



ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΑΡΙΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΥΠΟΥ “CHERRY”**

**Σπουδάστρια:
ΚΑΡΓΑΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
Ρεκούμη Κωνσταντίνα**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2012.



ΤΕΙ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΒΙΟΛΟΓΙΚΩΝ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΑΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ ΚΑΙ
ΑΝΘΟΚΟΜΙΑΣ

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑΣ ΣΤΑ ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ
ΚΑΡΠΩΝ ΤΟΜΑΤΑΣ ΤΥΠΟΥ “CHERRY”**

**Σπουδάστρια:
ΚΑΡΓΑΚΟΥ ΒΑΣΙΛΙΚΗΣ**

**Επιβλέπουσα καθηγήτρια:
Ρεκούμη Κωνσταντίνα**

ΚΑΛΑΜΑΤΑ, 2012.

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Μέσα στις άγνωστες ταυτότητες αυτών που ξέρεις, υπάρχουν άνθρωποι που πραγματικά αξίζουν. Δεν μένει παρά να τους βρεις.
Αυτή η εργασία είναι αφιερωμένη στους ανθρώπους που πίστεψαν πως θα τα καταφέρω και ιδιαίτερα στην κ. **Ελένη Μανωλοπούλου**, που με στήριξε και με βοήθησε, όσο θα με βοηθούσε, αν μπορούσε, η μητέρα μου.

Σας ευχαριστώ.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

A/A		Σελ.
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1ο	
1	Εισαγωγή	1
2	Γενικά χαρακτηριστικά	1-3
3	Μετασυλλεκτικές φροντίδες	3-6
4	Φυσιολογικά και φυσικά χαρακτηριστικά της τομάτας	6
5	Εχθροί και ασθένειες	7
6	Εμπορικά χαρακτηριστικά	7-9
	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2ο	
7	Εισαγωγή	10
8	Υλικά και μέθοδοι	10-16
9	Αποτελέσματα	
10	Επίδραση της θερμοκρασίας στην αναπνευστική δραστηριότητα	16-17
11	Επίδραση της θερμοκρασίας στο εκπεμπόμενο αιθυλένιο	18-19
12	Απώλεια Βάρους	19-21
13	Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά	21-22
14	Μεταβολή της υφής	22-24
15	Μεταβολή του χρώματος	24-27
16	Εμφάνιση μυκητολογικών ασθενειών	28
17	Συμπεράσματα	28
18	Βιβλιογραφία	29-33
19	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΕΙΚΟΝΩΝ	35

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1^ο

1. Εισαγωγή

Η τομάτα «cherry» (*Lycopersicon esculentum* var. *cerasimorfe*) αποτελεί πρόγονο των σύγχρονων καλλιεργούμενων τύπων τοματών και είναι το μοναδικό άγριο είδος τομάτας που συναντάται εκτός Νότιας Αμερικής (Taylor,1986).

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια της ποικιλίας αυτής θεωρείται ότι εξελίχθηκαν από τον άγριο τύπο τομάτας *L. esculentum* var. *cerasimorfe* μέσω πολύχρονης εξέλιξης (Setha 1995, Hobson,1988).

Η εμπορική εκμετάλλευση του τύπου αυτού, άρχισε μόλις πριν από λίγα χρόνια σύμφωνα με τους Loremsz and Maynard (1980). Η υψηλή ποιότητα της ποικιλίας καθώς και η ανάπτυξη της υψηλής γαστρονομίας, αυξάνει συνεχώς τη ζήτησή της στις χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής σύμφωνα με το Διεθνές Συνέδριο που έγινε στη Σαντορίνη (2002).

Ο καρπός της «cherry» τομάτας είναι κόκκινος ή κίτρινος με στρογγυλό ή απιδοειδές σχήμα (Long, 1998). Σήμερα υπάρχουν ποικιλίες που παράγουν καρπούς με ιδιαίτερο χρώμα όπως μαύρο (Black cherry), καφέ (Brown cherry) , πορτοκαλί (Orange cherry) , ροζ (Sweet traits), κρεμώδες (Snow white cherry) (Scott & Harbangh 1989).



Εικόνα 1. Διάφορες ποικιλίες τομάτας τύπου «cherry»

2. Γενικά χαρακτηριστικά.

2.1 Βοτανική ταξινόμηση

Άθροισμα: Smermatophyla

Υποάθροισμα: Magnoliophytina (Angiospermae)

Κλάση : Magnoliopsida (Δικότυλα)

Υποκλάση : Asteridae

Υπέρταξη : Lamiales

Τάξη : Solanales

Οικογένεια : Solanaceae

Γένος : *Lycopersions sp.*

Είδος : *Lycopersicon esculentum*

Κοινό όνομα : Τομάτα

2.2 Διαιτητική αξία

Η τομάτα είναι πλούσια σε βιταμίνες και κυρίως σε βιταμίνη C, A, και B. Ο καρπός της τομάτας αποτελείται από 93,5 % νερό, 1% πρωτεΐνες, 3,5 % υδατάνθρακες, 0,2% λίπη, 1% κυτταρίνη και 0,5% ανόργανα στοιχεία. (Παρασκευόπουλος, 2006).



Εικόνα 2. Διαιτητική αξία της τομάτας

2.3 Βοτανικοί χαρακτήρες

Η τομάτα είναι φυτό ποώδες, ετήσιο, διετές και σπανιότερα πολυετές. Αναπτύσσει εκτός από τον κεντρικό βλαστό και πολλούς πλάγιους που φέρουν καρπούς. Έχει πασσαλώδες εύθραυστο ριζικό σύστημα και χυμώδη βλαστό. Τα φύλλα είναι σύνθετα με ελικοειδή διάταξη. Τα άνθη εμφανίζονται σε ταξιανθίες. Ο καρπός της τομάτας είναι πολύχωρος ράγα με ποικίλα χρώματα, με σφαιρικό ή κυλινδρικό σχήμα. Ο σπόρος του φυτού είναι ωοειδής, πεπλατυσμένος, χρώματος κίτρινο-καφέ και καλύπτεται με τρίχες. Έχει διάμετρο 3-5 mm. και διατηρεί τη βλαστικότητα του για μεγάλο χρονικό διάστημα μετά την συγκομιδή του (Κανάκης, 1998).

2.4 Πολλαπλασιασμός

Η τομάτα πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Για τη σπορά της τομάτας εφαρμόζονται διάφορες μέθοδοι όπως:

- α) Σπορά σε αλία και μεταφύτευση στο χωράφι γυμνόριζων φυτών ή με μπάλα χώματος

- β) Σπορά σε ατομικά γλαστράκια ή δίσκους από φελιζολ ή από σκληρό πλαστικό(μια μεταφύτευση)
- γ) Στρωμάτωση σε κιβώτια σποράς και μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια όταν το νεαρό φυτό εκπτύξει πλήρως τις κοτυληδόνες του (δύο μεταφυτεύσεις) (Κανάκης, 1998).

2.5 Καλλιεργητικές φροντίδες

Η τομάτα είναι φυτό θερμών και εύκρατων κλιμάτων. Οι καλύτερες θερμοκρασίες για την καρποφορία και την ανάπτυξη του φυτού είναι 22-25 °C την ημέρα και 15- 16 °C τη νύχτα. Σε θερμοκρασίες μικρότερες από 10 °C δεν γίνεται η γονιμοποίηση των ανθέων, ενώ σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες των 32 °C προκαλείται πτώση των ανθέων.

Το φυτό της τομάτας είναι ουδέτερο ως προς τη φωτοπερίοδο και ευνοείται όταν στην ατμόσφαιρα η σχετική υγρασία κυμαίνεται γύρω στο 50-70%.

Στις τομάτες αρέσει το καλά στραγγιζόμενο έδαφος, το πλούσιο σε οργανική ουσία, άζωτο, κάλιο και ασβέστιο. Επειδή το φυτό έχει την τάση να αναπτύσσει πολλούς πλάγιους βλαστούς, εφαρμόζουμε εξ αρχής κλάδευμα έτσι ώστε να αναπτυχθεί ένας κεντρικός βλαστός (μονοστέλεχο σύστημα), είτε δύο κεντρικοί βλαστοί (δυστέλεχο σύστημα). Η συγκομιδή της τομάτας τύπου «chepty» γίνεται όταν ο καρπός έχει κοκκινίσει (Κανάκης, 1998).

3. Μετασυλλεκτικές φροντίδες

3.1 Πρόψυξη

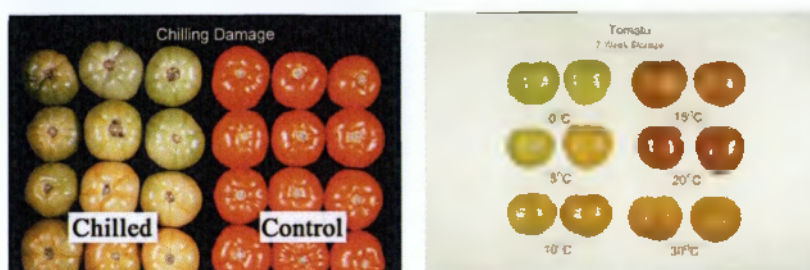
Οι Ryall & Lipton (1992), αναφέρουν ότι η πρόψυξη των πράσινων τοματών, εξαρτάται από την αρχική τους θερμοκρασία και το στάδιο της ωρίμασης. Ταχεία πρόψυξη είναι απαραίτητη μόνο αν η θερμοκρασία των καρπών είναι πάνω από 26°C και η ωρίμαση τους θα πρέπει να καθυστερήσει. Ο Kasmire (1992), αναφέρει ότι η ποικιλία «chepty», θα μπορούσε να ψυχθεί από 32,2°C στους 15,6°C μέσα σε 3-5 λεπτά ψεκάζοντας τους καρπούς με νερό θερμοκρασίας 1,1 ως 1,4°C. Όταν ο ψεκασμός δεν είναι εφικτός η πρόψυξη των καρπών με αέρα θερμοκρασίας 4,4°C δεν είναι επιβλαβής όταν οι καρποί δεν εκτεθούν στη θερμοκρασία αυτή πάνω από 24 ώρες. Η έκθεση των καρπών σε θερμοκρασίες μικρότερες των 10 °C για περισσότερο από 24 ώρες πρέπει να αποφεύγεται γιατί διάφορα συμπτώματα κρουοτραυματισμών μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την εμπορική αξία του προϊόντος.

3.2. Συντήρηση

Σε περιπτώσεις όπου οι καρποί αποθηκεύονται για μεγάλο χρονικό διάστημα, η συγκομιδή γίνεται όταν οι καρποί είναι ακόμα πράσινοι. Η άριστη θερμοκρασία συντήρησης είναι οι 10°C -12°C. Αν είναι ακόμα πράσινοι μπορούν να συντηρηθούν σε υψηλότερη θερμοκρασία και έτσι κοκκινίζουν πιο γρήγορα. Για ώριμες τομάτες, συνιστώνται θερμοκρασίες αποθήκευσης 8°C-10 °C ενώ για άγουρες 13°C-15 °C. Η άριστη σχετική υγρασία συντήρησης είναι 85-90% (Maul et al.,2006).

Διατήρηση των τοματών σε θερμοκρασίες μικρότερες των 10°C για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 24 ωρών μπορεί να είναι επιζήμια για τους καρπούς λόγω εμφάνισης βλαβών από το ψύχος. Καρποί που βρίσκονται στο «σπάσιμο» του χρώματος είναι

λιγότερο ευαίσθητοι από καρπούς πράσινους «φυσιολογικά ώριμους». Οι τομάτες με ελαφρά κόκκινο χρώμα είναι λιγότερο ευαίσθητες από τομάτες που βρίσκονται στο «σπάσιμο» του χρώματος και μπορούν να συντηρηθούν στους 4,4°C για 4 ημέρες χωρίς εμφάνιση προβλημάτων (Madhavi and Salunkhe, 1998). Σύμφωνα με τον Hall (1961), πλήρως ώριμες τομάτες μπορούν να συντηρηθούν στους 1,7- 4,4°C μέχρι την κατανάλωσή τους. Γενικά ο καρπός της τομάτας είναι ευαίσθητος σε κρουστραυματισμούς, οι οποίοι περιορίζουν την εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης (Passam et al. 2007). Η ευαισθησία της στο ψύχος εξαρτάται από το στάδιο ωρίμασης.



Εικόνα 3. Καθυστέρηση ωρίμασης τομάτας από χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης.

Για την επιτυχία της αποθήκευσης στα ψυγεία, εκτός από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία, πρέπει να λαμβάνονται υπόψη και οι παρακάτω παράγοντες:

- Οι ιδιαίτερες απαιτήσεις κάθε λαχανικού. Σε έναν ψυκτικό χώρο τοποθετούνται μόνο προϊόντα των ίδιων απαιτήσεων σε θερμοκρασία και σχετική υγρασία.
- Η απολύμανση του ψυκτικού θαλάμου είναι σημαντική για την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών που προκαλούν σήψεις και μούχλες στα αποθηκευμένα προϊόντα.
- Η αποφυγή εισροής επιβλαβών αερίων στο χώρο του ψυγείου. Τα λαχανοκομικά προϊόντα μπορούν να υποστούν ζημιά όταν εκτεθούν σε συγκέντρωση 0,8% αμμωνίας για μια ώρα.
- Τα ελάχιστα όρια ψύξης. Εάν η θερμοκρασία συντήρησης ενός προϊόντος είναι χαμηλότερη από την ελάχιστη επιτρεπτή τότε προκαλούνται ζημιές
- Ο σχηματισμός δρόσου στο προϊόν. Τα προϊόντα του ψυγείου όταν εκτεθούν στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος παρουσιάζουν στην επιφάνεια τους υγρασία (δρόσος). Σε λαχανικά όπως η τομάτα αυτό το φαινόμενο μειώνει τη αισθητική παρουσίαση του προϊόντος. Όταν το προϊόν παραμείνει αδιάθετο για αρκετές μέρες, τότε είναι δυνατόν να προσβληθεί από μικροοργανισμούς που επιφέρουν τη σήψη του.
- Το κέρωμα του προϊόντος είναι η διαδικασία κατά την οποία η επιφάνεια του προϊόντος καλύπτεται με κέρι. Στόχος του κερώματος είναι η βελτίωση της αισθητικής παρουσίασης του προϊόντος και η μείωση της απώλειας νερού από την επιφάνειά του. Το κέρωμα δεν συνιστάται σε λαχανοκομικά προϊόντα. Στις τομάτες όταν εφαρμόζεται κέρωμα γίνεται με βούρτσισμα ή με ψεκασμό ψυχρού γαλακτώματος κεριού (Κανάκης 2005).

3.3. Συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα (E.A)

Η συντήρηση των λαχανοκομικών προϊόντων, μπορεί να γίνει με συνδυασμό χαμηλών θερμοκρασιών και ρυθμιζόμενης ατμόσφαιρας. Η κανονική ατμόσφαιρα περιέχει 78% άζωτο, 21% οξυγόνο, 0,03% διοξείδιο του άνθρακα και άλλα αέρια συστατικά τα οποία δεν έχουν ιδιαίτερη σημασία από φυσιολογικής σκοπιάς.

Η αναπνοή στα κύτταρα των λαχανικών ευνοείται σε κανονική ατμόσφαιρα επειδή η συγκέντρωση οξυγόνου σε αυτή είναι υψηλή. Εάν μειωθεί η συγκέντρωση του οξυγόνου στα 2-3% και αυξηθεί η συγκέντρωση του διοξειδίου του άνθρακα στα 3-5% τότε μειώνεται στο ελάχιστο η αναπνοή των λαχανικών και συνεπώς παρατείνεται ο χρόνος συντήρησής τους. Η σύνθεση της ατμόσφαιρας εξαρτάται από την ευαισθησία των φυτικών οργάνων στη χαμηλή συγκέντρωση του O₂ και την υψηλή συγκέντρωση του CO₂. Η μέθοδος αυτή καλείται συντήρηση με «ελεγχόμενη ατμόσφαιρα».

Η επίδραση της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας στην ποιότητα της τομάτας έχει μελετηθεί από πολλούς ερευνητές. Οι Parsons et al. (1970) αναφέρουν ότι μία ατμόσφαιρα με 3% O₂ είναι η πιο αποτελεσματική για τη συντήρηση της τομάτας στους 12,8 °C. Πράσινες «φυσιολογικά ώριμες» τομάτες που συντηρήθηκαν με αυτές τις συνθήκες απέκτησαν κανονικό χρώμα όταν μεταφέρθηκαν στον αέρα στους 18,3 °C. Οι Salunkhe and Wu (1973), αναφέρουν ότι ατμόσφαιρες που περιείχαν 10, 3 και 1% O₂ παρέτειναν τη διάρκεια συντήρησης πράσινων τοματών για 62, 76 και 87 ημέρες αντίστοιχα στους 12,8 °C. Χαμηλές συγκεντρώσεις O₂ (1% ή 3%) παρεμποδίζουν την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης και του αμύλου και τη σύνθεση του λυκοπενίου και των διαλυτών σακχάρων.

Ελεγχόμενες ατμόσφαιρες που περιέχουν CO₂ είναι επωφελείς για την καθυστέρηση της ωρίμασης και την αλλαγή του χρώματος των τοματών. Οι Hatton et al (1975) αναφέρουν ότι καρποί τομάτας στο «σπάσιμο» του χρώματος ή ελαφρά ροζ χρώματος που συντηρήθηκαν σε 4-8% O₂ και 1-2% CO₂ στους 12,8 °C παρουσίασαν αύξηση του χρόνου συντήρησης και καθυστέρηση της αλλαγής του χρώματος.

3.4. Ακτινοβολία.

Σύμφωνα με τον Salunkhe (1961) σημαντική είναι η επίδραση της γ-ακτινοβολίας στην επιβράδυνση της ωρίμασης της πράσινης τομάτας. Η δόση ακτινοβολίας που εφαρμόζεται είναι 1.86×10^5 rad. Το λυκοπένιο είναι περισσότερο ευπαθές στην ακτινοβολία απ'ότι το καροτένιο. Ο ίδιος ερευνητής ακτινοβόλησε ($1,2$ και 4×10^3 rad) ώριμες τομάτες συσκευασμένες σε δοχεία μαζί με μικρή ποσότητα ενεργού άνθρακα. Οι τομάτες αποθηκεύτηκαν στους 21,0°C. Μετά από 5 ημέρες συντήρησης έγινε η ποιοτική τους αξιολόγηση. Η ποιότητα των ακτινοβολημένων καρπών που είχαν συσκευασθεί με ενεργό άνθρακα ήταν κάπως καλύτερη από αυτή των τοματών που στη συσκευασία τους δεν υπήρχε ενεργός άνθρακας, γεγονός που μπορεί να αποδοθεί στην απορρόφηση των πτητικών ουσιών καθώς και άλλων επιβλαβών από τον άνθρακα.

Οι Larrigaudiette et al. (1990) αναφέρουν ότι η γ ακτινοβολία σε καρπούς τομάτας «cherry» με πρόωρη κλιμακτήριο κρίση προκάλεσε μία απότομη έκρηξη παραγωγής αιθυλενίου κατά τη διάρκεια της πρώτης ώρας. Η παράταση του χρόνου παραγωγής αιθυλενίου εξαρτάται από τη δόση της ακτινοβολίας και είναι μέγιστη περίπου στα 3 kGy.

Η εφαρμογή γ-ακτινοβολίας σε μηχανικά τραυματισμένους καρπούς , ανέστειλε τη συνεχή αύξηση της παραγωγής του αιθυλενίου αλλά δεν ανέστειλε την αρχική παραγωγή του λόγω stress. Ερευνητές αναφέρουν ότι η γ-ακτινοβολία αναστέλλει την δράση των ενζύμων του αιθυλενίου σε δόσεις μεγαλύτερες του 1 kGy.

4. Φυσιολογικά και Φυσικά Χαρακτηριστικά της τομάτας

4.1. Αναπνοή

Η αναπνοή είναι η κεντρική των διαδικασιών που εμπλέκονται στην ανάπτυξη ωρίμαση και γήρανση του καρπού. Όσο υψηλότερος είναι ο ρυθμός αναπνοής τόσο μικρότερη είναι η μετασυλλεκτική ζωή των καρπών (Kader 2002).

4.2. Αιθυλένιο

Όλοι οι κλιμακτηριακοί καρποί παράγουν αιθυλένιο κατά τη διάρκεια της ωρίμασης. Η συσσώρευση αιθυλενίου σχετίζεται με την εντονότερη γήρανση και τη μειωμένη μετασυλλεκτική ζωή του καρπού (Knee et al.1985).

Η αναπνοή και η παραγωγή αιθυλενίου τοματών τύπου «cherry» κατά την ανάπτυξη και ωρίμαση είναι ανάλογες με αυτές άλλων ποικιλιών αλλά μικρότερης έντασης (Abdel Rahman, 1977).

4.3. Βάρος

Η μετασυλλεκτική απώλεια βάρους εξαρτάται κυρίως από τη διαπνοή και την αναπνοή. Η διαπνοή δηλ. η απώλεια νερού προκαλεί απώλεια βάρους του προϊόντος, η οποία μπορεί να επιφέρει πτώση στη ποιότητα λόγω μααρασμού. Η απώλεια νερού συσχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία και αρνητικά με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος (Passam, 2004). Κατά την αποθήκευση το βάρος των καρπών μειώνεται και η απώλεια βάρους αυξάνεται όσο αυξάνονται η θερμοκρασία και η διάρκεια αποθήκευσης (Znidarcic et al., 2010).

4.4. Χρώμα

Το χρώμα αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό ποιότητας στη τομάτα. Η θερμοκρασία παίζει καθοριστικό ρόλο στη σύνθεση των χρωστικών της τομάτας και επομένως στο καλό σχηματισμό της. Η ανάπτυξη του χρώματος αυξάνεται με τη πάροδο του χρόνου ενώ αντίθετα η φωτεινότητα μειώνεται (Znidarcic & Pozrl 2006).

4.5. Συνεκτικότητα

Εκτός από το χρώμα της επιδερμίδας η υφή αποτελεί ένα άλλο ποιοτικό χαρακτηριστικό που είναι πολύ σημαντικό για τους καταναλωτές (Gormley & Egan 1978). Η υφή καθορίζεται από τη συνεκτικότητα της σάρκας και της επιδερμίδας του καρπού (Kader et al, 1978). Οι καρποί διατηρούν τη συνεκτικότητά τους καλύτερα σε χαμηλές απ'ότι σε υψηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης (Znidarcic et al.,2010).

5. Εχθροί και ασθένειες.

Οι κυριότεροι εχθροί της τομάτας είναι οι αφίδες, ο τετράνυχος και ο αλευρώδης του θερμοκηπίου. Επίσης αγρότιδες, ψύλλοι, κρεμυδοφάγοι, θρίπες, νηματώδεις, σιδηροσκώληκες, φυλλορίκτες και οι κάμπιες των λεπιδόπτερων, προκαλούν σοβαρές προσβολές. (Δημητράκης, 1998).

Παρακάτω θα αναφερθούν συνοπτικά οι σοβαρότερες ασθένειες του φυτού:

- **Ώπιμος περονόσπορος.** Οφείλεται στο μύκητα *Phytophthora infestans*. Προκαλεί το σχηματισμό υποκίτρινων κηλίδων στα φύλλα και στους βλαστούς.
- **Πρώιμος περονόσπορος:** Οφείλεται στο μύκητα *Alternaria solani*. Προκαλεί το σχηματισμό καστανών ή μαύρων κηλίδων, σε φύλλα, βλαστούς και καρπούς.
- **Ωίδιο:** Οφείλεται στο μύκητα *Leveillula taunica*. Προκαλεί το σχηματισμό κιτρινοπράσινων κηλίδων στην πάνω επιφάνεια των φύλλων και λευκή μέχρι ανοιχτή καστανή εξάνθηση στη κάτω επιφάνεια του ελάσματος
- **Αδρομυκώσεις:** Προκαλούνται από τους μύκητες *Verticillium dahliae*. Χαρακτηριστικό της ασθένειας είναι ο καφέ μεταχρωματισμός του ξύλου κοντά στο λαιμό του φυτού που φαίνεται μετά από πλάγια τομή του βλαστού.
- **Καστανή σήψη των ριζών:** Οφείλεται στο μύκητα *Pyrenochaeta lycopersici*. Τα φυτά παρουσιάζουν ασθενικό πράσινο χρώμα.
- **Κλαδοσπορίαση:** Οφείλεται στο μύκητα *Cladosporium fulvum* που προσβάλλει τα κατώτερα φύλλα.
- **Σκληρωτηνίαση:** Οφείλεται στο μύκητα *Sclerotinia sclerotiorum* που προσβάλλει στελέχη, φύλλα και καρπούς.
- **Φαιά σήψη:** Οφείλεται στο μύκητα *Botrytis cinerea*. Το φυτό εμφανίζει πρασινοκάστανες υδαρές κηλίδες.
- **Μωσαϊκό του καρπού** που προκαλεί μικροφυλλία.
- **Κίτρινο καρούλιασμα των φύλλων.**

Επίσης τα φυτά μπορούν να παρουσιάσουν τροφопενίες διάφορων στοιχείων όπως τροφопενίες αζώτου (N), φωσφόρου (P), καλίου (K), σιδήρου (Fe), ασβεστίου (Ca) και τοξικότητες διάφορων στοιχείων π.χ. τοξικότητες μαγγανίου (Mn), ψευδαργύρου (Zn).

6. Εμπορικά χαρακτηριστικά της τομάτας.

Η τομάτα που προορίζεται για κατανάλωση, μόλις συλλεχθεί τοποθετείται σε επενδυμένα κιβώτια. Το έλλειμμα βάρους για την εξαγωγή δεν πρέπει να ξεπερνά το 18% αν τα προϊόντα έχουν ένα στρώμα και το 13% αν τα προϊόντα είναι συσκευασμένα σε περισσότερα στρώματα (Ciro Ciufolini).

Σύμφωνα με το διάταγμα 876 για τις νωπές τομάτες, το προϊόν που προορίζεται για άμεση κατανάλωση ταξινομείται στις εξής κατηγορίες:

- α) Έξτρα
- β) κατηγορία I
- γ) κατηγορία II
- δ) κατηγορία III

Οι καρποί πρέπει να είναι:

- α) Ακέραιοι.

- β) Υγιείς.
- γ) Καθαροί.
- δ) Κανονικής εξωτερικής υγρασίας
- ε) Απαλλαγμένοι από ξένες οσμές και γεύσεις.
- ζ) Το στάδιο ωριμότητας να είναι τέτοιο έτσι ώστε οι καρποί να αντέχουν τη μεταφορά, τη συντήρηση και να ανταποκρίνονται στις εμπορικές απαιτήσεις του προορισμού κατανάλωσής τους .

6.1. Χαρακτηριστικά ποιοτικών κατηγοριών.

Οι καρποί της τομάτας διακρίνονται σε:

α) Σφαιρικές τομάτες.



β) Τομάτες επιμήκειες .



γ) Τομάτες με ραβδώσεις.



6.2. Ταξινόμηση κατά μέγεθος.

Οι καρποί πρέπει να παρουσιάζουν ομοιογένεια στις κατηγορίες έξτρα και I, ενώ για τη κατηγορία III, δεν απαιτείται ομοιογένεια.

Οι καρποί για την κατηγορία έξτρα, I, II, πρέπει να έχουν ελάχιστη διάμετρο 30 mm. για τις επιμήκειες τομάτες και 35 mm. για τις σφαιρικές και τις τομάτες με ραβδώσεις.



Εικόνα 4. Τομάτες κατηγορίας extra και I

Η ελάχιστη διάμετρος για τη κατηγορία III είναι 20 mm για τις επιμήκειες και 35 mm για τις άλλες τομάτες.

6.3.Συσκευασία και εμφάνιση.

Το περιεχόμενο της κάθε συσκευασίας πρέπει να είναι ομοιογενές, να περιέχει τομάτες ίδιας προελεύσεως, ποικιλίας και ποιοτικής κατηγορίας.

Η συσκευασία πρέπει να εξασφαλίζει επαρκή προστασία του προϊόντος.



Εικόνα 5. Διάφοροι τύποι συσκευασίας τομάτας

6.4. Ανοχές.

Στην ποιοτική κατηγορία «έξτρα» οι καρποί μπορούν να μην ανταποκρίνονται στα χαρακτηριστικά της ποιοτικής κατηγορίας σε ποσοστό μικρότερο του 5% με τα χαρακτηριστικά αυτού του ποσοστού να ανήκουν στην αμέσως κατώτερη κατηγορία (I).

Στην κατηγορία I.& II οι ανοχές ως προς τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μπορούν να είναι σε ποσοστό μικρότερο του 10%

Στην ποιοτική κατηγορία III οι ανοχές είναι 15%

6.5.Σήμανση.

Όλα τα είδη συσκευασίας πρέπει να αναφέρουν.

- α) Στοιχεία ταυτότητας του εμπορεύματος(συσκευαστής, αποστολέας).
- β) Είδος του προϊόντος.
- γ) Προέλευση του προϊόντος.
- δ)Εμπορικά χαρακτηριστικά (ποιοτική κατηγορία, ποικιλία).
- ε) Κρατικό σήμα ελέγχου. (Ciro Ciufolini).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2^ο

ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

1. Εισαγωγή

Η τομάτα είναι ένας ευρείας κατανάλωσης καρπός που συμβάλλει σημαντικά στην ανθρώπινη διατροφή λόγω της περιεκτικότητάς της σε σάκχαρα, οξέα, βιταμίνες, μέταλλα, λυκοπένιο και άλλα καροτινοειδή (Simone et al., 2006; Toor and Savage, 2006). Η κατανάλωση της τομάτας και των προϊόντων της, συνδέεται με τη μείωση του κινδύνου ανάπτυξης βλαβών στο πεπτικό σύστημα και καρκίνου στον προστάτη (Giovannucci et al 1995, Francheschi et al, 1994). Η τομάτα αποτελεί ένα από τα κύρια συστατικά της Μεσογειακής διαίτας η οποία συνδέεται με μικρό βαθμό θνησιμότητας από καρδιοαγγειακές βλάβες.

Οι μικρού μεγέθους τομάτες (cherry, grape) είναι από τους πιο σημαντικούς τύπους τομάτας για νωπή κατανάλωση. Χαρακτηρίζονται από υψηλότερα ποσοστά ξηράς ουσίας και ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (°Brix) συγκριτικά με τις μεγάλου μεγέθους τομάτες (Raffo et al, 2002). Η υψηλότερη περιεκτικότητα τους σε φρουκτόζη και γλυκόζη, καθώς και σε οργανικά οξέα (κιτρικό και μηλικό) συμβάλλει σημαντικά στο άρωμα και στη γεύση τους (Αποπ., 2008, Pagliarini et al, 2001). Η κατανάλωση της τομάτας τύπου «cherry», έχει αυξηθεί πολύ τα τελευταία χρόνια λόγω της καλής γευστικής της αξίας, γεγονός που έχει σαν αποτέλεσμα την αύξηση της τιμής της στην αγορά.

Μετά τη συγκομιδή οι τομάτες περιλαμβανομένων και των «cherry» θα πρέπει να συντηρούνται στους 10°C ή σε λίγο υψηλότερη θερμοκρασία προς αποφυγή βλαβών που προκαλούνται από το ψύχος (Jimenez et al., 1996; Roberts et al; 2002). Συμπτώματα των βλαβών αυτών είναι η μη πλήρης ωρίμαση, το μαλάκωμα της σάρκας, η αυξημένη ευαισθησία στην εμφάνιση μυκητολογικών προσβολών, το μειωμένο άρωμα και η επιφανειακή κηλίδωση (Hobson, 1987). Η ένταση των προσβολών αυτών εξαρτάται από τη θερμοκρασία συντήρησης, το χρόνο συντήρησης και το στάδιο ωριμότητας του καρπού.

Οι τομάτες τύπου «cherry» πολλές φορές συντηρούνται σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των ενδεικνυόμενων, επίσης πολλές φορές χρησιμοποιούνται στα μίγματα των «έτοιμων προς κατανάλωση λαχανικών» (minimal processing) των οποίων η διάρκεια της εμπορικής ζωής κυμαίνεται μεταξύ 14-18 ημέρες στους 2-5 °C.

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι να μελετήσει τη συμπεριφορά (μεταβολή των φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών) τομάτας τύπου «cherry», κατά τη συντήρηση της σε δύο θερμοκρασίες: 10°C (ενδεικνυόμενη) και 5°C (μη ενδεικνυόμενη, αλλά εφαρμοζόμενη στην πράξη) και σε δύο τύπους συσκευασίας: προφύλαξη με PVC και χωρίς προφύλαξη.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Α! ύλη

Τομάτες τύπου «cherry» αγοράστηκαν από την κεντρική λαχαναγορά. Τα χαρακτηριστικά των καρπών κατά την έναρξη του πειράματος ήταν τα εξής:

- αναπνευστική δραστηριότητα: 1,88 ml CO₂/h / 100g
- εκπομπή αιθυλενίου: 450,8 nmoles/h/Kg
- μέσο βάρος : 118-119 g
- περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°brix):5,15%
- αντίσταση στην πίεση: 1,125 Kg
- χρώμα : L* 38,47- a* 24,04 - b* 23,89



Εικ. 6. Τοματάκι τύπου «cherry»

2.2. Προετοιμασία δειγμάτων.

Αμέσως μετά την άφιξή τους στο εργαστήριο οι καρποί υπέστησαν διαλογή ως προς το χρώμα, το μέγεθος και την ύπαρξη βλαβών. Στη συνέχεια οι καρποί χωρίστηκαν σε 4 ομάδες. Οι καρποί κάθε ομάδας τοποθετήθηκαν σε δισκάκια πολυστερίνης (22,5 cm X 16 cm). Τα δισκάκια δύο ομάδων καλύφθηκαν με PVC για μείωση της διαπνοής. Έτσι δημιουργήθηκαν τέσσερις ομάδες: δύο ομάδες που δεν καλύφθηκαν και χρησίμευσαν ως μάρτυρες και τοποθετήθηκαν μία στους 5°C και μία στους 10°C και δύο ομάδες που καλύφθηκαν με PVC, μία για τους 5°C και μία για τους 10°C.



Εικ.7. Δισκάκια με τομάτες «cherry» καλυμμένα με PVC (αριστερά) ή μη καλυμμένα (δεξιά)

Η διάρκεια της συντήρησης ήταν 20 ημέρες. Οι δε συνθήκες ήταν 5°C ή 10°C και ΣΥ 90%.



Εικ. 8. Καρποί «cherry» τοποθετημένοι στο ψυγείο για συντήρηση

Μετά την έξοδο τους από τους ψυκτικούς θαλάμους όλες οι ομάδες συντηρήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (~20 °C) για να υπάρχουν ανάλογες συνθήκες με αυτές που επικρατούν στο εμπόριο (shelf-life). Κατά τη διάρκεια της συντήρησης (20ημέρες) αλλά και στο τέλος της εμπορικής ζωής (shelf-life) μελετήθηκαν οι κάτωθι παράμετροι:

2.3. Αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών στους 5 και 10°C

Καρποί μέσου βάρους ~ 100g τοποθετήθηκαν σε αναπνευστικές αίθουσες όγκου 673cm³ που διατηρήθηκαν στους 5 °C και 10 °C.



Εικ. 9. Αναπνευστική αίθουσα και η συσκευή RIKCLOS για μέτρηση της αναπνοής

Για τον προσδιορισμό της αναπνευστικής δραστηριότητας μετρήθηκε το εκπεμπόμενο CO₂ με τη βοήθεια της συσκευής RIKCLOS (Mitropoulos *et al.* 2000) χρησιμοποιώντας την παρακάτω σχέση:

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

όπου: q_R = ρυθμός αναπνοής σε ml CO₂ /h/100 g προϊόντος

ΔC = [CO₂]_f - [CO₂]_i, μεταβολή της CO₂ συγκέντρωσης σε ppm

V = V_c - V_p, ελεύθερος όγκος αέρα στο κλειστό κύκλωμα σε ml

C = CO₂ συγκέντρωση σε ppm

t = χρόνος σε h

m = μάζα προϊόντος σε g

i=αρχικές συνθήκες; e= κλειστό κύκλωμα; f= τελικές συνθήκες; p=προϊόν.

Το συνολικό σφάλμα στον υπολογισμό της αναπνευστικής δραστηριότητας κυμαίνεται μεταξύ 3,9 % και 6,3 % (Mitropoulos *et al.* 2000).

Οι μετρήσεις έγιναν :την 0,5^η,7^η,9^η,12^η,14^η,16^η,20^η (συντήρηση στους 5 και 10°C) και 23^η ημέρα (20 °C SL) .

2.4. Προσδιορισμός αιθυλενίου:

Για τον προσδιορισμό του εκπεμπόμενου αιθυλενίου, καρποί βάρους ~ 100g τοποθετήθηκαν σε στεγανά γυάλινα δοχεία (όγκου 673 cm³) που διατηρήθηκαν στους 5 °C και 10 °C. Για τον προσδιορισμό του αιθυλενίου, τα δοχεία έκλειναν για μία ώρα και αέριο δείγμα με τη βοήθεια υποδερμικής βελόνας λαμβανόταν από ειδική διάταξη που υπήρχε πάνω στο δοχείο. Το αέριο μίγμα αναλυόταν σε αέριο χρωματογράφο Perkin Elmer Autosystem XL, εφοδιασμένο με ανιχνευτή FID και κολόνα F1 Alumina (6' X 2 mm)



Εικ.10.Δοχεία στεγανά για τον προσδιορισμό του αιθυλενίου και αέριος χρωματογράφος.

Ο υπολογισμός του αιθυλενίου γινόταν βάσει του τύπου:

$$C_2H_4 = \frac{(V-p) (C)}{22,4 \times \Delta h \times p} \times 10^3$$

Όπου: V= όγκος δοχείου σε L
p= όγκος φρούτου σε L
Δh= διάρκεια πειράματος (h)
p = βάρος φρούτου σε Kg

Το εκπεμπόμενο αιθυλένιο εκφράσθηκε σε nmoles/ h /Kg φρέσκου βάρους.

Οι μετρήσεις έγιναν :την 0,5^η,7^η,9^η,12^η,14^η,16^η,20^η (συντήρηση στους 5 και 10°C) και 23^η ημέρα (20 °C SL)

2.5. Απώλεια βάρους:

Για τον προσδιορισμό της απώλειας βάρους χρησιμοποιήθηκαν 10 δισκάκια /θερμοκρασία και τύπο συσκευασίας. Ο προσδιορισμός της απώλειας βάρους έγινε με

ζυγό 2 δεκαδικών ψηφίων (Model: KERN 440-33N, Kern & Sohn GmbH, Germany). Η απώλεια βάρους εκφράστηκε σαν ποσοστό % του αρχικού βάρους.



Εικ. 11. Ζυγός KERN 440-33N για τον προσδιορισμό της απώλειας βάρους των καρπών.

Οι μετρήσεις έγιναν :την 0, 5^η, 7^η, 9^η, 12^η, 14^η, 16^η, 18^η, 20^η (συντήρηση στους 5 και 10°C) και 23^η ημέρα (20 °C SL).

2.6. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (°brix):

Τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά προσδιορίστηκαν στον φιλτραρισμένο χυμό που λαμβανόταν από τον καρπό μετά από πίεση με ειδικό εξάρτημα. Οι μετρήσεις γινόντουσαν σε 10 καρπούς / θερμοκρασία και τύπο συσκευασίας, με ψηφιακό διαθλασίμετρο (μοντέλο SR-400) με διακριτική ικανότητα 0,1% brix και εκφράστηκαν ως °brix %.

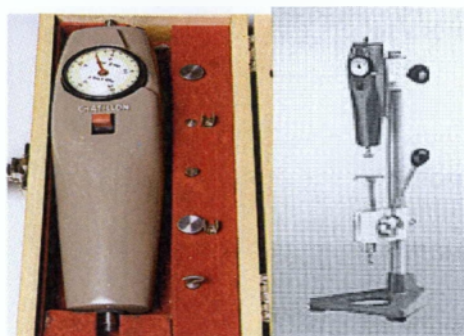


Εικ. 12. Διαθλασίμετρο (μοντέλο SR-400) .

Οι μετρήσεις έγιναν: την 0, 5^η, 9^η, 12^η, 16^η, 18^η, 20^η (συντήρηση στους 5 και 10°C) και 23^η ημέρα (20 °C SL).

2.7. Υφή:

Η υφή των καρπών προσδιοριζόταν σε 10 καρπούς / θερμοκρασία και συσκευασία, σε δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία με το όργανο Chatillon LTS, DPP Series, με διάμετρο εμβόλου 8 mm. Η δύναμη για το τρύπημα της σάρκας εκφράστηκε σε Kg.



Εικ.13. Δυναμόμετρο Chatillon για τον προσδιορισμό της υφής.

Οι μετρήσεις έγιναν: την 0, 5^η, 10^η, 15^η, 20^η (συντήρηση στους 5 και 10°C) και 23^η ημέρα (20 °C SL).

2.8. Χρώμα:

Ο προσδιορισμός του χρώματος γινόταν σε δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία κάθε καρπού με τη βοήθεια χρωματόμετρου Minolta (Model CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka). Το χρώμα αποδόθηκε με τις χρωματικές παραμέτρους L^* , a^* , b^* οι οποίες μετατράπηκαν στις C^* , h^* , ΔE^* . Η παράμετρος L^* (Lightness) εκφράζει τη φωτεινότητα (μαύρο 0, λευκό 100) του χρώματος, η παράμετρος a^* τη διαβάθμιση του χρώματος από το πράσινο (αρνητικές τιμές) στο κόκκινο (θετικές τιμές) και η παράμετρος b^* τη διαβάθμιση του χρώματος από το μπλε (αρνητικές τιμές) στο κίτρινο (θετικές τιμές). Οι παράμετροι L^* , h^* (hue angle) και C^* (chroma) σχετίζονται με την οπτική ποιότητα (McGuire 1992).

Το χρώμα αποδόθηκε από τις παραμέτρους: L^* , C^* , h^* , ΔE^* . Η παράμετρος C^* υπολογίστηκε από τον τύπο: $C^* = [(a^2 + b^2)]^{1/2}$, η παράμετρος h^* υπολογίστηκε από τον τύπο: $h^* (\text{hue angle}) = \tan^{-1}(b/a)$, η παράμετρος ΔE^* (ολική μεταβολή του χρώματος) υπολογίστηκε από τον τύπο $\Delta E^* = [(L_0 - L)^2 + (a_0 - a)^2 + (b_0 - b)^2]^{1/2}$. Ο προσδιορισμός γινόταν σε 30 καρπούς/ θερμοκρασία και τύπο συσκευασίας, οι δε μετρήσεις έγιναν:



Εικ. 14. Χρωματόμετρο Minolta (Model CR-300).

την 0, 5^η, 9^η, 12^η, 16^η, 18^η, 20^η (συντήρηση στους 5 και 10°C) και 23^η ημέρα (20 °C SL).

Το πείραμα επαναλήφθηκε 2 φορές: η πρώτη σειρά ξεκίνησε στις 15 Ιουλίου και η δεύτερη στις 2 Σεπτεμβρίου.

Τα αποτελέσματα επεξεργάστηκαν με το στατιστικό πακέτο Statgraphics 4.1 και η σύγκριση των Μ.Ο έγινε με την ελάχιστη σημαντική διαφορά (L.S.D) σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

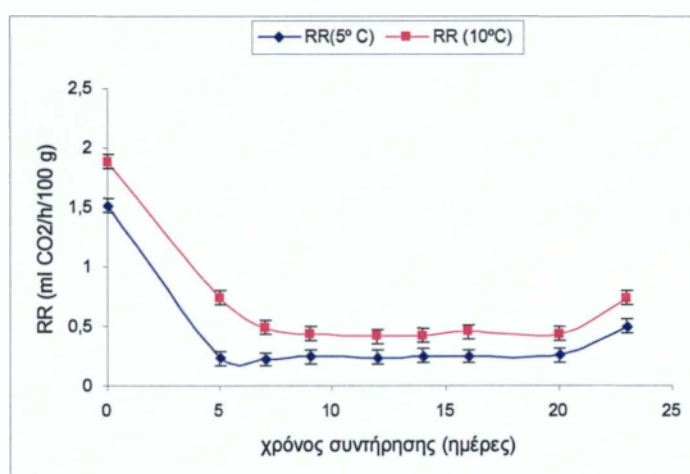
3. Αποτελέσματα

Η στατιστική επεξεργασία απέδειξε ότι δεν υπήρχε στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο επαναλήψεων για όλες τις μελετώμενες παραμέτρους και ως εκ τούτου θα παρουσιαστούν μόνο τα αποτελέσματα της 2^{ης} σειράς.

3.1. Επίδραση της θερμοκρασίας στην αναπνευστική δραστηριότητα της τομάτας τύπου «cherry»:

Η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας της τομάτας τύπου «cherry» στις θερμοκρασίες συντήρησης 5 και 10 °C παρουσιάζεται στο σχήμα 1.

Από το σχήμα 1 προκύπτει ότι η αναπνευστική δραστηριότητα στους 10°C είναι υψηλότερη από αυτή των 5°C και η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,05$). Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία είναι ο σημαντικότερος εξωτερικός παράγοντας που επηρεάζει την αναπνοή, το μεταβολισμό, την ενζυμική δραστηριότητα, τη διαπνοή και την ανάπτυξη των παθογόνων μικροοργανισμών.



Σχήμα 1. Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της αναπνευστικής δραστηριότητας τομάτας τύπου «cherry» στους 5° C και 10°C.

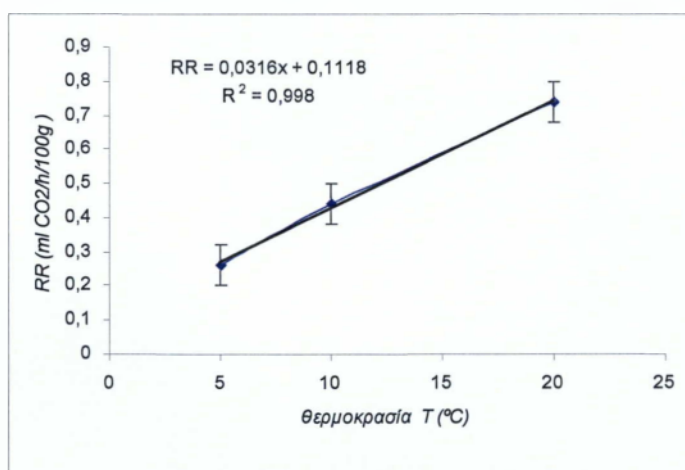
Ο ρυθμός των βιολογικών αντιδράσεων διπλασιάζεται για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά 10°C (Van't Hoff). Στην περίπτωση της τομάτας «cherry» το Q_{10} που υπολογίσαμε στο εύρος των θερμοκρασιών 10-20°C ήταν 1,68. Δεν υπολογίστηκε το Q_{10} στο εύρος 0-10°C γιατί η τομάτα είναι καρπός ευαίσθητος στη χαμηλή θερμοκρασία και δεν συντηρείται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Ήδη η θερμοκρασία των 5°C που μελετάται είναι πολύ οριακή για τη συντήρησή της.

Σύμφωνα με τον Kader (1987), οι τιμές του Q_{10} μεταβάλλονται ανάλογα με τη θερμοκρασία. Έτσι στο εύρος 0° - 10°C το Q_{10} παίρνει τιμές από 2,5 - 4,0 και

στο εύρος 10° - 20°C παίρνει τιμές από 2,0 - 2,5. Σύμφωνα με τον Marcellin (1980) υπάρχουν περιπτώσεις όπου το Q_{10} ορισμένων οργάνων αποκλίνει από τις ανωτέρω αναφερθείσες τιμές, γεγονός που παρατηρήθηκε στα μαρούλια Great Lakes (τύπος Iceberg) όπου η τιμή του Q_{10} στο εύρος 10-20°C ήταν 1,65 (Μανωλοπούλου, 2007 αποτελέσματα μη ανακοινωθέντα).

Θα πρέπει να επισημανθεί ότι η καμπύλη της αναπνευστικής δραστηριότητας της τομάτας «cheffy» που παρουσιάζεται στο σχήμα 1 και για τις δύο θερμοκρασίες (5 και 10°C) δεν είναι η τυπική καμπύλη κλιμακτηριακών καρπών (η τομάτα είναι κλιμακτηριακός καρπός). Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι οι τομάτες που χρησιμοποιήθηκαν στο πείραμα ήταν ώριμες (red ripe). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αποτελέσματα του Roberts et al. (2002) που αναφέρει ότι το κλιμακτηριακό μέγιστο προκύπτει στο στάδιο του γυρίσματος του χρώματος.

Στο σχήμα 2 παρουσιάζεται η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας της τομάτας τύπου «cheffy» συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.



Σχήμα 2. Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας της τομάτας τύπου «cheffy» συναρτήσει της θερμοκρασίας

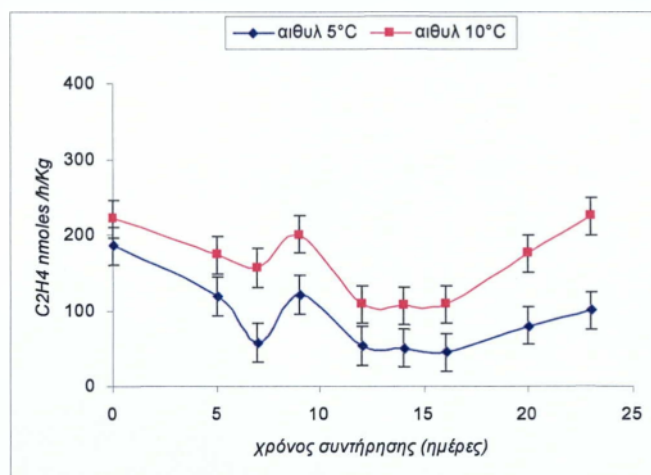
από το σχήμα 2 προκύπτει ότι η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας της τομάτας είναι γραμμική συνάρτηση της θερμοκρασίας του τύπου $RR = a + bT$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0,998$.

Από το σχήμα 1 φαίνεται η σημασία της χαμηλής θερμοκρασίας στο μεταβολισμό των φυτικών οργάνων. Η χαμηλή θερμοκρασία καθυστερεί την αναπνευστική δραστηριότητα με αποτέλεσμα να υπάρχει εξοικονόμηση των αποθεμάτων του κυττάρου και να μειώνεται η εκπεμπόμενη θερμότητα. Η εξοικονόμηση των κυτταρικών αποθεμάτων αυξάνει τη διάρκεια επιβίωσης των οργάνων μετά τη συλλογή. Σύμφωνα με τους Haller and Handling (1939) μια μέρα ζωής στους 25 °C ισοδυναμεί με 2 ημέρες στους 15 °C, 4 ημέρες στους 10 °C, 8 ημέρες στους 4 °C και 16 ημέρες στους 0 °C. Όμως η αύξηση του χρόνου της εμπορικής ζωής των φυτικών οργάνων δεν είναι πάντοτε μία απλή συνάρτηση της θερμοκρασίας συντήρησης (Ulrich, 1967).

3.2. Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στο εκπεμπόμενο αιθυλένιο

Η επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στην ποσότητα του εκπεμπόμενου αιθυλενίου παρουσιάζεται στο σχήμα 3, από το οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε το ρόλο της θερμοκρασίας στην παραγωγή του αιθυλενίου. Έτσι η παραγωγή αιθυλενίου στους 10 °C είναι υψηλότερη αυτής των 5 °C και η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,05$). Τόσο οι τομάτες που συντηρήθηκαν στους 5°C όσο και αυτές που συντηρήθηκαν στους 10 °C παρουσίασαν το κλιμακτηριακό μέγιστο την 9^η ημέρα της συντήρησης, ενώ η αύξηση που παρατηρείται την 23^η ημέρα οφείλεται στην αύξηση της θερμοκρασίας δεδομένου ότι μετά την 20^η ημέρα οι τομάτες συντηρήθηκαν σε συνθήκες περιβάλλοντος (20°C SL).

Είναι γνωστή η μεγάλη επίδραση που ασκεί η θερμοκρασία συντήρησης των φυτικών οργάνων, στην παραγωγή του αιθυλενίου (Field, 1985). Στα περισσότερα είδη



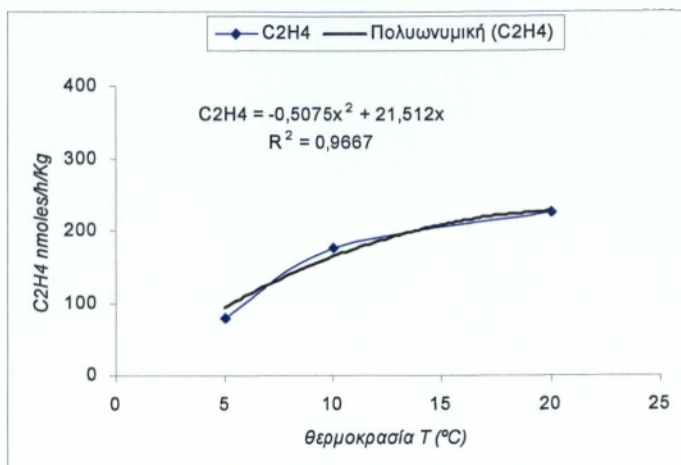
Σχήμα 3. Μεταβολή του εκπεμπόμενου αιθυλενίου στις θερμοκρασίες 5 και 10°C συναρτήσει του χρόνου συντήρησης

η παραγωγή είναι μειωμένη στις χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης ενώ αυξάνεται σε κανονικές συνθήκες θερμοκρασίας (18-25°C).

Συγκρίνοντας τα σχήματα 1 (μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας) και 3 (μεταβολή του εκπεμπόμενου αιθυλενίου) παρατηρούμε ότι η αναπνευστική δραστηριότητα των τοματών δεν παρουσίασε κλιμακτηριακή κρίση, ενώ το αιθυλένιο παρουσίασε κλιμακτηριακή κρίση. Είναι γνωστό ότι οι τομάτες είναι κλιμακτηριακός καρπός. Σύμφωνα με τους Biale and Young (1981) η έξαρση στη σύνθεση του αιθυλενίου δεν μπορεί να θεωρηθεί κρίσιμος παράγοντας για την πρόκληση της αναπνευστικής κρίσης. Έτσι παρατηρούνται φυτικά όργανα στα οποία η κρίση του αιθυλενίου προηγείται της αναπνευστικής κρίσης όπως π.χ στο avocado (Burg and Burg, 1962 a), στη μπανάνα Gros Michel (Burg and Burg, 1962 b), σε άλλα οι δύο κρίσεις συμπίπτουν όπως π.χ. στα μήλα Cox's Orange Pippin (Rhodes and Reid 1975), στα βερίκοκα ποικιλίας Moorpark (Reid, 1975) ενώ τέλος σε άλλα η κρίση του αιθυλενίου έπεται όπως π.χ στο mango ποικιλίας Haden (Burg and Burg, 1962 a) και στην τομάτα ποικιλίας Rutgers (Mizrahi et al., 1975).

Στο σχήμα 4 παρουσιάζεται η μεταβολή του εκπεμπόμενου αιθυλενίου συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης (5, 10°C και 20°C SL).

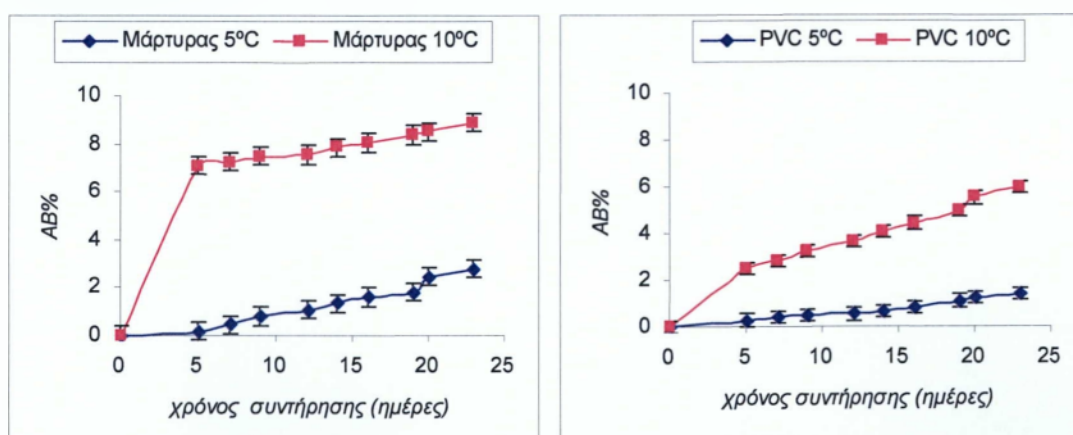
Από το σχήμα προκύπτει ότι η μεταβολή του αιθυλενίου είναι πολυωνυμική συνάρτηση της θερμοκρασίας συντήρησης του τύπου: $C_2H_4 = a + bT + cT^2$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0,96$.



Σχήμα 4. Μεταβολή του εκπεμπόμενου αιθυλενίου συναρτήσει της θερμοκρασίας

3.3. Απώλεια βάρους

Από τη στατιστική ανάλυση (ANOVA) προκύπτει ότι η θερμοκρασία συντήρησης επιδρά σημαντικά στην απώλεια βάρους της τομάτας. Στο σχήμα 5 παρουσιάζεται η απώλεια βάρους συναρτήσει του χρόνου συντήρησης τόσο του μάρτυρα (ασυσκευαστοι καρποί) όσο και των καρπών που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5 και 10°C.

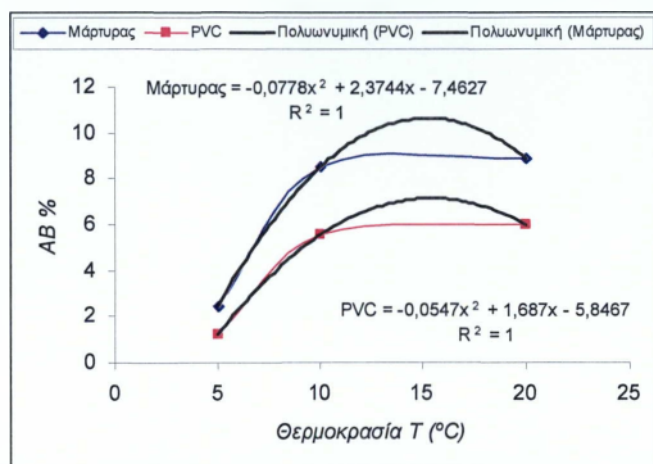


Σχήμα 5. Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης (5°C και 10°C) στην απώλεια βάρους καρπών τομάτας τύπου «cheery», συσκευασμένων με PVC ή μη.

Από το σχήμα 5 προκύπτει ότι στους 10°C τόσο ο μάρτυρας όσο και η ομάδα που καλύφθηκε με PVC παρουσιάζουν πολύ πιο μεγάλη απώλεια βάρους από τις αντίστοιχες ομάδες στους 5°C. Στο τέλος της συντήρησης (20^η ημέρα), ο μάρτυρας στους 10°C παρουσίασε 3,5 φορές υψηλότερη απώλεια βάρους από το μάρτυρα στους 5°C, η δε

ομάδα που καλύφθηκε με PVC και συντηρήθηκε στους 10°C παρουσίασε απώλεια βάρους 4,5 φορές υψηλότερη αυτής των 5°C.

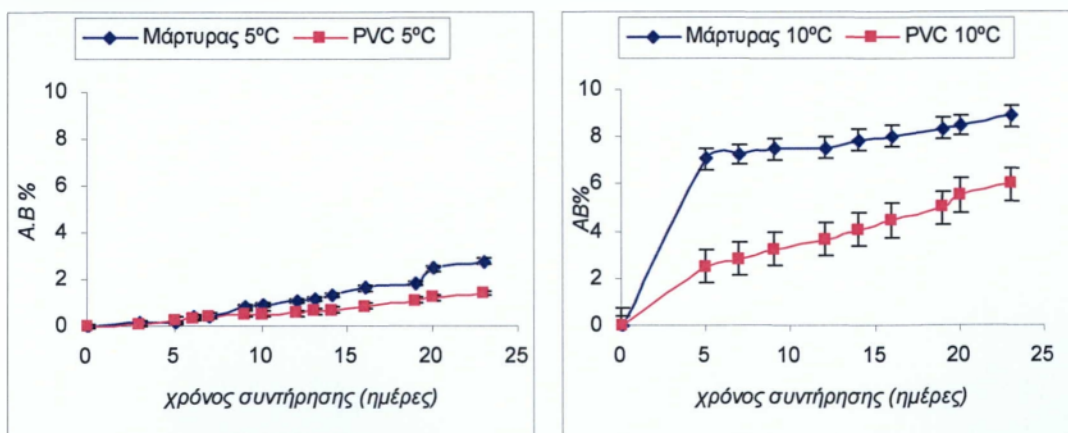
Στο σχήμα 6 παρουσιάζεται η μεταβολή της απώλειας βάρους του μάρτυρα και της ομάδας που καλύφθηκε με PVC συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης (5,10°C και 20°C SL).



Σχήμα 6. Μεταβολή της απώλειας βάρους των τοματών τύπου «cherry», συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

από το σχήμα προκύπτει ότι η μεταβολή της απώλειας βάρους είναι πολυωνυμική συνάρτηση της θερμοκρασίας συντήρησης του τύπου: $AB \% = a + bT + cT^2$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2=1$.

Το σχήμα 7 παρουσιάζει το ρόλο που παίζει η συσκευασία (PVC) στην απώλεια βάρους των καρπών.



Σχήμα 7. Μεταβολή της απώλειας βάρους καρπών τομάτας τύπου «cherry» (καλυμμένων με PVC ή ακάλυπτων-μάρτυρας-), που συντηρήθηκαν 20 ημέρες στους 5 και 10°C και 3 ημέρες σε συνθήκες περιβάλλοντος (20 °C SL).

από το σχήμα 7 προκύπτει ότι τόσο στους 5°C όσο και στους 10°C ο μάρτυρας παρουσίασε υψηλότερη απώλεια βάρους από τους καρπούς που συσκευάστηκαν με (PVC) και η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,05$). Έτσι στους 5°C ο

μάρτυρας παρουσίασε διπλάσια απώλεια βάρους συγκριτικά με την ομάδα που καλύφθηκε με PVC, στους δε 10°C η διαφορά αυτή είναι 1,5 φορά υψηλότερη.

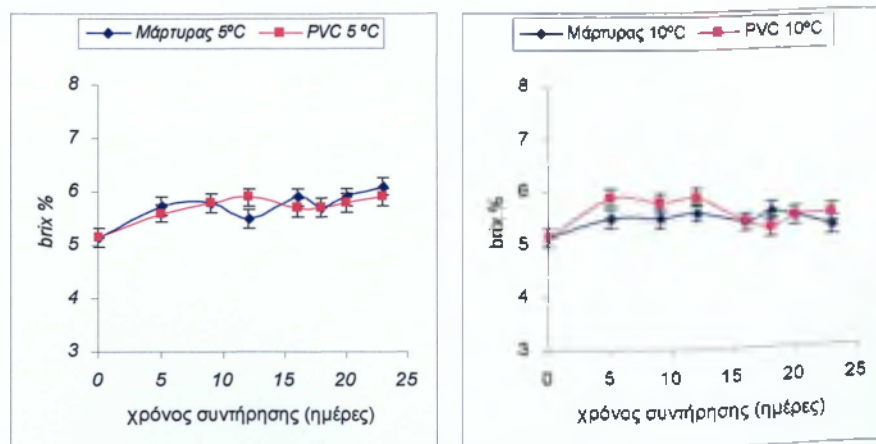
Από τη στατιστική ανάλυση αποδείχθηκε ότι η επίδραση του χρόνου συντήρησης και της συσκευασίας είναι στατιστικά σημαντική για την απώλεια βάρους των καρπών. Στην περίπτωση του μάρτυρα στους 5°C και των συσκευασιών με PVC, στους 5 και 10°C, η απώλεια βάρους είναι γραμμική συσχέτιση του χρόνου συντήρησης του τύπου: $AB = at$ με συντελεστή συσχέτισης κυμαινόμενο μεταξύ 0,9-0,97. Στην περίπτωση του μάρτυρα στους 10°C η απώλεια βάρους είναι πολυωνυμική συνάρτηση του χρόνου συντήρησης του τύπου: $AB = a + bt + ct^2$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0,8$.

Η απώλεια βάρους είναι ένας από τους δείκτες υποβάθμισης της ποιότητας των νωπών φυτικών προϊόντων. Είναι γνωστό ότι τα νωπά φρούτα και λαχανικά περιέχουν περίπου 70-95% νερό. Αμέσως μετά τη συγκομιδή τους αρχίζουν να χάνουν νερό χωρίς να μπορούν να το αντικαταστήσουν. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την απώλεια βάρους και τη συρρίκνωση των καρπών. Οι συνθήκες του περιβάλλοντος συντήρησης παίζουν σημαντικό ρόλο στην απώλεια βάρους. Έτσι η χαμηλή θερμοκρασία και η υψηλή σχετική υγρασία, στην περίπτωση μας επετεύχθη με την κάλυψη με PVC, μειώνουν σημαντικά την απώλεια βάρους γιατί μειώνουν τη διαπνοή. Μία απώλεια βάρους της τάξης του 5-10%, εκτός από ειδικές περιπτώσεις φυλλωδών λαχανικών, προκαλεί υποβάθμιση των φρούτων και λαχανικών (FAO, 1989).

3.4. Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά.

Η στατιστική ανάλυση απέδειξε ότι από τους παράγοντες που υπεισέρχονται στη μελέτη, ήτοι: θερμοκρασία, συσκευασία και χρόνος συντήρησης, οι παράγοντες που επηρεάζουν τη μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών είναι η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης, ενώ η συσκευασία δεν ασκεί καμιά επίδραση.

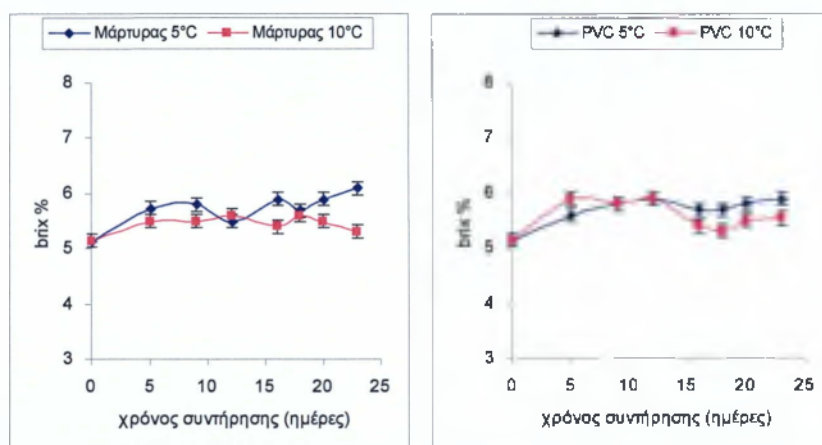
Στο σχήμα 8 παρουσιάζεται η μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών που παρουσίασαν τόσο τα καλυμμένα με PVC τοματάκια όσο και τα ασυσκευαστα (μάρτυρας) κατά τη διάρκεια της συντήρησης τους στους 5°C και 10°C.



Σχήμα 8. Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών τοματάκιων τύπου «cherry», που συντηρήθηκαν για 20 ημέρες στους 5°C και 10°C και 3 ημέρες σε συνθήκες περιβάλλοντος (20°C SL).

από το σχήμα 8 προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά και στις δύο θερμοκρασίες μεταξύ των καρπών του μάρτυρα και των καλυμμένων με PVC . Αυτό είναι λογικό διότι η κάλυψη με PVC δε δημιούργησε κάποια μεταβολή της σύστασης του αέρα (τροποποιημένη ατμόσφαιρα) που περιέβαλλε τις τομάτες, απλώς τις προστάτευσε από την αφυδάτωση. Και στις δύο θερμοκρασίες παρατηρείται μία ελαφρά αύξηση της περιεκτικότητας σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά τις πρώτες ημέρες της συντήρησης και στη συνέχεια μία σταθεροποίηση. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στη μεταβολή του σταδίου ωριμότητας των καρπών.

Στο σχήμα 9 παρουσιάζεται η επίδραση της θερμοκρασίας στη μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών των τοματάκιων.



Σχήμα 9. Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στη μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών σε τοματάκια τύπου «cherry» που συντηρήθηκαν στους 5 και 10°C.

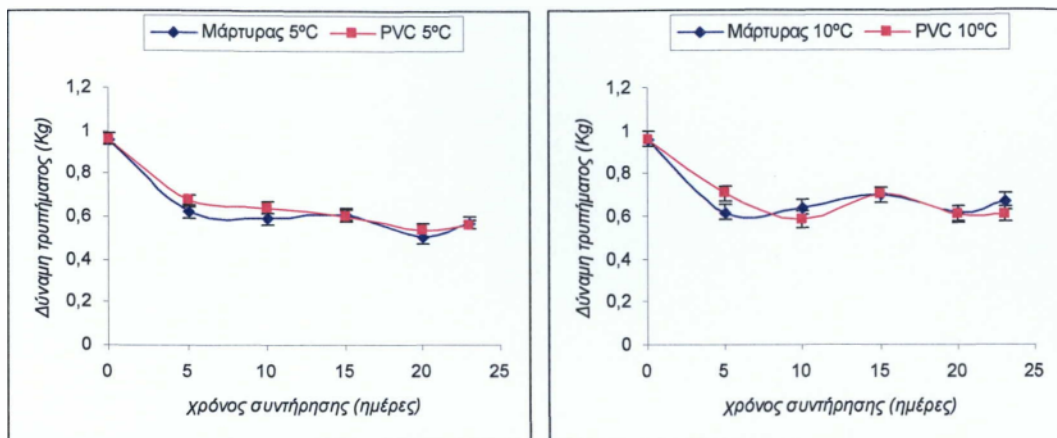
από το σχήμα 9 προκύπτει ότι μετά την 12^η ημέρα συντήρησης παρουσιάζεται μία στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 5°C και 10°C και αυτό μπορεί να αποδοθεί στην εντονότερη αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών στους 10°C.

3.5 Μεταβολή της υφής

Από τη στατιστική ανάλυση (ANOVA) προέκυψε ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν την υφή της τομάτας τύπου «cherry» είναι η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης.

Στο σχήμα 10 παρουσιάζεται η μεταβολή της υφής τομάτας τύπου «cherry» καλυμμένης με PVC ή μη καλυμμένης (μάρτυρας) κατά τη διάρκεια της συντήρησης της στους 5°C και 10°C.

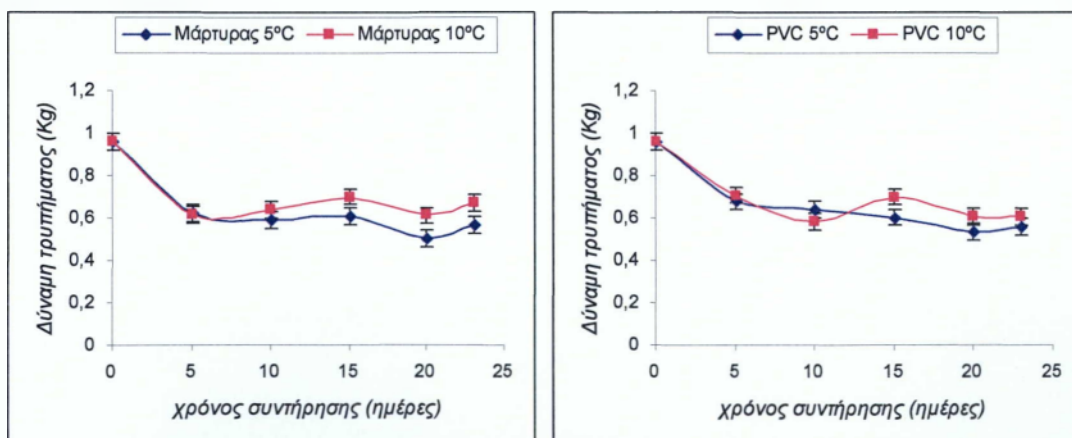
Από το σχήμα 10 προκύπτει ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη μεταβολή της υφής μεταξύ των καρπών που είχαν καλυφθεί με PVC και των ασυσκευαστών καρπών (μάρτυρας). Τόσο στους 5°C όσο και στους 10°C παρουσιάζεται μία μείωση της υφής κατά τη διάρκεια της συντήρησης, η οποία μπορεί να αποδοθεί στη μεταβολή του σταδίου ωριμότητας. Η μείωση αυτή και στις δύο θερμοκρασίες είναι πολύ



Σχήμα 10. Επίδραση της συσκευασίας στη μεταβολή της υφής τομάτας τύπου «cherry» που συντηρήθηκε στους 5°C και 10°C .

πιο έντονη τις 5 πρώτες ημέρες της συντήρησης. Στο τέλος της συντήρησης στους 5°C +3 ημέρες SL (23^η ημέρα) οι καρποί της τομάτας παρουσίασαν μία απώλεια της υφής της τάξης του 41-42% περίπου και στους δύο τύπους συσκευασίας, ενώ στο τέλος της συντήρησης στους 10°C +3 ημέρες SL η απώλεια αυτή ήταν της τάξης του 30-36%. Η μεγαλύτερη μείωση της υφής που παρατηρείται στους 5°C μπορεί να αποδοθεί σε βλάβη των ιστών από τη χαμηλή θερμοκρασία (chilling injury). Είναι γνωστό ότι η χαμηλή θερμοκρασία (κάτω από τα ενδεικνυόμενα όρια) προκαλεί μία αποδιοργάνωση της λειτουργίας των κυτταρικών τοιχωμάτων και ως εκ τούτου μαλάκωμα των ιστών (Lyons and Breidenbach, 1987).

Στο σχήμα 11 παρουσιάζεται η επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στην υφή τομάτας καλυμμένης με PVC ή όχι.



Σχήμα 11. Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης (5°C και 10°C) στην υφή τομάτας τύπου «cherry»

από το σχήμα 11 προκύπτει ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα που συντηρήθηκε στους 5°C και αυτού που συντηρήθηκε στους 10°C. Ο μάρτυρας που συντηρήθηκε στους 10°C διατήρησε υψηλότερες τιμές από αυτόν που

συντηρήθηκε στους 5°C. Έτσι στο τέλος της συντήρησης (23^η ημέρα) ο μάρτυρας που συντηρήθηκε στους 10°C παρουσίασε μία μείωση της υφής της τάξης του 30% ενώ αυτός που συντηρήθηκε στους 5°C παρουσίασε μία μείωση της τάξης του 41%. Όσον αφορά στις τομάτες που είχαν συσκευασθεί με PVC αυτές που συντηρήθηκαν στους 10°C παρουσίασαν μία απώλεια της υφής της τάξης του 36% έναντι 41% που παρουσίασαν αυτές που συντηρήθηκαν στους 5°C.

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω παρατηρούμε ότι η διαφορά μεταξύ των μαρτύρων στους 5°C και 10°C είναι πολύ πιο μεγάλη, μάλιστα είναι διπλάσια, από ότι μεταξύ των καρπών που καλύφθηκαν με PVC. Αυτό μπορεί να αποδοθεί στο γεγονός ότι η κάλυψη των καρπών μειώνει την ευαισθησία τους στις βλάβες του ψύχους και τους επιτρέπει να αντέχουν χωρίς έντονα προβλήματα τις χαμηλές θερμοκρασίες (Baccaunaud, 1999).

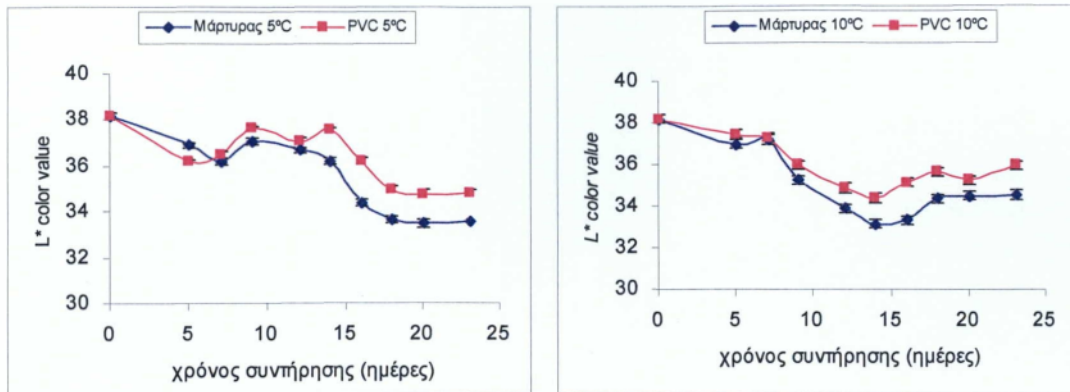
Για τις νωπές τομάτες τα δύο ποιοτικά χαρακτηριστικά που ενδιαφέρουν περισσότερο τους εμπόρους και τους καταναλωτές είναι το χρώμα και η υφή (Tijsskens & EVELO, 1994). Η υφή του καρπού επηρεάζεται από τη σκληρότητα της σάρκας και από το πάχος και τη κατάσταση της επιδερμίδας (Kader, Morris, & Chen, 1978). Το μαλάκωμα του καρπού κατά τη διάρκεια της διανομής ή της συντήρησης είναι σοβαρό πρόβλημα γιατί αυξάνει την ευαισθησία του στη δημιουργία βλαβών. Η σκληρότητα του καρπού μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης ποιότητας (Burton, 1982) και στην περίπτωση της τομάτας σαν τελικός δείκτης βάσει του οποίου ο καταναλωτής αποφασίζει να την αγοράσει (Gormley & Egan, 1978). Σύμφωνα με τους Gormley and Egan (1978) η αντίσταση στη διείδυση της τομάτας στο στάδιο της πώλησης πρέπει να είναι περίπου 1Kg, ενώ για κατανάλωση πρέπει να είναι περίπου 0,7 Kg. Οι Batu and Thompson, 1998 και Batu, 2004, μελετώντας διάφορες ποικιλίες τοματών αναφέρουν ότι η αντίσταση στη διείδυση της τομάτας στο στάδιο της πώλησης πρέπει να κυμαίνεται περίπου στο 1,5 Kg, ενώ για κατανάλωση ως σαλάτα η δύναμη αυτή πρέπει να είναι 1,3 Kg. Θα πρέπει να αναφερθεί ότι τα δεδομένα αυτά αναφέρονται σε κανονικές τομάτες και όχι τύπου «cheffy». Οι παράγοντες που επηρεάζουν την υφή είναι πολλοί μεταξύ αυτών θα πρέπει να αναφερθούν η ποικιλία, οι καλλιεργητικές φροντίδες, το στάδιο συγκομιδής, οι συνθήκες συντήρησης, ο τρόπος μέτρησης κ.α. Στην περίπτωση μας η αντίσταση στη διείδυση της τομάτας τη στιγμή της αγοράς ήταν περίπου 1 Kg μετά δε από συντήρηση 20 ημερών στους 5 και 10°C και 3 ημέρες σε συνθήκες περιβάλλοντος η αντίσταση αυτή κυμάνθηκε γύρω στα 0,6-0,7 Kg στους 10°C και 0,6 Kg στους 5°C.

3.6 Μεταβολή του χρώματος.

Η μεταβολή του χρώματος των καρπών θα παρουσιασθεί από τις παραμέτρους: φωτεινότητα (L*), χρώμα (C*), χροιά (h°) (Thai et al. 1990), και ΔΕ* (ολική μεταβολή) .

Από τη στατιστική ανάλυση (ANOVA) προέκυψε ότι οι παράγοντες που επηρεάζουν τους χρωματικούς παράγοντες L* (φωτεινότητα), C* (χρώμα) και ΔΕ* είναι: η συσκευασία, η θερμοκρασία και ο χρόνος συντήρησης, ενώ οι παράγοντες που επηρεάζουν τη χροιά (h°) είναι: η συσκευασία και ο χρόνος συντήρησης.

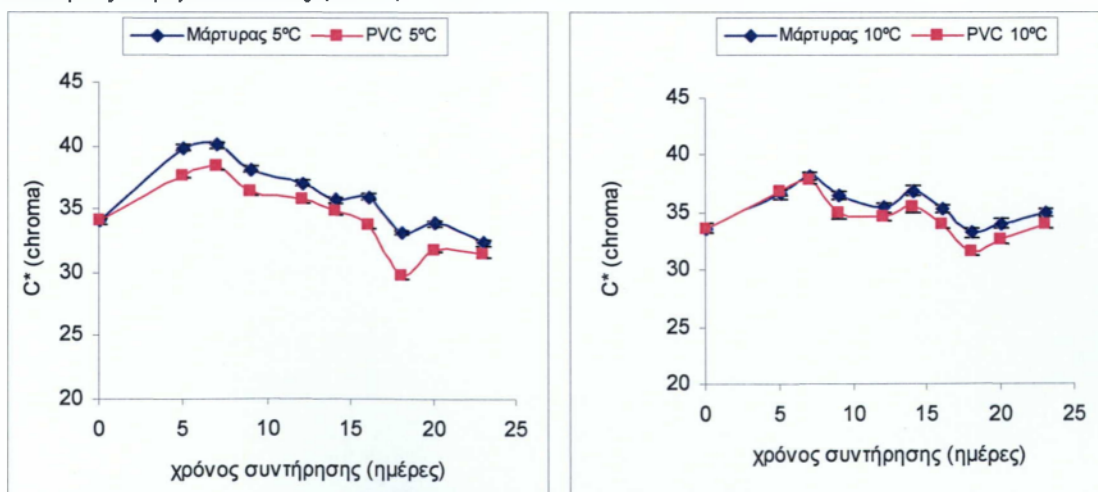
Στο σχήμα 12 παρουσιάζεται η μεταβολή της φωτεινότητας L* των καρπών (συσκευασμένων και μη με PVC) που συντηρήθηκαν στους 5 και 10°C για 20 ημέρες και στη συνέχεια στους 20°C για 3 ημέρες.



Σχήμα 12. Μεταβολή της φωτεινότητας L* συσκευασμένων και μη καρπών τομάτας τύπου «cherry» που συντηρήθηκαν στους 5 και 10°C.

από το σχήμα 12 προκύπτει ότι και στις δύο θερμοκρασίες η συσκευασία με PVC διατήρησε τη φωτεινότητα σε υψηλότερα επίπεδα. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,05$). Έτσι στο τέλος της συντήρησης (23 ημέρα) οι καρποί του μάρτυρα στους 5°C έχασαν 12% περίπου της αρχικής τους φωτεινότητας, οι καρποί που καλύφθηκαν με PVC και συντηρήθηκαν στους 5°C έχασαν το 8,8% της φωτεινότητάς τους ενώ οι απώλειες στους 10°C ήταν αντίστοιχα 9,5% και 5,8%. Είναι γνωστό ότι η ενδεικνυόμενη θερμοκρασία συντήρησης της ώριμης τομάτας είναι 8-10°C (PIF, 2000), ενώ η θερμοκρασία των 5°C είναι μία θερμοκρασία που μπορεί να προκαλέσει βλάβες όταν οι καρποί της τομάτας συντηρηθούν για μεγάλο χρονικό διάστημα. Ένα από τα συμπτώματα των βλαβών αυτών είναι η μεταβολή του χρώματος που γίνεται πιο σκούρο (Cantwell et al, 2009). Η συσκευασία με PVC μείωσε την απώλεια βάρους των καρπών, διατήρησε τη σπαργή των κυττάρων και διατήρησε και τη φωτεινότητα πολύ πιο κοντά στις αρχικές τιμές συγκριτικά με το μάρτυρα.

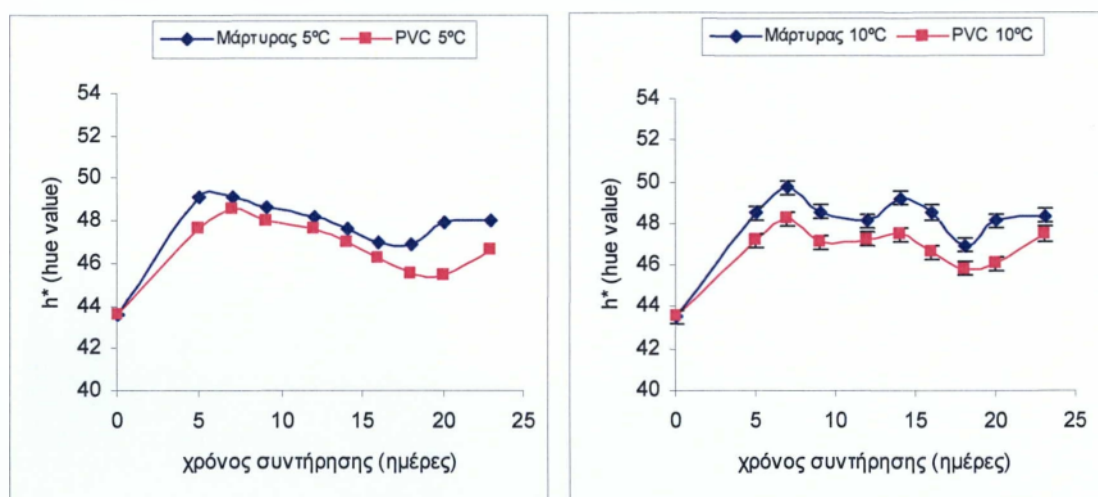
Στο σχήμα 13 παρουσιάζεται η μεταβολή του χρώματος (C*) τοματών καλυμμένων ή μη που συντηρήθηκαν στους 5 και 10°C για 20 ημέρες και 3 ημέρες σε συνθήκες περιβάλλοντος (20°C).



Σχήμα 13. Μεταβολή του χρώματος (C*) κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 5 και 10°C τοματών τύπου «cherry».

από το σχήμα 13 προκύπτει ότι και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ του μάρτυρα (ασυσκευαστων καρπών) και των καρπών που καλύφθηκαν με PVC. Στο τέλος της συντήρησης (23 ημέρα) ο μάρτυρας στους 5°C παρουσίασε μία μείωση του χρώματος της τάξης του 4,8% ενώ οι καρποί που συσκευάστηκαν με PVC παρουσίασαν μια μείωση της τάξης του 7,5%. Στους 10°C οι καρποί παρουσίασαν μία αύξηση του χρώματος της τάξης του 3,9% στην περίπτωση του μάρτυρα και 0,8% στην περίπτωση της κάλυψης με PVC. Η διαφορά στις τιμές οφείλεται στο διαφορετικό βαθμό ωριμότητας των καρπών. Είναι γνωστό ότι η θερμοκρασία και η συσκευασία παίζουν σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του βαθμού ωριμότητας.

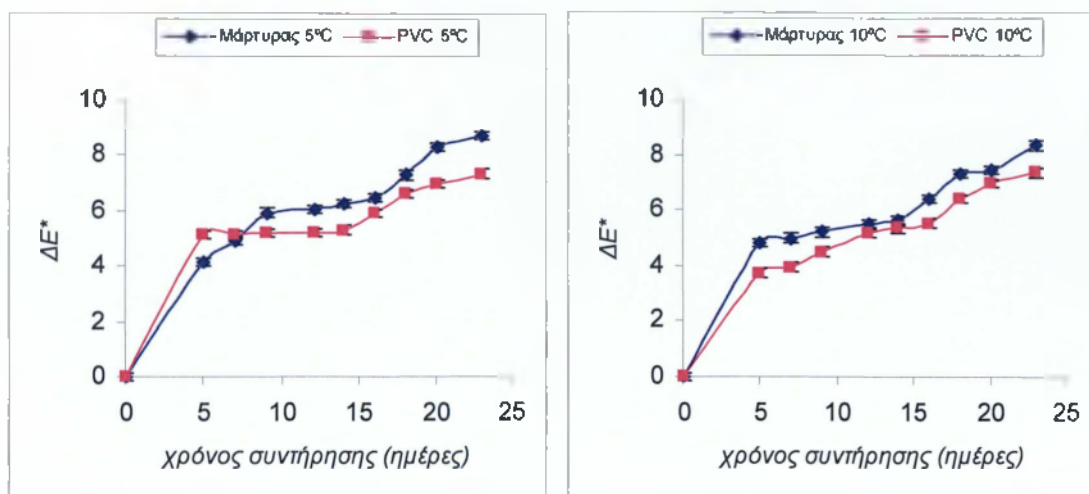
Στο σχήμα 14 παρουσιάζεται η μεταβολή της χροιάς (h°) καρπών τομάτας συσκευασμένων ή μη και συντηρημένων για 20 ημέρες στους 5 και 10 °C και 3 ημέρες στους 20°C



Σχήμα 14. Μεταβολή της χροιάς (h°) τομάτας τύπου «cherry» κατά τη συντήρηση για 20 ημέρες στους 5 και 10°C και 3 ημέρες στους 20°C

από το σχήμα 14 προκύπτει ότι η συσκευασία επηρεάζει (στατιστικά σημαντικά – $p=0,05$) τη χροιά του χρώματος των τοματών. Τόσο στους 5 όσο και στους 10°C ο μάρτυρας παρουσίασε υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τη συσκευασία με PVC. Στην έναρξη της συντήρησης η τιμή της χροιάς των καρπών ήταν 44 πολύ κοντά στην ιδανική τιμή ≤ 40 . Στο τέλος της συντήρησης ο μάρτυρας στους 5°C παρουσίασε μία αύξηση της τάξης του 10%, οι καλυμμένες τομάτες στην ίδια θερμοκρασία παρουσίασαν μία αύξηση της τάξης του 7,5% ενώ στους 10°C η μεταβολή ήταν 11% και 9% αντίστοιχα. Η αύξηση της χροιάς σημαίνει ότι οι καρποί αποκτούν υψηλότερες τιμές του b δηλ. τείνουν προς ένα χρώμα πιο κίτρινο.

Στο σχήμα 15 παρουσιάζεται η ολική μεταβολή (ΔE^*) του χρώματος των τοματών στους 5 και 10°C.



Σχήμα 15. Ολική μεταβολή του χρώματος τοματών τύπου «cherry» που συντηρήθηκαν στους 5 και 10°C

από το σχήμα 15 προκύπτει ότι και στις δύο θερμοκρασίες παρουσιάζεται μία αύξηση της μεταβολής του χρώματος. Η αύξηση αυτή είναι εντονότερη τις 5 πρώτες ημέρες. Ο μάρτυρας παρουσιάζει μεγαλύτερη μεταβολή σε σχέση με τη συσκευασία με PVC, η διαφορά δε μεταξύ των δύο χειρισμών (μάρτυρας, PVC) είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,05$).

Το χρώμα στην περίπτωση της τομάτας χρησιμοποιείται συχνά σαν ένας εξωτερικός δείκτης της εκτίμησης της ολικής ποιότητας της, λόγω της εύκολης εκτίμησής του. Έτσι είναι ένα κριτήριο το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως τόσο από τους καταναλωτές όσο και από τους εμπόρους.

Η μεταβολή του χρώματος της τομάτας τόσο κατά τη διάρκεια της ωρίμασης όσο και της συντήρησης επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως: τη θερμοκρασία, το στάδιο ωριμότητας κατά τη συγκομιδή και τις φυσικές βλάβες (Grierson and Kader, 1986). Κατά τη συντήρηση όμως υπό κανονικές συνθήκες η μεταβολή του χρώματος επηρεάζεται κυρίως από τη θερμοκρασία, το αρχικό στάδιο ωριμότητας και το χρόνο συντήρησης (Tijsskens, Evelo, 1994). Οι τιμές των παραμέτρων b^* , L^* , C^* και hue εξαρτώνται κυρίως από την ποικιλία (Tijsskens, Evelo, 1994). Όμως η εξέλιξη του κίτρινου χρώματος (μεταβολή της παραμέτρου b^*) είναι συνδυασμός της θερμοκρασίας συντήρησης, του αρχικού σταδίου ωριμότητας και του χρόνου συντήρησης. Για το λόγο αυτό η καλύτερη απόδοση του χρώματος της τομάτας μπορεί να γίνει από τις παραμέτρους hue και a^*/b^* (Tijsskens, Evelo, 1994). Οι τιμές της παραμέτρου a^*/b^* μεταβάλλονται συναρτήσει του σταδίου ωριμότητας από αρνητικές σε θετικές. Σύμφωνα με τον Batu, (2004) οι τιμές του λόγου a^*/b^* στο στάδιο της κόκκινης ώριμης τομάτας κυμαίνονται μεταξύ 0,95 και 1,21, ενώ οι Gormley and Egan (1978) αναφέρουν για το στάδιο αυτό τιμές γύρω στο 1,4. Στην περίπτωση μας οι τιμές της παραμέτρου a^*/b^* στην αρχή της συντήρησης ήταν 1 ενώ στο τέλος της συντήρησης στους 5°C κυμάνθηκε μεταξύ 0,85 και 0,9 ενώ στους 10°C οι τιμές κυμάνθηκαν μεταξύ 0,93 και 0,98, δηλ. και στις δύο περιπτώσεις διατηρήθηκε πολύ κοντά στις αρχικές τιμές..

3.7 Εμφάνιση μυκητολογικών προσβολών.

Στο τέλος της συντήρησης (23^η ημέρα) παρουσιάστηκε πολύ μικρό ποσοστό μυκητολογικών προσβολών της τάξης του 1-2% στους καρπούς που συντηρήθηκαν στους 5°C. Αυτό ήταν συνέπεια της επίδρασης της χαμηλής θερμοκρασίας η οποία προκάλεσε βλάβες στους ιστούς (chilling injury) και αύξησε την ευαισθησία τους στις μυκητολογικές προσβολές.



Εικ.10. Καρποί τομάτας τύπου «cherry» με μυκητολογικές προσβολές.(συνθήκες συντήρησης: 20 ημέρες στους 5°C +3 ημέρες στους 20°C)

4. Συμπεράσματα

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω προκύπτουν τα εξής:

- οι τομάτες τύπου «cherry» μπορούν να συντηρηθούν στους 10°C για ικανοποιητικό χρονικό διάστημα (20 ημέρες) χωρίς σημαντικές μεταβολές των ποιοτικών τους παραμέτρων. Η κάλυψη με PVC μείωσε την απώλεια βάρους διατηρώντας καλλίτερα τη σπαργή και τη φωτεινότητα των καρπών (L*) χωρίς όμως να επηρεάσει την υφή και τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (brix).
- Στους 5°C οι καρποί της τομάτας παρουσίασαν μικρότερη απώλεια βάρους, μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (brix), έγιναν πιο μαλακοί και παρουσίασαν μεγαλύτερη ολική μεταβολή του χρώματος (ΔE*).
- Το σημαντικότερο ρόλο στην ποιότητα των καρπών της τομάτας κατά τη διάρκεια της συντήρησης παίζει η θερμοκρασία. Έτσι η θερμοκρασία των 10°C αύξησε την αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών, την παραγωγή του αιθυλενίου και την απώλεια βάρους όμως διατήρησε καλλίτερα την ολική ποιότητα των καρπών. Η θερμοκρασία των 5°C για το χρονικό διάστημα των 20 ημερών προκαλεί μαλάκωμα των ιστών και σκοτεινότερο χρώμα. Θα μπορούσε να έχει καλά αποτελέσματα για ένα συντομότερο χρόνο συντήρησης π.χ 10 ημερών.

5. Βιβλιογραφία

Anon. 2008. Fresh facts on retail. Whole and fresh-cut produce trends: Q2 2008. United Fresh research and education Foundation. 8pp. <http://www.unitedfresh.org>.

Baccaunaud, M. 1999. Conservation et conditionnement des légumes sous gaz. In: Technologie des legumes, Tec &Doc, Paris, pp.297-316.

Battu, A. 2004. Determination of acceptable firmness and color values of tomatoes. J. of Food Engineering, 61:471-475.

Battu, A., Thompson, K. 1998. Effects of modified atmosphere packaging on post harvest qualities of pink tomatoes. Tr. J. of Agriculture and Forestry, 22:365-372.

Biale, B.J. and Young, E., 1981. Respiration and ripening in fruits-Retrospect and Prospect. In: Recent advances in the biochemistry of fruit and vegetables, Friend, J., Rhodes, M.J. (eds), Academic Press, London, pp.1-39.

Burg, S.P. and Burg, E.A. 1962(b). Role of ethylene in fruit ripening. Plant Physiology. 37:179-189

Burg, S.P. and Burg, E.A., 1962 (a). Postharvest ripening of avocados. Nature. 194: 398-399.

Burton, W. G. (1982). Ripening and senescence of fruits. In W. G. Burton (Ed.), Post-harvest physiology of food crops (pp. 181-198). Logman Group Ltd.

Cantwell, M., Xunli Nie, AND Gyunghoon Hong, 2009. Impact of storage conditions on grape tomato quality. 6th ISHS Postharvest Symposium, Antalya, Turkey, April 8-12.

Ciro Ciufolini, Λαχανοκομία-Κηπευτική, Γενική και Ειδική. Εκδ. Ψύχαλος ,σελ.196-197.

Dumas, Y., Mario Dadomo, Giuseppe Di Lucca and Pascal Grolier, 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. Journal Science of Food and Agriculture, 83:369-382.

FAO, 1989. Document repository, prevention of post-harvest food losses. Fruits, vegetables and root crops. A training manual, Forest Finance Working paper. 17-20.

Field, R.J., 1985. The effect of temperature on ethylene production by plant tissues. In: Ethylene and Plant Development. Roberts and Tucker, G.A. (eds), Butterworths, Boston.

Franceschi, S, Bidoli, E., La Vecchia C, Talamini, R., D'Avanzo B., and Negri, E. 1994. Tomatoes and risk of digestive-tract cancers. Int J. Cancer, 59: 181-184.

Giovanucci, E., Ascherio, A., Rimm, E.B., Stampfer, M.J., Colditz, G.A and Willett, W.C., 1995. Intake of carotenoids and retinol in relation to risk of prostate cancer. *J. Nat. Cancer Inst* 87:1767-1776.

Gormley, L., & Egan, S. 1978. Firmness and colour of fruit at some tomato cultivars from various sources during storage. *Journal of Science of Food and Agriculture*, 29, 534–538.

Grierson, D. and Kader, A.A., 1986. Fruit ripening and quality. In: J.G. Atherton and J. Rudich (Editors), *the Tomato Crop*. Chapman and Hall, London, pp. 241-252.

Haller, M.H and Harding, P.L. 1939. Effect of storage temperature on peaches. U.S Department of Agriculture, Technical Bulletin No 680.

Hatton, T.T., E.B. Pantastico, and E.K. Akamine,1975. Individual commodity requirements, In: *Postharvest Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables* (E.B. Pantastico, ed) AVI, Westport, CT, p.201-215.

Hobson, G.E. & Bedford L. 1989. The compositions of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. *Journal of Horticultural Science* 64, pp.321-332.

Hobson, G.E. 1987. Low temperature injury and the storage of ripening tomatoes. *J. Hort. Sci.* 62(1):55-62.

International Institute Of Refrigeration (IIF),2000. Recommendations for chilled storage of perishable produce. IIF (ed).Paris.

Jimenez, M., E. Trejo and M. Cantweell. 1996. Cherry tomato storage and quality evaluations. Dept. Vegetable Crops, University of California, Davis, CA. Vegetable Research Report. <http://cetulare.ucdaviw.edu/pubveg/che96.htm>.

Kader, A. A., Morris, L. L., & Chen, P. 1978. Evaluation of two objective methods and subjective rating scale for measuring tomato firmness. *Journal of American Society Horticultural Science*, 103,70–73.

Kader, A.A. 1987. Respiration and gas exchange of vegetables, In: *Postharvest physiology of vegetables*, ed. J. Weichmann, Marcel Dekker, Inc. N.York, pp.25-43.

Kader, A.A. 2002. Fruits in the global market. In: *Fruit quality and its biological basis* (M. Knee ed) Sheffield Academic Press, U.K., pp.1-16.

Kasmire,R.F.,1992. Cooling horticultural commodities. III. Selecting a cooling method. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources, Oakland, Calif. (USA).

Knee,M., Proctor, F.J. & Dover, C.J.,1985. The tecnology of ethylene control: use and

removal in post harvest handling of horticultural commodities. *Annals of Applied Biology* 107:581-595.

Larrigaudierre, C.,A., Latche, J.C. Pech and C. Triantaphylides, 1991. Short term effects of γ -irradiation on 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid metabolism in early climacteric cherry tomatoes. *Plant Physiol.* 92 pp. 577-582.

Long, V.H., 1998. Cherry tomatoes seeds production. AVRDC –ARC Research report.

Lorenz, O.A. & Maynard, D.N., 1980. *Knotts handbook for vegetables grower*, pp.390, 2nd ed. New-York.

Lyons, M.J and R. W. Breidenbach, 1987. Chilling injury In: *Postharvest Physiology of vegetables*. Weichmann ed. Marcel Dekker, Inc, New York, pp.305-338.

Madhavi, D.L, Salunkhe, D.K.,1998. Tomato In: *Handbook of Vegetable Science and Technology*, ed. Salunkhe, Kadam, CRC, pp.171-201.

Marcellin, P. 1980. Le traitement frigorifique des produits d' origine vegetable. *Institut International du Froid*, pp.56-66.

Maul, F., S.A. Sargent, C.A. Sims, E.A. Baldwin, M.O. Balaban, D.J. Hubermaul, 2006. Tomato Flavor and Aroma Quality as Affected by Storage Temperature. *Journal of Food Science*, 65(7),128-1237.

McGuire, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. *HortScience* V.27, pp. 1254-1255.

Mitropoulos, D., G. Lamprinos, H. Manolopoulou. 2000. A portable setup for fruit respiration measurement. In: Artes, F., M.I. Gil and M.A.Conesa (Eds). 'Improving postharvest technologies of fruits, vegetables and ornamentals'. Vol.II, IIR Edition, pp. 926–931.

Mizrahi, Y., Dostal, H.C., McGlasson, W.B and Cherry, J.H.,1975. Effect of abscisic acid and benzyladenine on fruits of normal and rin mutant tomatoes. *Plant Physiol.* 56:544-546.

Pagliarini, E., Monteleone, E., Ratti, S. 2001. Sensory profile of eight tomato cultivars and its relationship to consumer preference. *Ital. J. Food Sci.* 13(3): 285-296.

Parsons, C.S., R.E. Anderson and R.W Penney. 1970. Storage of mature green tomatoes in controlled atmosphere. *J. Am. Soc. Hort.* 95, pp.791-795.

Passam, H.C.,Bebeli,P.J.,Kavapanos,I.C.,Savvas,D., 2007.A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruits quality. *The European Journal of Plants Science and Biotechnology.* 1 (1) pp.1-21.

- Raffo, A., Cherubino, L., Fogliano, V., Ambrosino, P., Salucci, M., Gennaro, L., Bugianesi, R., Giuffrida, F., Quaglia, G. 2002. Nutritional value of cherry tomatoes (*lycopersicon esculantum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. *J. Agric. Food Chem.* V50: 6550-6556.
- Reid, M.S., 1975. The role of ethylene in the ripening of some unusual fruits. *Facteurs et regulation de la maturation des fruits*. No 238, pp. 177-182, CNRS.
- Rhodes, M.J and Reid, M.S. 1975. The production of ethylene and its relationship with the onset of the respiration climacteric in the apple. *Facteurs et regulation de la maturation des fruits*. No 238, pp. 189-199, CNRS.
- Roberts, P.K., S.A. Sargent and A.J. Fox. 2002. Effect of storage temperature on ripening and postharvest quality of grape and mini-pear tomatoes. *Proc. Fla. State Hort. Soc.* 115:80-84.
- Ryal, A.L. & Lipton, W. J. 1979. Handling Transportation and storage of fruits and vegetables (Vol.1) Vegetables and Melons (2nd edition), Avi Publishing Co Westport, Connecticut, USA, pp.587.
- Salunkhe, D.K., 1961. Gamma radiation effects on fruits and vegetables, *Econ. Bot.*, 15 pp.28-32.
- Salunkhe, D.K., M.T.Wu, 1973. Effects of low oxygen atmosphere storage on ripening and associated biochemical change in tomato fruits. *J. Am. Soc. Hort.* 98, pp.12-17.
- Scott, J.W. & Harbaugh, B.K., 1989. Micro-Tom-a miniature dwarf tomato. *Florida Agr. Exp. Station Circ.* 370, pp.1-6.
- Setha, O.E., 1995. Cherry tomato varietal trial. Training report.
- Simonne, A.H., B.K. Behe and M.M. Marshall, 2006. Consumers prefer low-priced and high-lycopene content fresh market tomatoes. *Hort Technology* 16(4):674-681.
- Taylor, I.B., 1986. Biosystematics of the tomato. In the tomato crop. (J.G. Atherton and Rudish, eds) pp.1-34 , Chapman and Hall , London.
- Thai, C.N., Shewfelt, R.L. and Garner, J.C., 1990. Tomato colour changes under constant and variable storage temperatures: empirical models. *Trans. Am. Soc. Agric. Eng.*, 33: 607-614.
- Tijksens, L. M. M., & Evelo, R. W. 1994. Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology*, 4, 85-8.
- Toor, R.K and G.P. Savage. 2006. Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chemistry* 99: 724-727.

Ulrich, r. 1967. L' accroissement de la durée de survie des produits de l' horticulture à l' aide de temperature convenables. Proc. XVII Intern. Hort. Congrès Washington, Vol. III, pp. 471-494.

Znidarcic, D., Ban, D., Oplanic ,M., Kavil,L. & Pozrl,T.,2010. Influence of post harvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes. Journal of Food ,Agriculture and Environment, 8 (1), pp.21-25.

Znidarcic,D. & Pozrl,T.,2006. Comparative study of quality changes in tomato cv. "Malike" whilst stored at different temperatures. Acta Horticulturae Slovenica, 87(2), pp.235-243.

Δημητράκης, Κ.Γ.,1998. Λαχανοκομία. Εκδ. Αγρότυπος, σελ. 243-247.

Κανάκης, Α. 1998. Καλλιέργεια λαχανικών στο θερμοκήπιο (τομάτα- πιπεριά- μελιτζάνα-μαρούλι- φασολάκι). Εκδ. Σταμούλης.

Κανάκης, Α.,2005.Γενική Λαχανοκομία. Εκδ. Αγρο-Τύπος, Β! εκδ. σελ.253-257.

Παρασκευόπουλος, Κ.,2006. Σύγχρονη Λαχανοκομία. Εκδ. Ψύχαλου, σελ.122-123.

Πάσσαμ, Χ.Κ. 2004. Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί καρπών και λαχανικών. Εκδ. Γ.Π.Α.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

