



**ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΘΕΜΑ:

Επίδραση της αύξησης και της ανάπτυξης στα ποιοτικά
χαρακτηριστικά πιπεριάς τύπου «κέρατο»



ΣΠΟΥΔΑΣΤΡΙΑ: ΔΕΚΑΙΣΑΡΗ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑ

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ:
Δρ. ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ ΕΛΕΝΗ**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2009

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 1 ^ο	
1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΠΕΡΙΑ.....	4
1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ.....	5
1.3 ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ.....	6
Κεφάλαιο 2 ^ο	
2.1 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ.....	8
2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ ΚΕΡΑΤΟ.....	9
2.2.1 Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου.....	9
2.2.2 Αφαίρεση ανθέων	9
2.2.3 Άρδευση.....	9
2.2.4 Υποστύλωση-Κλάδεμα πιπεριάς.....	9
2.2.5 Συγκομιδή.....	10
2.2.6 Αποδόσεις.....	10
Κεφάλαιο 3 ^ο	
3.1 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ.....	11
3.1.1 Πιπεριά Φλάσκα.....	11
3.1.2 Πιπεριά Μακριά.....	12
3.1.3 Πιπεριά καυτερή.....	13
Κεφάλαιο 4 ^ο	
4.1 ΔΙΑΛΟΓΗ-ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΡΠΩΝ.....	13
4.2 ΕΛΑΧΙΣΤΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ.....	14
4.3 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΚΑΤΗΓΟΡΙΩΝ	14
4.3.1 Ποιοτική κατηγορία 1.....	15
4.3.2 Ποιοτική κατηγορία 2.....	15
4.4 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΚΑΤΑ ΜΕΓΕΘΟΣ.....	15
4.5 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΟ ΧΡΩΜΑ.....	15
4.6 ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗ-ΕΜΠΟΡΙΑ.....	15

ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Κεφάλαιο 1 ^ο	
1.1 ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	17
ΜΕΤΡΗΣΗ ΠΟΙΟΤΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	18

Κεφάλαιο 2^ο

Αποτελέσματα – Συζήτηση.....	23
2.1 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	23
2.1.1 Μεταβολή μήκους – διαμέτρου.....	23
2.1.2 Μεταβολή βάρους.....	24
2.1.3 Μεταβολή όγκου.....	25
2.2 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	26
2.2.1 Μεταβολή χρώματος.....	26
2.2.2 Μεταβολή φωτεινότητας L^*	27
2.2.3 Μεταβολή χρωματικής παραμέτρου a^*	28
2.2.4 Μεταβολή κορεσμού του χρώματος C^*	29
2.2.5 Μεταβολή της χροιάς (h^*) του χρώματος.....	30
2.2.6 Μεταβολή χλωροφύλλης.....	31
2.2.6.1 Μεταβολή της χλωροφύλλης a.....	31
2.2.6.2 Μεταβολή της χλωροφύλλης b.....	32
2.2.6.3 Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης.....	32
2.2.7 Μεταβολή της υφής.....	34
2.2.8 Ολικά διαλυτά στέρεα συστατικά (brix %)......	35
2.2.9 Ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)......	36
2.2.10 Ξηρά ουσία.....	38
2.3 ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ.....	39
2.3.1 Μεταβολή αναπνευστικής δραστηριότητας.....	39
ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ.....	40
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	41

ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 ΓΕΝΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΠΕΡΙΑ

Η πιπεριά ανήκει στην οικογένεια των Σολανωδών (*Solanaceae*) στο γένος *Capsicum*, του οποίου τα κυριότερα καλλιεργούμενα είδη είναι τα εξής:

***Capsicum annum*:** Πρόκειται για το σημαντικότερο, το πιο διαδεδομένο και με τη μεγαλύτερη οικονομική σημασία καλλιεργούμενο είδος της πιπεριάς. Περιλαμβάνει όλες τις γλυκές πιπεριές και τις περισσότερες από τις καυτερές. Στο είδος αυτό ανήκουν ετήσια ποώδη φυτά που χαρακτηρίζονται από ιώδεις ανθήρες, λευκή στεφάνη και μικρό κλειστό κάλυκα, ενώ οι ανθοφόροι οφθαλμοί φέρονται μονήρεις, ένας στην βάση κάθε διακλάδωσης.

***Capsicum frutescens*:** Το είδος αυτό είναι λιγότερο διαδεδομένο και περιλαμβάνει φυτά πολυετή, αποξυλωμένα και θαμνώδη, με άνθη κατά ομάδες και κόκκινους καυτερούς καρπούς. Οι καρποί του είδους αυτού είναι οι γνωστές καυτερές πιπεριές που χρησιμεύουν για την παραγωγή της γνωστής σάλτσας “ταμπάσκο”.

***Capsicum chinense*:** Περιλαμβάνει τις πιο καυτερές πιπεριές. Σαν φυτό μοιάζει με το *C. frutescens* και κατάγεται από την Ν. Αμερική.

***Capsicum baccatum*:** Κατάγεται από την Κεντρική – Νότια Αμερική και έχει επιλεγεί στη Βραζιλία για τη διακύμανση των μεγεθών και των σχημάτων του.

***Capsicum pubescens*:** Συναντάται στα υψίπεδα των Άνδεων και είναι το μοναδικό είδος πιπεριάς που κατάγεται από ψυχρότερες ζώνες. Έχει καρπό χοντρότερο από τα άλλα είδη και σπόρο σκούρο και ρυτιδωμένο.

Εκτός από τα ανωτέρω αναφερόμενα είδη, υπάρχουν και ορισμένα άγρια εδάδιμα είδη που συναντώνται κυρίως στη Ν. Αμερική.

Οι περισσότερες καλλιεργούμενες ποικιλίες ανήκουν στο πρώτο είδος. Στις εύκρατες περιοχές συμπεριφέρονται ως μονοετείς πόες ενώ στις τροπικές περιοχές είναι διετείς, με λίγο αποξυλωμένη βάση, μπορεί δε να συνεχίσουν να αναπτύσσονται και να δίνουν παραγωγή για αρκετά χρόνια. Στο είδος αυτό υπάρχει μεγάλη παραλλακτικότητα στο μέγεθος, το σχήμα και το χρώμα των καρπών, και με επιλογή έχουν δημιουργηθεί

οι διάφοροι τύποι πιπεριάς που χρησιμοποιούνται ανά τον κόσμο.(Ανώνυμος, 2000)

Η πιπεριά *Capsicum annum var. annum* καλλιεργείται σήμερα σε μεγάλες εκτάσεις στις εύκρατες και τροπικές ζώνες, κυρίως για τον καρπό της, ο οποίος χρησιμοποιείται σαν λαχανικό ή μπαχαρικό – καρύκευμα. Υπάρχουν αρκετά είδη και βοτανικές ποικιλίες στο γένος *capsicum*, γεγονός που συμβάλλει στη μεγάλη διαφοροποίηση που υπάρχει στους καρπούς, όσον αφορά το βαθμό καυστικότητας, το σχήμα, το μέγεθος και το χρώμα.

Οι γλυκές πιπεριές έχουν πιο ήπιο άρωμα και πιο ελαφριά δριμύτητα συγκριτικά με τις άλλες πιπεριές. Οι νωπές γλυκές πιπεριές αποτελούν πλούσια πηγή βιταμινών, ιδιαίτερα βιταμίνης C (ασκορβικό οξύ). Οι δε αποξηραμένες, που έχουν έντονα καυτερή γεύση, είναι πλούσιες σε βιταμίνη A. Οι πιπεριές καταναλώνονται νωπές σε σαλάτες μαγειρεμένες με διαφόρους τρόπους, όπως γεμιστές, τηγανητές, ή ακόμα παρασκευάζονται ως τουρσί. Η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο: α) του εμπορικά ώριμου πράσινου καρπού, β) του ώριμου κόκκινου, κίτρινου, πορτοκαλί ή ιώδους καρπού, ανάλογα με την ποικιλία.

Εκτός από την χρήση τους σαν τροφή και καρύκευμα, οι πιπεριές έχουν και φαρμακευτικές ιδιότητες (κυρίως αυτές με την καυτερή γεύση). Μερικές χρησιμοποιούνται και σαν καλλωπιστικές.

Η πιπεριά διεγείρει τις μυϊκές ίνες του πεπτικού συστήματος γι' αυτό και χρησιμοποιείται σαν μέσο θεραπείας της δυσπεψίας. Σε μικρή δόση χορηγείται κατά της αρθρίτιδας. (Ολύμπιος, 2001)

1.2 ΙΣΤΟΡΙΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΤΗΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ

Η πιπεριά είναι φυτό που κατάγεται από τις τροπικές περιοχές της Νότιας Αμερικής. Μεταφέρθηκε στην Ευρώπη από τον Κολόμβο και από εκεί εξαπλώθηκε στην Μέση Ανατολή, την Αφρική και την Ασία. Η Νότια Αμερική, κυρίως η Βραζιλία, θεωρείται η περιοχή καταγωγής πολλών τύπων πιπεριάς, οι οποίοι μέσω της διασταύρωσης και της φυσικής επιλογής έχουν δώσει τις σημερινές ποικιλίες. Απολιθώματα πιπεριάς χρονολογούμενα από το 7000 π.Χ. έχουν βρεθεί σε σπηλιές στις περιοχές καταγωγής της, ενώ αποδείξεις για την καλλιέργεια της οδηγούν στην περίοδο μεταξύ 5200 και 3400 π.Χ.. (Ανώνυμος, 2000)

Η σχετικά μεγάλη περίοδος διατήρησης της βλαστικής ικανότητας του σπόρου και η ευκολία της διακίνησής του, συνέβαλλαν στην ευρεία διάδοση της πιπεριάς σε πολλές άλλες τροπικές και υποτροπικές περιοχές του κόσμου. Στην Ινδία έγινε ευρέως δεκτή, και ήδη το 1542 μΧ

αναφέρεται ότι ήταν γνωστά 3 είδη πιπεριάς. Η Ινδία σήμερα αποτελεί την πρώτη χώρα εξαγωγής κόκκινης πιπεριάς. Στις ΗΠΑ η καλλιέργεια της πιπεριάς δεν διαδόθηκε γρήγορα, αλλά σήμερα αποτελεί προϊόν μεγάλης οικονομικής σημασίας.

Η καλλιέργεια της πιπεριάς χρονολογείται από πολύ παλιά στη Νότιο Αμερική. Οι τύποι της γλυκιάς πιπεριάς ήταν γνωστοί επίσης από πολύ παλιά, αλλά μόνο πρόσφατα έχουν αποκτήσει μεγαλύτερη σπουδαιότητα. Οι πιπεριές υπήρξαν συμβολικά φυτά για τους Ινδιάνους της Νοτίου Αμερικής και έπαιξαν σημαντικό ρόλο στις θρησκευτικές τους τελετουργίες. (Ολύμπιος, 2001)

1.3 ΣΗΜΕΡΙΝΗ ΕΞΑΠΛΩΣΗ ΤΗΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΑΣ

Η πιπεριά σήμερα καλλιεργείται σε πολλά μέρη του κόσμου, τόσο σε ανοιχτές καλλιέργειες όσο και υπό κάλυψη.

Όσον αφορά τις υπό κάλυψη εκτάσεις στην Ευρώπη, αναφέρεται ότι:

Στην Ολλανδία καλλιεργείται κυρίως σε υαλόφρακτα θερμοκήπια σε έκταση 5.000 στρεμμάτων το χρόνο, όπου παράγονται περίπου 23.000 τόνοι προϊόντος με μέση απόδοση 4,6 τόνους / στρέμμα.

Στην Ιταλία, η υπό κάλυψη καλλιέργεια της πιπεριάς (υαλόφρακτα θερμοκήπια, πλαστικά τούνελ, χαμηλά τούνελ) καταλαμβάνει έκταση 25.000 στρεμμάτων, με μέση απόδοση 3,5 τόνους / στρέμμα.

Οι πρώην Ανατολικές χώρες της Ευρώπης εξήγαγαν το 1996 στις Δυτικές χώρες, πάνω από 54.000 τόνους προϊόντος.

Η Ισπανία είναι χώρα που εξάγει τις μεγαλύτερες ποσότητες (376.793 τόνους το 1996) με δεύτερη την Ολλανδία (με 226.806 τόνους). Χώρες όπως η Τουρκία και η Ιορδανία εμφανίζονται με τις μεγαλύτερες εξαγωγές το 1996, με 29.632 τόνους και 13.234 τόνους αντίστοιχα. (Ολύμπιος, 2001)

Η κατανάλωση πράσινης πιπεριάς στη Βορειοδυτική Ευρώπη είναι της τάξης των 430.000 τόνων, από τους οποίους περίπου το 1/3 παράγεται στην Ευρώπη υπό προστασία ενώ το υπόλοιπο ποσό παράγεται σε ανοιχτές καλλιέργειες στην Ιταλία, Γαλλία, Ισπανία και σε μικρότερο βαθμό εισάγεται από Ισραήλ, Βόρεια Αφρική και ΗΠΑ.

Συγκεκριμένα η Γερμανία εισάγει τις μεγαλύτερες ποσότητες πιπεριάς (244.986 τόνους το 1996) και ακολουθούν η Γαλλία (με 75.827 τόνους), το Ηνωμένο Βασίλειο (57.819 τόνους), και η Ιταλία (Ολύμπιος, 2001)

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι καλλιέργειες των θερμοκηπίων, οι οποίες συνεχώς επεκτείνονται λόγω των μεγαλύτερων αποδόσεων που επιτυγχάνονται υπό τις συνθήκες της υψηλής κάλυψης

και λόγω των αυξημένων τιμών που προσφέρονται στην εκτός εποχής παραγωγή τους. (Δημητράκης,1998)

Πίνακας 1. Σύγκριση έκτασης, παραγωγής και μέσης απόδοσης καλλιέργειας πιπεριάς στην Ελλάδα, στην υπαίθρο, υπό χαμηλή κάλυψη και υπό υψηλή, κατά τις καλλιεργητικές περιόδους 1998-1999 και 2001-2002.

Έτος	1998 - 1999			2001 - 2002		
	Έκταση (στρέμ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Αποδόσεις (κιά/ στρεμ.)	Έκταση (στρέμ.)	Παραγωγή (τόνοι)	Αποδόσεις (κιά/ στρεμ.)
Υπαίθρια καλλιέργεια	35.751	78.031	2.415	31.670	69.430	2.295
Υπό χαμηλή κάλυψη τούνελ	337	924	2.882	232	775	3.410
Υπό υψηλή κάλυψη	2.647	15.285	5.590	3.655	23.750	6.349
Γενικό σύνολο χώρας	36.664	91.231		35.557	92.683	

Από τα στοιχεία που παρουσιάζονται στον πίνακα 1, διαπιστώνεται ότι οι εκτάσεις που καλλιεργούνται με πιπεριά υπό κάλυψη, αποτελούν μικρό ποσοστό συγκριτικά με τις υπαίθριες. Αξίζει να σημειωθεί ότι η καλλιέργεια γίνεται κατά το μεγαλύτερο ποσοστό σε πλαστικά θερμοκήπια, και από το σύνολο των καλλιεργούμενων εκτάσεων μόνο στο 13,6% εφαρμόζεται πρόσθετη θέρμανση κατά τους χειμερινούς μήνες.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

2.1 ΒΟΤΑΝΙΚΟΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΕΣ

Βλαστός. Η πιπεριά είναι φυτό μονοετές ή διετές, ποώδες, με κορμό και βλαστούς που διακλαδίζονται και έχει την τάση να αναπτύσσεται προς τα πάνω.

Φύλλα. Τα φύλλα είναι απλά, λεπτά, ελλειπτικά, οξύληκτα, ακέραια με πράσινο χρώμα στην άνω επιφάνεια και πιο ανοιχτό πράσινο χρώμα στην κάτω επιφάνεια.

Ρίζα. Η ρίζα είναι πασσαλώδης και φτάνει σε βάθος 90 έως 120 cm.

Άνθη. Τα άνθη είναι μονήρη, στις διακλαδώσεις των βλαστών και φέρουν μίσχο με 1,5 cm μήκος. Φέρουν κωδωνοειδή κάλυκα με 5 ή περισσότερα οδοντωτά σέπαλα, που συνήθως μεγαλώνουν και περιβάλλουν τη βάση του άνθους.

Καρπός. Ο καρπός είναι σαρκώδης ράγα ποικίλου σχήματος με ομφαλό στην κορυφή, υποβαστάζεται από έναν ποδίσκο λίγο ως πολύ μακρύ και εμφανίζεται όρθιος ή κυρτός προς τα κάτω. Είναι πολύχωρος και πολύσπερμος και φέρει κοιλότητα μεταξύ του πλακούντα και των τοιχωμάτων του καρπού. Αρχικά το χρώμα του είναι πράσινο ή πρασινοϊώδες, και όταν ωριμάσει χρωματίζεται ερυθρός, καστανέρυθρος, κίτρινος, κιτρινοπράσινος, πορτοκαλί ή ιώδης. Το χρώμα του καρπού οφείλεται σε μείγμα καροτινοειδών, με κυριότερη ουσία την καψανθίνη ($C_{40} H_{38} O_3$) και σε μικρότερο βαθμό στα α και β καροτίνια, ξανθοφύλλη, ζεαξανθίνη, κρυπτοφάνη.

Η γεύση της γλυκιάς πιπεριάς είναι ευχάριστη, δροσιστική με πολύ ελαφρά δριμύτητα. Η δριμύτητα οφείλεται στην αλκαλοειδή καυστική ουσία, την καψαϊκίνη ($C_{18} H_{27} NO_3$) που βρίσκεται συγκεντρωμένη κυρίως στα διαφράγματα (septa) και στον πλακούντα του καρπού και όχι τόσο στα τοιχώματα του. Οι σπόροι έχουν μικρή ποσότητα της καυστικής ουσίας. (Ολύμπιος, 2001)

2.2 ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΕΣ ΦΡΟΝΤΙΔΕΣ ΣΤΟ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ «ΚΕΡΑΤΟ»

2.2.1 Συνθήκες ατμόσφαιρας θερμοκηπίου

1. Θερμοκρασία αέρα: Η πιπεριά είναι φυτό θερμής εποχής, έχει ανάγκη από υψηλές θερμοκρασίες. Η θερμοκρασία την ημέρα πρέπει να κυμαίνεται μεταξύ 22–24 °C και τη νύχτα μεταξύ 18 – 19 °C.
2. Θερμοκρασία εδάφους: Όταν η φύτευση γίνεται στο έδαφος η θερμοκρασία του εδάφους πρέπει να κυμαίνεται γύρω στους 22 – 24 °C για καλύτερες συνθήκες ανάπτυξης της βλάστησης.
3. Υγρασία αέρα: Για την καλύτερη ανάπτυξη του φυτού η υγρασία πρέπει να κυμαίνεται γύρω στο 70-75%.

2.2.2 Αφαίρεση ανθέων

Η αρχική βλάστηση είναι σημαντικός παράγοντας για την επιτυχία της καλλιέργειας. Για τον λόγο αυτόν θα πρέπει να αφαιρείται ο πρώτος ανθοφόρος οφθαλμός (crow bud) ή και οι δύο ανθοφόροι οφθαλμοί που βρίσκονται μεταξύ των δευτερογενών βλαστών, έτσι ώστε να μην επιβαρύνει τα φυτά η ανάπτυξη του καρπού, πριν αυτά αναπτυχθούνε αρκετά ώστε να εξασφαλίζεται μία καλή παραγωγή.

2.2.3 Άρδευση

Η πιπεριά είναι πολύ ευπαθές φυτό τόσο στο ξηρό έδαφος όσο και στο πολύ υγρό. Για το λόγο αυτό το πότισμα θα πρέπει να γίνεται συχνά, και με μικρές ποσότητες την πρώτη περίοδο μετά τη μεταφύτευση και στη συνέχεια να εφαρμόζονται μεγαλύτερες ποσότητες καθώς αυξάνει η φυτομάζα.

2.2.4 Υποστύλωση – κλάδευμα πιπεριάς

Η υποστύλωση της πιπεριάς τύπου «κέρατο» γίνεται με κατακόρυφους σπάγκους. Με τη μέθοδο αυτή πρέπει να κλαδεύεται το φυτό με τέτοιο τρόπο ώστε να αφήνονται λίγοι βλαστοί, 1 έως 4. Οι υπόλοιποι αφαιρούνται στο πρώτο ή δεύτερο φύλλο, για να αναπτυχθεί και ο καρπός που βρίσκεται στη βάση της διακλάδωσης. Κάθε βλαστός που αφήνεται δένεται με ξεχωριστό σπάγκο στο οριζόντιο ή οριζόντια σύρματα, που βρίσκονται πάνω από τις γραμμές φύτευσης. Το κλάδευμα επαναλαμβάνεται μία φορά την εβδομάδα.



Εικόνα 1. Σύστημα υποστύλωσης με κατακόρυφους σπάγκους σε καλλιέργεια πιπεριάς τύπου «Κέρατο» (Ολύμπιος, 2001)

2.2.5 ΣΥΓΚΟΜΙΔΗ

Η συγκομιδή γίνεται σε διάφορα στάδια ωρίμασης, αναλόγως του προορισμού του καρπού ή των προτιμήσεων της αγοράς. Για νωπή χρήση οι καρποί συγκομίζονται όταν έχουν σχεδόν αποκτήσει το τελικό μέγεθος αλλά είναι ακόμα πράσινοι. Κατά τα τελευταία χρόνια εμφανίζονται και στις Ελληνικές αγορές καρποί ώριμοι, κόκκινοι ή κίτρινοι, που πωλούνται σε μεγαλύτερη τιμή αφού αυτές, διατηρούμενες περισσότερο χρόνο στο φυτό, μετριάζουν τη συνολική απόδοση του. (Δημητράκης 1998). Η συγκομιδή αρχίζει 2-3 μήνες μετά τη μεταφύτευση, επαναλαμβάνεται δε κάθε 10 – 12 ημέρες όταν οι θερμοκρασίες είναι χαμηλές, ενώ όταν οι θερμοκρασίες είναι υψηλές 1 – 2 φορές την εβδομάδα. Η συγκομιδή στο θερμοκήπιο ξεκινάει το Νοέμβριο και τελειώνει αρχές Ιουνίου, ανάλογα με τις τιμές του προϊόντος μετά τις γιορτές του Πάσχα.(Ολύμπιος, 2001)

Τη συγκομιδή ακολουθεί η διαλογή των καρπών κατά μέγεθος, σχήμα, χρώμα και άλλα ποιοτικά χαρακτηριστικά, καθώς και η συσκευασία τους σε ξύλινα ή χάρτινα κιβώτια διαφόρων μεγεθών, αναλόγως των προτιμήσεων της αγοράς (Δημητράκης, 1998).

2.2.6 ΑΠΟΔΟΣΕΙΣ

Οι αποδόσεις επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες και κυρίως από τις συνθήκες καλλιέργειας και τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Η μέση απόδοση στην Ελλάδα από καλλιέργειες γλυκιάς πιπεριάς κυμαίνεται από 5 έως 8 tn / στρέμμα. Υπάρχουν όμως περιπτώσεις όπου εξασφαλίζονται αποδόσεις 10 – 15 tn / στρέμμα. (Δημητράκης, 1998)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3^ο

3.1 ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία εμπορικών τύπων. Στην Ελλάδα καλλιεργούνται κυρίως:

- α) Οι φλάσκες πιπεριές, (κυρίως στη Βόρεια Ελλάδα και στη Θεσσαλία.)
- β) Οι τύπου Lamuyo (που μοιάζουν με τις φλάσκες αλλά είναι ελαφρά επιμήκεις), σε θερμοκήπια της Νότιας Ελλάδος.
- γ) Οι μακριές ανοιχτοπράσινες (τύπου Κέρατο), σε θερμοκήπια της Ιεράπετρας και της Ημαθίας.
- δ) Οι καυτερές, οι γλυκές πιπεριές (τύπου Φλωρίνης) και οι τοματοπιπεριές, σε μικρές εκτάσεις στη Βόρεια Ελλάδα.
- ε) Οι καρποί τύπου Φλάσκας σε διάφορα χρώματα (κόκκινο, κίτρινο, πορτοκαλί κ.α.), είναι κατά 90% εισαγόμενοι και μόνο ένα 10% παράγεται σε θερμοκήπια της Κρήτης (Ιεράπετρα).

Τα είδη της πιπεριάς κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

3.1.1 ΠΙΠΕΡΙΑ ΦΛΑΣΚΑ

1. ΠΙΠΕΡΙΑ ΦΛΑΣΚΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ

Υβρίδια: Bonita F1, Nilo F1, Carisma F1,

Ποικιλίες: Mazurka, Flamengo, Sirtaki, Polka, Tarando.

2. ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΕΛΑΦΡΑ ΕΠΙΜΗΚΗΣ

Υβρίδιο: Colombo F1

3. ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΕΠΙΜΗΚΗΣ (Lamuyo)

Υβρίδια: Cleopatra No 4 F1, Omer F1



Εικόνα 2. Πιπεριά τύπου Lamuyo (Vidi F1) στο στάδιο της συγκομιδής

4. ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ Lamuyo

Υβρίδια: Mayata F1, Vidi F1, Vilmorin F1, Ludo F1, Lazer F1, Genil F1

5. ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΕΤΡΑΓΩΝΗ ΤΥΠΟΥ “BLOCKY”

Υβρίδια: Twingo F1, Denver F1, Salario F1, Sandorio F1, Cleopatra1 F1

6. ΠΙΠΕΡΙΑ ΓΕΜΙΣΤΗ

Υβρίδια: Osir F1, Bellany F1, Mogador F1,

Ποικιλίες: California Wonder, Π-14 (Μακεδονίας)

7. ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ ΝΤΟΛΜΑ

Υβρίδιο: ChampionF1

3.1.2 ΠΙΠΕΡΙΑ ΜΑΚΡΙΑ (κίτρινη – κόκκινη) γλυκιά

1. ΠΙΠΕΡΙΑ ΚΕΡΑΤΟ

Υβρίδια: Sammy F1, Sammy F2, Leuor F1, Victoria F1, Ferosa F1, Banan F1

Η ποικιλία Sammy F1 έχει τα εξής χαρακτηριστικά: δίνει φυτό εύρωστο, πολύ πρώιμο, ανθεκτικό στις χαμηλές θερμοκρασίες και με υψηλή παραγωγή. Ο καρπός είναι κωνικός (τύπου «κέρατο») με μήκος 17-20 εκ. και διάμετρο στη βάση του κώνου 4-5 εκ. Η γεύση του καρπού είναι γλυκιά. (Ολύμπιος, 2001)

Ποικιλίες: Π-13



Εικόνα 3. Καλλιέργεια πιπεριάς τύπου Κέρατο (Sammy F2) στο στάδιο ανάπτυξης

2. ΠΙΠΕΡΙΑ ΤΥΠΟΥ ΦΛΩΡΙΝΗΣ

Υβρίδια: Spad F1, Zorba F1, Leuor F1, Capricoru F1, Diablo F1

Ποικιλίες: Tina, Platica

3.1.3 ΠΙΠΕΡΙΑ ΚΑΥΤΕΡΗ

Υβρίδια: Bajonet F1, Jumbo F1, 467 F1

Ποικιλίες: Anaheim Chili, Cahenna, Hot long

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4^ο

4.1 ΔΙΑΛΟΓΗ-ΠΟΙΟΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ ΚΑΡΠΩΝ

Οι καρποί μετά τη συγκομιδή και πριν προωθηθούν στην αγορά, υφίστανται ένα διαχωρισμό ή διαλογή με βάση την ποιότητα τους που είναι καθοριστική στη διαμόρφωση της τιμής πώλησης.

Όταν ο καρπός προορίζεται για τη ντόπια αγορά, τα κριτήρια διαλογής είναι λιγότερο αυστηρά, και αρκεί ο καρπός να είναι

καλοσχηματισμένος, ώριμος (στάδιο ώριμου πράσινου) ακέραιος χωρίς κηλίδες, ρωγμές ή σήψεις.

Στην περίπτωση όμως που ο καρπός προορίζεται για εξαγωγή, απαιτείται καλή ποιότητα και τυποποιημένο προϊόν, που να συμφωνεί με καθορισμένες ποιοτικές προδιαγραφές (Standards), ανάλογα με την αγορά που προορίζεται ο καρπός. Στην Ελλάδα τα χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη κατά τη διαλογή των καρπών στην πιπεριά για εξαγωγή είναι αυτά που έχει θεσπίσει η Ε.Ε και ισχύουν σε όλα τα κράτη μέλη (κανονισμός ΕΚ αριθμ. 1455/1999 της επιτροπής της 1^{ης} Ιουλίου 1999). Αυτά είναι το **χρώμα**, το **μέγεθος** και η «**ποιότητα**», βάσει των κριτηρίων αυτών οι καρποί χωρίζονται σε δύο ποιοτικές κατηγορίες α) ποιοτική κατηγορία 1 και β) ποιοτική κατηγορία 2.

4.2 Ελάχιστα χαρακτηριστικά ποιότητας

Οι πιπεριές πρέπει να είναι:

α) ακέραιες β) νωπής εμφάνισης γ) υγιείς δ) καθαρές ε) καλά ανεπτυγμένες στ) χωρίς ελαττώματα από τον παγετό ζ) χωρίς τραύματα η) χωρίς εγκαύματα από τον ήλιο θ) με μίσχο ι) με φυσιολογική εξωτερική υγρασία ια) χωρίς ξένη οσμή και γεύση.



Εικόνα 4. Ελαττώματα πιπεριάς (σχήμα, χρώμα, σκάσιμο, ηλιοέγκαυμα)

4.3 Χαρακτηριστικά ποιοτικών κατηγοριών

4.3.1 Ποιοτική κατηγορία 1

Οι πιπεριές για να καταταγούν στην κατηγορία αυτή, πρέπει να είναι καλής ποιότητας και επιπλέον: σφικτές, κανονικής ανάπτυξης (ως προς το μέγεθος) και χρωματισμού ανάλογα με την ποικιλία, με ποδίσκο κομμένο, όχι λιγότερο από τον κάλυκα, χωρίς σημάδια (πρακτικά χωρίς κηλίδες).

4.3.2 Ποιοτική κατηγορία 2

Οι πιπεριές αυτές πρέπει να ανταποκρίνονται στα ορισθέντα ελάχιστα χαρακτηριστικά ποιότητας, μπορούν όμως να παρουσιάσουν τα παρακάτω ελαττώματα, που όμως δεν θα μειώνουν σοβαρά την εμφάνιση τους: ατέλειες σχήματος και ανάπτυξης, εγκαύματα από τον ήλιο ή ελαφρά τραύματα που να μην υπερβαίνουν το 1 cm² για ελαττώματα επιφάνειας και 2 cm για ελαττώματα επιμήκη. Ελαφρές ρωγμές ξερές και επιφανειακές, που το μήκος τους να μην υπερβαίνει τα 3 cm. Να είναι λιγότερο σφικτές αλλά όχι μαραμμένες. Ο ποδίσκος μπορεί να έχει ελαττώματα ή να είναι κομμένος.

4.4 Ταξινόμηση κατά μέγεθος

Αυτή καθορίζεται από τη μεγάλη διάμετρο της Ισημερινής τομής τους. Η διαφορά διαμέτρου μεταξύ της μεγαλύτερης και της μικρότερης πιπεριάς για το ίδιο μέσο συσκευασίας, δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 20 mm. Η διάμετρος των καρπών πρέπει να μην είναι μικρότερη των : α) 30 mm για τις επιμήκεις β) 50 mm για τις τετράγωνες μη οξύληκτες γ) 40 mm για τις τετράγωνες επιμήκεις (κωνικές) δ) 55 mm για τις πεπλατυσμένες. Η ταξινόμηση αυτή δεν είναι υποχρεωτική για την ποιοτική κατηγορία 2, με την επιφύλαξη ότι τηρούνται τα ελάχιστα μεγέθη που αναφέρθηκαν προηγουμένως (α-δ).

4.5 Ταξινόμηση με βάση το χρώμα

Η ταξινόμηση με βάση το χρώμα είναι απλή. Οι περισσότερες αγορές απαιτούν διαχωρισμό πράσινων και κόκκινων ή κίτρινων κ.λ.π καρπών. Ένα μερικώς κόκκινο ή κίτρινο φρούτο θεωρείται ποιοτικά κατώτερο. (Κανάκης, 1998 , Ολύμπιος, 2001)

4.6 Συσκευασία -Αποθήκευση- Εμπορία

Χρησιμοποιούνται διάφορα είδη συσκευασιών για μεταφορά και εμπορία των καρπών πιπεριάς. Κατάλληλα μέσα συσκευασίας είναι διάφοροι τύποι κιβωτίων, όπως ανοιχτά επαναχρησιμοποιήσιμα πλαστικά και ξύλινα καφάσια για τοπικές αγορές και χάρτινα κιβώτια που κλείνουν (μιας χρήσεως) για τοπικές αγορές, αλλά και για εξαγωγές. Τα μικρά

κιβώτια είναι πιο βολικά. Τα πιο συνηθισμένα στην Ευρώπη, είναι τα χάρτινα κιβώτια 4 ή 5 Kg.

Η μεταφορά των καρπών απαιτεί στέρεα και ευρύχωρα κιβώτια με καλό αερισμό. Μια προσεγμένη και ελκυστική συσκευασία με ευανάγνωστη ετικέτα βοηθά στην εξασφάλιση καλύτερης τιμής.

Στις υπεραγορές οι καρποί συσκευάζονται σε μικρές συσκευασίες του 0,5 Kg ή μικρότερου βάρους σε χάρτινους ή πλαστικούς δίσκους, που καλύπτονται με σελοφάν (PVC).

Η αποθήκευση των γλυκών καρπών πιπεριάς μπορεί να γίνει για 2-3 βδομάδες σε θερμοκρασία 7-10 °C και σχετική υγρασία 90-95%. Σε μικρότερη θερμοκρασία, έχουμε εμφάνιση ασθενειών ψύχους, κρυοτραυματισμούς, όπου επέρχεται νέκρωση κυττάρων και τελικά καταστροφή του καρπού. Η θερμοκρασία πήξης του χυμού των ιστών είναι -0,8 °C (Κανάκης, 1998 , Ολύμπιος, 2001)



Εικόνα 5. Συσκευασία πιπεριάς τύπου «κέρατο»

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1.1 Υλικά και Μέθοδοι

Για τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν 80 φυτά πιπεριάς τύπου «κέρατο» ποικιλίας Bounty F1. Τα φυτά αγοράστηκαν έτοιμα στις 22/5/09 και η μεταφύτευση σε γλάστρες έγινε στις 05/06/09. Το υπόστρωμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν μίγμα τύρφης και περλίτη σε αναλογία 1/1,5. Τα φυτά τοποθετήθηκαν σε ανοιχτό θερμοκήπιο σε αποστάσεις 50X 50cm



Εικόνα 6. Καρποί πιπεριάς τύπου «κέρατο» ποικιλίας Bounty F1

Η άρδευση γινόταν με σύστημα σταγόνας τρεις φορές την ημέρα και πάντα ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες. Οι λιπάνσεις γινόντουσαν κάθε 8 ημέρες. Το λίπασμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν το Nutrileaf 20-20-20. Τα κλαδεύματα γινόντουσαν ανά τακτά χρονικά διαστήματα ανάλογα με την ανάπτυξη των φυτών. Η υποστύλωση των φυτών έγινε με κατακόρυφους σπάγκους.



Εικόνα 7. Υποστύλωση φυτών στο θερμοκήπιο.

Για τη μελέτη της μεταβολής των μορφολογικών , φυσιολογικών και φυσικοχημικών χαρακτηριστικών της πιπεριάς συναρτήσει του σταδίου ανάπτυξης, σημάνθηκαν άνθη της αυτής άνθησης (έγινε σήμανση 100 ανθέων της ίδιας τάξης από το πρώτο στάδιο ανάπτυξης) ώστε οι μετρήσεις να γίνονται σε καρπούς της αυτής ηλικίας. Από τους καρπούς αυτούς, 10 από 10 διαφορετικά φυτά αριθμήθηκαν ώστε οι μετρήσεις των καρπών που γινόντουσαν πάνω στο φυτό, να γίνονται πάντοτε στους ίδιους καρπούς. Κάθε εβδομάδα ένα δείγμα 15 καρπών συγκομιζόταν και χρησιμοποιούταν για τις διάφορες μετρήσεις. Οι μετρήσεις ολοκληρωνόταν όταν οι καρποί αποκτούσαν κόκκινο χρώμα, περίπου μετά από 7 εβδομάδες. Η μελέτη έγινε σε 3 διαφορετικές ανθήσεις ήτοι: 3/07/09, 17/07/09, 27/08/09



Εικόνα 8. Σήμανση καρπών

1.2 Μέτρηση ποιοτικών χαρακτηριστικών:

1. Διαστάσεις του καρπού (μήκος- διάμετρος): η μέτρηση των διαστάσεων γινόταν σε 10 καρπούς πάνω στο φυτό. Οι καρποί αυτοί είχαν αριθμηθεί ώστε να χρησιμοποιούνται πάντα οι ίδιοι. Η μέτρηση γινόταν με ψηφιακό μικρόμετρο (Digital Calper 0-150 mm) και εκφραζόταν σε mm. Οι μετρήσεις γινόντουσαν στη μακρύτερη διάσταση (μήκος), η δε διάμετρος μετριόταν κοντά στη βάση (ποδίσκο) του καρπού. Οι μετρήσεις γίνονταν κάθε εβδομάδα.



Εικόνα 9. Μέτρηση διαστάσεων καρπών με μικρόμετρο

2. Βάρος του καρπού: 15 καρποί της αυτής ηλικίας κοβόντουσαν και μεταφέρονταν αμέσως στο εργαστήριο (μέσα σε 5 λεπτά) όπου γινόταν ο προσδιορισμός του βάρους με ζυγό ακριβείας KERN EG300-3M(max 600g, d=0.01g)
3. Όγκος του καρπού: για τον προσδιορισμό του όγκου οι καρποί βυθίζονταν σε αριθμημένο κύλινδρο και μετρούσαμε την μετατόπιση του νερού. Ο προσδιορισμός γινόταν σε 15 καρπούς αυτούς που χρησιμοποιούσαμε για τον προσδιορισμό του βάρους. Ο όγκος εκφραζόταν σε cm^3 .



Εικόνα 10. Μέτρηση όγκου πιπεριάς

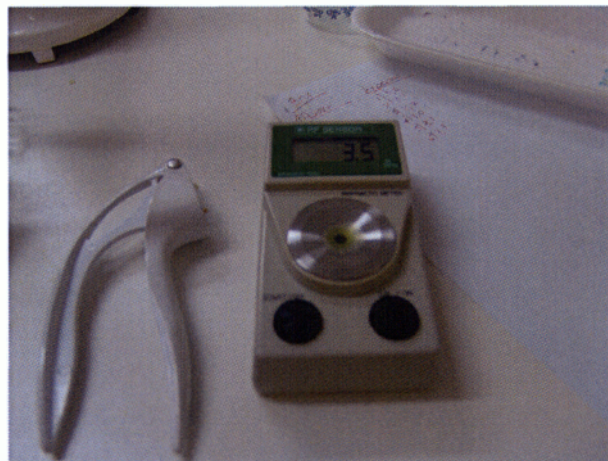
4. Χρώμα: ο προσδιορισμός του χρώματος γινόταν σε 10 καρπούς (αριθμημένους) πάνω στα φυτά. Ο προσδιορισμός γινόταν σε 2 εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία κοντά στη βάση του καρπού. Η μέτρηση γινόταν με χρωματόμετρο Minolta CR-300. Το χρώμα αποδόθηκε με τη φωτεινότητα L^* και τις χρωματικές παραμέτρους a^* , b^* . Οι παράμετροι αυτοί μετατράπηκαν σε C^* (κορεσμός) και h^* (χροιά). Η φωτεινότητα παίρνει τιμές μεταξύ 0 (μαύρο) και 100 (λευκό), η χρωματική παράμετρος a^* μεταβάλλεται μεταξύ -60 (πράσινο) και + 60 (κόκκινο), ενώ η χρωματική παράμετρος b^* κυμαίνεται μεταξύ -60 (μπλε) και + 60

(κίτρινο). Πριν από κάθε μέτρηση το όργανο ρυθμιζόταν με μία άσπρη πλάκα ($Y=92.6$, $x=0.3135$, $y=0,3193$)



Εικόνα 11. Μέτρηση του χρώματος των καρπών πάνω στο φυτό.

5. Υφή: η υφή των καρπών προσδιοριζόταν σε 6 καρπούς (από το δείγμα που χρησιμοποιούνταν για τον προσδιορισμό του βάρους και του όγκου) σε δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία με το όργανο Chatillon με διάμετρο κωνικού εμβόλου 0,5cm X 0,5cm Η δύναμη για το τρύπημα της σάρκας εκφράστηκε σε N.
6. Διαλυτά στερεά συστατικά ($^{\circ}$ brix): προσδιορίστηκαν στο χυμό που λαμβάναμε από τον καρπό μετά από πίεση με ειδικό εξάρτημα .Οι μετρήσεις γίνονταν σε 6 καρπούς, με ψηφιακό διαθλασίμετρο (μοντέλο SR-400) με διακριτική ικανότητα 0,1% brix και εκφράστηκαν ως brix %



Εικόνα 12. Προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών ($^{\circ}$ brix)

7. χλωροφύλλη: Ο προσδιορισμός της χλωροφύλλης γινόταν σε 6 δείγματα με τη μέθοδο Amon (1949). 2g ιστού πολτοποιείτο με 25 ml 80% ακετόνης / νερό (v/v) με τη βοήθεια ενός

εργαστηριακού blender BLENDER 8010E, MODEL 38BL40 για 2 min. Ακολουθούσε διήθηση με ηθμό MN G15¼ 125mm, το διήθημα μεταφερόταν σε ογκομετρική φιάλη 100 ml και συμπληρωνόταν μέχρι τη χαραγή με διάλυμα 80% ακετόνης / νερό. Η απορρόφηση μετριοτανε στα 663 και 645 nm χρησιμοποιώντας ένα φασματοφωτόμετρο Spectrophotometer U-2001, HITACHI. Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης a, χλωροφύλλης b και ολικής χλωροφύλλης γινόταν βάσει των τύπων:

$$\text{χλωρ/λη a (mg. g}^{-1} \text{ F.W)} = (12.7 A_{663} - 2.69 A_{645}) \times X/1000 \times n \quad (1)$$

$$\text{χλωρ/λη b (mg. g}^{-1} \text{ F.W)} = (22.9 A_{645} - 4.68 A_{663}) \times X/1000 \times n \quad (2)$$

$$\text{ολική χλωρ/λη (mg. g}^{-1} \text{ F.W)} = (20.2 A_{645} + 8.02 A_{663}) \times X/1000 \times n \quad (3)$$

όπου A_{645} = τιμή απορρόφησης στα 645 nm

A_{663} = τιμή απορρόφησης στα 663 nm

X = ο συνολικός όγκος του διηθήματος και η συμπλήρωση στα 100 ml

n = το βάρος του ιστού



Εικόνα 13. Προετοιμασία για μέτρηση της χλωροφύλλης

8. προσδιορισμός ασκορβικού οξέος: οι μετρήσεις γινόταν σε 6 καρπούς και ο προσδιορισμός γινόταν ογκομετρικά με δείκτη 2,6 dichloro-phenol-indophenol .Η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος εκφράσθηκε σε mg/100 g F.W
9. προσδιορισμός ξηράς ουσίας: γνωστή ποσότητα ιστού μεταφερόταν σε ξηραντήριο θερμοκρασίας 70°C για 48 ώρες. .
- 10.μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας των καρπών: 6 καρποί παρέμεναν τουλάχιστον για 1 ώρα σε θερμοκρασία 20°C ώστε να επέλθει εξισορρόπηση της θερμοκρασίας τους. Στη συνέχεια κάθε καρπός κλεινόταν σε γυάλινη αναπνευστική αίθουσα χωρητικότητας 962 ml για ένα γνωστό χρονικό διάστημα. Η μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας (ml CO₂ /h /100 g F.W) πραγματοποιήθηκε με τη συσκευή RIKCLOS (Λαμπρινός και Μητρόπουλος, 2004, Λαμπρινός κ.α., 2006). Η κλίμακα

μέτρησης του οργάνου ήταν 0-5000 ppm CO₂ και η διακριτική ικανότητα 25 ppm CO₂)

Ο ρυθμός της αναπνοής υπολογίστηκε βάσει του τύπου:

$$q_R = \frac{\Delta C}{\Delta t} \frac{V}{m} \times 10^{-4}$$

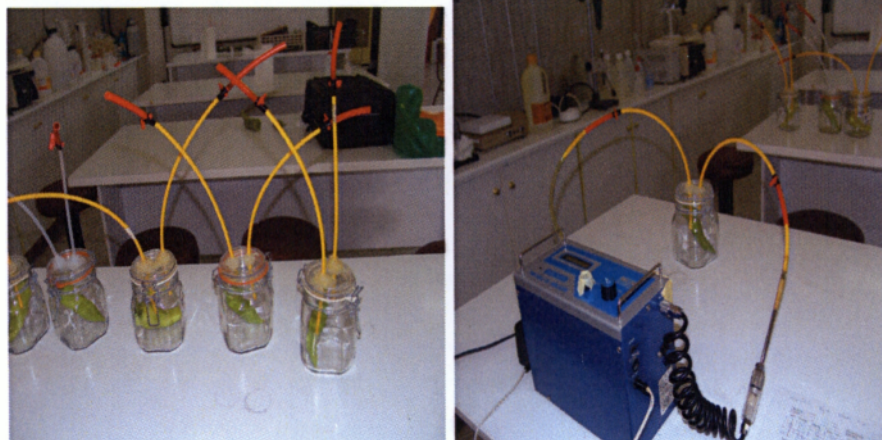
q_R = ρυθμός αναπνοής ml CO₂ /h /100 g F.W

ΔC = τελική ένδειξη οργάνου – αρχική

Δt = t τελικό – t αρχικό

V = ελεύθερος όγκος (όγκος θαλάμου – όγκος φυτικού οργάνου)

M = μάζα καρπού.



Εικόνα 14. Αναπνευστικές αίθουσες με πιπεριά κέρατο και όργανο RIKCLOS

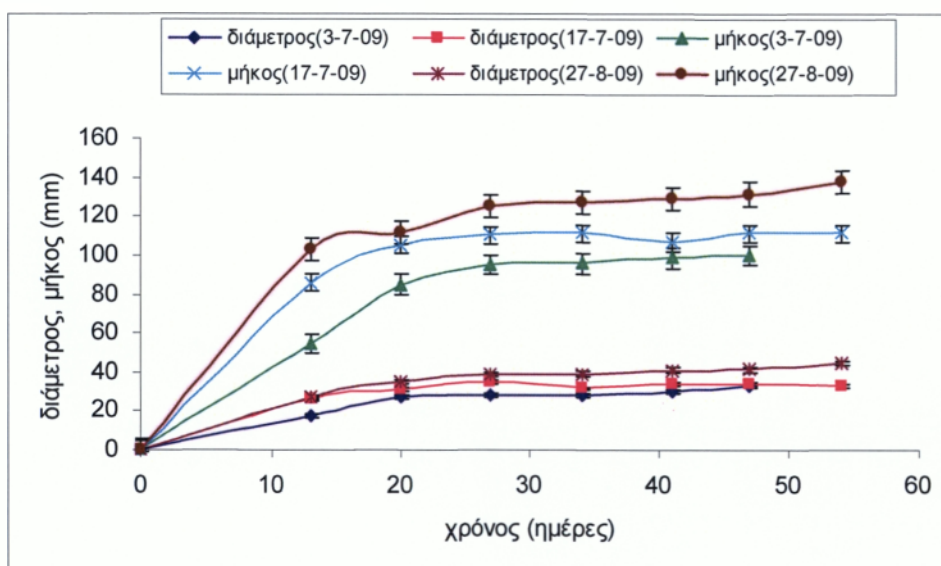
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ- ΣΥΖΗΤΗΣΗ

2.1 Μεταβολή Μορφολογικών Χαρακτηριστικών

2.1.1 Μεταβολή μήκους και διαμέτρου

Στο σχήμα 1 παρουσιάζεται η μεταβολή των διαστάσεων (μήκος, διάμετρος) καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο», ποικιλίας Bounty F1 ,καθ' όλη τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασης τριών διαδοχικών ανθήσεων.



Σχήμα 1. Συγκριτική μελέτη της μεταβολής των διαστάσεων (μήκος, διάμετρος) καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» τριών διαδοχικών ανθήσεων, (3-7-09, 17-7-09, 27-8-09) (Η κάθε τιμή είναι ο Μ.Ο 10 μετρήσεων \pm LSD)

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σε όλες τις ανθήσεις, η αύξηση τόσο του μήκους όσο και της διαμέτρου του καρπού είναι απότομη τις πρώτες 20 ημέρες από την άνθηση, ο ρυθμός γίνεται πιο αργός κατά τις επόμενες 7 ημέρες και παραμένει αμετάβλητος μέχρι την 55^η ημέρα. Η 27^η ημέρα μετά την άνθηση μπορεί να χαρακτηριστεί ως η ημέρα που σταματά η ανάπτυξη και αρχίζει η ωρίμαση. Την 20^η ημέρα οι καρποί έχουν αποκτήσει το 80-85% του τελικού μήκους τους και το 80-82% της τελικής διαμέτρου τους, ανάλογα με την εποχή της άνθησης. Το μήκος των καρπών κατά την α! περίοδο αυξάνεται πολύ πιο γρήγορα από τη

διάμετρο, οι δε τιμές της σχέσης μήκος/ διάμετρος (που χαρακτηρίζει και το σχήμα του καρπού) σε όλες τις ανθήσεις κυμαίνονται γύρω στο 3.

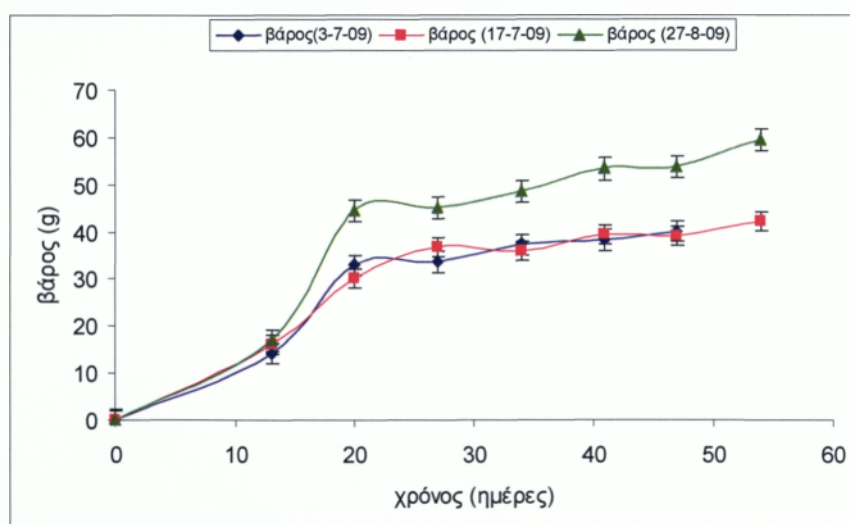
Η εποχή της άνθησης επηρεάζει το μήκος των καρπών. Από το σχήμα 1 προκύπτει ότι η πρώτη άνθηση (3-7-09) παρουσίασε το μικρότερο μήκος καρπών, ενώ η τελευταία (27-8-09) το μεγαλύτερο. Η διαφορά μεταξύ των τριών ανθήσεων είναι στατιστικά σημαντική ($p=0.05$). Όσον αφορά τη διάμετρο, οι διαφορές μεταξύ των τριών ανθήσεων δεν είναι έντονες. Τη μεγαλύτερη διάμετρο παρουσίασαν οι καρποί της τελευταίας άνθησης (27-8-09). Ο ρυθμός της ανάπτυξης των καρπών επηρεάζεται άμεσα από τη θερμοκρασία του αγρού η οποία επηρεάζει την ωρίμαση και την ημερομηνία συγκομιδής. (Kader et al. 1974). Σύμφωνα με τους Miller *et al.*(1979), η μεταβολή των διαστάσεων της πιπεριάς κατά την ανάπτυξη ακολουθεί απλή σιγμοειδή καμπύλη.

Η μορφή της καμπύλης της μεταβολής του μήκους και της διαμέτρου των καρπών σε όλες τις περιπτώσεις είναι πολυωνμική του γενικού τύπου: μεταβολή διαμέτρου/μήκους = $-αχ^2 + βχ + γ$ όπου $χ=$ χρόνος (ημέρες) με $R^2 = 0,988$.

Οι διαστάσεις των καρπών (μήκος , διάμετρος) χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό του όγκου των ακτινιδίων και της πιπεριάς (Prendergast *et al.* 1987, Marcelis and Hofman-Eijer, 1995)

2.1.2 Μεταβολή βάρους

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η μεταβολή του βάρους του καρπού καθόλη τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασής του.



Σχήμα 2. Μεταβολή του βάρους καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» τριών διαδοχικών ανθήσεων (3-7-09 έως και 27-8-09). (Η κάθε τιμή είναι ο Μ.Ο 10 μετρήσεων \pm LSD).

Η μεταβολή του βάρους των καρπών σε όλες τις ανθήσεις είναι γραμμική για τις 20 πρώτες ημέρες από την άνθηση (σχ. 2), με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,90-0,98 ανάλογα με την άνθηση. Το μέγιστο βάρος στις 2 πρώτες ανθήσεις (3-7-09 και 17-7-09) παρουσιάζεται την 27^η ημέρα όπως και στην περίπτωση του μέγιστου μήκους και της μέγιστης διαμέτρου. Μετά τη χρονική αυτή διάρκεια παρατηρείται μία σταθεροποίηση του βάρους. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά άλλων ερευνητών (Damado Hornero-Mendez *et al.* 2002). Την 20^η ημέρα οι καρποί έχουν αποκτήσει το 75-82% (ανάλογα με την άνθηση) του τελικού τους βάρους. Στην τρίτη όμως άνθηση (27-8-09) μετά την 20^η ημέρα παρουσιάζεται μία συνεχής αύξηση του βάρους μέχρι την πλήρη ωρίμαση (55^η ημέρα).

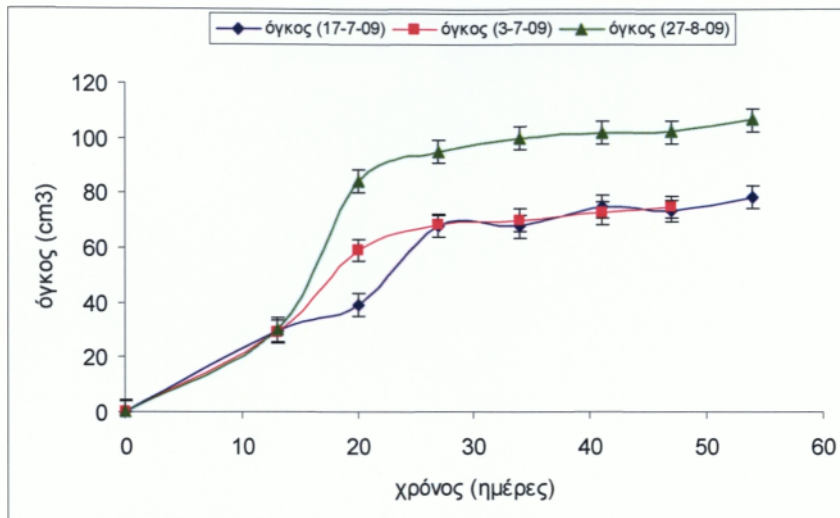
Από το σχήμα 2 προκύπτει ότι το μέγιστο βάρος των καρπών ήταν 40 g, στις δύο πρώτες ανθήσεις και 60g στην τρίτη άνθηση.

Από τη στατιστική ανάλυση δεν προκύπτει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του βάρους των καρπών των δύο πρώτων ανθήσεων, το βάρος όμως των καρπών της τρίτης άνθησης παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά από τις άλλες δύο ανθήσεις ($p=0.05$). Μία πιθανή αιτία της διαφοράς αυτής είναι η θερμοκρασία που επικρατούσε κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών (Kader *et al.* 1974)

Το βάρος των καρπών μεταβάλλεται γραμμικά με το μήκος, τη διάμετρο και τον όγκο με R^2 κυμαινόμενο ανάλογα με την εποχή της άνθησης μεταξύ 0,72-0,88, 0,81-0,85 και 0,82-0,98 αντίστοιχα, γεγονός που συμφωνεί με παρατηρήσεις άλλων ερευνητών (Teshome Tadesse *et al.* 2002).

2.1.3 Μεταβολή του όγκου

Στο σχήμα 3 παρουσιάζεται η μεταβολή του όγκου καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο», συναρτήσεως του χρόνου από την άνθηση καθώς και της εποχής της άνθησης.



Σχήμα 3. Μεταβολή του όγκου καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» συναρτήσει του χρόνου αύξησης και ωρίμασης και της εποχής άνθησης. (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 10 μετρήσεων \pm LSD)

Από το σχήμα 3 προκύπτει ότι η μεταβολή του όγκου παρουσιάζει μία απότομη αύξηση μέχρι την 20^η ημέρα, οπότε η πιπεριά έχει αποκτήσει το 80% περίπου του τελικού της όγκου, ακολουθεί μείωση του ρυθμού ανάπτυξης μέχρι την 27^η ημέρα και σταθεροποίηση μέχρι το τέλος της ωρίμασης. Η καμπύλη μεταβολής του όγκου παρουσιάζει την ίδια μορφή με αυτή της μεταβολής του βάρους, του μήκους και της διαμέτρου.

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του όγκου των καρπών της α! και β! άνθησης, υπάρχει όμως στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των καρπών της γ! άνθησης.

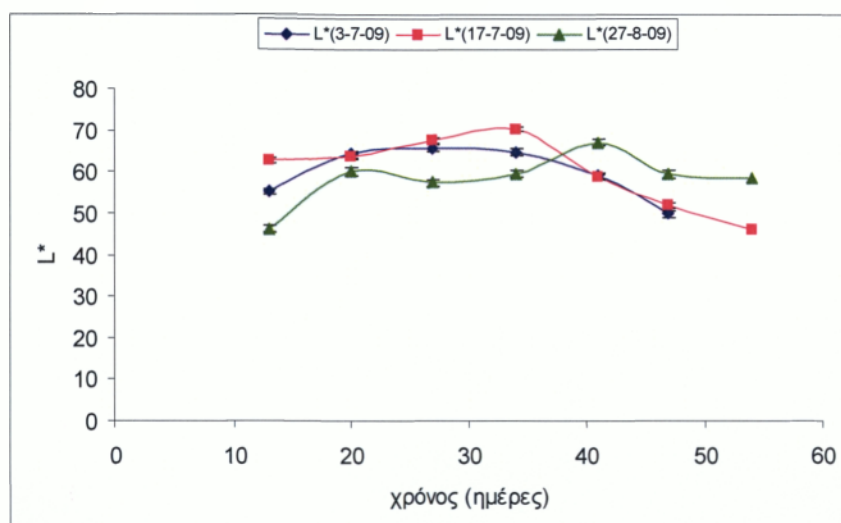
2.2 Μεταβολή φυσικοχημικών χαρακτηριστικών

2.2.1 Μεταβολή του χρώματος

Η μεταβολή του χρώματος της πιπεριάς κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ανάπτυξης παρουσιάζεται με τη μεταβολή της φωτεινότητας (L^*), της χρωματικής παραμέτρου a^* , του κορεσμού του χρώματος (C^*) και της χροιάς (h^*).

2.2.2 Μεταβολή της φωτεινότητας L*

Από το σχήμα 4 προκύπτει ότι και στις τρεις ανθήσεις παρουσιάζεται μία ελαφρά αύξηση της τιμής του L* μεταξύ 13^{ης} και 20^{ης} ημέρας. Μεταξύ 20^{ης} και 34^{ης} ημέρας παρατηρείται μία σταθεροποίηση των τιμών της φωτεινότητας στην περίπτωση των ανθήσεων 3-7-09 και 17-7-09 συνοδευόμενη από μία πτώση μέχρι το τέλος της ωρίμασης, γεγονός το οποίο μαρτυρά ότι οι ώριμοι κόκκινοι καρποί είναι σκουρότεροι. Το αποτέλεσμα αυτό συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Pérez- López *et al* (2007).

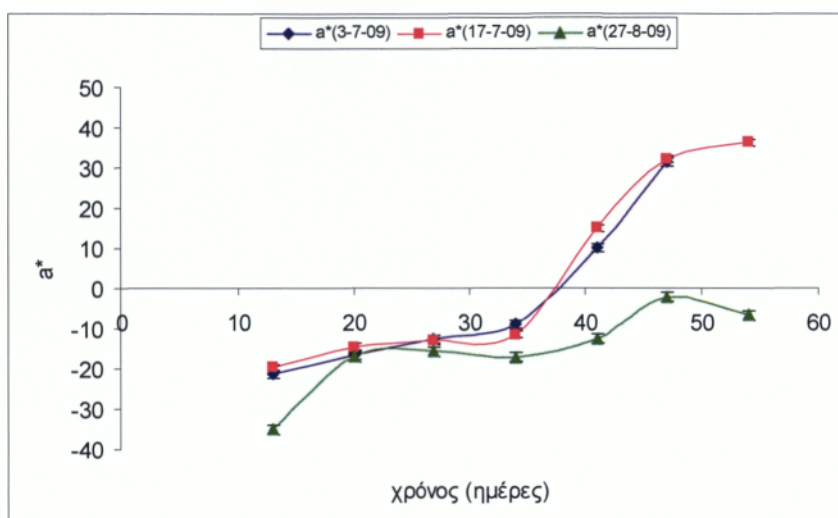


Σχήμα 4. Μεταβολή της φωτεινότητας (L*) καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» συναρτήσεως του σταδίου ανάπτυξης (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 12 μετρήσεων \pm LSD)

Στην περίπτωση της $\gamma!$ άνθησης (27-8-09) η πτώση των τιμών του L* παρουσιάζεται την 41^η ημέρα. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των καρπών της $\alpha!$ και $\beta!$ άνθησης. Όμως οι καρποί των δύο αυτών ανθήσεων παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά από αυτούς της $\gamma!$ άνθησης ($p=0,05$). Παρατηρώντας το σχήμα 4 θα μπορούσαμε να πούμε ότι η φωτεινότητα (L*) δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ανάπτυξης των καρπών γεγονός που συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Teshome Tadesse *et al.* (2002).

Σύμφωνα με τους Amorós *et al.* (2009) η αύξηση της φωτεινότητας οφείλεται στην αποικοδόμηση της χλωροφύλλης χωρίς αύξηση της χρωματικής παραμέτρου a^* .

2.2.3 Μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* .



Σχήμα 5. Μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ανάπτυξης καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο». (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 12 μετρήσεων \pm LSD)

Από το σχήμα 5 προκύπτει ότι σε όλες τις περιπτώσεις οι καρποί της πιπεριάς παρέμειναν πράσινοι μέχρι την 34^η ημέρα οπότε και παρουσίασαν μια απότομη αύξηση της τιμής του a^* , στην περίπτωση των καρπών της $\alpha!$ και $\beta!$ άνθησης. Οι τιμές της χρωματικής παραμέτρου αυτής συνέχισαν να αυξάνονται μέχρι της πλήρους ωρίμασης των καρπών. Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο πρώτων ανθήσεων. Η ημέρα της έναρξης της μεταβολής του χρώματος των καρπών από πράσινο σε κόκκινο (34^η ημέρα) συμπίπτει με τη μείωση της φωτεινότητας των καρπών.

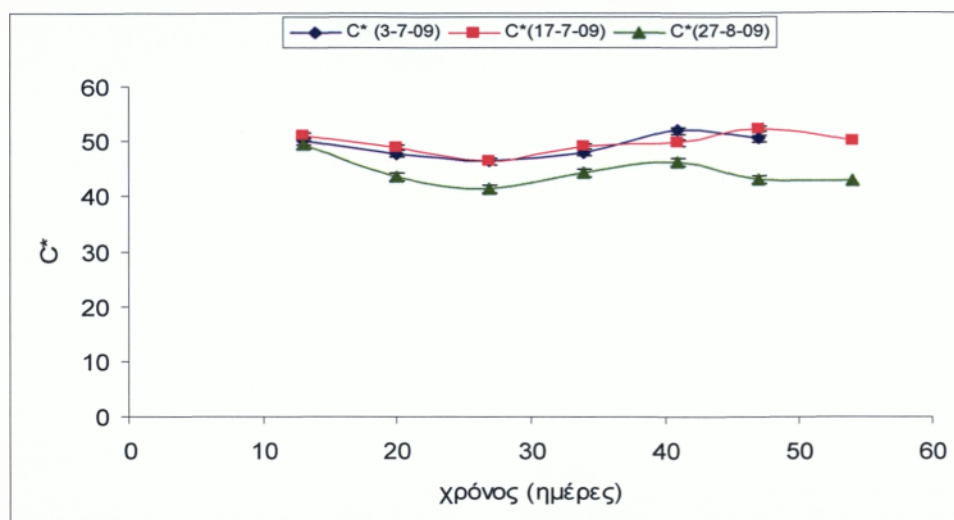
Στην $\gamma!$ άνθηση οι καρποί παρέμειναν πράσινοι μέχρι την 54^η ημέρα. Λόγω απώλειας των δειγμάτων δεν ήταν δυνατή η παρακολούθηση της μεταβολής του χρώματός τους μέχρι την πλήρη ωρίμαση.

Τις χαμηλότερες τιμές της χρωματικής παραμέτρου a^* (-21, 26, -19,72, -35,16) παρουσίασαν οι άγουρες πράσινες πιπεριές ενώ τις υψηλότερες (36,17, 31,25) οι ώριμες κόκκινες. Στην περιοχή της Μεσσηνίας οι καρποί συλλέγονται πράσινοι, εμπορικά ώριμοι, μετά από 30 περίπου ημέρες από την άνθηση. Στο στάδιο αυτό οι καρποί είχαν για τη χρωματική παράμετρο a^* τιμές -9,06, -11,58, -17,19 αντίστοιχα για κάθε άνθηση. Η αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο που παρατηρείται κατά την ωρίμαση των καρπών οφείλεται στην αποικοδόμηση της χλωροφύλλης και τη σημαντικής αύξηση των

περιεχομένων καροτινοειδών. (Dámaso Homero-Méndez, M.I. Mínguez-Mosquera, 2002).

Η μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* είναι γραμμική συνάρτηση της μεταβολής της ολικής χλωροφύλλης με συντελεστή συσχέτισης R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,75 και 0,79.

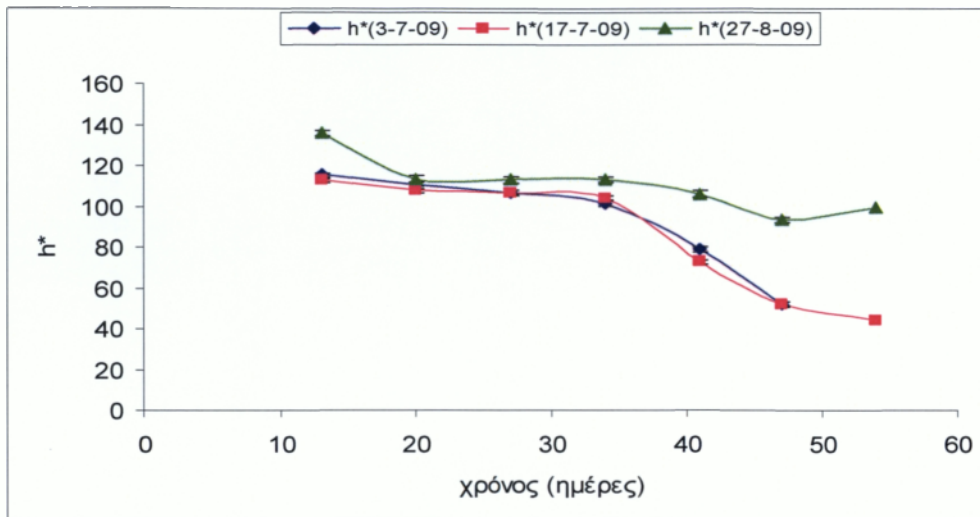
2.2.4 Μεταβολή του κορεσμού του χρώματος (C^*).



Σχήμα 6. Μεταβολή του κορεσμού του χρώματος κατά την αύξηση και την ανάπτυξη καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ανάπτυξης (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 12 μετρήσεων \pm LSD)

Η ένταση του χρώματος είναι υψηλή στους άωρους καρπούς, παρατηρείται όμως μία βαθμιαία πτώση σε όλες τις ανθήσεις μέχρι την 27^η ημέρα. Στη συνέχεια παρατηρείται μία άνοδος μέχρι τη 41^η ημέρα. Οι καρποί με τις υψηλότερες τιμές του C^* έχουν πιο επιθυμητό και ελκυστικό κόκκινο χρώμα. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα των Pérez- López *et al* (2007). Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο πρώτων ανθήσεων, όμως και οι δύο διαφέρουν από την 3^η άνθηση.

2.2.5 Μεταβολή της χροιάς (h^*) του χρώματος.



Σχήμα 7. Μεταβολή της χροιάς του χρώματος πιπεριάς τύπου «κέρατο» (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 12 μετρήσεων \pm LSD)

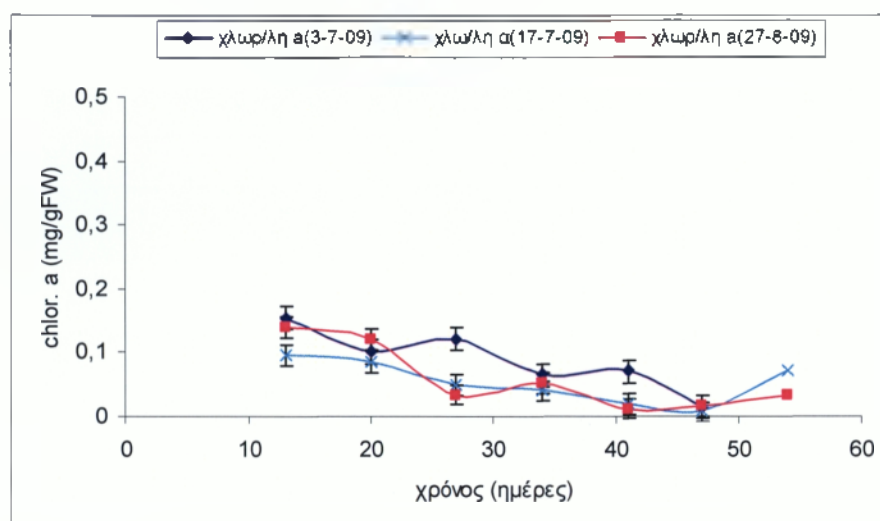
Το εξωτερικό χρώμα της πιπεριάς αρχίζει να αλλάζει την 34^η ημέρα σημαδεύοντας την έναρξη της ωρίμασης του καρπού. Οι τιμές της h^* γωνίας αρχίζουν να ελαττώνονται την 34^η ημέρα. Η μεγαλύτερη ένταση του χρώματος (ελάχιστη τιμή της h^* γωνίας) η οποία σηματοδοτεί την πλήρη ωρίμαση και την έναρξη της γήρανσης παρουσιάστηκε την 47^η ή την 55^η ημέρα ανάλογα με την εποχή της άνθησης.

Οι τιμές της h^* γωνίας είναι δείκτης της μεταβολής του χρώματος από το πράσινο στο κίτρινο και το κόκκινο (Little, 1975) και συνδυάζει τις μεταβολές του χρώματος με την ενζυματική αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (Brady, 1987).

Η αλλαγή του χρώματος στις πιπεριές αποδίδεται στη μείωση της χλωροφύλλης και την αύξηση των καροτινοειδών (Pretel *et al.* 1995) καθώς οι χλωροπλάστες μεταμορφώνονται σε χρωμοπλάστες (Leshem *et al.* 1986) Η μείωση των τιμών της h^* γωνίας συνοδεύεται από αύξηση των τιμών του κορεσμού του χρώματος (C^*).

2.2.6 Μεταβολή της χλωροφύλλης

2.2.6.1 Μεταβολή της χλωροφύλλης a

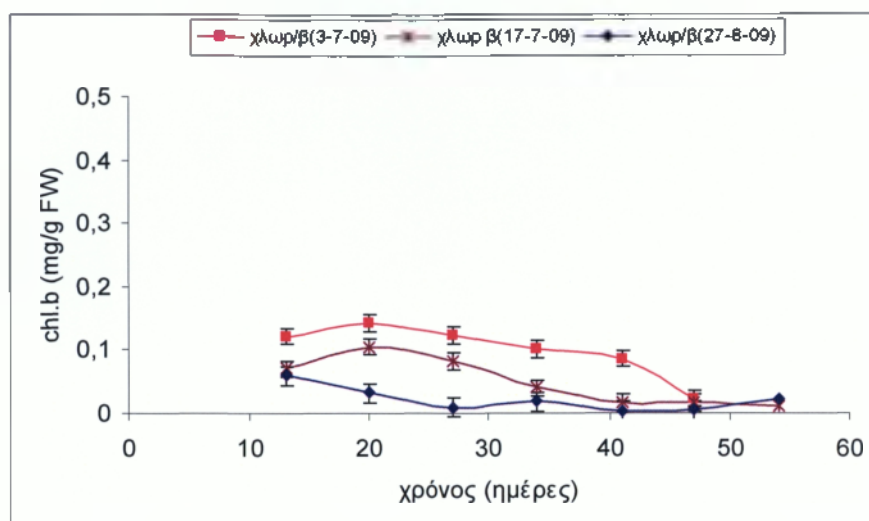


Σχήμα 8. Μεταβολή της χλωροφύλλης a κατά την αύξηση και την ωρίμαση πιπεριάς τύπου «κέρατο». (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο ± 6 μετρήσεων ± LSD).

Οι μεταβολές της χλωροφύλλης a κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασης της πιπεριάς τύπου «κέρατο» παρουσιάζονται στο σχήμα 8. Η περιεχόμενη χλωροφύλλη παρουσιάζει μία συνεχή πτώση, πιο έντονη τις πρώτες ημέρες και μέχρι την 27^η ημέρα, με μικρότερο ρυθμό στη συνέχεια μέχρι το τέλος της ωρίμασης. Οι άγουροι καρποί περιέχουν μεγαλύτερη ποσότητα χλωροφύλλης a η οποία και τους δίνει το έντονο πράσινο χρώμα τους. Κατά τη διάρκεια της ωρίμασης η χλωροφύλλη a αποικοδομείται και μάλιστα γρηγορότερα από την χλωροφύλλη b γεγονός που σημαίνει ότι το ένζυμο χλωροφυλλάση έχει μεγαλύτερη συγγένεια με το υπόστρωμα της χλωροφύλλης a (Minguez-Mosquera and Hornero-Méndez, 1994).

Υπάρχει μία αρνητική συσχέτιση ($R^2 = -0,82$ έως $-1,0$ ανάλογα με την εποχή της άνθησης) μεταξύ της περιεχόμενης χλωροφύλλης a και του χρόνου αύξησης και ωρίμασης.

2.2.6.2 Μεταβολή της χλωροφύλλης b

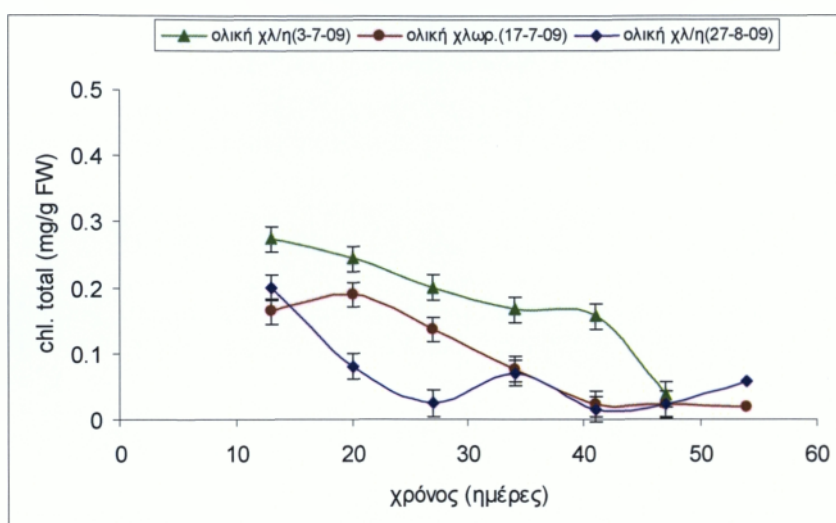


Σχήμα 9. Μεταβολή της χλωροφύλλης b κατά την αύξηση και την ωρίμαση πιπεριάς τύπου «κέρατο». (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων \pm LSD).

Η μεταβολή της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης b κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασης της πιπεριάς τύπου «κέρατο» είναι ανάλογη αυτής της χλωροφύλλης a. Σε όλες τις ανθήσεις παρατηρείται μία συνεχής μείωση μέχρι το τέλος της ωρίμασης. Από το σχήμα 9 προκύπτει μία στατιστικά σημαντική διαφορά ($p=0,05$) μεταξύ των καρπών των 3 ανθήσεων. Οι καρποί της α! άνθησης (3-7-09) περιέχουν τις μεγαλύτερες ποσότητες σε όλες τις φάσεις της αύξησης και της ωρίμασης, ακολουθούν οι καρποί της β! άνθησης (17-7-09) ενώ οι καρποί της γ! άνθησης (27-8-09) περιέχουν τις μικρότερες ποσότητες. Η διαφορά αυτή θα πρέπει να συσχετισθεί με τη θερμοκρασία που επικρατούσε κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασης των καρπών. Οι Lease and Lease (1956) είχαν αναφέρει ότι η περιεκτικότητα των καρπών σε χρωστικές μειώνεται κατά τις διαδοχικές συγκομιδές, το γεγονός αυτό επαληθεύτηκε αργότερα από τους Mínguez-Mosquera and Hornero-Méndez (1994), συμφωνεί δε και με τα δικά μας αποτελέσματα.

2.2.6.3 Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης

Οι αλλαγές της ολικής χλωροφύλλης στους καρπούς της πιπεριάς «κέρατο» κατά τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασης των καρπών τριών διαδοχικών ανθήσεων παρουσιάζεται στο σχήμα 10.



Σχήμα 10. Μεταβολή της ολικής χλωροφύλλης κατά την αύξηση και την ωρίμαση πιπεριάς τύπου «κέρατο». (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων \pm LSD).

Από το σχήμα 10 προκύπτει μία γενική μείωση της περιεκτικότητας σε χλωροφύλλη με την αύξηση και την ωρίμαση των καρπών. Η αποικοδόμηση αυτή επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του πράσινου καρπού η χλωροφύλλη διατηρεί τη φωτοσυνθετική δραστηριότητα. Η μείωση της περιεχόμενης χλωροφύλλης κατά τη διάρκεια της αύξησης του βάρους του καρπού, καθώς φαίνεται στο σχήμα 10, οφείλεται στο γεγονός ότι ο ρυθμός της αύξησης του καρπού είναι πολύ μεγαλύτερος από το ρυθμό της βιοσύνθεσης της χλωροφύλλης. Η μείωση της χλωροφύλλης κατά την ανάπτυξη και ωρίμαση οφείλεται αφ'ενός μεν στη μείωση της βιοσύνθεσης της χλωροφύλλης αφ'ετέρου δε στην αύξηση του ρυθμού καταβολισμού της (Minguez-Mosquera and Hornero-Méndez 1994).

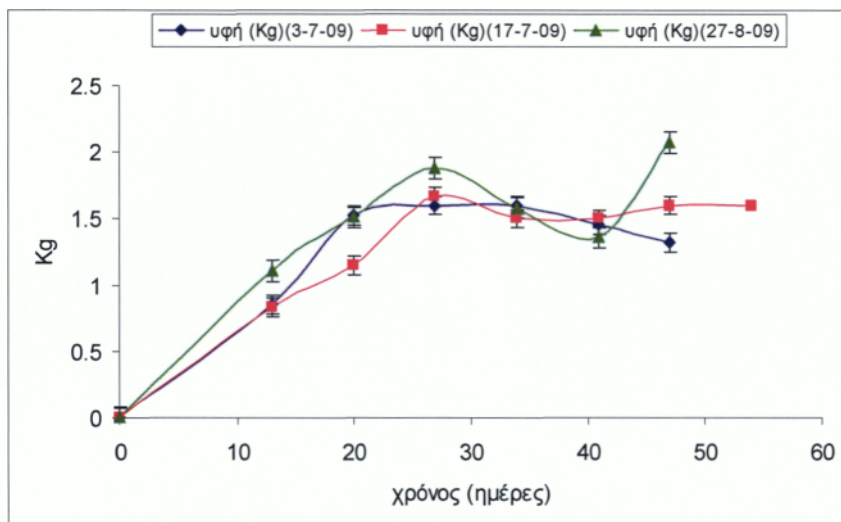
Από το σχήμα 10 προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 3 ανθήσεων. Η πρώτη άνθηση παρουσιάζει τις υψηλότερες τιμές οι οποίες μειώνονται όσο αργότερα είναι η άνθηση γεγονός που συμφωνεί με αποτελέσματα άλλων ερευνητών. (Lease and Lease 1956).

Ο λόγος χλωροφύλλης a / χλωροφύλλη b στα πρώτα στάδια της ανάπτυξης κυμαίνεται μεταξύ 1,2 και 2,3 ανάλογα με την εποχή άνθησης ενώ ο λόγος αυτός για τα ανώτερα φυτά πρέπει να είναι 3/1 σύμφωνα με τον Gross (1991). Θα πρέπει βέβαια πάντα να λαμβάνεται υπόψη η ποικιλία και οι συνθήκες ανάπτυξης. Ο λόγος αυτός μειώνεται καθόλη τη διάρκεια της αύξησης και της ωρίμασης λόγω της γρηγορότερης εξαφάνιση της χλωροφύλλης a από τη χλωροφύλλη b.

2.2.7 Μεταβολή της υφής.

Η μεταβολή της υφής της πιπεριάς «κέρατο» κατά τις διάφορες φάσεις της αύξησης και της ωρίμασης παρουσιάζεται στο σχήμα 11.

Από το σχήμα 11 προκύπτει ότι η αντίσταση στην πίεση των καρπών (υφή) ακολουθεί την ίδια μεταβολή που ακολουθεί και η μεταβολή των διαστάσεων του καρπού, δηλ. μια απότομη αύξηση μέχρι την 27^η ημέρα και στη συνέχεια ή παραμένει σταθερή (άνθηση 17-7-09), ή παρουσιάζει μία ελαφριά μείωση (άνθηση 3-7-09) ή μία αύξηση (άνθηση 27-8-09). Η διαφορά στην τελική συμπεριφορά μπορεί να οφείλεται στο διαφορετικό στάδιο ωριμότητας των καρπών. Τα αποτελέσματα μας συμφωνούν με αυτά των Tadesse *et al.* (2002), Biles *et al.* (1993). Σύμφωνα με τους Tadesse *et al.* (2002) και Gu *et al.* (1999), υπάρχει μία θετική συσχέτιση ($R^2 = 0,82$) της μεταβολής της υφής και της αύξησης του πάχους του περικαρπίου

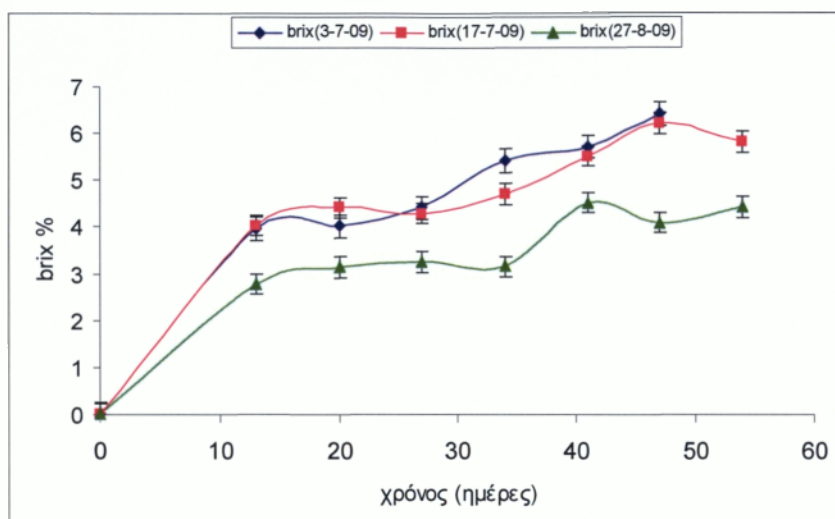


Σχήμα 11. Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της υφής καρπών πιπεριάς τύπου «κέρατο» τριών διαδοχικών ανθήσεων (03-07-09, 17-07-09, 27-08-09) (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων \pm LSD).

Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι η υφή των καρπών της $\beta!$ και $\gamma!$ άνθησης παρουσιάζουν στατιστικά σημαντική διαφορά μέχρι την 27^η ημέρα. Η διαφορά αυτή παύει να υπάρχει μέχρι την 42^η ημέρα. Η μεταβολή της υφής της πιπεριάς είναι πολυωνυμική με $R^2 = 0.85-0.96$ και γενικό τύπο $\psi = -\alpha\chi^2 + \beta\chi + \gamma$.

2.2.8 Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°brix %)

Η διακύμανση της περιεκτικότητας των καρπών της πιπεριάς σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά κατά τις διάφορες φάσεις αύξησης, ανάπτυξης και ωρίμασης παρουσιάζεται στο σχήμα 12.



Σχήμα 12. Μεταβολή της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°brix %) πιπεριάς τύπου «κέρατο» κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της ωρίμασης. (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων ± LSD)

Η μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών παρουσιάζει μία απότομη αύξηση τις 20 πρώτες ημέρες από την άνθηση (σχήμα 12). Στο χρονικό αυτό διάστημα οι καρποί έχουν αποκτήσει το 62-76 % (ανάλογα με την άνθηση) των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών. Ακολουθεί μία συνεχής αύξηση μέχρι την ωρίμαση, στο τέλος της οποίας οι καρποί έχουν 6.4, 5.8 και 4.4 % brix ανάλογα με την άνθηση. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά άλλων ερευνητών (Tadesse *et al.* 2002). Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η περιεκτικότητα σε brix των ώριμων καρπών της τελευταίας άνθησης (27-8-09) είναι στατιστικά μικρότερη αυτής των άλλων δύο ανθήσεων. Μια πιθανή εξήγηση μπορεί να είναι το μεγαλύτερο βάρος των καρπών της γ! άνθησης.

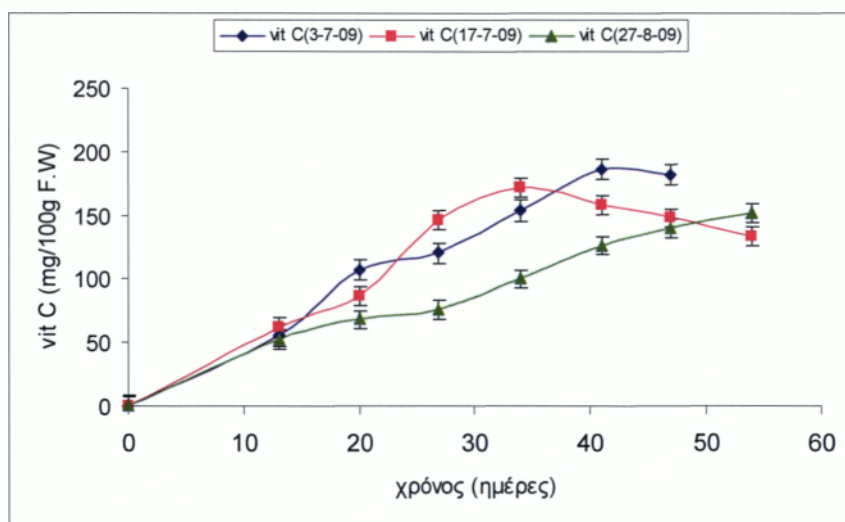
Η ωρίμαση των φρούτων και λαχανικών συνοδεύεται από έντονες μεταβολές της χημικής τους σύνθεσης, μερικές από τις οποίες χρησιμοποιούνται ως κριτήρια συγκομιδής. Η αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών είναι χαρακτηριστική περίπτωση (Kader, 1992).

Τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά περιλαμβάνουν ολικά σάκχαρα, οργανικά οξέα και άλλα συστατικά. Όλα αυτά επηρεάζουν τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά της πιπεριάς και μπορούν να χρησιμοποιηθούν στον προσδιορισμό του σταδίου ωριμότητας της (Tadesse *et al.* 2002).

Τα υψηλά ποσά ολικών διαλυτών στερεών συστατικών κατά την ωρίμαση των καρπών μπορούν να αποδοθούν στην αύξηση της περιεκτικότητας των εξοζών (Nielsen *et al.* 1991). Η αύξηση αυτή των σακχάρων δίνει τη γλυκιά γεύση στους καρπούς. Σύμφωνα με τους Nielsen *et al.*(1991) στον ώριμο καρπό τα διαλυτά σάκχαρα αποτελούν το 4,4% του φρέσκου βάρους και το 40% της ξηράς ουσίας. Τα κύρια σάκχαρα είναι η γλυκόζη και η φρουκτόζη που βρίσκονται στις ίδιες περίπου αναλογίες. (Nielsen *et al.*1991) .

2.2.9 Ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)

Ορισμένοι προσυλλεκτικοί και μετασυλλεκτικοί παράγοντες επιδρούν στην περιεκτικότητα των καρπών της πιπεριάς σε βιταμίνη C. Ενδεικτικά θα μπορούσαμε να αναφέρουμε την ποικιλία, τις κλιματικές συνθήκες, τις καλλιεργητικές τεχνικές και το στάδιο ωριμότητας.(Lee and Kader, 2000, Tudela *et al.* 2002, Howard *et al.* 2002, Assami *et al.* 2003). Από τους κλιματικούς παράγοντες το φως και η θερμοκρασία έχουν μία σημαντική επίδραση στη θρεπτική αξία των φρούτων και λαχανικών.(Kader, 2000).



Σχήμα 13. Μεταβολή της περιεκτικότητας σε ασκορβικό οξύ πιπεριάς τύπου «κέρατο» κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της ωρίμασης. (Κάθε σημείο είναι ο M.O 6 μετρήσεων \pm LSD)

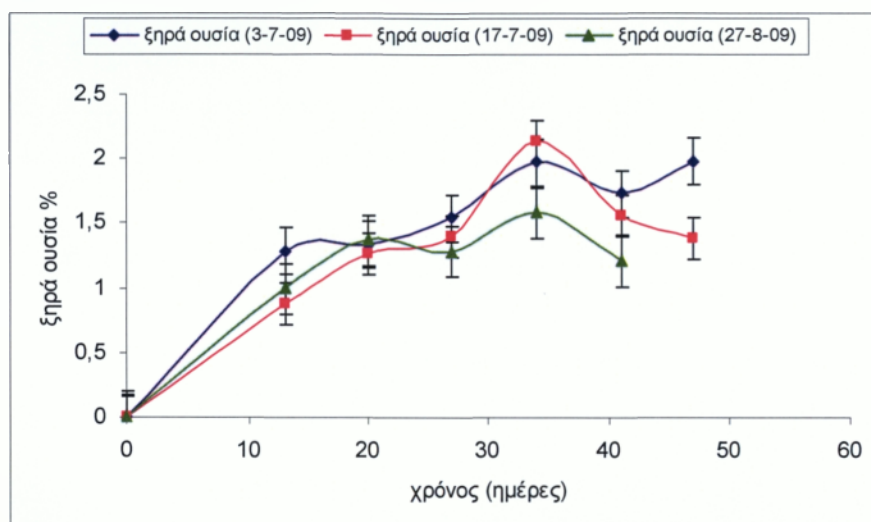
Από το σχήμα 13 προκύπτει ότι η περιεκτικότητα σε βιταμίνη C αυξάνεται με την αύξηση και την ωρίμαση των καρπών, γεγονός που συμφωνεί με άλλες μελέτες οι οποίες αναφέρουν αύξηση της περιεκτικότητας των καρπών της πιπεριάς σε βιταμίνη C προόδου της ωρίμασης (Ferreres *et al.*2004, Howard *et al.*2000, Osuna-García *et al.*1998). Οι κόκκινες ώριμες πιπεριές περιείχαν 40-50% περισσότερο ασκορβικό οξύ από τις εμπορικά ώριμες πράσινες. Οι Howard *et al.*1994 αναφέρουν ότι οι κόκκινες πιπεριές περιείχαν 30% περισσότερη βιταμίνη C από τις πράσινες , οι Martínez *et al.* (2007) αναφέρουν μία αύξηση της τάξης του 27%, ενώ οι Pérez- López *et al.*(2007) μία αύξηση της τάξης του 35%.

Η περιεκτικότητα των καρπών σε βιταμίνη C κυμάνθηκε μεταξύ 152 και 181 mg/100g φρέσκου βάρους, τιμές που βρίσκονται μέσα στο εύρος των τιμών της διεθνούς βιβλιογραφίας (63-243 mg/100 g)(Howard *et al.*2000, Tadesse *et al.* 2002, Zapata *et al.* 1992).

Από το σχήμα 12 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι υπάρχει μία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της περιεχόμενης βιταμίνης στους καρπούς των δύο πρώτων ανθήσεων και αυτής των καρπών της γ! άνθησης. Υπάρχει θετική συσχέτιση μεταξύ της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά και της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,77 και 0,81.

2.2.10 Ξηρά ουσία.

Η μεταβολή της περιεχόμενης ξηράς ουσίας στους καρπούς πιπεριάς τύπου «κέρατο» κατά τις διάφορες φάσεις της ανάπτυξης και της ωρίμασης τριών διαδοχικών ανθήσεων παρουσιάζονται στο σχήμα 14.

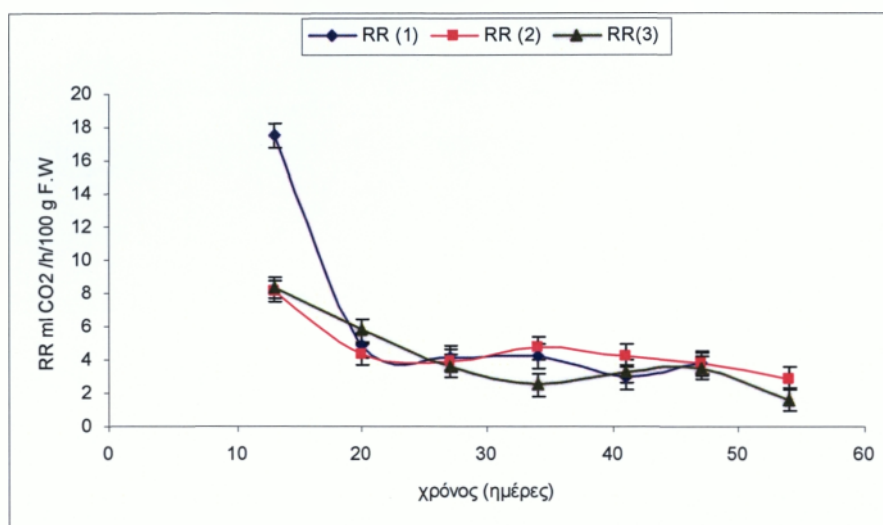


Σχήμα 14 Μεταβολή της περιεχόμενης ξηράς ουσίας στην πιπεριά τύπου «κέρατο» κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και της ωρίμασης. (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων \pm LSD)

Από το σχήμα 14 μπορούμε να παρατηρήσουμε μία απότομη αύξηση της περιεχόμενης ξηράς ουσίας μέχρι την 34^η ημέρα που σύμφωνα με τη μεταβολή των ανωτέρω αναφερόμενων μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών σηματοδοτεί την έναρξη της ωρίμασης. Μετά την έναρξη της ωρίμασης σε όλες τις περιπτώσεις ακολουθεί μία πτώση. Από τη στατιστική ανάλυση προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της τρίτης άνθησης (27-8-09) και των δύο πρώτων ανθήσεων. Η περιεχόμενη ξηρά ουσία είναι γραμμική συνάρτηση της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,77 και 0,97 ανάλογα με την εποχή της άνθησης. Τα αποτελέσματά μας συμφωνούν με αυτά των Martínez *et al.* (2007) σε πιπεριές Arnoia.

2.3 Μεταβολή φυσιολογικών χαρακτηριστικών

2.3.1 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας.



Σχήμα 15. Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας πιπεριάς τύπου «κέρατο» κατά τη διάρκεια των διαφόρων σταδίων της αύξησης και της ανάπτυξης (. (Κάθε σημείο είναι ο Μ.Ο 6 μετρήσεων \pm LSD)

Κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης οι νεαροί καρποί της πιπεριάς παρουσιάζουν υψηλή αναπνευστική δραστηριότητα (σχ. 15). Καθώς αυξάνει το μέγεθος του καρπού η αναπνευστική δραστηριότητα μειώνεται μέχρι την 20^η ημέρα. Από το χρονικό αυτό διάστημα και μετά η αναπνευστική δραστηριότητα παραμένει σχεδόν σταθερά. Τα αποτελέσματα αυτά επιβεβαιώνουν το γεγονός ότι η πιπεριά είναι μη κλιμακτηριακός καρπός.(Kader, 1992)

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑ

Συνοψίζοντας όλα όσα εκτενώς αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούμε να πούμε τα εξής:

- Η αύξηση, ανάπτυξη και ωρίμαση της πιπεριάς τύπου «κέρατο» επηρεάζεται από τις κλιματικές συνθήκες και ιδίως από τη θερμοκρασία.
- Μέχρι την 20^η ημέρα παρατηρείται μία απότομη μεταβολή των μορφολογικών χαρακτηριστικών. Κατά τη χρονική αυτή περίοδο οι πιπεριές έχουν αποκτήσει το 80-85% του μήκους τους, το 80-82% της διαμέτρου τους, το 75-82% του βάρους τους και το 80% περίπου του όγκου τους.
- Την 27^η ημέρα σταματά η ανάπτυξη και αρχίζει η ωρίμαση
- Η αλλαγή του χρώματος γίνεται εμφανής την 34^η ημέρα
- Η ωρίμαση των καρπών επιφέρει φυσικοχημικές αλλαγές όπως αύξηση της σκληρότητας των καρπών λόγω πάχυνσης των κυτταρικών τοιχωμάτων, μείωση της περιεχόμενης χλωροφύλλης, αύξηση των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix) , αύξηση της περιεκτικότητας σε βιταμίνη C , αύξηση της ξηράς ουσίας.
- Οι ώριμες πιπεριές περιέχουν 40-50% περισσότερη βιταμίνη C
- Τέλος η αναπνευστική δραστηριότητα των νεαρών καρπών είναι πολύ έντονη, όσο όμως προχωρά η ωρίμαση η αναπνευστική δραστηριότητα μειώνεται και γίνεται χαρακτηριστική των μη κλιμακτηριακών καρπών.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Amorós, A., Zapata, P., Pretel, M.T., Botella, M.A., and Serrano, M. 2009. Physico-chemical and physiological changes during fruit development and ripening of five loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) Cultivars. *Food Sci. and Tech. Int.* V9(1),43-51.
- Arnon,D., 1949.Copper enzymes in isolated chloroplasts polyphenoloxidase in *Beta Vulgaris*. *Plant Physiology*, V.24 (1), 1-15.
- Assami, D.K., Hong, Y.J., Barret,D.M. and Mitchell, A.E., 2003. Comparison of the total phenolic and ascorbic acid content of freeze-dried and air-dried marionberry, strawberry, and corn grown using conventional,organic, and sustainable agricultural practices. *J. Agric. Food Chem.* 51,1237-1241.
- Biles, C.L., Wall, M.M., Wagugh, M., Palmer, H., 1993. Relationship of phytophthora fruit rot to fruit maturation and cuticle thickness of New Mexican-type peppers. *Phytopathology* 83, 607-611.
- Brady, C.J., 1987. Fruit ripening. *Annu. Rev. Plant Physiol.* 38, 155-172.
- Damaso Hornero-Mendez, Maria Isabel Minguez-Mosquera, 2002. Chlorophyll disappearance and chlorophyllase activity during ripening of *Capsicum annum* L. fruits. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, V 82, 1564-1570
- Gu, Y.S., Howard, L.R., Wagner, A.B., 1999. Physicochemical factors affecting firmness of pasteurized Jalapeno pepper rings. *J. Food Quality* 22, 619-629
- Hornero-Méndez, D. and Mínguez-Mosquera, I.M., 1994. Chlorophyll disappearance and chlorophyllase activity during ripening of *Capsicum annum* L. fruits. *J.of the Sci. of Food and Agric.* 82,1564-1570.
- Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H., and Villalon, B., 2000. Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected

- pepper cultivars (*Capsicum species*) as influenced by maturity. J. Agric. Food Chem. 48,1713-1720.
- Kader, A.A., Lyons, J.M and L.L. Morris, 1974. Postharvest responses of vegetables to preharvest field temperature. HortScience, V9(6), 523-527.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest Technology of Horticultural crops. Publication 3311 ,University of California, 15-20.
- Kader, A.A., 2000. Pre- and postharvest factors affecting fresh produce quality, nutritional value, and implications for human health. Proceedings of the International Congress Food Production and the Quality of Life Sassari (Italy). 1:109-119.
- Lease, J.G. and Lease, E.J., 1956. Factors Affecting the Retention of Red Color in peppers. Food Technol. 10, 368-373.
- Leshem, Y.Y., Halevey, A.H., Frenkel, C., 1986. Fruit ripening. In: Leshem, Y.Y., Halevey, A.H., Frenkel, C., (Eds.) Process and control of plant Senescence. Elsevier, Amsterdam, 162-199.
- Little, a.a., 1975. Research note on target. J. Food Sci. 40, 410-411.
- Marcelis, L.F.M., Hofman-Eijer, L.R.B., 1995. Growth analysis of sweet pepper fruits (*Capsicum annuum* L.) Acta Hortic. 412, 470-478.
- Martínez, S., Curros, A., Bermúdez, J., Carballo, J. and Inmaculada, F. 2007. The composition of Arnoia peppers (*Capsicum annum* L.) at different stages of maturity. Int. J. of Food Sci. and Nutri. 58 (2),150-161.
- Miller, C.H., McCollum, R.E. and Claimon, S., 1979. Relationship between Growth of bell peppers (*Capsicum annum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104, 852-857.
- Nielsen, T.H, Skjærbæk, H.C, Karlsen, P. 1991. Carbohydrate metabolism during fruit development in sweet pepper plants. Physiol Plantarum 82, 311-319.

- Osuna-García, J.A., Wall, M.M. and Wadell, C.A., 1998. Endogenous levels of tocopherols and ascorbic acid during fruit ripening of New Mexican-type chile (*Capsicum annum* L.). *J.Agric. Food Chem.* 46, 5093-5096.
- Pérez-López, A.J., Moisés del Amor, F., Serrano-Martínez, A., Fortea M.I. and Núñez-Delicado, E. 2007. Influence of agricultural practices on the quality of sweet pepper fruits as affected by the maturity stage. *J. Sci. Food Agric.* 87, 2075-2080.
- Prendergast, P., McAneney, K.J., Astill, M.S., Wilson, A.D., Barber, R.F. 1987. Water extraction and fruit expansion by kiwifruit. *New Zeal. J. Exp. Agric.* 15, 345-350.
- Pretel, M.T., Serrano, M., Amoros, A., Riquelme, F., Romojaro, F., 1995. Non-involvement of ACC and ACC oxidase activity on pepper fruit ripening . *Postharvest Biol. Technol.* 5, 295-302.
- Teshome Tadesse, Errol W. Hewett, Michael A. Nichols, Keith J. Fisher, 2002. Changes in physicochemical attributes of sweet pepper cv. Domino during fruit growth and development. *Scientia Horticulturae*, 93, 91-103.
- Zapata, S. and Dufour, J.P., 1992. Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. *J. Food Sci.* 57, 506-511.
- Ανώνυμος, 2000. Πιπεριά : ειδική ετήσια θεματική έκθεση, κηπευτικά 2000. Γεωργική Τεχνολογία σελ. 68-70.
- Δημητράκης, Κ.Γ., 1998, Λαχανοκομία, Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε Αθήνα
- Κανάκης , Α.Γ., 1998, Γενική Λαχανοκομία, Εκδόσεις Αγρότυπος Α.Ε Αθήνα
- Λαμπρινός, Γ., Μητρόπουλος, Δ., 2004. Φορητή συσκευή και μέθοδος μέτρησης αναπνοής καρπών. Οργανισμός Βιομηχανικής Ιδιοκτησίας (ΟΒΙ). Αρ. Ευρεσυτεχνίας 1004590/07-06-2004
- Λαμπρινός, Γ., Μανωλοπούλου, Ε., Μητρόπουλος, Δ., 2006. Αναπνευστικός θάλαμος. Φορητή συσκευή και μέθοδος μέτρησης

του ρυθμού αναπνοής καρπών. ΔΕ ΟΒΙ αριθμ. 1005205/02-05-2006

Ολύμπιος, Μ.Χ, 2001, Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια, Εκδόσεις Σταμούλης, Θ., Αθήνα.