

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ
Κωνσταντίνου Πεπονάκη

ΘΕΜΑ:

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη, παραγωγή και περιεκτικότητα σε νιτρικά των δύο τύπων ποικιλιών μαρουλιού σε συνθήκες δοχείου.»

ΒΟΛΟΣ, 2005



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗΣ & ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.: 4871/1
Ημερ. Εισ.: 09-08-2006
Δωρεά: Συγγραφέα
Ταξιδετικός Κωδικός: ΠΤ - ΦΠΑΠ
2005
ΠΕΠ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ ΤΟΥ
Κωνσταντίνου Πεπονάκη

«Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη, παραγωγή και περιεκτικότητα σε νιτρικά των δύο τύπων ποικιλιών μαρουλιού σε συνθήκες δοχείου.»

Εξεταστική επιτροπή:

Ι. Α. Χα, Επίκουρος καθηγητής, Επιβλέπων

Ι. Μήτσιος, Καθηγητής, Μέλος

Α. Μαυρομάτης, Λέκτορας, Μέλος

ΕΥΧΑΡΙΣΤΗΡΙΑ

Θα επιθυμούσα να ευχαριστώ ορισμένα άτομα τα οποία συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της εργασίας. Θα ήθελα να ευχαριστήσω τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής Μαυρομάτη Αθανάσιο, Ιωάννη Μήτσιο και ιδιαίτερα τον επιβλέπων Ιμπραχίμ Α. Χα.

Από τους διδάσκοντες της σχολής θα ήθελα να ευχαριστήσω τους Θεοφάνη Γέμτο, Χρήστο Γούλα, Κωνσταντίνο Κίττα, Πέτρο Λόλα και Γεώργιο Νάνο για την ευγενική τους παραχώρηση εξοπλισμού και Νικόλαο Τσιρόπουλο για την παραχώρηση εξοπλισμού, εργαστηριακού χώρου και την βοήθεια που προσέφερε για μετρήσεις που τελικά δεν συμπεριλήφθηκαν. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Αθανάσιο Κορκόβελο για την βοήθεια του στο πρόγραμμα MSTAT.

Σημαντική ήταν η συμβολή τους στο πειραματικό μέρος της Αικατερίνης Βλαχάκης και του Χαράλαμπου Παρχαρίδη για τη βοήθεια τους στο πειραματικό μέρος της εργασίας, ειδικά σε διαστήματα απουσίας μου και τον Νικόλαο Αργυράκη για την βοήθεια που μου προσέφερε στο αρχικό στήσιμο του πειράματος και τις μετέπειτα μετρήσεις.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ ΣΤΗ ΓΕΩΡΓΙΑ ΚΑΙ ΣΤΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	1
ΤΑ ΝΙΤΡΙΚΑ ΣΤΟ ΑΝΘΡΩΠΙΝΟ ΣΩΜΑ	2
ΠΑΡΟΥΣΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ – ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ Ε.Ε.	3
ΑΣΚΟΡΒΙΚΟ ΟΞΥ	4
ΜΑΡΟΥΛΙ	6
ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ	6
<i>Βοτανική κατάταξη</i>	6
<i>Βοτανική περιγραφή</i>	6
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ	8
ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ	13
ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ	13
<i>Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις</i>	13
<i>Φύτευση</i>	14
<i>Αήθαργος</i>	15
<i>Αίπανση</i>	15
<i>Αρδευση</i>	16
<i>Φυτοπροστασία</i>	16
<i>Συγκομιδή</i>	18
ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ	19
<i>Μετασυλλεκτικές απώλειες</i>	19
<i>Αποθήκευση</i>	19
<i>Άλλοι τρόποι περιορισμού μετασυλλεκτικών απωλειών</i>	20
<i>Μεταποίηση</i>	20
ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ	21
ΣΚΟΠΟΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	22
ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	24
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ	24
ΠΟΛΛΑΠΛΑΣΙΑΣΤΙΚΟ ΥΛΙΚΟ	24
ΥΠΟΣΤΡΩΜΑ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ	24
ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ	25
ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	26
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΝΙΤΡΙΚΩΝ ΙΟΝΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΟΜΕΤΡΟΥ	26
ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΗΣΗΣ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΑΝΑΚΛΑΣΟΜΕΤΡΟΥ	27
ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ	28
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ	29
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΝΙΤΡΙΚΩΝ	29
ΣΥΓΚΕΝΤΡΩΣΗ ΑΣΚΟΡΒΙΚΟΥ ΟΞΕΟΣ	36
ΞΗΡΟ ΒΑΡΟΣ	42
ΕΠΙΠΕΔΑ ΧΛΩΡΟΦΥΛΛΗΣ	49
ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	56
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	60

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα νιτρικά στη γεωργία και στο περιβάλλον

Το άζωτο αποτελεί ένα από τα μακροστοιχεία για τη θρέψη των φυτών και σε όλες τις καλλιέργειες απαιτείται σε μεγάλες ποσότητες. Καθώς η φυσική γονιμότητα του εδάφους δεν είναι αρκετή για την επίτευξη των πολύ υψηλών αποδόσεων που παρατηρούνται σήμερα σε σταθερή ετήσια βάση η προσθήκη ορισμένων θρεπτικών στοιχείων είναι απαραίτητη. Μεταξύ αυτών φυσικά είναι και το άζωτο το οποίο προσφέρεται σε νιτρική ή αμμωνιακή μορφή. Όταν το άζωτο προσφέρεται σε αμμωνιακή μορφή αυτό οξειδώνεται από μικροοργανισμούς του εδάφους καταλήγοντας στη νιτρική μορφή (Μήτσιος, 2004).

Για διάφορους λόγους τα φυτά δεν εκμεταλλεύονται όλο το προσφερόμενο άζωτο με αποτέλεσμα, λόγο και της ευκινησίας των νιτρικών στο έδαφος, αυτό είτε να κινείται προς τον υπόγειο υδροφόρο ορίζοντα, είτε με επιφανειακή έκπλυση να καταλήγει σε ποταμούς, λίμνες και τη θάλασσα (Μήτσιος, 2004)..

Στην πρώτη περίπτωση αυξάνει την συγκέντρωση των νιτρικών στα υπόγεια ύδατα από τα οποία εξυπηρετούνται σε μεγάλο ποσοστό οι ανάγκες ύδρευσης σε πολλές περιοχές της χώρας. Υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών είναι πιθανόν να προκαλέσουν βλάβη στην ανθρώπινη υγεία όπως θα αναπτυχθεί παρακάτω. Στις Η.Π.Α. τα υπόγεια ύδατα αποτελούν την πηγή νερού για το 80% των μικρών υδρευτικών δικτύων, τα οποία καλύπτουν τις ανάγκες του 21% του πληθυσμού (Else, 2002).

Στην δεύτερη περίπτωση, σε περιπτώσεις όπου καταλήγουν σε ποταμούς και λιμναία οικοσυστήματα προκαλούν το φαινόμενο του ευτροφισμού. Στα υδάτινα οικοσυστήματα το άζωτο είναι από τους πλέον περιοριστικούς παράγοντες. Έτσι εμπλουτισμός των υδάτων με νιτρικά αυξάνει τη ανάπτυξη των αυτότροφων οργανισμών (φύκη και άλγη). Στα υδάτινα όμως οικοσυστήματα το οξυγόνο βρίσκεται διαλυμένο στο νερό σε σχετικά μικρές ποσότητες, έτσι η αυξημένη ανάπτυξη των φυκών και των άλγεων μπορεί να οδηγήσει σε μείωση του οξυγόνου κατά τη διάρκεια της νύχτας με αποτέλεσμα το θάνατο ψαριών και ασπόνδυλων οργανισμών που ζουν στο νερό. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της ποικιλίας ζώων και φυτών που ζουν σε αυτό το οικοσύστημα. Σε ορισμένες περιπτώσεις ο ευτροφισμός μπορεί να προκαλέσει απελευθέρωση τοξινών από τα άλγη (Else, 2002).

Τα νιτρικά έχουν την ίδια επίδραση και στα ζώα όπως και στον άνθρωπο. Ωστόσο στα ζώα έχουν αναφερθεί και περιπτώσεις τοξικότητας από κατανάλωση τροφής που περιείχε υψηλή συγκέντρωση νιτρικών (Lawrence, 1998). Μερικές εκατοντάδες mg είναι δυνατό, αν καταναλωθούν μέσα σε λίγες ώρες, να είναι τοξικά. Η εκδήλωση τοξικής δράσης εξαρτάται από το ζωικό είδος. Σημαντικός παράγοντας είναι η ύπαρξη ή όχι προστόμαχου (Else, 2002).

Τα νιτρικά στο ανθρώπινο σώμα

Ως προς τις επιπτώσεις των νιτρικών στην ανθρώπινη υγεία υπάρχουν αντικρουόμενα δεδομένα. Τα νιτρικά κατηγορούνται για ασθένειες όπως μεθαιμογλουβινεμία, καρκίνο, επιλοκές στην κύηση και άλλες.

Η μεθαιμογλουβινεμία παρουσιάζεται κυρίως σε βρέφη κάτω των 6 μηνών, αν και υπάρχουν αναφορές και για μεγαλύτερα βρέφη ή ακόμη και για παιδιά στην σχολική ηλικία, ακόμη και για ενήλικες (Benjamin, 2000). Η μεθαιμογλουβινεμία είναι γνωστή και ως σύνδρομο κυάνωσης των βρεφών (Μήτσιος, 2004). Για την εκδήλωση του συνδρόμου της κυάνωσης των βρεφών απαραίτητη είναι η παρουσία βακτηριδίων των κοπράνων τα οποία ανάγουν τα νιτρικά σε νιτρώδη μετά την πέψη. Τα νιτρώδη μετατρέπουν την αιμογλοβίνη σε μεθαιμογλοβίνη με οξείδωση του Fe της αιμογλοβίνης από Fe^{2+} σε Fe^{3+} . Αυτό παρεμποδίζει τη μεταφορά του οξυγόνου καθώς η μεθαιμογλοβίνη δε μπορεί να μεταφέρει οξυγόνο και παρουσιάζονται συμπτώματα έλλειψης οξυγόνου. Τα βρέφη είναι πιο ευαίσθητα στην μεθαιμογλουβινεμία λόγω του ανώριμου συστήματος αναγωγής της μεθαιμογλοβίνης, μικρής ποσότητας στομαχικών οξέων και παρουσίας μεγάλου αριθμού βακτηριδίων αναγωγής των νιτρικών. Τα νιτρώδη ωστόσο δεν είναι ο μόνος παράγοντας που προκαλεί οξείδωση της αιμογλοβίνης (Sanchez-Echaniz, 2001).

Τα νιτρικά πιστεύεται ότι συνδέονται με καρκίνο του γαστρεντερικού συστήματος, του στομάχου και του οισοφάγου. Αυτό διότι τα νιτρικά μπορούν να αναχθούν σε νιτρώδη τα οποία θα αντιδράσουν με αμίνες παράγοντας νιτροσαμίνες, οι οποίες θεωρούνται καρκινογόνες (Benjamin, 2000).

Άλλες ασθένειες για τις οποίες υπάρχουν πιθανότητες να συνδέονται με υψηλές συγκεντρώσεις νιτρικών είναι ανωμαλίες στο νευρικό σύστημα νεογνών, αποβολή εμβρύων, υπέρταση και υπερτροφία του θυρεοειδούς (Else, 2002).

Πρόσφατα ωστόσο αναγνωρίστηκε και ένα νέο βιοχημικό μονοπάτι, παρών σε όλα τα θηλαστικά, παραγωγής NO. Το μόριο αυτό αναγνωρίστηκε ότι ρυθμίζει πολλές

σωματικές λειτουργίες ενώ παράλληλα προσφέρει προστασία απέναντι σε πλήθος μικροοργανισμών (Benjamin, 2000).

Παρούσα κατάσταση – Νομοθεσία Ε.Ε.

Κύριες πηγές λήψης νιτρικών για τον άνθρωπο είναι το πόσιμο νερό, φρούτα, λαχανικά και κρέας διατηρημένο με χρήση νιτρικών (π.χ. σαλάμι, μπέικον). Μεταξύ των λαχανικών τα φυλλώδη παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές συγκέντρωσης νιτρικών (Μήτσιος, 2004).

Η Ευρωπαϊκή Ένωση λαμβάνοντας τα παραπάνω υπόψη θέσπισε όρια στη συγκέντρωση των νιτρικών στα λαχανικά. Τα όρια που αφορούν στο μαρούλι παρουσιάζονται στον **Πίνακα 1**.

Παρόλο που στο παρελθόν σε έρευνα που διεξήχθη (Πασπάτης et al., 2001) και αφορούσε στην παρακολούθηση της συγκέντρωσης των νιτρικών σε σπανάκι και μαρούλι που παράγονται στην Ελλάδα, βρέθηκε ότι σχεδόν στο σύνολο των περιπτώσεων για το μαρούλι οι τιμές ήταν κάτω από τις ανώτατες της οδηγίας 194/97 της Commission. Πρόσφατα η οδηγία αυτή αντικαταστάθηκε από την 466/2001, τροποποιημένη από την 563/2002, που προβλέπει χαμηλότερα όρια. Σε πλήθος εργασιών που έχουν γίνει στην Ελλάδα και όπου μετρήθηκαν τα επίπεδα των νιτρικών κάτω από διάφορες συνθήκες, είτε στο έδαφος, είτε σε γλάστρα, είτε σε υδροπονικές καλλιέργειες, τα επίπεδα των νιτρικών που μετρήθηκαν ήταν πολύ κάτω από τα όρια που έχει θεσπίσει η Ε.Ε. και χαμηλότερα από αυτά που έχουν μετρηθεί στην υπόλοιπη Ευρώπη. Οι χαμηλότερες τιμές σε σχέση με την υπόλοιπη Ευρώπη αποδίδονται στην αυξημένη ηλιοφάνεια της Ελλάδας. (Στέργιου Βασιλική et al., 2004; Γ. Χ. Παύλου et al., 2004; Α. Σιώμος et al., 2001α; Α. Σιώμος et al., 2001β)

Πίνακας 1 : Επιτρεπτά όρια παρουσίας NO ₃ ⁻ στο μαρούλι (g/kg χλωρού βάρους)				
Τύπος μαρουλιού	Χρόνος συγκομιδής			
	Υπαιθρία		Υπό Κάλυψη	
	1 Οκτ.-31 Μαρ.	1 Απρ.-30 Σεπτ.	1 Οκτ.-31 Μαρ.	1 Απρ.-30 Σεπτ.
φυλλώδη και ρωμάνα	4000	2500	4500	3500
Κεφαλωτά (Iceberg)	2000		2500	
Σημείωση: Σε περίπτωση απουσίας σήμανσης σχετικά με τον τρόπο παραγωγής ισχύουν τα όρια για τα υπαιθρία.				
Πηγή: ΕΕ, COMMISSION REGULATION (EC) No 563/2002 of 2 April 2002				

Ασκορβικό οξύ

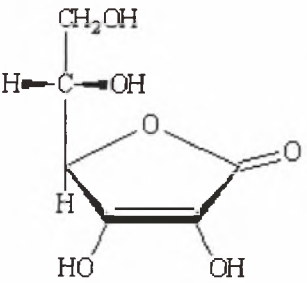
Εκτός από τη συγκέντρωση νιτρικών ενδιαφέρον υπήρξε για το αν τα διάφορα επίπεδα αζωτούχου λίπανσης επηρεάζουν τη συγκέντρωση ασκορβικού οξέος. Το ασκορβικό οξύ είναι περισσότερο γνωστό με την ονομασία Βιταμίνη C. Η περιεκτικότητα του στο μαρούλι, ανάλογα με τον τύπο του είναι μεταξύ 60ppm και 180ppm.

Για τον άνθρωπο είναι απαραίτητο να την λαμβάνει από τα τρόφιμα καθώς δεν μπορεί να τη συνθέσει. Η ημερήσια ποσότητα που απαιτείται είναι μόλις 10mg προκειμένου να αποφευχθεί έλλειψη, ωστόσο για να διατηρηθεί η καλή υγεία και επάρκεια αποθεμάτων στο σώμα θα πρέπει να λαμβάνονται 30-100mg την ημέρα ή σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, έως και 200mg την ημέρα. Η έλλειψη της Βιταμίνης C προκαλεί την ασθένεια σκορβούτο, ενώ υπερβολική λήψη σε καθημερινή βάση (άνω των 500mg, συνήθως όταν γίνεται λήψη συμπληρωμάτων) μπορεί να οδηγήσει σε πολύ υψηλές συγκεντρώσεις σιδήρου (Economos, 1999).

Το ασκορβικό οξύ παίζει σημαντικό ρόλο στη σύνθεση κολλαγόνου, που είναι κύριο συστατικό του συνεκτικού ιστού του ανθρώπινου σώματος (Economos, 1999).

Το ασκορβικό οξύ χρησιμοποιείται και ως συντηρητικό στα τρόφιμα, καθώς έχει αντιοξειδωτικές ιδιότητες. Σε κλειστά συστήματα το ασκορβικό οξύ οξειδώνεται ταχύτατα, εξουδετερώνοντας έτσι τη δράση του οξυγόνου. Εφαρμογή βρίσκει στον παρεμπόδιση της αμαύρωσης κομμένων φρούτων και λαχανικών (Αρβανιτογιάννης και Μποσνεα, 2001).

Στα φυτά το ασκορβικό οξύ συναντάται κυρίως στα φύλλα και ιδιαίτερα στους χλωροπλάστες όπου η συγκέντρωσή του φτάνει τα 50mM. Το ασκορβικό οξύ είναι σημαντικό για τη διαδικασία της φωτοσύνθεσης καθώς αποτοξικοποιεί το

	<p>Ασκορβικό οξύ (Βιταμίνη C) M.B. 176.13 Χημικός τύπος : C₆H₈O₆ Χρώμα : Λευκό προς ελαφρώς κίτρινο Οσμή : Άοσμος Υφή : Κρυσταλλική σκόνη Σημείο τήξεως : 190^oC Ευδιάλυτο στο νερό, ελαφρώς διαλυτό σε αιθανόλη, αδιάλυτο σε αιθέρα</p>
<p>Πηγή : Joint FAO/WHO Conference on Food Additives (JECFA)</p>	

υπεροξειδίου του υδρογόνου απουσία του ενζύμου κατάλυσης του υπεροξειδίου του υδρογόνου, προστατεύοντας τη χλωροφύλλη, ενώ ο ρόλος του είναι σημαντικός και στην αναγέννηση της α-τοκοφερόλης (Βιταμίνη Ε) και της ζεαξανθίνης (Hancock, 2003).

ΜΑΡΟΥΛΙ

Επιστημονική ονομασία: *Lactuca sativa* L.

Αρχαία ελληνική ονομασία: θριδαξίνη ή θρίδας

Αγγλικά: Lettuce - Γαλλικά: Laitue - Ισπανικά: Lechuga - Ιταλικά: Lattuga -

Γερμανικά: Kopfsalat - Πορτογαλικά: Alface

ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ - ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Βοτανική κατάταξη

Βασίλειο: Φυτικό (Plantae, Plants)

Υποβασίλειο: Τραχειόφυτα (Tracheobionta)

Άθροισμα: Αγγειόσπερμα (Angiospermae, Magnoliophyta)

Κλάση: Magnoliopsida (Δικότυλα)

Υποκλάση: Asteridae (Συμπέταλα τετρακυκλικά)

Τάξη: Asterales (Σύνθετα, Compositae)

Οικογένεια: Compositae

Βοτανική περιγραφή

Άνθος: Τέλειο, ζυγόμορφο, στεφάνη 5μελής, ωοθήκη υποφυής δίχωρη

Ταξιανθία: Σύνθετος βότρυς (Φόβη) αποτελούμενος από σύνολο ανθικών κεφαλών, αποτελούμενη η κάθε μία από 15-25 άνθη.

Καρπός: Αχαίνιο (ξηρός απλός αδιάρρηκτος καρπός με ένα καρπόφυλλο)

Ρίζα: Πασσαλώδης. Λόγο των μεταφυτεύσεων πριν τη φύτευση στη τελική θέση η κεντρική ρίζα καταστρέφεται και αναπτύσσεται θυσανώδες ριζικό σύστημα.

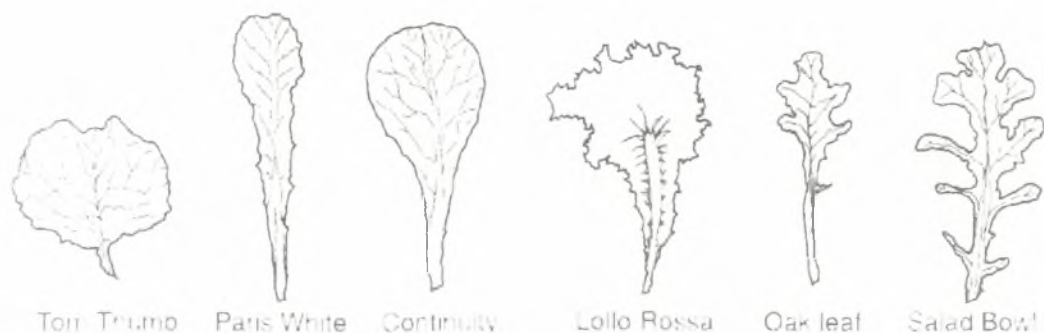
Είναι ετήσιο φυτό, προερχόμενο από την περιοχή της Μεσογείου. Λόγο ανθικής κατασκευής κυρίως αυτογονιμοποιούμενο. Ποσοστό σταυρογονιμοποίησης 1,3-6,2%. Η ωοθήκη αναπτύσσεται και διέρχεται από το κλειστό σχηματισμό των στημόνων οι οποίοι ήδη φέρουν ώριμη γύρη.

Αρχικά λαμβάνονταν εδάδιμο λάδι από τους καρπούς του. Ορισμένες ελαιοκαρποδοτικές ποικιλίες υπάρχουν ακόμη. Σήμερα χρησιμοποιούνται τα φύλλα. Συγκομίζεται πριν την άνθιση.

Μέσα στο είδος *L. sativa* υπάρχει μεγάλη γενοτυπική και μορφολογική παραλλακτικότητα, για αυτό και υπάρχει διαχωρισμός σε τέσσερις τύπους (Raymond, 1999).

1. *L. sativa* var. *capitata* L., ή κοινός λείο κεφαλωτό μαρούλι (cabbage, head). Εδώ υπάρχει μια υποδιαίρεση σε crispheads ή iceberg και butterheads. Εδώ υπάρχουν ποικιλίες όπως οι Great Lakes, Webb's Wonderful, New York, Imperial, Pennlake, Calmar, Montemar, Merit, Climax, Salinas, E-I-Toro, Sea Green, Amral 400, Winterhaven, Vanguard 75, Red Coach 74, Domingos 43 και Moranguard, που ανήκουν στα crisphead και White Boston, Big Boston, May Kings, Salamander Wayahead, Buttercrunch, Capitan, Lilian και Bibb που ανήκουν στα butterhead.
2. *L. sativa* var. *longifolia* Lam., γνωστά και ως ρωμάνα ή cos. Ποικιλίες που συναντάμε εδώ είναι οι Blonde Maraîchère, Parris Island, Dark Green, Valmaina και Lobjoit's Green.
3. *L. sativa* var. *crispa* L. γνωστά ως leaf, curled, bunching ή cutting (κατσαρό κεφαλωτό). Ποικιλίες του τύπου αυτού είναι οι Salad Bowl, Lollo Rossa, Grand Rapids, Blackseeded Simpson, Early Curled Simpson, Slobalt, Prizehead, Deep Red, Some Ruby, Waldmann's Green.
4. *L. sativa* var. *asparagina* Bailey (συν. var. *Angustana* Irish), γνωστά και ως asparagus ή stem lettuce. Μία ποικιλία που συναντάμε εδώ είναι οι Celtuce.

Χαρακτηριστικό της παραλλακτικότητας του γένους *Lactuca* είναι το εύρος του χρωματισμού του σπόρου (λευκός, κίτρινος ή μαύρος), του μεγέθους και σχήματος των κοτυληδόνων (μικρές έως μεγάλες, ελλειπτικές στενές έως πλατιές) και των φύλλων (στητά ή όχι, έλοβα ή άλοβα, στενά και ελλειπτικά ή πλατιά και ελλειπτικά ή κυκλικά ή πλατιά και τριγωνικά κ.α.), το σχήμα και την πυκνότητα της κεφαλής (πολύ μικρή έως πολύ μεγάλη, ανοιχτή, κλειστή ή ανύπαρκτη, χαλαρή ή σφιχτή) και άλλων χαρακτηριστικών. Το εύρος της μορφολογικής παραλλακτικότητας που συναντάμε στο μαρούλι φαίνεται και στην **Εικ.1** όπου βλέπουμε το τρίτο φύλλο έξι διαφορετικών ποικιλιών (Raymond, 1999).



Εικόνα 1. Το 3^ο φύλλο έξι ποικιλιών μαρουλιού διαφορετικών τύπων (Raymond, 1999)

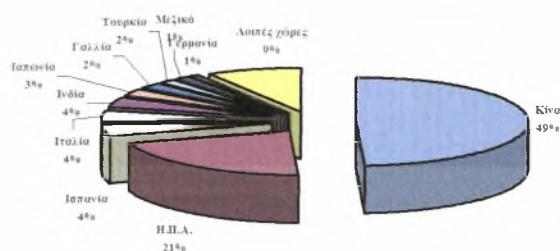
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΣΗΜΑΣΙΑ

Το μαρούλι αποτελεί την κυριότερη καλλιέργεια φυλλώδους λαχανικού στις Η.Π.Α. Η μόνη λαχανοκομική καλλιέργεια που έχει μεγαλύτερη εμπορική αξία είναι αυτή της πατάτας (Salunkhe και Karam, 1998). Αποτελεί επίσης το σημαντικότερο φυλλώδες λαχανικό και για την Ελλάδα, όπου καταναλώνεται κυρίως από το φθινόπωρο έως την άνοιξη, αλλά και άλλες χώρες της Κεντρικής Ευρώπης, την Αυστραλία, τη Νέα Ζηλανδία και την Ιαπωνία (FAO, 2005).

Παγκοσμίως η καλλιέργεια εξαπλώνεται συνεχώς. Από το 1995 έως το 2004 η έκταση που καταλαμβάνει η καλλιέργεια αυξήθηκε από 647.020 εκτάρια σε 1.017.687 εκτάρια (αύξηση 50,87%). Παρόμοιο ποσοστό αύξησης παρουσιάζει και η παραγωγή. Το 1995 ήταν σε 14.166.494 μετρικούς τόνους (MT) και το 2004 ανήλθε σε 21.373.868 MT παγκοσμίως (αύξηση 57,28%). Η αύξηση αυτή οφείλεται σε μεγαλύτερο βαθμό στην αύξηση των καλλιεργούμενων εκτάσεων και της παραγωγής στην Κίνα. Από το 1995 έως το 2004 στην Κίνα προστέθηκαν 320.020 (παγκόσμια αύξηση 370.667) εκτάρια γης στην καλλιέργεια μαρουλιού και η παραγωγή αυξήθηκε αντίστοιχα κατά 6.000.286 MT (παγκόσμια αύξηση 7.207.374) (FAO, 2005).

Πίνακας 2. Το μαρούλι στην Ελλάδα (FAO, 2005)	Έτος				
	1995	1996	1997	1998	1999
Έκταση (Ha)	3.400	3.600	3.800	3.700	4.266
Παραγωγή (MT)	65.600	69.500	70.800	69.300	77.505
Απόδοση (MT/στρ.)	1,929412	1,930556	1,863158	1,872973	1,816807
	2000	2001	2002	2003	2004
Έκταση (Ha)	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
Παραγωγή (MT)	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Απόδοση (MT/στρ.)	1,785714	1,785714	1,785714	1,785714	1,785714

Πίνα παραγωγής μαρουλιού - 2004



Διάγραμμα 1. Επί της εκατό συμμετοχή των κυριότερων χωρών παραγωγής μαρουλιού στην παγκόσμια παραγωγή (Πηγή: FAO, www.faostat.fao.org, 2005)

Παραγωγή μαρουλιού (ΜΤ*) κατά ήπειρο	Έτος									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Αφρική	236.242	250.971	257.670	296.465	263.866	291.952	297.953	296.603	297.538	297.538
Ασία	6.448.288	7.309.183	7.462.880	7.661.825	8.070.922	9.425.761	9.768.371	11.143.941	12.197.736	12.690.766
Ευρώπη	3.307.044	3.234.208	3.397.519	3.414.532	3.490.794	3.372.859	3.355.258	3.247.326	3.206.512	3.214.900
Λατινική Αμερική & Καραϊβική	309.667	320.905	380.533	394.702	460.446	451.085	476.950	483.560	500.325	502.594
Βόρεια και Κεντρική Αμερική	3.733.610	3.720.150	4.455.140	3.943.285	4.393.118	4.515.258	4.557.159	4.701.242	4.503.617	4.514.870
Ωκεανία	131.643	143.686	147.458	165.707	168.476	189.346	187.134	166.399	153.200	153.200
10 Κυριότερες χώρες παραγωγής	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Κίνα	4.504.714	5.403.000	5.504.000	5.655.000	6.005.000	7.255.000	7.605.000	9.005.000	10.005.000	10.505.000
Η.Π.Α.	3.663.000	3.648.700	4.350.000	3.853.480	4.311.610	4.452.400	4.472.120	4.623.250	4.429.720	4.429.720
Ισπανία	898.500	923.600	1.034.296	1.018.500	1.045.220	1.014.592	994.200	914.900	956.800	960.000
Ιταλία	906.235	830.100	918.768	975.353	937.650	968.833	965.593	916.222	913.942	900.000
Ινδία	760.000	765.000	765.000	770.000	780.000	785.000	790.000	790.000	790.000	790.000
Ιαπωνία	537.300	548.400	532.700	506.300	540.500	537.200	554.200	561.600	549.800	550.000
Γαλλία	515.516	528.054	492.800	487.500	490.530	508.874	490.936	487.972	460.524	470.000
Τουρκία	249.000	250.000	262.000	300.000	307.000	333.000	350.000	345.000	360.000	360.000
Μεξικό	134.177	145.195	178.818	168.833	216.057	191.542	212.719	228.280	243.406	243.406
Γερμανία	126.000	135.078	144.551	159.608	184.166	174.179	193.000	219.000	202.000	200.000
Λοιπές χώρες	1.872.052	1.801.976	1.918.267	1.981.942	2.029.889	2.025.641	2.015.057	1.947.847	1.947.736	1.965.742
Σύνολο παγκοσμίως	14.166.494	14.979.103	16.101.200	15.876.516	16.847.622	18.246.261	18.642.825	20.039.071	20.858.928	21.373.868

Πίνακας 3. Παραγωγή μαρουλιού κατά ήπειρο και παραγωγή μαρουλιού στις 10 χώρες με την υψηλότερη παραγωγή. Πηγή: FAO, www.faostat.fao.org, 2005

*ΜΤ = Μετρικοί τόνοι

Παραγωγή μαρουλιού (ΜΤ)	Ετος									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Πολωνία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Λουξεμβούργο	0	0	0	0	0	315	225	190	200	200
Κύπρος	1.090	1.080	1.100	1.100	1.140	1.000	925	1.000	1.000	1.000
Σλοβακία	4.994	4.960	5.514	3.602	4.511	4.829	835	1.821	2.164	1.400
Ιρλανδία	7.000	10.000	10.000	10.100	9.500	9.200	8.700	5.600	5.457	5.500
Σλοβαία	3.900	3.800	4.600	5.200	5.600	6.894	5.268	6.578	6.600	6.600
Τσεχία	11.000	11.000	11.000	5.800	8.400	4.500	3.000	5.615	8.175	8.200
Ουγγαρία	14.740	14.549	15.673	15.553	16.156	12.433	11.863	11.701	10.162	10.000
Δανία	7.000	6.688	7.000	7.000	7.000	9.764	9.800	9.800	11.648	12.000
Σουηδία	10.300	12.800	14.400	14.400	21.000	18.700	22.800	25.997	26.100	26.000
Αυστρία	41.066	48.663	52.406	50.300	53.892	60.501	60.460	60.702	46.000	61.000
Ελλάδα	65.600	69.500	70.800	69.300	77.505	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Βέλγιο	0	0	0	0	0	93.300	94.600	85.300	85.000	85.000
Ολλανδία	123.900	110.000	105.000	85.000	88.000	103.000	93.000	96.000	94.000	90.000
Πορτογαλία	59.800	61.300	67.200	68.000	93.722	95.000	95.000	95.000	95.000	95.000
Ηνωμένο Βασίλειο	257.000	214.400	182.700	172.400	174.800	135.500	139.500	126.000	115.000	115.000
Γερμανία	126.000	135.078	144.551	159.608	184.166	174.179	193.000	219.000	202.000	200.000
Γαλλία	515.516	528.054	492.800	487.500	490.530	508.874	490.936	487.972	460.524	470.000
Ιταλία	906.235	830.100	918.768	975.353	937.650	968.833	965.593	916.222	913.942	900.000
Ισπανία	898.500	923.600	1.034.296	1.018.500	1.045.220	1.014.592	994.200	914.900	956.800	960.000

Πίνακας 4. Παραγωγή μαρουλιού στις χώρες μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Πηγή: FAO, www.fao.org, 2005

*ΜΤ = Μετρικοί τόνοι

Καλλιεργούμενη έκταση με μαρούλι (Ha) κατά ήπειρο	Έτος									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Αφρική	12604	13570	13819	16080	13110	14662	14944	14903	14867	14867
Ασία	359283	388134	424411	444891	476789	520949	536934	586329	607891	687694
Ευρώπη	134957	137083	141642	144088	149443	147680	149079	144891	145702	145255
Λατινική Αμερική & Καραϊβική	20587	20895	23929	25054	27929	28208	28740	29463	30771	30885
Βόρεια και Κεντρική Αμερική	113737	122770	120122	118598	119355	120258	123404	126775	131040	131492
Ωκεανία	5852	6435	6476	6754	7236	6771	7232	7317	7494	7494
Καλλιεργούμενη έκταση με μαρούλι (Ha) στις 10 κυριότερες χώρες	Έτος									
1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	
Κίνα	180.230	210.150	244.200	260.250	290.250	330.250	350.250	400.250	420.250	500.250
Η.Π.Α.	110.160	119.500	116.980	115.340	116.290	116.960	120.020	123.730	128.070	128.070
Ινδία	115.000	116.000	116.000	117.000	118.000	120.000	120.000	120.000	120.000	120.000
Ιταλία	49.288	48.066	50.445	50.563	51.447	51.226	50.031	49.383	47.472	47.000
Ισπανία	32.600	33.500	37.394	36.500	37.838	36.749	36.694	33.200	35.200	35.200
Ιαπωνία	22.200	22.100	21.400	21.500	21.700	22.000	21.900	22.000	22.000	22.000
Τουρκία	14.300	14.400	15.000	17.200	17.300	17.500	17.700	17.900	18.700	18.700
Γαλλία	19.610	19.455	18.050	17.722	17.765	18.142	17.814	17.488	17.444	17.500
Μεξικό	6.756	7.082	8.956	8.884	10.676	9.350	10.045	10.583	11.290	11.290
Γερμανία	5.300	5.739	6.024	6.641	7.627	7.313	9.200	9.600	9.400	9.400
Σύνολο	647020	688887	730399	755465	793862	838528	860333	909678	937765	1017687

Πίνακας 5. Καλλιεργούμενη έκταση με μαρούλι κατά ήπειρο και στις 10 χώρες με τις μεγαλύτερες εκτάσεις καλλιέργειας μαρουλιού (Μονάδες σε εκτάρια).

Πηγή: FAO, www.fao.org, 2005

Καλλιιεργούμενη έκταση μαρουλιού (Ha)	Έτος									
	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Πολωνία	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Λουξεμβούργο	0	0	0	0	0	8	6	5	5	5
Κύπρος	100	108	110	110	58	58	56	60	60	60
Σλοβακία	582	538	538	437	503	504	96	329	248	190
Ιρλανδία	240	350	350	350	350	350	330	250	250	250
Σλοβενία	200	200	250	280	300	318	357	299	300	300
Τσεχία	1.000	1.000	1.000	760	700	500	100	225	327	350
Ουγγαρία	557	1.290	1.211	662	704	329	322	354	350	350
Δανία	300	300	277	280	280	278	280	280	409	400
Σουηδία	700	660	600	600	795	898	917	1.260	1.260	1.250
Αυστρία	800	1.160	1.612	1.800	1.661	1.559	1.586	1.550	1.400	1.550
Ολλανδία	1.800	2.300	1.800	3.000	2.000	2.000	1.800	1.800	3.000	3.000
Βέλγιο	0	0	0	0	0	3.830	3.800	3.500	3.500	3.500
Ελλάδα	3.400	3.600	3.800	3.700	4.266	4.200	4.200	4.200	4.200	4.200
Πορτογαλία	2.800	2.800	3.114	4.432	4.432	4.400	4.400	4.400	4.400	4.400
Ηνωμένο Βασίλειο	7.400	7.500	6.100	6.300	6.700	6.900	9.110	8.540	8.190	8.000
Γερμανία	5.300	5.739	6.024	6.641	7.627	7.313	9.200	9.600	9.400	9.400
Γαλλία	19.610	19.455	18.050	17.722	17.765	18.142	17.814	17.488	17.444	17.500
Ισπανία	32.600	33.500	37.394	36.500	37.838	36.749	36.694	33.200	35.200	35.200
Ιταλία	49.288	48.066	50.445	50.563	51.447	51.226	50.031	49.383	47.472	47.000

Πίνακας 6. Καλλιιεργούμενη έκταση με μαρούλι στα κράτη μέλη της Ευρωπαϊκής Ένωσης (Μονάδες σε εκτάρια).

Πηγή: FAO, www.faostat.fao.org, 2005

ΘΡΕΠΤΙΚΗ ΑΞΙΑ

Το μαρούλι, όπως όλα τα λαχανικά, είναι φτωχό σε πρωτεΐνες, λίπη και υδατάνθρακες. Μεταξύ των λαχανικών είναι από τα φτωχότερα στα παραπάνω, ειδικά στους υδατάνθρακες, οπότε αποτελεί και ένα από τα φτωχότερα σε πηγή θερμίδων λαχανικά. Ωστόσο αποτελεί σχετικά πλούσια πηγή Ca και Fe, ενώ όπως όλα τα λαχανικά αποτελεί ικανοποιητική πηγή άλλων αλάτων όπως P, Na και K. Σε ότι αφορά την περιεκτικότητα του σε βιταμίνες είναι από τα πλούσια σε βιταμίνη A και είναι καλή πηγή θειαμίνης. Σε ότι αφορά τη ριβοφλαβίνη και νιασίνη η περιεκτικότητά του είναι στα επίπεδα των περισσότερων λαχανικών, ενώ σε σχέση με τα περισσότερα λαχανικά είναι φτωχό σε ασκορβικό οξύ (Ολύμπιος, 1996). Παρόλο που είναι σχετικά φτωχό σε ασκορβικό οξύ, λόγω της μεγάλης κατανάλωσης του παίζει σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των ημερησίων αναγκών του ανθρώπου (προτείνεται λήψη 30-100mg ημερησίως) (Economos, 1999).

	Leaf	Butterhead	Cos	Crisphead	
Νερό	94%	96%	94%	95%	
Ca	68	40	36	13	mg/100g
P	25	31	45	25	mg/100g
Fe	1,4				mg/100g
Na	9				mg/100g
K	264				mg/100g
Mg		16	6	7	mg/100g
Fe		1,1	1,1	1,5	mg/100g
Θερμίδες	18	11	16	11	Kcal
Πρωτεΐνες	1,3	1,2	1,6	0,8	g
Λίπη	0,3	0,2	0,2	0,1	g
Υδατάνθρακες	3,5	1,2	2,1	2,3	g
Βιταμίνη A	1900	1200	2600	300	Διεθνής μονάδες
Θειαμίνη	0,05	0,07	0,1	0,03	mg/100g
Ριβοφλαβίνη	0,08				mg/100g
Νιασίνη	0,4	0,4	0,5	0,3	mg/100g
Ασκορβικό οξύ	18	9	24	5	mg/100g

Πηγή: Ολύμπιος Χρίστος, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Λαχανοκομίας, Βόλος 1996 και Handbook of Vegetable Science and Technology : Production, Composition, Storage and Processing, D.K. Salunkhe, S.S. Kadam, Εκδόσεις DEKKER, 1998, 493-506.

ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑ

Εδαφοκλιματικές απαιτήσεις

Απαιτεί έδαφος γόνιμο, με υψηλό βαθμό υδατοϊκανότητας, και καλή στράγγιση. Εδάφη αμμοπηλώδη, πλούσια σε οργανική ουσία, με pH περίπου στο 6,5 είναι τα καταλληλότερα για την ανάπτυξη του μαρουλιού. Το έδαφος θα πρέπει να έχει τιμή

pH 6-7, όμως το μαρούλι είναι ευαίσθητο στις τροφοπενίες ασβεστίου για αυτό και καλό είναι το pH να ρυθμίζεται στο 6,5 αν είναι χαμηλότερο. Είναι φυτό ευαίσθητο σε υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων. Υψηλές συγκεντρώσεις αλάτων καθυστερούν την ανάπτυξη και τα φύλλα αποκτούν σκούρο πράσινο χρώμα και δερματώδη υφή (Salunkhe και Karam, 1998)

Το μαρούλι είναι φυτό ψυχρής εποχής και αναπτύσσεται ικανοποιητικά σε συνθήκες με χαμηλές θερμοκρασίες. Απαιτεί μέσες θερμοκρασίες αέρος κυμαινόμενες μεταξύ 10-20°C με άριστο εύρος 10-12°C και μέγιστη ανεκτή 20-22°C, ενώ αντέχει σε θερμοκρασίες έως και -5°C. Η ελάχιστη θερμοκρασία, για παραγωγή άριστης ποιότητας, δεν πρέπει να είναι κάτω από 7-10°C. Οι υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν τη γρήγορη ανάπτυξη του μαρουλιού. Όταν όμως το μαρούλι φτάσει στο στάδιο της δημιουργίας κεφαλής οι υψηλές θερμοκρασίες οδηγούν στο σχηματισμό χαλαρής κεφαλής και τα φύλλα αποκτούν υπόπικρη γεύση. Υψηλές θερμοκρασίες ευνοούν και την ανάπτυξη ανθοφόρων βλαστών, ορισμένες φορές και πριν το σχηματισμό κεφαλής. Επιπλέον έκθεση σε υψηλές θερμοκρασίες, ακόμη και για μικρό χρονικό διάστημα, νωρίς την άνοιξη μπορεί να οδηγήσει σε κάψιμο των άκρων των φύλλων ή της περιφέρειας τους. Οπότε για την καλύτερη ποιότητα του μαρουλιού απαιτούνται χαμηλές θερμοκρασίες κατά τη διάρκεια σχηματισμού κεφαλής. Έτσι καλλιεργείται κυρίως σε περιοχές με δροσερά καλοκαίρια και ήπιους χειμώνες (Salunkhe και Karam, 1998; Γραφιαδέλλης, 1987). Όσο αφορά το φωτισμό το μαρούλι είναι λιγότερο απαιτητικό σε σύγκριση με άλλα κηπευτικά. Ως σημείο κορεσμού έχει τα 12900 lux, ενώ αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε ένταση 5380 lux (Γραφιαδέλλης, 1987).

Φύτευση

Ο σπόρος του μαρουλιού είναι σχετικά μικρός, έτσι το βάθος σποράς είναι 0,5-1,0cm. Εκτός του κανονικού σπόρου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και καλυμμένος σπόρος. Ο καλυμμένος σπόρος είναι ακριβότερος αλλά έχει υψηλότερη βλαστικότητα και μπορεί να χειριστεί από φυτευτικές μηχανές. Για την βλάστηση απαιτούνται θερμοκρασίες 7-24°C. Για τη κάθε ποικιλία οι άριστες θερμοκρασίες διαφέρουν. Η σπορά μπορεί να γίνει απευθείας στο χωράφι ή σε σπορείο και στη συνέχεια να ακολουθήσει μεταφύτευση στο χωράφι. Πριν τη μεταφύτευση τα φυτάρια θα πρέπει να σκληραγωγούνται. Η σκληραγωγή γίνεται με μείωση της άρδευσης για 6-8

ημέρες. Οι αναφορές στη βιβλιογραφία σχετικά με τις αποστάσεις φύτευσης ποικίλουν από 30 x 30cm. έως 45 x 45cm (5-11 φυτά/m²) (Salunkhe και Karam, 1998).

Λήθαργος

Ο σπόρος του μαρουλιού μετά τη συλλογή του μπορεί να βρίσκεται σε λήθαργο. Ο λήθαργος τελειώνει μέσα σε δύο με τρεις μήνες. Προτείνεται ωστόσο ο σπόρος που θα χρησιμοποιηθεί να έχει συλλεχθεί προ εξαμήνου. Ο λήθαργος μπορεί να διακοπεί και με τοποθέτηση του σπόρου σε ψυγείο με θερμοκρασία 2-5^oC για 48 ώρες, πάνω σε βρεγμένο απορροφητικό χαρτί ή ύφασμα. Προσοχή χρειάζεται ο σπόρος να μην είναι ξηρός γιατί ο λήθαργος δε θα διακοπεί (Ολύμπιος, 2001).

Λήθαργος μπορεί να προκληθεί και όταν ο σπόρος εκτεθεί για βλάστηση σε θερμοκρασίες άνω των 21^oC με το φαινόμενο να γίνεται εντονότερο άνω των 27^oC. Τη εμφάνιση του λήθαργου μπορούμε να την αποφύγουμε αποφεύγοντας τη σπορά όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές. Το κρίσιμο διάστημα μετά τη σπορά για την εμφάνιση του λήθαργου, είναι οκτώ ώρες, οπότε η σπορά αργά το απόγευμα μπορεί να βοηθήσει αφού ακολουθεί νύχτα οπότε και οι θερμοκρασίες πέφτουν. Για τη διακοπή του λήθαργου μπορούμε να τοποθετήσουμε το σπόρο βρεγμένο σε ψυγείο για 3-5 ημέρες σε θερμοκρασίες 4-5^oC πριν τη σπορά ή να τον εμβαπτίσουμε για 15 λεπτά σε διάλυμα κινητίνης 70-100ppm. Η κινητίνη πριν τη διάλυση της στο νερό, διαλύεται σε μικρή ποσότητα HCl ή NaOH. Η επίδραση της μεταχείρισης αυτής διαρκεί έως και ένα χρόνο (Ολύμπιος, 2001).

Λίπανση

Η λίπανση θα πρέπει να εφαρμόζεται ανάλογα με τη διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων και τη γονιμότητα του εδάφους. Το 1/3 έως το ήμισυ της αζωτούχου λίπανσης θα πρέπει να εφαρμόζεται με την εγκατάσταση της καλλιέργειας και το υπόλοιπο να χορηγείται κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας.

N	P	K	Mg	Ca	S	
2,8	0,48	4,2	0,32	0,92	0,1	% ξηράς ουσίας
Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo	
128	51	38	8	19	0,03	ppm ξηρά ουσίας

Οι μετρήσεις έγιναν σε νεαρά ώριμα φύλλα, όταν η κεφαλή είχε σχηματιστεί
 Πηγή: www.fertilizer.org

N	1,5 - 3,0
P ₂ O ₅	1,0 - 1,5
K ₂ O	4,0 - 7,0
MgO	0,2 - 0,4
CaO	1,0 - 1,5

Πηγή: www.fertilizer.org

Σε γενικές γραμμές απαιτούνται 10-45 t κοπριάς/στρέμμα και επιπλέον 2,5kg N και K και 9,0kg P ανά στρέμμα. Για αμμώδη και αμμο-αργιλώδη εδάφη συστήνονται 4-5kg N και 7,5-10kg P και K ανά στρέμμα, ενώ για πηλοαμμώδη εδάφη 2,5kg N και K και 5-7,5kg P (Fertilizer.org).

Σε καλλιέργεια στο θερμοκήπιο θα μπορούσε να γίνει και εμπλουτισμός της ατμόσφαιρας με CO₂. Όπως ξέρουμε ο άνθρακας (C) είναι ένα από τα μακροστοιχεία και σε ένα θερμοκήπιο όπου αναπτύσσεται ταχέως μια καλλιέργεια τα επίπεδα του CO₂ πέφτουν στα 200ppm (έναντι 300ppm στην φυσική ατμόσφαιρα). Το μαρούλι είναι από τα φυτά που αντιδρούν περισσότερο στην αύξηση του CO₂ στο θερμοκήπιο. Αντίδραση παρουσιάζεται ακόμη και το χειμώνα καθώς το CO₂ υποκαθιστά τη δυσμενή επίδραση της μειωμένης έντασης φωτός εξασφαλίζοντας υψηλές αποδόσεις. Ο εμπλουτισμός με CO₂ μπορεί να αυξήσει την παραγωγή 40-100% (ανάλογα με την ποικιλία) όταν όλοι οι άλλοι παράγοντες είναι στο άριστο και να προωμίσει την παραγωγή 10 ημέρες έως λίγες εβδομάδες. Φυσικά θα πρέπει να αυξηθεί ανάλογα και η λίπανση, ενώ οι αρδεύσεις θα πρέπει να γίνονται τακτικότερα και να εφαρμόζεται περισσότερο νερό ανά άρδευση. Η θερμοκρασία επίσης θα πρέπει να είναι υψηλότερη (5-7 την ημέρα και 3 τη νύκτα) από την άριστη. Όταν εμπλουτίζουμε την ατμόσφαιρα του θερμοκηπίου με CO₂ ανεβάζουμε τη συγκέντρωση του στα 1000-2000ppm (Ολύμπιος, 2001).

Άρδευση

Συχνή άρδευση με μικρές δόσεις έχει βρεθεί ότι έχει τα καλύτερα αποτελέσματα στο ύψος και στην ποιότητα της παραγωγής. Η άρδευση με σταγόνα αυξάνει την παραγωγή περίπου κατά 30% σε σχέση με την άρδευση με αυλάκια (Salunkhe και Karam, 1998).

Φυτοπροστασία

Ασθένειες που προσβάλλουν το μαρούλι και απαντώνται συχνά, προκαλούνται από τους μύκητες *Rhizoctonia solani*, *Phythium ultimum*, *Phythium polymastum*, *Bremia lactucae*, *Bremia conerea* (περονόσπορος του μαρουλιού), *Sclerotinia sclerotiorum*, *Sclerotinia minor*, *Botrytis cinerea* (τεφρά σήψη), *Stemphylium botryosum*, *Alternaria tenuis* και *Olpidium brassicae*. Βακτηριακής προέλευσης είναι η ασθένεια βακτηριακή κηλίδωση του μαρουλιού (*Xanthomonas campestris* pv. *nitians*). Επίσης

προσβάλλεται από τους ιούς του μωσαϊκού του μαρουλιού (LMV) και μεγαλονεύρωση του μαρουλιού (LBVV – Lettuce Big-Vein Virus).

Έντομα που προσβάλλουν το μαρούλι είναι τα λεπιδόπτερα *Thrichoplusia ni*, *Heliothis zea*, *Spodoptera exigue*, *Heliothis virescens*. Οι αφίδες και οι αλευρώδεις πέρα από την άμεση ζημία που προκαλούν στο φυτό είναι και φορείς ασθενειών. Τέτοιες είναι οι αφίδες *Myzus persicae*, *Macrosiphum barri*, *Nasonovia ribis-negri*, *Macrosiphum euphorbiae*, *Pemphigus bursarius*, και οι αλευρώδεις *Trialeurodes vaporariorum* και *Bemisia tabacci*.

Πίνακας 10. Δραστικές ουσίες με άδεια χρήσης στο μαρούλι

Ζιζανιοκτόνα	Εντομοκτόνα	Μυκητοκτόνα	Νηματοδοκτόνα
pendimethalin	diazinon	fosetyl	1,3-dichloropropene
propyzamide	chlorpyrifos	carbendazim	dazomet
Cycloxydim	diazinon	mancozeb	
fluazifop-p-butyl	methomyl	maneb	
quizalofop-p-ethyl	chlorpyrifos	metiram	
	diazinon	procymidone	
	carbaryl	thiram	
	methyl bromide	ziram	
	azadirachtin	χαλκός	
	Bauveria basiana		
	carbaryl		
	cypermethrin		
	deltamethrin		
	indoxacarb		

Πηγή: Αγροτύπος, Βάση Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, 2005

Η αντιμετώπιση των ασθενειών και των εχθρών μπορεί να γίνει με χημική καταπολέμηση ή με βιολογικές μεθόδους (παρασιτισμός ή αρπακτικά έντομα) ή καλλιεργώντας ανθεκτικές ποικιλίες (Salunkhe και Karam, 1998).

Εκτός των παραπάνω εχθρών και ασθενειών, στο μαρούλι παρουσιάζονται ορισμένες φυσιολογικές ασθένειες όπως:

Φυσιολογικό ή περιθωριακό κάψιμο φύλλων (Tipburn): Στην περίπτωση αυτή νεκρώνονται τμήματα στα άκρα των εσωτερικών φύλλων του μαρουλιού. Η εκδήλωση της ασθένειας προκαλείται λόγω τροφοπενίας ασβεστίου (Ca^{+2}). Η τροφοπενία ασβεστίου μπορεί να προκληθεί εξαιτίας σχηματισμού χηλικών ενώσεων του ασβεστίου με οργανικά οξέα. Η περίπτωση αυτή αντιμετωπίζεται με αύξηση της αζωτούχου λίπανσης (Salunkhe και Karam, 1998).

Αποχρωματισμός φυλλώματος (Rib Discoloration): Προκαλείται όταν η ωρίμανση γίνεται με ζεστό καιρό. Παρουσιάζονται αλλοιώσεις κίτρινου έως μαύρου χρώματος (Salunkhe και Karam, 1998).

Μεταχρωματισμός των κεντρικών νεύρων προς ανοιχτό ή σκούρο ροζ (Pink Rib): Σε ορισμένες περιπτώσεις αυτό παρουσιάζεται και σε μικρότερα νεύρα (Salunkhe και Karam, 1998).

Υάλωση ή κάψιμο των νεύρων του φύλλου (Glassiness ή veinal tipburn): Τα φύλλα παρουσιάζουν υδαρή εμφάνιση. Το πρόβλημα παρουσιάζεται όταν τα φύλλα δεν μπορούν να αποβάλουν αρκετό νερό με τη διαπνοή. Στην εμφάνιση του συμβάλλουν υψηλή σχετική υγρασία και χαμηλές θερμοκρασίες, συνθήκες στις οποίες το φυτό απορροφά υγρασία από το έδαφος αλλά δεν μπορεί να την αποβάλει (Ολύμπιος, 2001).

Συγκομιδή

Η συγκομιδή του μαρουλιού γίνεται σε διαφορετικά στάδια ωριμότητας ανάλογα με τον τύπο του και τη χρήση για την οποία προορίζεται. Γενικά η συλλογή γίνεται πριν τα φύλλα σκληρύνουν και αποκτήσουν πικρή γεύση και πριν αρχίσει να αναπτύσσεται ο ανθοφόρος μίσχος (Salunkhe και Karam, 1998).

Στα κεφαλωτά μαρούλια η συλλογή μπορεί να γίνει είτε αφού σχηματιστεί καλώς η κεφαλή, αν πρόκειται να διατεθούν στην αγορά, είτε πριν το σχηματισμό της κεφαλής αν αυτά προορίζονται για οικιακή χρήση. Στα κατσαρά κεφαλωτά μπορεί κατά καιρούς τα συλλέγονται και να χρησιμοποιούνται τα μεγαλύτερα εξωτερικά φύλλα, αφήνοντας τα μικρότερα να αναπτυχθούν (Salunkhe και Karam, 1998).

Για την κοπή του μαρουλιού όταν γίνεται χειρονακτικά, χρησιμοποιούνται μακριές κοφτερές λεπίδες. Μια μηχανή συγκομιδής μαρουλιού που έχει περιγραφεί διαθέτει εμπρόςθια δάκτυλα σε κλίση 35°, τα οποία καθώς κινείται η μηχανή ξεριζώνουν τα μαρούλια, ανασηκώνοντας τα ταυτόχρονα μαζί με το πλαστικό κάλυμμα εδάφους. Στη συνέχεια μια ταινία κόβει σύρριζα τις ρίζες, δίχως όμως να βλάψει το πλαστικό. Το πακετάρισμα γίνεται χειρονακτικά (Salunkhe και Karam, 1998).

Η απόδοση εξαρτάται από την πυκνότητα φύτευσης, την εποχή, τη γονιμότητα του εδάφους και την ποικιλία. Συνήθως κυμαίνεται στους 2-4 τόνους/στρέμμα αλλά σε εξαιρετικές περιπτώσεις μπορεί να είναι και υψηλότερη (Ολύμπιος, 2001).

ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗ

Μετασυλλεκτικές απώλειες

Οι απώλειες, ποσοτικές και ποιοτικές, συμβαίνουν τόσο κατά τη συγκομιδή, όσο και κατά την τυποποίηση, αποθήκευση και μεταφορά του μαρουλιού προς την αγορά.

Για να μειωθούν οι απώλειες αυτές καλό είναι κατά τη συγκομιδή να αφαιρούνται ορισμένα από τα εξωτερικά φύλλα του μαρουλιού και να συσκευάζεται σε πολυαιθυλενικές συσκευασίες ώστε να μειωθούν οι απώλειες από σήψεις. Η μείωση των σήψεων φτάνει σε ποσοστό 30-40% σε σχέση με τη χρήση ανοιχτών πολυαιθυλενικών σακουλών. Αυτό φαίνεται να οφείλεται στις συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης CO₂ και χαμηλής συγκέντρωσης O₂ που δημιουργούνται λόγω της αναπνοής των μαρουλιών (Salunkhe και Karam, 1998). Αν η αποθήκευση ωστόσο γίνει σε συνθήκες κενού και ψύξης θα πρέπει η συσκευασία να επιτρέπει επαρκή αερισμό ώστε να απομακρυνθούν αέρας και υγρασία (Salunkhe και Karam, 1998).

Αποθήκευση

Πριν την αποθήκευση θα πρέπει να προηγηθεί πρόψυξη. Η πρόψυξη θα πρέπει να γίνεται αμέσως μετά τη συγκομιδή και η μεταφορά να γίνεται με κατάλληλα εξοπλισμένα φορτηγά που να μπορούν να διατηρήσουν θερμοκρασία 0°C, ώστε το μαρούλι να φτάσει σε καλή κατάσταση στο τελικό χώρο αποθήκευσης. Η πρόψυξη θα πρέπει να γίνεται σε θερμοκρασία 1°C (Salunkhe και Karam, 1998). Κατά τη μεταφορά και αποθήκευση, η θερμοκρασία δε θα πρέπει να πέσει κάτω από τους -0,2°C που είναι η ανώτερη θερμοκρασία στην οποία προκαλούνται ζημιές από το ψύχος, καθώς το μαρούλι είναι ιδιαίτερα ευαίσθητο. Η σχετική υγρασία θα πρέπει να είναι άνω του 95%. Εφόσον φτάσει σε καλή κατάσταση στο χώρο αποθήκευσης και τηρηθούν οι ανωτέρω συνθήκες, το μαρούλι είναι δυνατό να διατηρηθεί για 3-4 εβδομάδες. Η ζημία από το ψύχος προκαλεί έντονη ξήρανση και σκουρόχρωση της επιδερμίδας των εξωτερικών φύλλων. Το μαρούλι παγώνει στη θερμοκρασία των -6°C (Salunkhe και Karam, 1998).

Η αποθήκευση του μαρουλιού μπορεί να γίνει και σε συνθήκες ελεγχόμενης ατμόσφαιρας. Ωστόσο τα οφέλη είναι μικρά. Προτείνεται σύσταση 3-5% O₂ και 1,5% CO₂. O₂ κάτω από 1% και CO₂ πάνω από 2,5% ζημιώνουν το μαρούλι (Salunkhe και Karam, 1998).

Σε συνθήκες υψηλής συγκέντρωσης CO₂ παρουσιάζονται καφέ στίγματα μέσα σε μία εβδομάδα όταν το μαρούλι βρεθεί στις συνήθεις θερμοκρασίες που επικρατούν

κατά την εμπορία του. Η εμφάνιση του συμπτώματος αυτού είναι βέβαιη αν η συγκέντρωση ανέλθει πάνω από το 4%. Άλλα συμπτώματα οφειλόμενα στο ίδιο αίτιο είναι νέκρωση των μικρών φύλλων στο σημείο αύξησης και κίτρινος προς κοκκινοκάστανος μεταχρωματισμός του κεντρικού νεύρου και των γειτονικών ιστών.

Σε συνθήκες χαμηλής συγκέντρωσης O_2 παρατηρείται κοκκινοκάστανος μεταχρωματισμός των φύλλων της καρδιάς του μαρουλιού (Salunkhe και Karam, 1998). Σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα αποτρέπεται η εμφάνιση κόκκινης κηλίδωσης (russet spotting) και μεταχρωματισμού βάσεως (butt discoloration) (Salunkhe και Karam, 1998).

Άλλοι τρόποι περιορισμού μετασυλλεκτικών απωλειών

Οι μετασυλλεκτικές απώλειες μπορούν να αποφευχθούν και με τη χρήση φυτορρυθμιστικών ουσιών. Η χρήση κυτοκίνης αποτρέπει την απώλεια χλωροφύλλης και καθυστερεί την αύξηση του αμψισικού οξέος. Η χρήση GA_3 10ppm μαζί με 0,1ppm κυτοκίνης δύο ημέρες πριν τη συγκομιδή έχει ακόμη καλύτερα αποτελέσματα στην παρεμπόδιση της γήρανσης του μαρουλιού (Salunkhe και Karam, 1998).

Μεταποίηση

Το μαρούλι χρησιμοποιείται σχεδόν πάντοτε ακατέργαστο. Σε σπάνιες περιπτώσεις κονσερβοποιείται. Ωστόσο η εξάπλωση των salad bars σε αλυσίδες γρήγορου φαγητού οδήγησε στη διάδοση του τεμαχισμένου μαρουλιού. Η διατήρηση της ποιότητας αυτού του προϊόντος είναι δυσκολότερη και συχνά διαφέρει από την διατήρηση της ποιότητας ολόκληρου του μαρουλιού. Κύρια προβλήματα είναι η μάρανση, ο μεταχρωματισμός των άκρων όπου έγινε η κοπή και η επιμόλυνση με παθογόνους για τον άνθρωπο οργανισμούς (Salunkhe και Karam, 1998).

Μετά τον τεμαχισμό του μαρουλιού ακολουθεί συντήρηση στους $0^{\circ}C$ και συσκευασία σε κλειστές πλαστικές σακούλες. Πριν την διάθεση τους για κατανάλωση εμβαπτίζονται σε κρύο νερό για 5 λεπτά προκειμένου να ανακτήσει τη φρεσκάδα του.

Κατά την αποθήκευση σε κλειστές πλαστικές σακούλες δημιουργείται τροποποιημένη ατμόσφαιρα, λόγω της αναπνευστικής δραστηριότητας του μαρουλιού, με συγκέντρωση O_2 2-5% και CO_2 περίπου 10%. Αντίθετα με το ολόκληρο μαρούλι το τεμαχισμένο μαρούλι δε ζημιώνεται από το CO_2 όταν αυτό είναι σε συγκεντρώσεις τουλάχιστον έως και 10% (Salunkhe και Karam, 1998). Ενώ

η χρήση μερικού κενού (υποβαρική αποθήκευση) οδηγεί σε καταστροφή του μαρουλιού (Salunkhe και Karam, 1998).

ΣΠΟΡΟΠΑΡΑΓΩΓΗ

Στην σποροπαραγωγή η καλλιέργεια του μαρουλιού δε διαφέρει σημαντικά από όταν αυτό προορίζεται για κατανάλωση.

Οι αποστάσεις φύτευσης είναι περίπου ίδιες. Στην βιβλιογραφία αναφέρονται 50-60cm μεταξύ των γραμμών και 25-30cm επί των γραμμών.

Η άρδευση και εδώ είναι σημαντικός παράγοντας αφού αυξάνει σημαντικά την παραγόμενη ποσότητα σπόρου, αν και προκαλεί οψίμιση έως και 5 ημέρες. Εδώ θα πρέπει να σημειωθεί ότι η άρδευση με καταιονισμό δεν είναι επιθυμητή όταν ο σπόρος ωριμάζει καθώς προκαλεί πτώση του ώριμου σπόρου. Έτσι στις περιπτώσεις που χρησιμοποιείται καταιονισμός αποφεύγονται τα ποτίσματα την εποχή της ωρίμανσης. Γενικότερα αρδεύσεις την εποχή της ωρίμανσης μπορεί να δημιουργήσουν πρόβλημα αφού ωφελούν και την ανάπτυξη ζιζανίων, οι σπόροι των οποίων μπορούν να επιμολύνουν κατά τη συγκομιδή το σπόρο του μαρουλιού (Raymond, 1999).

Το μαρούλι είναι κυρίως αυτογονιμοποιούμενο φυτό. Αν και έχει παρατηρηθεί έως και 5% σταυρογονιμοποίηση σε ορισμένες περιοχές οι αρμόδιες αρχές το θεωρούν ως αυτογονιμοποιούμενο και απαιτούν μονάχα την ύπαρξη κάποιου φυσικού εμποδίου ή απόσταση 2m μεταξύ δύο διαφορετικών ποικιλιών για να θεωρηθεί ότι επιτυγχάνεται η καθαρότητα του σπόρου. Η κατασκευή του άνθους και ο τρόπος με τον οποίο ανθίζει είναι ο λόγος που παρατηρείται τόσο υψηλό ποσοστό αυτογονιμοποίησης.

Όταν τα άνθη είναι έτοιμα να ανοίξουν ο στύλος μεγαλώνει και οι ανθήρες ανοίγουν και ελευθερώνουν τη γύρη, η οποία πέφτει στο κώνο που σχηματίζουν, όπου και βρίσκεται το στίγμα και έτσι λαμβάνει χώρα αυτεπικονίαση. Τα στίγματα είναι επιδεκτικά μονάχα για λίγες ώρες το πρωί. Η λειτουργία του άνθους δημιουργεί δυσκολίες στη παραγωγή υβριδίων (Raymond, 1999).

Το μαρούλι είναι φυτό μακράς ημέρας. Έτσι για να ανθίσει απαιτείται ημέρα μεγαλύτερη των 12 ωρών. Η διάρκεια της ημέρας που απαιτείται έχει να κάνει με την ποικιλία. Από την άνθιση έως τον ώριμο σπόρο απαιτούνται 12-21 ημέρες, ανάλογα με την θερμοκρασία. Υψηλές θερμοκρασίες προάγουν την ωρίμανση. Ωστόσο υψηλές θερμοκρασίες μειώνουν και την ποιότητα του σπόρου (Raymond, 1999).

Οι ταξιανθίες του μαρουλιού δεν ανθίζουν ταυτόχρονα. Έτσι ο σπόρος δεν μπορεί να συγκομιστεί όλος διότι μέχρι να ωριμάσουν όλοι θα έχουν χαθεί οι πρώτοι. Έτσι η συγκομιδή γίνεται όταν έχει ωριμάσει το 50% περίπου των σπόρων (Raymond, 1999).

Για την επιτάχυνση της άνθισης μπορεί να χρησιμοποιηθεί γυββεριλλικό οξύ σε συγκεντρώσεις 20-500ppm πριν τον σχηματισμό της κεφαλής. Ωστόσο αυτό παρεμποδίζει το σχηματισμό της κεφαλής και δεν είναι δυνατό ο παραγωγός να πιστοποιήσει τα μορφολογικά χαρακτηριστικά της ποικιλίας όταν αυτή είναι στο στάδιο της εμπορικής ωρίμανσης (Raymond, 1999).

Διασταυρώνεται εύκολα με το άγριο είδος μαρουλιού, *Lactuca serriola* L., από το οποίο και πιστεύεται ότι προέρχεται, ενώ διασταυρώνεται με ποικίλους βαθμούς επιτυχίας, και με άλλα είδη του γένους *Lactuca*, όπως τα είδη *L. viross* και *L. saligna*. Στα σωματικά του κύτταρα έχει 9 ζεύγη χρωμοσωμάτων ($2n=18$). Έχει γίνει επιλογή μη ακανθωτών τύπων με λιγότερο γαλακτώδη χυμό. Η πικρή γεύση έχει μειωθεί, όπως και η τάση για άνθιση.

Σκοπός εργασίας

Το μαρούλι είναι φυλλώδες λαχανικό με εδώδιμο μέρος τα φύλλα του και αποτελεί ένα από κυριότερα σαλατικά σε αρκετές χώρες. Όπως και άλλα φυλλώδη λαχανικά αποτελεί μία από τις κύριες πηγές πρόσληψης νιτρικών από τον άνθρωπο. Λόγο των επιβλαβών συνεπειών των νιτρικών στον άνθρωπο αλλά και για λόγους ορθολογισμού της χρήσεως των εισροών στη γεωργία και την προστασία του περιβάλλοντος είναι απαραίτητο να καθοριστεί το επίπεδο αζωτούχου λίπανσης στο οποίο θα λαμβάνουμε αρκετά υψηλή παραγωγή με ελαχιστοποίηση της συγκέντρωσης νιτρικών και των απωλειών αζωτούχου λιπάσματος. Λόγο της επίδρασης παραγόντων όπως η θερμοκρασία και η ηλιακή ακτινοβολία στην απόδοση αλλά και στη συγκέντρωση των νιτρικών στα φύλλα του μαρουλιού η μελέτη κρίνεται σκόπιμο να πραγματοποιηθεί σε δύο χρονικές περιόδους στη διάρκεια των οποίων επικρατούν διαφορετικές καιρικές συνθήκες.

ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Περιγραφή πειράματος

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε σε δύο χρονικές περιόδους, το χειμώνα του 2003-2004 (Νοέμβριος 2003–Φεβρουάριος 2004) και την άνοιξη του 2004 (Μάρτιος-Μάιος). Στην πρώτη περίοδο χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες Parris Island (τύπος Romana) και Grand Rapids (τύπος Loose Leaf). Το πείραμα περιελάμβανε 4 μεταχειρίσεις (συγκέντρωση N στο νερό άρδευσης 150ppm, 300ppm, 450ppm και νερό ύδρευσης ως μάρτυρας) με 4 επαναλήψεις ανά μεταχείριση. Στη δεύτερη περίοδο χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες Parris Island, Valmain (τύπος Romana) και Batsio (τύπος Romana). Το πείραμα περιελάμβανε τις ίδιες μεταχειρίσεις με την πρώτη περίοδο αλλά με 6 επαναλήψεις ανά μεταχείριση.

Πολλαπλασιαστικό Υλικό

Στην πρώτη περίοδο τα φυτάρια προέρχονταν από σπόρο που διέθετε το εργαστήριο Λαχανοκομίας, ενώ για τη δεύτερη περίοδο έγινε προμήθεια των φυτάρων από το κατάστημα γεωργικών εφοδίων του κ. Αργυράκη, στη Νέα Δημητριάδα Βόλου.

Υπόστρωμα ανάπτυξης

Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών που χρησιμοποιήθηκε αποτελούνταν από μείγμα άμμου ποταμίσιας, τύρφης και περλίτη σε αναλογία 5:3:1 αντίστοιχα.

Ο περλίτης είναι πυρολιθικό υλικό με χαρακτηριστική την υψηλή υδατοϊκανότητα του που φτάνει, 3 έως 4 φορές το βάρος του. Το pH του κυμαίνεται μεταξύ 6 και 8. Στερείται ιοντοανταλλακτικής ικανότητας και ανόργανων στοιχείων, ενώ χρησιμοποιείται και για την αύξηση του αερισμού του μίγματος (Ποντίκης, 1994).

Η τύρφη είναι υλικό οργανικής προέλευσης. Είναι ανομοιογενές υλικό, καθώς αποτελείται από αποσυντιθεμένους φλοιούς, βλαστούς και κλάδους που προέρχονται από διάφορα φυτικά είδη. Επίσης οι ιδιότητες της παραλλάσσουν ανάλογα με την προέλευση της. Έχει μεγάλη υδατοϊκανότητα. Η περιεκτικότητα της σε άζωτο είναι 1-3,5% ενώ σε μικρή περιεκτικότητα βρίσκονται επίσης ο φώσφορος και το κάλιο (Ποντίκης, 1994).

Καλλιεργητικές φροντίδες

Η φύτευση έγινε σε γλάστρες όγκου 5 lt και πραγματοποιήθηκε βασική λίπανση με 3g ανά γλάστρα λιπάσματος τύπου 15-11-11. Για το χειμώνα η μεταφύτευση έγινε στις 8 Νοεμβρίου 2003 και για την άνοιξη στις 10 Μαρτίου 2004.

Σε όλη τη διάρκεια του πειράματος τα φυτά προστατεύονταν από τις βροχοπτώσεις προκειμένου να μην υπάρξει αλλοίωση του πειράματος. Προκειμένου να προστατευθούν, τοποθετήθηκαν σε κατασκευή η οποία πάνω στο σκελετό της είχε προσαρτημένο φύλλο αιθυλενίου ώστε να επιτρέπεται η διέλευση του φωτός. Το ύψος της κατασκευής δεν εμπόδιζε την ανάπτυξη των φυτών ενώ δεν υπήρχε πλήρης πλάγια κάλυψη ώστε να μην τροποποιείται η θερμοκρασία και η υγρασία. Η δόση άρδευσης ήταν περίπου 500ml και η άρδευση πραγματοποιούνταν όποτε κρίνονταν αναγκαίο για τα φυτά. Η πρώτη άρδευση με τα διαλύματα γινόταν μία εβδομάδα μετά τη μεταφύτευση.

Κατά τη χειμερινή περίοδο για την προστασία των φυτών, γίνονταν επεμβάσεις με το μυκητοκτόνο Rovral 50 SC (iprodione 50% w/v) και αργότερα με το μυκητοκτόνο Benlate (benomyl) και το εντομοκτόνο Decis 2,5 EC (deltamethrin 2,5%). Κατά την ανοιξιάτικη περίοδο χρησιμοποιήθηκε το μυκητοκτόνο Antracol-Bayleton 67 WP (propineb 65% - triadimefon 2%), και το εντομοκτόνο Decis 2,5 EC (deltamethrin).

Η συγκομιδή γινόταν πάντοτε πρωινές ώρες στις 10π.μ. Έχει βρεθεί ότι κατά τη διάρκεια της ημέρας η συγκέντρωση στα φύλλα του μαρουλιού των νιτρικών αυξάνεται έως και 19,6% τις απογευματινές ώρες (Σιώμος Α. *et al.*, 2001).

Η συγκομιδή κάθε ποικιλίας έγινε όταν είχαν φτάσει την εμπορική ωριμότητα και σε διαφορετική ημέρα προκειμένου οι μετρήσεις να γίνουν σε όσο το δυνατό πιο φρέσκα φύλλα. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για την παρουσία του ασκορβικού οξέος, καθώς μετά τη συγκομιδή μειώνεται σχετικά σύντομα η περιεκτικότητα του στους ιστούς του φυτού. Το χειμώνα η ποικιλία Parris Island συγκομίστηκε στις 26 Φεβρουαρίου 2004 και η Grand Rapids στις 27 Φεβρουαρίου 2004. Λόγο καθυστέρησης στην ανάπτυξη η μεταχείριση των 450ppm συγκομίστηκε και για τις δύο ποικιλίες στις 19 Μαρτίου 2004. Την άνοιξη η συγκομιδή έγινε στις 13 Μαΐου 2004 για την Parris Island, στις 14 Μαΐου 2004 για την Valmain και στις 15 Μαΐου για την ποικιλία Batsio.

Χρονοδιάγραμμα με τις εργασίες που πραγματοποιήθηκαν παρουσιάζεται στον **Πίνακα 1** του Παραρτήματος. Οι τιμές της ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας και

της ελάχιστης και μέγιστης σχετικής υγρασίας κατά το χρονικό διάστημα εκτέλεσης του πειράματος παρουσιάζονται στα **Διαγράμματα 1,2**.

Μετρήσεις

Σε όλη τη διάρκεια του πειράματος παρακολουθούνταν και καταγράφονταν η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία και η μέγιστη και ελάχιστη υγρασία στο χώρο του πειράματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικό θερμόμετρο (Oregon Scientific, ETHG889) το οποίο κατέγραφε την ελάχιστη και μέγιστη θερμοκρασία και υγρασία.

Οι εργαστηριακές μετρήσεις που έγιναν αφορούσαν το χλωρό και το ξηρό βάρος του κάθε φυτού, τη συγκέντρωση χλωροφύλλης, τη συγκέντρωση NO_3^- και συγκέντρωση ασκορβικού οξέος.

Για τη μέτρηση της χλωροφύλλης, χρησιμοποιήθηκε το SPAD (Minolta SPAD-502). Η κάθε μέτρηση επαναλαμβάνονταν δύο φορές. Η τιμή από κάθε επανάληψη προερχόταν από το μέσο όρο των τιμών που μετρούσε το SPAD σε τρία διαφορετικά σημεία του ίδιου φύλλου. Η δεύτερη επανάληψη εκτελούνταν σε διαφορετικό φύλλο.

Οι ζυγίσεις έγιναν με ψηφιακή ζυγαριά (ADAM, ADG 6000L) ακρίβειας ενός δεκαδικού ψηφίου. Για την απομάκρυνση της υγρασίας και τη μέτρηση του ξηρού βάρους, τα φυτά παρέμειναν σε φούρνο στους 80°C για 48 ώρες.

Οι μετρήσεις NO_3^- και του ασκορβικού οξέος έγιναν με χρήση φορητού ανακλασόμετρου (Merck RQflex2). Παρακάτω παρουσιάζεται ο τρόπος μέτρησης.

Περιγραφή μέτρησης νιτρικών ιόντων με χρήση ανακλασόμετρου

Λαμβάνουμε περίπου 5g δείγμα από τα φύλλα. Πολτοποιούμε το δείγμα και στη συνέχεια προσθέτουμε 100ml αποσταγμένο νερό. Θερμαίνουμε έως ότου αρχίσει ο βρασμός. Στη συνέχεια αφήνουμε να κρυώσει. Η μέτρηση γίνεται σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή του τεστ. Το τεστ είναι μια λωρίδα, στην άκρη της οποίας υπάρχει μια περιοχή η οποία όταν έρθει σε επαφή με νιτρικά ιόντα αλλάζει ο χρωματισμός της σε ροζ. Βυθίζουμε το τεστ στο διάλυμα που έχει ετοιμαστεί και ταυτόχρονα εκκινούμε την αντίστροφη μέτρηση των 60 δευτερολέπτων. Το τεστ μένει βυθισμένο για περίπου 2 δευτερά και στη συνέχεια το βγάζουμε και περιμένουμε την λήξη της χρονομέτρησης, απομακρύνοντας στο ενδιάμεσο το πλεονάζων υγρό από το τεστ με ζωηρές κινήσεις. Στο τέλος των 60 δευτερολέπτων θα πρέπει το τεστ να έχει τοποθετηθεί κανονικά μέσα στο ανακλασόμετρο. Τότε θα

μας δείξει τη μέτρηση. Για να μετατρέψουμε τη μέτρηση σε μονάδες mg/kg χλωρού βάρους χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$[\text{NO}_3^-] (\text{mg/kg}) = \frac{\text{ένδειξη οργάνου (mg/l)} \times \text{ποσότητα νερού (ml)}}{\text{βάρος φυτικού ιστού (g)}}$$

Ενίοτε χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν μεγαλύτερες ποσότητες νερού στη διάλυση προκειμένου η τελική συγκέντρωση να είναι τέτοια που να βρίσκεται μέσα στα όρια ανάγνωσης της συσκευής. Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιήθηκαν 150ml ή 200ml. Το εύρος συγκέντρωσης νιτρικών ιόντων το οποίο είναι δυνατό να μετρήσει το τεστ είναι 3 – 90 mg/l .

Περιγραφή μέτρησης ασκορβικού οξέος με χρήση ανακλασόμετρου

Λαμβάνουμε περίπου 5g δείγμα από τα φύλλα. Πολτοποιούμε το δείγμα και στη συνέχεια προσθέτουμε 10ml διάλυμα οξαλικού οξέος 1%. Η μέτρηση γίνεται αμέσως σύμφωνα με τις οδηγίες του παρασκευαστή του τεστ. Το τεστ, όπως και για τα νιτρικά, είναι μια λωρίδα, στην άκρη της οποίας υπάρχει μια περιοχή η οποία όταν έρθει σε επαφή με ασκορβικό οξύ αλλάζει ο χρωματισμός της σε κίτρινο. Βυθίζουμε το τεστ στο διάλυμα που έχει ετοιμαστεί και ταυτόχρονα εκκινούμε την αντίστροφη μέτρηση των 15 δευτερολέπτων. Το τεστ μένει βυθισμένο για περίπου 2 δευτερά και στη συνέχεια το βγάζουμε και περιμένουμε την λήξη της χρονομέτρησης, απομακρύνοντας στο ενδιάμεσο το πλεονάζων υγρό από το τεστ με ζωηρές κινήσεις. Στο τέλος των 15 δευτερολέπτων θα πρέπει το τεστ να έχει τοποθετηθεί κανονικά μέσα στο ανακλασόμετρο. Τότε θα μας δείξει τη μέτρηση. Για να μετατρέψουμε τη μέτρηση που λάβαμε σε μονάδες mg/kg χλωρού βάρους χρησιμοποιούμε τον τύπο:

$$[\text{ασκορβικό οξύ}] (\text{mg/kg}) = \frac{\text{ένδειξη οργάνου (mg/l)} \times \text{ποσότητα οξαλικού οξέος (ml)}}{\text{βάρος φυτικού ιστού (g)}}$$

οπότε στην προκειμένη περίπτωση, όπου χρησιμοποιούμε 10 ml διάλυμα οξαλικού οξέος 1%, ο παραπάνω τύπος γίνεται:

$$[\text{ασκορβικό οξύ}] (\text{mg/kg}) = \frac{\text{ένδειξη οργάνου (mg/l)} \times 10 (\text{ml})}{\text{βάρος φυτικού ιστού (g)}}$$

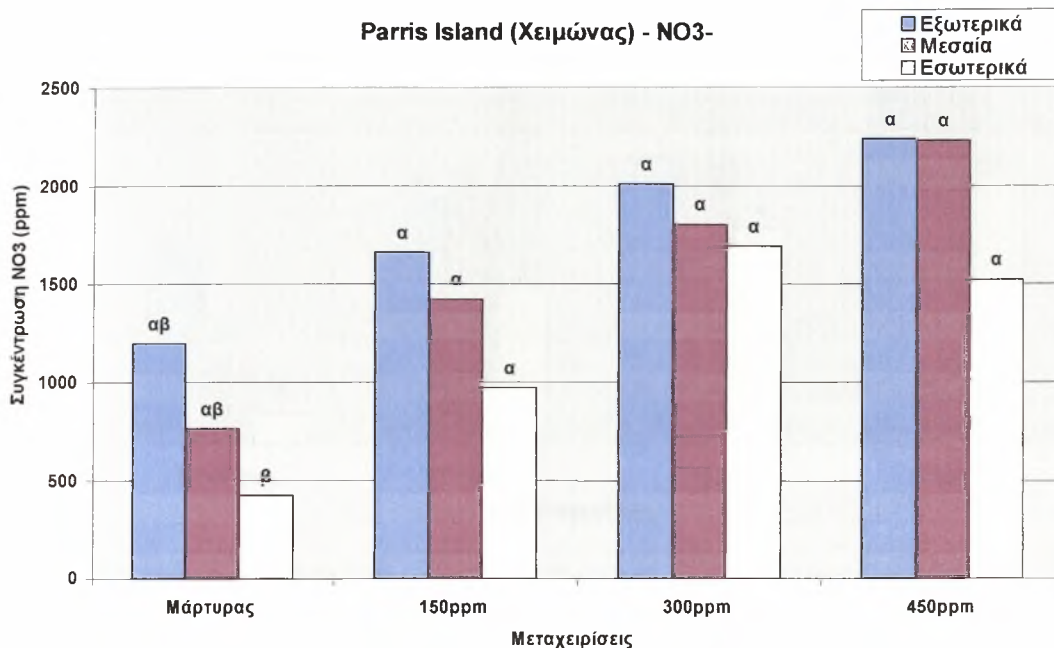
Το εύρος συγκέντρωσης ασκορβικού οξέος το οποίο είναι δυνατό να μετρήσει το τεστ είναι 25 – 450 mg/l .

Στατιστική επεξεργασία

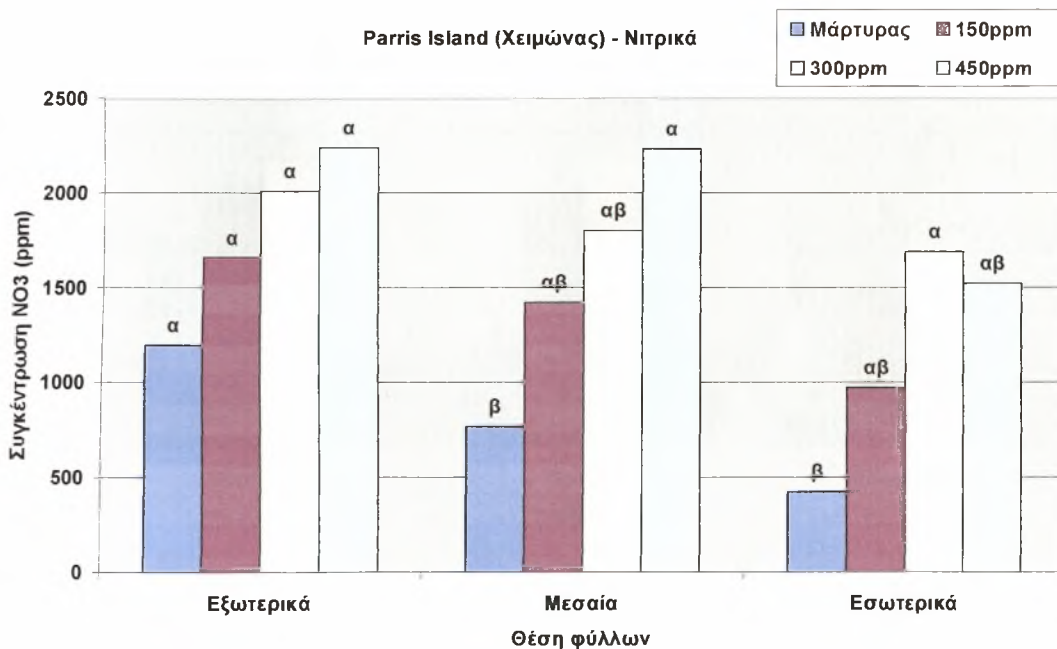
Για τη στατιστική επεξεργασία των δεδομένων χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό πακέτο MSTAT-C (έκδοση 1.2). Έγινε ανάλυση παραλλακτικότητας (ANOVA) και καταγράφηκαν οι στατιστικά σημαντικές διαφορές για επίπεδο σημαντικότητας 5% ($p=0,05$). Η σύγκριση των μέσων όρων μεταξύ τους έγινε με χρήση του κριτηρίου Duncan (Duncan's Range Test).

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

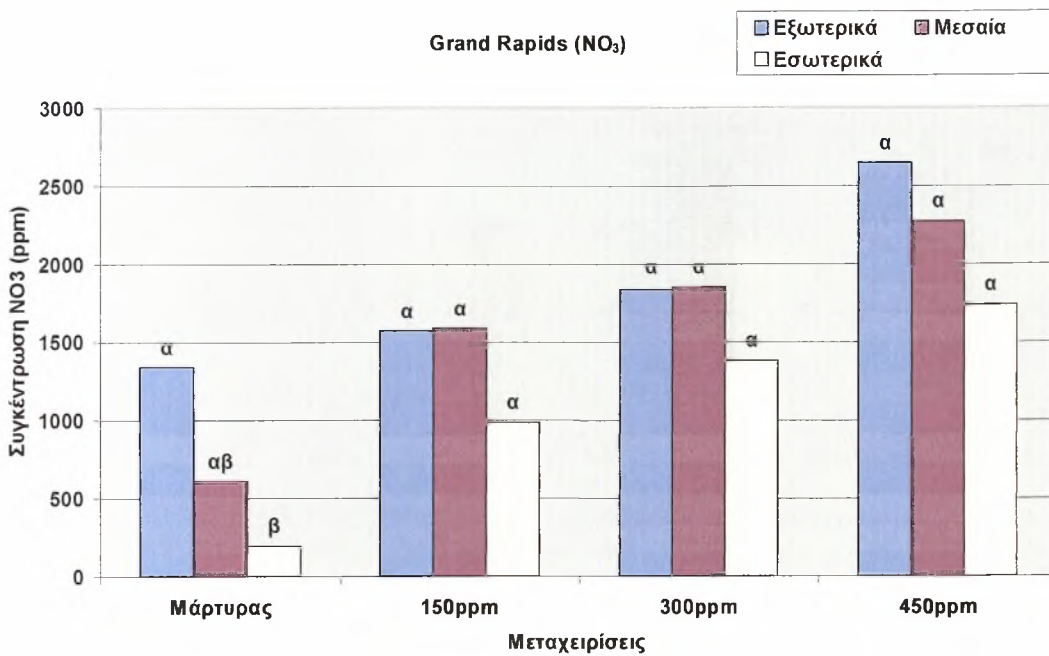
Συγκέντρωση νιτρικών



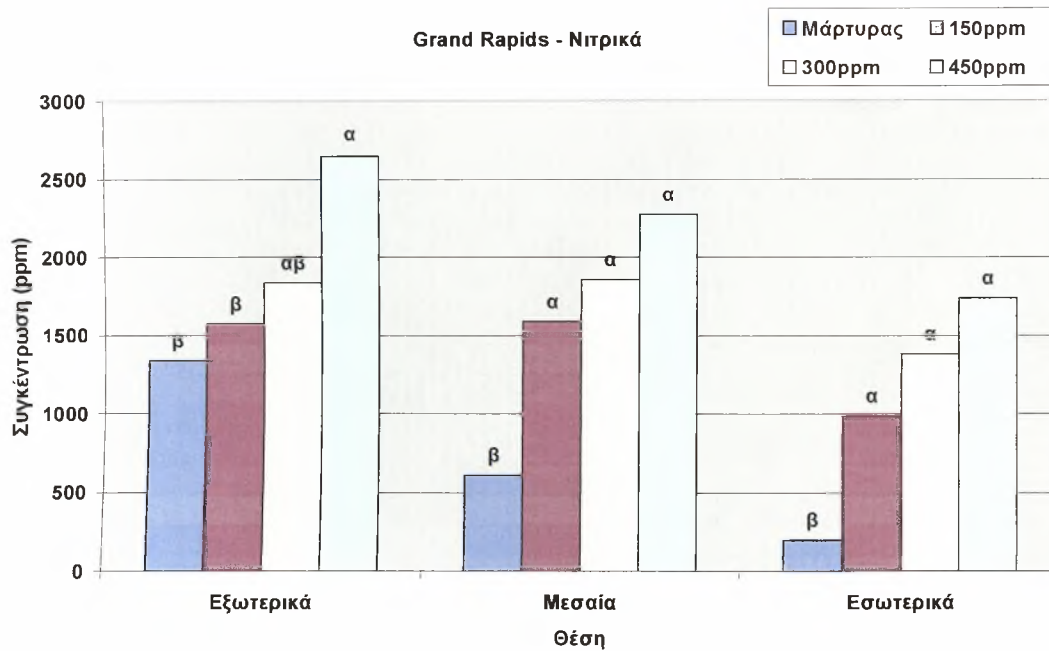
Διάγραμμα 2. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



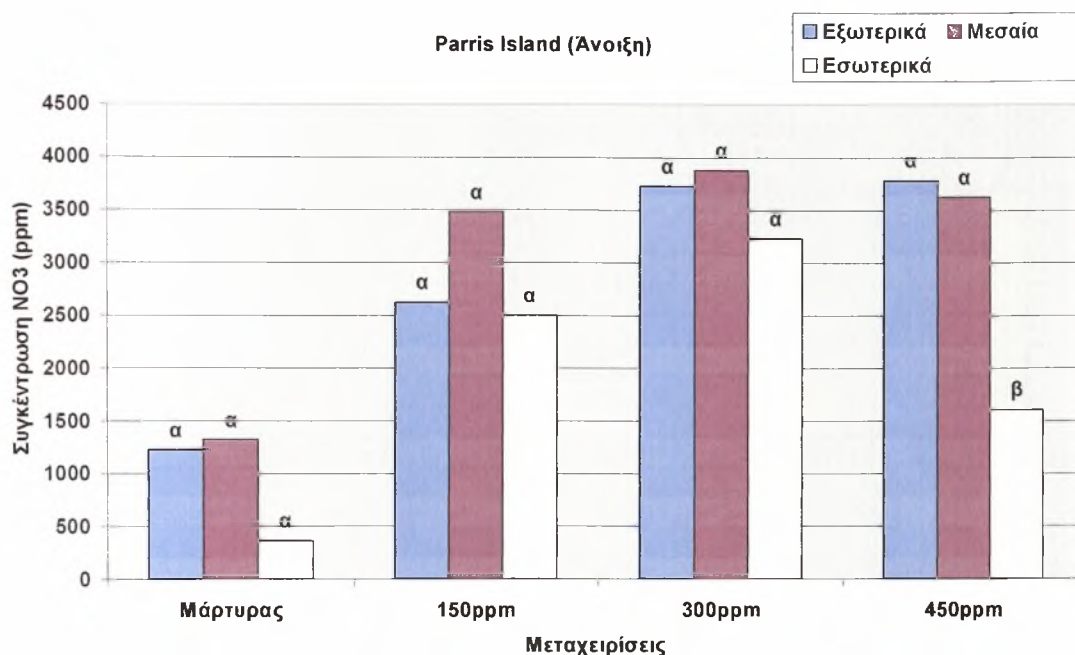
Διάγραμμα 3. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



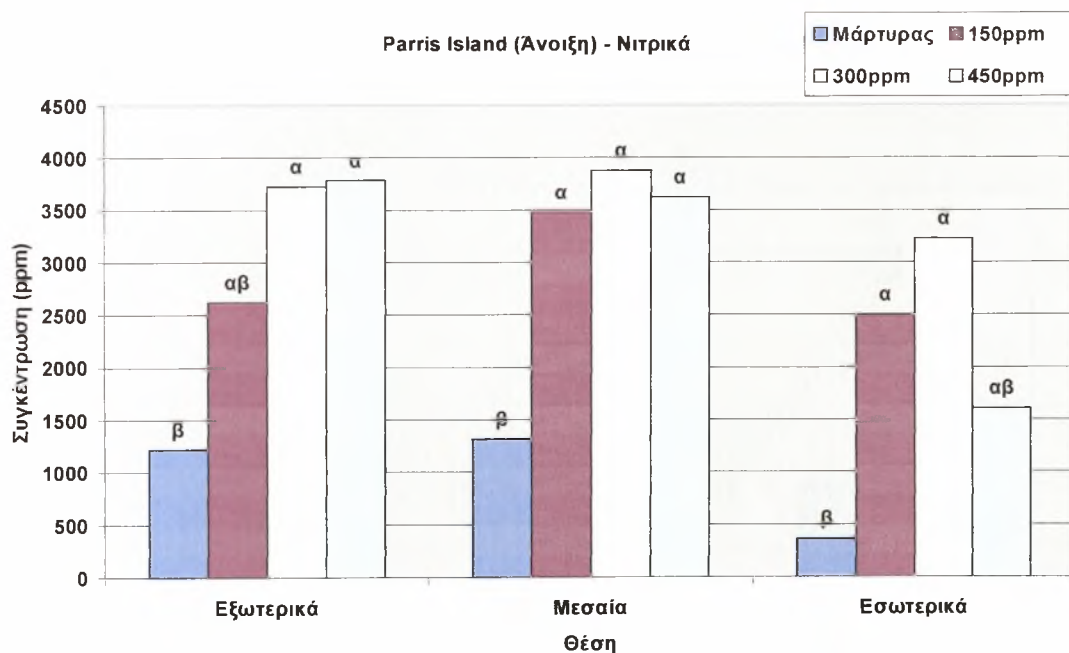
Διάγραμμα 4. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Grand Rapids με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



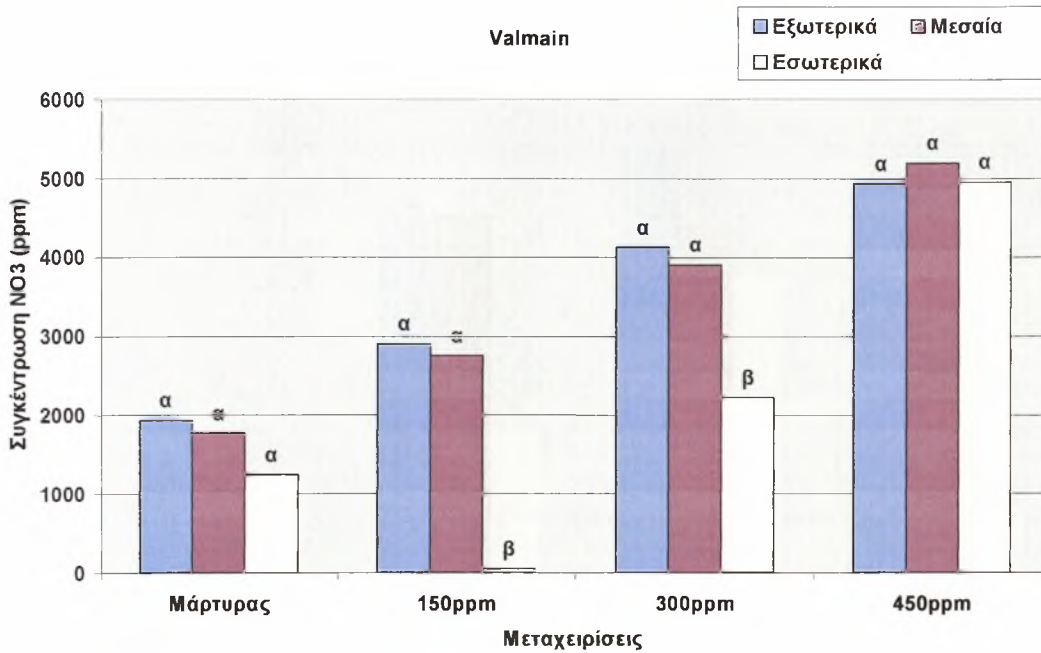
Διάγραμμα 5. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Grand Rapids με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



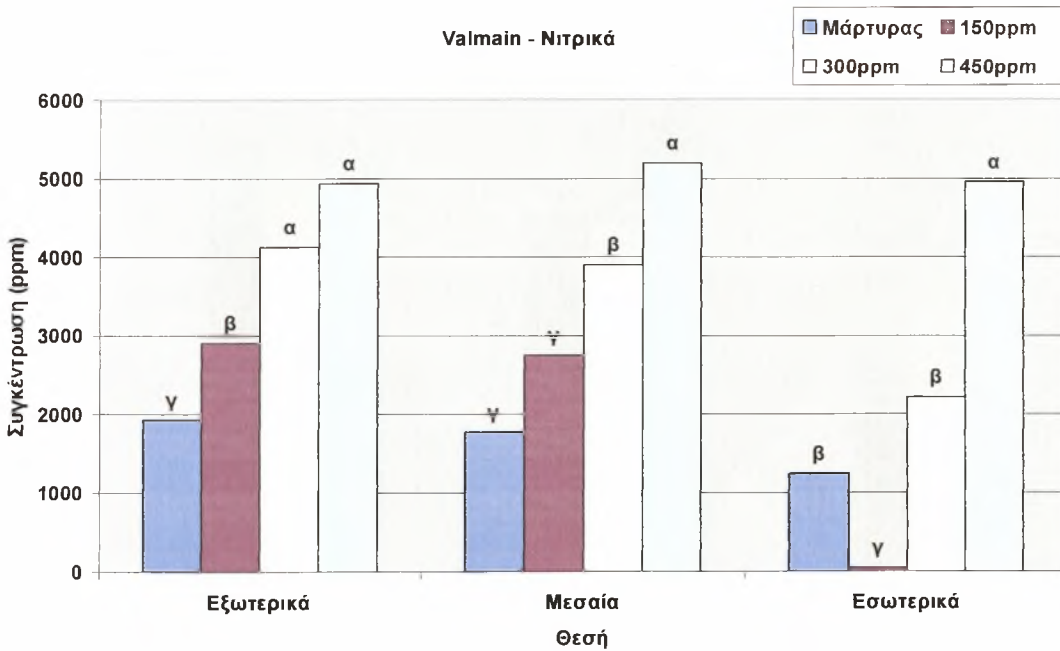
Διάγραμμα 6. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



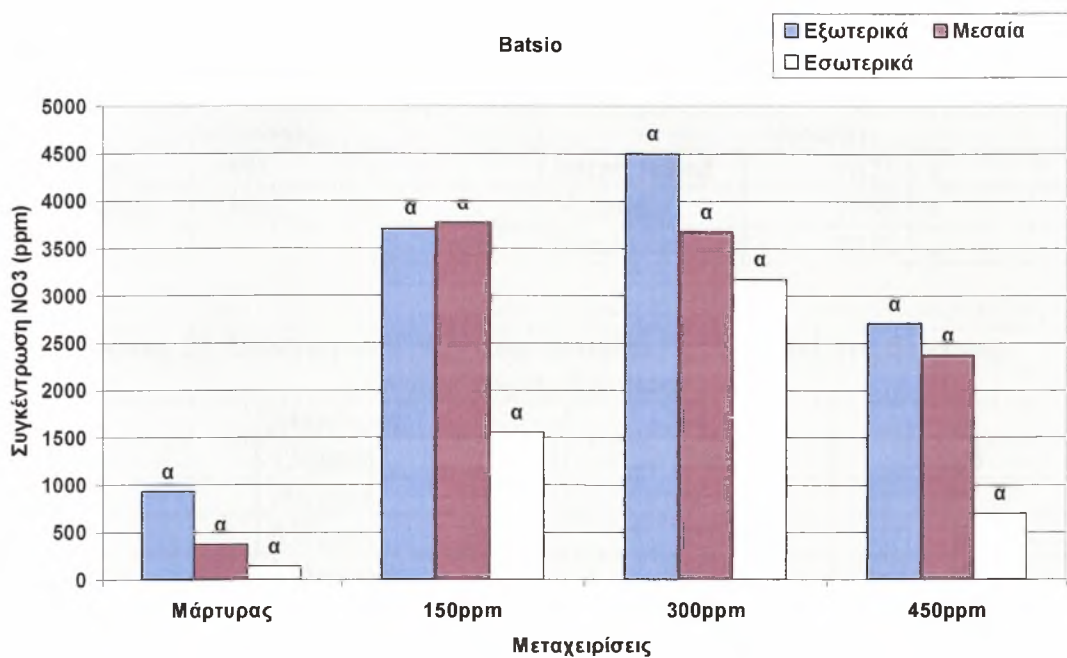
Διάγραμμα 7. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



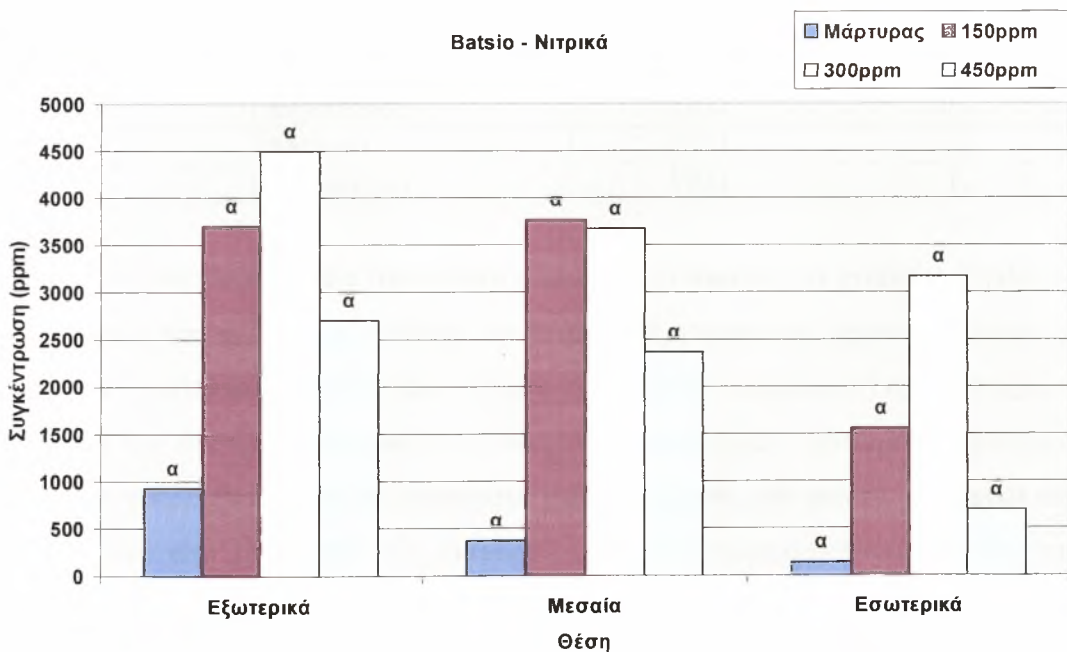
Διάγραμμα 8. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Valmain με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη).
Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



Διάγραμμα 9. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Valmain με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη).
Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



Διάγραμμα 10. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Batsio με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.*



Διάγραμμα 11. Επίπεδα συγκέντρωσης νιτρικών στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Batsio με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.*

Κατά κανόνα, δίχως αυτό να ισχύει απόλυτα, παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών στα εξωτερικά, χαμηλότερες στα μεσαία φύλλα και ακόμη χαμηλότερες στα εσωτερικά.

Πίνακας 11. Συγκέντρωση νιτρικών στις διάφορες ποικιλίες (Μ.Ο. των 3 μεταχειρίσεων) (Τιμές με ίδια γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά στη ίδια στήλη)					
Χειμώνας			Άνοιξη		
Parris Island	1493	α	Parris Island	2621	α
Grand Rapids	1502	α	Valmain	2996	α
			Batsio	2318	α

Πίνακας 12. Συγκέντρωση NO ₃ στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες μεταχειρίσεις σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Μάρτυρας	794,6	δ
	150ppm	1349	βγδ
	300ppm	1833	βγ
	450ppm	1995	β
Άνοιξη	Μάρτυρας	966,5	γδ
	150ppm	2864	α
	300ppm	3610	α
	450ppm	3003	α

Πίνακας 13. Συγκέντρωση NO ₃ στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες θέσεις των φύλλων σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Εξωτερικά	1774	β
	Μεσαία	1554	β
	Εσωτερικά	1151	β
Άνοιξη	Εξωτερικά	2837	α
	Μεσαία	3073	α
	Εσωτερικά	1924	β

Ωστόσο δεν παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές το χειμώνα. Εξαιρέση υπάρχει στην ποικιλία Grand Rapids, όπου υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των εξωτερικών και των εσωτερικών φύλλων στη μεταχείριση του μάρτυρα.

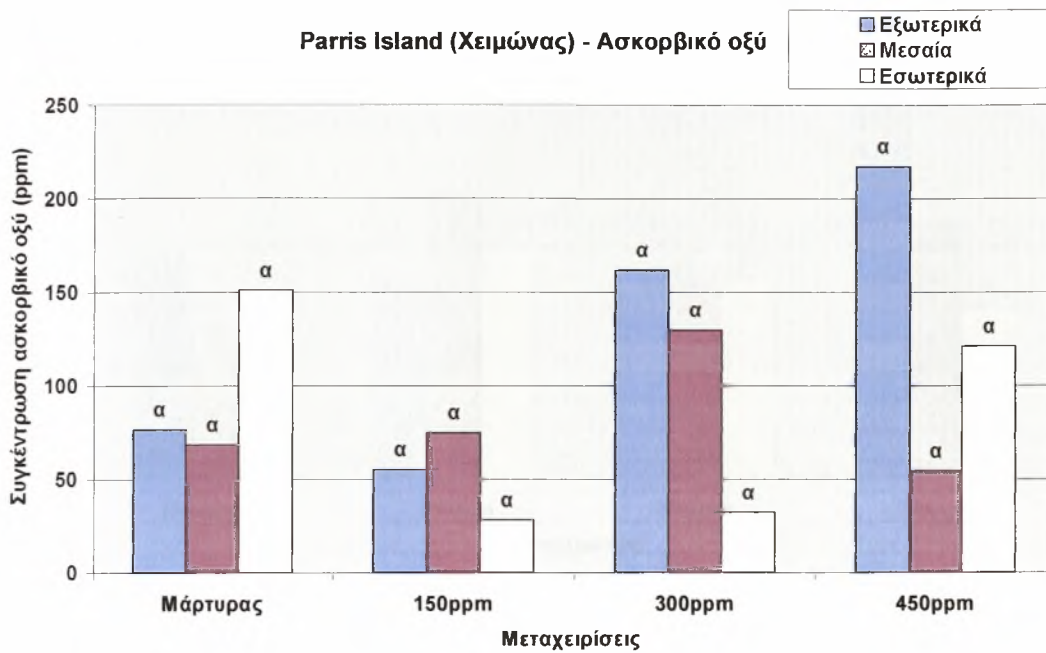
Αντίθετα την άνοιξη παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές. Εξωτερικά και μεσαία φύλλα δε διαφέρουν, διαφέρουν όμως τα εσωτερικά από τα εξωτερικά και τα εσωτερικά από τα μεσαία. Οι διαφορές αυτές δεν παρατηρούνται σε όλες τις ποικιλίες, ούτε σε όλες τις μεταχειρίσεις. Στην ποικιλία Parris Island την άνοιξη υπάρχει διαφορά των εσωτερικών φύλλων από τα μεσαία και τα εξωτερικά στη μεταχείριση των 450ppm. Στην ποικιλία Valmain υπάρχουν διαφορές των εσωτερικών φύλλων από τα μεσαία και τα εξωτερικά στις μεταχειρίσεις των 150ppm και 300ppm.

Υψηλότερες συγκεντρώσεις νιτρικών παρατηρούνται στις μεταχειρίσεις με τις υψηλότερες συγκεντρώσεις αζώτου στο νερό άρδευσης. Εξαιρέση αποτελεί η ποικιλία Batsio στην οποία οι συγκεντρώσεις νιτρικών παρουσιάζονται χαμηλότερες

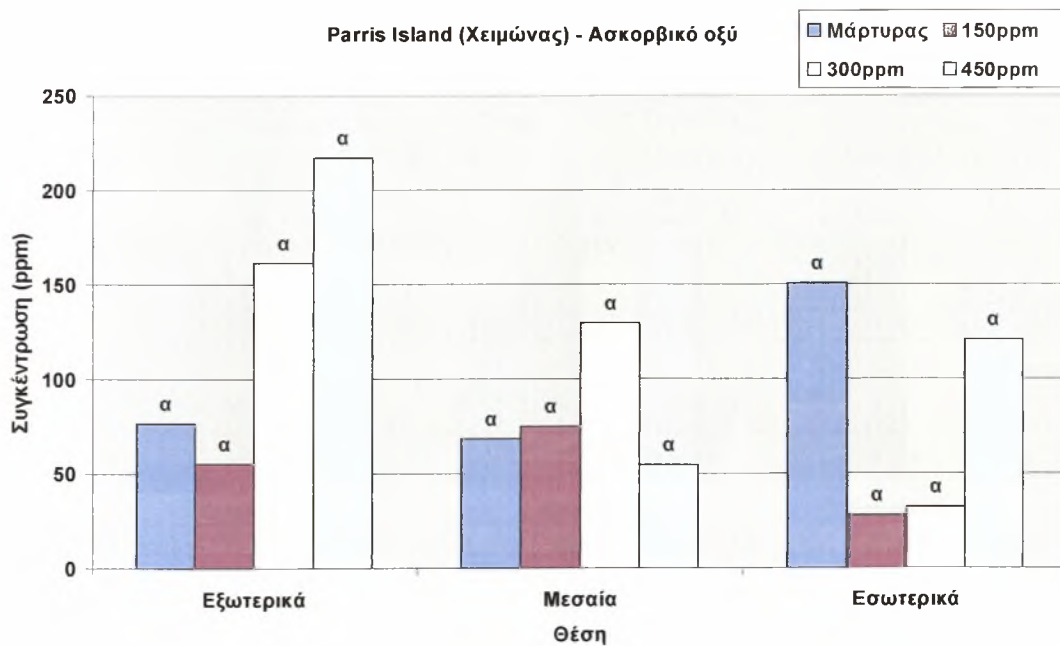
στα 450ppm από ότι στα 150ppm και 300ppm, δίχως όμως να υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά.

Η ποικιλία δεν επιδρά στη συγκέντρωση νιτρικών στα φύλλα. Αντιθέτως η εποχή επιδρά. Σε σύγκριση της συγκεντρώσεως νιτρικών στα φύλλα της ποικιλίας Parris Island το χειμώνα και την άνοιξη βρέθηκε ότι δεν υπάρχει διαφορά στη μεταχείριση του μάρτυρα μεταξύ των δύο εποχών, στις υπόλοιπες όμως μεταχειρίσεις οι συγκέντρωση νιτρικών είναι υψηλότερη την άνοιξη από ότι το χειμώνα.

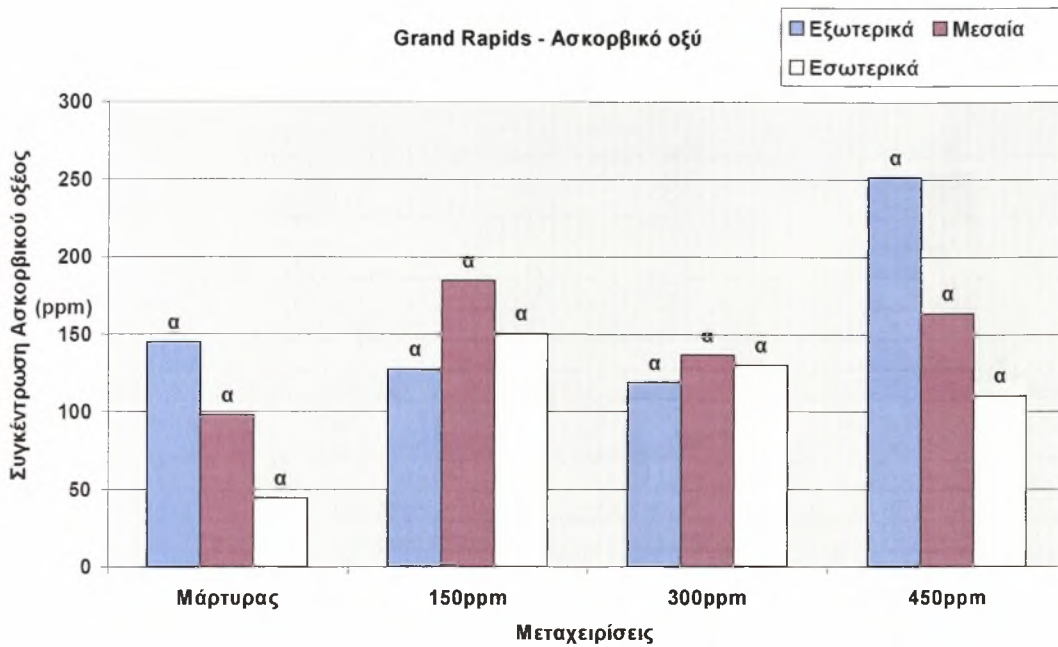
Συγκέντρωση ασκορβικού οξέος



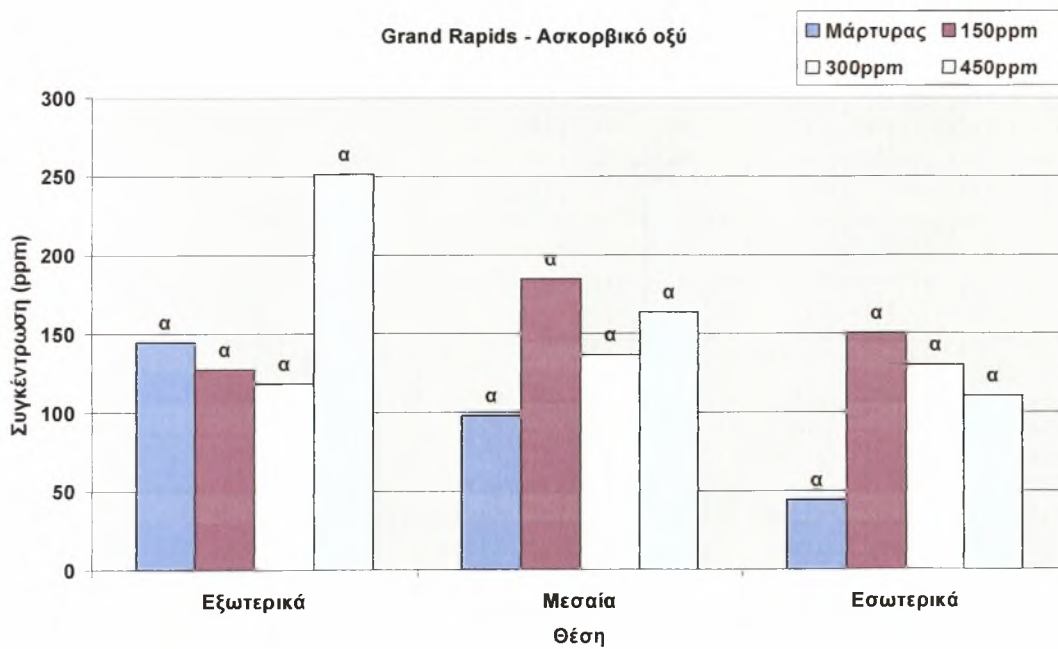
Διάγραμμα 12. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



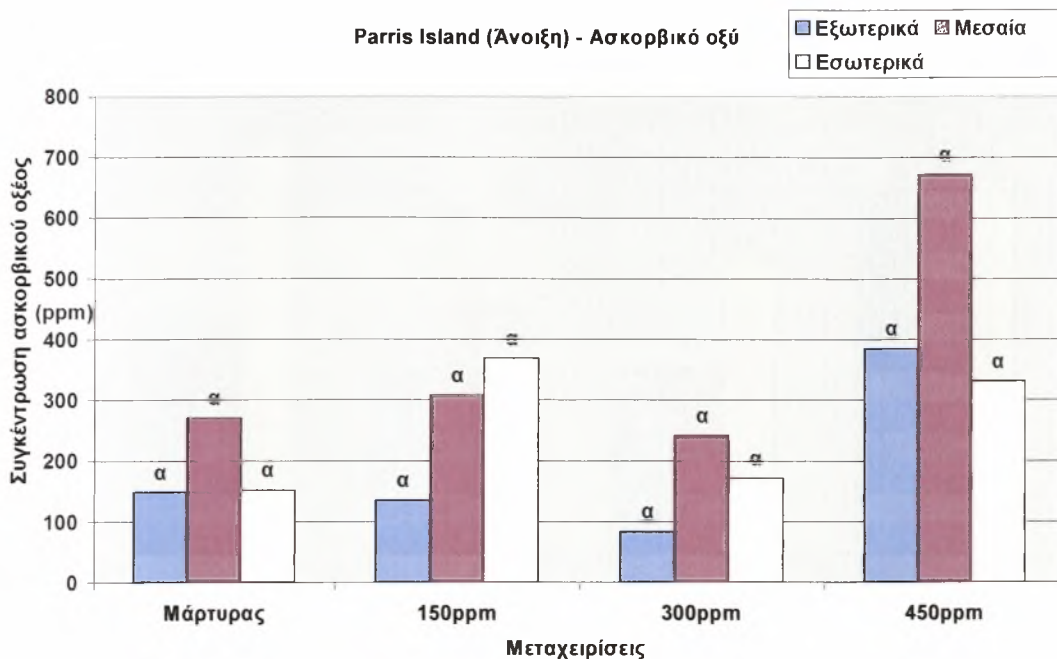
Διάγραμμα 13. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



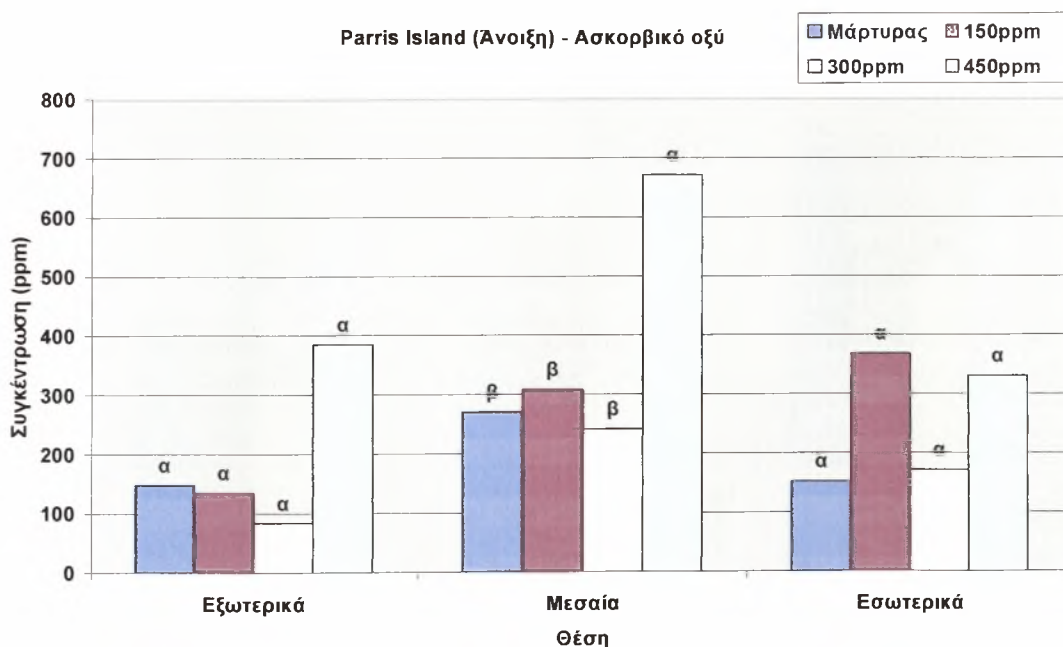
Διάγραμμα 14. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Grand Rapids με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.*



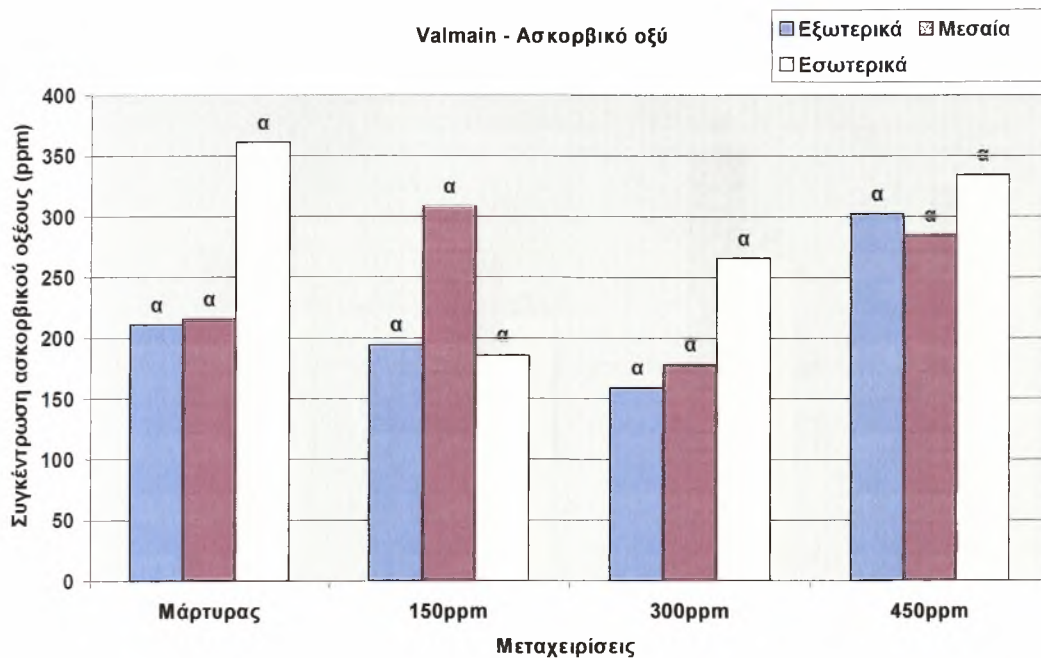
Διάγραμμα 15. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Grand Rapids με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.*



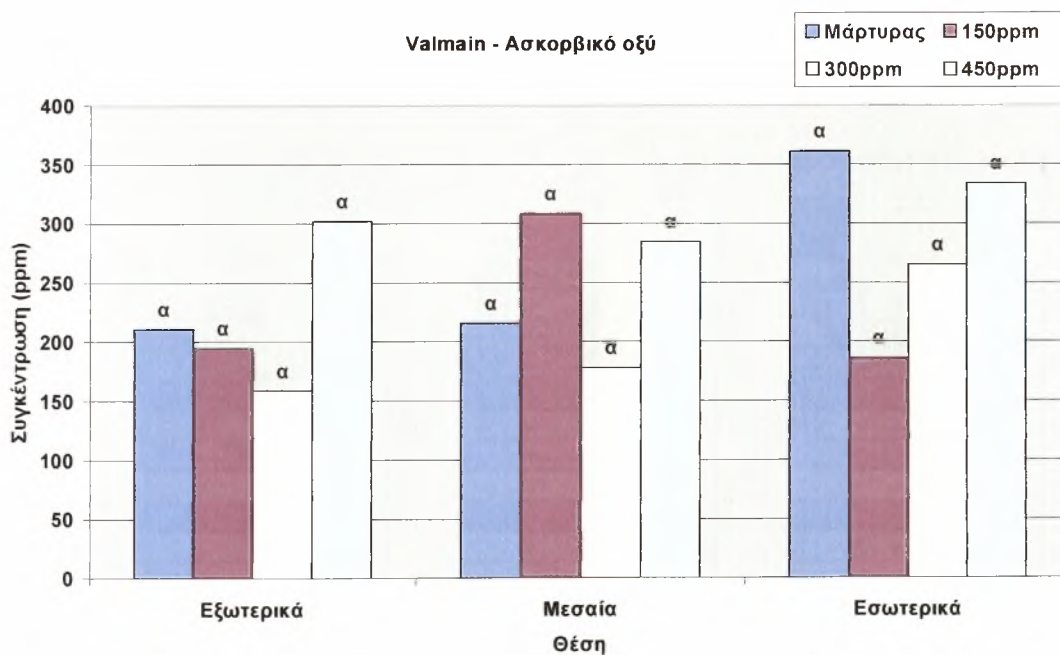
Διάγραμμα 16. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.*



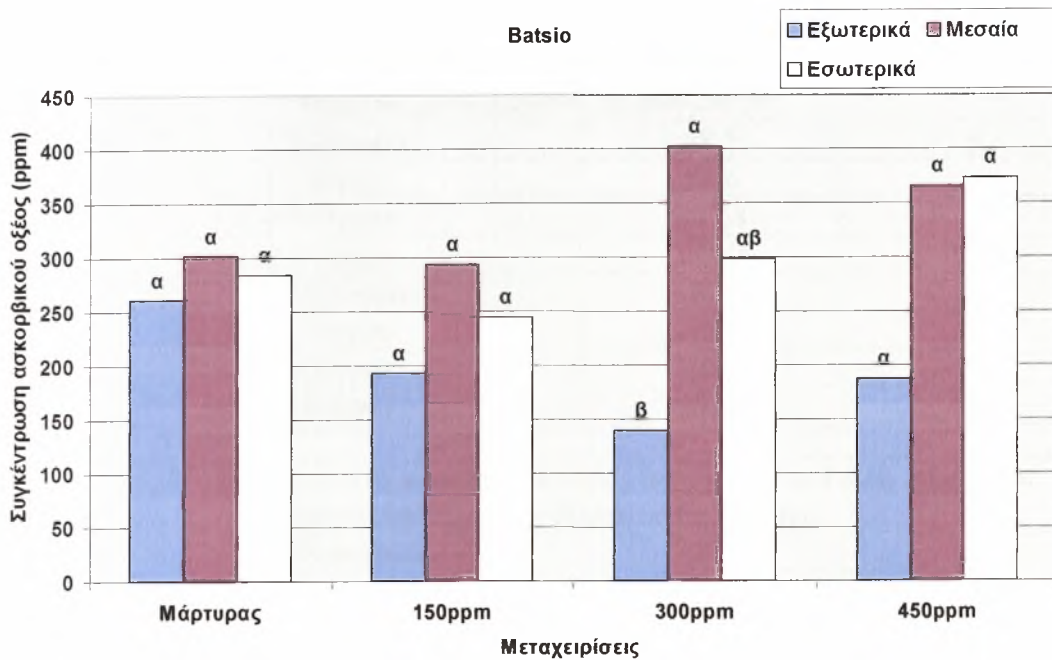
Διάγραμμα 17. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.*



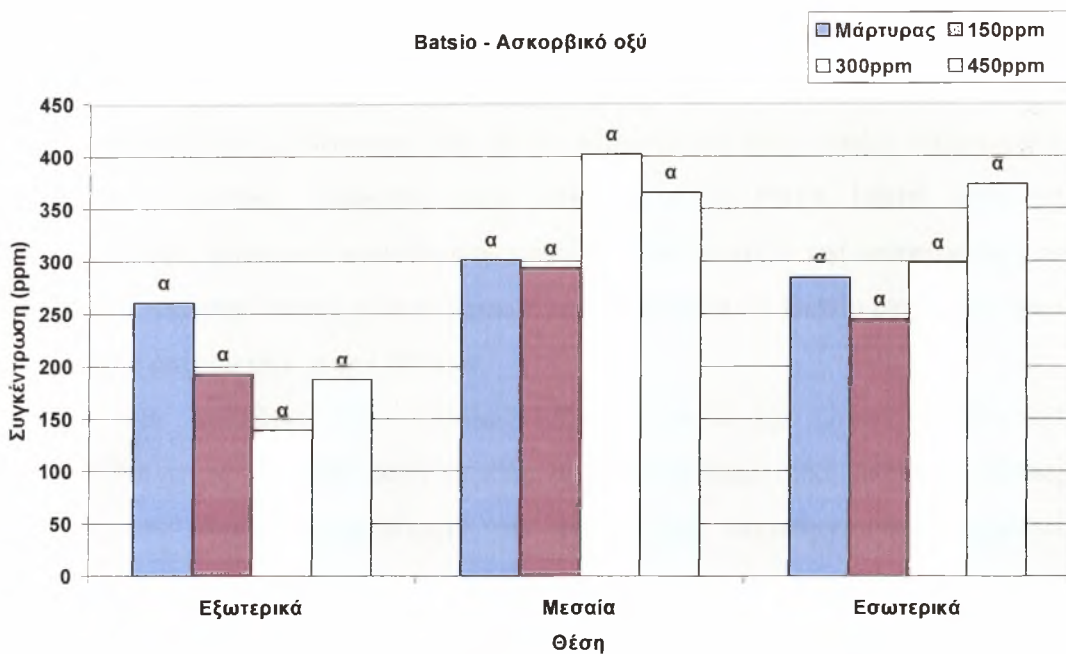
Διάγραμμα 18 Επίπεδα ασκορβικού οξέος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Valmain με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



Διάγραμμα 19. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Valmain με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



Διάγραμμα 20. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Batsio με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



Διάγραμμα 22. Επίπεδα ασκορβικού οξέος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Batsio με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.

Πίνακας 14. Συγκέντρωση ασκορβικού οξέος στις διάφορες ποικιλίες Μ.Ο. των 3 μεταχειρίσεων (Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στη ίδια στήλη)					
Χειμώνας			Άνοιξη		
Parris Island	91,0	α	Parris Island	287,0	α
Grand Rapids	136,3	β	Valmain	252,2	α
			Batsio	287,2	α

Πίνακας 15. Συγκέντρωση ασκορβικού οξέος στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες μεταχειρίσεις σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Μάρτυρας	98,5	γ
	150ppm	52,6	γ
	300ppm	107,8	βγ
	450ppm	130,7	βγ
Άνοιξη	Μάρτυρας	189,8	βγ
	150ppm	270,2	β
	300ppm	165,1	βγ
	450ppm	462,3	α

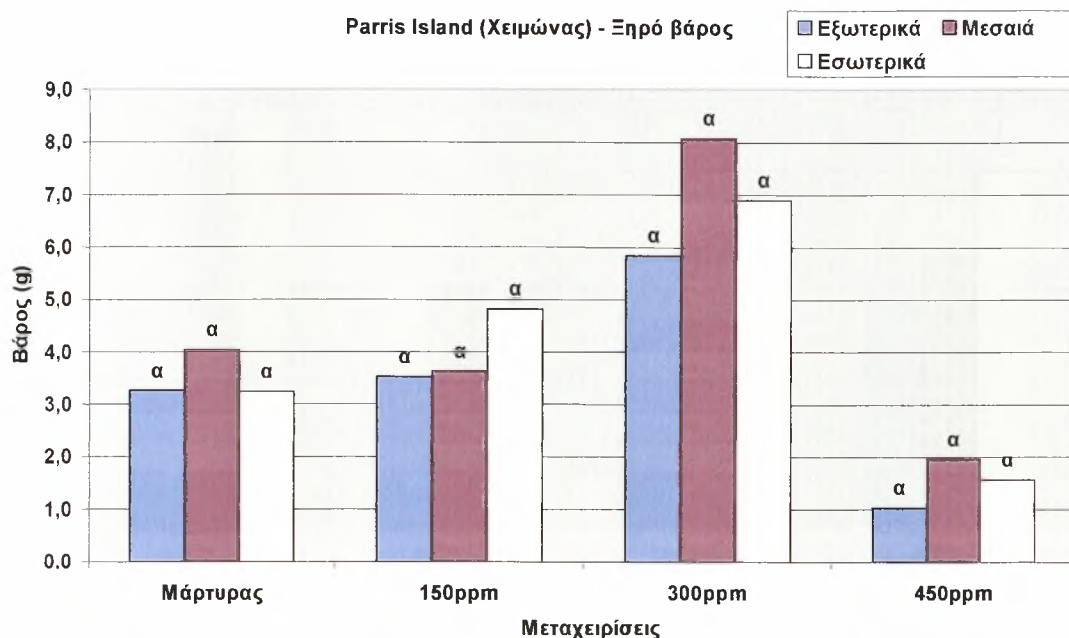
Πίνακας 16. Συγκέντρωση ασκορβικού οξέος στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες θέσεις των φύλλων σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Εξωτερικά	127,5	βγ
	Μεσαία	81,8	γ
	Εσωτερικά	82,9	γ
Άνοιξη	Εξωτερικά	187,6	βγ
	Μεσαία	372,7	α
	Εσωτερικά	255,3	αβ

Αν και οπτικά παρατηρούνται μεγάλες διαφορές στις τιμές του ασκορβικού οξέος μεταξύ των διαφόρων μεταχειρίσεων και θέσεων, εντός των ποικιλιών δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Οι μόνες περιπτώσεις στις οποίες παρατηρούμε στατιστικά σημαντικές διαφορές είναι στην ποικιλία Parris Island κατά την ανοιξιάτικη καλλιεργητική περίοδο στα μεσαία φύλλα μεταξύ της μεταχείρισης των 450ppm και των υπολοίπων μεταχειρίσεων και στην ποικιλία Batsio στη μεταχείριση των 300ppm μεταξύ των τριών θέσεων.

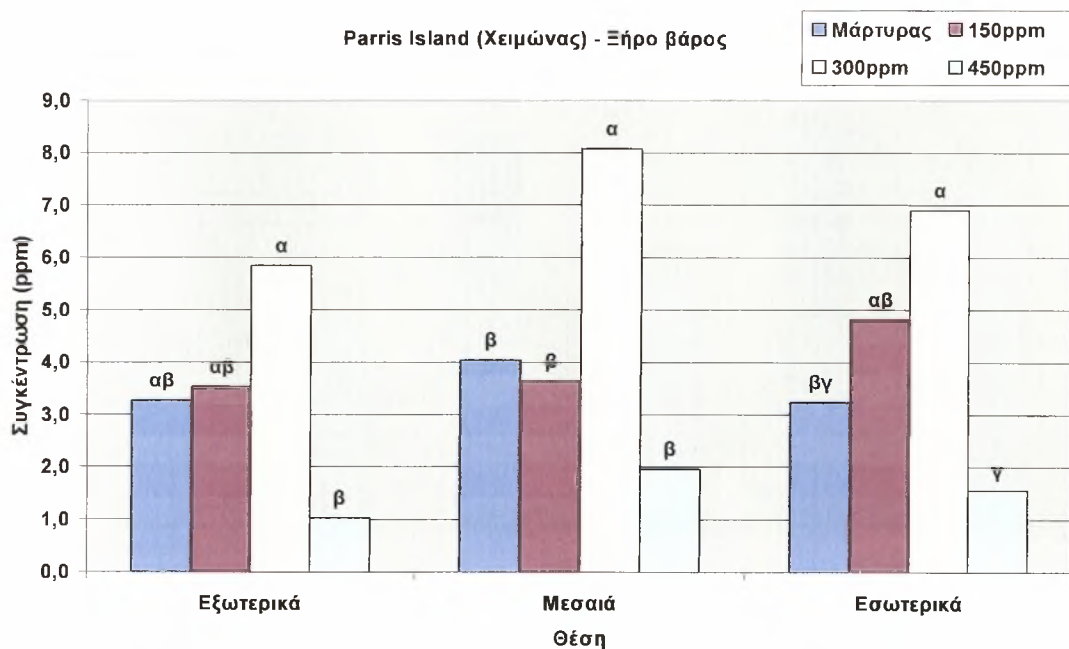
Μεταξύ των ποικιλιών των ποικιλιών Parris Island και Grand Rapids, που καλλιεργήθηκαν το χειμώνα παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά. Μεταξύ των ποικιλιών που καλλιεργήθηκαν την άνοιξη δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές.

Συγκρίνοντας τις τιμές του ασκορβικού οξέος μεταξύ των δύο εποχών για την ποικιλία Parris Island παρατηρούμε στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων των 150ppm και των 450ppm, όπου την άνοιξη η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος είναι υψηλότερη. Παρατηρείται διαφορά και στα μεσαία και εσωτερικά φύλλα μεταξύ των δύο εποχών, όπου και πάλι την άνοιξη στις θέσεις αυτές η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος είναι υψηλότερη.

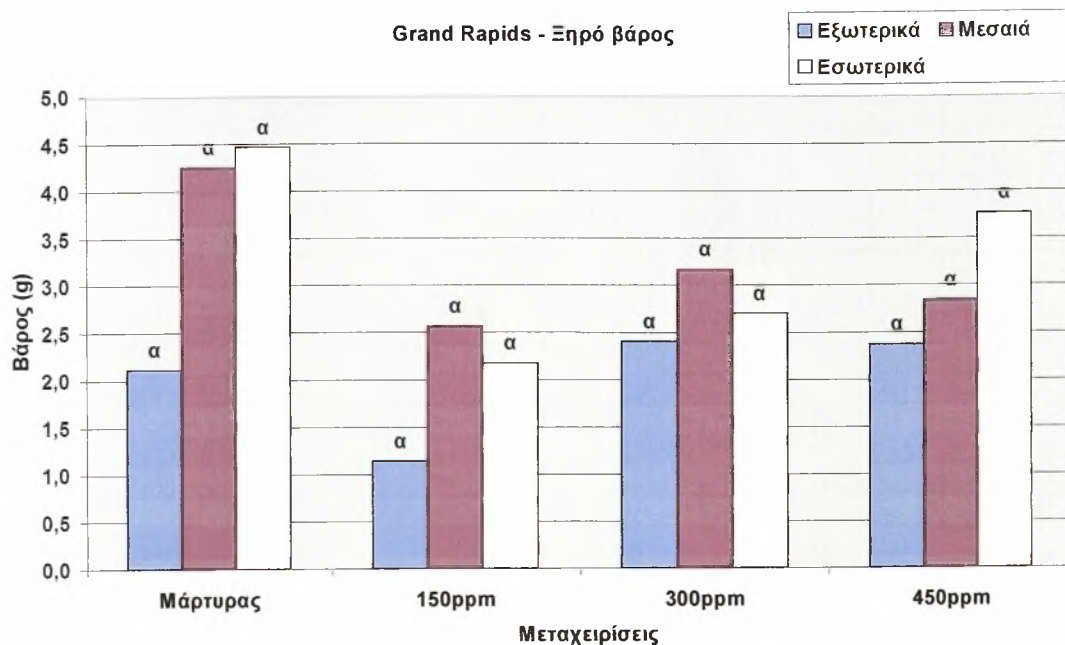
Ξηρό βάρος



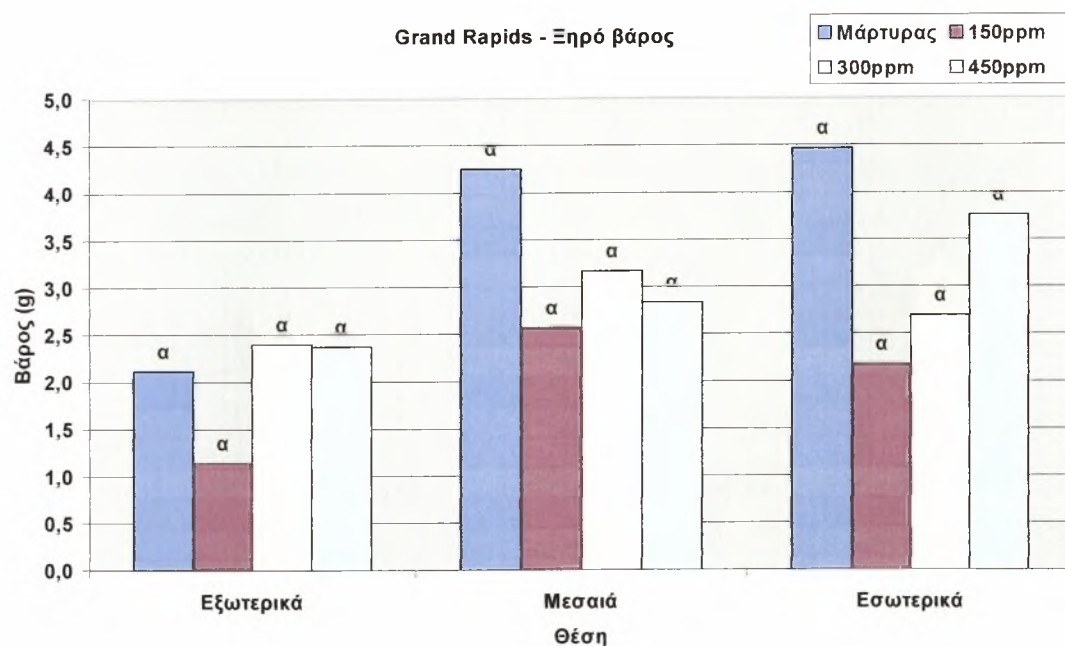
Διάγραμμα 22. Ξηρό βάρος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



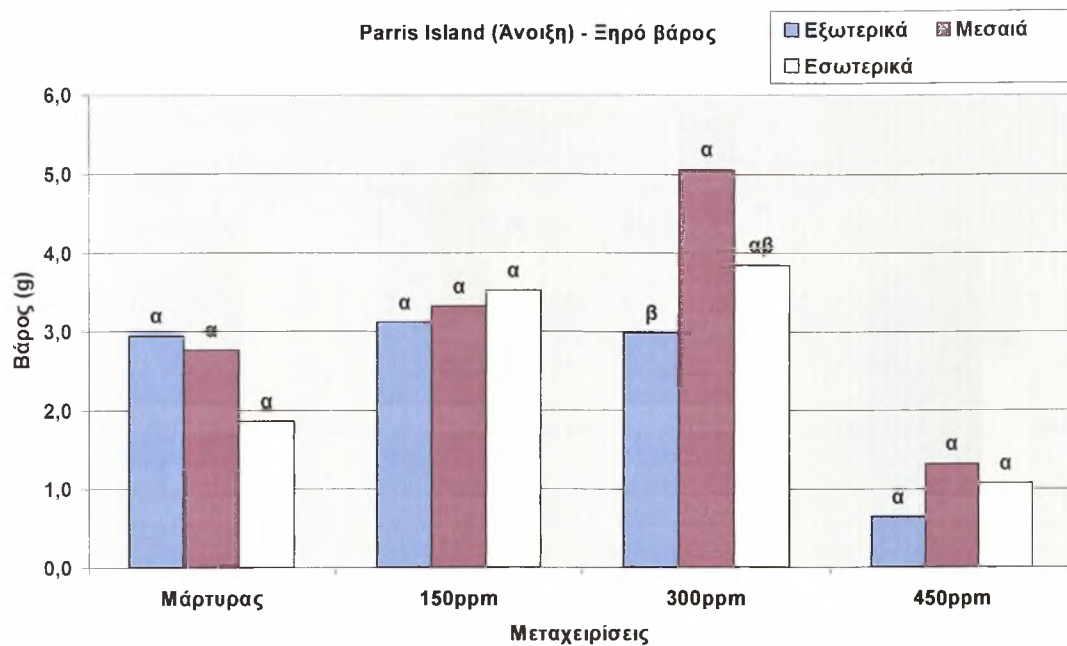
Διάγραμμα 33. Ξηρό βάρος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



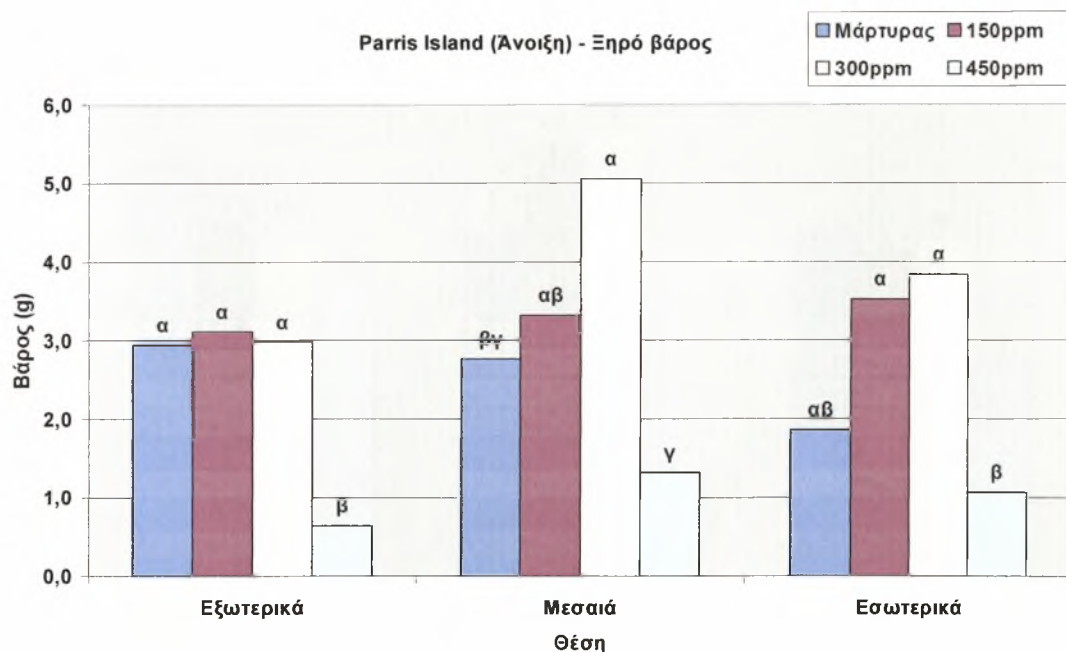
Διάγραμμα 24. Ξηρό βάρος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Grand Rapids με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



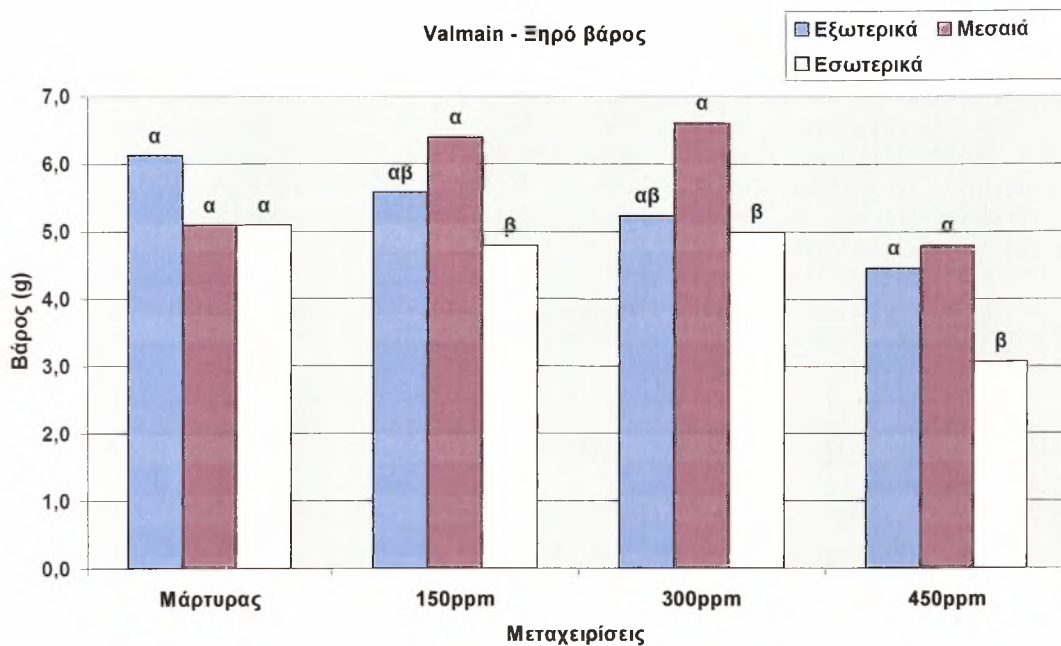
Διάγραμμα 25. Ξηρό βάρος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Grand Rapids με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



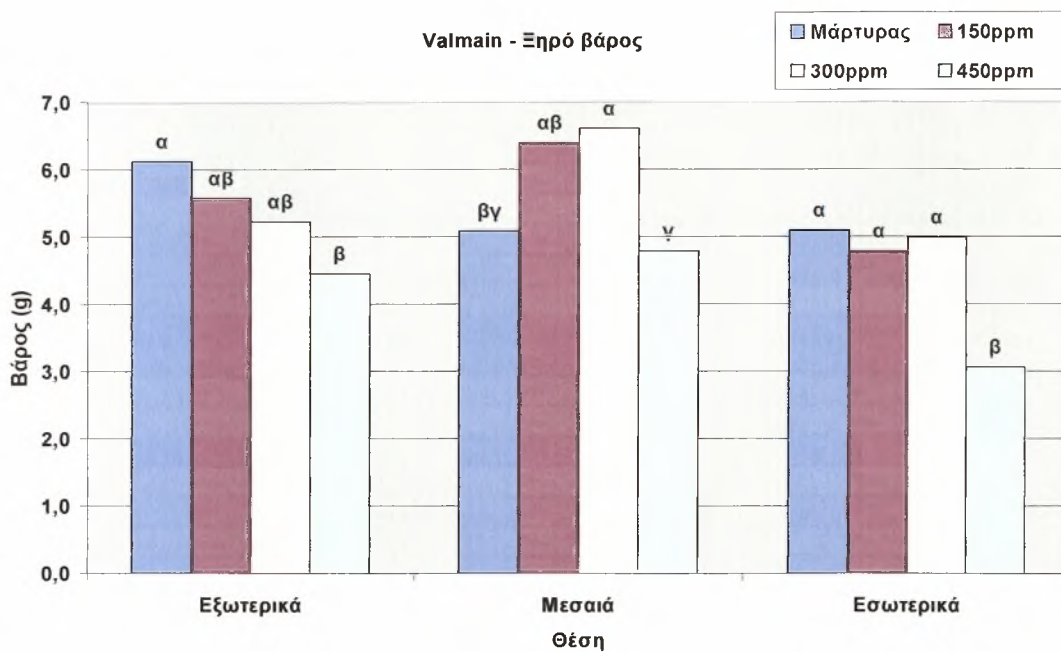
Διάγραμμα 26. Ξηρό βάρος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



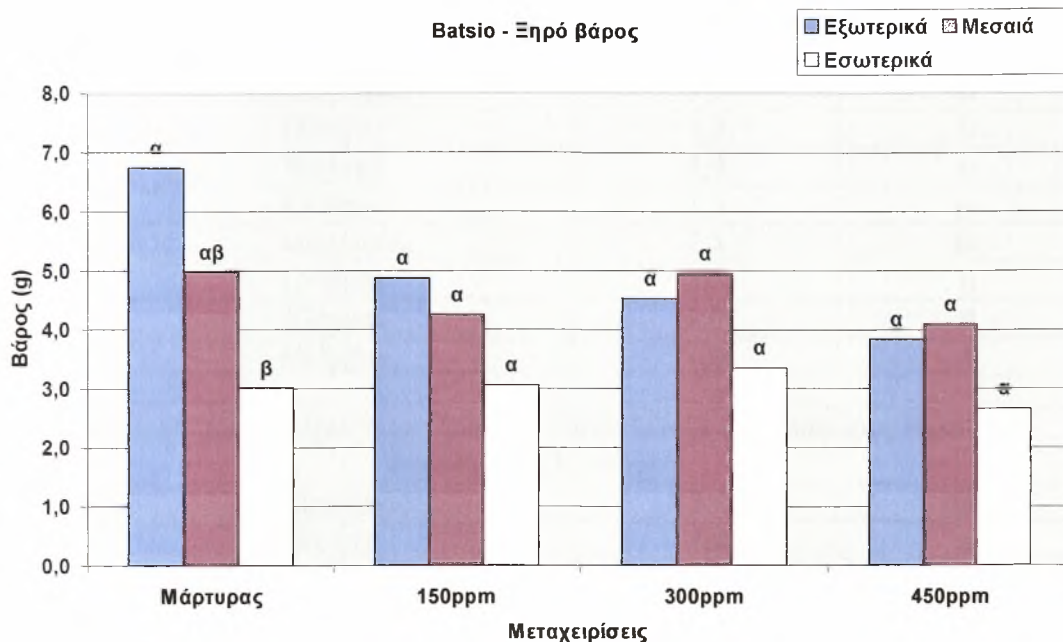
Διάγραμμα 27. Ξηρό βάρος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



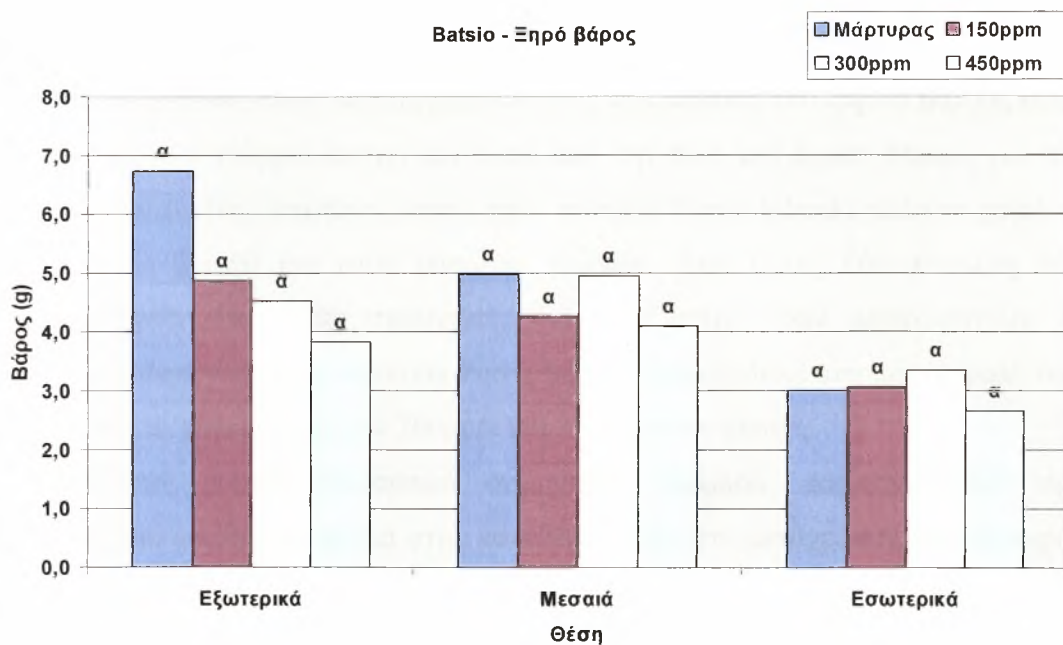
Διάγραμμα 28. Ξηρό βάρος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Valmain με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



Διάγραμμα 29. Ξηρό βάρος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Valmain με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



Διάγραμμα 30. Ξηρό βάρος στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Batsio με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



Διάγραμμα 31. Ξηρό βάρος στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Batsio με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.

Πίνακας 17. Ξηρό βάρος στις διάφορες ποικιλίες (Μ.Ο. των 3 μεταχειρίσεων) (Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στη ίδια στήλη)					
Χειμώνας			Άνοιξη		
Parris Island	11,2	α	Parris Island	8,0	γ
Grand Rapids	8,5	α	Valmain	15,5	α
			Batsio	12,6	β

Πίνακας 18. Ξηρό βάρος στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες μεταχειρίσεις σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Μάρτυρας	3,5	β
	150ppm	4,0	β
	300ppm	6,9	α
	450ppm	1,5	γδ
Άνοιξη	Μάρτυρας	2,5	βγ
	150ppm	3,3	β
	300ppm	4,0	β
	450ppm	1,0	δ

Πίνακας 19. Ξηρό βάρος στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες θέσεις των φύλλων σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Εξωτερικά	3,4	αβγ
	Μεσαία	4,4	α
	Εσωτερικά	4,1	αβ
Άνοιξη	Εξωτερικά	2,4	γ
	Μεσαία	3,1	βγ
	Εσωτερικά	2,6	γ

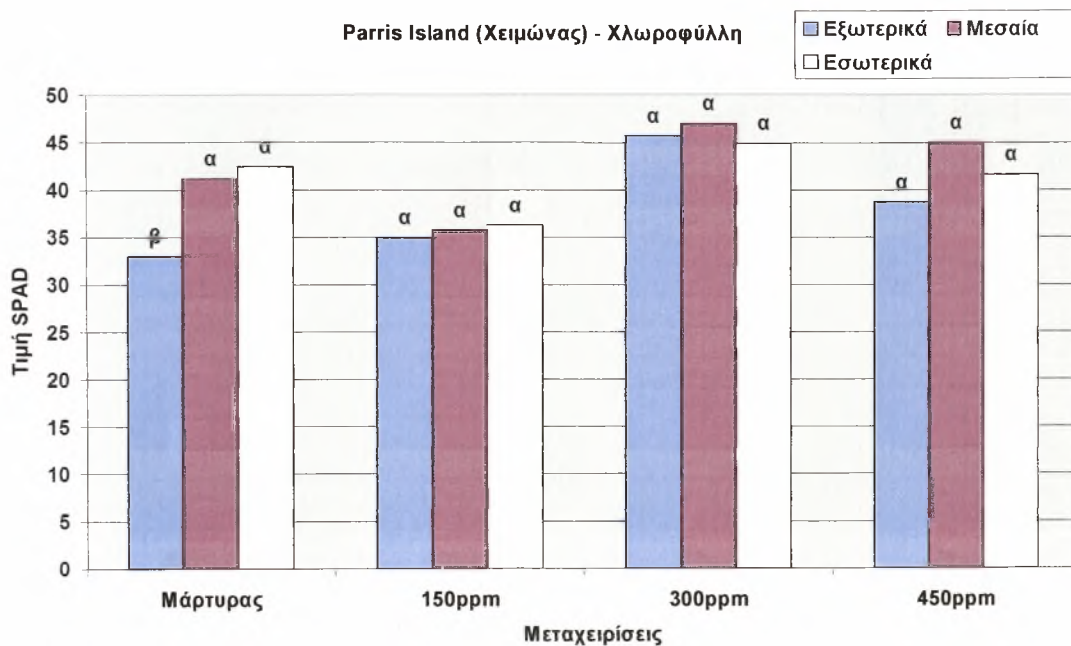
Αν και λογικά θα περίμενε κάποιος πως στις μεταχειρίσεις με πλουσιότερη αζωτούχο λίπανση θα παρατηρούνταν και μεγαλύτερο ξηρό βάρος κάτι τέτοιο όχι μόνο δεν συμβαίνει αλλά παρατηρείται επίσης και μείωση του ξηρού βάρους στην μεταχείριση των 450ppm ακόμη και κάτω από την τιμή του ξηρού βάρους για τον μάρτυρα. Αυτό είναι ιδιαίτερα έντονο στην ποικιλία Parris Island, τόσο το χειμώνα όσο και την άνοιξη και στην ποικιλία Valmain. Στις άλλες δύο ποικιλίες δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων. Η υψηλότερη παραγωγή στην ποικιλία Parris Island καταγράφηκε στη μεταχείριση των 300ppm για το χειμώνα και των 300ppm και 150ppm την άνοιξη.

Μεταξύ των θέσεων στατιστικά σημαντικές διαφορές παρατηρήθηκαν στα εξωτερικά και εσωτερικά φύλλα στην ποικιλία Batsio, στη μεταχείριση του μάρτυρα, στα εξωτερικά και μεσαία φύλλα στην ποικιλία Parris Island την άνοιξη, στη μεταχείριση των 300ppm και μεταξύ των μεσαίων και εσωτερικών φύλλων στην ποικιλία Valmain στις μεταχειρίσεις των 150ppm, 300ppm και 450ppm. Συνήθως το ξηρό βάρος ήταν μεγαλύτερο στα μεσαία φύλλα.

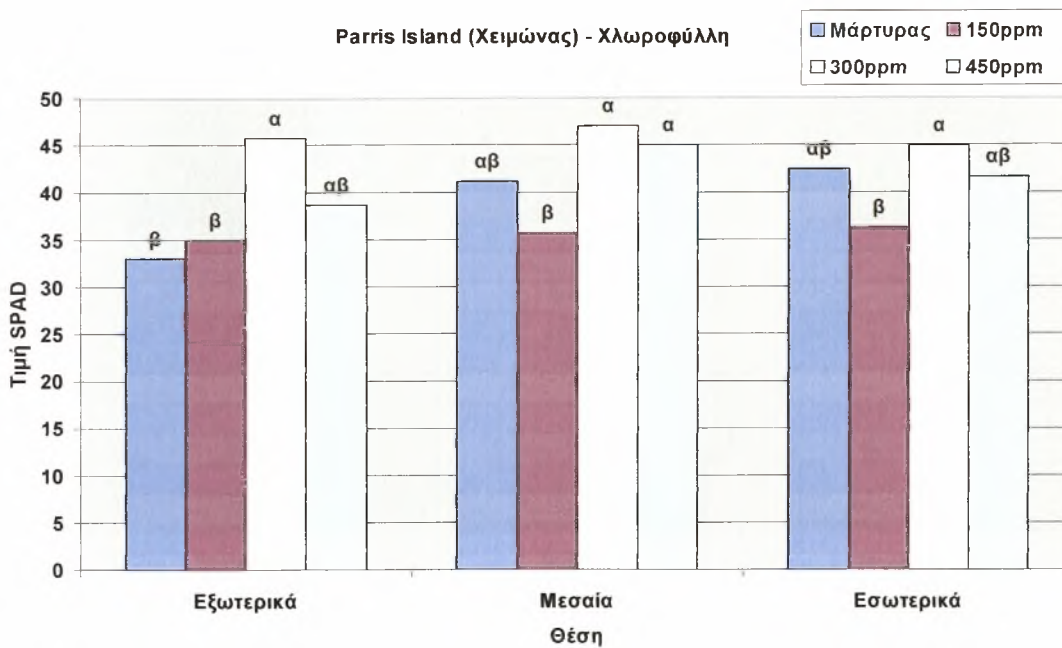
Μεταξύ των ποικιλιών Batsio, Valmain και Parris Island την άνοιξη παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Το υψηλότερο ξηρό βάρος είχε η ποικιλία Batsio μετά η Valmain και το χαμηλότερο η Parris Island.

Συγκρίνοντας το ξηρό βάρος της Parris Island στις δύο εποχές βλέπουμε ότι υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στο ξηρό βάρος των μεσαίων και εσωτερικών φύλλων και στη μεταχείριση των 300rpm.

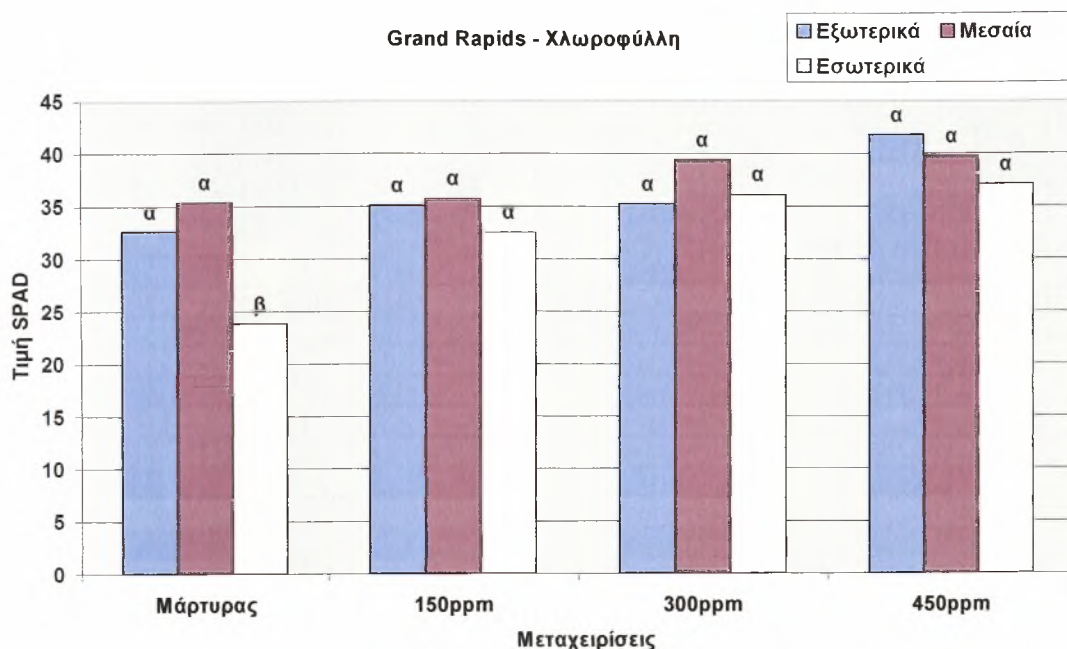
Επίπεδα χλωροφύλλης



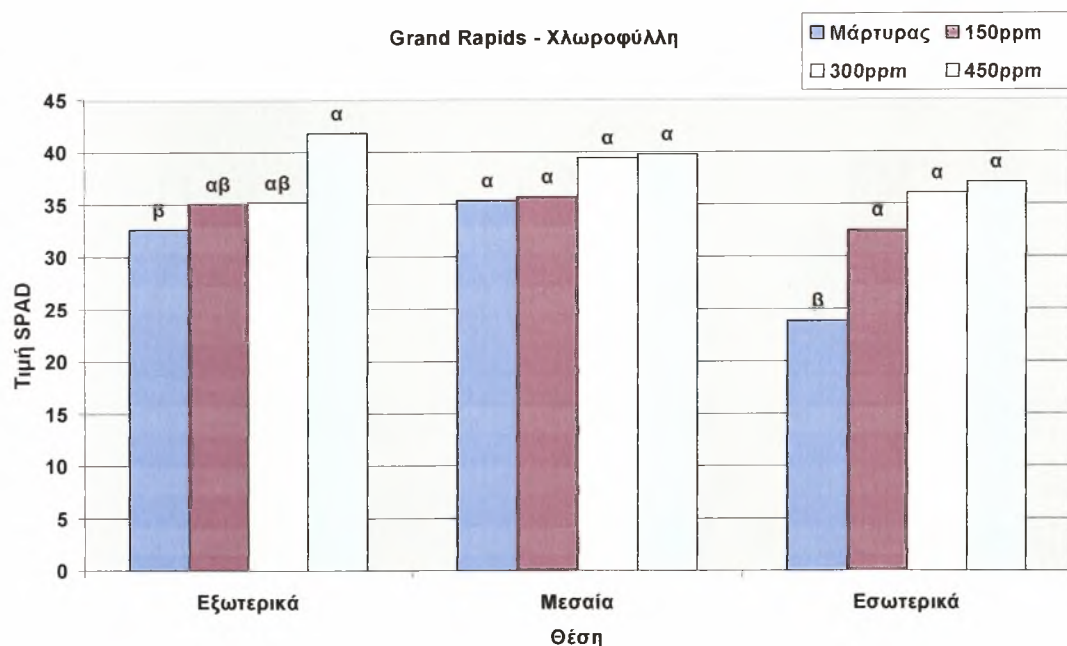
Διάγραμμα 32. Επίπεδα χλωροφύλλης στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



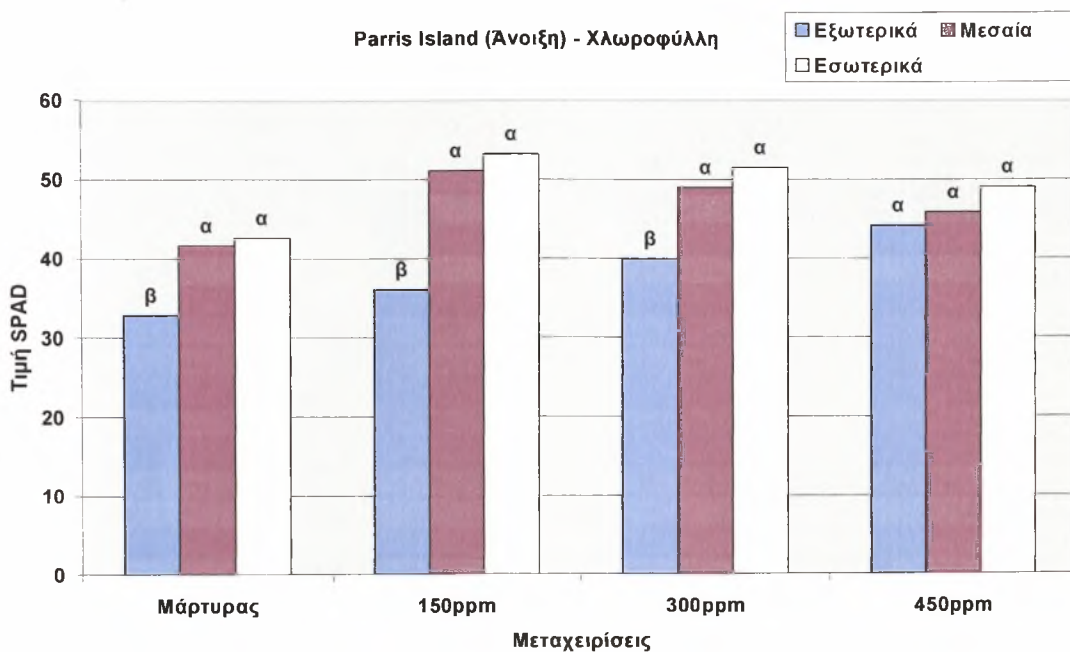
Διάγραμμα 33. Επίπεδα χλωροφύλλης στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.



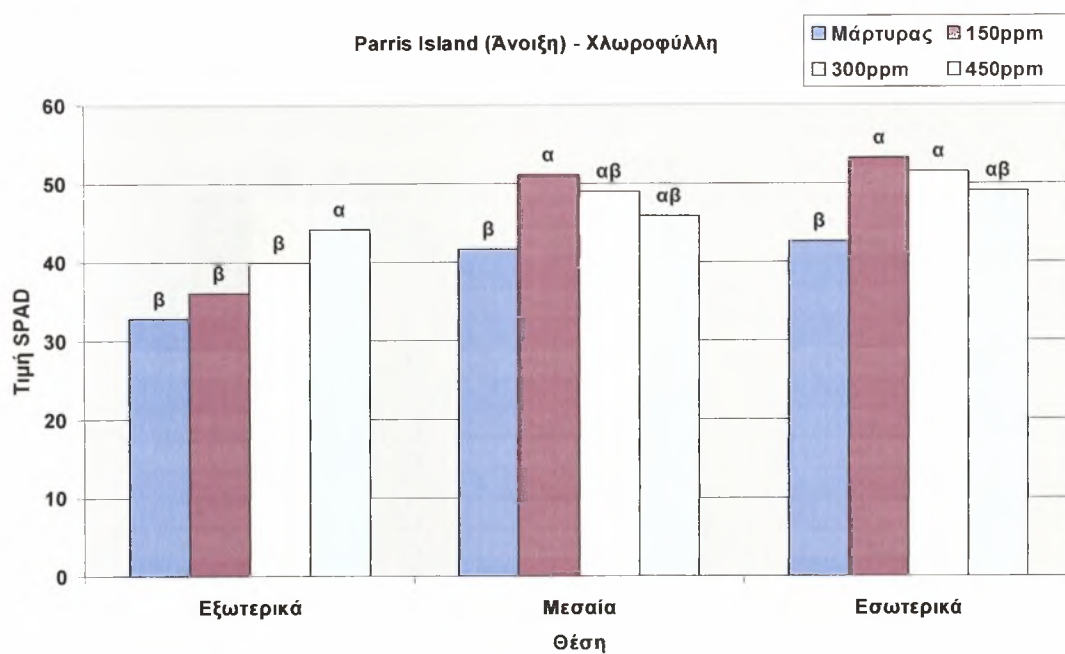
Διάγραμμα 44. Επίπεδα χλωροφύλλης στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Grand Rapids με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.*



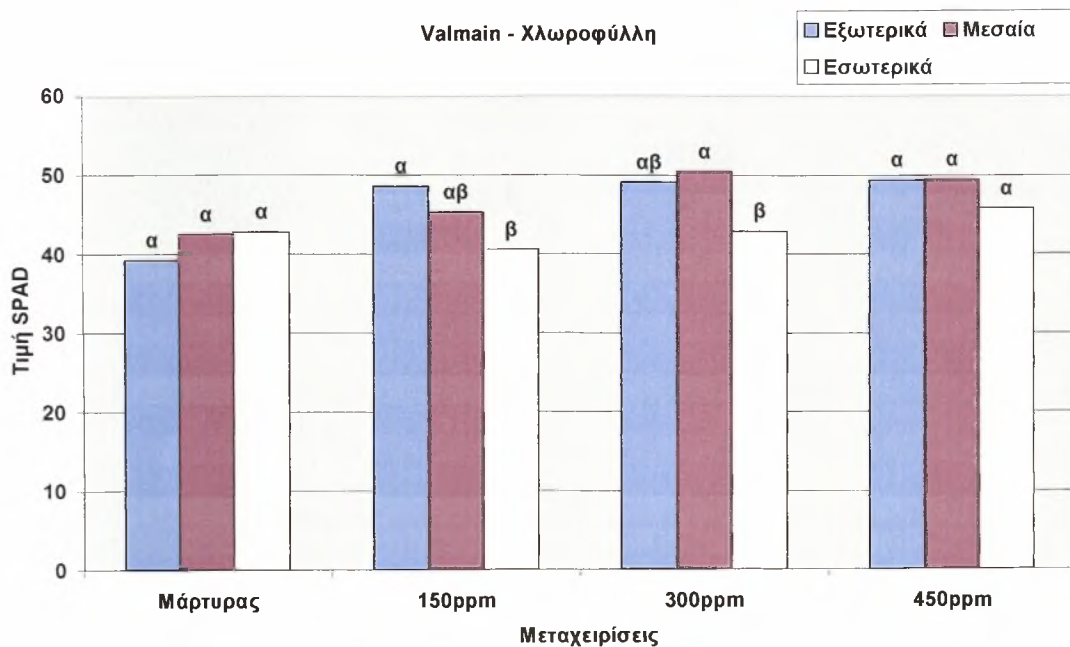
Διάγραμμα 35. Επίπεδα χλωροφύλλης στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Grand Rapids με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας χειμώνας). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.*



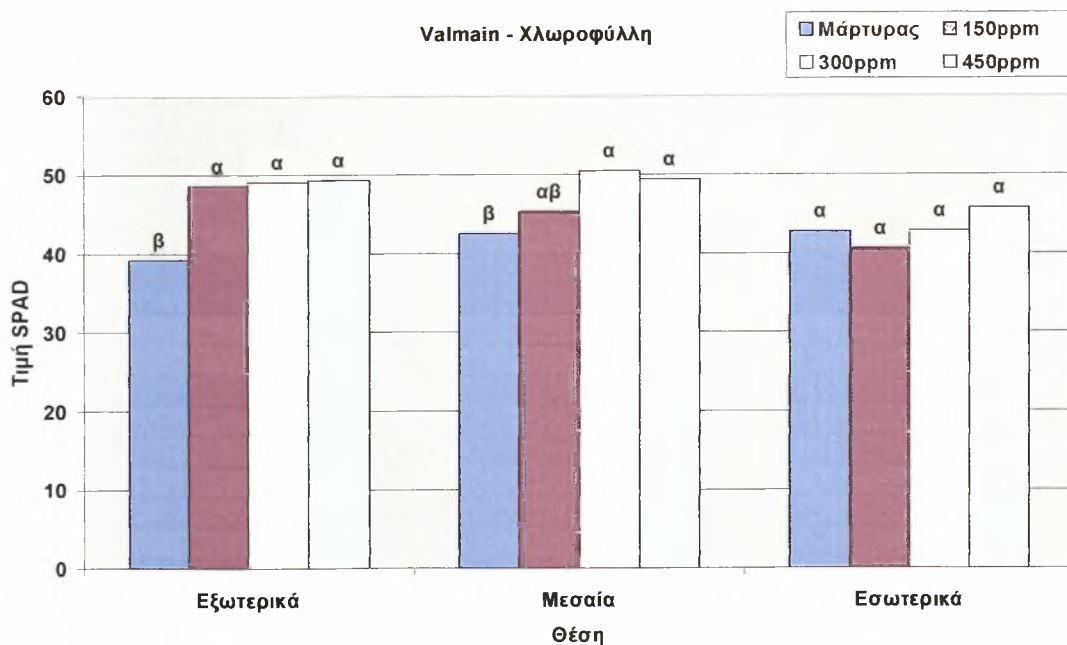
Διάγραμμα 36. Επίπεδα χλωροφύλλης στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Parris Island με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.*



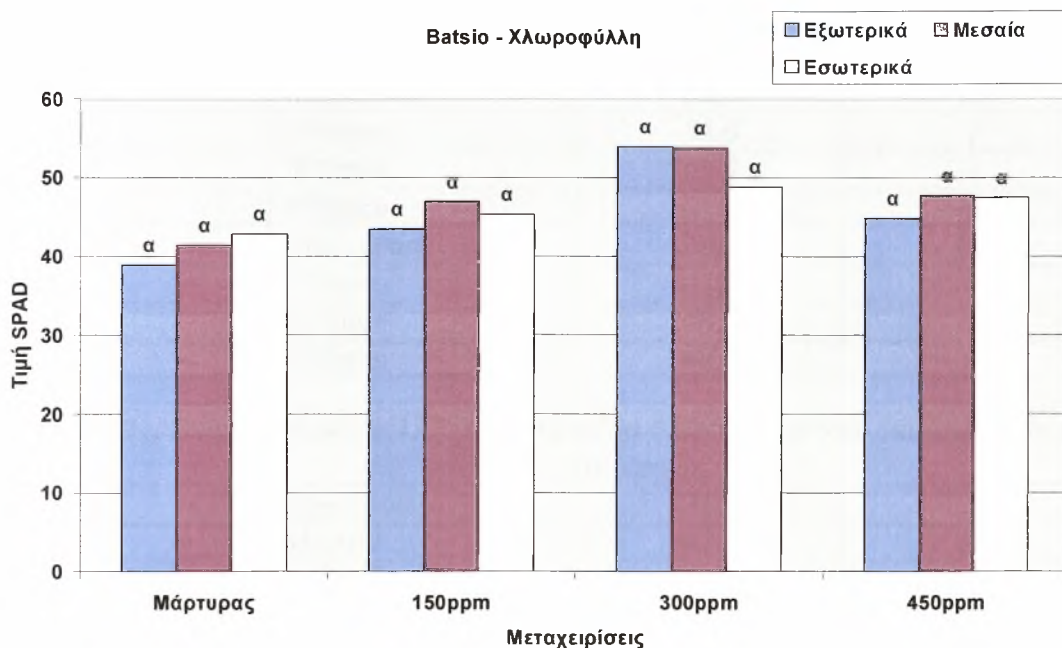
Διάγραμμα 37. Επίπεδα χλωροφύλλης στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Parris Island με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.*



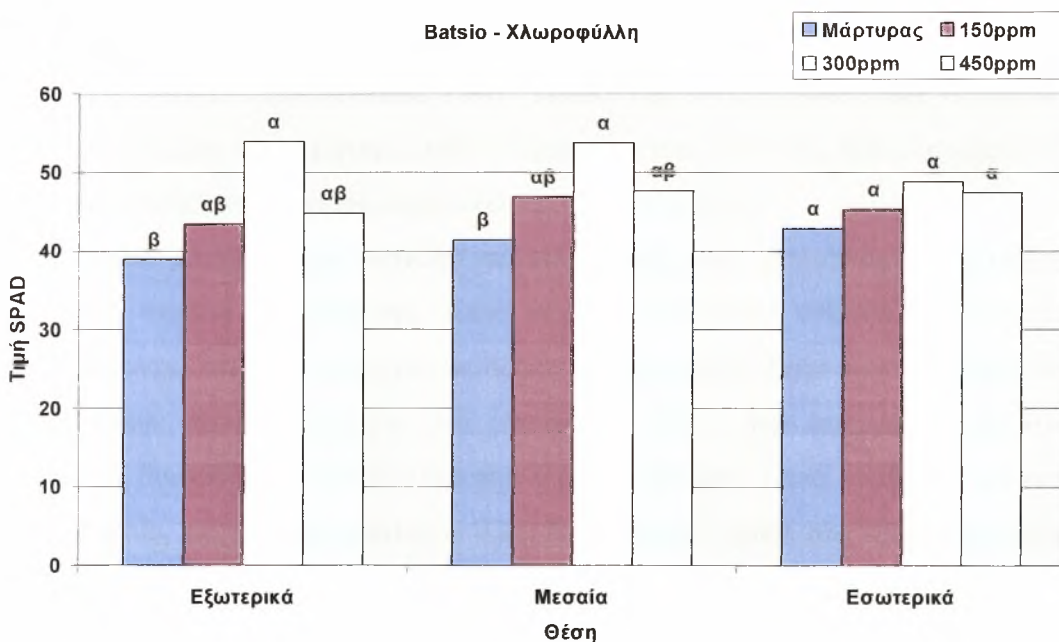
Διάγραμμα 38. Επίπεδα χλωροφύλλης στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Grand Rapids με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.*



Διάγραμμα 39. Επίπεδα χλωροφύλλης στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Valmain με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). *Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.*



Διάγραμμα 40. Επίπεδα χλωροφύλλης στα εξωτερικά, μεσαία και εσωτερικά φύλλα της ποικιλίας Batsio με βάση τις τέσσερις μεταχειρίσεις λίπανσης (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια μεταχείριση.



Διάγραμμα 41. Επίπεδα χλωροφύλλης στις τέσσερις μεταχειρίσεις της ποικιλίας Batsio με βάση την θέση των φύλλων (Εποχή καλλιέργειας άνοιξη). Σημείωση: Τιμές με ίδια γράμματα δε διαφέρουν σημαντικά στην ίδια θέση.

Μεταξύ των τριών θέσεων στατιστικά σημαντικές διαφορές στη συγκέντρωση της χλωροφύλλης παρατηρήθηκαν σε όλες τις ποικιλίες εκτός από τη Batsio, όχι όμως σε όλες τις μεταχειρίσεις. Συγκεκριμένα στην Parris Island το χειμώνα και στην Grand Rapids μόνο στο μάρτυρα παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές, όπου

Πίνακας 20. Επίπεδα χλωροφύλλης στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες μεταχειρίσεις σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Μάρτυρας	38,9	βγ
	150ppm	35,6	γ
	300ppm	45,9	α
	450ppm	41,8	β
Άνοιξη	Μάρτυρας	39,0	βγ
	150ppm	46,8	α
	300ppm	46,8	α
	450ppm	46,4	α

Πίνακας 21. Επίπεδα χλωροφύλλης στην ποικιλία Parris Island στις διάφορες θέσεις των φύλλων σε δύο εποχές.			
Χειμώνας	Εξωτερικά	38,1	γ
	Μεσαία	42,2	β
	Εσωτερικά	41,3	βγ
Άνοιξη	Εξωτερικά	38,2	γ
	Μεσαία	46,9	α
	Εσωτερικά	49,1	α

στην Parris Island μικρότερα επίπεδα χλωροφύλλης υπήρχαν στα εξωτερικά φύλλα, ενώ στην Grand Rapids τα μικρότερα επίπεδα χλωροφύλλης παρατηρήθηκαν στα εσωτερικά φύλλα. Στην ποικιλία Parris Island την άνοιξη στατιστικά σημαντικές διαφορές υπήρχαν στο μάρτυρα, στα 150ppm και στα 300ppm, όπου τα εξωτερικά φύλλα παρουσίασαν τα χαμηλότερα επίπεδα χλωροφύλλης.

Μεταξύ των μεταχειρίσεων ωστόσο παρατηρήθηκαν στις περισσότερες περιπτώσεις στατιστικά σημαντικές διαφορές. Κατά κανόνα υψηλότερα επίπεδα χλωροφύλλης παρουσιάζονται στις πλουσιότερες σε άζωτο μεταχειρίσεις. Στην ποικιλία Batsio και στη Valmain παρατηρούμε ότι στα εσωτερικά φύλλα δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των τεσσάρων μεταχειρίσεων. Αυτό συμβαίνει και στην Grand Rapids, για τα μεσαία όμως φύλλα. Στην Grand Rapids στα εξωτερικά φύλλα μονάχα ο μάρτυρας διαφέρει από τις άλλες μεταχειρίσεις, έχοντας μικρότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης.

Συγκρίνοντας τα επίπεδα χλωροφύλλης στις δύο εποχές για την ποικιλία Parris Island παρατηρούμε ότι την άνοιξη η συγκέντρωση χλωροφύλλης είναι υψηλότερη στα μεσαία και στα εσωτερικά φύλλα, ενώ στα εξωτερικά είναι ίδια και στις δύο εποχές. Σε ότι αφορά τις μεταχειρίσεις την άνοιξη παρατηρούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις στις μεταχειρίσεις των 150ppm και 450ppm. Στις άλλες δύο μεταχειρίσεις δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένας συγκριτικός πίνακας που περιλαμβάνει όλες τις ποικιλίες, τις μεταχειρίσεις, όλα τα μεγέθη που μετρήθηκαν και τις μέσες τιμές τους.

Πίνακας 22. Συγκριτικός πίνακας ποικιλιών

Μεταχείριση		Parris Island (Χειμώνας)	Grand Rapids	Parris Island (Άνοιξη)	Valmain	Batsio
Μάρτυρας	NO ₃	714,3	543,5	1082,0	1641,6	542,1
	Asc. acid	97,6	81,4	208,3	261,8	289,4
	Βάρος	10,5	10,8	7,6	16,3	14,7
	Χλωροφ.	38,8	30,6	39,0	41,5	41,0
150ppm	NO ₃	1258,3	1368,2	2953,3	1916,7	3050,2
	Asc. acid	47,3	180,4	291,0	237,9	251,8
	Βάρος	12,0	5,9	10,0	16,7	12,2
	Χλωροφ.	35,6	34,4	46,8	44,8	45,2
300ppm	NO ₃	1822,6	1713,3	3554,5	3380,8	3765,9
	Asc. acid	103,7	126,1	168,8	205,6	297,5
	Βάρος	20,8	8,3	11,9	16,8	12,8
	Χλωροφ.	45,9	36,9	46,8	47,4	52,1
450ppm	NO ₃	1956,7	2134,1	2893,2	5044,5	1912,8
	Asc. acid	115,3	157,2	479,9	303,4	310,3
	Βάρος	4,6	9,0	3,0	12,3	10,6
	Χλωροφ.	41,8	39,5	46,3	48,2	46,7

Οι μονάδες για τα νιτρικά και το ασκορβικό οξύ είναι σε ppm ξηρής ουσίας, για το βάρος σε g ξηρού βάρους ενώ για χλωροφύλλη είναι αδιάστατο.

ΣΥΖΗΤΗΣΗ - ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα του πειράματος που αφορούν τις μετρήσεις των νιτρικών έδειξαν ότι παρουσιάζεται υψηλότερη συγκέντρωση στα νιτρικά την εποχή της άνοιξης. Το αναμενόμενο θα ήταν η συγκέντρωση να είναι υψηλότερη τον χειμώνα οπότε και η ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας είναι χαμηλότερη. Όπως προκύπτει από άλλες έρευνες εκτός από την ηλιακή ακτινοβολία σημαντικό ρόλο στη συγκέντρωση των νιτρικών παίζει και η θερμοκρασία (Dapoigny, 2000). Οι δύο αυτοί παράγοντες επιδρούν στην ένταση της φωτοσύνθεσης. Με τον περιορισμό της φωτοσύνθεσης μειώνεται και η αναγωγή των νιτρικών σε αμμωνιακή μορφή, μορφή την οποία χρησιμοποιεί το φυτό κατά την ενσωμάτωση του αζώτου στις παραγόμενες οργανικές ενώσεις. Σε συνθήκες μειωμένης φωτοσύνθεσης έχει παρατηρηθεί αύξηση της συγκέντρωσης των νιτρικών, αν και πιθανόν η συσσώρευση νιτρικών να αποτελεί μηχανισμό ωσμωρύθμισης στο χυμοτόπιο του κυττάρου (Dapoigny, 2000). Οι υψηλές τιμές του καλοκαιριού μπορεί λοιπόν να οφείλονται στις πολύ υψηλές θερμοκρασίες σε συνδυασμό με την χαμηλή σχετική υγρασία την ίδια ώρα, συνθήκες που επικρατούσαν τις μέρες πριν τη συγκομιδή. Ο συνδυασμός αυτών των παραγόντων περιόρισε την φωτοσύνθεση. Η χαμηλή συγκέντρωση νιτρικών στην χειμερινή καλλιέργεια, που σε καμία περίπτωση δεν υπερέβαινε τα επίπεδα που καθορίζονται από την κοινοτική νομοθεσία, πιθανόν να οφείλεται στην καλή θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια κατά τις ημέρες πριν από τη συγκομιδή.

Επίσης παρατηρήθηκε κατά πολύ υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών από ότι σε άλλα αντίστοιχα πειράματα, είτε αυτά έγιναν σε γλάστρες είτε έγιναν σε υδροπονικό σύστημα ή με καλλιέργεια στο έδαφος, (Στέργιου Βασιλική *et al.*, 2004; Γ. Χ. Παύλου *et al.*, 2004; Α. Σιώμος *et al.*, 2001α; Α. Σιώμος *et al.*, 2001β) όπου οι συγκεντρώσεις νιτρικών δεν υπερέβαιναν σε καμία περίπτωση τα 1000ppm στο νωπό προϊόν. Εδώ να σημειωθεί ότι σε όλες τις παραπάνω περιπτώσεις το υπόστρωμα καλλιέργειας διέφερε (περλίτης, βερμικουλίτης, έδαφος) όπως επίσης η λίπανση και οι εποχές καλλιέργειας και συγκομιδής. Κοινός παρονομαστής ωστόσο είναι η μέθοδος που χρησιμοποιήθηκε στον προσδιορισμό των νιτρικών με νιτροποίηση του σαλικυλικού οξέος όπως περιγράφεται από των Cataldo *et al.* (1975). Ωστόσο οι τιμές που μετρήθηκαν στην παρούσα εργασία είναι σύμφωνες με τις μετρήσεις που πραγματοποίησε ο Ε.Α. Πασπάτης *et al.* το 1997-1999 σε μαρούλι του εμπορίου και όπου οι συγκεντρώσεις νιτρικών κυμαίνονταν από 500ppm έως 8000ppm στο νωπό

προϊόν. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκε η προτεινόμενη από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέθοδος με συσκευή HPLC.

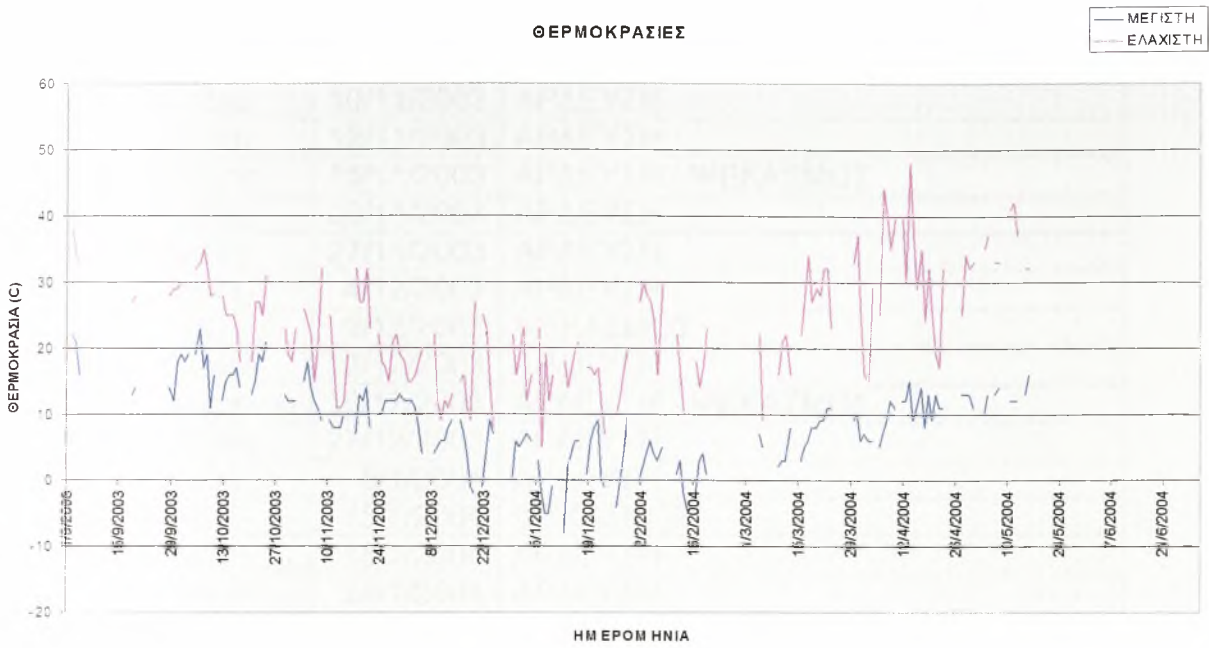
Σε ότι αφορά το ασκορβικό οξύ, η μεγάλη παραλλακτικότητα στις τιμές που καταγράφηκαν δεν μας επιτρέπει την εξαγωγή συμπερασμάτων. Το μόνο που μπορεί να σημειωθεί είναι ότι οι τιμές που καταγράφηκαν σε πολλές περιπτώσεις, ιδιαίτερα την άνοιξη, είναι υψηλότερες από την τιμή των 60-180 ppm που αναφέρεται στην βιβλιογραφία. Το ότι οι τιμές του ασκορβικού οξέος είναι υψηλότερες την άνοιξη είναι λογικό αφού το ασκορβικό οξύ προστατεύει την χλωροφύλλη από την ηλιακή ακτινοβολία η ένταση της οποίας είναι υψηλότερη κατά την άνοιξη (Hancock, 2003).

Η υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης την άνοιξη, δεν φαίνεται να συμβαδίζει με υψηλότερη ξηρά ουσία, καθώς ενώ η συγκέντρωση της χλωροφύλλης είναι υψηλότερη την άνοιξη, η ξηρά ουσία είναι μεγαλύτερη το χειμώνα. Τα παραπάνω ισχύουν για την ποικιλία Parris Island μονάχα, καθώς οι υπόλοιπες ποικιλίες δεν καλλιεργήθηκαν και τις δύο εποχές. Αυτό πρέπει να οφείλεται όχι σε χαμηλότερη φωτοσυνθετική δραστηριότητα αλλά στη μικρότερη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου. Η συγκομιδή των ποικιλιών που καλλιεργήθηκαν το χειμώνα έγινε 111 (Parris Island) και 112 (Grand Rapids) ημέρες μετά τη μεταφύτευση. Τα φυτά στη μεταχείριση των 450ppm και για τις δύο ποικιλίες συγκομίστηκαν 133 ημέρες μετά τη συγκομιδή. Αντίθετα οι ποικιλίες που καλλιεργήθηκαν την άνοιξη συγκομίστηκαν 64 (Parris Island), 65 (Valmain) και 66 (Batsio) ημέρες μετά την μεταφύτευση.

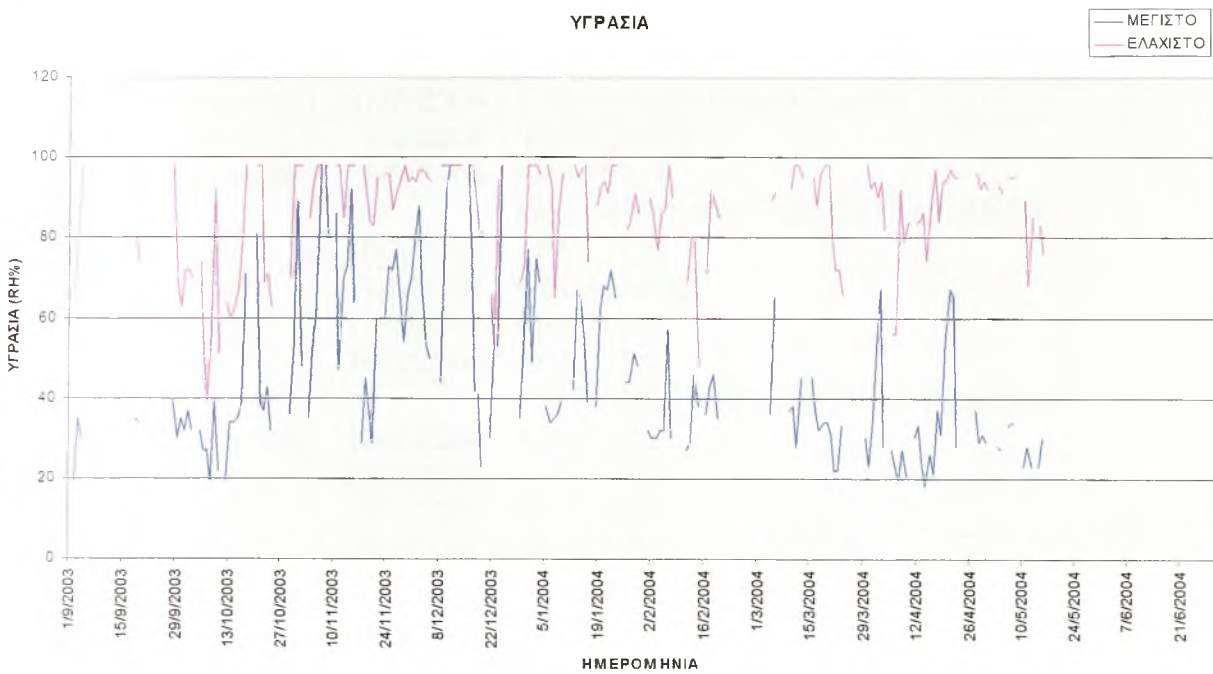
Το μειωμένο ξηρό βάρος που παρατηρήθηκε στην μεταχείριση των 450ppm σε σχέση με τις άλλες μεταχειρίσεις (με εξαίρεση τις ποικιλίες Grand Rapids και Batsio), σε επίπεδα μάλιστα χαμηλότερα από τον μάρτυρα πιθανόν να οφείλεται στην ευαισθησία που παρατηρήθηκε στα φυτά της μεταχείρισης αυτής σε ασθένειες του ριζικού συστήματος και του λαιμού. Δυστυχώς δεν κρατήθηκαν στοιχεία που θα βοηθούσαν σε εξαγωγή ασφαλέστερων συμπερασμάτων, ωστόσο καλό θα ήταν να διερευνηθεί κατά πόσο η συγκέντρωση του αζώτου στο νερό άρδευσης επηρεάζει την αντοχή του μαρουλιού σε ασθένειες των ριζών και του λαιμού.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ



ΥΓΡΑΣΙΑ



Διαγράμματα 1,2 : Διακύμανση ελάχιστης και μέγιστης θερμοκρασίας και ελάχιστης και μέγιστης σχετικής υγρασίας κατά το χρονικό διάστημα εκτέλεσης του πειράματος.

Ημερομηνία		Εργασία
Σάββατο	8/11/2003	ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ - ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ - ΑΡΔΕΥΣΗ
Δευτέρα	10/11/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Τετάρτη	12/11/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Σάββατο	15/11/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Πέμπτη	20/11/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	27/11/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	4/12/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Τρίτη	9/12/2003	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Σάββατο	13/12/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Παρασκευή	19/12/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Σάββατο	27/12/2003	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	8/1/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	15/1/2004	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Κυριακή	18/1/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Δευτέρα	26/1/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Δευτέρα	2/2/2004	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Τετάρτη	11/2/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	19/2/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Πέμπτη	26/2/2004	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ Parris Island
Παρασκευή	27/2/2004	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ Grand Rapids
Πέμπτη	4/3/2004	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Παρασκευή	5/3/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Τετάρτη	10/3/2004	ΜΕΤΑΦΥΤΕΥΣΗ - ΒΑΣΙΚΗ ΛΙΠΑΝΣΗ - ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	11/3/2004	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Σάββατο	13/3/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Τρίτη	16/3/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Παρασκευή	19/3/2004	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ ΜΕΤΑΧΕΙΡΙΣΗΣ 450ppm ΧΕΙΜΩΝΑ
Σάββατο	20/3/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Τετάρτη	24/3/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Δευτέρα	29/3/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Παρασκευή	2/4/2004	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Δευτέρα	5/4/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	15/4/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Δευτέρα	19/4/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	22/4/2004	ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Σάββατο	24/4/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Παρασκευή	30/4/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	6/5/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Δευτέρα	10/5/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ - ΨΕΚΑΣΜΟΣ
Τετάρτη	12/5/2004	ΑΡΔΕΥΣΗ
Πέμπτη	13/5/2004	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ Parris Island
Παρασκευή	14/5/2004	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ Valmain
Σάββατο	15/5/2004	ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ Batsio

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Economos C. and Clay W. D. (1999), Nutritional and health benefits of citrus fruits, FAO, Food Nutrition and Agriculture
2. SALUNKHE D.K., KAPAM S.S. (1998), HANDBOOK OF VEGETABLE SCIENCE AND TECHNOLOGY: PRODUCTION, COMPOSITION, STORAGE AND PROCESSING, εκδόσεις DEKKER, σελ. 493-506
3. Else D. Teton and Darwin L. Sorensen (2002), Understanding Nitrate Pollution in Small and Native American Communities, Utah Water Research Laboratory, Utah State University
4. FAO (2005), FAOStat Database
5. Sanchez-Echaniz Jesus, Benito-Fernández Javier and Mintegui-Raso Santiago (2001), Methemoglobinemia and Consumption of Vegetables in Infants, *Pediatrics* 2001;107;1024-1028
6. Joint FAO/WHO Conference on Food Additives (JECFA) (2004), Food Additives (uses other than as flavouring agents) Database
7. Dapoigny Laurent, Stéphane de TOURDONNET, Roger-Estrade Jean, Jeuffroy Marie-Hélène, Fleury André (2000), Effect of nitrogen nutrition on growth and nitrate accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.), under various conditions of radiation and temperature, *Agronomie* 20 (2000) 843–855
8. Lawrence A. Halsey (1998), Nitrates in Forage Cause Cattle Deaths: A Common Weed and Uncommon Circumstances, 1998 FLORIDA BEEF CATTLE SHORT COURSE: MANAGING NUTRITION & FORAGES TO IMPROVE PRODUCTIVITY & PROFITABILITY,
9. Benjamin Nigel (2000), Nitrates in the human diet – good or bad?, *Ann. Zootech.* 49 (2000) 207–216
10. Raymond A.T. George (1999), Vegetable Seed Production, 2nd Edition, CABI Publishing, σελ. 122-133
11. Reflectoquant, Εγχειρίδιο χρήσης Nitrate Test για το Merck RQflex2
12. Reflectoquant, Εγχειρίδιο χρήσης Ascorbic Acid Test για το Merck RQflex2
13. Hancock Robert D, McRae Diane, Haupt Sophie and Viola Roberto (2003), Synthesis of L-ascorbic acid in the phloem, *BMC Plant Biology* 2003, 3:7
14. www.fertilizer.org/ifa/publicat/html/pubman/lettuce.pdf
15. Αγροτύπος, Βάση Φυτοπροστατευτικών Προϊόντων, 2005
16. Αρβανιτογιάννης Σ. Ιωάννης – Μποσνεα Λουλουδα (2001), Στοιχεία Τεχνολογίας, Μεταποίησης και Συσκευασίας Τροφίμων, University Studio Press, σελ.136
17. Γραφιαδέλλης Μ. (1987), Σύγχρονα θερμοκήπια, Β' Έκδοση, έκδοση βιβλιοπωλείου Δ. Γαρταγάνη, σελ. 251-252
18. Ολύμπιος Χρίστος (1996), Πανεπιστημιακές εκδόσεις Θεσσαλίας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Στοιχεία Γενικής και Ειδικής Λαχανοκομίας, σελ. 1-10
19. Ολύμπιος Χρίστος (2001), Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, εκδόσεις Αθ. Σταμούλης
20. Πασπάτης Ε., Αναγνωστοπούλου Ε., Αλεξανδράκης Α. και Οικονόμου Ν. (2001), Παρακολούθηση των επιπέδων συσσώρευσης των νιτρικών στα φυλλώδη λαχανικά σπανάκι και μαρούλι που παράγονται στην Ελλάδα., Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 19^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ηράκλειο, 25-27 Οκτωβρίου, 1999, σελ.226-229

21. Παύλου Γ.Χ., Οιχαλιώτης Κ.Δ. και Καββαδίας Β.Α. (2004), Επίδραση οργανικής και ανόργανης λίπανσης στην παραγωγή και στη συσσώρευση νιτρικών στο μαρούλι σε σχέση με την εποχή καλλιέργειας, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 21^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ιωάννινα, 8-10 Οκτωβρίου, 2003, σελ.67-70
22. Ποντίκης (1994), Αγενής Πολλαπλασιασμός Δέντρων και Θάμνων,,
23. Σαρλής Γεώργιος, Συστηματική Βοτανική - Εφαρμογές Κορμοφύτων, 179-181, σελ. 429, 1999, εκδ. ΑΘ. ΣΤΑΜΟΥΛΗΣ.
24. Σιώμος Α., Μπέης Γ., Παπαδοπούλου Π., Νάση Π., Καμπερίδου Ι. και Μπαρμπαγιάννης Ν. (2001), Ποιότητα μαρουλιού (cv. Parris Island) που καλλιεργήθηκε στο έδαφος και σε κλειστό υδροπονικό σύστημα., Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 19^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ηράκλειο, 25-27 Οκτωβρίου, 1999, σελ. 238-241
25. Σιώμος Α., Παπαδοπούλου Π., Μπέης Γ., Νάση Π., Καμπερίδου Ι. και Πέτκου Δ. (2001), Ημερήσια διακύμανση της συγκέντρωσης νιτρικών και της φωτοσύνθεσης σε φυτά μαρουλιού, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 19^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ηράκλειο, 25-27 Οκτωβρίου, 1999, σελ.283-286
26. Στέργιου Βασιλική, Ακουμιανάκης Κ., Μουστάκας Ν., Ολύμπιος Χ. και Πάσσαμ Χ.Κ. (2004), Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην περιεκτικότητα νιτρικών στα φύλλα δύο ποικιλιών μαρουλιού, Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 21^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Ιωάννινα, 8-10 Οκτωβρίου, 2003, σελ.99-102
27. COMMISSION REGULATION (EC) No 563/2002 of 2 April 2002 amending Regulation (EC) No 466/2001 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs, Official Journal of the European Communities

ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΕΣ ΔΙΕΥΘΥΝΣΕΙΣ

1. <http://www.fao.org/ag/AGA/AGAP/FRG/afris/Data/582.HTM>
2. www.faostat.fao.org
3. http://apps3.fao.org/jecfa/additive_specs/foodad-q.isp
4. <http://www.biomedcentral.com/1471-2229/3/7>
5. www.agrotypos.gr



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ



004000074922