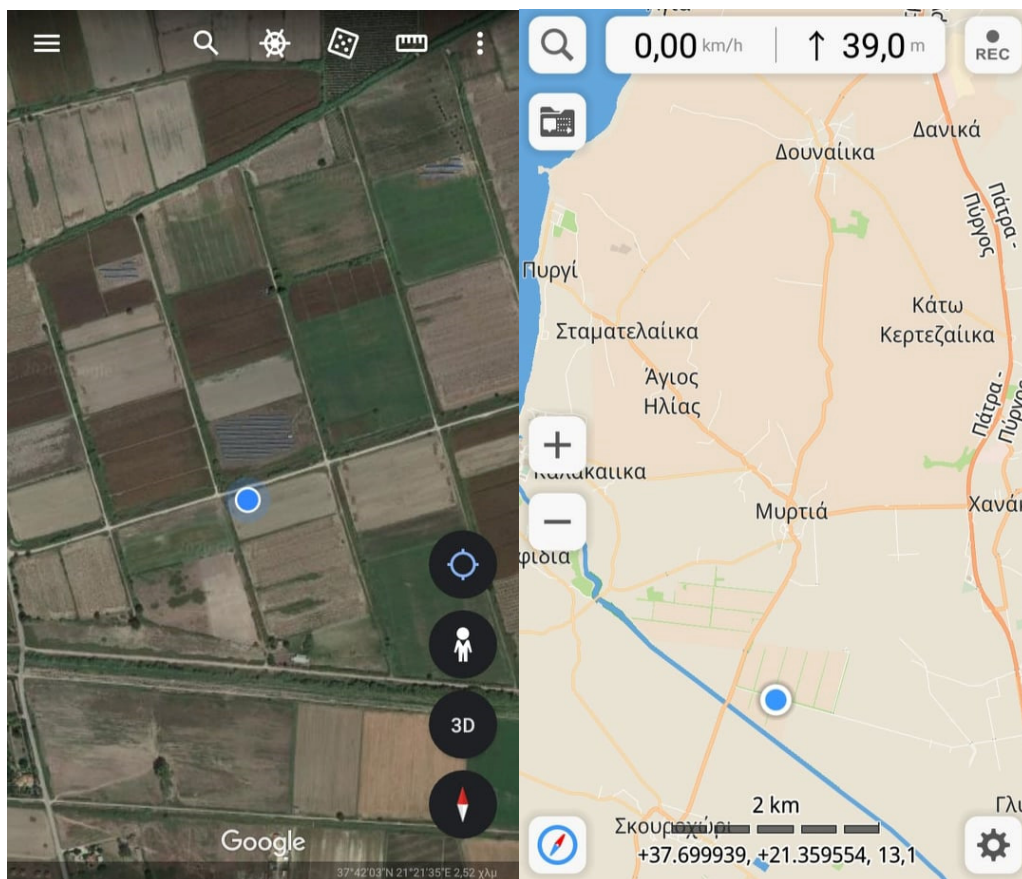
Η βροχόπτωση σε αυτή την περίοδο ήταν σχεδόν ανύπαρκτη εκτός αν εξαιρέσουμε κάποιες καλοκαιρινές μπόρες μικρού χρονικού διαστήματος. Έτσι η άρδευση ήταν συνεχή κ άθολή την διάρκεια της ανάπτυξης της καλλιέργειας και το νερό άρδευσης σε επάρκεια ώστε να μην διαψέουν τα φυτά.



Διάγραμμα 3.4: Η βροχόπτωση κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.

3.2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΥ ΑΓΡΟΥ

Το πείραμα διεξήχθη στην περιοχή της Μυρτιάς στο δήμο Πύργου, σε καλλιέργεια βιομηχανικής τομάτας το 2018 από τις 7/7 έως τις 21/9. Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται ο χώρος όπου πραγματοποιήθηκε το πείραμα με αντίστοιχο γεωγραφικό πλάτος 37,699939 και γεωγραφικό μήκος 21,359554.



Εικόνα 3.1: Φωτογραφίες: αριστερά από την εφαρμογή googlemar δεξιά από την εφαρμογή galileo.

3.2.5 ΛΙΠΑΣΜΑΤΑ

Η σύσταση του λιπάσματος είναι 100 kg /1000 τετραγωνικά μέτρα και του standup είναι 500ml/10-20 lt νερό /1000 τετραγωνικά μέτρα. Στο συγκεκριμένο πείραμα έγινε εφαρμογή λιπάσματος 12 kg / 120 τετραγωνικά μέτρα και standup 60 ml / 1500 mlνερό / 120 τετραγωνικά μέτρα.

Η λίπανση του παραγωγού πριν τη φύτευση που αρχικά χρησιμοποιήθηκε ως βασική λίπανση ήταν είναι το λίπασμα Novatec Classic 12-8-16+3MgO+B,Fe,Zn Σύνθεση: 12% N (5% νιτρικό και 7% αμμωνιακό), 8% P₂O₅, (υδατοδιαλυτός 6,4%), 16% K₂O υδατοδιαλυτό, 3% MgO (υδατοδιαλυτό 2,4%), 10% S (υδατοδιαλυτό 8%) Ιχνοστοιχεία : 0,02% B, 0,06% Fe, 0,01% Zn.

Συγκριτικός πίνακας σύστασης λίπανσης και λίπανσης παραγωγού

Τύπος στοιχείου	Εφαρμογή (Kg/στρ)	Σύσταση (Kg/στρ)
N-NO ₃	5 (+...με άρδευση)	10
N-NH ₄	7	6
P (P ₂ O ₅)	8	18-20
K (K ₂ O)	16 (+...με άρδευση)	20-25
Mg (MgO)	3	Σε επάρκεια.
Fe	0,06	Σε επάρκεια
Mn	Δεν προστέθηκε	2-3
Zn	0,01	Σε επάρκεια
Cu	Δεν προστέθηκε	0,5-1
B	0,02	Σε επάρκεια
S	10	-

Το Stand Up δημιουργήθηκε από το πανεπιστήμιο του Michigan σε συνεργασία με την BioSoil Enhancers Inc και είναι αποτέλεσμα 8 χρόνων έρευνας. Περιέχει 20 ομάδες προσεκτικά επιλεγμένων μικροοργανισμών μέσα σε χουμικό διάλυμα. Η πολύ μεγάλη συγκέντρωση των μικροοργανισμών βοηθά στη σημαντική αύξηση της παραγωγής μειώνοντας ταυτόχρονα τις εφαρμογές λιπασμάτων και φυτό προστατευτικών. Οι μικροοργανισμοί του Stand Up παράγονται σε εργαστηριακές συνθήκες υπό αυστηρό ποιοτικό έλεγχο με σκοπό την παραγωγή ομοιόμορφου προϊόντος. Το Stand Up παράγει και διαλυτοποιεί βιταμίνες, μακρό στοιχεία και οργανικά οξέα. Βελτιώνει τη ριζόσφαιρα ρυθμίζοντας το pH και αυξάνοντας την ικανότητα δέσμευσης νερού. Η ευρεία σύνθεση του προϊόντος, δίνει τη δυνατότητα να χρησιμοποιηθεί σε όλα τα είδη εδάφους ανεξαρτήτως θερμοκρασίας και καιρικών συνθηκών. Το StandUp δεν πρέπει να συνδυάζεται με μυκητοκτόνα. Αν γίνει εφαρμογή του μυκητοκτόνου στο έδαφος, τότε η εφαρμογή του Stand Up πρέπει να επαναληφθεί μετά από 14 ημέρες. Είναι συμβατό με τα περισσότερα εντομοκτόνα και ζιζανιοκτόνα. Κατά την εφαρμογή μαζί με σκευάσματα θρέψης η ποσότητα NPK μπορεί να μειωθεί έως 50% για καλύτερα αποτελέσματα. Οι εφαρμογές πρέπει να γίνονται αργά το απόγευμα. Οι συνθήκες αποθήκευσης και ο χρόνος Ζωής γίνεται σε θερμοκρασία κάτω των 30° C κατά προτίμηση σε μέρος σκοτεινό και δροσερό. Το δοχείο φέρει καπάκι ειδικά σχεδιασμένο για την αναπνοή των μικροοργανισμών. Συνίσταται η χρήση του σκευάσματος να γίνει το αργότερο 12 μήνες μετά την αγορά.

Οι δοσολογίες για εφαρμογές από το έδαφος είναι :

Κηπευτικά: 250-500mL/στρ.

Δένδρα: 400-600mL/στρ.

Μεγάλη Καλλιέργεια: 400mL/στρ.

Για όλες τις υπόλοιπες καλλιέργειες η γενική δόση είναι: 500mL/στρ.

Ο χρόνος εφαρμογής για καλύτερα αποτελέσματα η πρώτη εφαρμογή πρέπει να γίνει κατά τη σπορά ή μεταφύτευση. Επανάληψη εφαρμογής ανά 3 εβδομάδες. Στην πορεία η λίπανση και όλοι οι χειρισμοί γίνονται κανονικά όπως απαιτεί το πρωτόκολλο της καλλιέργειας.

Στην καλλιέργεια εφαρμόστηκε Οργανικό υλικό και έγινε σε 2 εφαρμογές. Η 2η εφαρμογή έγινε 3-4 εβδομάδες μετά την 1η εφαρμογή.

Σε περιεκτικότητα

500 ml / 10-20 lt νερό / 1000 τετραγωνικά μέτρα

50 ml / 1-2 lt νερό / 100 τ.μ

60 ml / 120-240 ml / 10 τετρ. μετρα

5 ml / 100 ml - 200 ml νερό / 10 τετραγωνικά μέτρα

30ml / 150 φυτά

Στην 1η εφαρμογή που πραγματοποιήθηκε 13 Μαΐου, Σάββατο έγινε ψεκασμός των πειραματικών τεμαχίων με το οργανικό υλικό δηλαδή εμβολιασμός με την πιο πάνω αναλογία

Οργανικό υλικό

60 ml / 1500 ml νερό / 120 τετραγωνικά μέτρα ή

3.2.6 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΟ

Στον αγρό δημιουργήσαμε πειραματικά τεμάχια μήκους 12m και πλάτους 10m. Κάθε πειραματικό περιλάμβανε πέντε σαμάρια καλυμμένα με μαύρο νάιλον. Σε κάθε σαμάρι υπήρχαν δυο σειρές φυτών που απείχαν 1 m. Συνολικά κάθε πειραματικό είχε οκτώ σειρές φυτών μήκους 12 μέτρων. Σε κάθε σειρά η απόσταση φυτού από φυτού ήταν 33 cm. Η πυκνότητα φύτευσης 33 εκατοστά επί της διπλής γραμμής χ 160 cm μεταξύ των γραμμών , δηλαδή σε κάθε γραμμή φύτευσης αντιστοιχούν 10 φυτά ανά τρέχων 2μέτρα ή 50 φυτά ανά 10 τρεχοντα μέτρα (400 φυτά σύνολο). Απ' όλο το πεδίο χρησιμοποιήθηκαν φυτά από όλα τα σαμάρια εκτός των ακραίων σαμαριών. Δημιουργήθηκαν δεκαεπτά πειραματικά τεμάχια (block). Η επιλογή του χειρισμού έγινε με κλήρωση για να πετύχουμε την τυχαίοποίηση. Η μεταφύτευση έγινε στις 13 Μαΐου, αφού προηγήθηκε φρεζάρισμα του αγρού, λίπανση και επανάληψη του φρεζαρίσματος για τη σωστή ενσωμάτωση των λιπασμάτων.



Το πείραμα σχεδιάστηκε με 5 μεταχειρίσεις σε 3 επαναλήψεις σε πλήρως τυχαιοποιημένα συγκροτήματα. Σε κάθε πειραματικό τεμάχιο υπάρχουν 8 γραμμές, από τις οποίες χρησιμοποιήθηκαν για το σκοπό του πειράματος οι αριθμ. 3, 4, 5 και 6. Οι αριθμοί 1,2 και 7,8 χρησιμοποιούνται ως περιμετρικές ζώνες προστασίας των πειραματικών τεμαχίων. Ο αριθμός των πειραματικών τεμαχίων είναι 17 καθώς μεταξύ των μεταχειρίσεων επιλέχθηκαν σαν νεκρές ζώνες οι μάρτυρες (0% λίπασμα + 0% Organic) Σε κάθε block χορηγούνταν μια από τις πέντε επεμβάσεις:

- I. NT: τίποτα
- II. 100F: 100% λίπασμα
- III. 100SU50F: 100% ειδικό λίπασμα και 50% λίπασμα
- IV. 50 F: 50% λίπασμα
- V. 100SU: 100% ειδικό λίπασμα

BOX	ΛΙΠΑΣΜΑ	Standup
1 & 17	50%	-
2	100%	-
3, 7, 10, 12, 14 & 16	0%	0%
4, 5 & 6	-	100%
8	50%	50%
9	100%	-
11	50%	50%
13	100%	-
15	50%	50%

Πίνακας 3.2: Αντιστοιχία πειραματικών τεμαχίων με το λίπασμα και το standup.

3.2.7 ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ

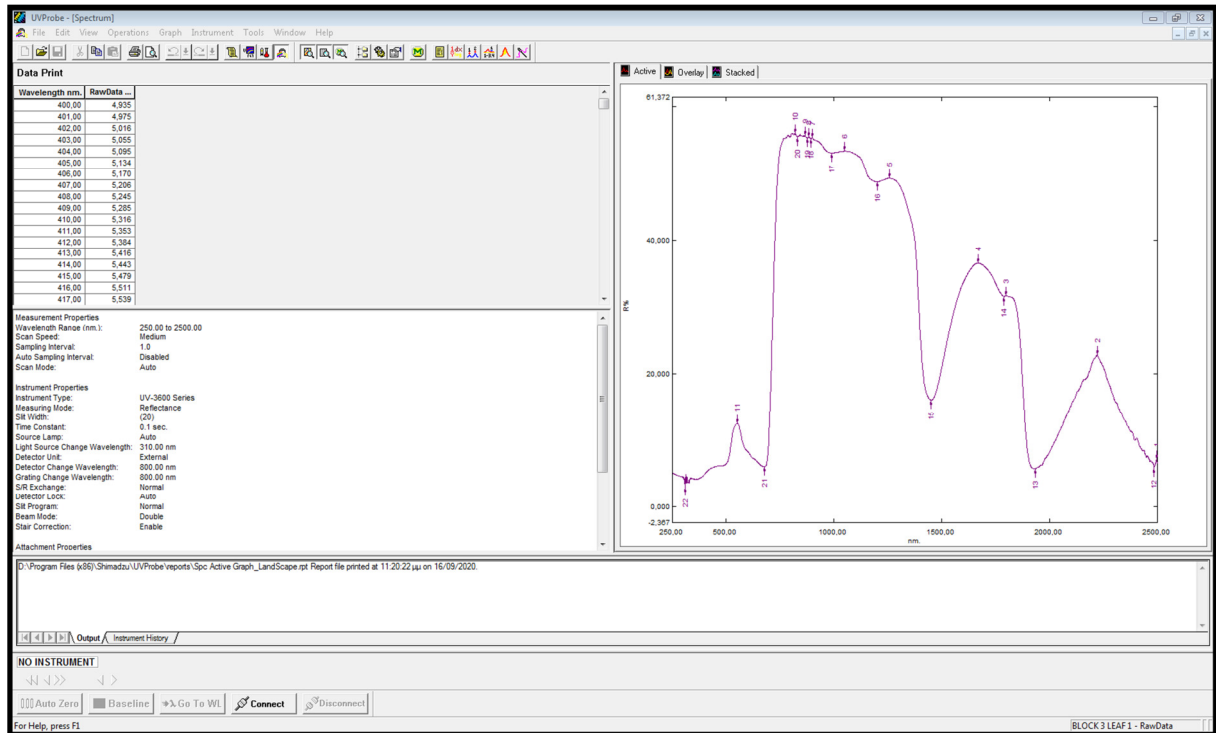
Από κάθε πειραματικό τεμάχιο σε κάθε δειγματοληψία συλλέχθηκαν τυχαία με κλήρωση πέντε φυτά τομάτας. Από κάθε φυτό λαμβάναμε το τρίτο ώριμο φύλλο ώστε να υπάρχει ένα αντιπροσωπευτικό δείγμα από το πλαίσιο. Τα φυτά που συλλέγονταν κατά τις πρωινές ώρες τα οποία τοποθετούνταν μέσα σε αεροστεγή αριθμημένες πλαστικές σακούλες. Αμέσως συλλέγαμε από κάθε φυτό το τρίτο πιο ώριμο φύλλο από την κορυφή του φυτού και αμέσως το τοποθετούσαμε μέσα σε αριθμημένα σακουλάκια. Εν συνέχεια τα τοποθετούσαμε σε φορητό ψυγείο για την μεταφορά τους στο εργαστήριο. Η μεταφορά έγινε το πολύ σε 2 ώρες στο εργαστήριο για ανάλυση. Συνολικά έγιναν 3 δειγματοληψίες στις 7/7/2018, στις 9/8/2018 και στις 21/9/2018. Η επιλογή των φυτών γινόταν τυχαία.

3.2.8 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ-ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Το πειραματικό μέρος αποτελείται από δύο στάδια τη μέτρηση της χλωροφύλλης και τη φασματοφωτομετρική διαδικασία απορρόφησης. Για το πείραμα χρησιμοποιήθηκε ένας αναλυτικός ζυγός με ευαισθησία + - 0,0001 gr. Οι μετρήσεις των δειγμάτων έγιναν με τη βοήθεια ενός σπεκτρομέτρου UV-3600 SHIMADZUUV-VIS-NIRSPECTROPHOTOMETER και ενός φασματοφωτομέτρου UV-1800 SHIMADZUSPECTROPHOTOMETER.

Τα φύλλα τοποθετήθηκαν στο σπεκτρόμετρο όπου περνούν οι ακτίνα φωτός και μέσω του υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος με το σπεκτρόμετρο μετρούσε την απορρόφηση του

φωτός από το φύλο. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε εύρος μήκους κύματος 250,00 nm έως 2500,00 nm και με ρυθμό μεταβολής κατά ένα nm.



Στη συνέχεια με το λογισμικό UV Probe συγκρίθηκαν δεδομένα για πολλά φάσματα. Με αυτό ανιχνεύεται η αιχμή (λ_{max}) και κατώτατου ορίου (λ_{min}) και υπολογίστηκε η εξομάλυνση (smoothing) και η πρώτη παράγωγος (derivative).

Στη περιοχή κορυφής οι περιοχές φάσματος που μετρήθηκαν είναι

430,00	662,00
455,00	644,00
400,00	500,00
450,00	495,00
495,00	570,00
570,00	590,00
590,00	620,00

700,00 750,00

Διάγραμμα 3.5: Περιοχές φάσματος πειράματος

3.2.9 ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΦΥΤΟΧΡΩΣΤΙΚΩΝ

Για τη μέτρηση της χλωροφύλλης επιλέχθηκαν τα φύλλα από κάθε πλαίσιο. Ζυγίστηκαν 0,5gr φύλλου με ζυγαριά ακριβείας (νωπό βάρος) και τοποθετήθηκαν σε πλαστικούς δοκιμαστικούς σωλήνες μαζί με 10ml αιθανόλης. Αφέθηκαν για 24 ώρες για να γίνει ο αποχρωματισμός σε σκοτεινό μέρος. Στη συνέχεια έγινε μέτρηση της απορρόφησης του διαλύματος. Ως μάρτυρας (τυφλό) χρησιμοποιείται αιθανόλη. Ακολούθησε η μέτρηση στο φασματοφωτόμετρο.

Για τον υπολογισμό των χλωροφυλλών χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω τύποι.

Για αιθανόλη 96% v/v οι εξισώσεις είναι (Lichtenthaler & Wellburn, 1983, σ. 591):

$$C_a = 13.95 A_{665} - 6.88 A_{649}$$

$$C_b = 24.96 A_{649} - 7.32 A_{665}$$

$$C_{x+c} = (1000 A_{470} - 2.05 C_a - 114.8 C_b) / 245$$



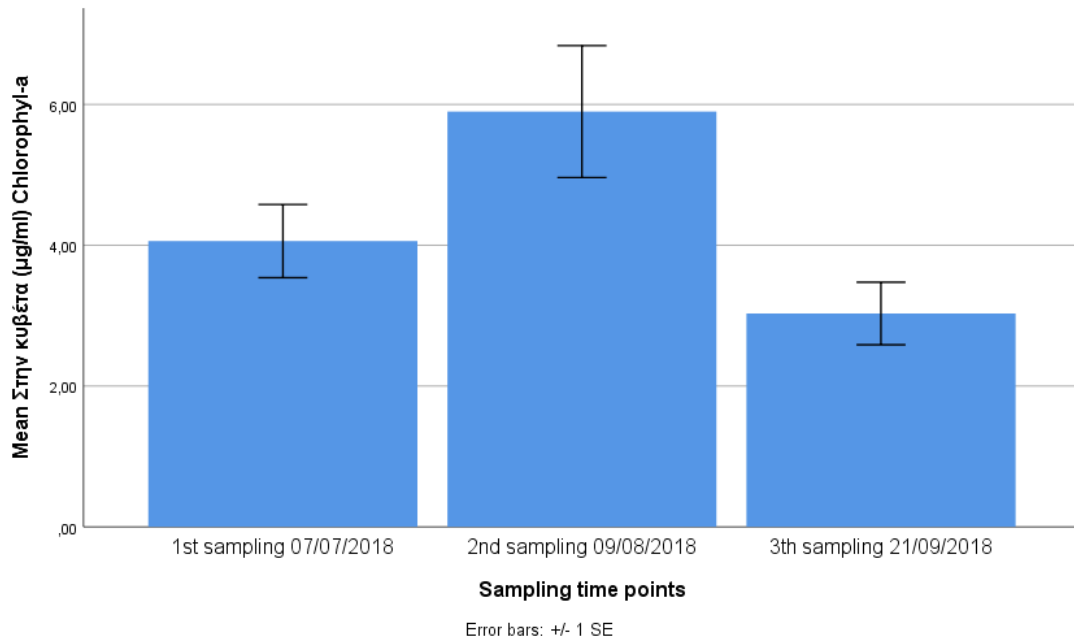
Εικόνα 3.2: Επεξεργασία φύλλων τομάτας

3.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ-ΣΥΖΗΤΗΣΗ

3.3.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥΣ (ΑΠΟ ΚΥΒΕΤΑ)

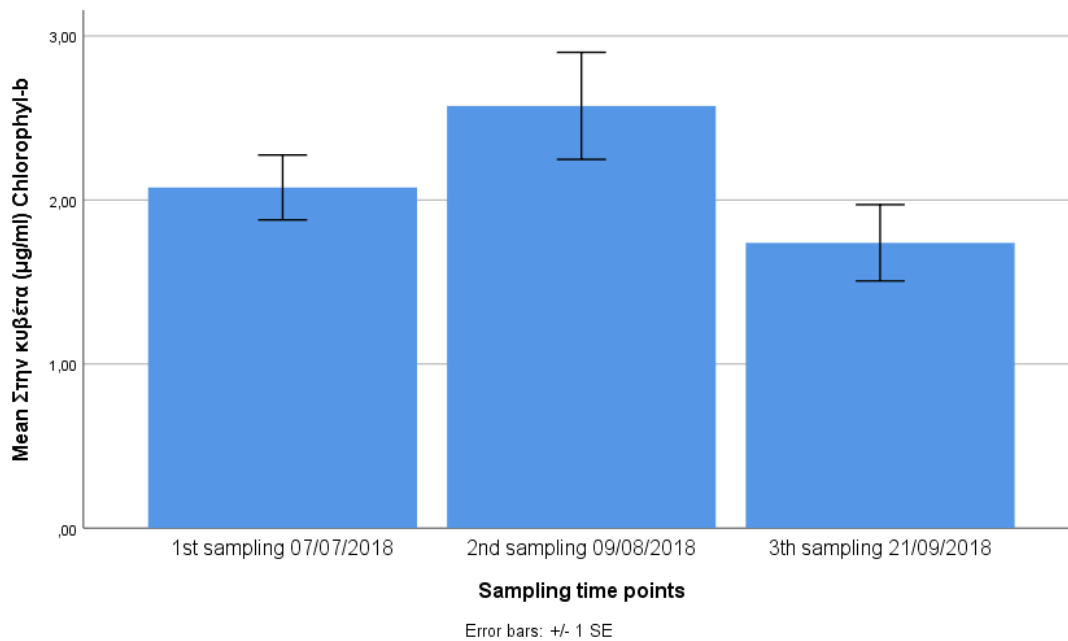
Οι στατιστικές αναλύσεις έγιναν με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”, όπου είναι μη-παραμετρική για τη μέτρηση ποσοτικών μεταβλητών.

A) NT



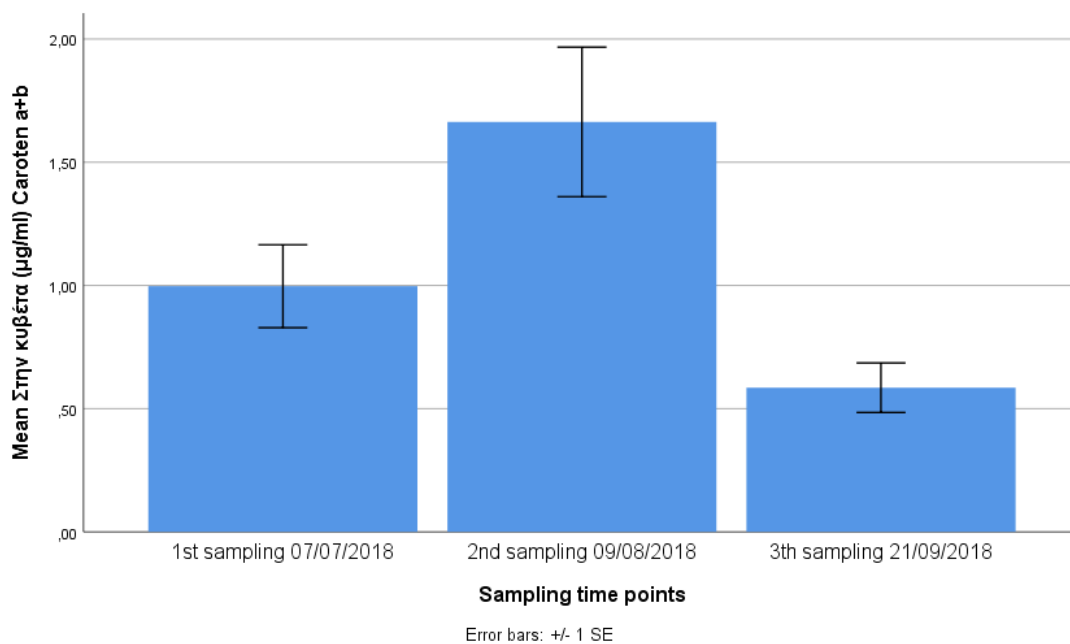
Διάγραμμα 3.6

Στο γράφημα 3.6 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,004$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman, 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Σύμφωνα με (Wang, et al., 2017) το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.



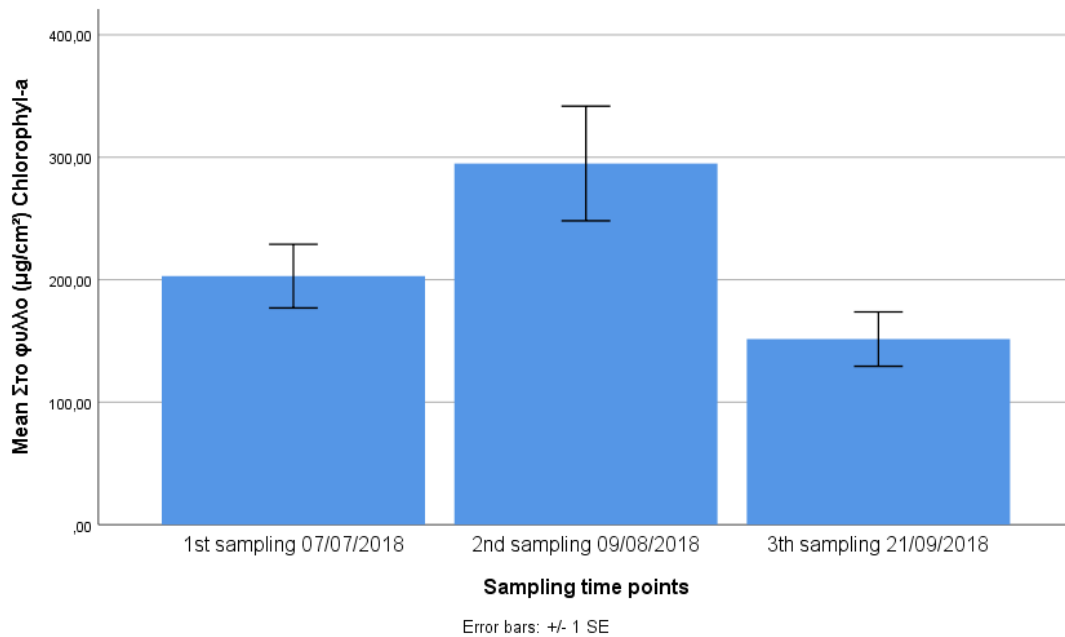
Διάγραμμα 3.7

Στο γράφημα 3.7 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b μειώνεται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,035$. Σύμφωνα με (Baroni & Bonatti, 1985) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων. Σύμφωνα με (Wang, et al., 2017) το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.



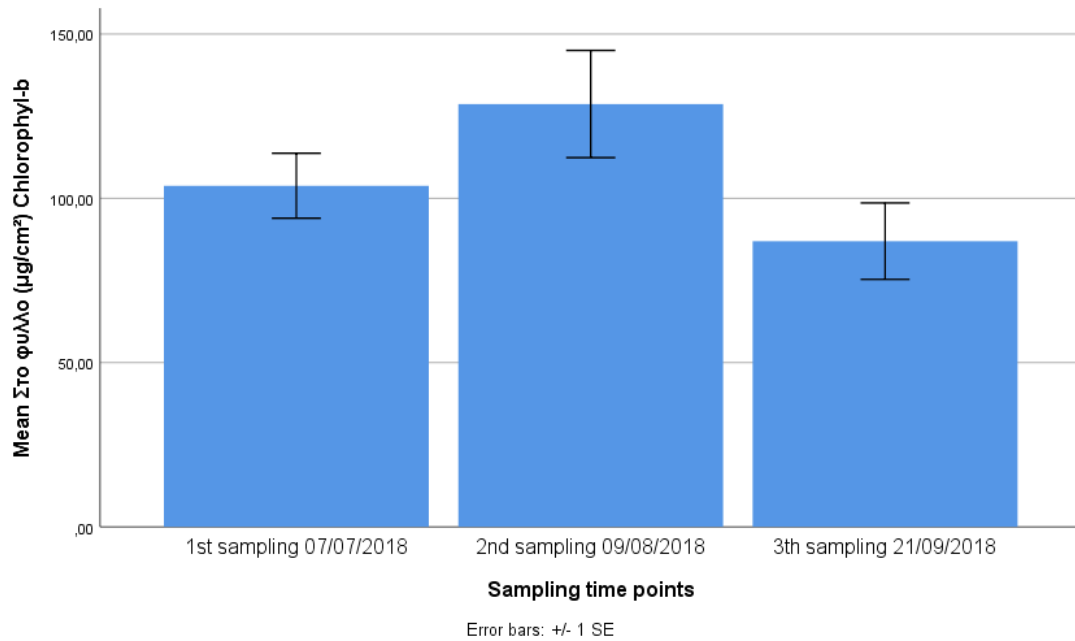
Διάγραμμα 3.8

Στο γράφημα 3.8 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b (μg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



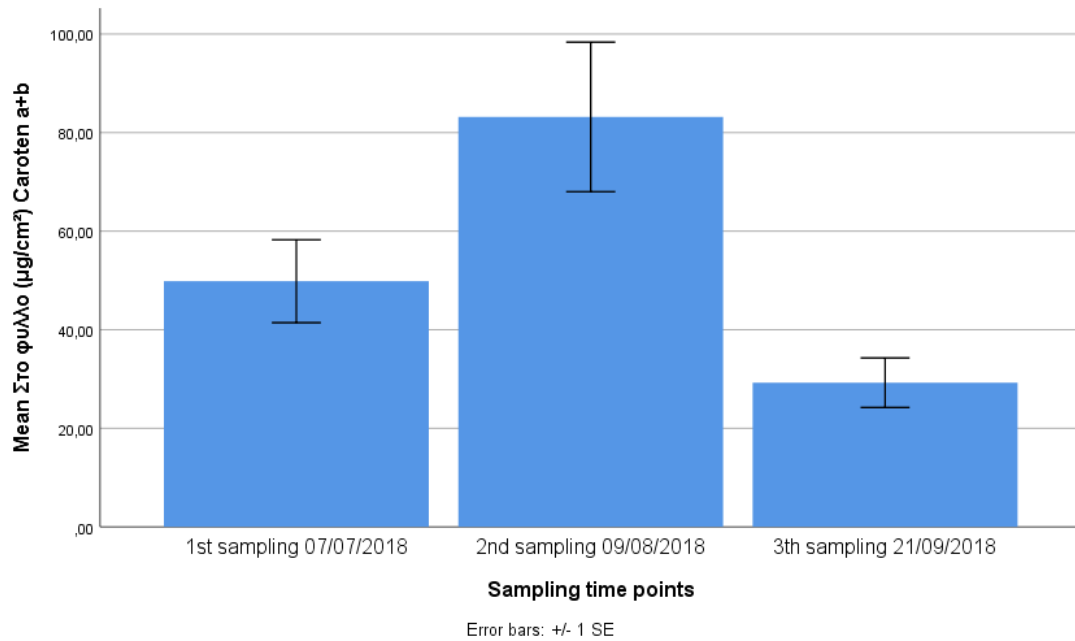
Διάγραμμα 3.9

Στο γράφημα 3.9 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (μg/cm²) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p = 0,004$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Σύμφωνα με (Wang et al. 2017) το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.



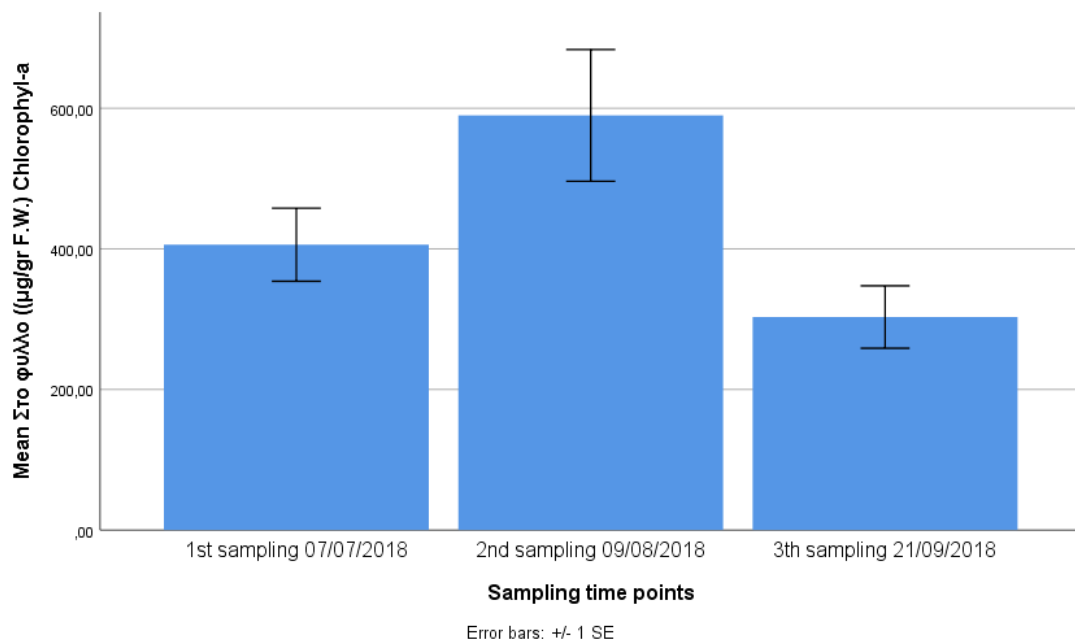
Διάγραμμα 3.10

Στο γράφημα 3.10 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b μειώνεται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,035$. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων. Σύμφωνα με (Wang et al. 2017) το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.



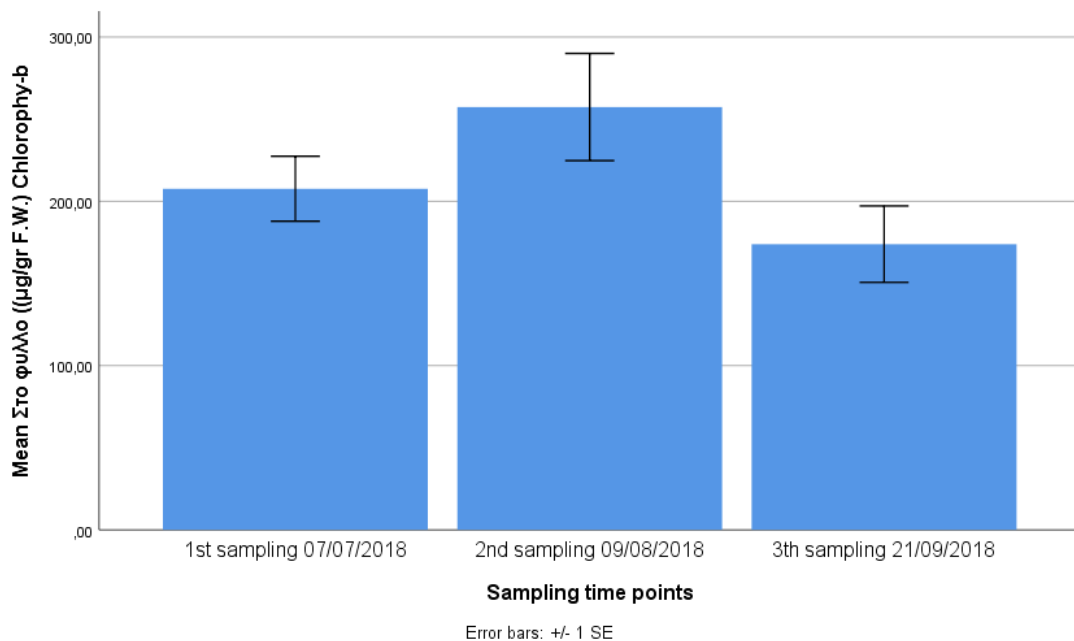
Διάγραμμα 3.11

Στο γράφημα 3.11 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b (µg/cm²) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,033$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



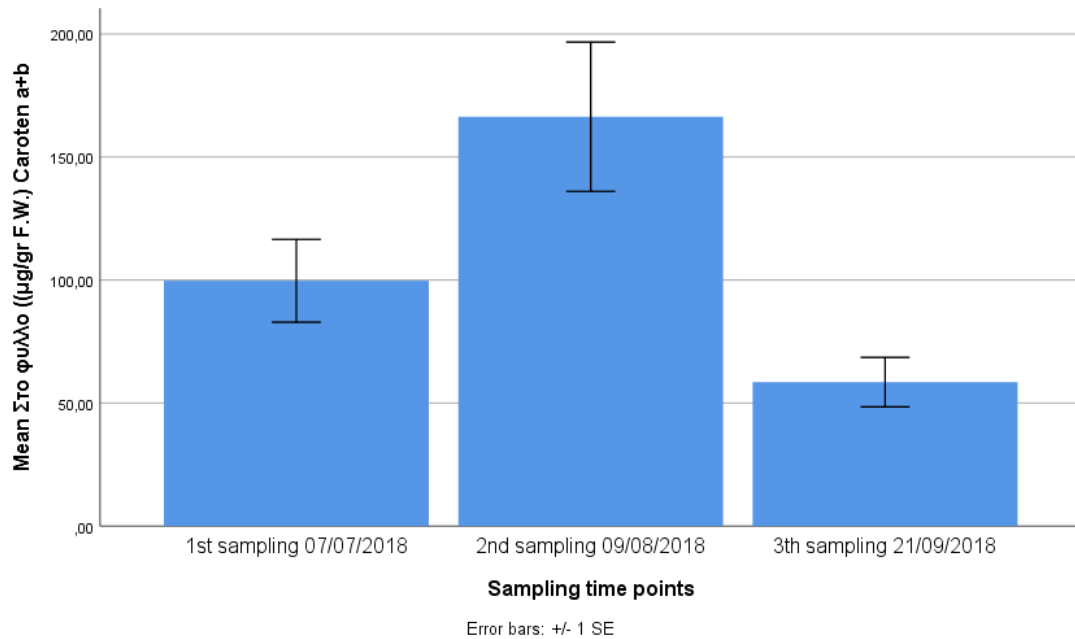
Διάγραμμα 3.12

Στο γράφημα 3.12 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,004$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Σύμφωνα με (Wang et al. 2017) το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.



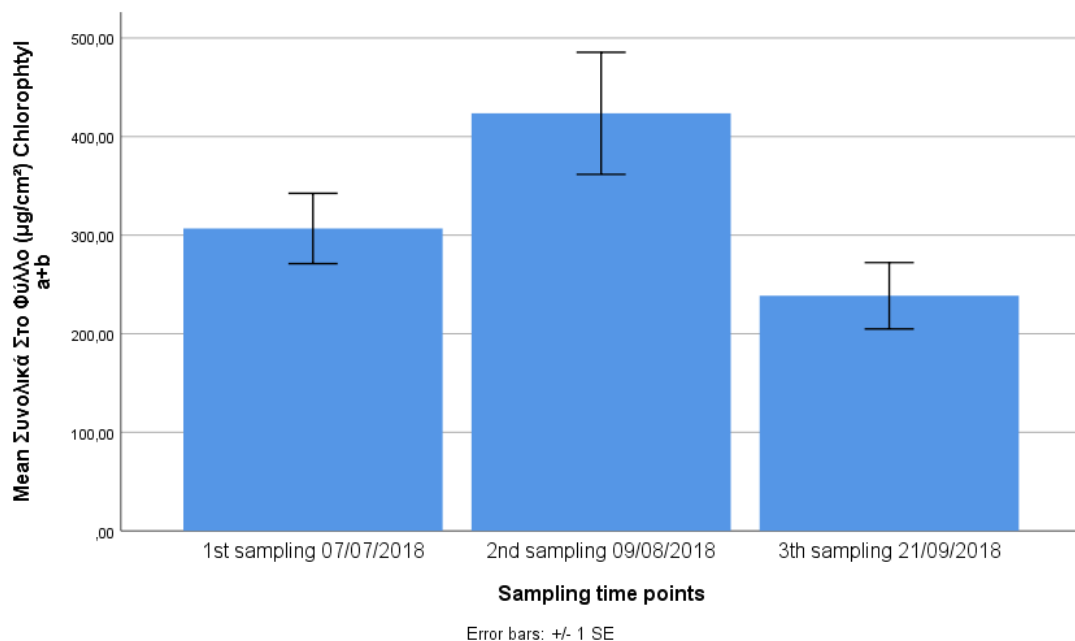
Διάγραμμα 3.13

Στο γράφημα 3.13 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b στο φύλλο [(μg/gr) F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,035$. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων. Σύμφωνα με (Wang et al. 2017) το μαγνήσιο είναι συστατικό της χλωροφύλλης και μειώνεται με την πάροδο του χρόνου.



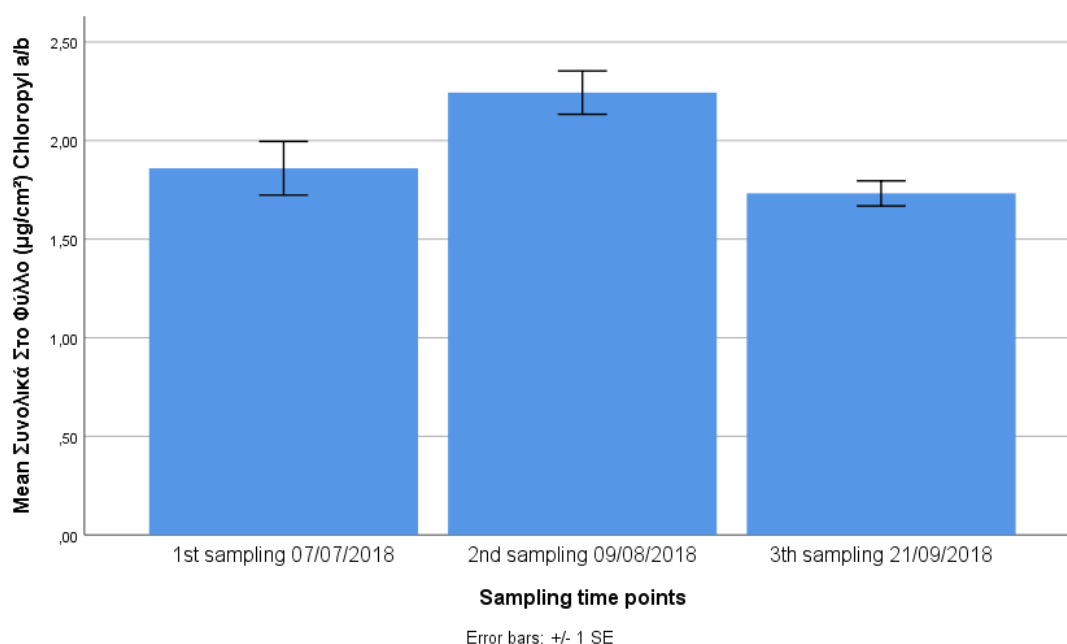
Διάγραμμα 3.14

Στο γράφημα 3.14 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b στο φύλλο [(µg/gr) F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,033$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



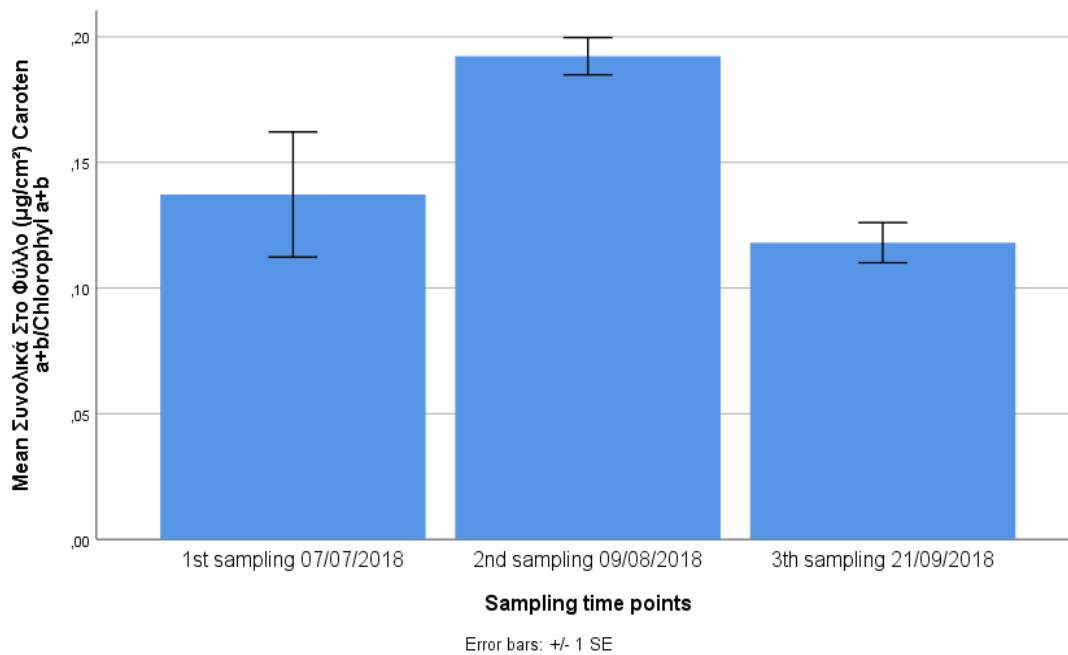
Διάγραμμα 3.15

Στο γράφημα 3.15 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφύλλων a+b συνολικά στο φύλλο ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού οι χλωροφύλλες a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,005$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a+b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



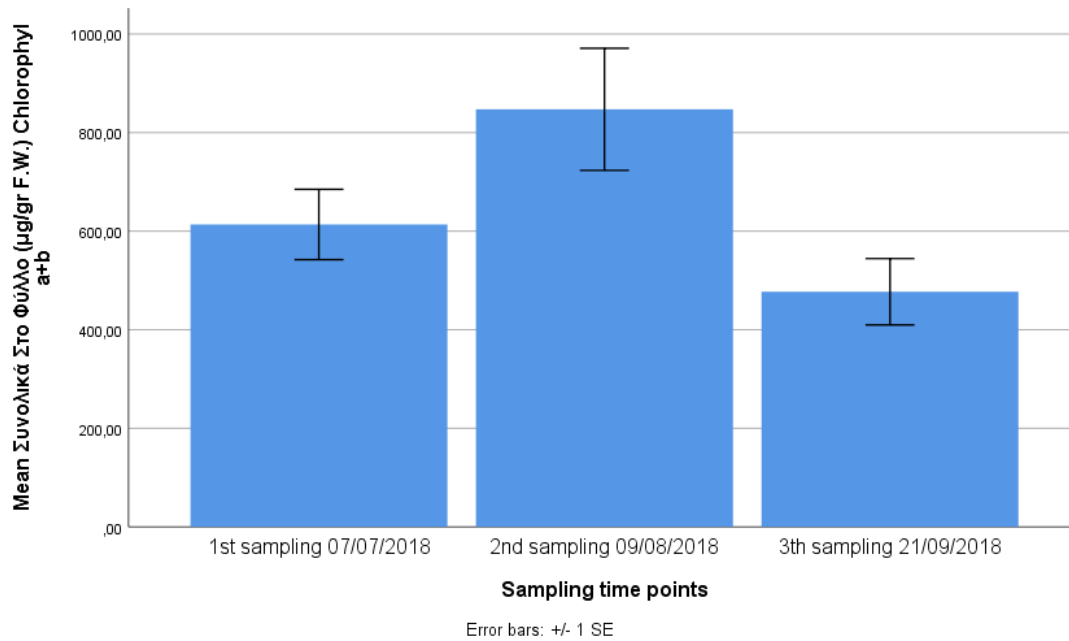
Διάγραμμα 3.16

Στο γράφημα 3.16 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφύλλων a/b συνολικά στο φύλλο ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της χλωροφύλλης a/b μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,03$ ενώ στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,011$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Argyroudi- Akoynoglou & Akoynoglou, 1970) η αναλογία a/b αυξάνεται με τον αριθμό εκθέσεων φωτός έως περίπου 45 εκθέσεις και μετά μειώνεται.



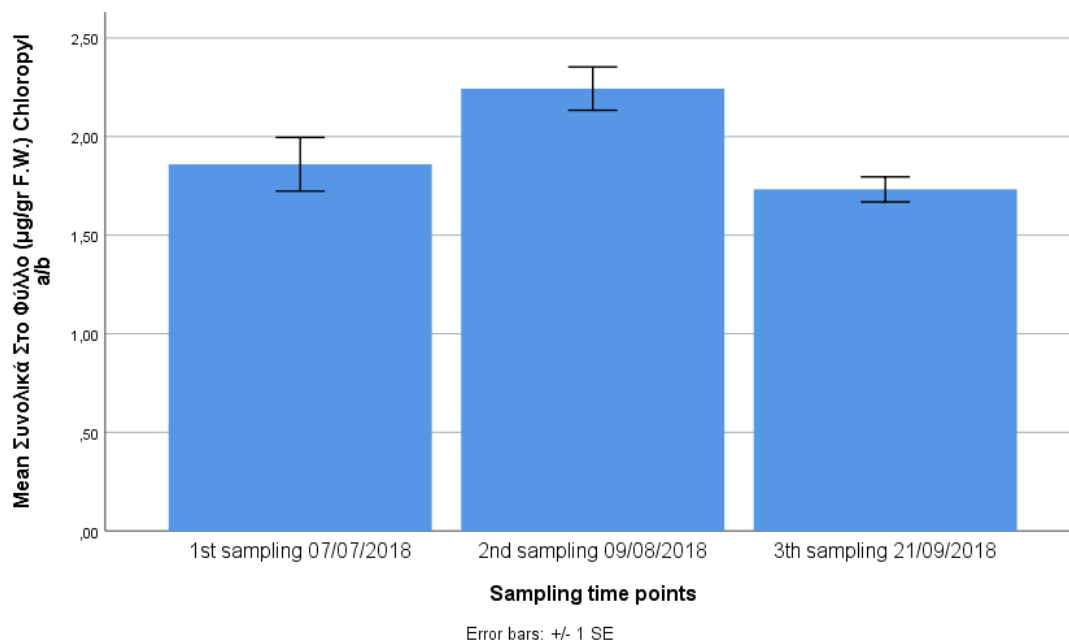
Διάγραμμα 3.17

Στο γράφημα 3.17 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο (µg/cm²) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,007$ ενώ στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,011$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$. Σύμφωνα (Filella , et al., 2009) ο λόγος καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση φωτοσυνθετικής χρήσης.



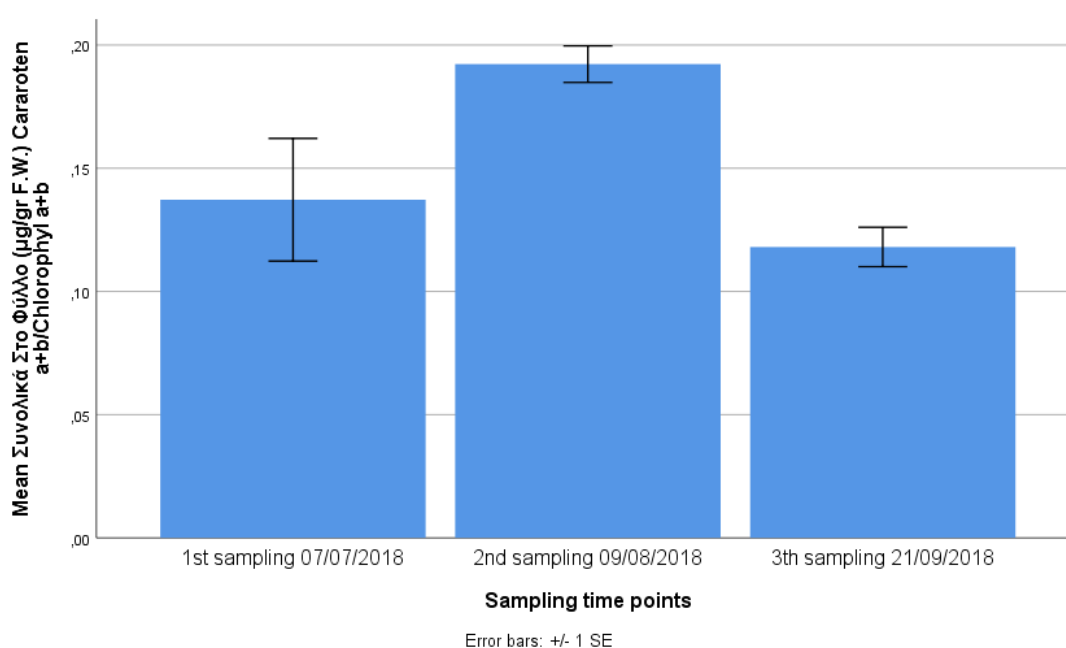
Διάγραμμα 3.18

Στο γράφημα 3.18 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο [(µg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών a+b μειώνονται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,005$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a+b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



Διάγραμμα 3.19

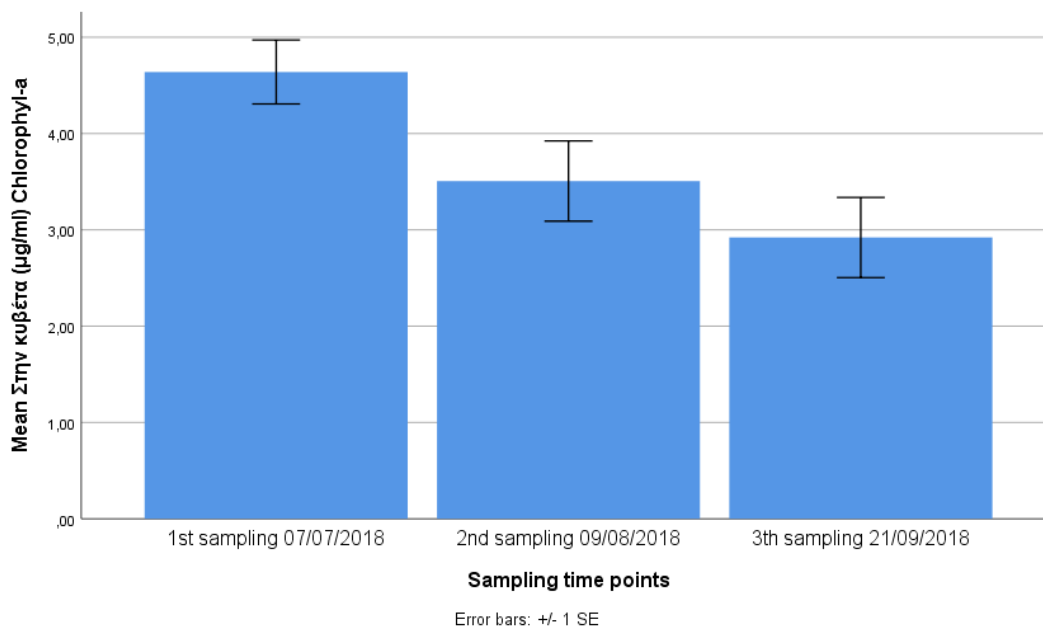
Στο γράφημα 3.19 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφυλλών a/b συνολικά στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού χλωροφυλλών a/b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,03$ ενώ στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,011$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Argyroudi-Akoynoglou & Akoynoglou 1970) η αναλογία a/b αυξάνεται με τον αριθμό εκθέσεων φωτός έως περίπου 45 εκθέσεις και μετά μειώνεται.



Διάγραμμα 3.20

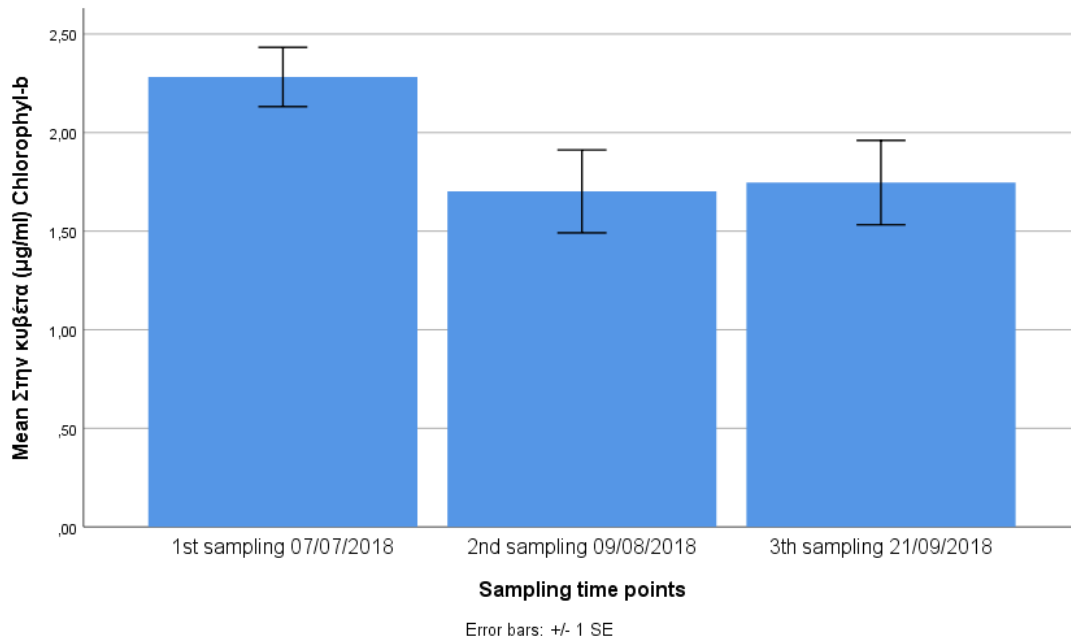
Στο γράφημα 3.20 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,007$ ενώ στην πρώτη και Τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,011$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Filella et al. 2009) ο λόγος καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση φωτοσυνθετικής χρήσης.

B) 100F



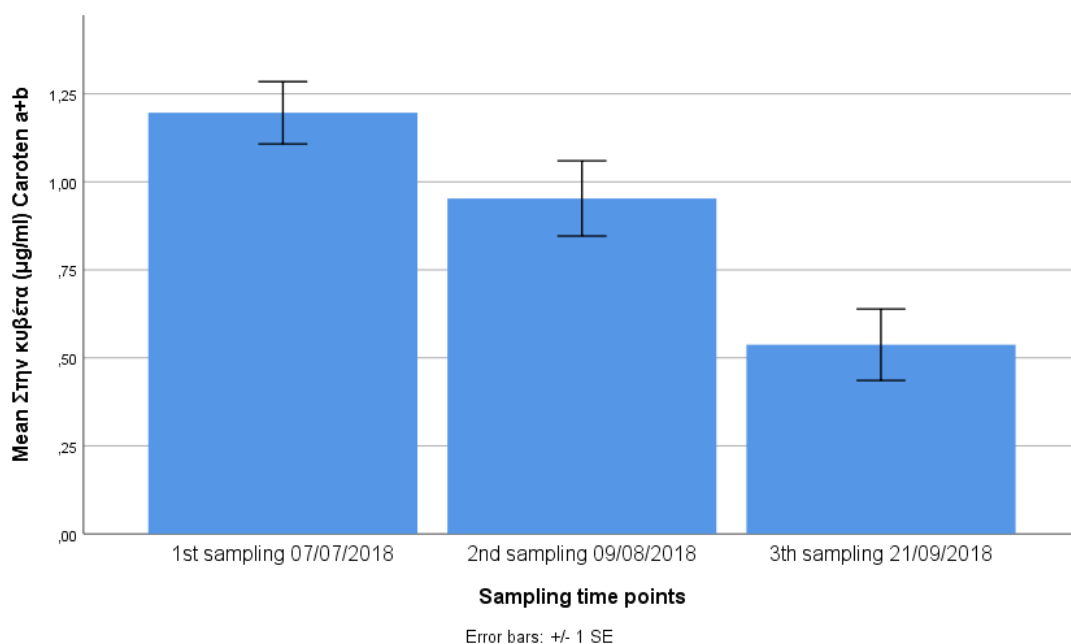
Διάγραμμα 3.21

Στο γράφημα 3.21 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,002$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



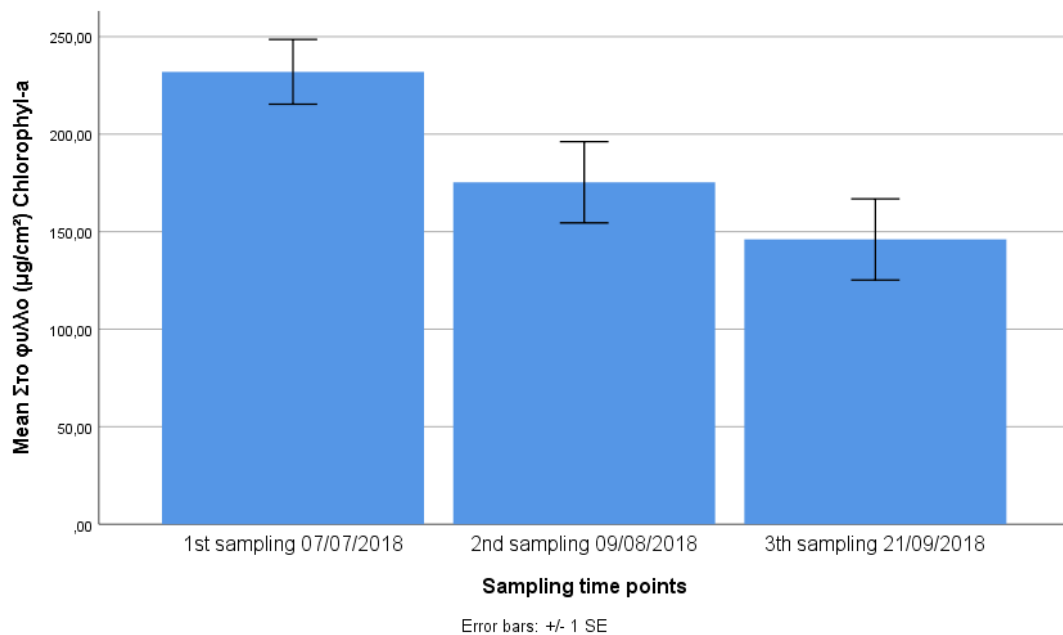
Διάγραμμα 3.22

Στο γράφημα 3.22 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b μειώνεται στη δεύτερη δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων.



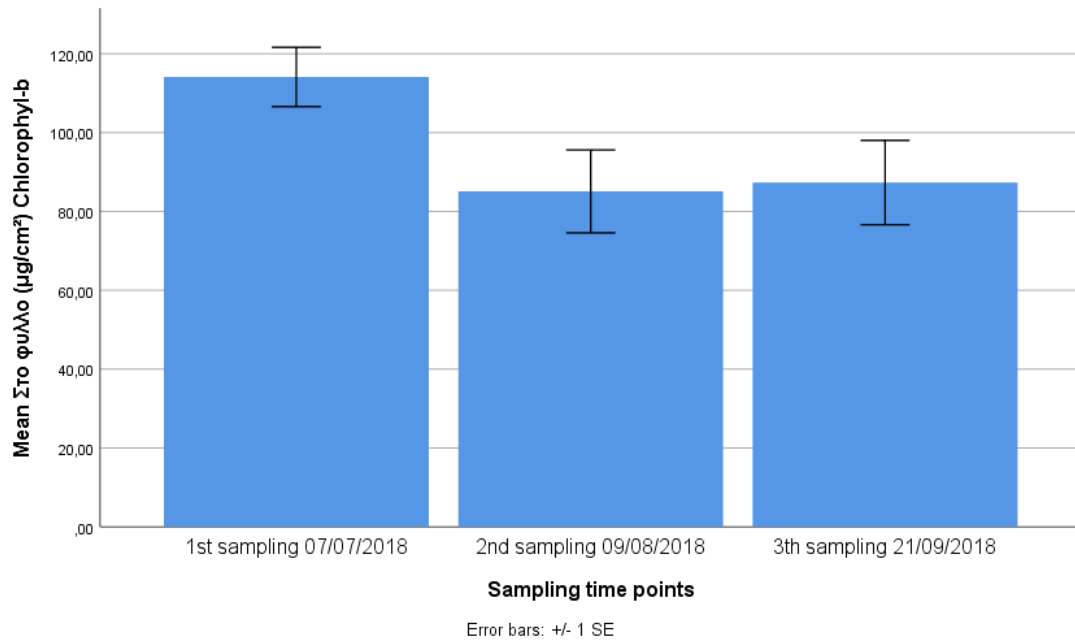
Διάγραμμα 3.23

Στο γράφημα 3.23 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b (μg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$. Μεταξύ της δεύτερης και τρίτης η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p = 0,014$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



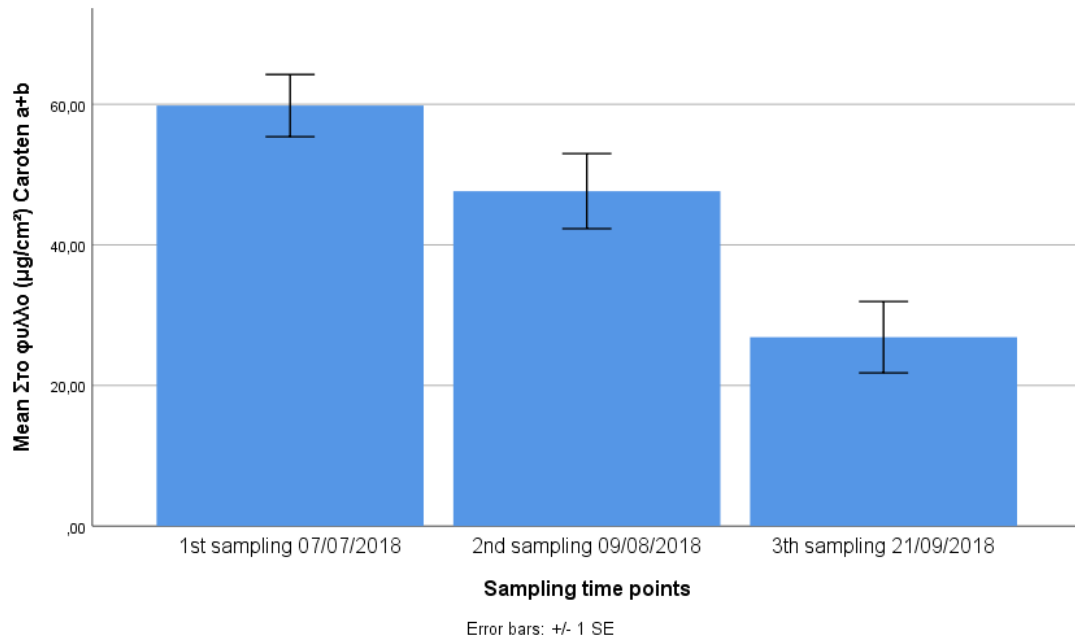
Διάγραμμα 3.24

Στο γράφημα 3.24 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (μg/cm²) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p = 0,002$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



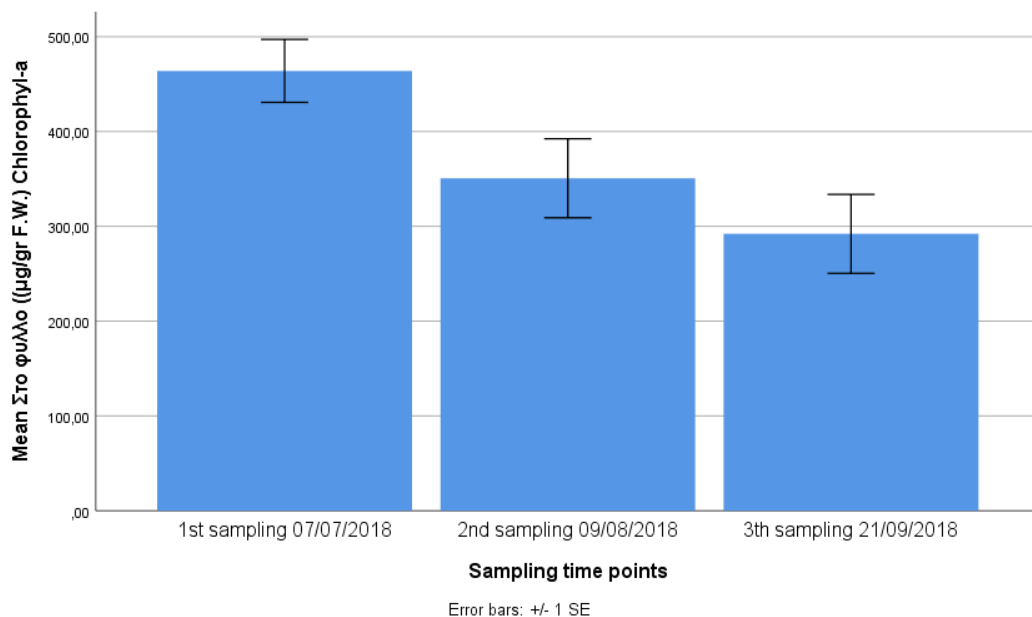
Διάγραμμα 3.25

Στο γράφημα 3.25 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b μειώνεται στη δεύτερη δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων.



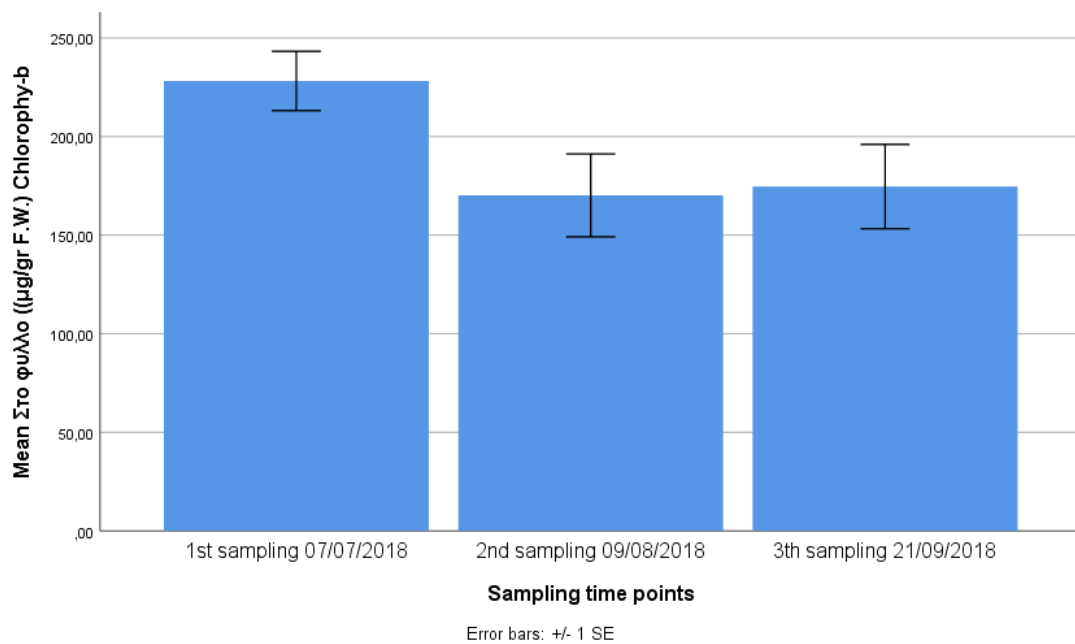
Διάγραμμα 3.26

Στο γράφημα 3.26 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b (μg/cm²) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη είναι $p = 0,014$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



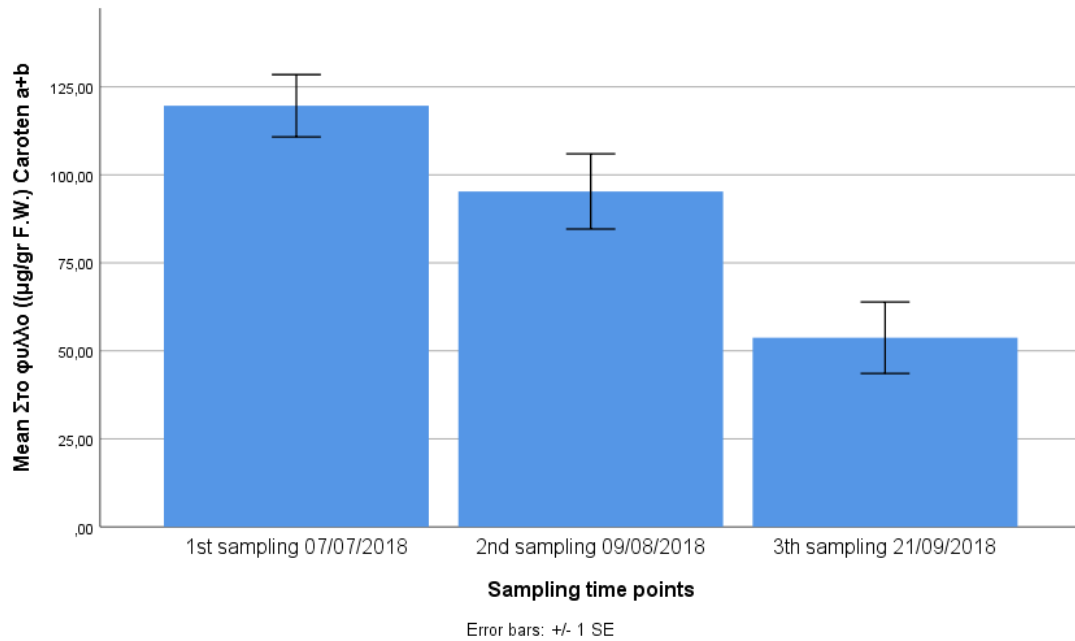
Διάγραμμα 3.27

Στο γράφημα 3.27 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,002$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



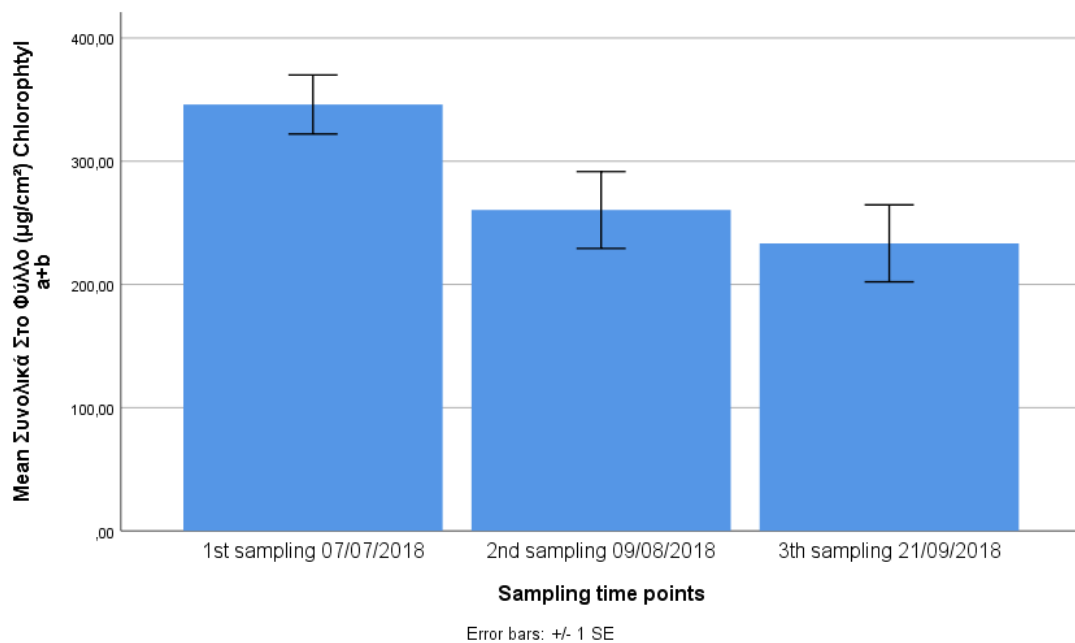
Διάγραμμα 3.28

Στο γράφημα 3.28 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b μειώνεται στη δεύτερη δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων.



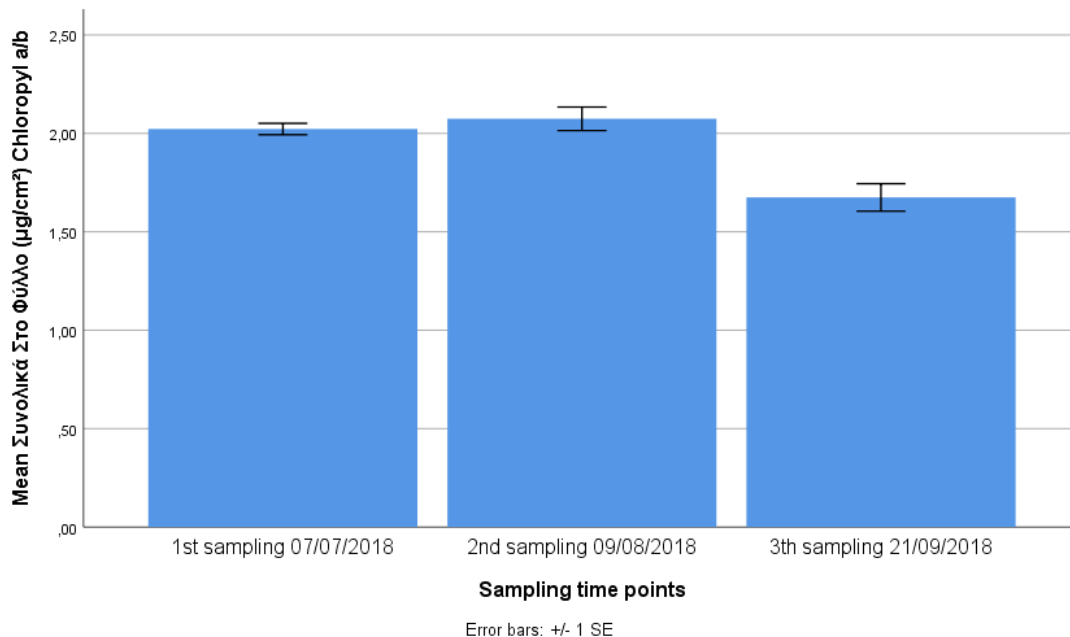
Διάγραμμα 3.29

Στο γράφημα 3.29 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b στο φύλλο [(µg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p = 0,014$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



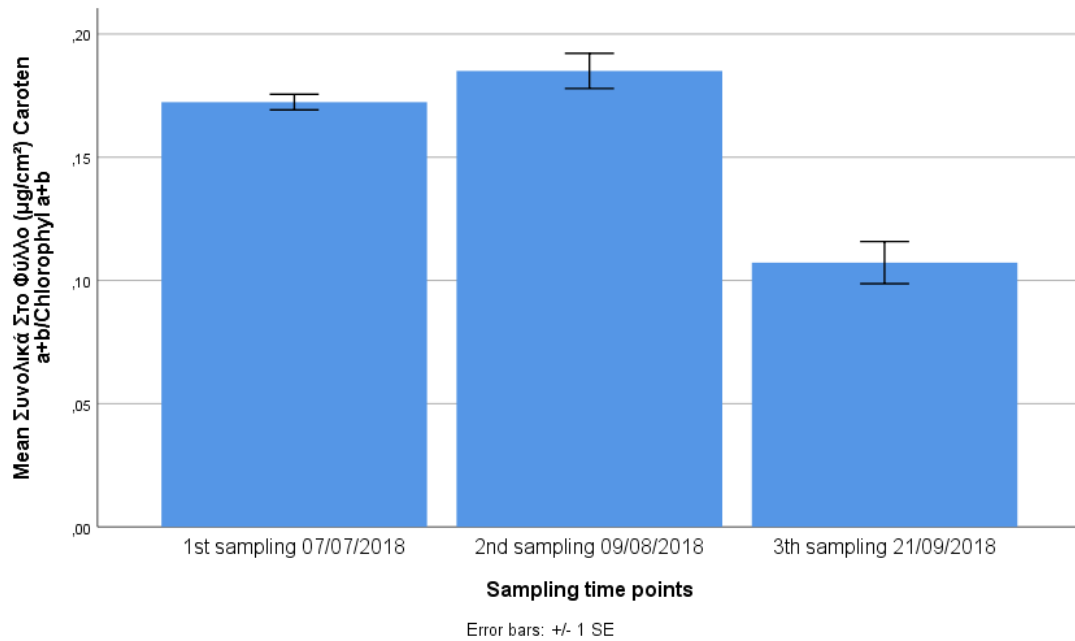
Διάγραμμα 3.30

Στο γράφημα 3.30 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφύλλων a+b συνολικά στο φύλλο ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού οι χλωροφύλλες a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,007$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a+b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



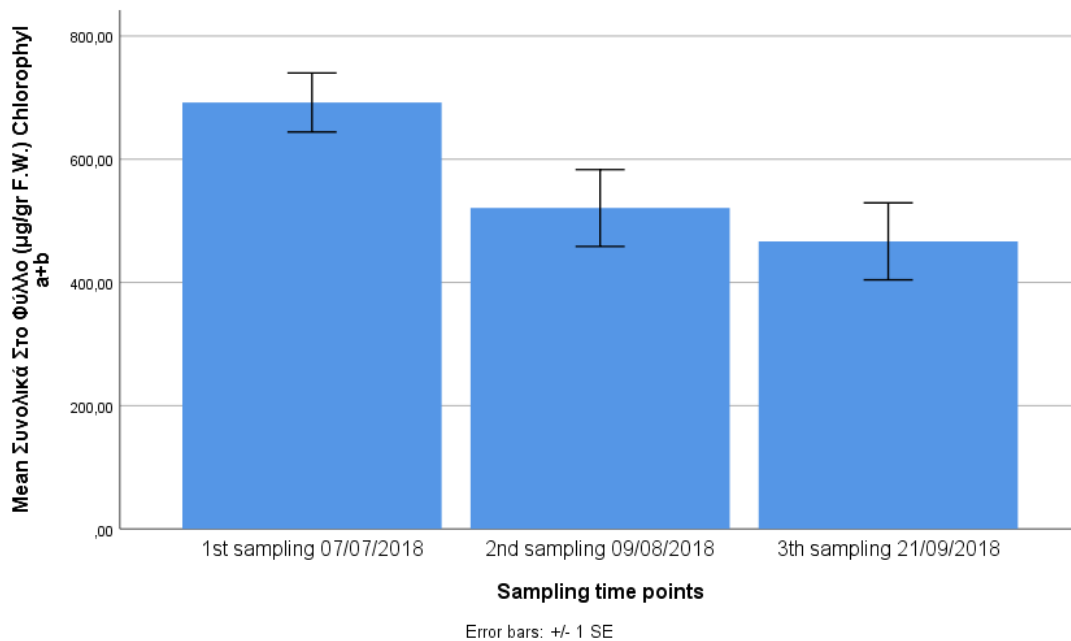
Διάγραμμα 3.31

Στο γράφημα 3.31 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφύλλων a/b συνολικά στο φύλλο ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a/b μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$ ενώ στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Argyroudi-Akoynoglou & Akoynoglou 1970) η αναλογία a/b αυξάνεται με τον αριθμό εκθέσεων φωτός έως περίπου 45 εκθέσεις και μετά μειώνεται.



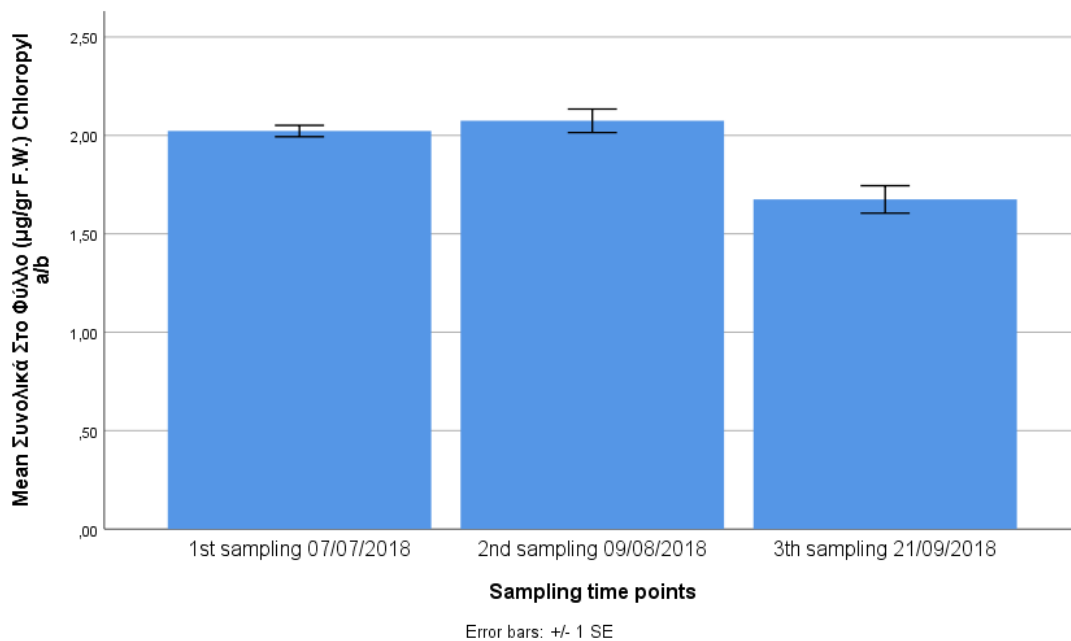
Διάγραμμα 3.32

Στο γράφημα 3.32 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο (µg/cm²) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και μεταξύ της δεύτερης και τρίτης δειγματοληψίας είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Filella et al. 2009) ο λόγος καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση φωτοσυνθετικής χρήσης.



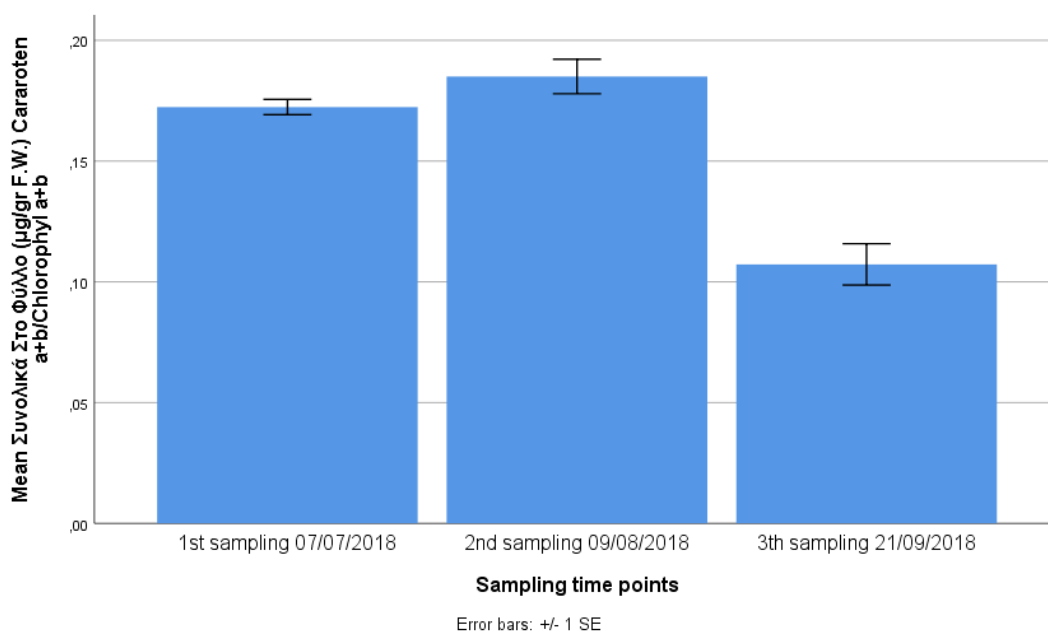
Διάγραμμα 3.33

Στο γράφημα 3.33 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο [(µg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,007$ ενώ μεταξύ της δεύτερης και τρίτης δειγματοληψίας $p=0,001$. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a+b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



Διάγραμμα 3.34

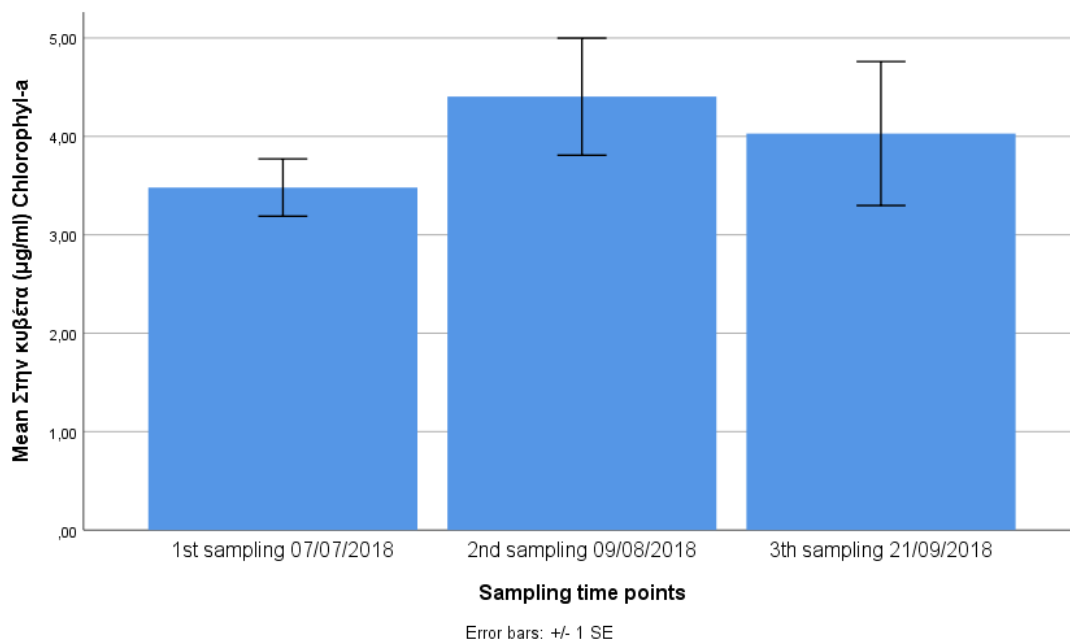
Στο γράφημα 3.34 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφυλλών a/b συνολικά στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος των χλωροφυλλών a/b μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Argyroudi-Akoynoglou & Akoynoglou 1970) η αναλογία a/b αυξάνεται με τον αριθμό εκθέσεων φωτός έως περίπου 45 εκθέσεις και μετά μειώνεται.



Διάγραμμα 3.35

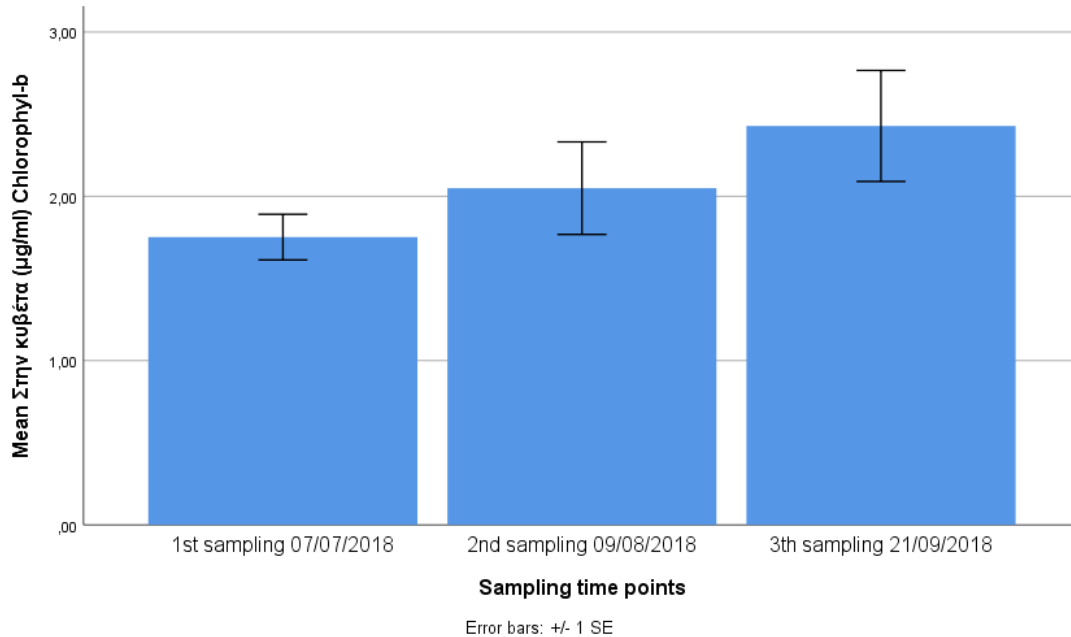
Στο γράφημα 3.35 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Filella et al. 2009) ο λόγος καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση φωτοσυνθετικής χρήσης φωτός.

Γ) 100SU50F



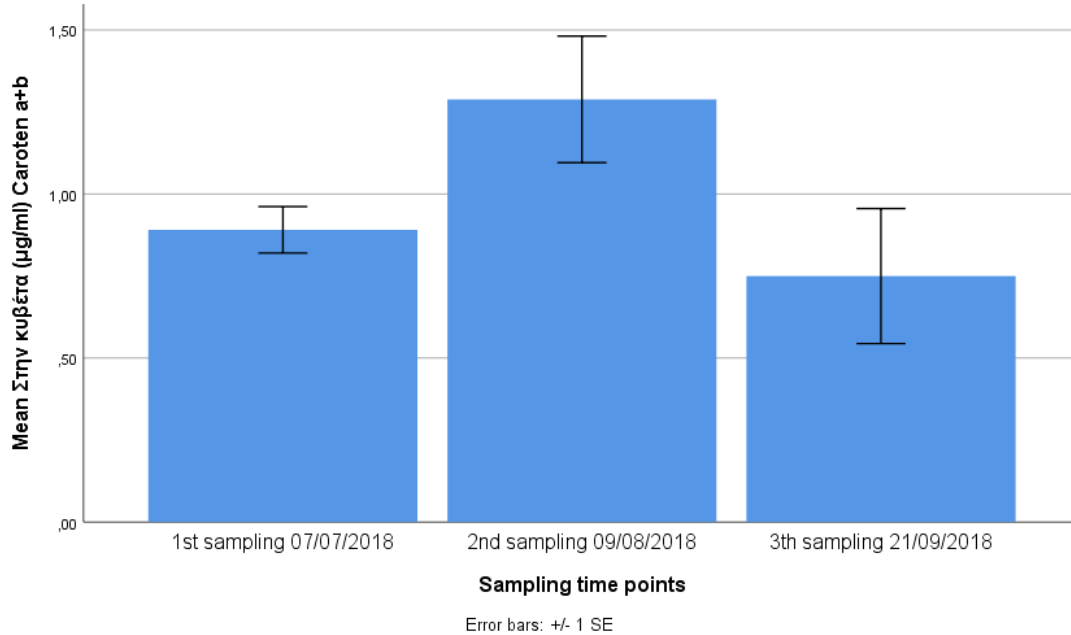
Διάγραμμα 3.36

Στο γράφημα 3.36 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a αυξάνεται στη δεύτερη δειγματοληψία ενώ μειώνεται λίγο στη τρίτη. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Τα αποτελέσματά μας δεν συμφωνούν με την έρευνα.



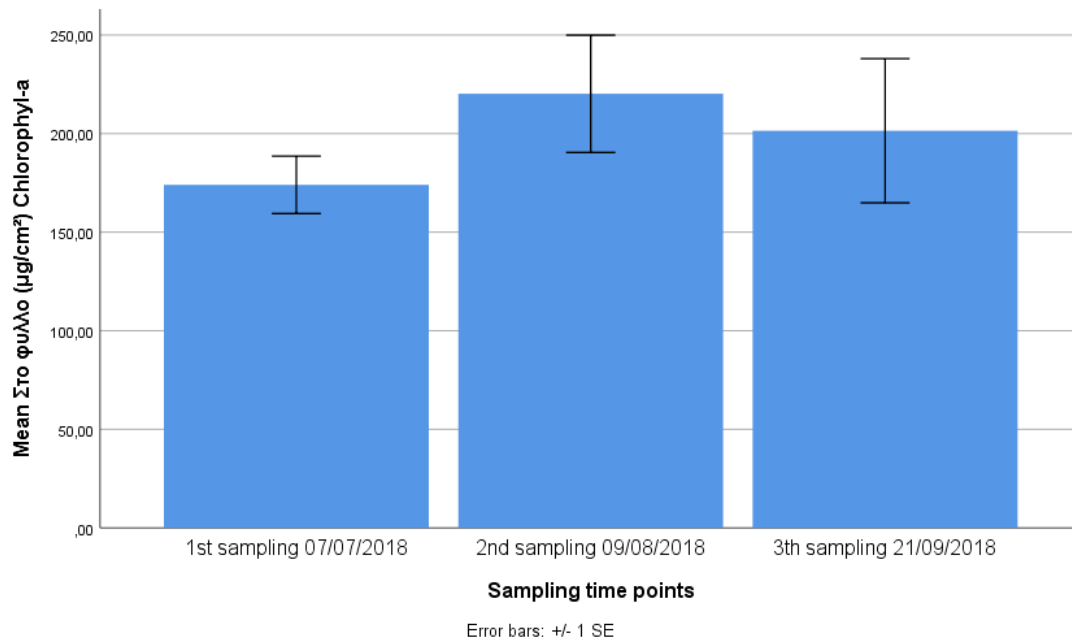
Διάγραμμα 3.37

Στο γράφημα 3.37 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη βαυξάνεται σταδιακά μέχρι τη τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων. Τα αποτελέσματά μας δεν συμφωνούν με την έρευνα.



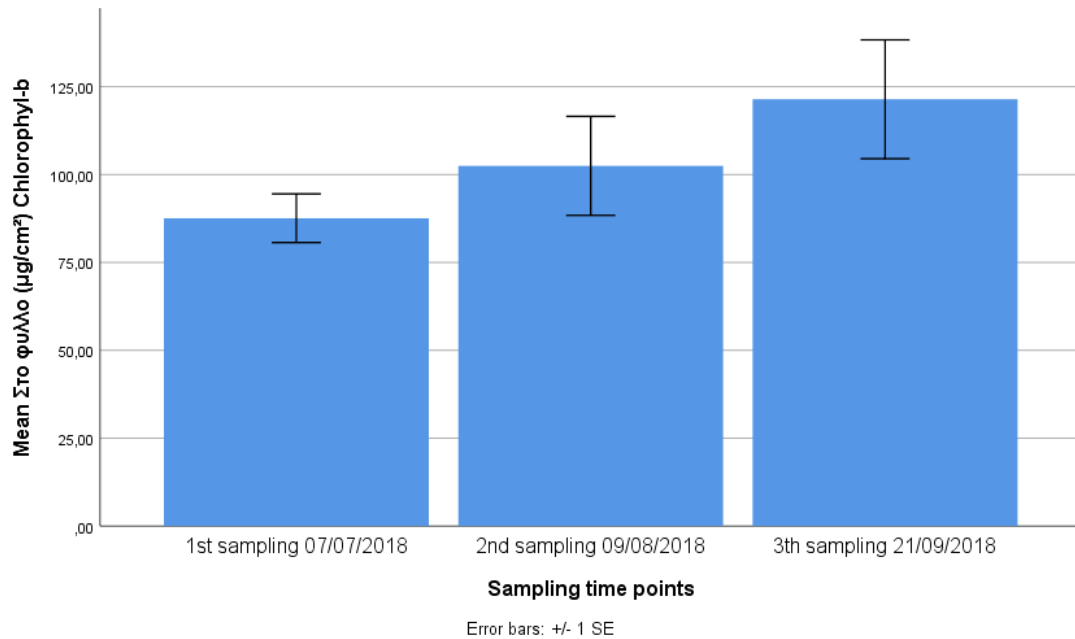
Διάγραμμα 3.38

Στο γράφημα 3.38 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b (μg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b αυξάνονται κατά τη δεύτερη δειγματοληψία ενώ μειώνονται στη Τρίτη. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



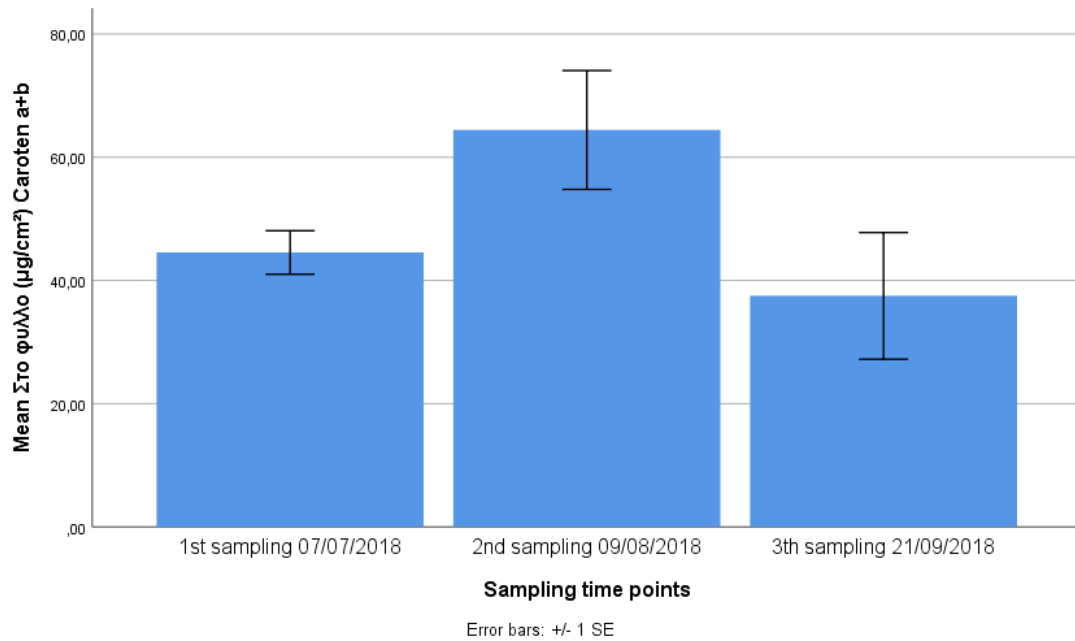
Διάγραμμα 3.39

Στο γράφημα 3.39 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a (μg/cm²) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη a μειώνεται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



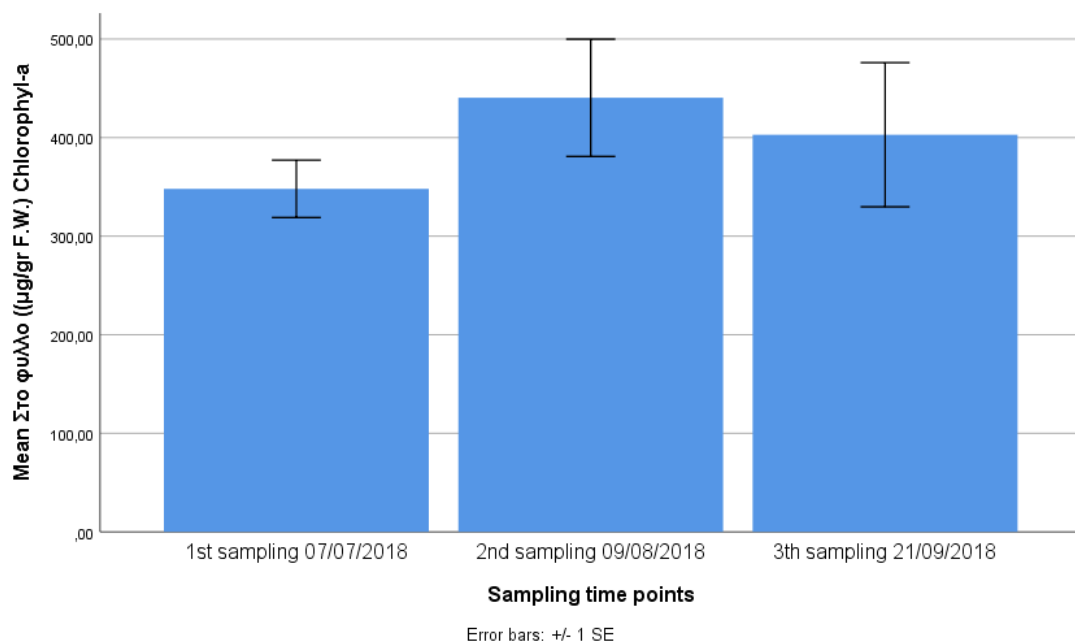
Διάγραμμα 3.40

Στο γράφημα 3.40 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b αυξάνεται έως τη τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Fornasiero & Bonatti 1984) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται στο τέλος της επέκτασης των φύλλων. Τα αποτελέσματά μας δεν συμφωνούν με την έρευνα.



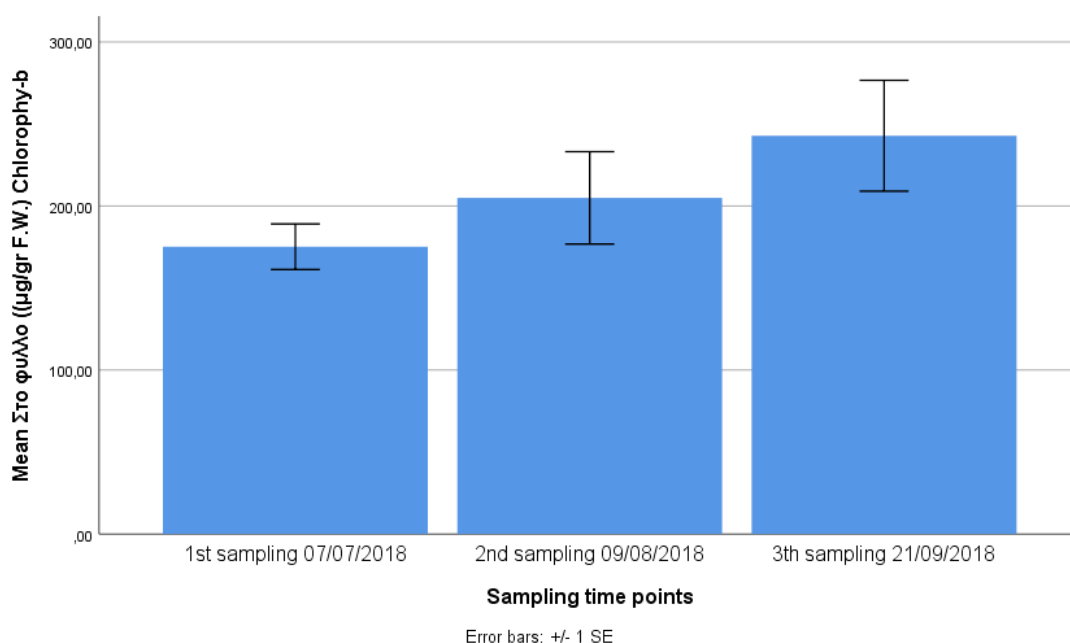
Διάγραμμα 3.41

Στο γράφημα 3.41 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) στο φύλλο σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



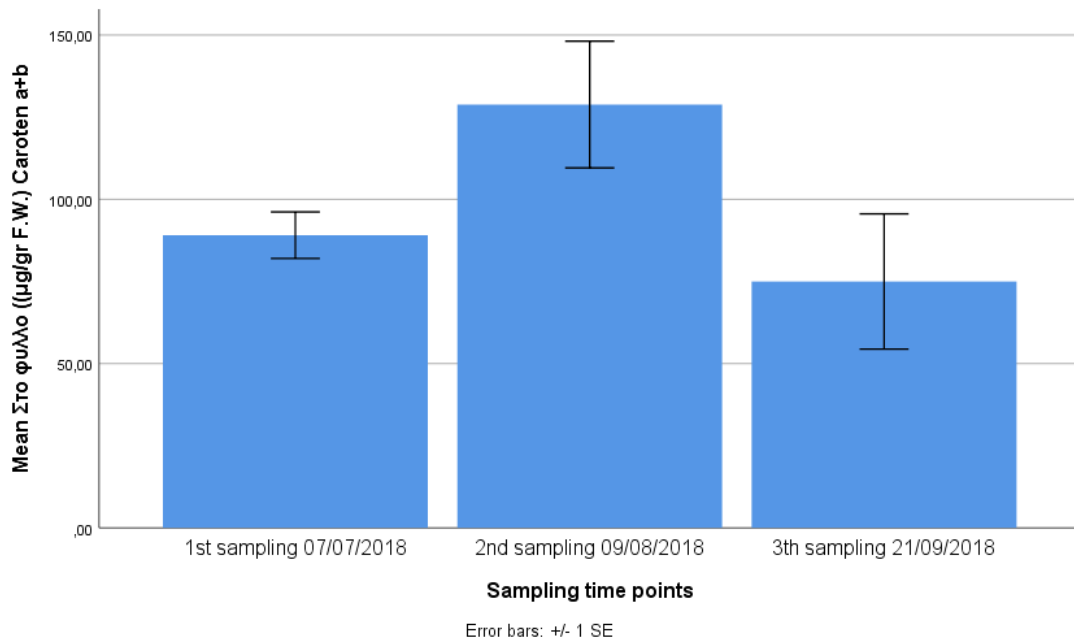
Διάγραμμα 3.42

Στο γράφημα 3.42 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη α μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα.



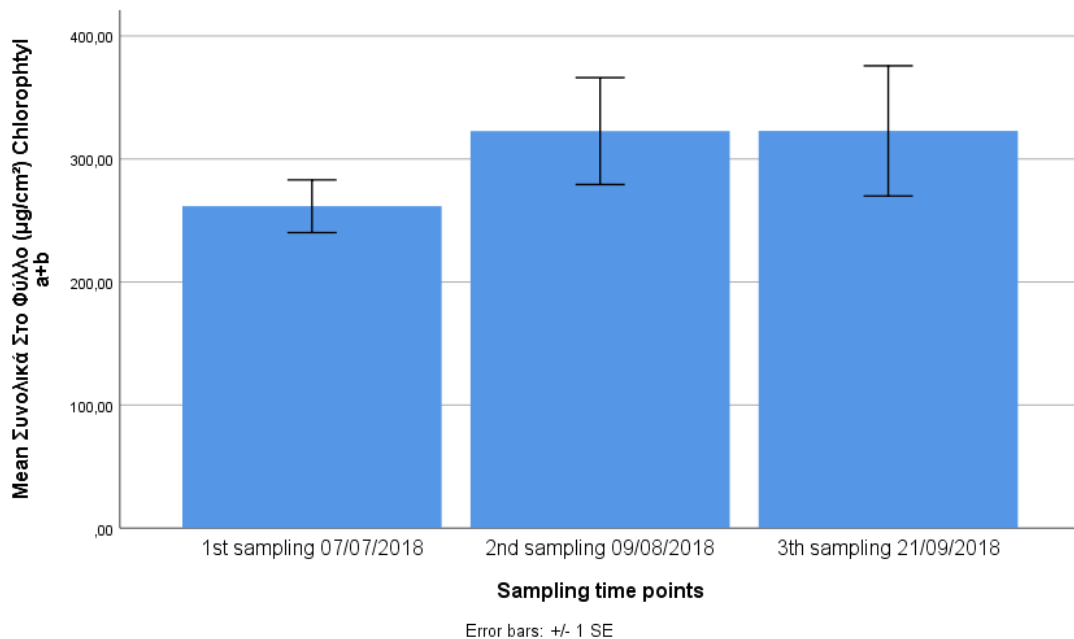
Διάγραμμα 3.43

Στο γράφημα 3.43 συγκρίνεται η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b στο φύλλο [(μg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού η χλωροφύλλη b αυξάνεται έως τη 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Τα αποτελέσματά μας δεν συμφωνούν με την έρευνα.



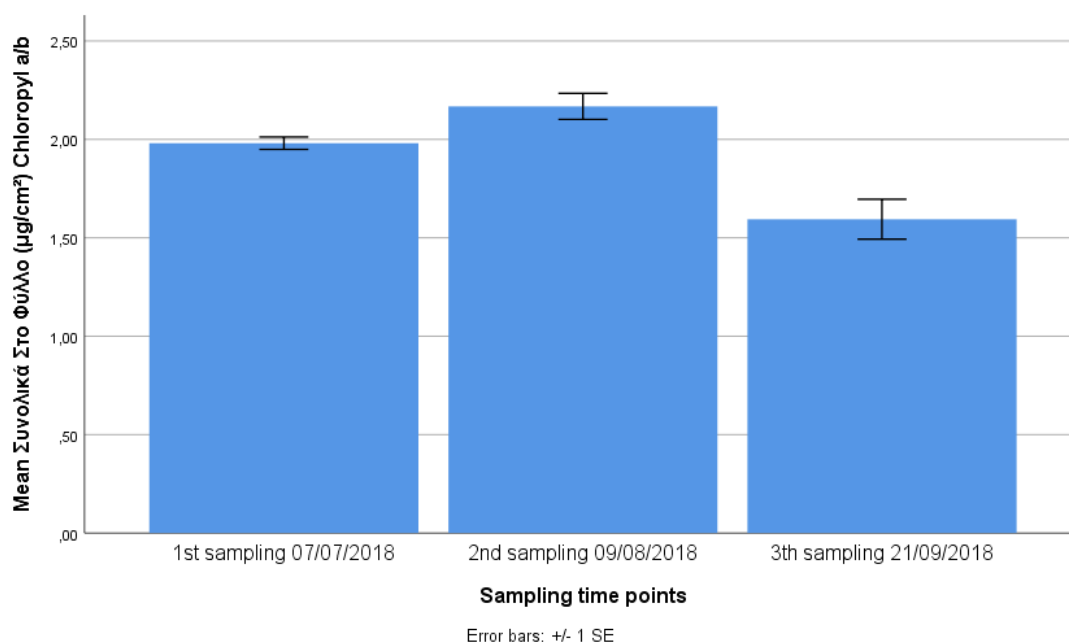
Διάγραμμα 3.44

Στο γράφημα 3.44 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b στο φύλλο [(µg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού τα καροτενοειδή a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) το καροτένιο είναι χαμηλό σε ανώριμες ή υπερώριμες τομάτες.



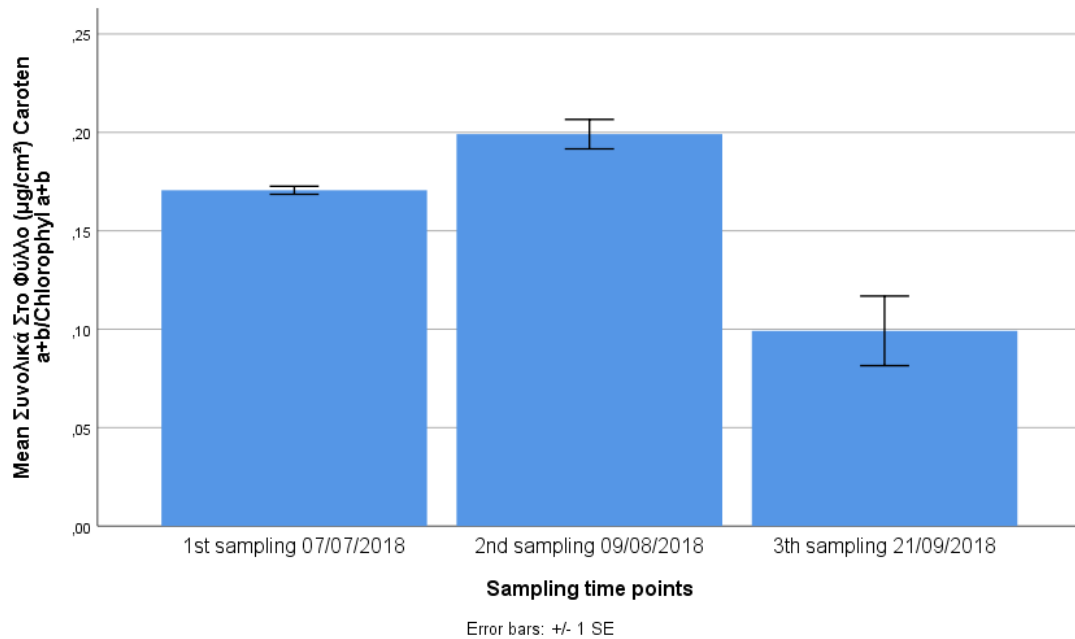
Διάγραμμα 3.45

Στο γράφημα 3.45 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφύλλων a+b συνολικά στο φύλλο ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού οι χλωροφύλλες a+b αυξάνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a+b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Τα αποτελέσματά μας δεν συμφωνούν με την έρευνα.



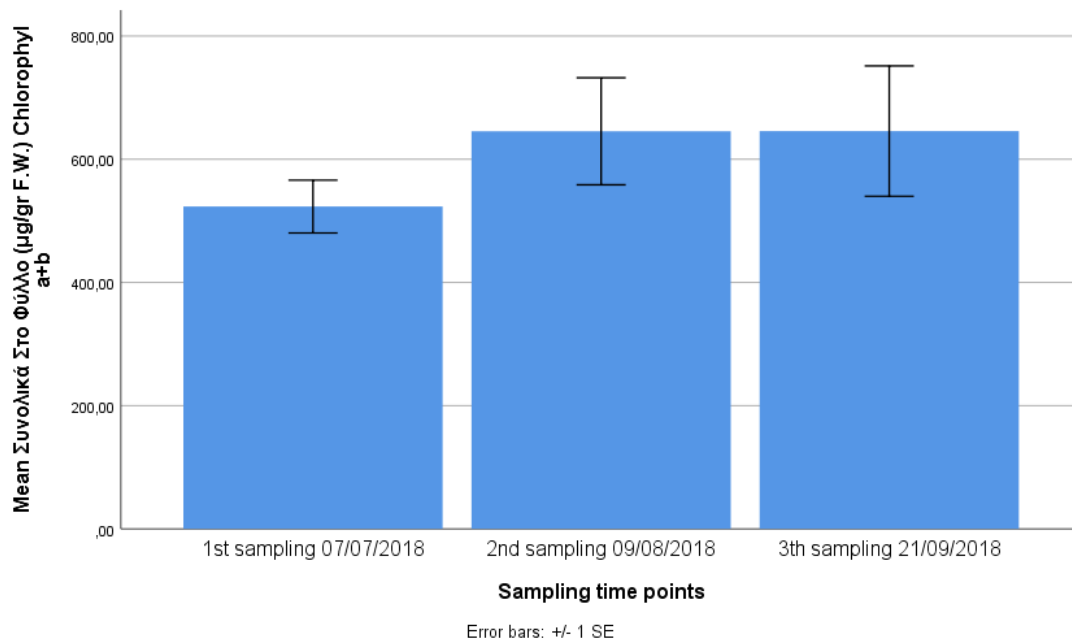
Διάγραμμα 3.46

Στο γράφημα 3.46 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφύλλων a/b συνολικά στο φύλλο ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού οι χλωροφύλλες a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,023$ ενώ στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,004$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Argyroudi-Akoynoglou & Akoynoglou 1970) η αναλογία a/b αυξάνεται με τον αριθμό εκθέσεων φωτός έως περίπου 45 εκθέσεις και μετά μειώνεται.



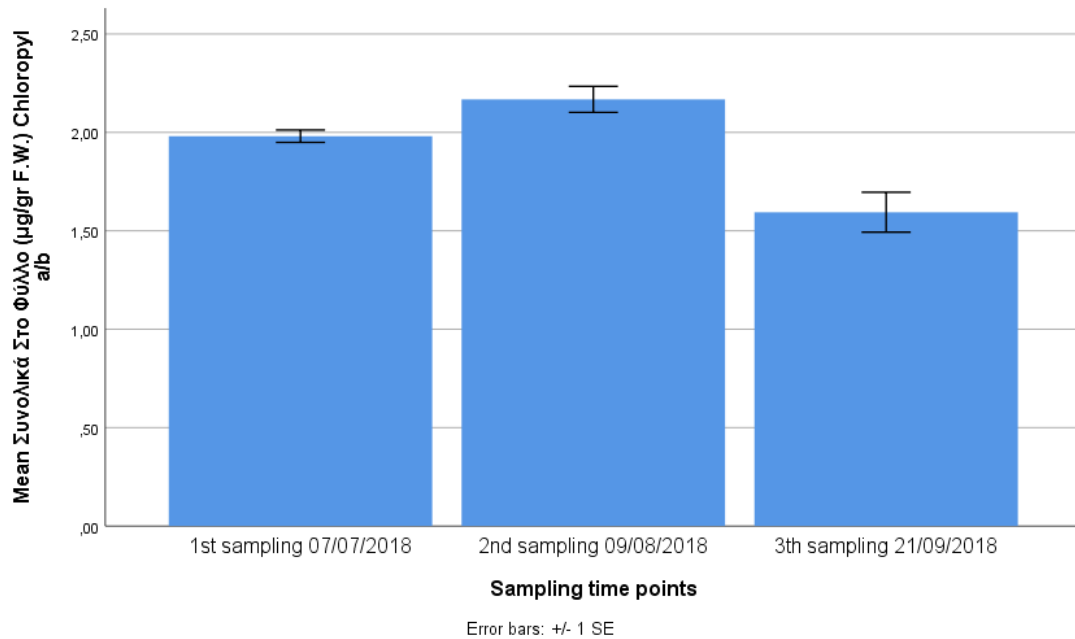
Διάγραμμα 3.47

Στο γράφημα 3.47 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο (µg/cm²) σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b μειώνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,008$ ενώ στην πρώτη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,001$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Filella et al. 2009) ο λόγος καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση φωτοσυνθετικής χρήσης.



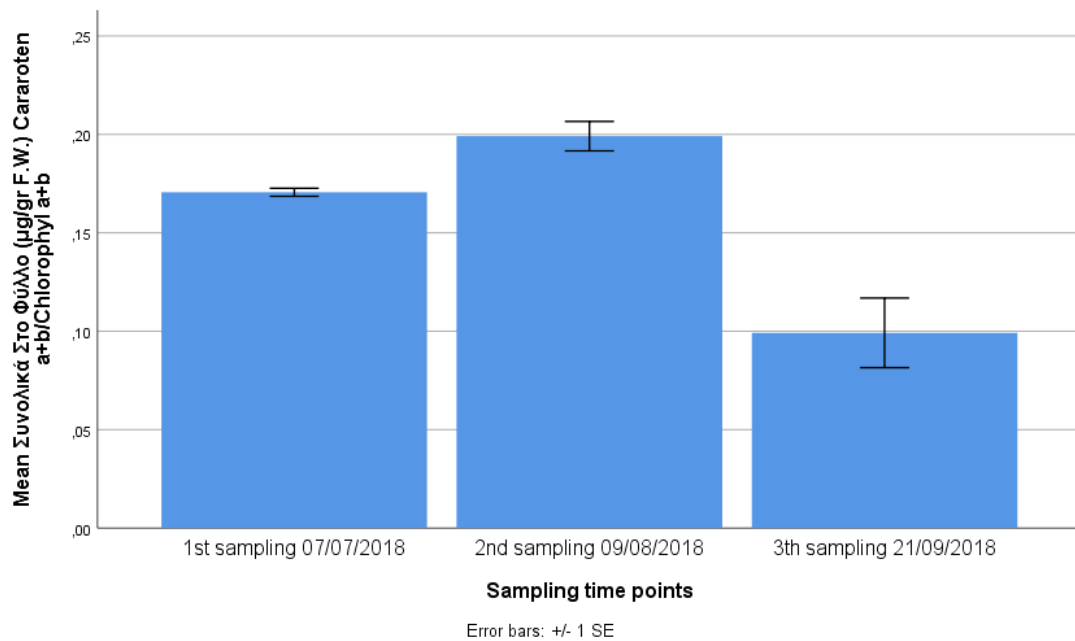
Διάγραμμα 3.48

Στο γράφημα 3.48 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο [(µg/gr)F.W.]σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των χλωροφυλλών a+b αυξάνεται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στις δειγματοληψίες δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Kozukue & Friedman 2003) η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a+b μειώνεται όσο αναπτύσσεται η τομάτα. Τα αποτελέσματα δεν συμφωνούν με την έρευνα.



Διάγραμμα 3.49

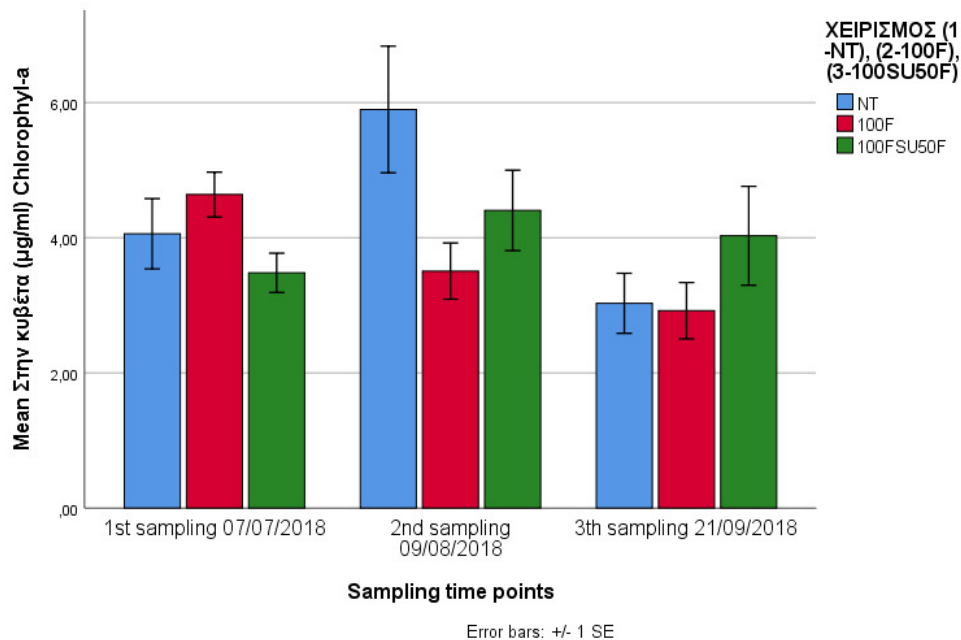
Στο γράφημα 3.49 συγκρίνεται η συγκέντρωση των χλωροφυλλών a/b συνολικά στο φύλλο[(µg/gr)F.W.]σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού χλωροφυλλών a/b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,023$ ενώ στην πρώτη και Τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,004$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Argyroudi-Akoynoglou & Akoynoglou 1970) η αναλογία a/b αυξάνεται με τον αριθμό εκθέσεων φωτός έως περίπου 45 εκθέσεις και μετά μειώνεται.



Διάγραμμα 3.50

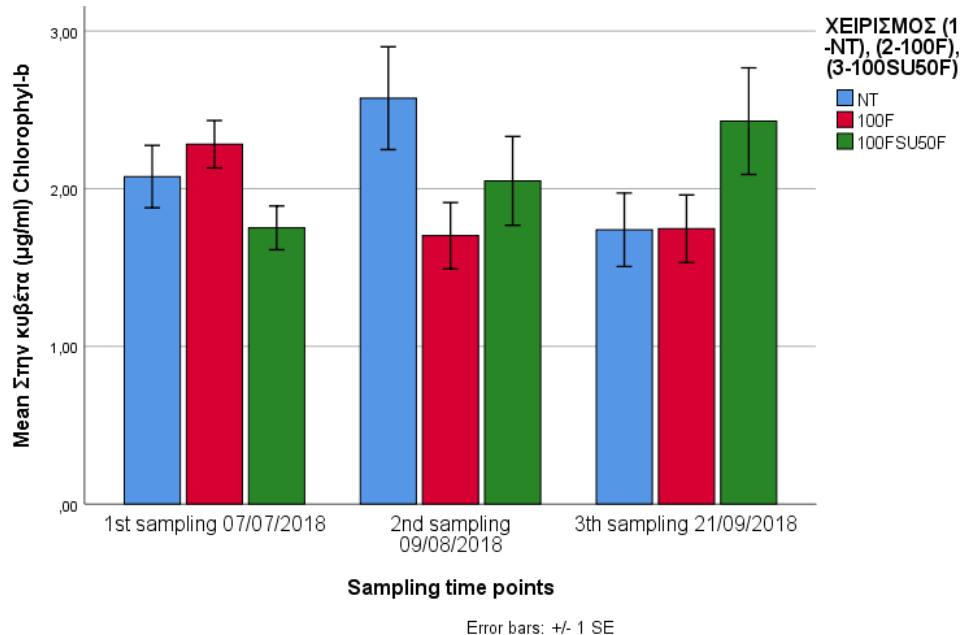
Στο γράφημα 3.50 συγκρίνεται η συγκέντρωση των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b συνολικά στο φύλλο [(µg/gr)F.W.] σε σχέση με τις 3 χρονικές στιγμές. Κατά την πορεία ανάπτυξης του φυτού ο λόγος της συγκέντρωσης των καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b μειώνονται στην 3^η δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,008$ ενώ στην πρώτη και Τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,001$. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Filella et al. 2009) ο λόγος καροτενοειδών a+b/χλωροφυλλών a+b έχει ως αποτέλεσμα τη μειωμένη απόδοση φωτοσυνθετικής χρήσης.

3.3.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗΣ ΧΡΩΣΤΙΚΩΝ ΣΕ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥΣ (ΑΠΟ ΚΥΒΕΤΑ)



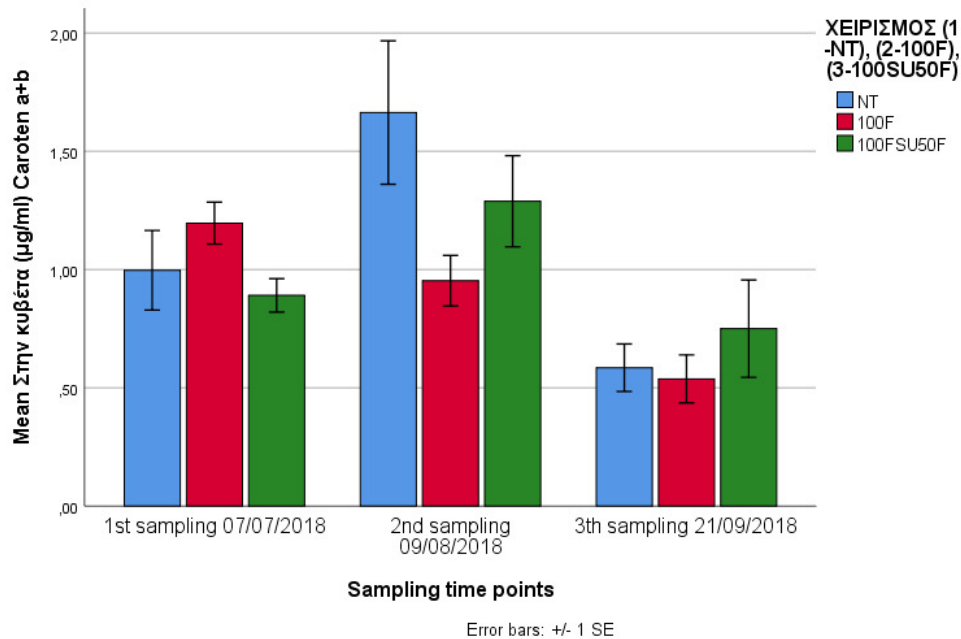
Διάγραμμα 3.51

Στο γράφημα 3.51 συγκρίνεται η συγκέντρωση της Chlorophyll-a (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘‘Mann-Whitney’’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F η στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής είναι $p=0,035$. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin , Maurer , Maty, Bilger, & Scheidegger, 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll-a (µg/ml). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell, 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll-a (µg/ml) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



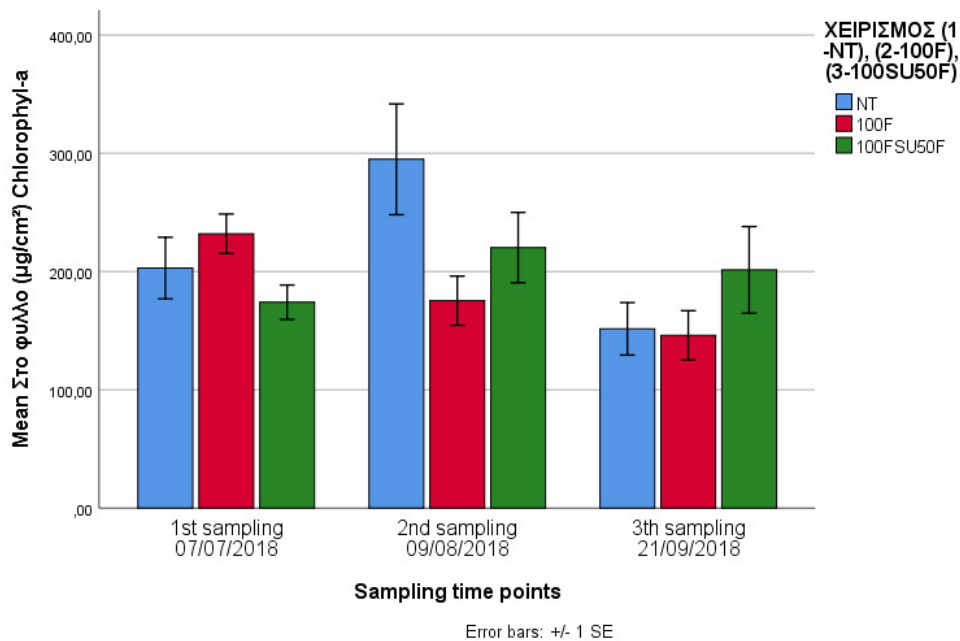
Διάγραμμα 3.52

Στο γράφημα 3.52 συγκρίνεται η συγκέντρωση της Chlorophyll-b (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll-b (µg/ml). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll-b (µg/ml) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



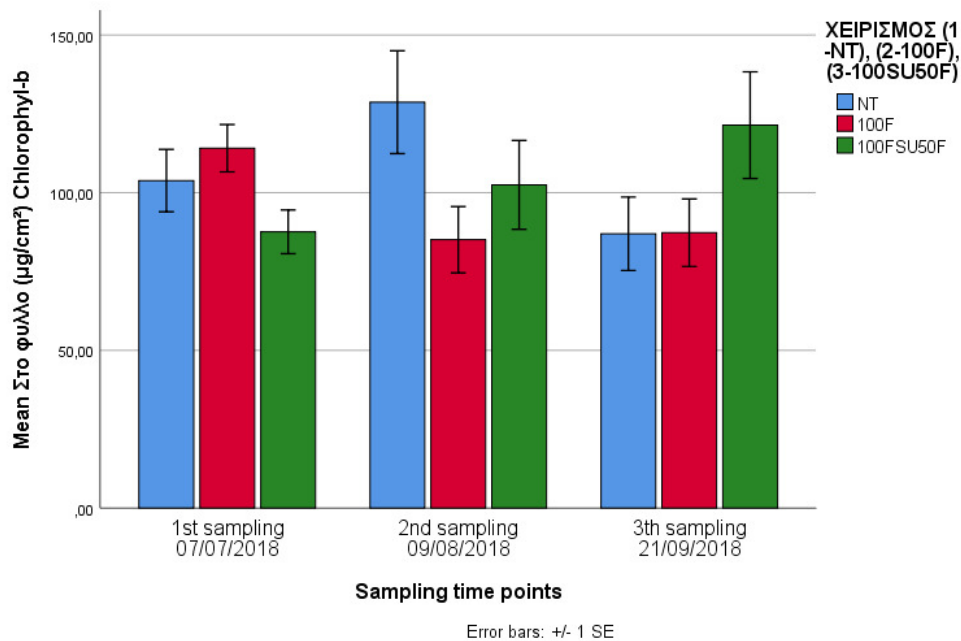
Διάγραμμα 3.53

Στο γράφημα 3.53 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Caroten a+b (µg/ml) στην κυβέτα σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘‘Mann-Whitney’’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F η στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής είναι $p=0,03$. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Caroten a+b (µg/ml). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Caroten a+b (µg/ml) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



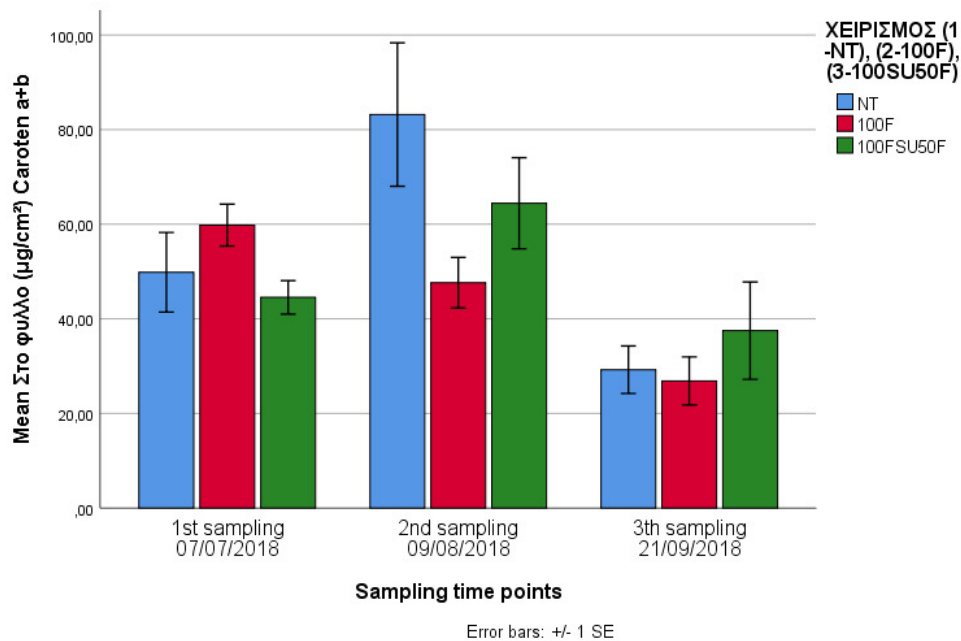
Διάγραμμα 3.54

Στο γράφημα 3.54 συγκρίνεται η συγκέντρωση της Chlorophyll-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘‘Mann-Whitney’’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F η στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής είναι $p=0,035$. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll-a ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



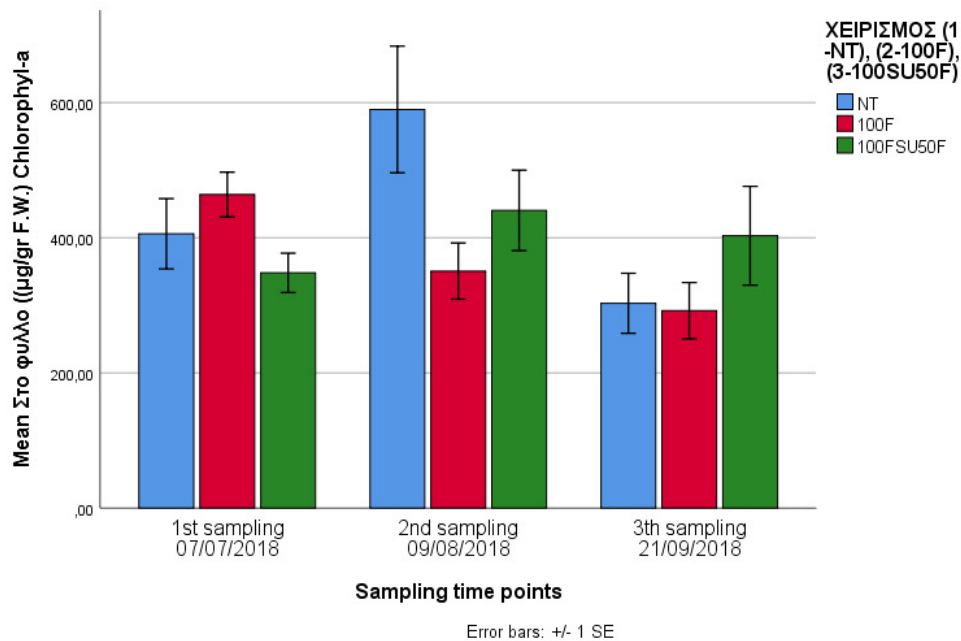
Διάγραμμα 3.55

Στο γράφημα 3.55 συγκρίνεται η συγκέντρωση της Chlorophyll-b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμιά διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll-b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll-b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



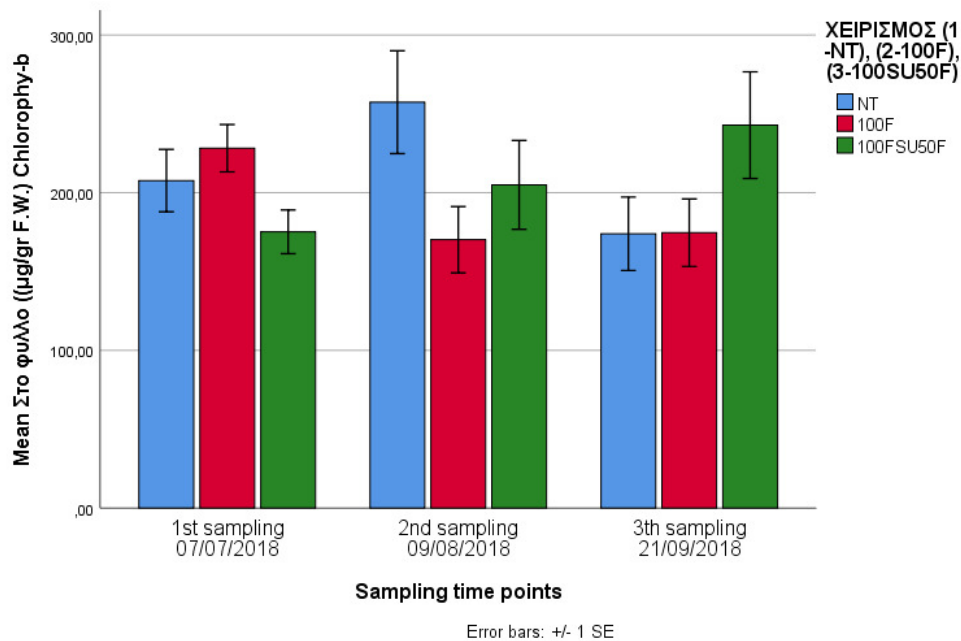
Διάγραμμα 3.56

Στο γράφημα 3.56 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Caroten a+b (µg/cm²) στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘‘Mann-Whitney’’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F η στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής είναι $p=0,03$. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Caroten a+b (µg/cm²). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Caroten a+b (µg/cm²) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



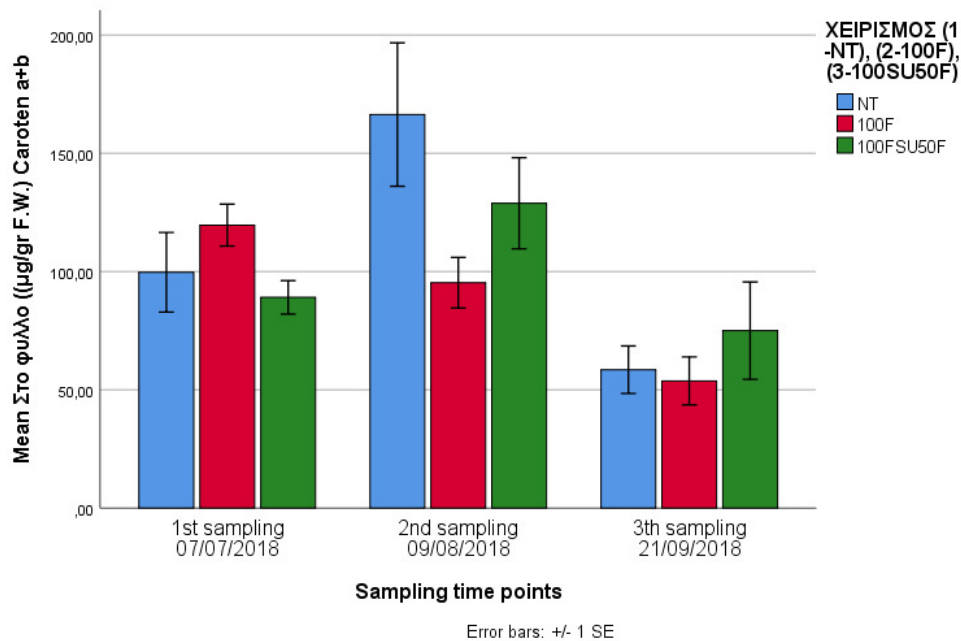
Διάγραμμα 3.57

Στο γράφημα 3.57 συγκρίνεται η συγκέντρωση της Chlorophyll-a (µg/grF.W.) στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμιά διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F η στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής είναι $p=0,035$. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμιά επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll-a (µg/grF.W.). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll-a (µg/grF.W.) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



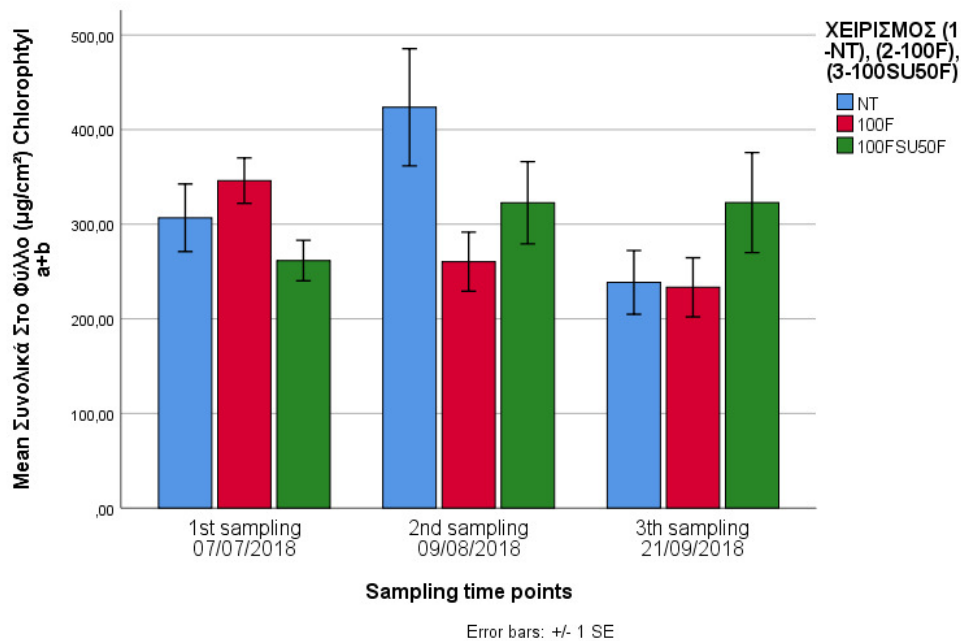
Διάγραμμα 3.58

Στο γράφημα 3.58 συγκρίνεται η συγκέντρωση της Chlorophyll-b (µg/gr F.W.) στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμιά διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll-b (µg/grF.W.). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll-b (µg/grF.W.) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



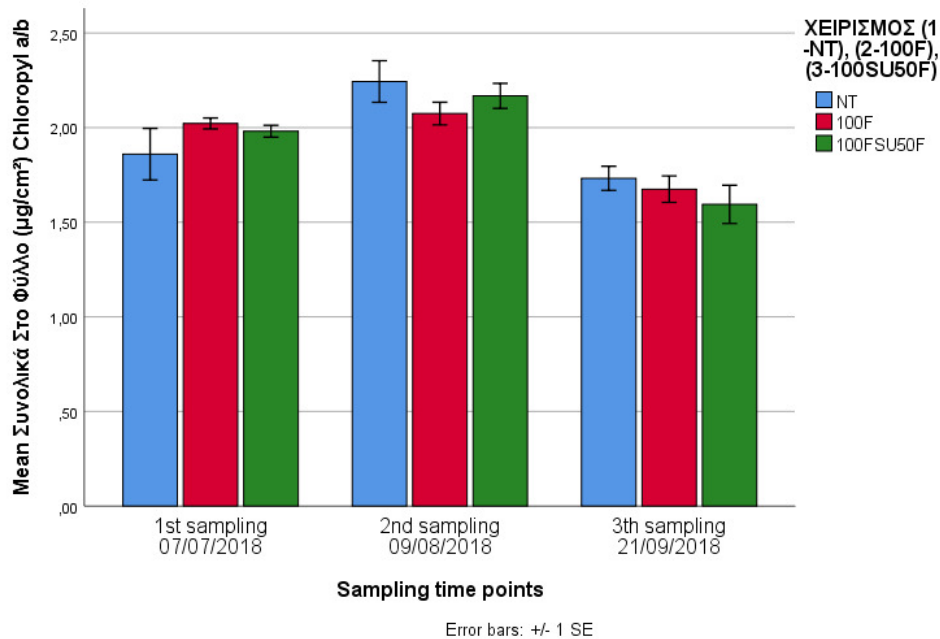
Διάγραμμα 3.59

Στο γράφημα 3.59 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Caroten a+b (µg/gr F.W.) στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τη χρωστική των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F η στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα της χρωστικής είναι $p=0,035$. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Η ποιοτική μεταβολή της χρωστικής στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρει στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορά την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζεται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Caroten a+b (µg/grF.W.). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Caroten a+b (µg/grF.W.) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



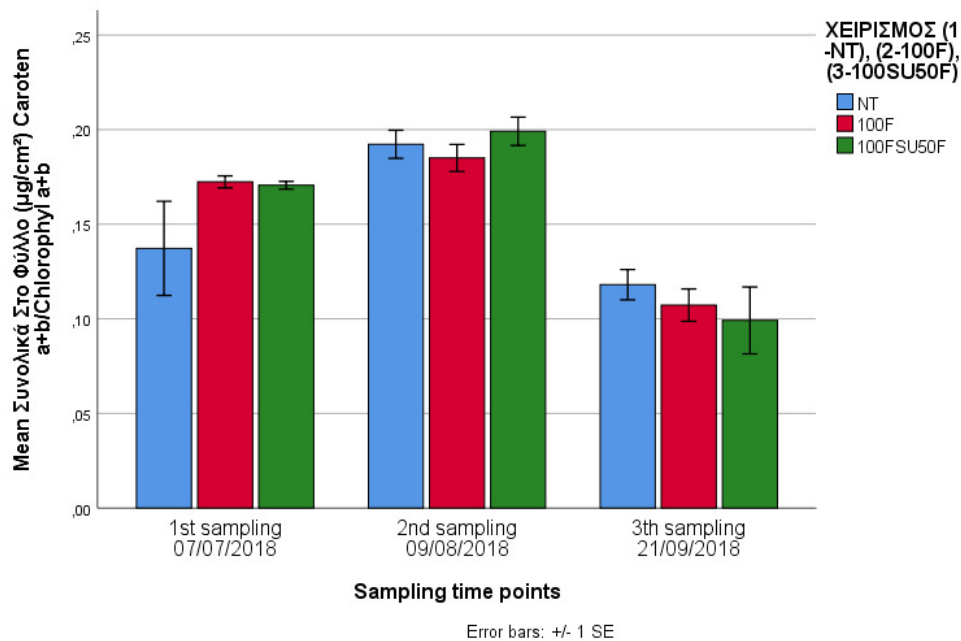
Διάγραμμα 3.60

Στο γράφημα 3.60 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Chlorophyll a+b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) συνολικά στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τις χρωστικές των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα των χρωστικών. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρουν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορούν την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll a+b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll a+b ($\mu\text{g}/\text{cm}^2$) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



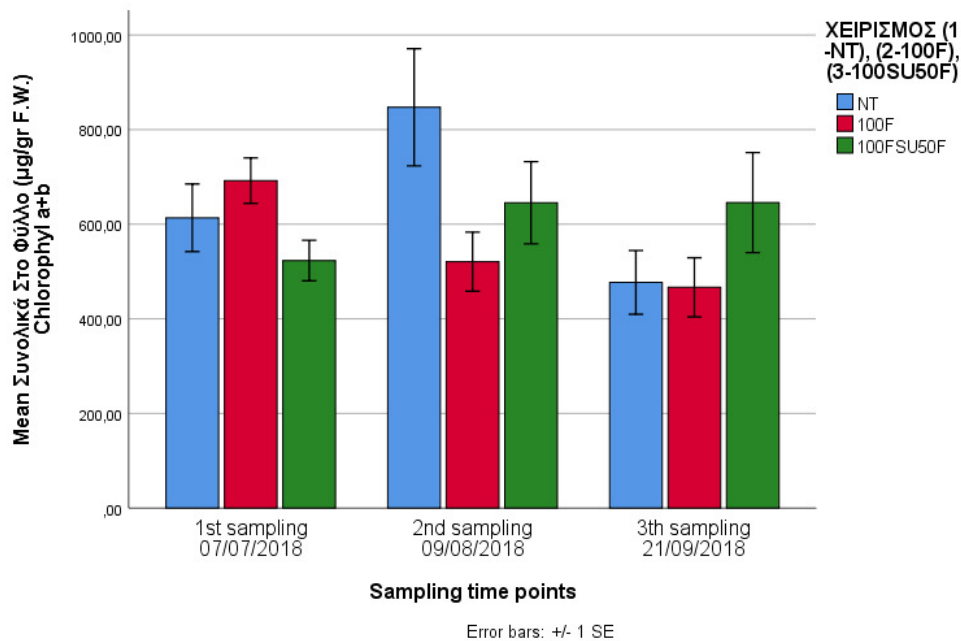
Διάγραμμα 3.61

Στο γράφημα 3.61 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Chlorophyll a/b (µg/cm²) συνολικά στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τις χρωστικές των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα των χρωστικών. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρουν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορούν την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyll a/b (µg/cm²). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyll a/b (µg/cm²) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



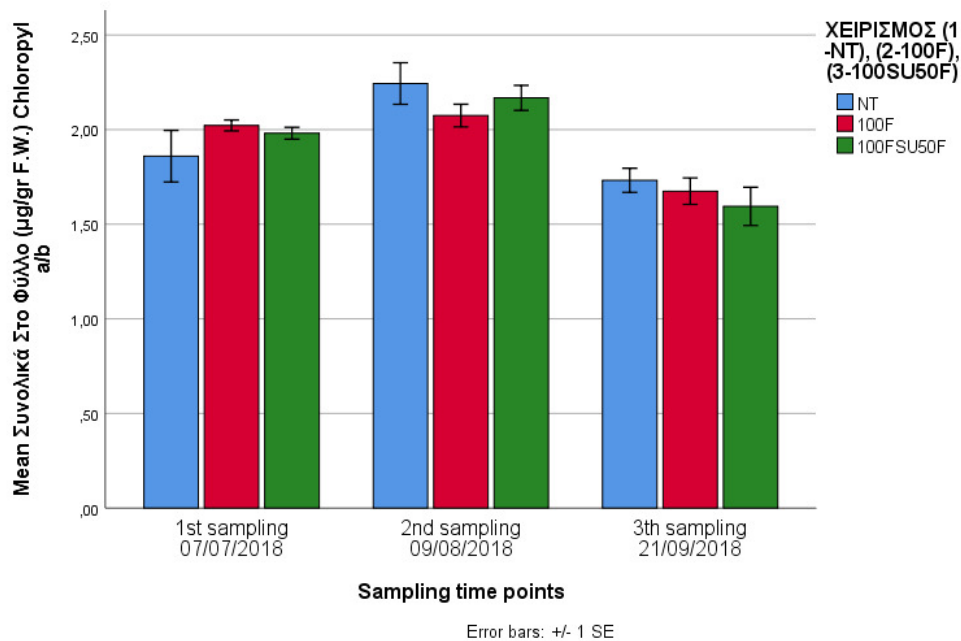
Διάγραμμα 3.62

Στο γράφημα 3.62 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Caroten a+b/Chlorophyll a+b (μg/cm²) συνολικά στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τις χρωστικές των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα των χρωστικών. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρουν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορούν την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Caroten a+b/Chlorophyll a+b (μg/cm²). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Caroten a+b/Chlorophyll a+b (μg/cm²) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



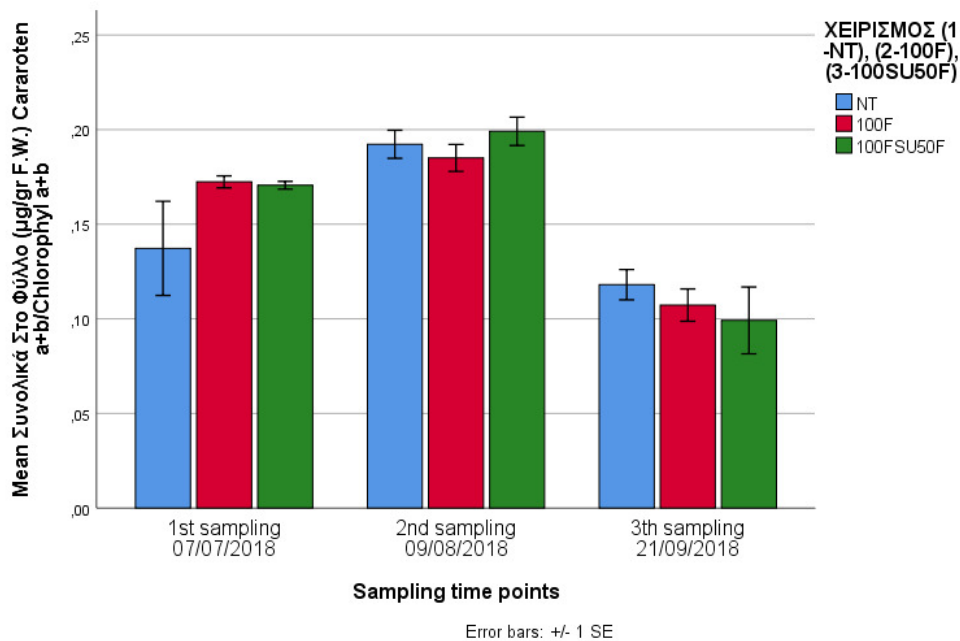
Διάγραμμα 3.63

Στο γράφημα 3.63 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Chlorophyl a+b (µg/gr F.W.) συνολικά στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμιά διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τις χρωστικές των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα των χρωστικών. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρουν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορούν την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyl a+b (µg/gr F.W.). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyl a+b (µg/gr F.W.) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.



Διάγραμμα 3.64

Στο γράφημα 3.64 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Chlorophyl a/b (µg/gr F.W.) συνολικά στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τις χρωστικές των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα των χρωστικών. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρουν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορούν την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Chlorophyl a/b (µg/gr F.W.). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Chlorophyl a/b (µg/gr F.W.) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.

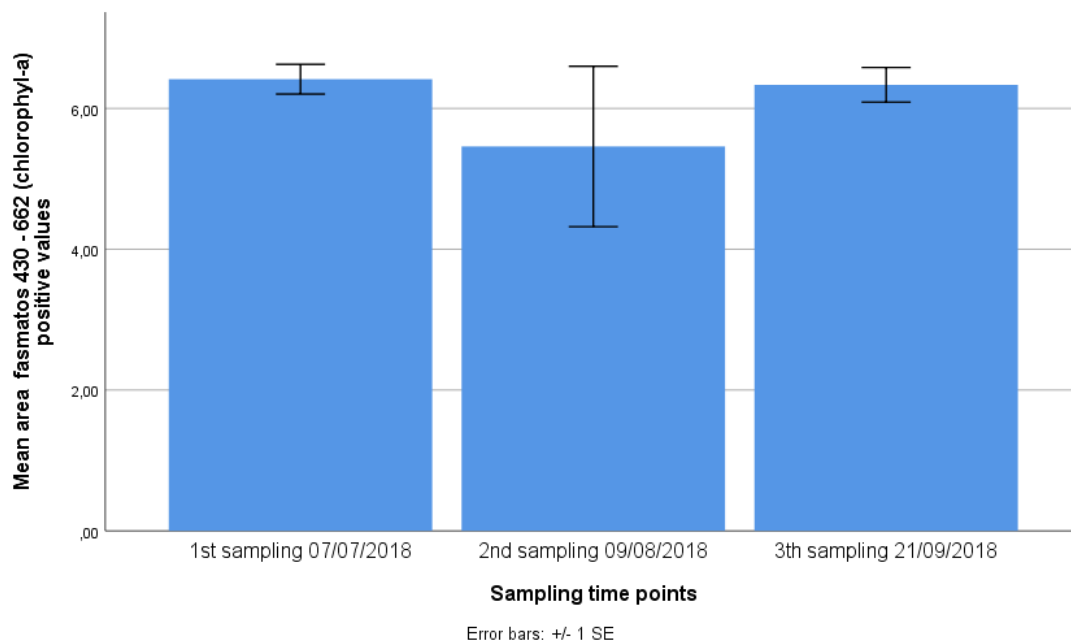


Διάγραμμα 3.65

Στο γράφημα 3.65 συγκρίνεται η συγκέντρωση των Caroten a+b/Chlorophyll a+b (µg/gr F.W.) συνολικά στο φύλλο σε σχέση με τους 3 χειρισμούς για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Στην πρώτη δειγματοληψία δεν υπάρχει καμία διαφορά συνεπώς η λίπανση δεν έχει επηρεάσει ποσοτικά τις χρωστικές των φυτών ως στο στάδιο αυτό. Στη δεύτερη δειγματοληψία στη σύγκριση των χειρισμών NT με 100F δεν υπάρχει στατιστική σημαντική διαφορά στη ποσότητα των χρωστικών. Ο χειρισμός 100SU50F δεν διαφέρει σημαντικά ούτε από το NT ούτε από το 100F. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διαφέρουν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς συνεπώς αφορούν την προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία και δεν επηρεάζονται από τη λίπανση. Σύμφωνα με (Shavnin et al. 1999) η συγκέντρωση των λιπασμάτων δεν έχει καμία επίδραση στην ποσότητα της Caroten a+b/Chlorophyll a+b (µg/gr F.W.). Σύμφωνα με (Gervais & Riebesell 2002) η αλλαγή της ποσότητας της Caroten a+b/Chlorophyll a+b (µg/gr F.W.) οφείλεται στη μείωση της φωτοσυνθετικής ικανότητας.

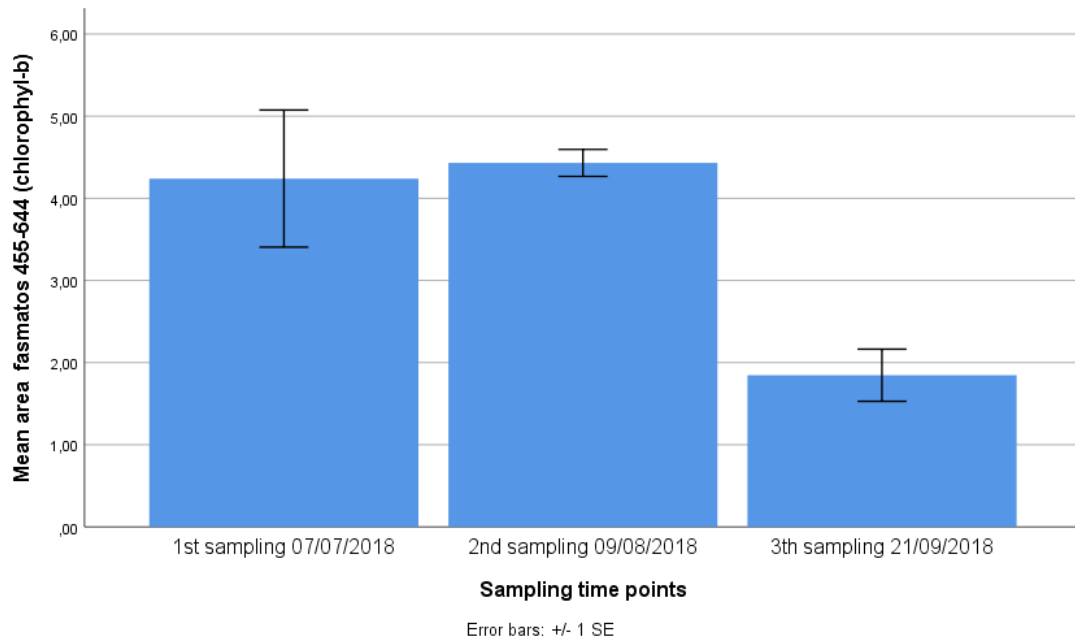
3.3.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΦΑΣΜΑΤΟΣ ΣΧΕΣΗ ΜΕ ΤΟΝ ΧΡΟΝΟ ΚΑΙ ΤΟΥΣ ΧΕΙΡΙΣΜΟΥΣ (ΑΠΟ NIR)

1)NT



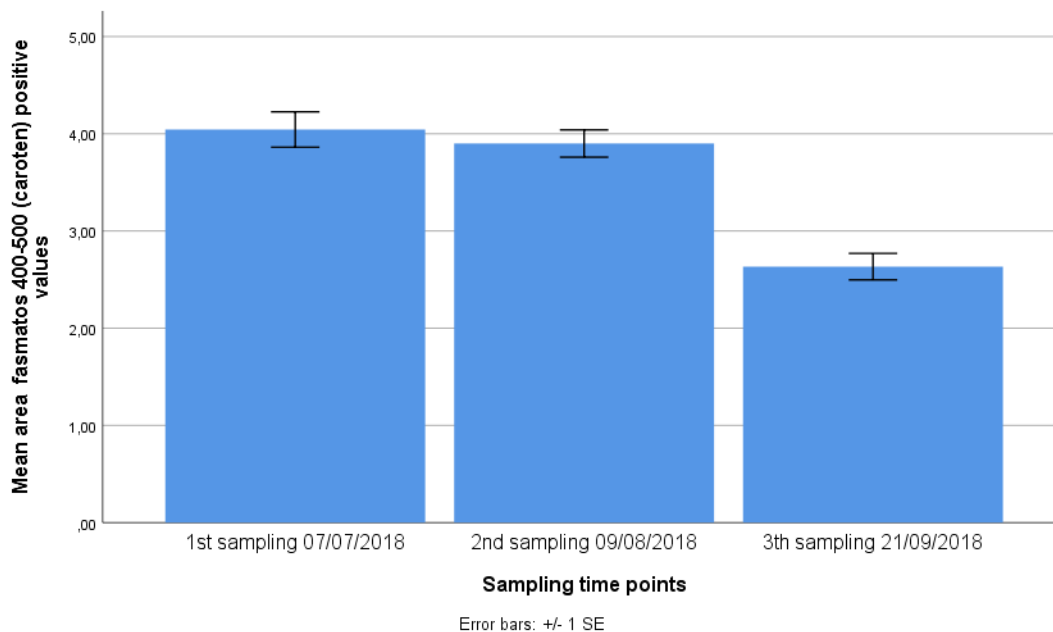
Διάγραμμα 3.66

Στο γράφημα 3.66 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 430-662 της Chlorophyll-a σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στη δεύτερη δειγματοληψία η χλωροφύλλη α μειώνεται και αυξάνεται ξανά στην τρίτη δειγματοληψία. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak , 1994) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται σημαντική πτώση της chlorophyll a και παρατηρείται αύξηση της ανακλαστικότητας.



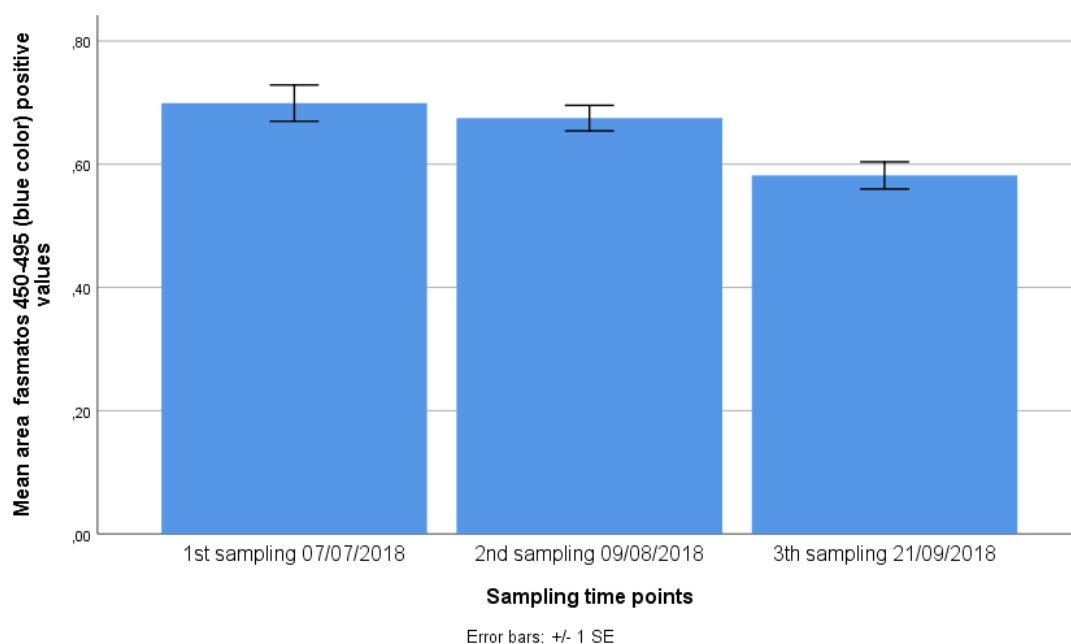
Διάγραμμα 3.67

Στο γράφημα 3.67 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 455-644 της Chlorophyl-b σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Η χλωροφύλλη b μειώνεται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται αύξηση της chlorophyl b και παρατηρείται μείωση της ανακλαστικότητας.



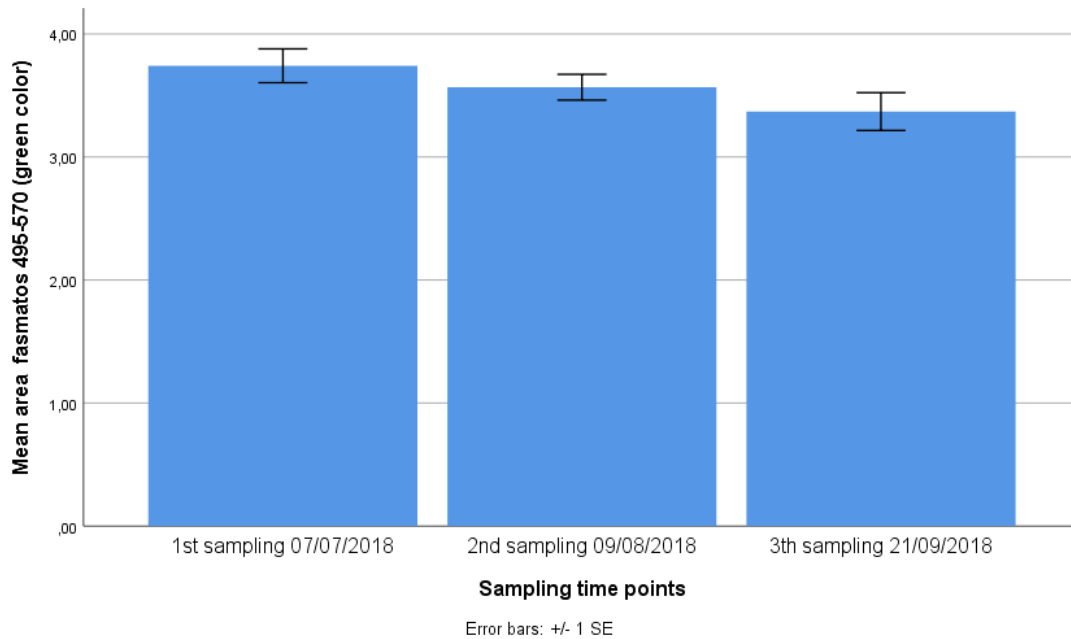
Διάγραμμα 3.68

Στο γράφημα 3.68 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 400-500 των καροτενοειδών σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Τα καροτενοειδή μειώνονται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται αύξηση των καροτενοειδών και παρατηρείται μείωση της ανακλαστικότητας.



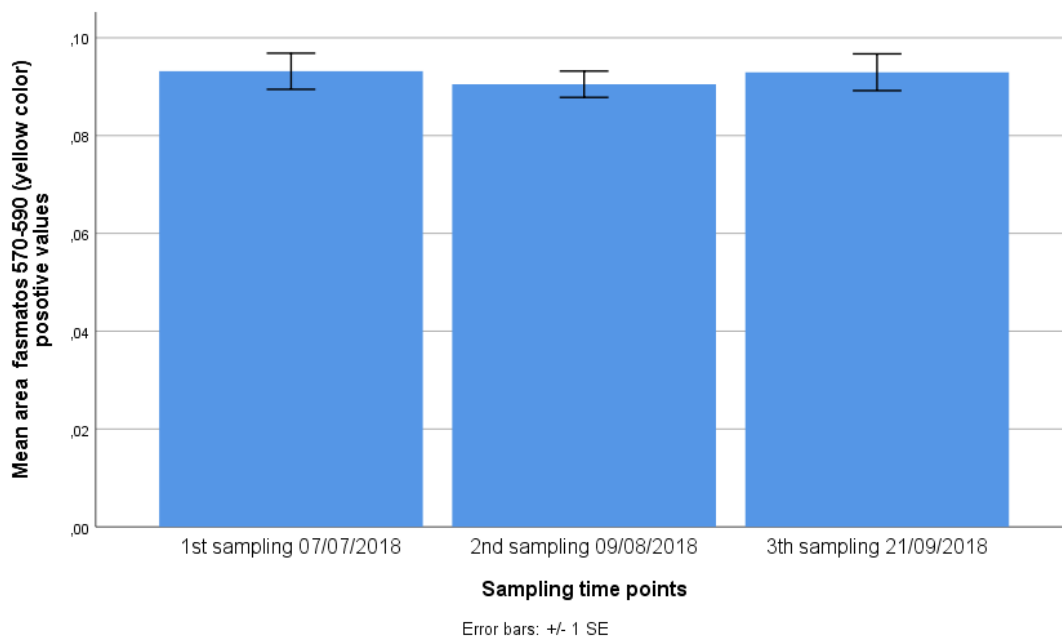
Διάγραμμα 3.69

Στο γράφημα 3.69 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 450-495 (μπλε χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p = 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p = 0,004$. Σύμφωνα με (Datt, 1998) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην μπλέ περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



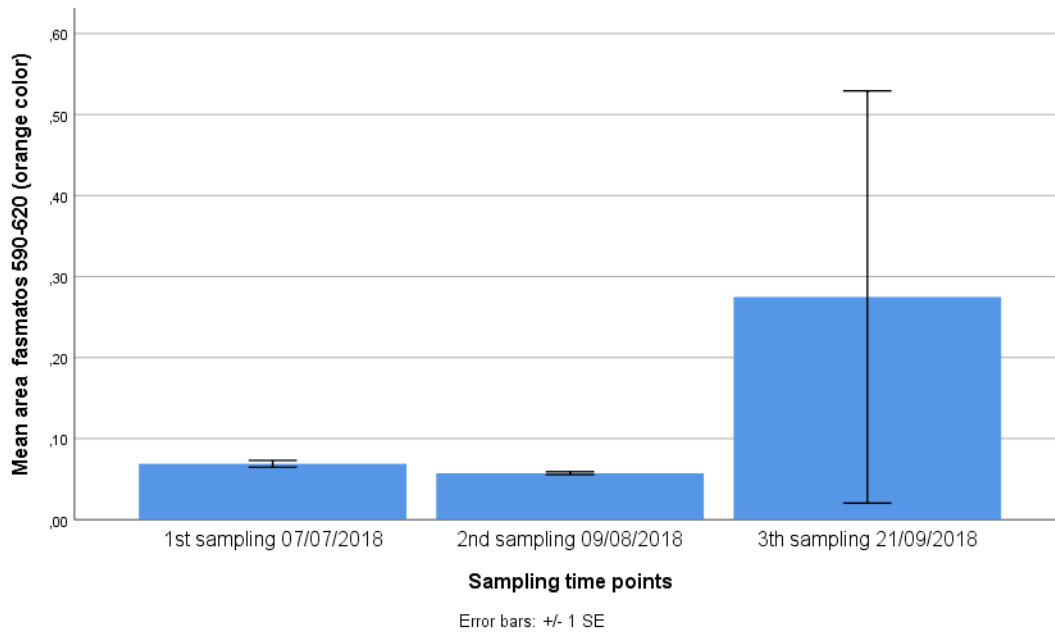
Διάγραμμα 3.70

Στο γράφημα 3.70 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 495-570 (πράσινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,049$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η μέγιστη ευαισθησία της ανάκλασης σε διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χρωστική βρέθηκε στην πράσινη περιοχή μήκους κύματος.



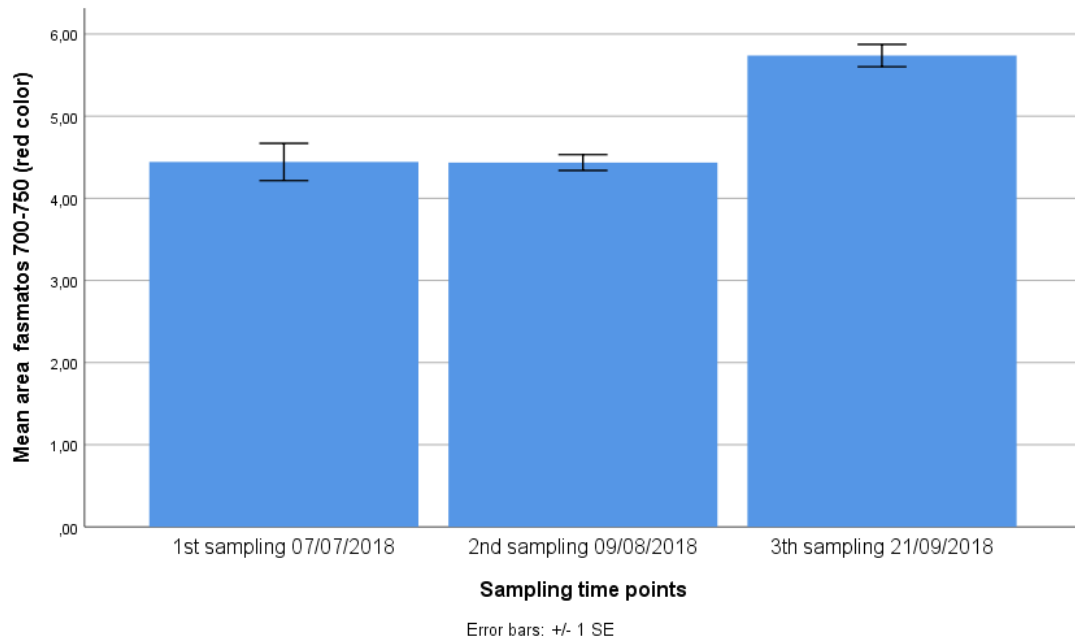
Διάγραμμα 3.71

Στο γράφημα 3.71 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 570-590 (κίτρινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην κίτρινη περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



Διάγραμμα 3.72

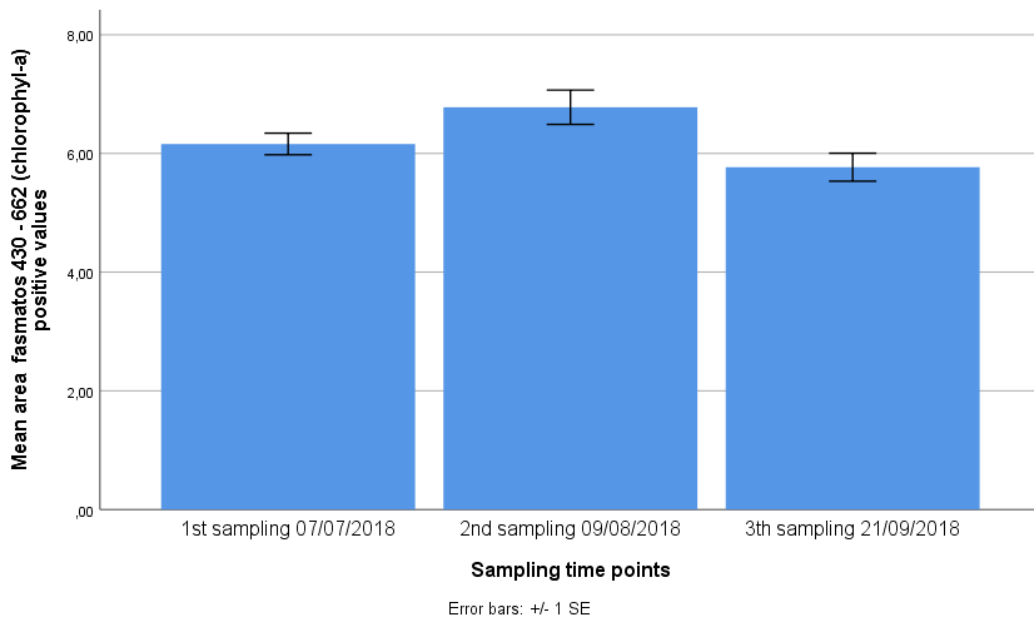
Στο γράφημα 3.72 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 590-620 (πορτοκαλί χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην πορτοκαλί περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



Διάγραμμα 3.73

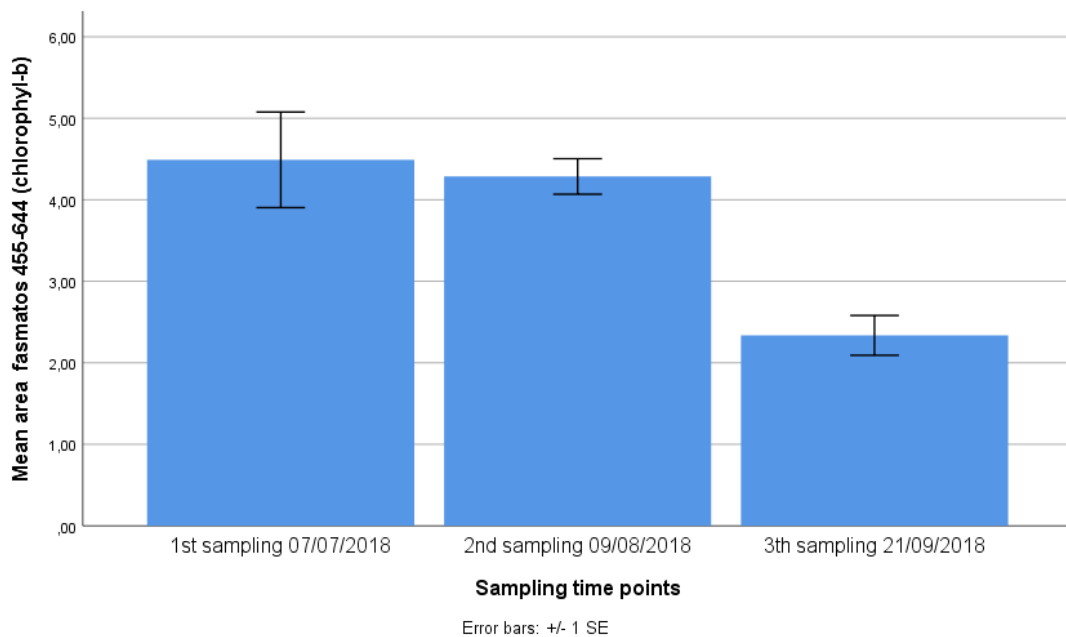
Στο γράφημα 3.73 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 700-750 (κόκκινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό NT από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η μέγιστη ευαισθησία της ανάκλασης σε διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χρωστική βρέθηκε στην κόκκινη περιοχή μήκους κύματος.

2) 100F



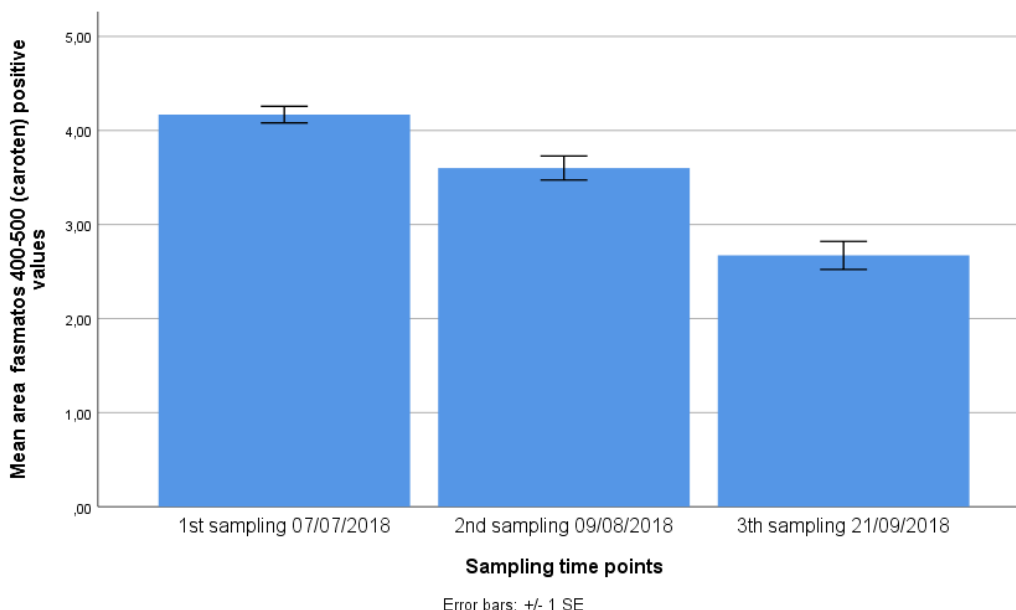
Διάγραμμα 3.74

Στο γράφημα 3.74 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 430-662 της Chlorophyll-a σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στην τρίτη δειγματοληψία η χλωροφύλλη α μειώνεται. Ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,031$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται σημαντική πτώση της chlorophyll a και παρατηρείται αύξηση της ανακλαστικότητας.



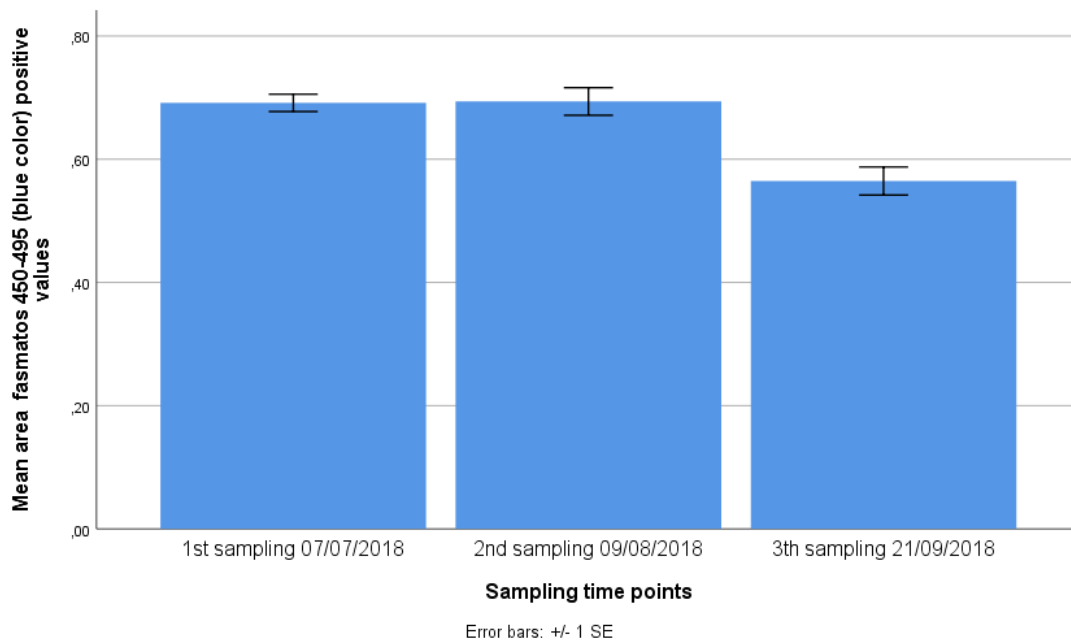
Διάγραμμα 3.75

Στο γράφημα 3.75 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 455-644 της Chlorophyll-b σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Η χλωροφύλλη β μειώνεται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και στη δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,017$. Ανάμεσα στη πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p<0,001$ και μεταξύ της δεύτερης και τρίτης δειγματοληψίας είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται αύξηση της chlorophyll b και παρατηρείται μείωση της ανακλαστικότητας.



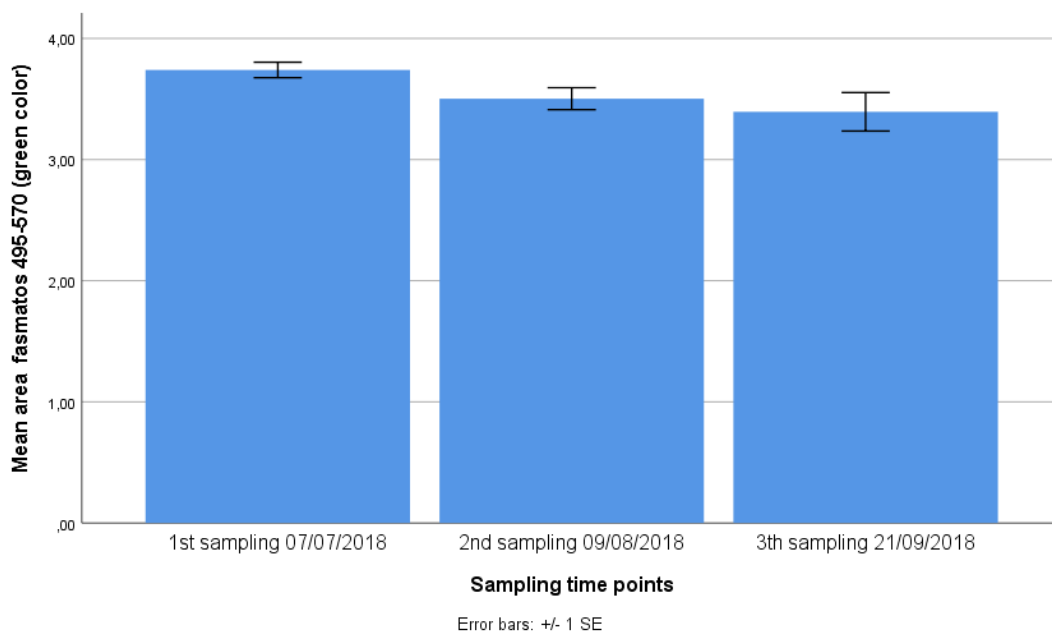
Διάγραμμα 3.76

Στο γράφημα 3.76 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 400-500 των καροτενοειδών σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Τα καροτενοειδή μειώνονται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και Τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,002$. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,001$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται αύξηση των καροτενοειδών και παρατηρείται μείωση της ανακλαστικότητας.



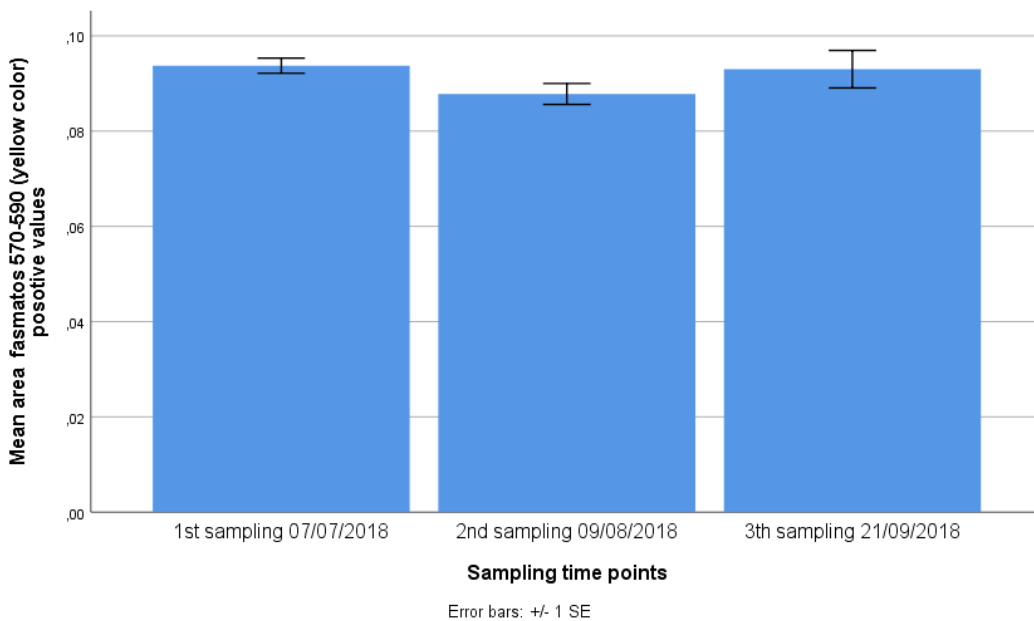
Διάγραμμα 3.77

Στο γράφημα 3.77 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 450-495 (μπλε χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία ‘Mann-Whitney’. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p = 0,002$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην μπλέ περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



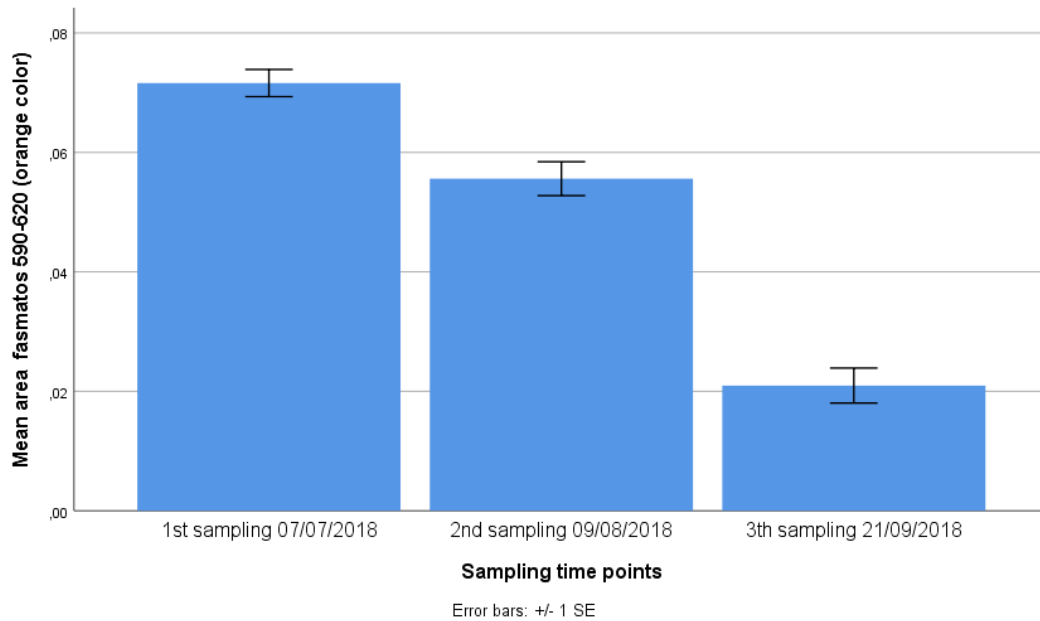
Διάγραμμα 3.78

Στο γράφημα 3.78 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 495-570 (πράσινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στη δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,034$ ενώ ανάμεσα στην πρώτη και στη τρίτη είναι $p=0,002$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η μέγιστη ευαισθησία της ανάκλασης σε διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χρωστική βρέθηκε στην πράσινη περιοχή μήκους κύματος.



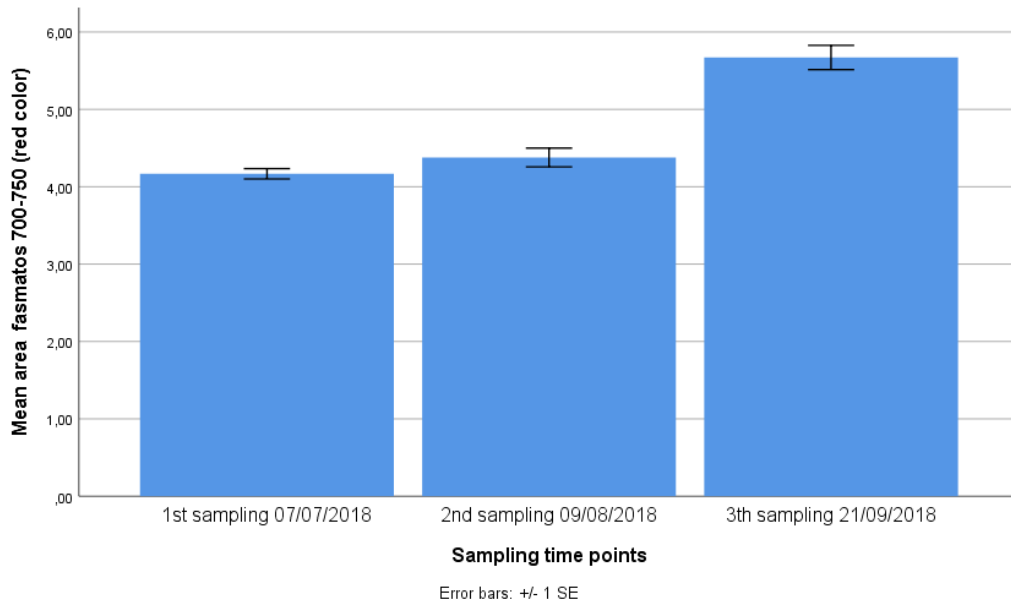
Διάγραμμα 3.79

Στο γράφημα 3.79 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 570-590 (κίτρινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στη δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι 0,026. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην κίτρινη περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



Διάγραμμα 3.80

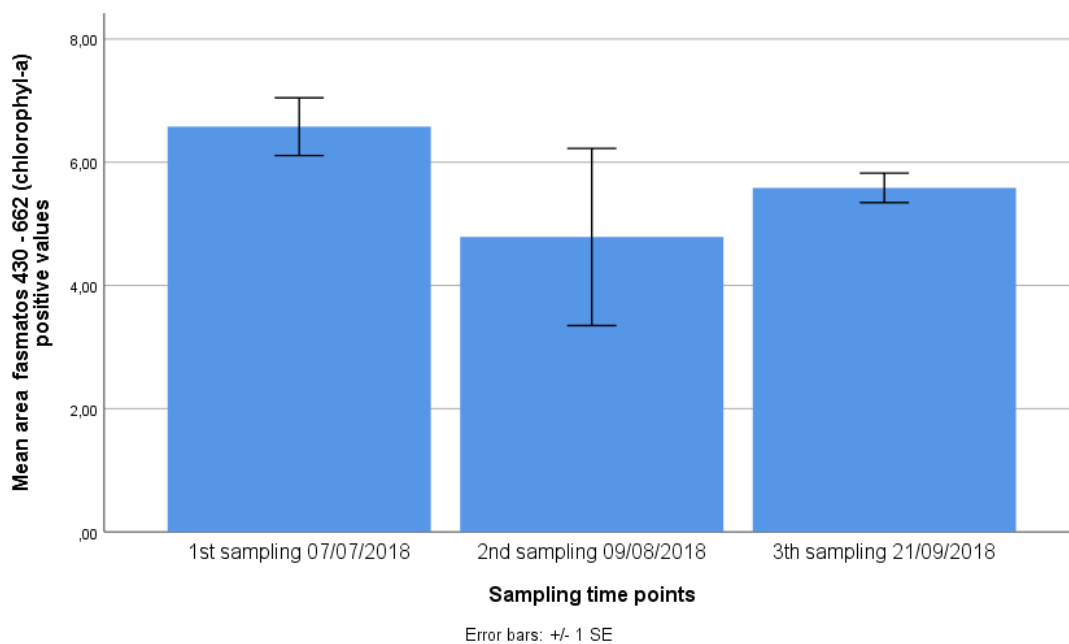
Στο γράφημα 3.80 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 590-620 (πορτοκαλί χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην πορτοκαλί περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



Διάγραμμα 3.81

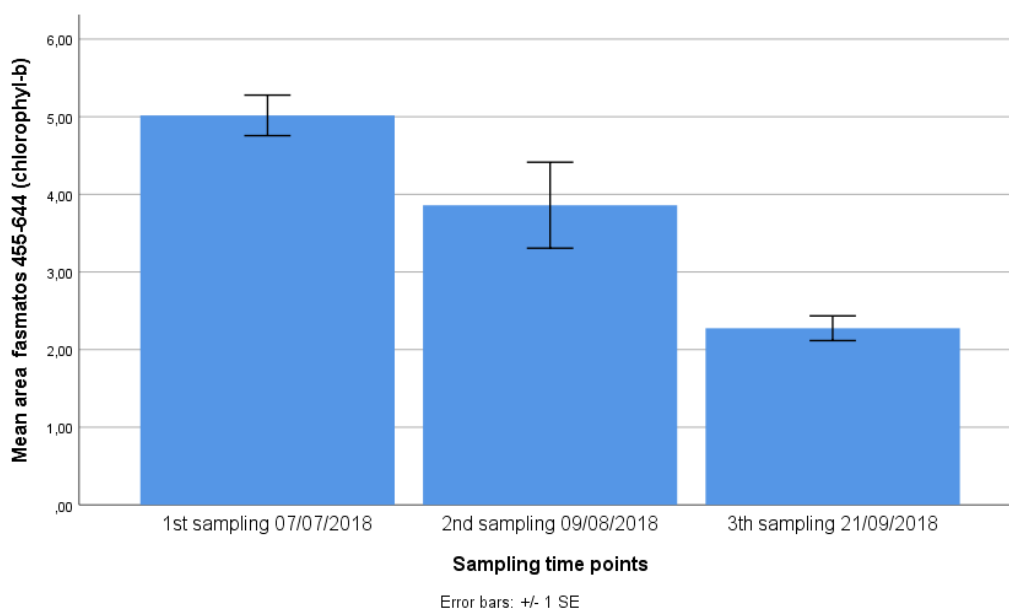
Στο γράφημα 3.81 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 700-750 (κόκκινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p < 0,001$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η μέγιστη ευαισθησία της ανάκλασης σε διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χρωστική βρέθηκε στην κόκκινη περιοχή μήκους κύματος

3) 100SU50F



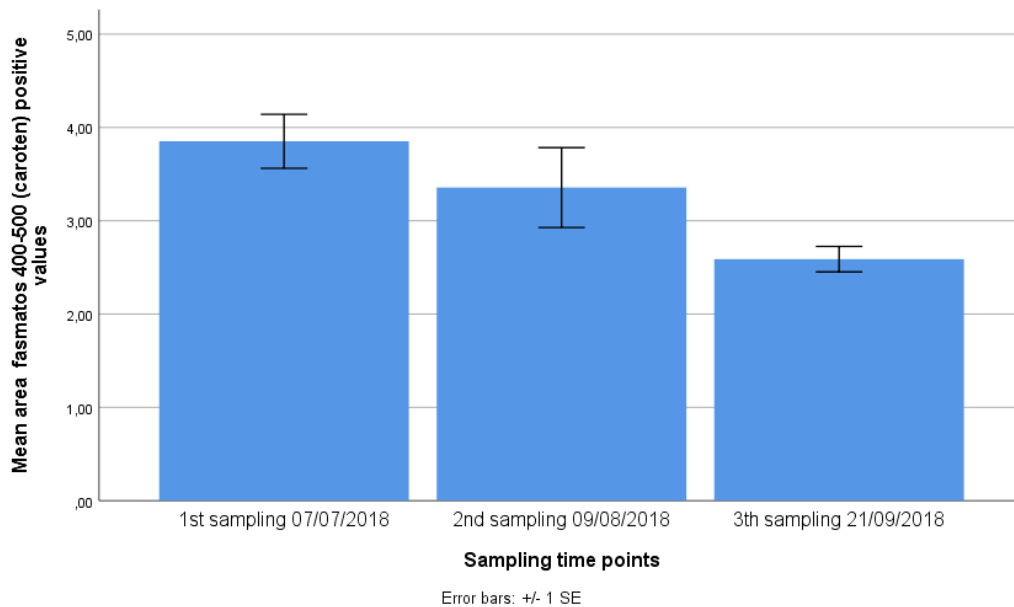
Διάγραμμα 3.82

Στο γράφημα 3.82 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 430-662 της Chlorophyll-a σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Στη δεύτερη δειγματοληψία η χλωροφύλλη α μειώνεται. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται σημαντική πτώση της chlorophyll a και παρατηρείται αύξηση της ανακλαστικότητας.



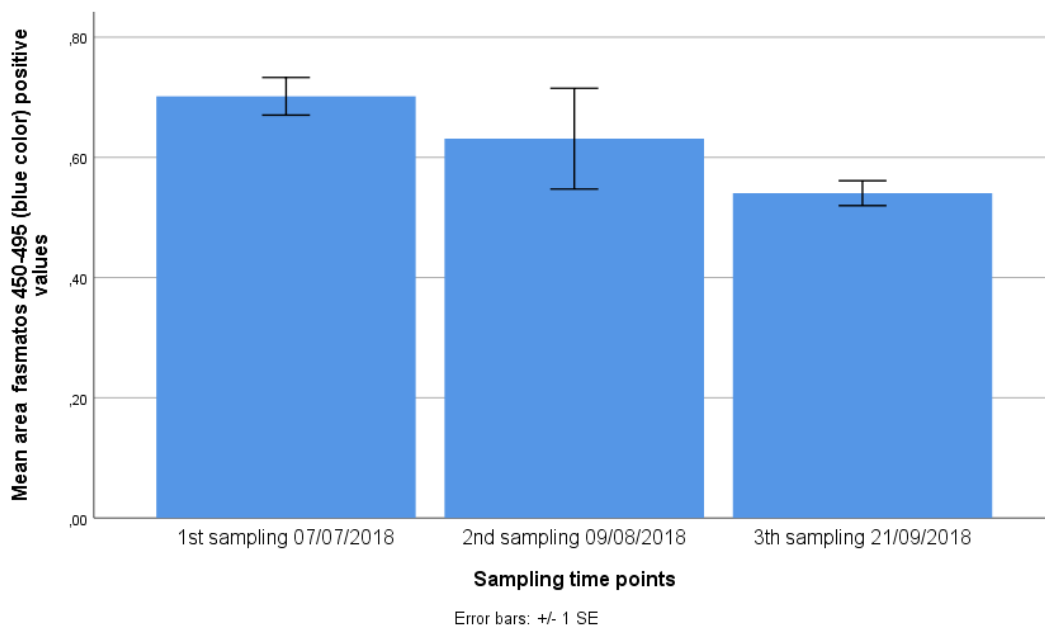
Διάγραμμα 3.83

Στο γράφημα 3.83 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 455-644 της Chlorophyll-b σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Η χλωροφύλλη β μειώνεται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στη πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και τρίτη δειγματοληψία είναι $p = 0,005$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται αύξηση της chlorophyll b και παρατηρείται μείωση της ανακλαστικότητας.



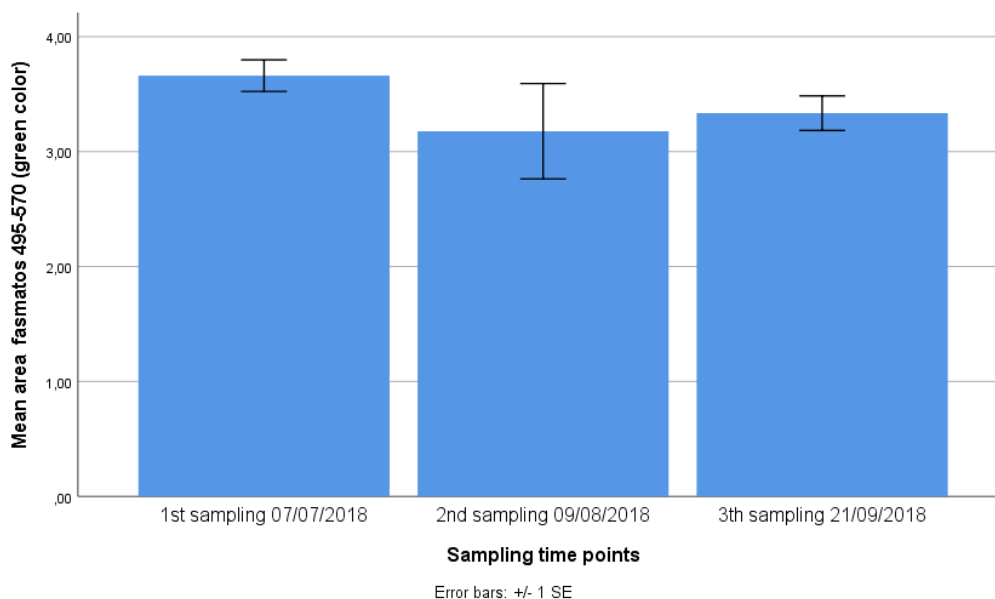
Διάγραμμα 3.84

Στο γράφημα 3.84 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 400-500 των καροτενοειδών σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Τα καροτενοειδή μειώνονται στην τρίτη δειγματοληψία. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$. Ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,005$. Σύμφωνα με (Gitelson & Merzlyak 1993) κατά την ανάπτυξη των φυτών σημειώνεται αύξηση των καροτενοειδών και παρατηρείται μείωση της ανακλαστικότητας.



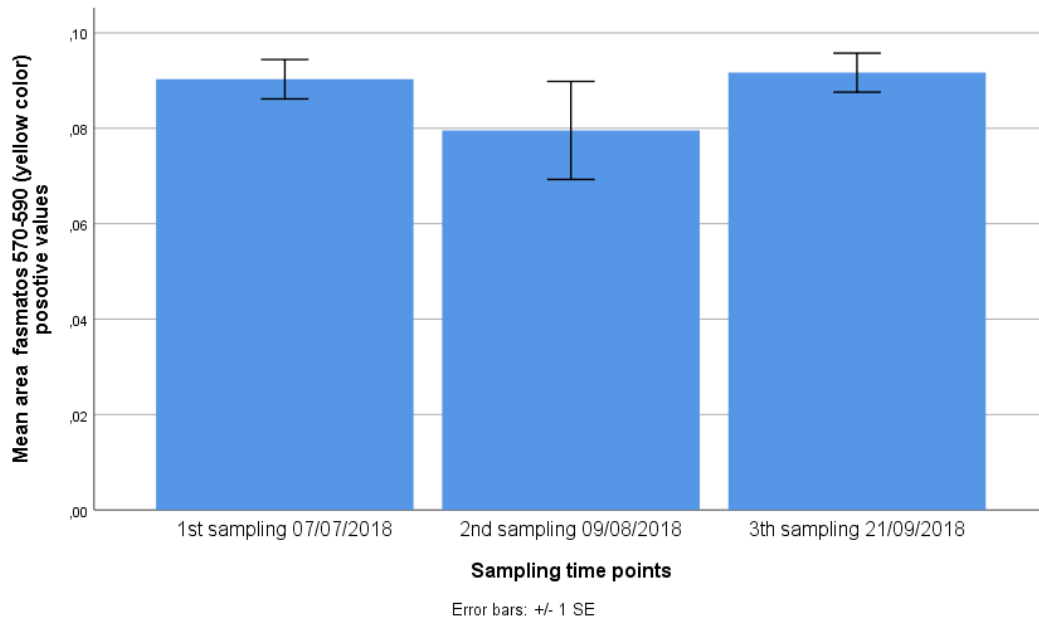
Διάγραμμα 3.85

Στο γράφημα 3.85 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 450-495 (μπλε χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p < 0,001$ ενώ ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p = 0,009$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην μπλέ περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



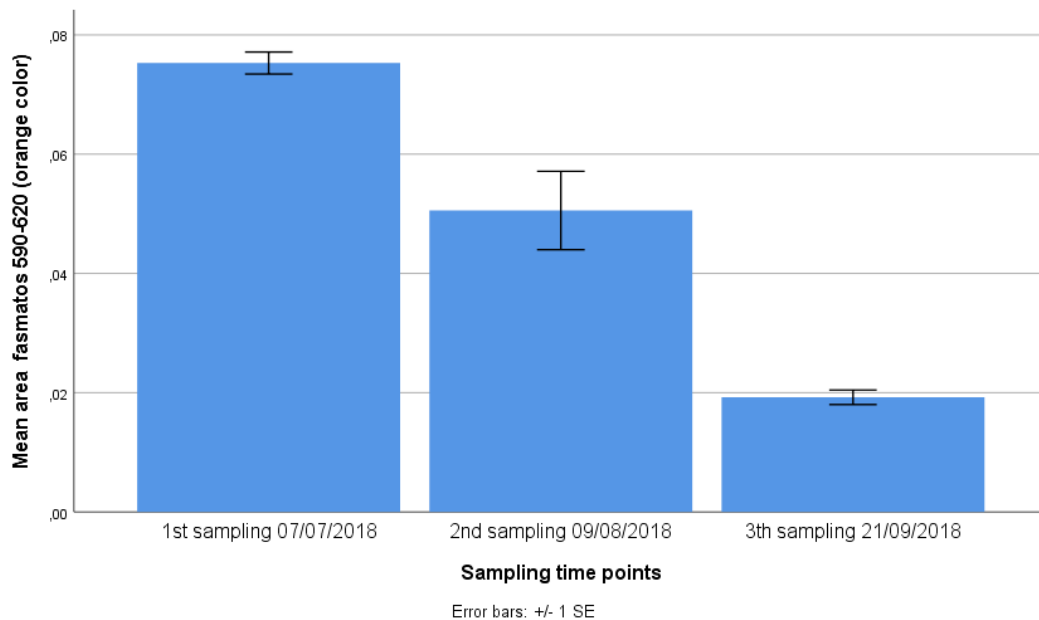
Διάγραμμα 3.86

Στο γράφημα 3.86 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 495-570 (πράσινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Σύμφωνα με (Datt 1997) η μέγιστη ευαισθησία της ανάκλασης σε διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χρωστική βρέθηκε στην πράσινη περιοχή μήκους κύματος.



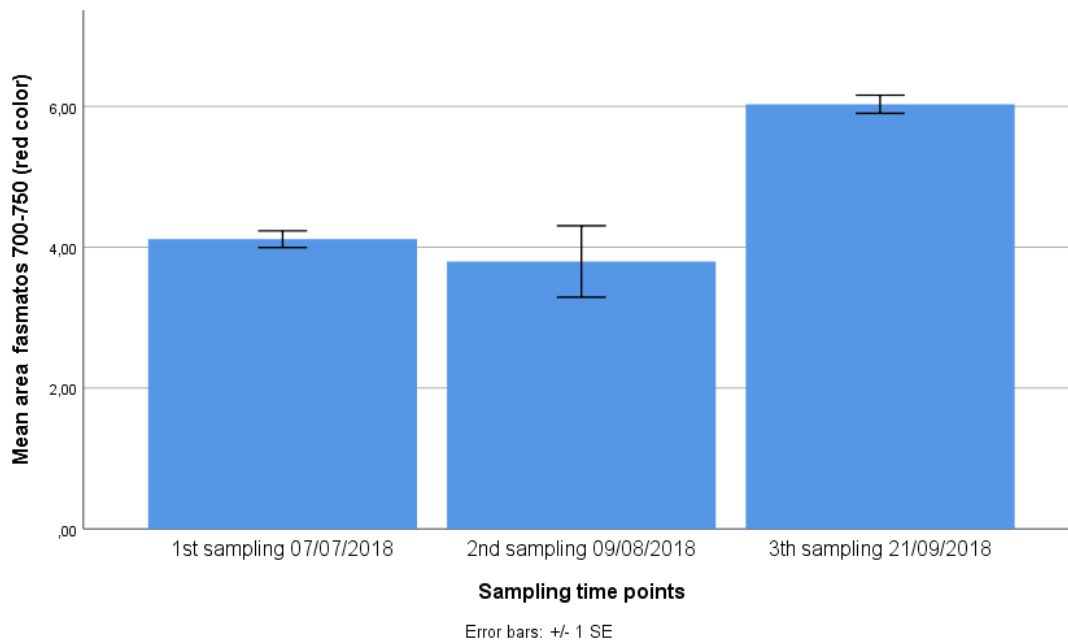
Διάγραμμα 3.87

Στο γράφημα 3.87 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 570-590 (κίτρινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην κίτρινη περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



Διάγραμμα 3.88

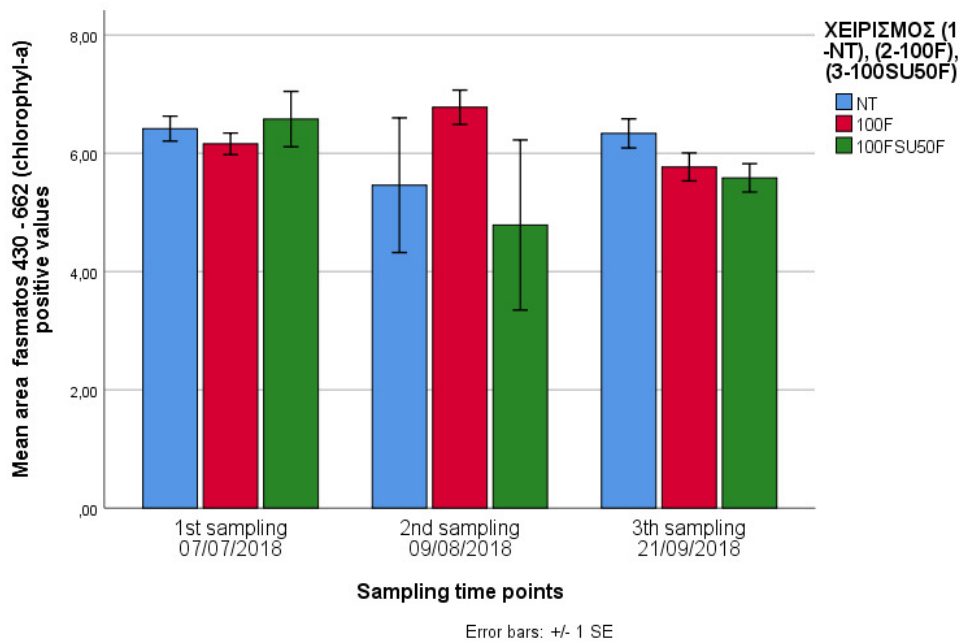
Στο γράφημα 3.88 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 590-620 (πορτοκαλί χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και δεύτερη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p=0,001$. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p=0,005$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η ανάκλαση απορρόφησης χρωστικής στην πορτοκαλί περιοχή μήκους κύματος αποδείχθηκε ότι δεν ήταν ευαίσθητη στη διακύμανση της περιεκτικότητας σε χρωστική ουσία.



Διάγραμμα 3.89

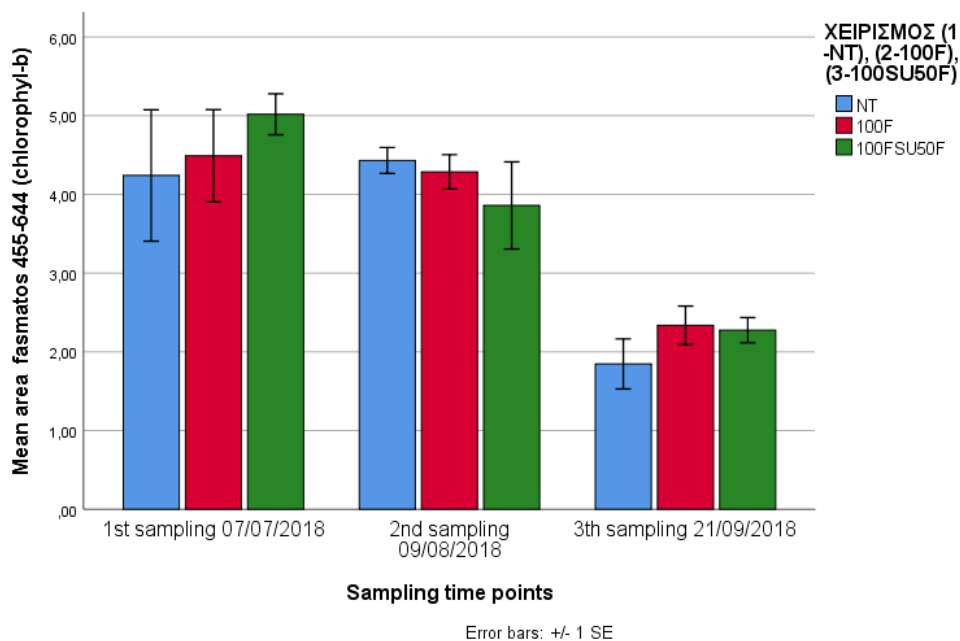
Στο γράφημα 3.89 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 700-750 (κόκκινο χρώμα) σε σχέση με το χειρισμό 100SU50F από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Ανάμεσα στην πρώτη και στην τρίτη δειγματοληψία η στατιστική σημαντική διαφορά είναι $p<0,001$ και ανάμεσα στη δεύτερη και στην τρίτη δειγματοληψία είναι $p<0,001$. Σύμφωνα με (Datt 1997) η μέγιστη ευαισθησία της ανάκλασης σε διακυμάνσεις της περιεκτικότητας σε χρωστική βρέθηκε στην κόκκινη περιοχή μήκους κύματος.

Χειρισμός



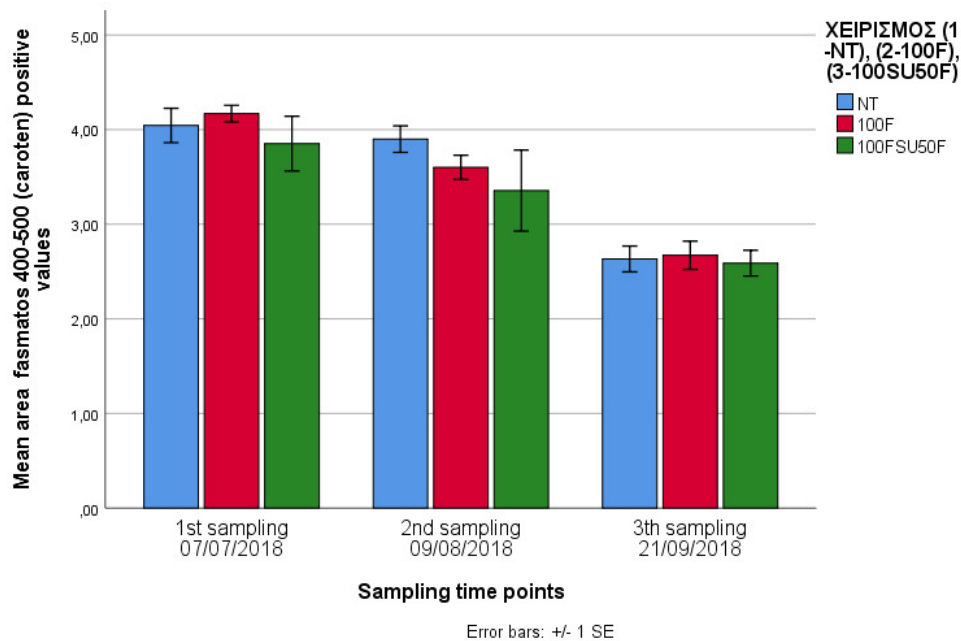
Διάγραμμα 3.90

Στο γράφημα 3.90 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 430-662 της Chlorophyll-a σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon , 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



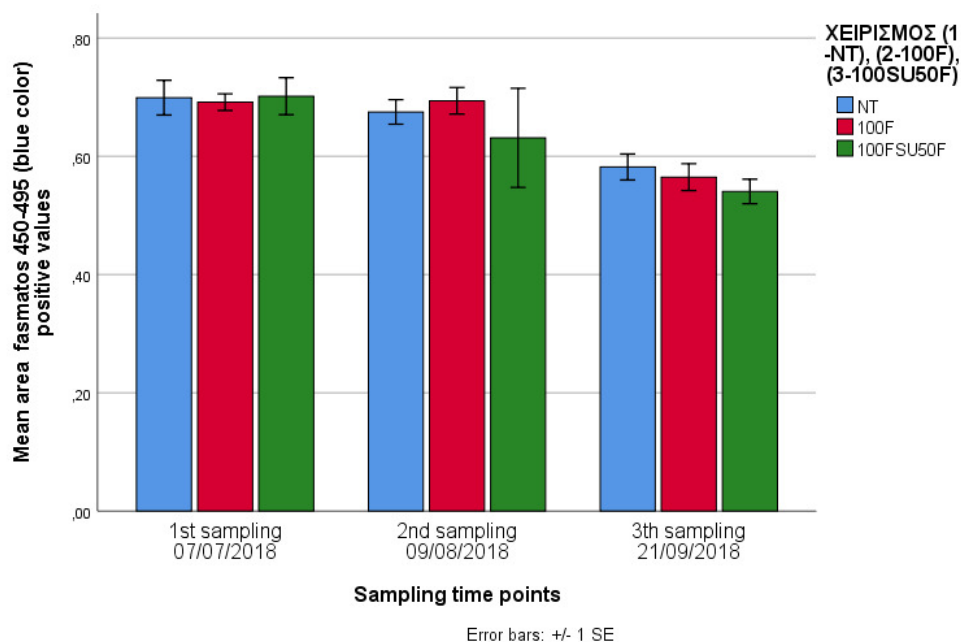
Διάγραμμα 3.91

Στο γράφημα 3.91 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 455-644 της Chlorophyll-b σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



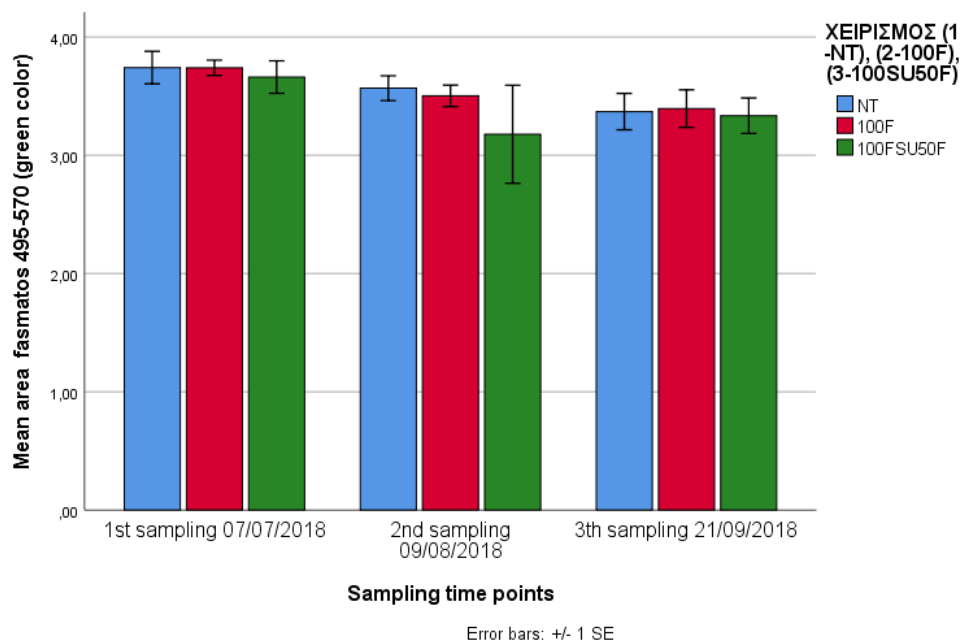
Διάγραμμα 3.92

Στο γράφημα 3.92 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 400-500 των καροτενοειδών σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



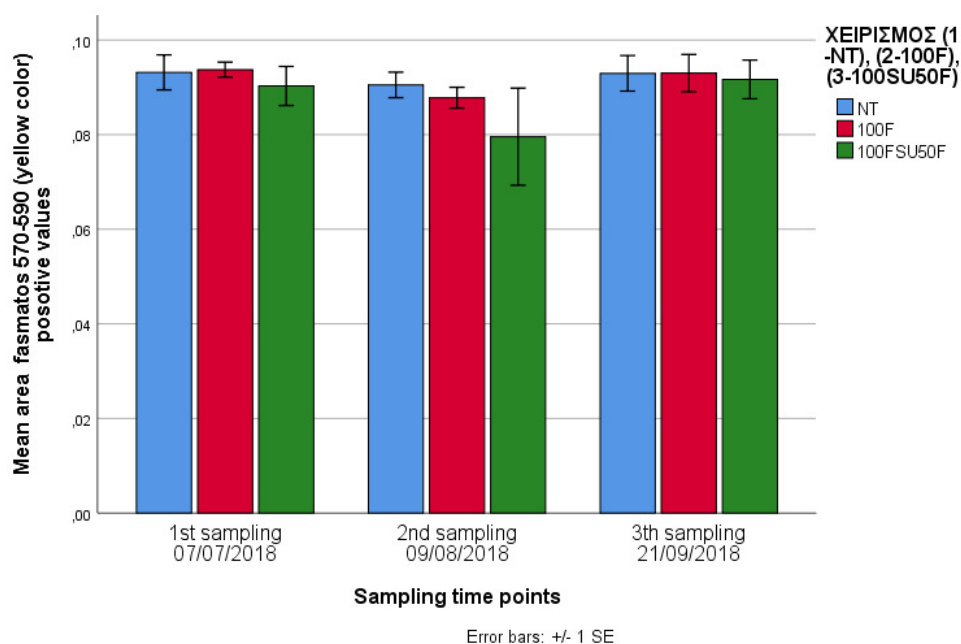
Διάγραμμα 3.93

Στο γράφημα 3.93 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 450-495 (μπλε χρώμα) σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



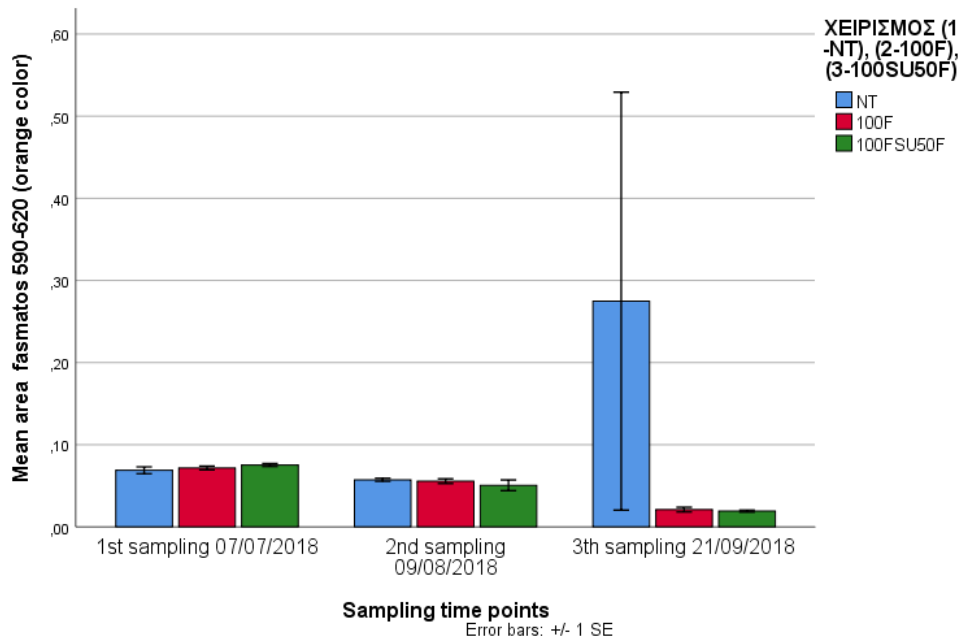
Διάγραμμα 3.94

Στο γράφημα 3.94 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 495-570 (πράσινο χρώμα) σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



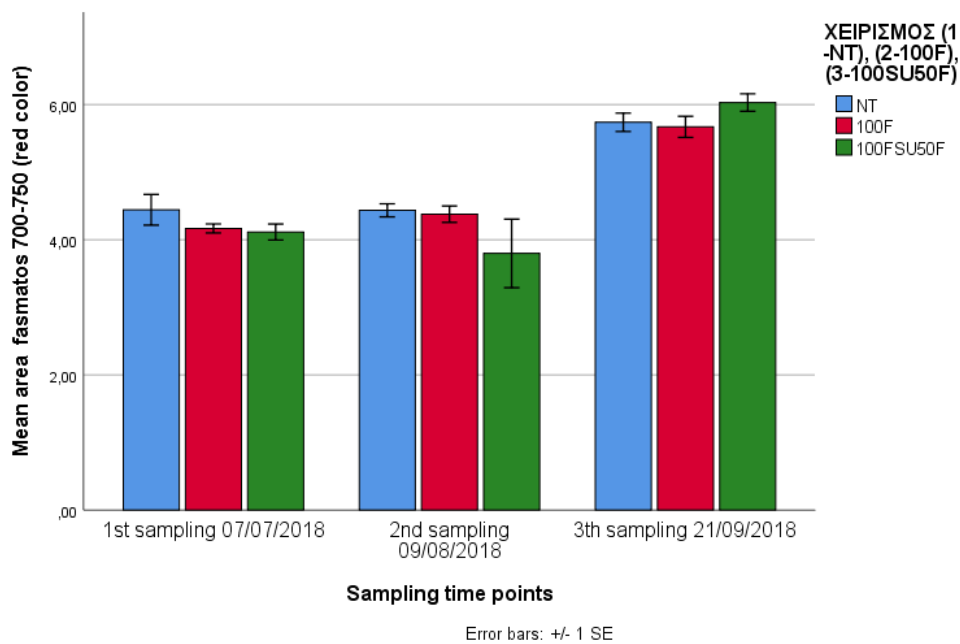
Διάγραμμα 3.95

Στο γράφημα 3.95 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 570-590 (κίτρινο χρώμα) σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



Διάγραμμα 3.96

Στο γράφημα 3.96 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 590-620 (πορτοκαλί χρώμα) σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.



Διάγραμμα 3.97

Στο γράφημα 3.97 συγκρίνεται η μέση περιοχή φάσματος 700-750 (κόκκινο χρώμα) σε σχέση με τους τρεις χειρισμούς από NIR για κάθε χρονική στιγμή με τη δοκιμασία “Mann-Whitney”. Δεν υπάρχει καμία στατιστική σημαντική διαφορά. Σύμφωνα με (Sims & Gamon 2002) σε μελέτη που έκαναν για τις σχέσεις μεταξύ του περιεχομένου της χρωστικής των φύλλων και της φασματικής ανάκλασης κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι ο συντελεστής συσχέτισης για την περιοχή φάσματος 445-750 nm είναι $p < 0,001$.

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκαν φύλλα από πρώιμα υβρίδια Heinz1015 F1 βιομηχανικής τομάτας προκειμένου να αναλυθούν δεδομένα χλωροφύλλης.

Από τη μελέτη και την επεξεργασία των αποτελεσμάτων φαίνεται ότι κατά την πορεία ανάπτυξης των φυτών οι χρωστικές αυξάνονταν όσο αυξανόταν και η ανάπτυξη των φυτών και μειώθηκαν στην τελευταία δειγματοληψία όταν τα φυτά ολοκλήρωναν το κύκλο τους και γερνούσαν καθώς έδιναν το μέγιστο της παραγωγής τους. Ανάμεσα στις δύο τελευταίες δειγματοληψίες υπάρχουν στατιστικές σημαντικές διαφορές. Επίσης οι χρωστικές παρουσίασαν μια ποιοτική αλλαγή στη σύνθεση μέσα στο φύλλο όπου αυτό οφείλεται στην προσαρμογή του φυτού στην ηλιακή ακτινοβολία αλλά και στην λίπανση που έκανε ο παραγωγός με νιτρικό μαγνήσιο και νιτρικό κάλιο κατά διαστήματα και ειδικά πριν την ωρίμανση του καρπού της τομάτας. Κατά την ανάπτυξη των φυτών το μαγνήσιο που είναι συστατικό των χλωροφυλλών μειώνεται και για αυτό και ο παραγωγό προβαίνει σε ειδική λίπανση.

Όσον αφορά την λίπανση στατιστικές σημαντικές διαφορές στην ποσότητα των χρωστικών υπήρχαν στην σύγκριση των χειρισμών NT και 100F. Ο τρίτος χειρισμός 100SU50F δεν διέφερε από τους άλλους δύο. Οι ποιοτικές μεταβολές των χρωστικών στη διάρκεια του χρόνου δεν διέφεραν στατιστικά σε όλους τους χειρισμούς. Επομένως η αρχική λίπανση δεν έχει επηρεάσει την ποιότητα και την ποσότητα των χρωστικών.

Παράλληλα, στην παρούσα μελέτη περιεγράφηκαν δεδομένα με τα εμβαδά επιφανειών φάσματος από NIR σε σχέση με τον χρόνο και τους χειρισμούς. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι δεν υπήρχαν στατιστικές σημαντικές διαφορές γεγονός που έρχεται σε συμφωνία με άλλη μελέτη (Sims & Gamon 2002).

Για την συσχέτιση των δεδομένων της κυβέτας και της NIR χρησιμοποιήθηκε μια δοκιμασία που λέγεται συσχέτιση κατά Spearman. Η συσχέτιση δεν μπορεί να γίνει μόνο για το μόριο που μας ενδιαφέρει με αποτέλεσμα να μην μπορεί να γίνει σύγκριση δεδομένων μεταξύ των δύο τεχνικών.

Τα αποτελέσματα αυτής της μελέτης είναι ενθαρρυντικά όσο αφορά τις χρωστικές και τα φάσματα για την καλλιέργεια της βιομηχανικής τομάτας, ωστόσο θα ήταν χρήσιμο να γίνει περαιτέρω έρευνα στο συγκεκριμένο θέμα.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I., & Murphy, A. (2017). *Φυσιολογία και ανάπτυξη φυτών*. Αθήνα, Μετάφραση Θάνος Κωνσταντίνος: Utopia.

Γναρδέλλης, Χαράλαμπος Ανάλυση δεδομένων με το IBM SPSS Statistics 21 SBN 978-960-02-2864-9

Ευαγγέλου, Λ., & Τσαντήλας, Χ. (2011). *Γεωργία Ακριβείας: Το μελλοντικό σύστημα παραγωγής αγροτικών προϊόντων. Πρόγραμμα HydroSense, μια ερευνητική προσπάθεια στον Ελληνικό χώρο*. . ΕΘΙΑΓΕ, τριμηνιαία έκδοση του Εθνικού Ιδρύματος Αγροτικής Έρευνας, 44: 18-21.

Καλαχάνης, Δ. (2011). *Φωτοσύνθεση σε καρπούς: ανατομική και φυσιολογική μελέτη*. Πάτρα: ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ, Παν Πατρών, Τμήμα Βιολογίας.

Καραμαλάκη, Ε. (2015). *Επίδραση τριών επιπέδων αζώτου στην ανάπτυξη, παραγωγή και μετασυλλεκτική συμπεριφορά τεσσάρων λαχανοφύτων ειδών, καλλιεργούμενων σε σύστημα επίπλευσης*. Αθήνα: Μεταπτυχιακή μελέτη, Τμήμα φυτικής παραγωγής.

Καρύδας, Χ. Γ., & Συλλαίος, Ν. Γ. (2000). *Γεωργία Ακριβείας: Περιγραφή της μεθόδου – Υφιστάμενη κατάσταση και προοπτικές*. . Χανιά: 2ο Ειδικό Συνέδριο Πληροφοριακών Συστημάτων στη Γεωργία.

Πετρόπουλος, Σ., & Λαχανι, Γ. Α. (2014). *Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών, Γενική Λαχανοκομία και Υπαίθρια Καλλιέργεια Λαχανικών*. Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας.

Φούντας, Σ., & Γέμτος, Θ. (2015). *Γεωργία Ακριβείας*. Αθήνα: Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

Χατζηϊωάννου, Π. Θ. (1992). *Εργαστηριακές ασκήσεις ποσοτικής ανάλυσης χημείας*. Αθήνα: Εκδόσεις Δέσποινα Μαυρομάτη.

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ

Andrew, R. D., Shane, D. P., & Graeme, P. B. (2001). *An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content*. Yale University, School of Forestry & Environmental Studies, 370 Prospect Street, New Haven CT, 06511 USA.

Atkinson, G. F. (1982). *Chem. Educ.* 59, 201–202.

Baroni , F. R., & Bonatti, P. M. (1985). Pigment Content and Leaf Plastid Ultrastructure in the Tomato Mutant Lutescent-2. *Journal of Plant Physiology*, Volume 118, Issue 4, March 1985, Pages 297-307.

Datt, B. (1998). Remote Sensing of Chlorophyll a, Chlorophyll b, Chlorophyll a+b, and Total Carotenoid Content in Eucalyptus Leaves . *Elvesier*, Volume 66, Issue 2, November 1998, Pages 111-121.

Diker, K., & Bausch, C. W. (1998). *Mapping in-season soil nitrogen variability assessed through remote sensing*. ASA - CSSA – SSSA, 1445-1455.

Dorais, M., Ehret, D. L., & Papadopoulos, A. P. (2008). *Tomato (Solanum lycopersicum) health components: From the seed to the consumer*. Canada : *Phytochem Rev* (2008) 7:231–250.

Filella , I., Porcar-Castell, A., Munne -Bosch, S., Back, J., Garbulsky, M. F., & Penuelas, J. (2009). PRI assessment of long-term changes in carotenoids/chlorophyll ratio and short-term changes in de-epoxidation state of the xanthophyll cycle. *International Journal of Remote Sensing* Vol. 30, No. 17, 10 September 2009, 4443–4455.

Gervais, F., & Riebesell, U. (2002). Changes in primary productivity and chlorophyll a in response to iron fertilization in the Southern Polar Frontal Zone. *Limnol. Oceanogr.*, 47(5), 2002, 1324–1335, by the American Society of Limnology and Oceanography, Inc.

Gitelson, A., & Merzlyak , M. (1994). Spectral Reflectance Changes Associated with Autumn Senescence of *Aesculus hippocastanum* L. and *Acer platanoides* L. Leaves. *Plant Physiol*, Vol . 143. pp. 286-292(1994).

J. H. Argyroudi- Akoyoglou, J. H., & Akoykoglou, G. (1970). Photoinduced Changes in the Chlorophyll a to Chlorophyll b Ratio in Young Bean Plants. *Plant Physiol.* (1970) 46, 247-249.

Kozukue , N., & Friedman, M. (2003). Tomatine, chlorophyll, β -carotene and lycopene content in tomatoes during growth and maturation. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 01 Feb 2003, 83(3):195-200.

Lichtenthaler, H. K., & Wellburn, A. R. (1983). *Determinations of total carotenoids and chlorophylls a and b of leaf extracts in different solvents*. Germany: University of Lancaster.

Pflanz, M., & Zude, M. (2008). *Spectrophotometric analyses of chlorophyll and single carotenoids during fruit development of tomato (Solanum lycopersicum L.) by means of iterative multiple linear regression analysis*. Germany: Institute for Agricultural Engineering.

Richardson, A. D., Duigan, S. P., & Berlyn, G. P. (2001). *An evaluation of noninvasive methods to estimate foliar chlorophyll content*. USA: Yale University.

Shimadzu. (2020). *UV-VIS-NIR Spectrophotometer*.

Shavnin , S., Maurer , S., Maty, R., Bilger, W., & Scheidegger, C. (1999). The impact of ozone fumigation and fertilization on chlorophyll fluorescence of birch leaves (*Betula pendula*). misc:Received: 24 September 1996 / Accepted: 27 January 1999.

Sims , D., & Gamon , J. (2002). Relationships between leaf pigment content and spectral reflectance across a wide range of species, leaf structures and developmental stages. USA: Elviesier, Department of Biology and Microbiology, California State University LA, Los Angeles, CA 90032.

Wang, H. M., Jin, X. Y., Liu, Y. C., Chen, Z. J., Cao, J. Y., & Zhou, J. B. (2017). Influence of foliar spraying magnesium on uptake and distribution of deficient tomatoe grown under greenhouse. volume 35 issue 3 May 2017 pages 226-231.

ΔΙΑΔΥΚΤΙΑΚΗ

γαιαεπιχείρη. (2019, 05 30). *Γεωργία ακριβείας*. Ανάκτηση από γαιαεπιχείρη: http://www.gaiapedia.gr/gaiapedia/index.php/%CE%93%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%B3%CE%AF%CE%B1_%CE%B1%CE%BA%CF%81%CE%B9%CE%B2%CE%B5%CE%AF%CE%B1%CF%82

NASA. (2013, 03). *The Electromagnetic Spectrum*. Ανάκτηση από National Aeronautics and Space Administration - Goddard Space Flight Center: <https://imagine.gsfc.nasa.gov/science/toolbox/emspectrum1.html>

Βικιπαιδεία. (2020, 01 30). *Τομάτα*. Ανάκτηση από Βικιπαιδεία: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CE%BC%CE%AC%CF%84%CE%B1>

Βλάμης, Α. (2020). *Βιοχημεία Τροφίμων*. Ανάκτηση από ΤΜΗΜΑ ΧΗΜΕΙΑΣ - ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ: <https://eclass.upatras.gr/modules/document/file.php/CHEM2023/5%20%CE%A7%CF%81%CF%89%CF%83%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%AD%CF%82.pdf>

Εγγλεζάκη, Φ. (2020). *Ιστός Βιολογίας*. Ανάκτηση από bioerica2.wordpress.com: <https://bioerica2.wordpress.com/%CE%B2%CE%B9%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CE%B1-%CE%B3%CF%85%CE%BC%CE%BD%CE%B1%CF%83%CE%B9%CE%BF/%CE%B8%CF%81%CE%AD%CF%88%CE%B7/>

Χαρού, Α. (2016, 11 18). *Γεωργία ακριβείας: βασικές τεχνολογίες και έννοιες*. Ανάκτηση από blog.farmacon.gr: <https://blog.farmacon.gr/katigories/texniki-arthrografia/georgia-akriveias/item/1309-i-texnologia-tis-georgias-akriveias>

<https://www.biogeoponiki.gr/-ygra-organika-lipasmata/895-stand-up-1lt.html>

