

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**  
**ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

**ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ**

**Συγκριτική μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς ένσπερων και άσπερων καρπών τομάτας τύπου «cherry»**

**ΜΑΚΡΟΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ**



**ΑΘΗΝΑ 2010**

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΜΕΛΕΤΗ

**Συγκριτική μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών και της  
μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς ένσπερμων και άσπερμων καρπών  
τομάτας τύπου «cherry»**

ΜΑΚΡΟΓΙΑΝΝΗ ΔΕΣΠΟΙΝΑ

**ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ:**

**Επιβλέπων:** ΧΑΡΟΛΑΝΤ Κ. ΠΑΣΣΑΜ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

**Μέλη:** ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ  
ΓΕΩΡΓΙΟΣ ΑΪΒΑΛΑΚΙΣ, ΕΠΙΚΟΥΡΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2010

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές ευχαριστίες μου στον εισηγητή μου κύριο Χάρολντ Πάσσαμ για την αμέριστη βοήθειά του στην ολοκλήρωση της παρούσας μελέτης, την κριτική επίβλεψη και τις εύστοχες παρατηρήσεις του κατά τη διεξαγωγή του πειράματος και τη συγγραφή.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Ιωάννη Καραπάνο για την πολύτιμη συνεισφορά του, τόσο στο πειραματικό όσο και στο συγγραφικό μέρος. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους συναδέλφους και φίλους, εντός και εκτός του πανεπιστημίου, καθώς και την οικογένειά μου για τη στήριξη και συμπαράστασή τους.

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### ΠΕΡΙΛΗΨΗ

### ABSTRACT

<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b>	1
<b>1.1. Γενικά για την cherry τομάτα</b>	1
1.1.1. Προέλευση	1
1.1.2. Ποικιλίες	1
1.1.3. Τομάτα cherry (Δαβίδ) εναντίον μεγαλόκαρπης (Γολιάθ)	2
<b>1.2. Καρπώδεια της τομάτας υπό δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες</b>	5
1.2.1. Γενικά	5
1.2.2. Μέθοδοι υποβοήθησης της καρπώδεια της τομάτας υπό δυσμενείς συνθήκες	6
1.2.3. Σύγκριση παρθενοκαρπικών και ένσπερων καρπών τομάτας	8
1.2.4. Επίδραση των καρποδευτικών ορμονών σε μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών τομάτας	10
<b>1.3. Μετασυλλεκτικές φυσιολογικές, βιοχημικές και δομικές αλλαγές των καρπών τομάτας</b>	13
1.3.1. Γενικά για την αποθήκευση της τομάτας - Θερμοκρασίες αποθήκευσης	13
1.3.2. Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών	13
<b>1.4. Σκοπός του πειράματος</b>	25
<b>2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ</b>	26
<b>2.1. Φυτικό υλικό</b>	26
<b>2.2. Συγκομιδή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί</b>	28
<b>2.2. Τεχνικές και όργανα μετρήσεων και προσδιορισμών</b>	29
<b>2.4. Στατιστική επεξεργασία</b>	35
<b>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</b>	36
<b>3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά, περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και αντιοξειδωτική δράση καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή</b>	36
<b>3.2. Μεταβολή ποιοτικών χαρακτηριστικών, περιεκτικότητας σε λυκοπένιο και ολικής αντιοξειδωτικής δράσης καρπών, κατά την αποθήκευση</b>	38
<b>3.3. Σύσταση της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας κατά την αποθήκευση των καρπών</b>	50
<b>3.4. Ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου καρπών</b>	54
<b>4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ</b>	57
<b>5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b>	67
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b>	

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της παρούσας μελέτης ήταν να εξεταστεί η επίδραση της παρουσίας ή απουσίας των σπερμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά κατά τη συγκομιδή και τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά καρπών τομάτας τύπου «cherry». Το πειραματικό μέρος πραγματοποιήθηκε από τον Οκτώβριο του 2008 έως και τον Ιούλιο του 2009 και χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια Cherelino F<sub>1</sub> και Conchita F<sub>1</sub>. Οι ένσπερμοι καρποί προήρθαν από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων και οι άσπερμοι από ευνουχισμό κλειστών ανθέων και ψεκάσμο με την καρποδετική ορμόνη β-NOA (50 ppm).

Ένσπερμοι και άσπερμοι κόκκινοι ώριμοι καρποί των δύο υβριδίων τοποθετήθηκαν σε μικροσυσκευασίες (480 ml) καλυμμένες με πλαστική μεμβράνη και αποθηκεύτηκαν στους 5 και 15°C για 10 και 20 ημέρες, ενώ στη συνέχεια αφήνονταν για 2 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου για να προσδιοριστεί η μετασυλλεκτική ζωή «στο ράφι». Αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά το τέλος της κάθε περιόδου συντήρησης, προσδιορίστηκαν το βάρος, το ειδικό βάρος, το κόκκινο χρώμα και η φωτεινότητα του περικαρπίου, η συνεκτικότητα, τα ολικά διαλυτά στερεά, το pH, η τιτλοδοτούμενη οξύτητα, η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο, η ολική αντιοξειδωτική δράση, ο ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου των καρπών, ενώ προσδιορίστηκε και η σύσταση της ατμόσφαιρας (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας κατά τις τρεις πρώτες ημέρες της αποθήκευσης.

Τα αποτελέσματα έδειξαν πως στο στάδιο του ώριμου κόκκινου χρώματος κατά τη συγκομιδή, οι άσπερμοι καρποί cherry τομάτας δεν υστερούν σημαντικά έναντι των ένσπερμων σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, με εξαίρεση την μικρότερη ποσότητα οξέων, τη χαμηλότερη συνεκτικότητα και την ελαφρά χαμηλότερη αντιοξειδωτική δράση. Σχετικά με τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά, αν και δεν παρατηρήθηκαν έντονες διαφορές στην οπτική ποιότητα των ένσπερμων και άσπερμων καρπών και των δύο υβριδίων μετά την αποθήκευσή τους τόσο στις 10 όσο και στις 20 ημέρες, οι άσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων διατήρησαν σε μεγαλύτερο βαθμό την συνεκτικότητά τους και παρουσίασαν μειωμένη τάση για υπερωρίμανση (όπως αυτή εκτιμάται από την περαιτέρω ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος κατά την αποθήκευση), υποδεικνύοντας αυξημένη μετασυλλεκτική ζωή σε σχέση με τους ένσπερμους καρπούς.

## ABSTRACT

The aim of the present study was to examine the effect of the presence or absence of seeds on the fruit quality and post harvest behaviour of cherry tomatoes. The experiment was carried out from October 2008 to July 2009 and two cherry tomato hybrids (Cherelino F<sub>1</sub> and Conchita F<sub>1</sub>) were used. The seeded fruits derived from normally fertilized flowers and the seedless ones from emasculated flowers (at the late bud stage) sprayed with auxin solution ( $\beta$ -NOA, 50 ppm).

Seeded and seedless red ripe fruits of the two hybrids were placed in small plastic containers (480 ml) covered with stretch film, stored at 5 and 15°C for 10 and 20 days followed by 2 days shelf life at room temperature. Fruit weight, specific weight, the red colour and brightness of the pericarp, total soluble solids, firmness, pH, titratable acidity, lycopene content, total antioxidant activity, respiration rate and ethylene production rate of the fruits were determined immediately after harvest and at the end of each storage period. In addition, at 24 hour intervals, for three days from the beginning of storage, the composition of the atmosphere (CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) inside the packages was determined.

The experimental data showed that seeded and seedless red-ripe fruits of both hybrids did not exhibit large differences in quality parameters at harvest. However, seedless fruits showed significantly reduced acid content and fruit firmness and a slightly inferior antioxidant activity than the seeded ones, whereas total soluble solids, lycopene content and the colour of the pericarp were similar. Regarding the post harvest behaviour of the fruits, the visual quality of seeded and seedless fruits of both hybrids was retained well even after 20 days of storage, and no significant differences were observed between the two types of fruits. Nevertheless, seedless fruits of both hybrids showed higher firmness at the end of storage and a lower increase in the red colour during storage, suggesting that seedless fruits tend to overripen less rapidly than seeded fruits, resulting in prolonged postharvest life.

# **1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

## **1.1. Γενικά για την cherry τομάτα**

### **1.1.1. Προέλευση**

Η cherry τομάτα (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. *cerasiforme*) είναι σχεδόν βέβαιο ότι, αποτελεί τον άμεσο πρόγονο των σύγχρονων καλλιεργουμένων τύπων τομάτας, ενώ είναι και το μοναδικό άγριο είδος τομάτας που απαντάται και εκτός Νότιας Αμερικής (Taylor 1986).

Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες και υβρίδια της cherry τομάτας θεωρείται ότι εξελίχθηκαν από τον άγριο τύπο τομάτας *L. esculentum* var. *cerasiforme* μέσω πολύχρονης εξέλιξης (Setha 1995). Η επιλογή μέσω πολλών γενεών οδήγησε, από την αρχέγονη μορφή της τομάτας που είναι γνωστή σήμερα ως cherry τομάτα, σε βαθμιαία αύξηση του μεγέθους του καρπού και στα πολλά διακριτά σχήματα και τύπους καλλιεργούμενης τομάτας (Hobson 1988).

Σύμφωνα με τον Benton-Jones (1999), το *L. esculentum* var. *cerasiforme*, είναι ευρέως εξαπλωμένο ως άγριο φυτό, στους τροπικούς και υποτροπικούς, ενώ η εμπορική εκμετάλλευση του τύπου αυτού εδώδιμης τομάτας άρχισε μόλις πριν λίγα χρόνια (Lorenz and Maynard 1980, Splittstoesser 1984). Οι Hobson και Bedford (1989) επισημαίνουν ότι η εμπορική παραγωγή της cherry τομάτας αυξάνεται συνεχώς λόγω, μεταξύ άλλων, και της υψηλής της ποιότητας. Στοιχεία από τους Maroto *et al.* (1995), αναφέρουν ότι οι τομάτες τύπου cherry καλλιεργούνται στην Ισπανία από το 1980 κατά μήκος της ισπανικής μεσογειακής ακτής. Στην Ιταλία, οι cherry τομάτες αποτελούν περισσότερο από το 25% της συνολικής κατανάλωσης νοπής τομάτας (Raffo *et al.* 2002), ενώ στην Αμερική, οι cherry και grape τομάτες αποτελούν το 24% των λιανικών πωλήσεων (Anonymous 2008).

### **1.1.2. Ποικιλίες**

Οι περισσότερες ποικιλίες cherry τομάτας είναι απεριόριστης ανάπτυξης (indeterminate), αλλά υπάρχουν και ποικιλίες ημι-καθορισμένης (semi-determinate) ανάπτυξης, οι οποίες σταματούν την καθ' ύψος ανάπτυξή τους περίπου 60 μέρες από την μεταφύτευσή τους συνεχίζοντας να αναπτύσσονται μόνο οριζόντια, την στιγμή που οι αντίστοιχες απεριόριστης ανάπτυξης συνεχίζουν να αναπτύσσονται και προς

τις δύο κατευθύνσεις (Wangdi 1992). Οι ποικιλίες καθορισμένης ανάπτυξης (determinate) παράγουν αρκετά καλά μέχρι το μέσο της καλλιεργητικής περιόδου, οπότε μειώνουν απότομα την παραγωγή τους, ακριβώς κατά την περίοδο που οι αντίστοιχες απεριόριστης ανάπτυξης βρίσκονται σε πλήρη παραγωγή.

Ήδη από τις αρχές της δεκαετίας του '90, αρχικά από την Καλιφόρνια, εξαπλώθηκε η καλλιέργεια ποικιλιών cherry τομάτας με μεγάλη μετασυλλεκτική ζωή (long life) οι οποίες χαρακτηρίζονται από μειωμένο ρυθμό ωρίμανσης (Jimenez *et al.* 1996). Τέλος, οι εταιρείες παραγωγής σπόρων λαχανικών καθώς και ιδρύματα αγροτικής έρευνας που σχετίζονται με την βελτίωση των λαχανοκομικών ειδών (π.χ. AVRDC), πραγματοποιούν έρευνα στη βελτίωση των ποικιλιών και υβριδίων cherry τομάτας, συντελώντας στην δημιουργία ποικιλιών με υψηλά επίπεδα διαλυτών στερεών, μειωμένο ράγισμα καρπών, ανθεκτικότητα στις ασθένειες, κ.ά. (Wangdi 1992).

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 berry, Chocolate cherry), πορτοκαλί (Orange cherry, Sun sugar), κρεμάδες (Snow white cherry), ροζ (Sweet treats). Τέλος, θα πρέπει να αναφερθεί η ποικιλία cherry τομάτας Micro-Tom. Είναι μια μικροσκοπική νάνα ποικιλία (10-18 cm ύψος) που αρχικά δημιουργήθηκε για χρήση στην οικιακή κηπουρική (Scott and Harbaugh 1989). Λόγω των μοναδικών χαρακτηριστικών της, όπως το μικρό μέγεθος που την καθιστά ικανή να αναπτύσσεται σε μεγάλη πυκνότητα, η ικανότητα για παραγωγή σπόρου υπό φθορίζον φως και ο μικρός κύκλος ζωής που επιτρέπει τη συγκομιδή του ώριμου καρπού 70-90 ημέρες μετά τη σπορά, η ποικιλία αυτή θεωρείται ως πρότυπο για τη μελέτη της γονιδιακής λειτουργίας (Sun *et al.* 2006).

### **1.1.3. Τομάτα cherry (Δαβίδ) εναντίον μεγαλόκαρπης (Γολιάθ)**

Ο καρπός της cherry τομάτας είναι κατά πολύ μικρότερος της τυπικής τομάτας. Στον ταξινομικό πίνακα του γένους *Lycopersicon* αναφέρεται ότι οι καρποί cherry τομάτας έχουν διάμετρο 1,5-3,0 cm (Warnock 1988). Ο Hobson (1988) αναφέρει ότι το μέγεθος των καρπών cherry τομάτας αντιστοιχεί στο  $\frac{1}{4}$  -  $\frac{1}{3}$  των κανονικών καρπών τομάτας και ο Long (1998) αναφέρει πως το βάρος των καρπών είναι 10-50 g. Αντίθετα, το βάρος των καρπών στη μεγαλόκαρπη τομάτα είναι 50-120



g (μικρόκαρποι), 120-200/250 g (μεσόκαρποι) και περισσότερο από 250 g (μεγαλόκαρποι).

Οι αποδόσεις (βάρος καρπών ανά φυτό) σε μία καλλιεργητική περίοδο είναι πολύ μικρότερες στην cherry απ' ό τι στη μεγαλόκαρπη τομάτα. Αναφέρεται ότι η παραγωγή καρπών σε μια μέση καλλιέργεια cherry τομάτας είναι σχεδόν η μισή της παραγωγής μίας μέσης καλλιέργειας μεγαλόκαρπης τομάτας (Janse 1995). Ωστόσο, οι Caro *et al.* (1991) αναφέρουν ακόμα μεγαλύτερες διαφορές με τις αποδόσεις στη μεγαλόκαρπη τομάτα να είναι 3,16 kg/φυτό, ενώ στην cherry μόλις 0,85 kg/φυτό. Σε αντίθεση, σύμφωνα με τον Hobson (1988), τα φυτά cherry τομάτας απορροφούν περισσότερα θρεπτικά στοιχεία από το εδαφικό μέσο σε σύγκριση με τα φυτά της μεγαλόκαρπης τομάτας.

Όσον αφορά τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά του καρπού, είναι γενικά παραδεκτό ότι οι cherry τομάτες χαρακτηρίζονται από υψηλότερη γευστικότητα σε σχέση με τους μεγάλους καρπούς τομάτας. Πολλοί ερευνητές αναφέρουν ότι είναι χαρακτηριστική η ανώτερη ποιότητα του καρπού της cherry τομάτας σε σύγκριση με την αντίστοιχη των καρπών με μεγάλο μέγεθος (Picha 1986, 1987, Hobson and Bedford 1989). Το αυξημένο ποσοστό ξηράς ουσίας των καρπών cherry τομάτας σε σύγκριση με τις κανονικές τομάτες έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της περιεκτικότητας των καρπών σε σάκχαρα και οργανικά οξέα, κάτι που αντικατοπτρίζεται στα βελτιωμένα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά τους (Hobson 1988). Ο ίδιος ερευνητής τονίζει πως, σε αντίθεση με τις κανονικές τομάτες, στους κόκκινους ώριμους καρπούς των περισσότερων, αν όχι όλων, των σειρών cherry τομάτας παρατηρείται και ποσότητα σακχαρόζης, εκτός από γλυκόζη και φρουκτόζη, η οποία επιδρά θετικά στην γεύση. Στους καρπούς cherry τομάτας τα διαλυτά στερεά και οι αρωματικές πτητικές ουσίες εκτός του ότι απαντώνται σε μεγαλύτερη συγκέντρωση απ' ό τι στις κανονικές τομάτες, συνδυάζονται με άριστο τρόπο μεταξύ τους, προσδίδοντας στους καρπούς αυτούς την περίφημη και διακριτή γεύση τους που τους κάνει τόσο ελκυστικούς (Hobson 1988).

Είναι γνωστό ότι οι τομάτες χαρακτηρίζονται και από υψηλή θρεπτική αξία. Έχει βρεθεί ότι οι cherry τομάτες παρουσιάζουν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση ανά μονάδα νωπού βάρους κι έχουν μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε καροτενοειδή, φαινολικά και ασκορβικό οξύ σε σχέση με τις μεγαλόκαρπες τομάτες (Leonardi *et al.* 2000, George *et al.* 2004, Kuti and Konuru 2005). Πιο συγκεκριμένα, οι George *et al.* (2004) αναφέρουν πως σε 100 g νωπού βάρους οι ώριμοι καρποί cherry τομάτας

περιέχουν 17,42 mg λυκοπένιο, 79,13 mg ασκορβικό οξύ και 54,67 mg φαινολικά, ενώ οι ώριμοι καρποί μεγαλόκαρπης τομάτας περιέχουν 11,70 mg λυκοπένιο, 37,81 mg ασκορβικό οξύ και 32,31 mg φαινολικά.

**Πίνακας 1:** Σύσταση καρπού cherry και κανονικής τομάτας (σε 100g νωπού βάρους)

<u>Κύρια Συστατικά</u>	<u>Τομάτα cherry</u>	<u>Τομάτα μεγαλόκαρπη</u>
Νερό (g)	91	94
Ενέργεια (kcal)	29	19
Ενέργεια (kJ)	121	79
Πρωτεΐνες (g)	1,1	0,7
Λίπος (g)	0,1	0,1
Τέφρα (g)	0,6	0,5
Υδατάνθρακες (g)	7,2	4,7
Ολικές διαιτητικές ίνες (g)	1,4	1,0
<b><u>Μέταλλα</u></b>		
Ασβέστιο (mg)	12	7
Σίδηρος (mg)	0,4	0,2
Μαγνήσιο (mg)	13	9
Φώσφορος (mg)	29	26
Κάλιο (mg)	290	210
Νάτριο (mg)	4	3
Ψευδάργυρος (mg)	0,2	0,1
Χαλκός (mg)	0,06	0,04
Μαγγάνιο (mg)	0,10	0,08
<b><u>Βιταμίνες</u></b>		
Καροτένιο (μg)	960	540
Ρετινόλη (μg)	0	0
Ισοδύναμα ρετινόλης (μg)	160	90
Βιταμίνη B1 (mg)	0,07	0,05
Βιταμίνη B2 (mg)	0,05	0,02
Νιασίνη (mg)	0,8	0,7
Παντοθενικό οξύ (mg)	0,17	0,17
Βιταμίνη B6 (mg)	0,11	0,08
Φολικό οξύ (μg)	35	22
Βιταμίνη B12 (μg)	0	0
Ασκορβικό οξύ (mg)	32	15
Βιταμίνη D (μg)	0	0
Βιταμίνη E (mg)	0,9	0,9
Βιταμίνη K (μg)	7	4
<b><u>Λιπίδια</u></b>		
Κορεσμένα λιπαρά οξέα (g)	0,02	0,02
Μονοακόρεστα λιπαρά οξέα (g)	0,01	0,01
Πολυακόρεστα λιπαρά οξέα (g)	0,03	0,03
Χοληστερόλη (mg)	0	0

*Πηγή: Food composition database of Sugiyama University, Japan (2004)*

## **1.2. Καρπώδεση της τομάτας υπό δυσμενείς περιβαλλοντικές συνθήκες**

### **1.2.1. Γενικά**

Η καρπώδεση της τομάτας είναι πολύ ευαίσθητη στις περιβαλλοντικές συνθήκες, ιδιαιτέρως στις πολύ χαμηλές ή πολύ υψηλές θερμοκρασίες. Έχει αναφερθεί ότι οι υψηλές θερμοκρασίες περιορίζουν την παραγωγή της τομάτας όταν η θερμοκρασία είναι υψηλότερη από 32°C και 21°C την ημέρα και τη νύχτα, αντιστοίχως (Moore and Thomas 1952). Όμως, ο πιο κρίσιμος παράγοντας για την καρπώδεση της τομάτας είναι η νυχτερινή θερμοκρασία με άριστο εύρος τους 15-20°C (Went 1944).

Είναι καλά τεκμηριωμένο ότι οι χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες (<10°C) περιορίζουν την καρπώδεση της τομάτας κυρίως λόγω της αρνητικής τους επίδρασης στην παραγωγή βιώσιμης γύρης γιατί υπό τις συνθήκες αυτές, η μεγαγαμετογένεση, η βλάστηση της γύρης στα στίγματα και η ανάπτυξη των γυρεοσωλήνων εντός των στύλων δεν επηρεάζονται τόσο έντονα όσο η μικροσπορογένεση (Iwahori 1965, Charles and Harris 1972).

Η επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στην αρρενογονιμότητα της τομάτας δεν είναι καθορισμένη και εξαρτάται από τα επίπεδα της θερμοκρασίας και του φωτισμού που επικρατούν κατά τη διάρκεια της ημέρας, με τις ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες κατά την ημέρα να περιορίζουν την αρνητική επίδραση των χαμηλών νυχτερινών θερμοκρασιών. Έτσι, η Rylski (1979) αναφέρει υψηλή αναλογία καρπών με σπέρματα και ικανοποιητική καρπώδεση όταν οι χαμηλές νυχτερινές θερμοκρασίες (10°C) συνδυάστηκαν με θερμοκρασίες ημέρας 22°C υπό φυσικό φωτισμό.

Οι υψηλές θερμοκρασίες προκαλούν πτώση των οφθαλμών και των ανθέων στην τομάτα (Saito and Ito 1967, Abdalla and Verkerk 1968). Ουσιαστικά, η πτώση των ανθέων είναι αποτέλεσμα της ελλιπούς γονιμοποίησης η οποία, με τη σειρά της, επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες. Σε υψηλές θερμοκρασίες, η γαμετογένεση (τόσο της γύρης όσο και των ωαρίων) διαταράσσεται, η βιωσιμότητα και η λειτουργικότητα των γαμετών μειώνεται (Iwahori and Takahashi 1964, Levy *et al.* 1978, Soyly and Çömlekçioğlu 2009) και παράγεται λιγότερη γύρη στο άνθος (Abdalla and Verkerk 1968, Abdelmageed *et al.* 2003, Soyly and Çömlekçioğlu 2009). Επίσης, οι υψηλές θερμοκρασίες μπορούν να επηρεάσουν την απελευθέρωση της γύρης (Sato *et al.* 2000, Soyly and Çömlekçioğlu 2009), τη βλάστηση της γύρης στο στίγμα και την επιμήκυνση του γυρεοσωλήνα μέσα στο στύλο, παρεμποδίζοντας

κατ' αυτό τον τρόπο τη γονιμοποίηση (Iwahori 1967, Levy *et al.* 1978, Sato *et al.* 2000).

Οι καλλιεργούμενες τομάτες είναι αυτεπικονιαζόμενες σε ποσοστό 98% ή και περισσότερο (Donald 1916, Lesley 1924). Κάτω από υψηλές θερμοκρασίες, παρατηρούνται αλλαγές στη μορφολογία του άνθους, όπως προεξοχή του στύλου από τον κώνο των ανθέρων (Abdalla and Verkerk 1968, Charles and Harris 1972, Warrag 1991), καφέτιασμα και ξήρανση του στίγματος (Young 1963, Abdalla and Verkerk 1968) και διάνοιξη του κώνου των ανθέρων (Levy *et al.* 1978).

Τέλος, έχουν αναφερθεί διαφορές μεταξύ των ποικιλιών στην καρπόδεση σε δυσμενείς θερμοκρασιακές συνθήκες (Locke 1952, Schaible 1962, Ognyanova and Shukarov 1970, Ercan and Vural 1994 Sato *et al.* 2000, Abdelmageed *et al.* 2003).

### **1.2.2. Μέθοδοι υποβοήθησης της καρπόδεσης της τομάτας υπό δυσμενείς συνθήκες**

Διάφορες μέθοδοι έχουν χρησιμοποιηθεί για αύξηση της καρπόδεσης στην τομάτα όταν επικρατούν μη ευνοϊκές κλιματικές συνθήκες. Οι πιο συχνές τεχνικές είναι: (1) μηχανική επικονίαση με δόνηση, (2) χρήση εντόμων επικονιαστών (βομβύνος) και (3) εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης, κυρίως αυξινών.

#### **- Δόνηση**

Όταν τα φυτά είναι υποστλωμένα, η επικονίαση μπορεί να βοηθηθεί με δόνηση των οριζοντίων συρμάτων πάνω στο οποίο είναι δεμένοι οι σπάγκοι που περιελίσσονται τα φυτά ή με την εφαρμογή αέρα υπό πίεση στα φυτά. Η χρήση ηλεκτρικού δονητή θεωρείται ως η πιο αποτελεσματική μέθοδος δόνησης. Για να εξασφαλιστεί η πλήρης επικονίαση, το ανθισμένο άνθος πρέπει να δονηθεί αρκετές φορές για μερικές ημέρες. Το άκρο του δονητή τοποθετείται στην κάτω πλευρά του στελέχους της ταξιανθίας, πολύ κοντά στο κύριο στέλεχος του φυτού. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή ώστε να μην τραυματιστεί κάποιο άνθος ή κάποιος μικρός καρπός. Η δόνηση με τη χρήση ηλεκτρικών δονητών χρησιμοποιείται σε εμπορική κλίμακα για την επικονίαση των ανθέων της τομάτας. Ωστόσο, αν και αυτή η μέθοδος έχει ως αποτέλεσμα υψηλότερη και πρωιμότερη παραγωγή (Ilbi and Boztok 1994, Cetinkaya 1999, Al-Attal *et al.* 2003) καθώς και την παραγωγή καρπών υψηλότερης ποιότητας από εκείνους που προέρχονται από άνθη χωρίς δόνηση (Banda and Paxton 1991), είναι δαπανηρή, επίπονη και μπορεί να προκαλέσει ζημιές στα άνθη εάν δεν

εφαρμοστεί σωστά (Nelson and Richard 1989, Banda and Paxton 1991, Roubik 1995).

- Έντομα επικονιαστές

Εναλλακτικά ή σε συνδυασμό με τη δόνηση, οι μέλισσες έχουν χρησιμοποιηθεί ως επικονιαστές. Παραδοσιακά, ο βομβύνος (Apidae, Bombini) έχει χρησιμοποιηθεί ως επικονιαστής με μεγάλη επιτυχία (Plath 1925, Banda και Paxton 1991, Dogterom *et al.* 1998, Estay *et al.* 2001, Al-Attal *et al.* 2003). Αυτό το είδος παράγει ισχυρές θωρακικές δονήσεις οι οποίες μεταδίδονται μέσω των ποδιών του στα άνθη και πραγματοποιείται η επικονίαση (Buchmann 1983). Ο βομβύνος, ειδικά το είδος *Bombus terrestris*, έχει χρησιμοποιηθεί σε εμπορική κλίμακα για την επικονίαση της τομάτας και τα τελευταία χρόνια υπάρχει αυξανόμενο ενδιαφέρον για την εύρεση εναλλακτικών, ενδημικών ειδών μέλισσας που είναι το ίδιο αποτελεσματικά με τον βομβύνο. Αποτέλεσμα της χρήσης του βομβύνου είναι η υψηλότερη παραγωγή καρπών και η καλύτερη ποιότητα αυτών σε σύγκριση με εκείνους που προέρχονται από άνθη που δε δέχονται τη βοήθεια του εντόμου (Tuzel *et al.* 1999, Al-Attal *et al.* 2003).

- Ρυθμιστές ανάπτυξης

Ο Gustafson (1936) ήταν ο πρώτος που απέδειξε ότι η εξωγενής εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης, που συνδέονται στενά με τις αυξίνες, προκαλεί την ανάπτυξη του καρπού τομάτας χωρίς γονιμοποίηση (παρθενοκαρπία). Οι συνθετικές αυξίνες που χρησιμοποιούνται για την καρπόδεση στην τομάτα μπορούν να διαχωριστούν σε δύο βασικές κατηγορίες: παράγωγα του ναφθαλινικού και του χλωροφαινοξικού οξέος. Την πρώτη κατηγορία αντιπροσωπεύουν τα β-NOA και NAA, ενώ τη δεύτερη τα 4-CPA και 2,4-D. Κατά τον ψεκάσμο ανθέων τομάτας με υδατικά διαλύματα αυτών των ουσιών, η αποτελεσματική τους συγκέντρωση για πρόκληση της καρπόδεσης ποικίλει σημαντικά και εξαρτάται κατά πολύ από τη χημική φύση της αυξίνης.

Για την εξασφάλιση του μέγιστου οφέλους από τις καρποδετικές ορμόνες, πρέπει να εφαρμόζονται στο κατάλληλο στάδιο ανάπτυξης του άνθους. Πιο αποτελεσματικές είναι όταν οι ψεκάσμοι πραγματοποιούνται μόλις πριν την άνθηση έως το πλήρως ανοιχτό άνθος παρά σε προωμότερο στάδιο (Odland and Chan 1950, Singletary and Warren 1951). Δεν έχει αποδειχθεί ότι η ξεχωριστή εφαρμογή σε κάθε

ένα άνθος όταν ανθίζει είναι πιο αποτελεσματική από μία μόνο εφαρμογή σε ολόκληρη την ταξιανθία, είτε μετά την άνθηση του 50% των ανθέων (Lipari and Mauromicale 1979) είτε μετά την καρπόδεση του πρώτου άνθους (Lipari 1982). Οι επαναλαμβανόμενοι (2 ή 3) ψεκασμοί δίνουν καλύτερα αποτελέσματα απ' ότι ένας μόνο (Howlett and Marth 1946, Kercka 1966). Συνήθως, οι καλλιεργητές ψεκάζουν μία φορά την εβδομάδα ξεκινώντας όταν έχει ανθίσει το 70-80% των ανθέων της πρώτης ταξιανθίας. Κάθε ταξιανθία ψεκάζεται δύο φορές, αρχικά όταν έχουν ανθίσει 3-5 άνθη και μία εβδομάδα αργότερα όταν έχουν ανθίσει σχεδόν όλα τα άνθη κι έχουν ήδη δέσει κάποιοι καρποί.

### **1.2.3. Σύγκριση παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας**

Η παρθενοκαρπία (παραγωγή καρπών χωρίς γονιμοποίηση) διακρίνεται σε φυσική (γενετική) και τεχνητή. Η φυσική παρθενοκαρπία προκύπτει από γενετικές αιτίες και μπορεί να είναι υποχρεωτική (ως αποτέλεσμα γενετικής στειρότητας, απαιτώντας τη βλαστική αναπαραγωγή) ή δυνητική (η έκφραση της παρθενοκαρπίας εξαρτάται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες). Η γενετική (φυσική) παρθενοκαρπία, μπορεί ακόμη να είναι είτε διεγερμένη, απαιτώντας κάποια ερεθίσματα όπως η ανεπαρκής επικονίαση, ή βλαστητική, χωρίς να απαιτεί τέτοια ερεθίσματα. Η τεχνητή παρθενοκαρπία αναφέρεται στην επίτευξη καρπόδεσης με την χρήση τεχνητών μεθόδων, όπως την εφαρμογή εκχυλισμάτων γύρης, νεκρής γύρης ή διαφόρων χημικών ουσιών, συμπεριλαμβανομένων και των ρυθμιστών ανάπτυξης (καρποδετικές ορμόνες) (Nitsch 1970).

Για την επίτευξη γενετικής παρθενοκαρπίας στην τομάτα έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορες μέθοδοι, όπως η δημιουργία αρρενόστειρων φυτών (Casas Diaz *et al.* 1987), η χρήση της γενετικά ελεγχόμενης προαιρετικής παρθενοκαρπίας διαφόρων σειρών τομάτας (George *et al.* 1984) και πιο πρόσφατα, η δημιουργία γενετικά τροποποιημένων φυτών με την εισαγωγή του γονιδίου *rolB* του *Agrobacterium rhizogenes* που είναι υπεύθυνο για την ανταπόκριση στις αυξίνες (Carmi *et al.* 2003, Martinelli *et al.* 2009) ή των γονιδίων *iaaM* και *iaaH* του *A. tumefaciens* (Rotino *et al.* 2005, Martinelli *et al.* 2009) ή του *Pseudomonas syringae* pv. *savastanoi* (Ficcadenti *et al.* 1999) που εμπλέκονται στη σύνθεση των αυξινών.

Η τεχνητή παρθενοκαρπία επιτυγχάνεται με την εφαρμογή αυξινών σε ευνουχισμένα άνθη τομάτας (Janes 1941) αλλά και η επικονίαση των ανθέων τομάτας

με γύρη ακτινοβολημένη με ακτίνες γ μπορεί να προκαλέσει την παραγωγή άσπερμων καρπών (Dryanovska 1975).

Σε γενικές γραμμές, τα ποιοτικά (μορφολογικά και οργανοληπτικά) χαρακτηριστικά των άσπερμων (παρθενοκαρπικών) καρπών που παράγονται με την εφαρμογή αυξινών είναι υποδεέστερα των ένσπερμων καρπών που παράγονται με αυτεπικονίαση με ή χωρίς την εφαρμογή υποβοήθησης της επικονίασης (π.χ. δόνηση ή εισαγωγή βομβύνου στην καλλιέργεια). Η υποβάθμιση της ποιότητας των παρθενοκαρπικών αυτών καρπών σχετίζεται άμεσα με τον τρόπο και τη δόση εφαρμογής της ορμόνης, τον τύπο της ορμόνης, την ποικιλία που καλλιεργείται και κυρίως τις περιβαλλοντικές συνθήκες που επικρατούν, με υψηλές δόσεις εφαρμογής υπό συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας και ηλιοφάνειας να οδηγούν σε παραμορφωμένους, κακοσηματισμένους, άνοστους και μη εμπορικούς καρπούς (Ολύμπιος 2001).

Η σύγκριση των παρθενοκαρπικών καρπών με τους ένσπερμους παρουσιάζει, σε αρκετές περιπτώσεις, αντιφατικά αποτελέσματα. Οι έρευνες που έχουν γίνει αφορούν, κατά κύριο λόγο, μεγαλόκαρπες ποικιλίες αλλά αντίστοιχα αποτελέσματα καταγράφονται και στις περιπτώσεις cherry και άλλων μικρόκαρπων ποικιλιών. Υπάρχουν πολλές ενδείξεις πως οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν υψηλότερο ποσοστό σακχάρων από τους ένσπερμους (Janes 1941, Richter 1972, Dryanovska 1975, Casas-Diaz *et al.* 1987). Η περιεκτικότητα των παρθενοκαρπικών καρπών σε διαλυτά στερεά είναι είτε υψηλότερη (Janes 1941, Dryanovska 1975, Falavigna *et al.* 1978, Casas-Diaz *et al.* 1987, Carmi *et al.* 2003) είτε ίδια με εκείνη των ένσπερμων (Lipari *et al.* 1994, Rotino *et al.* 2005, Martinelli *et al.* 2009).

Σύμφωνα με τους Janes (1941) και Richter (1972), οι ένσπερμοι μεγάλοι καρποί έχουν υψηλότερη οξύτητα από τους παρθενοκαρπικούς, ενώ το αντίθετο ισχυρίζονται οι Dryanovska (1975) και Casas-Diaz *et al.* (1987). Συγκεκριμένα, ο Janes (1941) διαπίστωσε πως η διαφορά των δύο τύπων καρπών στην οξύτητα εντοπίζεται στις κοιλότητες του καρπού. Οι τιμές pH κατά τον Janes (1941) είναι μεγαλύτερες στους άσπερμους καρπούς, ενώ κατά τους Casas-Diaz *et al.* (1987) κάτι τέτοιο ισχύει για τους ένσπερμους. Υπάρχουν όμως και μελέτες όπου μεταξύ παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών δεν καταγράφεται κάποια διαφορά στην οξύτητα (Lipari *et al.* 1994, Rotino *et al.* 2005) ή το pH (Ficcadenti *et al.* 1999, Rotino *et al.* 2005).

Μια συνέπεια των κενών που δημιουργεί η απουσία των σπόρων στους παρθενοκαρπικούς καρπούς είναι το χαμηλότερο ειδικό βάρος αυτών συγκριτικά με τους ένσπερμους (Lipari 1972, Abad and Guardiola 1986). Η επίδραση της παρθενοκαρπίας στην ξηρά ουσία των καρπών δεν είναι το ίδιο ξεκάθαρη. Η ξηρά ουσία των παρθενοκαρπικών καρπών είναι μεγαλύτερη (Janes 1941), ίδια (Lipari *et al.* 1994, Rotino *et al.* 2005) ή μικρότερη από εκείνη των ένσπερμων (Ficcadenti *et al.* 1999). Το κόκκινο χρώμα της επιδερμίδας των παρθενοκαρπικών καρπών είναι το ίδιο έντονο (Ficcadenti *et al.* 1999) ή περισσότερο από εκείνο των ένσπερμων (Rotino *et al.* 2005), ενώ δε σημειώνονται διαφορές και στο χρώμα του πολτού μεταξύ των δύο τύπων καρπών (Casas-Diaz *et al.* 1987). Παράλληλα, δεν έχουν παρατηρηθεί διαφορές μεταξύ άσπερμων και ένσπερμων καρπών στη φωτεινότητα της επιδερμίδας (Rotino *et al.* 2005), στη συνεκτικότητα της σάρκας (Ficcadenti *et al.* 1999), στην περιεκτικότητά τους σε βιταμίνη C (Lipari *et al.* 1994), στο λυκοπένιο, τις ολικές πολυφαινόλες και την ολική αντιοξειδωτική τους δράση (Rotino *et al.* 2005). Τέλος, αναφέρεται ότι οι ένσπερμοι καρποί υπολείπονται των παρθενοκαρπικών σε περιεκτικότητα β-καροτενίου (Rotino *et al.* 2005) και σε περιεκτικότητα αμύλου σε όλα τα στάδια ανάπτυξης εκτός από τους πολύ ώριμους καρπούς, οπότε και τα δύο είδη καρπών έχουν πολύ χαμηλή περιεκτικότητα σε άμυλο (Janes 1941).

Πιθανές αιτίες για τα διαφορετικά αποτελέσματα που προκύπτουν αποτελούν η μέθοδος που εφαρμόστηκε για την πρόκληση παρθενοκαρπίας (φυσική ή τεχνητή), ο γονότυπος και οι καλλιεργητικές συνθήκες. Πιο αναλυτικά, σχετικά με τη φυσική παρθενοκαρπία, πρέπει να αναφερθεί πως κάποιες από τις μεθόδους που προκαλούν αυτό το είδος παρθενοκαρπίας έχουν ως αποτέλεσμα την, κατά κάποιο τρόπο, δημιουργία ενός νέου γονότυπου που παράγει παρθενοκαρπικούς καρπούς, διαφέροντας επομένως από τα φυτά που παράγουν ένσπερμους (Martinelli *et al.* 2009). Επίσης, υπάρχει η περίπτωση οι ένσπερμοι και άσπερμοι καρποί να προέρχονται από δύο γονότυπους τελείως ξένους μεταξύ τους (Lipari *et al.* 1994).

#### **1.2.4. Επίδραση των καρποδετικών ορμονών σε μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών τομάτας**

Οι μελέτες σχετικά με την επίδραση των καρποδετικών ορμονών στα μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών τομάτας αφορούν τις μεγαλόκαρπες ποικιλίες. Έτσι, δε συνίσταται η χρήση ορμονών λόγω της αρνητικής επίδρασης που έχουν στην ποιότητα του καρπού, όπως στο μέγεθος του το οποίο, συχνά, είναι



μειωμένο στους παρθενοκαρπικούς καρπούς (Janes 1941, Mapelli *et al.* 1978). Επίσης, η εφαρμογή αυξινών προκαλεί το σχηματισμό καρπών με αιχμηρή επιμήκυνση της κορυφής τους (μαστοειδείς καρποί) (Kercka 1966, Abad and Guardiola 1984, Gokmen and Acar 2000). Η συχνότητα εμφάνισης μαστοειδών καρπών επηρεάζεται από την ποικιλία, τη θερμοκρασία και το είδος της αυξίνης, με εντονότερη την εμφάνιση όσο πιο δραστική είναι η αυξίνη (π.χ. 4-CPA ή 2,4-D) (Kercka 1966, Abad and Guardiola 1984). Επίσης, όσο υψηλότερη είναι η ανταπόκριση της ποικιλίας στην καρπόδεση παρθενοκαρπικών καρπών με την εφαρμογή αυξινών, τόσο εντονότερη είναι η εμφάνιση αιχμηρών καρπών (Lipari 1979, Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1984), δηλαδή υπάρχει σαφής σχέση μεταξύ της επίδρασης των αυξινών στην επιμήκυνση της κορυφής και της αποτελεσματικότητας αυτών στην πρόκληση της ανάπτυξης του καρπού στην τομάτα. Τέλος, έχει βρεθεί πως όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία, τόσο συχνότερη είναι η εμφάνιση αιχμηρών καρπών και μεγαλύτερος ο βαθμός της επιμήκυνσης της κορυφής (Kercka 1966, Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1986). Άλλου είδους μορφολογικές ανωμαλίες που έχουν παρατηρηθεί σε άσπερμους καρπούς που έχουν δημιουργηθεί από την εφαρμογή αυξινών είναι οι πεπλατυσμένοι καρποί (Asahira *et al.* 1982) και οι καρποί με «μορφή προσώπου γάτας» (cat faced) (Asahira *et al.* 1982, Gokmen and Acar 2000) που οφείλεται στο σχίσιμο του περικαρπίου και την εξωτερική εμφάνιση του πλακούντα.

Η παρουσία κενών στο εσωτερικό των καρπών είναι χαρακτηριστική στις ποικιλίες που τείνουν προς την παρθενοκαρπία όταν επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες (Kercka 1966, Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1986). Οι ποικιλίες που παράγουν σφαιρικούς καρπούς με λίγες κοιλότητες παρουσιάζουν περισσότερα κενά από εκείνες με επίπεδους καρπούς και πολλές κοιλότητες (Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1986). Τα κενά αυτά σχετίζονται με την απουσία των σπόρων και τη μειωμένη ποσότητα του ζελατινώδους παρεγχύματος από τους φυσιολογικά παρθενοκαρπικούς καρπούς (Kercka 1966, Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1986).

Οι αυξίνες αυξάνουν την εμφάνιση τέτοιων κούφιων καρπών, καθώς και το μέγεθος των κενών χώρων (Kercka 1966, Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1986, Sasaki *et al.* 2005). Η ύπαρξη κενών σε καρπούς που προέρχονται από την εφαρμογή αυξινών εξαρτάται από περιβαλλοντικούς παράγοντες, ιδιαίτερος τη θερμοκρασία, την ποικιλία, το είδος της αυξίνης και τη συγκέντρωση στην οποία χρησιμοποιείται.

Έχει αναφερθεί πως το ποσοστό των κούφιων καρπών και η έκταση των κενών χώρων αυξάνονται καθώς μειώνεται η θερμοκρασία (Kercka 1966, Monteiro 1983). Όσον αφορά τις ποικιλίες, εκείνες με λίγους χώρους εντός των καρπών είναι πιο ευπαθείς σε αυτή την ανωμαλία από ποικιλίες με πολύχωρους καρπούς (Monteiro 1983, Abad and Guardiola 1986). Επιπλέον, οι μη παρθενοκαρπικές ποικιλίες είναι πιο ευαίσθητες από τους γενετικά παρθενοκαρπικούς γονότυπους (Ayuso *et al.* 1984). Τέλος, όσο πιο δραστική είναι η αυξίνη και όσο μεγαλύτερη η συγκέντρωσή της τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των κούφιων καρπών και ο χώρος που καταλαμβάνουν τα κενά (Howlett and Marth 1946, Kercka 1966).

Μια ακόμη επίπτωση των αυξινών στους καρπούς παρατηρείται στο ζελατινώδες παρέγχυμα που βρίσκεται στο εσωτερικό τους, το οποίο παραμένει πράσινο ακόμη και όταν το περικάρπιο γίνεται τελείως κόκκινο (Howlett and Marth 1946, Kercka 1966).

Από αναλύσεις που πραγματοποίησαν οι Hurter *et al.* (1978), μόνο ίχνη του 4-CPA βρέθηκαν σε καρπούς που είχαν προέρθει από ψεκασμό με αυτό, ενώ και οι Gokmen και Acar (2000) βρήκαν υπολείμματα αυξίνης μόνο στους καρπούς που προέκυψαν από ψεκασμό των ανθέων με 4-CPA αλλά όχι με β-NOA ή 2,4-D. Επίσης, δεν αναφέρθηκαν διαφορές στην ποσότητα των υπολειμμάτων μεταξύ παραμορφωμένων και μη καρπών (Gokmen and Acar 2000).

### **1.3. Μετασυλλεκτικές φυσιολογικές, βιοχημικές και δομικές αλλαγές των καρπών τομάτας**

#### **1.3.1. Γενικά για την αποθήκευση της τομάτας - Θερμοκρασίες αποθήκευσης**

Οι καρποί της τομάτας συγκομίζονται σε διάφορα στάδια ωριμότητας και οι συνθήκες αποθήκευσης διαφέρουν ανάλογα με το στάδιο συγκομιδής. Γενικά, δεν απαιτείται πρόψυξη μετά τη συγκομιδή, εκτός εάν οι θερμοκρασίες κατά τη συγκομιδή ξεπερνούν τους 26-27°C και απαιτείται επιπλέον καθυστέρηση της ωρίμανσης. Ο καρπός της τομάτας είναι ευαίσθητος σε κρυοτραυματισμούς οι οποίοι περιορίζουν την εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης (Passam *et al.* 2007). Η ευαισθησία της στο ψύχος εξαρτάται από το στάδιο ωρίμανσης και συνιστάται η αποθήκευσή της στους 13-15°C στο προ-κλιμακτηριακό στάδιο (ώριμοι πράσινοι ή στο στάδιο του «σπασίματος» του χρώματος) και στους 8-10°C μετά την κλιμακτήριο. Σε όλα τα στάδια, η σχετική υγρασία πρέπει να είναι υψηλή (90-95%) για μείωση της απώλειας νερού (Ryall and Lipton 1979).

#### **1.3.2. Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών των καρπών**

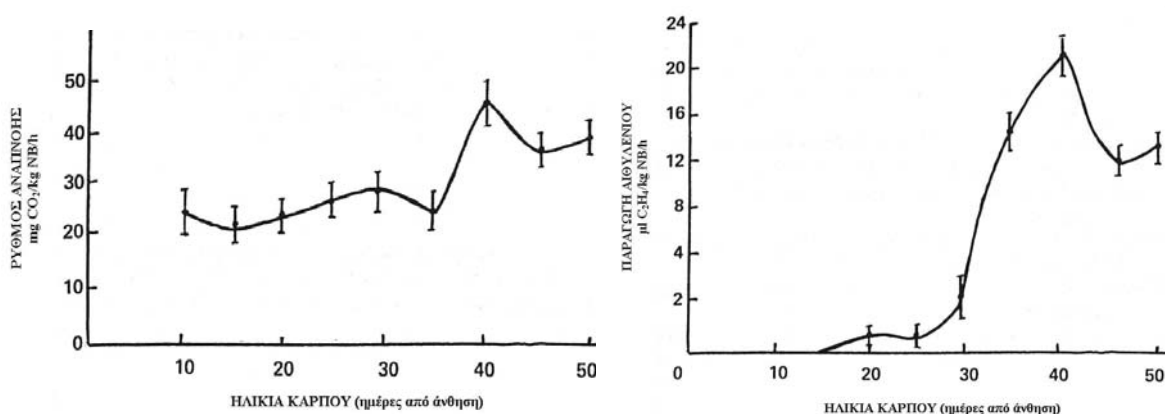
Από τις μελέτες που υπάρχουν σχετικά με την επίδραση που έχει η θερμοκρασία αποθήκευσης στις ποιοτικές παραμέτρους της τομάτας, είναι φανερό πως καθοριστικό ρόλο διαδραματίζει ο γονότυπος. Συνεπώς, τα ποιοτικά χαρακτηριστικά μπορούν να μεταβάλλονται κατά πολύ διαφορετικό τρόπο στις χαμηλές θερμοκρασίες ανάλογα με την ευπάθεια της χρησιμοποιούμενης ποικιλίας σε αυτές.

##### *1.3.2.1. Αναπνοή και παραγωγή αιθυλενίου*

Η αναπνοή είναι η κεντρική των διαδικασιών που εμπλέκονται στην ανάπτυξη, ωρίμανση και γήρανση του καρπού. Ο ρυθμός αναπνοής αποτελεί δείκτη του ρυθμού μεταβολισμού και υποδεικνύει τη δυνητική διάρκεια ζωής κατά την αποθήκευση και τη σχετική ευπάθεια των νωπών καρπών και αποτελεί ένα οδηγό των αποθηκευτικών συνθηκών που θα έπρεπε να εφαρμόζονται μετά τη συγκομιδή. Γενικά, όσο υψηλότερος είναι ο ρυθμός αναπνοής, τόσο μικρότερη είναι η μετασυλλεκτική ζωή (Kader 2002).

Όλοι οι καρποί (κλιμακτηριακοί και μη) παράγουν αιθυλένιο κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Οι συγκεντρώσεις αιθυλενίου που απαιτούνται για να επηρεαστεί η φυσιολογία του καρπού ποικίλουν ανάλογα με το είδος και την ωριμότητα. Η γήρανση ενός ώριμου καρπού προωθείται από συγκέντρωση αιθυλενίου της τάξης του 0,1  $\mu\text{l/l}$  (Knee *et al.* 1985). Η συσσώρευση αιθυλενίου σχετίζεται με εντονότερη γήρανση και μειωμένη μετασυλλεκτική ζωή του καρπού.

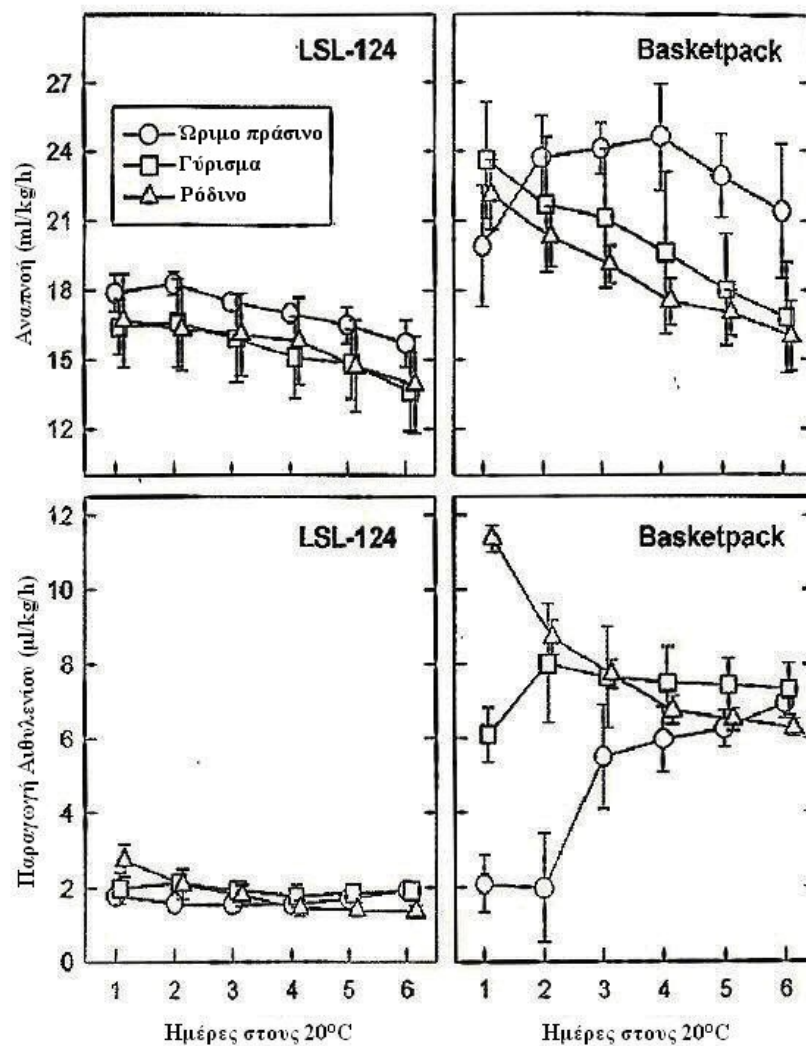
Σύμφωνα με τον Abdel-Rahman (1977) η αναπνοή και η παραγωγή αιθυλενίου κατά την ανάπτυξη, ωρίμανση και γήρανση καρπών cherry τομάτας πάνω στο φυτό παρουσιάζουν ένα πρότυπο παρόμοιο, αλλά διαφορετικό σε μέγεθος, με τις άλλες ποικιλίες (Burg and Burg 1965). Τα πολύ χαμηλά επίπεδα αιθυλενίου που παράγονται από τους ανώριμους πράσινους καρπούς μπορεί να οφείλονται στον τραυματισμό κατά την αποκοπή του καρπού, ενώ υπολογίσιμες ποσότητες αιθυλενίου παράγονται από τους ώριμους πράσινους καρπούς και αυξάνονται απότομα σ' ένα μέγιστο στους ρόδιους καρπούς (Abdel-Rahman 1977). Αυτή η πορεία σχετίζεται στενά με την κλιμακτηριακή αύξηση της αναπνοής (Σχήμα 1).



**Σχήμα 1:** Ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου καρπών cherry τομάτας (cv. Small Fry) κατά την ανάπτυξη, ωρίμανση και γήρανση (Abdel-Rahman, 1977).

Οι Jimenez *et al.* (1996) μελέτησαν τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά δύο ποικιλιών cherry τομάτας με διαφορετικό ρυθμό ωρίμανσης. Η Basketback είναι μια ποικιλία κανονικής ωρίμανσης και ωριμάζει γρήγορα σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ενώ η LSL-124 ανήκει στις ποικιλίες με μακρά μετασυλλεκτική ζωή και παρουσιάζει μειωμένο ρυθμό ωρίμανσης. Χρησιμοποίησαν καρπούς που συγκομίστηκαν σε τρία στάδια ωρίμανσης: ώριμο πράσινο, γύρισμα του χρώματος και ρόδινο και τους αποθήκευσαν στους 20°C για 10 ημέρες. Οι διαφορές μεταξύ των δύο ποικιλιών ήταν

σημαντικές (σχήμα 2). Ο ρυθμός αναπνοής των καρπών της Basketpack ήταν κατά 30% υψηλότερος από εκείνον των καρπών της LSL-124. Οι ώριμοι πράσινοι καρποί της Basketpack ακολούθησαν το τυπικό κλιμακτηριακό πρότυπο αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου, ενώ οι καρποί που είχαν ωριμάσει στο φυτό είχαν πτωτικούς ρυθμούς αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου. Η μέγιστη παραγωγή αιθυλενίου της Basketpack ήταν 3-5 φορές υψηλότερη από της LSL-124. Ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου από τους καρπούς της Basketpack διέφερε ανάλογα με το στάδιο ωρίμανσης, ενώ από τους καρπούς της LSL-124 ήταν διαρκώς χαμηλός και παρόμοιος μεταξύ των διαφορετικών σταδίων ωρίμανσης.



**Σχήμα 2:** Ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου στους 20°C καρπών cherry τομάτας των ποικιλιών Basketpack και LSL-124 συγκομισμένων σε διαφορετικά στάδια ωρίμανσης (Jimenez *et al.* 1996).

Οι Triglia *et al.*(1998) παρακολούθησαν τις μεταβολές της αναπνοής καρπών cherry τομάτας που αποθηκεύτηκαν για 10 ημέρες στους 20°C. Οι καρποί συγκομίστηκαν σε τέσσερα διαφορετικά στάδια ωρίμανσης: πρασινοπορτοκαλί (GO), πορτοκαλοκόκκινο (OR), ελαφρό κόκκινο (LR) και κόκκινο (R). Ο ρυθμός αναπνοής μειωνόταν με την πρόοδο της ωρίμανσης και της διάρκειας αποθήκευσης των καρπών (πίνακας 2). Σε όλη την περίοδο αποθήκευσης, οι λιγότερο ώριμοι καρποί (GO) παρουσίαζαν τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής, ενώ ο αρχικός υψηλός ρυθμός αναπνοής των R καρπών μειώθηκε κατά 50% μέχρι το τέλος της αποθήκευσης. Με δεδομένο ότι οι πράσινοι καρποί αυτής της μελέτης δεν επέδειξαν κλιμακτηριακή συμπεριφορά, η χρησιμοποιούμενη ποικιλία χαρακτηρίζεται από μεγάλη μετασυλλεκτική ζωή, κατ' αντιστοιχία με τους Jimenez *et al.* (1996),

**Πίνακας 2:** Μεταβολή της αναπνοής (ml/kg/h) σε σχέση με το στάδιο ωρίμανσης του καρπού κατά τη συγκομιδή και τη διάρκεια αποθήκευσης (Triglia *et al.* 1998).

Ημέρες αποθήκευσης	Στάδιο ωρίμανσης κατά τη συγκομιδή			
	GO	OR	LR	R
1	62,8	38,7	36,7	28,1
6	33,6	21,9	22,0	17,7
10	23,9	16,8	16,0	14,9

#### 1.3.2.1. Βάρος

Η μετασυλλεκτική απώλεια βάρους εξαρτάται κυρίως από τη διαπνοή και την αναπνοή. Η διαπνοή, δηλαδή η απώλεια νερού, προκαλεί απώλεια βάρους του προϊόντος, η οποία μπορεί να επιφέρει πτώση στην ποιότητα λόγω μααρασμού. Η απώλεια νερού συσχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία και αρνητικά με τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντος (Πάσσαμ 2004). Η χρήση διαφόρων υποστρωμάτων κατά την αναπνοή μπορεί να οδηγήσει στην απώλεια τροφικών αποθεμάτων του καρπού (π.χ. υδατάνθρακες) και κατά συνέπεια σε απώλεια ξηράς ουσίας, γευστικής ποιότητας και θρεπτικής αξίας. Η αύξηση της αναπνοής συσχετίζεται θετικά με τη θερμοκρασία και τη συγκέντρωση O<sub>2</sub> και αρνητικά με τη συγκέντρωση CO<sub>2</sub> (Kader 1987).

Κατά την αποθήκευση, το βάρος των καρπών μειώνεται με την απώλεια βάρους να είναι υψηλότερη όσο αυξάνονται η θερμοκρασία και η διάρκεια αποθήκευσης (Javanmardi and Kubota 2006, Znidarcic and Pozrl 2006, Cantwell *et al.* 2009, Znidarcic *et al.* 2010). Πιο συγκεκριμένα, σε καρπούς μεγαλόκαρπης τομάτας, οι Javanmardi και Kubota (2006) υπολόγισαν το ποσοστό απώλειας βάρους ανά ημέρα στους 5, 12 και 25°C το οποίο ήταν 0,15, 0,49 και 0,68%, αντίστοιχα.

#### 1.3.2.2. Χρώμα

Το χρώμα αποτελεί κύριο χαρακτηριστικό ποιότητας στην τομάτα με τις καροτενοειδείς χρωστικές (με κυρίαρχη τη λυκοπίνη) να ευθύνονται για το χαρακτηριστικό χρώμα του ώριμου καρπού (Fraser *et al.* 2001). Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης του καρπού, οι μέγιστες συγκεντρώσεις α- και β-καροτενίου παρατηρούνται από το σπάσιμο έως το γύρισμα του χρώματος (Meredith and Purcell, 1966), μετά τα οποία συσσωρεύεται το λυκοπένιο (Davies and Hobson 1981). Η θερμοκρασία παίζει καθοριστικό ρόλο στην σύνθεση των χρωστικών της τομάτας και επομένως στον καλό χρωματισμό της. Η λυκοπίνη εμφανίζεται αυξημένη σε θερμοκρασίες 21-24°C ενώ θερμοκρασίες άνω των 30°C παρεμποδίζουν την σύνθεση της λυκοπίνης και άλλων καροτινοειδών εκτός του β-καροτενίου, έτσι ώστε σε περιοχές με πολύ υψηλές θερμοκρασίες ο κόκκινος χρωματισμός της τομάτας να είναι ελλιπής (Leshem *et al.* 1986). Εξ άλλου, οι σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες έχουν σαν αποτέλεσμα την αυξημένη παραγωγή β-καροτενίου, ενώ η σύνθεση της λυκοπίνης μειώνεται (Koskitalo and Ormrod 1972). Σ' αυτό οφείλεται το φτωχό χρώμα των καρπών της τομάτας που καλλιεργείται στην χώρα μας την χειμερινή περίοδο, σε συνθήκες χαμηλότερων θερμοκρασιών από τις ενδεικνυόμενες, συνήθως με την εφαρμογή ορμονών καρπόδεσης.

Η θερμοκρασία αποθήκευσης έχει σημαντική επίδραση στο χρώμα της τομάτας. Σύμφωνα με τους Aljouni *et al.* (2001), η αποθήκευση πλήρως ώριμων καρπών τομάτας στους 22°C συνέβαλε σε σημαντική αύξηση του χρώματος, αλλά στους 4°C παρατηρήθηκε παρεμπόδιση της ανάπτυξής του, ενώ αντίστοιχα είναι και τα αποτελέσματα για αποθήκευση σχεδόν ώριμων καρπών στους 5 και 20°C (Cantwell *et al.* 2009). Η αποθήκευση σχεδόν ώριμων καρπών στους 7, 15 και 25°C οδήγησε στο μειωμένο χρωματισμό αυτών στους 7°C σε σύγκριση με τις άλλες δύο θερμοκρασίες (Toor and Savage 2006). Κατά τους Znidarcic και Pozrl (2006) και Znidarcic *et al.* (2010), δεν εντοπίστηκαν διαφορές στον τελικό χρωματισμό των

σχεδόν ώριμων καρπών μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 10°C, ενώ οι Cantwell *et al.* (2009) αναφέρουν εντονότερο χρωματισμό στους 10°C.

Η ανάπτυξη του χρώματος αυξάνεται με την πρόοδο του χρόνου αποθήκευσης, όταν οι καρποί αποθηκεύτηκαν πριν το ώριμο κόκκινο στάδιο (Jimenez *et al.* 1996, Cantwell *et al.* 2009) αλλά ακόμα και όταν είχαν φτάσει σε αυτό (Aljouni *et al.* 2001). Αντίθετα, η φωτεινότητα των σχεδόν ώριμων καρπών μειώνεται μετά από 7 ημέρες αποθήκευσης στους 5 και 10°C και στη συνέχεια παραμένει σταθερή μέχρι το τέλος της αποθήκευσης (Znidarcic and Pozrl 2006).

### 1.3.2.3. Συνεκτικότητα

Εκτός από το χρώμα της επιδερμίδας, η υφή αποτελεί το άλλο ποιοτικό χαρακτηριστικό που είναι πολύ σημαντικό για τους καταναλωτές (Tijsskens and Evelo 1994). Η υφή καθορίζεται από τη συνεκτικότητα της σάρκας και της επιδερμίδας (Kader *et al.* 1978). Ο βαθμός της συνεκτικότητας του καρπού έχει χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης της ποιότητάς του (Burton 1982) και μπορεί να είναι ο καθοριστικός παράγοντας για την επιλογή του καρπού από τον καταναλωτή (Gormley and Egan 1978). Η μείωση της συνεκτικότητας (μαλάκωμα) του καρπού κατά την ωρίμανση προκύπτει από την υδρολυτική διάσπαση των πολυμερών του κυτταρικού τοιχώματος (σελλουλόζες, ημισελλουλόζες, πηκτίνες κ.λπ.) από τις υδρολάσες (πολυγαλακτουρονάση [PG], μεθυλεστεράση της πηκτίνης [PME], λύση του πηκτικού οξέος, ραμνογαλακτουρονάση, σελλουλάση, β-γαλακτοσιδάση κ.λπ.). Το μαλάκωμα ενισχύεται από τις εξπανσίνες, οι οποίες είναι πρωτεΐνες του κυτταρικού τοιχώματος χωρίς ενζυμική υδρολυτική δράση (Cosgrove 2000) και διασπών τα πολλαπλά δίκτυα των πολυσακχαριτών, αυξάνοντας, έτσι, την προσβασιμότητα των υδρολασών στα πολυμερή του κυτταρικού τοιχώματος (Payasi *et al.* 2009).

Αν και η PME είναι από τους κύριους παράγοντες στο μαλάκωμα της τομάτας και η δράση της αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, δεν είναι η μόνη συνιστώσα που καθορίζει την απώλεια της συνεκτικότητας (Huber 1984, Brummell *et al.* 1999) δεδομένου ότι κατά την ανάπτυξη του καρπού και πριν τη γήρανση, οι σελλουλάσες (Harpster *et al.* 1998, Trainotti *et al.* 1999) και οι εξπανσίνες (Civello *et al.* 1999) συμβάλλουν και αυτές στην αποδόμηση του κυτταρικού τοιχώματος. Κατά τον Brummel (2002) κυριότερος λόγος της απώλειας της συνεκτικότητας των καρπών της τομάτας κατά την ωρίμανση και την αποθήκευσή τους είναι ο αποπολυμερισμός



των συστατικών των στρωμάτων γλουκάνης. Ένζυμα που πιθανώς να συμμετέχουν στη διαδικασία αυτή είναι η ενδο-1,4-β-γλουκανάση και η ξυλογλουκάνη.

Οι καρποί διατηρούν τη συνεκτικότητά τους καλύτερα σε χαμηλές απ' ό τι σε υψηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης (Jimenez *et al.* 1996, de Leon-Sanchez *et al.* 2009, Znidarcic *et al.* 2010), ενώ υπάρχουν και ερευνητές που δεν έχουν καταγράψει κάποια σημαντική διαφορά στη συνεκτικότητα των καρπών μεταξύ διαφορετικών θερμοκρασιών (Maul *et al.* 2000, Cantwell *et al.* 2009, Plic *et al.* 2009). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης η συνεκτικότητα cherry, grape και μεγάλων καρπών μειώνεται (Triglia *et al.* 1998, Cantwell *et al.* 2009, Znidarcic *et al.* 2010) ή μπορεί και να παραμένει στα αρχικά επίπεδα (de Leon-Sanchez *et al.* 2009). Τέλος, οι καρποί καθίστανται ακόμα πιο μαλακοί όταν μετά την διατήρησή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες (5°C) μεταφέρονται σε θερμοκρασία δωματίου παρά όταν παραμένουν συνεχώς σε υψηλότερη θερμοκρασία (Roberts *et al.* 2002).

#### 1.3.2.4. Οργανικά οξέα

Τα βασικά οξέα της τομάτας είναι το κιτρικό και το μηλικό οξύ (9% και 4% της ξηράς ουσίας του ώριμου κόκκινου καρπού, αντίστοιχα) με το κιτρικό να καθορίζει την όξινη γεύση του καρπού (Davies and Hobson 1981). Οι Davies και Winsor (1969) διαπίστωσαν αρνητική συσχέτιση μεταξύ του βάρους και του μεγέθους του καρπού με την τιτλοδοτούμενη οξύτητα, αποδίδοντάς το στην μικρότερη αναλογία περικαρπίου προς το ζελατινώδες παρέγχυμα του καρπού αφού έχει αποδειχτεί ότι το περικάρπιο παρουσιάζει αρκετά χαμηλότερο περιεχόμενο σε οξέα. Έτσι, οι ώριμες cherry τομάτες έχουν υψηλότερη τιτλοδοτούμενη οξύτητα και περισσότερο κιτρικό οξύ από τις μεγαλόκαρπες ποικιλίες (Picha 1986). Το pH του καρπού κυμαίνεται από 4,0 έως 4,7 (Madhavi and Salunkhe 1998). Έχει διαπιστωθεί ότι η περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε οργανικά οξέα συσχετίζεται θετικά με την τιτλοδοτούμενη οξύτητα και αρνητικά με το pH (Malundo *et al.* 1995). Κατά την ωρίμανση του καρπού της τομάτας και την μετατροπή του χρώματός του από πράσινο σε κόκκινο, η οξύτητα αυξάνεται με σταθερούς ρυθμούς φθάνοντας στο μέγιστο με την εμφάνιση του κίτρινου χρώματος. Από το στάδιο αυτό και έπειτα ακολουθεί μια απότομη μείωση της συγκέντρωσής της (Winsor *et al.* 1962, Davies and Hobson 1981).

Περαιτέρω σημαντική μείωση της οξύτητας των καρπών προκαλείται με την αποθήκευσή τους σε θερμοκρασία δωματίου (Jimenez *et al.* 1996, Auerswald *et al.*

1999, Krumbain *et al.* 2004, Cantwell *et al.* 2009, de Leon-Sanchez *et al.* 2009), ενώ σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (10°C) αποθήκευσης, η οξύτητα των καρπών είτε παραμένει σταθερή (Jimenez *et al.* 1996, de Leon-Sanchez *et al.* 2009) είτε μειώνεται αλλά με χαμηλότερο ρυθμό απ' ότι στις υψηλές θερμοκρασίες (Jimenez *et al.* 1996, Cantwell *et al.* 2009). Κατά συνέπεια, καρποί τομάτας που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 10°C διατήρησαν υψηλότερο περιεχόμενο σε οξέα σε σχέση με αυτούς που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (Jimenez *et al.* 1996, Maul *et al.* 2000, Cantwell *et al.* 2009, de Leon-Sanchez *et al.* 2009). Τα πράγματα δεν είναι το ίδιο ξεκάθαρα κατά την αποθήκευση των καρπών σε θερμοκρασίες ψύξης (<7°C). Έχει βρεθεί πως σε τέτοιες θερμοκρασίες η περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε οξέα είναι υψηλότερη (Maul *et al.* 2000, Cantwell *et al.* 2009), ίση (Maul *et al.* 2000, Gomez *et al.* 2009) ή και χαμηλότερη (Toor and Savage 2006) εκείνης σε θερμοκρασία δωματίου.

#### 1.3.2.5. Σάκχαρα

Τα σάκχαρα του ώριμου κόκκινου καρπού της τομάτας αποτελούνται κυρίως από τη γλυκόζη και τη φρουκτόζη με ίχνη σακχαρόζης (Stevens 1972). Η γλυκόζη και η φρουκτόζη βρίσκονται σε ίσες σχεδόν ποσότητες (22% και 25% της ξηράς ουσίας, αντίστοιχα), ενώ η σακχαρόζη βρίσκεται σε πολύ χαμηλή συγκέντρωση (<1% της ξηράς ουσίας) (Davies and Hobson 1981, Islam *et al.* 1996).

Σύμφωνα με τους Gomez *et al.* (2009), κατά την αποθήκευση ώριμων καρπών cherry τομάτας στους 6°C και 20°C, τα επίπεδα των αναγωγικών σακχάρων αυξήθηκαν και στις δύο θερμοκρασίες, με την τελική ποσότητα στους 20°C να είναι υψηλότερη από εκείνη στους 6°C. Αντίθετα, οι Maul *et al.* (2000) βρήκαν πως σχεδόν ώριμοι μεγάλοι καρποί που αποθηκεύτηκαν στους 20°C είχαν σημαντικά χαμηλότερα σάκχαρα απ' ότι στους 5°C. Σε πλήρη αντίθεση με τους παραπάνω, οι Auerswald *et al.* (1999), Krumbain *et al.* (2004) και de Leon-Sanchez *et al.* (2009) ισχυρίζονται πως οι ποσότητες των αναγωγικών σακχάρων παραμένουν αμετάβλητες κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των ώριμων και σχεδόν ώριμων καρπών στους 20°C, ενώ μειώνονται στους 10°C (de Leon-Sanchez *et al.* 2009).

#### 1.3.2.6. Ολικά διαλυτά στερεά

Σύμφωνα με τους Davies και Hobson (1981), το υδατοδιαλυτό τμήμα της ξηράς ουσίας της κόκκινης ώριμης τομάτας αποτελείται από τα αναγωγικά σάκχαρα

φρουκτόζη (25%) και γλυκόζη (22%), κιτρικό οξύ (9%), μηλικό οξύ (4%), δικαρβοξυλικά αμινοξέα (2%), λιπίδια (2%) και μεταλλικά στοιχεία (8%), τα οποία συνθέτουν τα ολικά διαλυτά στερεά του καρπού της τομάτας. Αν και έχει διαπιστωθεί ότι η περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε αναγωγικά σάκχαρα σχετίζεται θετικά με την περιεκτικότητά τους σε διαλυτά στερεά συστατικά (Jones and Scott 1984, Malundo *et al.* 1995), τα αναγωγικά σάκχαρα δεν ευθύνονται αποκλειστικά για το περιεχόμενο των καρπών τομάτας σε διαλυτά στερεά. Έτσι, οι Young *et al.* (1993) μελετώντας ώριμους καρπούς τομάτας των σειρών LA 1501 και VF 145B-7879 βρήκαν πως οι καρποί της πρώτης περιείχαν 44% περισσότερα διαλυτά στερεά από εκείνους της δεύτερης, με τα αναγωγικά σάκχαρα να ευθύνονται μόνο κατά 41% για τη διαφορά αυτή και το υπόλοιπο 59% να οφείλεται σε ένα ή περισσότερα μη εξακριβωμένα συστατικά. Επίσης, οι Cantwell *et al.* (2009) κατέγραψαν αύξηση των διαλυτών στερεών κατά την αποθήκευση καρπών τομάτας η οποία δε συσχετίστηκε με κάποια αύξηση στα σάκχαρα.

Από αρκετές μελέτες φαίνεται πως, η θερμοκρασία αποθήκευσης δεν έχει κάποια επίδραση στην περιεκτικότητα των ώριμων και σχεδόν ώριμων καρπών σε διαλυτά στερεά (Jimenez *et al.* 1996, Roberts *et al.* 2002, Javanmardi and Kubota 2006, Znidarcic and Pozrl 2006, Cantwell *et al.* 2009, Ilic *et al.* 2009, de Leon-Sanchez *et al.* 2009, Znidarcic *et al.* 2010). Ωστόσο, οι Maul *et al.* (2000) και οι Roberts *et al.* (2002) αναφέρουν διαφοροποιήσεις στα διαλυτά στερεά με αλλαγή της θερμοκρασίας αποθήκευσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, η ποσότητα των διαλυτών στερεών παραμένει σταθερή (Jimenez *et al.* 1996, Triglia *et al.* 1998, Javanmardi and Kubota 2006, Znidarcic and Pozrl 2006, Znidarcic *et al.* 2010). Εν τούτοις, κάποιοι ερευνητές διαπίστωσαν μείωση της συγκέντρωσης των διαλυτών στερεών κατά την αποθήκευση (Jimenez *et al.* 1996, Roberts *et al.* 2002, Cantwell *et al.* 2009).

#### 1.3.2.7. Αντιοξειδωτική δράση

Οι τομάτες περιέχουν διάφορες ουσίες με αντιοξειδωτικές ιδιότητες όπως καροτενοειδή, βιταμίνη C, φαινολικά και τοκοφερόλες. Το λυκοπένιο είναι το κύριο καροτενοειδές που βρίσκεται στην τομάτα και αποτελεί περισσότερο από το 80% του συνόλου των καροτενοειδών στους ώριμους καρπούς, ενώ ευθύνεται και για το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα τους (Nguyen and Schwartz 1999).

Η αντιοξειδωτική δράση της τομάτας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως γενετικούς, περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, φως, νερό, διαθεσιμότητα των θρεπτικών στοιχείων), καλλιεργητική τεχνική (ρυθμιστές ανάπτυξης, ημερομηνία συγκομιδής κ.λπ.) και συνθήκες αποθήκευσης κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο (Leonardi *et al.* 2000, Dumas *et al.* 2003).

Πιο αναλυτικά, η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και η αντιοξειδωτική δράση της τομάτας είναι υψηλότερες στους cherry ή μικρούς, κοκτέιλ καρπούς (Kaur *et al.* 2004, Molyneux *et al.* 2004). Υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του χρώματος του καρπού και της συγκέντρωσης των ολικών αντιοξειδωτικών, με το λυκοπένιο να αυξάνεται από το ρόδινο στο κόκκινο στάδιο (Brandt *et al.* 2006, Helyes *et al.* 2006) και τις ώριμες πράσινες τομάτες να έχουν σημαντικά χαμηλότερη περιεκτικότητα σε αντιοξειδωτικά απ' ό,τι οι κόκκινες (Wold *et al.* 2004). Οι ποικιλίες με κόκκινους καρπούς έχουν υψηλότερη περιεκτικότητα σε λυκοπένιο από εκείνες με κίτρινους, πορτοκαλί ή μαύρους καρπούς (Cox *et al.* 2003). Η σύνθεση του λυκοπενίου κατά την ανάπτυξη αναστέλλεται σε θερμοκρασίες κάτω από τους 12°C και σταματά πάνω από τους 32°C. Σε αντίθεση με τη σύνθεση του ασκορβικού οξέος που προωθείται από την έκθεση του καρπού στο πλήρες ηλιακό φως, η σύνθεση του λυκοπενίου είναι υψηλότερη στους καρπούς που σκιάζονται από το φύλλωμα. Σχετικά με την κατανομή των αντιοξειδωτικών μορίων στον καρπό, οι Toor και Savage (2005) αναφέρουν πως το 52% βρίσκεται στην επιδερμίδα, το 20% στη σάρκα και το 28% στους σπόρους του καρπού.

Το ασκορβικό οξύ μειώνεται με την αποθήκευση και οι απώλειες επιταχύνονται με την αύξηση της θερμοκρασίας και διάρκειας αποθήκευσης (Lee and Kader 2000, Sablani *et al.* 2006). Ωστόσο, δεν παρατηρήθηκε μείωση αυτού με αποθήκευση καρπών cherry και grape τομάτας στους 5°C για 14 και 18 ημέρες, αντιστοίχως (Akbuldak *et al.* 2007, Cantwell *et al.* 2009). Τα φαινολικά συστατικά αυξάνονται το ίδιο στους 7 και 15°C μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης (Toor and Savage 2006), ενώ στις 15 ημέρες παρατηρείται μείωση αυτών τόσο στους 6 όσο και στους 20°C με τη μείωση να είναι μεγαλύτερη στους 20°C (Gomez *et al.* 2009). Η μείωση αποδόθηκε στην αποδόμηση των κυττάρων λόγω κρουτραυματισμού και υπερωρίμανσης των καρπών στους 6 και 20°C, αντιστοίχως. Η αποθήκευση ώριμων ή σχεδόν ώριμων καρπών τομάτας σε θερμοκρασίες ψύξης (4-7°C) προκαλεί παρεμπόδιση της σύνθεσης του λυκοπενίου (Aljouni *et al.* 2001, Javanmardi and Kubota 2006, Toor and Savage 2006, Gomez *et al.* 2009). Κατά τους ίδιους

ερευνητές, οι υψηλές θερμοκρασίες (20-25°C) αποθήκευσης προκαλούν πολύ σημαντική αύξηση της περιεκτικότητας των καρπών σε λυκοπένιο η οποία μπορεί να φτάσει και το 185% (Aljouni *et al.* 2001). Η αποθήκευση των καρπών σε θερμοκρασίες συντήρησης (12-15°C) προκαλεί αύξηση του λυκοπενίου σε επίπεδα που βρίσκονται ανάμεσα στα προαναφερόμενα (Javanmardi and Kubota 2006, Toor and Savage 2006).

Το λυκοπένιο αποτελεί το κύριο λιπόφιλο αντιοξειδωτικό συστατικό της τομάτας (Cano *et al.* 2003), αλλά η συνεισφορά της λιπόφιλης αντιοξειδωτικής δράσης στη συνολική είναι πολύ μικρότερη από εκείνη της υδρόφιλης. Πιο συγκεκριμένα, οι Raffo *et al.* (2002) αναφέρουν πως η αντιοξειδωτική δράση ώριμων καρπών cherry τομάτας οφείλεται στα υδρόφιλα και λιπόφιλα αντιοξειδωτικά συστατικά κατά 84 και 16%, αντιστοίχως, ενώ για ώριμη μεγαλόκαρπη τομάτα τα ποσοστά είναι 71 και 29% (Cano *et al.* 2003) ή 92 και 8% (Toor and Savage 2005). Φαίνεται πως η συνολική αντιοξειδωτική δράση των καρπών της τομάτας τόσο κατά τη συγκομιδή τους, όσο και μετά από αποθήκευση δεν συσχετίζεται απαραίτητα με το περιεχόμενό τους σε λυκοπένιο. Έτσι, οι Molyneux *et al.* (2004) αναφέρουν πως, στις 3 από τις 5 ποικιλίες τομάτας που εξέτασαν, η αύξηση του λυκοπενίου κατά τη διάρκεια ολιγοήμερης (5 ημέρες) αποθήκευσης συνοδεύτηκε από μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης των καρπών. Επίσης, οι Djuric και Powell (2001) παρατήρησαν, σε μια επιλεγμένη ομάδα τροφίμων που περιέχουν λυκοπένιο (νωποί καρποί τομάτας, προϊόντα με βάση την τομάτα και καρπούζι), πως εκείνα με την υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση δεν είχαν και τα υψηλότερα επίπεδα λυκοπενίου. Εν τούτοις, οι Martinez-Valverde *et al.* (2002) αναφέρουν θετική συσχέτιση μεταξύ λυκοπενίου και αντιοξειδωτικής δράσης σε κόκκινους ώριμους καρπούς.

Αντιφατικά είναι τα αποτελέσματα αναφορικά με την επίδραση της αποθήκευσης στο αντιοξειδωτικό περιεχόμενο των καρπών τομάτας. Σύμφωνα με τους Toor και Savage (2006), η ολική αντιοξειδωτική δράση (TEAC) σχεδόν ώριμων καρπών αυξήθηκε κατά 24, 17 και 27% μετά από αποθήκευση στους 7, 15 και 25°C, αντιστοίχως. Οι Javanmardi και Kubota (2006) αναφέρουν αύξηση στην περιεκτικότητα των ώριμων καρπών σε αντιοξειδωτικά συστατικά (TEAC) κατά την αποθήκευσή τους στους 5 και 12°C με την αύξηση να είναι πολύ μεγαλύτερη στους 5°C, ενώ δεν μεταβλήθηκαν στους 25°C. Αντίθετα, οι Ilıc *et al.* (2009) βρήκαν πως η αύξηση της αντιοξειδωτικής δράσης (TEAC) σχεδόν ώριμων καρπών ήταν μεγαλύτερη στους 12 απ' ότι στους 5°C. Σταθερό στα επίπεδα που έχει κατά τη

συγκομιδή παραμένει το αντιοξειδωτικό περιεχόμενο (DPPH) ώριμων καρπών τομάτας μετά από 15 ημέρες αποθήκευσης ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία (6 και 20°C) κατά τους Gomez *et al.* (2009).

Σημαντικό ρόλο στον προσδιορισμό της αντιοξειδωτικής δράσης φαίνεται να διαδραματίζει και η μέθοδος που επιλέγεται. Οι Bohm και Schlesier (2004) αναφέρουν 14 μεθόδους (TEAC, FRAP, ORAC, DPPH, ESR, PCL κ.ά.) που χρησιμοποιούνται για το σκοπό αυτό. Η κατάταξη 9 ποικιλιών τομάτας με βάση την αντιοξειδωτική δράση των καρπών τους ήταν διαφορετική μεταξύ των δύο μεθόδων (TEAC και DPPH) που χρησιμοποιήθηκαν (Martinez-Valverde *et al.* 2002). Έχει βρεθεί σημαντική συσχέτιση μεταξύ της ποσότητας των φαινολικών συστατικών και της αντιοξειδωτικής δράσης όπως αυτή προσδιορίστηκε με την TEAC, τόσο για την τομάτα (Molyneux *et al.* 2004, Toor *et al.* 2006) όσο και για άλλους καρπούς (Kalt *et al.* 1999, Connor *et al.* 2002), ενώ οι Proteggente *et al.* (2002) αναφέρουν συσχέτιση τόσο με τα φαινολικά όσο και με την περιεκτικότητα σε ασκορβικό οξύ. Οι Bohm και Schlesier (2004) συνιστούν τη χρήση περισσότερων από μία μεθόδων για τον προσδιορισμό του αντιοξειδωτικού δυναμικού των τροφίμων.

#### **1.4. Σκοπός του πειράματος**

Λόγω της έλλειψης πειραματικών δεδομένων από την παγκόσμια βιβλιογραφία σχετικά με την επίδραση της παρουσίας ή απουσίας των σπερμάτων στα ποιοτικά χαρακτηριστικά και τη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των καρπών cherry τομάτας, στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε συγκριτική μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών ένσπερμων και άσπερμων κόκκινων ώριμων καρπών cherry τομάτας κατά τη συγκομιδή τους. Παράλληλα προσδιορίστηκε η μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους σε δύο θερμοκρασίες (5 και 15°C) και δύο περιόδους (10 και 20 ημέρες) αποθήκευσης, σε μικροσυσκευασίες καλυμμένες με πλαστική μεμβράνη.

## 2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Γ.Π.Α) από τον Οκτώβριο του 2008 έως και τον Ιούλιο του 2009.

### 2.1. Φυτικό υλικό

Χρησιμοποιήθηκαν τα υβρίδια τομάτας τύπου «cherry» Cherelino F<sub>1</sub> και Conchita F<sub>1</sub> (De Ruiter Seeds, Bergschenhoek, Nederland), με χαρακτηριστικό την υψηλή μετασυλλεκτική διάρκεια, ιδίως στην περίπτωση των καρπών της Conchita F<sub>1</sub> οι οποίοι συγκομίζονται σε «τσαμπί», σε αντίθεση με αυτούς της Cherelino F<sub>1</sub> που συγκομίζονται μεμονωμένοι.

Στις 6-10-08, σπόροι τοποθετήθηκαν για προβλάστηση σε τριβλία Petri τα οποία σφραγίστηκαν με parafilm για συγκράτηση της υγρασίας και μεταφέρθηκαν σε θάλαμο στους 20°C σε σκοτάδι. Μετά από 4 ημέρες, οι βλαστημένοι, πλέον, σπόροι φυτεύτηκαν σε ατομικά γλαστράκια (0,5 l) με τύρφη (Klasmann TS-1, pH: 5,5 χωρίς βασική λίπανση) και τοποθετήθηκαν στο χώρο του θερμοκηπίου χωρίς θέρμανση. Στις 13-11-08 πραγματοποιήθηκε η τελική μεταφύτευση των φυταρίων σε πλαστικές γλάστρες 10 l και τοποθετήθηκαν στο υαλόφρακτο θερμοκήπιο του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών. Τοποθετήθηκαν 45 φυτά από κάθε υβρίδιο, εναλλάξ σε απλές γραμμές φύτευσης, με αποστάσεις 50cm επί της γραμμής και 1m μεταξύ των γραμμών. Σαν εδαφικό υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε μίγμα τύρφης-περλίτη σε αναλογία 1:1. Τα φυτά υποστύλωθηκαν και διαμορφώθηκαν σε διστέλεχο σύστημα. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας, η λίπανση των φυτών γινόταν σε συνδυασμό με την άρδευση με τη χρήση δύο πυκνών λιπασμάτων που περιείχαν όλα τα απαραίτητα θρεπτικά στοιχεία για την ανάπτυξη των φυτών (Πίνακας 3). Η δοσολογία ήταν 4ml πυκνού διαλύματος/1l νερού στα νεαρά φυτά και αυξήθηκε στα 5ml/1l μετά την μεταφύτευση. Τα φυτά κορυφολογήθηκαν όταν ο κύριος βλαστός έφτασε στην 6<sup>η</sup> ταξιανθία και ο δευτερεύων στην 4<sup>η</sup>. Κατά τους χειμερινούς μήνες εφαρμόστηκε θέρμανση για τη διατήρηση της θερμοκρασίας της νύχτας πάνω από τους 15°C, ενώ κατά τη διάρκεια της ημέρας εφαρμοζόταν εξαερισμός με άνοιγμα των παραθύρων όταν η θερμοκρασία ανερχόταν πάνω από τους 28°C.

Για τη διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν καρποί που προέρχονταν από φυσιολογική γονιμοποίηση (ένσπερμοι) και παρθενοκαρπικοί καρποί (άσπερμοι).



Η καρπόδεση των ένσπερων καρπών υποβοηθήθηκε με την εφαρμογή δόνησης των ανθέων με τη χρήση ηλεκτρικού δονητή, ενώ οι παρθενοκαρπικοί αναπτύχθηκαν με ευνουχισμό των ανθέων και ψεκασμό τους με καρποδετική ορμόνη. Ο ευνουχισμός πραγματοποιούνταν με αφαίρεση του κώνου των ανθέρων με ειδική λαβίδα, όταν τα άνθη ήταν ακόμη κλειστά, μία ημέρα πριν την άνθηση, για να αποφευχθεί διάρρηξη των ανθέρων και αυτογονιμοποίηση. Ο ψεκασμός του θηλυκού τμήματος που παρέμενε γινόταν με την ορμόνη β-NOA σε συγκέντρωση 50 ppm (σκεύασμα: Ortomone – Σπύρου Α.Ε.) και γινόταν σήμανση των ευνουχισμένων ανθέων με καρτελάκια. Η κατάταξη των καρπών σε ένσπερους και παρθενοκαρπικούς επιβεβαιώθηκε μετά την κοπή των καρπών κατά τη διαδικασία των μετρήσεων.

**Πίνακας 3:** Σύσταση πυκνών διαλυμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την λίπανση των φυτών στο σπορείο και στις τελικές θέσεις στο θερμοκήπιο

	<b>ΛΙΠΗΝΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ</b>	<b>ΠΟΣΟΤΗΤΑ</b>
<b>ΔΙΑΛΥΜΑ 1</b> <b>(190 ΛΙΤΡΑ)</b>	KNO <sub>3</sub>	23 kg
	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	6,1 kg
	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	6,2 kg
	Φωσφορικό οξύ (80%)	2 l
	H <sub>3</sub> BO <sub>4</sub>	190 g
	ZnSO <sub>4</sub>	30 g
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>6</sub> Mo <sub>7</sub> O <sub>2</sub> .4H <sub>2</sub> O	3,42 g
	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	118,75 g
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	15,2 g
	<b>ΔΙΑΛΥΜΑ 2</b> <b>(190 ΛΙΤΡΑ)</b>	Ca(NO <sub>3</sub> ).4H <sub>2</sub> O
EDTA Fe		63 g

## **2.2. Συγκομιδή και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί**

Η συγκομιδή όλων των καρπών των δύο υβριδίων πραγματοποιήθηκε στις 26 Φεβρουαρίου του 2009. Επιλέγονταν καρποί στο στάδιο του ώριμου κόκκινου καρπού κατά USDA (USDA 1976). Μετά τη συγκομιδή, οι καρποί μεταφέρονταν στο εργαστήριο, αφαιρούταν προσεκτικά ο κάλυκας, καθαρίζονταν και ταξινομούσαν ανάλογα με το χρωματισμό και τη συνεκτικότητά τους. Απορρίπτονταν οι ανώριμοι (πορτοκαλοκόκκινοι) και οι υπερώριμοι καρποί (βαθύ κόκκινο χρώμα και μειωμένη συνεκτικότητα). Οι καρποί παρέμεναν στον πάγκο του εργαστηρίου και την επόμενη ημέρα ακολουθούσαν οι προβλεπόμενες διαδικασίες του πειράματος. Πρέπει να σημειωθεί ότι γινόταν ιδιαίτερη προσπάθεια ώστε οι καρποί να είναι του ίδιου μεγέθους και να βρίσκονται στο ίδιο στάδιο ωριμότητας.

Ο πειραματικός σχεδιασμός περιελάμβανε καρπούς από 2 γονότυπους (Conchita και Cherelino), 2 τύπους καρπών (ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί), 2 θερμοκρασίες αποθήκευσης (5°C και 15°C) και 2 περιόδους αποθήκευσης (10 και 20 ημέρες) καταλήγοντας σε 16 συνδυασμούς επεμβάσεων. Κάθε επέμβαση περιελάμβανε 5 επαναλήψεις (μικροσυσκευασίες). Οι καρποί που προορίζονταν για αποθήκευση τοποθετούνταν σε πλαστικές μικροσυσκευασίες (κουτιά) χωρητικότητας 480 ml (4 καρποί ανά μικροσυσκευασία), καλύπτονταν με πλαστική μεμβράνη και τοποθετούνταν σε ψυκτικούς θαλάμους. Μετά την έξοδό τους από τους θαλάμους, αφαιρούνταν οι πλαστικές μεμβράνες και οι καρποί παρέμεναν για δύο ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C, μετασυλλεκτική συμπεριφορά στο «ράφι»). Το φιλμ που χρησιμοποιήθηκε είναι τύπου "Cling", προέρχεται από την εταιρία AEP Industries Packaging (Ισπανία) και τα χαρακτηριστικά του δίνονται στον πίνακα 4.

**Πίνακας 4:** Χαρακτηριστικά των μεμβρανών τύπου "Cling" που χρησιμοποιήθηκαν στο παρόν πείραμα (Πηγή: Εταιρεία AEP Industries Packaging - Ισπανία)

<b>FILM 1: LMC-AT/8</b>		
<b>Ιδιότητα</b>	<b>Τιμές</b>	<b>Μονάδες</b>
Υλικό	Εύκαμπτη πλαστική μεμβράνη	
Αντοχή σε εφελκυσμό MD/TD	39 / 38	MPa
Επιμήκυνση έως θραύση	230 / 280	%
Στιλπνότητα	140	S.G.U.
Περατότητα σε οξυγόνο	19000	cm <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /24h
Περατότητα σε υδρατμούς	190	g/m <sup>2</sup> /24h

Κατά τις 3 πρώτες ημέρες της αποθήκευσης στο θάλαμο γινόταν προσδιορισμός της συγκέντρωσης του O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και αιθυλενίου στην ατμόσφαιρα της μικροσυσκευασίας, για τον προσδιορισμό της δημιουργίας τροποποιημένων ατμοσφαιρών στις μικροσυσκευασίες. Μετά το τέλος της αποθήκευσης, την 1<sup>η</sup> ημέρα παραμονής στο «ράφι», προσδιοριζόταν ο ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου των καρπών κάθε πειραματικής επέμβασης. Για τον προσδιορισμό του ρυθμού παραγωγής αιθυλενίου οι καρποί τοποθετούνταν σε γυάλινα δοχεία χωρητικότητας 360 ml τα οποία σφραγίζονταν ερμητικά και παρέμεναν για 3 ώρες σε θερμοκρασία δωματίου. Μετά το πέρας των 3 ωρών, προσδιοριζόταν η συγκέντρωση του αιθυλενίου στην ατμόσφαιρα του δοχείου και οι καρποί επανέρχονταν στην αρχική τους θέση. Παράλληλα, ο ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου προσδιορίστηκε και σε καρπούς «μάρτυρες» που μόλις είχαν συγκομιστεί.

Τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών που μελετήθηκαν πριν και μετά την αποθήκευσή τους, ήταν το βάρος, το ειδικό βάρος, το χρώμα (φωτεινότητα, κόκκινος χρωματισμός), η συνεκτικότητα, τα ολικά διαλυτά στερεά (TSS), το pH και η τιτλοδοτούμενη οξύτητα του χυμού. Επιπλέον, για τον προσδιορισμό της θρεπτικής αξίας των καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους, μελετήθηκε η περιεκτικότητά τους σε λυκοπένιο και η αντιοξειδωτική τους δράση.

### **2.3. Τεχνικές και Όργανα Μετρήσεων και Προσδιορισμών**

#### **➤ Βάρος**

Μετρήθηκε σε γραμμάρια με ηλεκτρονική ζυγαριά με ακρίβεια 0,01 g. (Mettler PE 600). Πριν την αποθήκευση, κάθε καρπός σημάνθηκε με ανεξίτηλο μαρκαδόρο και ζυγίστηκε, ενώ μετά την αποθήκευση οι ίδιοι καρποί ζυγίστηκαν ξανά, για να προσδιοριστεί το τελικό τους βάρος. Υπολογίστηκε η εκατοστιαία αναλογία της απώλειας βάρους κατά την αποθήκευση σύμφωνα με τον τύπο: [(αρχικό βάρος – τελικό βάρος)/αρχικό βάρος]x100. Οι θετικές τιμές του ποσοστού απώλειας βάρους υποδηλώνουν απώλεια βάρους των καρπών κατά την αποθήκευσή τους.

#### **➤ Ειδικό βάρος**

Για τον προσδιορισμό του ειδικού βάρους μετρήθηκε το βάρος του καρπού κατά τη βύθισή του σε νερό με ηλεκτρονική ζυγαριά με ακρίβεια 0,001 g. (Mettler

PM100), παράλληλα με τη μέτρηση του νωπού βάρους του καρπού. Ο τύπος μετατροπής σε ειδικό βάρος (g/ml) είναι: νωπό βάρος καρπού / (νωπό βάρος καρπού – βάρος καρπού στο νερό).

➤ Χρώμα

Το εξωτερικό χρώμα (χρώμα περικαρπίου) μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta μοντέλο CR 200, που δίνει αριθμητικές τιμές για 3 παραμέτρους μέτρησης του φωτός  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  που αποτελούν καλές προσεγγίσεις των τιμών  $x$ ,  $y$ ,  $z$  του διεθνούς συστήματος CIE. Η παράμετρος  $L^*$  μετρά την φωτεινότητα σε μια κλίμακα από 0 (μαύρο) ως 100 (λευκό), η  $a^*$  δηλώνει πράσινο χρώμα όταν έχει αρνητικές τιμές και κόκκινο για θετικές, ενώ η  $b^*$  όταν έχει αρνητικές τιμές υποδηλώνει μπλε χρώμα ενώ με θετικές τιμές εκφράζεται το κίτρινο.

Το όργανο βαθμονομήθηκε με μια λευκή πλάκα ( $x=93,9$ ,  $z=0,313$ ,  $y=0,321$ ). Σε κάθε καρπό γινόταν μια μέτρηση στο κέντρο του καρπού. Για ακρίβεια στον προσδιορισμό της μεταβολής του χρώματος κατά την αποθήκευση, έγινε σήμανση κάθε καρπού και η μέτρηση πριν και μετά την αποθήκευση λήφθηκε στο ίδιο σημείο. Προσδιορίστηκε το ποσοστό μεταβολής της φωτεινότητας ( $L$ ) ή του κόκκινου χρώματος ( $a$ ) κατά την αποθήκευση, σύμφωνα με τους τύπους  $[(\text{αρχική τιμή } L - \text{τελική τιμή } L) / \text{αρχική τιμή } L] \times 100$  και  $[(\text{τελική τιμή } a - \text{αρχική τιμή } a) / \text{αρχική τιμή } a] \times 100$ , αντίστοιχα, έτσι ώστε και στις δύο περιπτώσεις οι μεταβολές να έχουν θετικές τιμές (μείωση τιμής  $L$  και αύξηση τιμής  $a$  κατά την αποθήκευση).

➤ Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα των καρπών μετρήθηκε με επιτραπέζιο πεντρόμετρο Chatillon DFIS 10 προσαρμοσμένο στη βάση Chatillon TCM 201, που είναι εφοδιασμένο με κωνική ακίδα διαμέτρου 6,3mm, με ταχύτητα καθόδου της ακίδας 200 mm/min, και μετρά συμπίεση έως 50 N με ακρίβεια 0,1 N. Σε κάθε καρπό γίνονταν δύο μετρήσεις σε αντιδιαμετρικά σημεία του, με την ακίδα να εισέρχεται πλήρως εντός του καρπού, κρατώντας τον από το σημείο πρόσφυσης του κάλυκα και το σημείο έκπτυξης του στύλου. Όλες οι μετρήσεις έγιναν με τον ίδιο τρόπο από το ίδιο πρόσωπο, με σκοπό να ελαχιστοποιηθούν τα πειραματικά λάθη που μπορεί να προκύψουν λόγω διαφορετικών χειρισμών του οργάνου. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν ως η δύναμη (σε μονάδες N) που απαιτείται για τη διάτρηση του καρπού.

➤ Ολικά διαλυτά στερεά

Ο προσδιορισμός των διαλυτών στερεών έγινε με διαθλασίμετρο χειρός μοντέλο Schmidt & Haensch HR32B. Οι 4 καρποί κάθε επανάληψης τεμαχίζονταν στη μέση με ανοξείδωτο μαχαίρι και ακολούθως τα 4 από τα 8 τεμάχια που προέκυπταν πολτοποιούνταν (μαζί με το φλοιό τους και τους σπόρους στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών) με οικιακό blender και με μεταλλική, καθαρή και στεγνή σπάτουλα μεταφερόταν μια σταγόνα χυμού στην ειδική υποδοχή του οργάνου και ακολουθούσε η ανάγνωση με ακρίβεια 0,2 Brix. Σε κάθε δείγμα-πολτό λαμβάνονταν δύο μετρήσεις και υπολογίστηκε ο μέσος όρος τους. Λόγω της επίδρασης της θερμοκρασίας στις μετρήσεις των ολικών διαλυτών στερεών με το διαθλασίμετρο, οι μετρήσεις πραγματοποιούνταν σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (δωματίου, 22°C).

➤ pH

Μέρος του πολτού που χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση των ολικών διαλυτών στερεών, τοποθετήθηκε αδιάλυτο σε γυάλινο ποτήρι ζέσεως και μετρήθηκε το pH του με ηλεκτρονικό πεχάμετρο (Radiometer MeterLab PHM 250) με ακρίβεια 0,01. Κάθε φορά, πριν την έναρξη των μετρήσεων γινόταν βαθμονόμηση του οργάνου με τη βοήθεια 2 διαλυμάτων buffer με pH=7 και pH= 4,05.

➤ Τιτλοδοτούμενη οξύτητα

Αν και στις τομάτες υπάρχουν και άλλα οξέα, η οξύτητα του χυμού τους θεωρείται ότι οφείλεται σχεδόν αποκλειστικά στο κιτρικό οξύ. Έτσι, η οξύτητα των καρπών εκφράζεται ουσιαστικά στην περιεκτικότητά τους σε κιτρικό οξύ.

Ο προσδιορισμός της οξύτητας πραγματοποιήθηκε με τιτλοδότηση. Για την αντίδραση εξουδετέρωσης χρησιμοποιήθηκε διάλυμα NaOH N/50 (0,8 g NaOH σε 1 l απεσταγμένου νερού) και για δείκτης φαινολοφθαλείνη 1% (με διάλυση 1 g φαινολοφθαλείνης σε 100ml αιθυλικής αλκοόλης 95%).

Η μέθοδος που ακολουθήθηκε είναι η εξής: ζυγίστηκαν με ακρίβεια στη ζυγαριά 10 g πολτού και μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικό κύλινδρο. Ο ογκομετρικός κύλινδρος πληρώθηκε μέχρι τα 200 ml με απεσταγμένο νερό. Μετά από καλή ανατάραξη ακολούθησε διήθηση με τη χρήση πτυχωτού ηθμού (Macherey-Nagel MN 617we). Από το διήθημα λαμβάνονταν με ακρίβεια 2 δείγματα 50ml με τη βοήθεια

ογκομετρικού κυλίνδρου, τα οποία τοποθετούνταν σε ευρύλαιμες κωνικές φιάλες. Ακολούθως προσθέτονταν 1-2 σταγόνες φαινολοφθαλείνης 1% και γινόταν τιτλοδότηση με διάλυμα NaOH N/50, μέχρι να εμφανιστεί ροδόχρους χροιά που διαρκούσε 30 δευτερόλεπτα. Τα ml του NaOH που απαιτούνται για την εξουδετέρωση (α ml) με βάση την ποσότητα του χυμού που χρησιμοποιήθηκε (10 g) και τον όγκο του διαλύτη (νερό – 200 ml), εκφράστηκαν σε γραμμάρια κιτρικού οξέος ανά 100 g νωπού βάρους καρπού, σύμφωνα με την σχέση:

$$\text{g κιτρικού οξέος} / 100 \text{ g καρπού} = \text{ml NaOH} \times 0,0512$$

➤ Λυκοπένιο

Ο προσδιορισμός της περιεκτικότητας των καρπών σε λυκοπένιο έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο των Fish et al. (2002) όπως τροποποιήθηκε από τους Javanmardi και Kubota (2006). Οι καρποί πολτοποιήθηκαν όσο το δυνατόν καλύτερα, μαζί με τα σπέρματα στην περίπτωση των ένσπερων καρπών. Ο πολτός διατηρούταν σε πάγο και στο σκοτάδι μετά την προετοιμασία και μέχρι την ανάλυση, δηλαδή για 1 ώρα περίπου. Ζυγίστηκε 1 g του πολτού σε ζυγό ακριβείας (0,0001 g) Kern 770 και τοποθετήθηκε σε καλυμμένες με αλουμινόχαρτο φλάσκες των 50 ml με εσφυρισμένο πώμα. Οι φλάσκες διατηρούνταν σε πάγο πριν και μετά την προσθήκη του πολτού. Το διάλυμα εκχύλισης του λυκοπενίου (1000 ml), αποτελούμενο από 500 ml εξανίου, 250 ml αιθανόλης 95% και 250 ml ακετόνης στα οποία είχε προηγουμένως διαλυθεί 0,05% (β/ο) βουτυλιωμένο υδροξυ-τολουένιο (0,125 BHT), προστέθηκε σε ποσότητα 39 ml σε κάθε φιάλη. Ακολούθησε ανάδευση των φιαλών για 10 λεπτά με 180 rpm σε επιτραπέζιο τροχιακό αναδευτήρα (Unitwist 300) ενώ βρίσκονταν σε πάγο. Σε κάθε φιάλη προστέθηκαν 6 ml κρύου απεσταγμένου νερού και αναδεύτηκαν για ακόμη 5 λεπτά. Μετά το τέλος της ανάδευσης, τα διαλύματα μεταφέρθηκαν σε καλυμμένους με αλουμινόχαρτο ογκομετρικούς σωλήνες των 50 ml, και παρέμειναν για 15 λεπτά για διαχωρισμό της πολικής και μη πολικής φάσης. Από την υπερκείμενη φάση μεταφέρθηκε ποσότητα 3,5 ml σε κυβέτα χαλαζία πλάτους 1cm και καταγράφηκε η απορρόφηση σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού (Perkin Elmer Lambda 1A) σε μήκος κύματος 503 nm. Ως τυφλό δείγμα χρησιμοποιήθηκε καθαρό εξάνιο. Η ποσότητα λυκοπενίου στους ιστούς υπολογίστηκε από τη σχέση:

$$\text{λυκοπένιο (mg/kg NB)} = (V/W) \times A_{503} \times 3,12$$

όπου V ο όγκος του εξανίου (ml), W το βάρος του φυτικού ιστού,  $A_{503}$  η απορρόφηση στα 503 nm και 3,12 ο συντελεστής απορρόφησης.

➤ Αντιοξειδωτική δράση

Η ολική αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων υπολογίστηκε με τη μέθοδο TEAC (Trolox Equivalent Antioxidant Capacity) σύμφωνα με τους Miller *et al.* (1996), όπως τροποποιήθηκε από τους Javanmardi και Kubota (2006). Η μέθοδος βασίζεται στην συγκριτική ικανότητα των αντιοξειδωτικών μορίων του δείγματος να ανάγουν την κατιονική ρίζα  $ABTS^{•+}$  (μπλε-πράσινο χρωμοφόρο με χαρακτηριστική απορρόφηση στα 734 nm) σε ABTS προκαλώντας αποχρωματισμό, σε σχέση με την αντίστοιχη ικανότητα του Trolox (υδατοδιαλυτό ανάλογο της βιταμίνης E).

Για τη δημιουργία της κατιονικής ρίζας ( $ABTS^{•+}$ ) από ABTS [2,2'-azino-bis(3-ethylbenzthiazoline-6-sulphonic acid)], 0,5 g  $MnO_2$  προστέθηκαν σε 20 ml διαλύματος 5 mM ABTS (0,0549 g ABTS σε 20 ml απεσταγμένου νερού). Ακολούθησε ανάδευση του διαλύματος για 20 λεπτά σε θερμοκρασία δωματίου μέχρι να αποκτήσει ομοιογενές μαύρο χρώμα. Στη συνέχεια φιλτραρίστηκαν μέσω ενός 0,2  $\mu m$  PTFE φίλτρου σύριγγας για συγκράτηση της περίσσειας  $MnO_2$ . Το διάλυμα του οξειδωμένου ABTS ( $ABTS^{•+}$ ) αραιωνόταν με 5 mM PBS (phosphate buffered saline) pH 7,4, σε θερμοκρασία 30°C, έτσι ώστε το προκύπτον διάλυμα να παρουσιάζει απορρόφηση  $0,700 \pm 0,02$  στα 734 nm. Κάθε ημέρα μετρήσεων παρασκευαζόταν φρέσκο διάλυμα.

Για τη δημιουργία της καμπύλης αναφοράς παρασκευάστηκαν διαλύματα Trolox 0, 5, 10, 15, 20, 25 mM, με αραιώση πυκνού διαλύματος Trolox 0,5 mM (0,125 g Trolox σε 100 ml διαλύματος PBS 5 mM).

Από το εκχύλισμα που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του λυκοπενίου, λήφθηκαν 100  $\mu l$  και τοποθετήθηκαν σε 1,5 ml σωλήνων eppendorf. Ακολούθησε αφύγρανση του δείγματος με διοχέτευση αερίου αζώτου εντός των σωλήνων. Στη συνέχεια, σε κάθε δείγμα προστέθηκε 1 ml 80% ακετόνης και ακολούθησε ισχυρή ανάδευση. Από το διάλυμα αυτό λήφθηκαν 100  $\mu l$  και προστέθηκαν σε 3 ml διαλύματος  $ABTS^{•+}$  στους 30°C, ακολούθησε ανάδευση για 10 sec και ακριβώς μετά από 10 min μετρήθηκε η απορρόφηση του διαλύματος σε φασματοφωτόμετρο υπεριώδους-ορατού (Perkin Elmer Lambda 1A) στα 734 nm. Ως τυφλό δείγμα χρησιμοποιήθηκε διάλυμα 5mM PBS. Η διαδικασία πραγματοποιήθηκε στους 30°C. Με βάση την καμπύλη αναφοράς του Trolox, η αντιοξειδωτική δράση των δειγμάτων εκφράστηκε σε συγκέντρωση TEAC (mmol TEAC/kg νωπού ιστού).

➤ Αναπνοή

Ο προσδιορισμός της αναπνοής των καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους πραγματοποιήθηκε με μέτρηση του εκλυόμενου διοξειδίου του άνθρακα (CO<sub>2</sub>). Με τη βοήθεια αναλυτή CO<sub>2</sub> (Li-Cor LI-6252 CO<sub>2</sub> Analyzer) προσδιορίστηκε ο ρυθμός παραγωγής CO<sub>2</sub> από τους καρπούς, μετά το κλείσιμό τους σε γυάλινο δοχείο όγκου 980 ml, που βρισκόταν σε κλειστό κύκλωμα με το όργανο. Η ροή του αέρα στο όργανο ρυθμίστηκε στα 2l/min. Ο ρυθμός παραγωγής CO<sub>2</sub> από τους καρπούς, εκφράστηκε ως: ml CO<sub>2</sub>/kg νωπού ιστού/h. Σε κάθε επέμβαση λήφθηκαν καρποί από 4 μικροσυσκευασίες (4 επαναλήψεις).

➤ Αιθυλένιο

Ο προσδιορισμός του εκλυόμενου από τους καρπούς αιθυλενίου (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) έγινε με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας (Gas Chromatography, GC). Χρησιμοποιήθηκε ο αέριος χρωματογράφος Perkin Elmer 8310B εξοπλισμένος με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID), on column θάλαμο εισαγωγής και πληρωμένη στήλη (packed column) Porapak R 106-120 (100-120 mesh) μήκους 1m. Το φέρον αέριο ήταν το άζωτο (N<sub>2</sub>) με ταχύτητα ροής 45 ml/min. Η θερμοκρασία του θαλάμου εισαγωγής ήταν 60°C, του ανιχνευτή 100°C και η θερμοκρασία της στήλης διατηρούταν σταθερή (ισόθερμη ανάλυση) στους 50°C.

Σε κάθε επέμβαση λήφθηκαν καρποί από 4 μικροσυσκευασίες (4 επαναλήψεις). Από το εσωτερικό της μικροσυσκευασίας ή του δοχείου που βρίσκονταν οι καρποί γινόταν λήψη 1 ml αέρα με μικροσύριγγα και ακολουθούσε εισαγωγή του στον χρωματογράφο. Τα δοχεία που χρησιμοποιήθηκαν είχαν όγκο 360 ml και οι καρποί παρέμεναν σε αυτά για 3 ώρες πριν τη λήψη του αέρα. Η συγκέντρωση αιθυλενίου κάθε δείγματος υπολογιζόταν με σύγκριση του μήκους της κορυφής του δείγματος με εκείνη που προέκυπτε από 1 ml πρότυπων (standards) αιθυλενίου γνωστών συγκεντρώσεων (0,1 - 0,5 - 1 - 5 - 10 ppm C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>).

Ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου εκφράστηκε ως: μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg νωπού ιστού/h.

Η συγκέντρωση του αιθυλενίου στις συσκευασίες εκφράστηκε ως: ppm C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/50g νωπού βάρους καρπού.

➤ Σύσταση της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>

Η σύσταση της ατμόσφαιρας σε CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των καρπών προσδιορίστηκε



με τον αναλυτή O<sub>2</sub>/CO<sub>2</sub>, PBI Dansensor Checkmate II. Η θερμοκρασία ήταν αντίστοιχη της εκάστοτε θερμοκρασίας αποθήκευσης, δηλαδή 5 και 15°C. Με τη βοήθεια βελόνας προσαρμοσμένης στο σύστημα εισαγωγής αέρα του οργάνου γινόταν λήψη αέρα από τη μικροσυσκευασία και καταγραφόταν η εκατοστιαία αναλογία σε CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>, με ακρίβεια 0,1% CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub>. Σε κάθε επέμβαση λήφθηκαν καρποί από 4 μικροσυσκευασίες (4 επαναλήψεις).

#### **2.4. Στατιστική επεξεργασία**

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με το μονοπαραγοντικό εντελώς τυχαίοποιημένο σχέδιο, ξεχωριστά για την επίδραση του είδους του καρπού (ένσπερμος ή παρθενοκαρπικός), την επίδραση της θερμοκρασίας και της διάρκειας της αποθήκευσης. Οι διαφορές των μέσων εκτιμήθηκαν είτε με πολλαπλές συγκρίσεις σύμφωνα με το κριτήριο της ελάχιστης σημαντικής διαφοράς (ΕΣΔ), είτε με το t-test (δύο μέσοι), σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Οι στατιστικές δοκιμασίες πραγματοποιήθηκαν χωριστά στα δύο υβρίδια.

Παράλληλα, εκτιμήθηκε η ύπαρξη συσχέτισης μεταξύ της έντασης του κόκκινου χρώματος των καρπών (τιμή a\* χρωματομέτρου) και της περιεκτικότητάς τους σε λυκοπένιο, χωριστά σε κάθε υβρίδιο. Προσδιορίστηκε ο συντελεστής συσχέτισης r, και με βάση το κριτήριο Student's T-test εκτιμήθηκε η σημαντικότητά του.

Για όλες τις στατιστικές δοκιμασίες χρησιμοποιήθηκε το στατιστικό πρόγραμμα StatGraphics 5.1.

### **3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ**

#### **3.1. Ποιοτικά χαρακτηριστικά, περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και αντιοξειδωτική δράση καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή**

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (βάρους καρπού, ειδικό βάρος, χρώμα, συνεκτικότητα, ολικά διαλυτά στερεά και τιτλοδοτούμενη οξύτητα), η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και η ολική αντιοξειδωτική δράση παρθενοκαρπικών και ένσπερων καρπών τομάτας τύπου «cherry» (cv. Cherelino και cv. Conchita) αμέσως μετά τη συγκομιδή.

Οι καρποί και των δύο υβριδίων δεν παρουσιάζουν διαφορές στο χρωματισμό (a\*) γεγονός που επιβεβαιώνει τη συγκομιδή αυτών στο ίδιο στάδιο ωρίμανσης. Οι ένσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων είναι πιο συνεκτικοί, με μεγαλύτερο ειδικό βάρος και υψηλότερη περιεκτικότητα σε οξέα και ολικά αντιοξειδωτικά από τους άσπερμους, ενώ δεν παρατηρούνται διαφορές μεταξύ τους στην περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και διαλυτά στερεά. Αν και δεν πραγματοποιήθηκε στατιστική επεξεργασία μεταξύ των υβριδίων, η οξύτητα και το περιεχόμενο λυκοπένιο των καρπών δε φαίνεται να διαφέρουν στους αντίστοιχους τύπους καρπών (ένσπερμοι και άσπερμοι) μεταξύ των δύο υβριδίων, ενώ κάποιο προβάδισμα φαίνεται να έχουν οι καρποί της Cherelino έναντι της Conchita στη συνεκτικότητα, την αντιοξειδωτική δράση και την ποσότητα των διαλυτών στερεών.

**Πίνακας 5:** Ποιοτικά χαρακτηριστικά, περιεκτικότητα σε λυκοπένιο και αντιοξειδωτική δράση παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή.

<b>cv. CHERELINO</b>	<b>Βάρος (g)</b>	<b>Ειδικό Βάρος (g/ml)</b>	<b>Κόκκινο Χρώμα (a*)</b>	<b>Συνεκτικότητα (N)</b>
<b>Παρθενοκαρπικοί</b>	15,99 ± 0,58 a	1,0210 ± 0,0016 b	14,23 ± 0,73 a	12,23 ± 0,07 b
<b>Ένσπερμοι</b>	15,95 ± 0,38 a	1,0314 ± 0,0011 a	13,94 ± 0,51 a	13,42 ± 0,11 a
	<b>Ολικά Διαλυτά Στερεά (°Brix)</b>	<b>Τιτλοδοτούμενη Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/100g)</b>	<b>Λυκοπένιο (mg/kg)</b>	<b>Αντιοξειδωτική Δράση (mmol TEAC/kg)</b>
<b>Παρθενοκαρπικοί</b>	9,00 ± 0,32 a	0,38 ± 0,029 b	47,51 ± 4,45 a	26,89 ± 0,84 b
<b>Ένσπερμοι</b>	9,03 ± 0,19 a	0,47 ± 0,033 a	43,35 ± 2,88 a	29,48 ± 1,03 a

<b>cv. CONCHITA</b>	<b>Βάρος (g)</b>	<b>Ειδικό Βάρος (g/ml)</b>	<b>Κόκκινο Χρώμα (a*)</b>	<b>Συνεκτικότητα (N)</b>
<b>Παρθενοκαρπικοί</b>	15,62 ± 1,07 a	1,0171 ± 0,0015 b	14,43 ± 0,78 a	9,43 ± 0,22 b
<b>Ένσπερμοι</b>	17,01 ± 1,10 a	1,0303 ± 0,0011 a	13,66 ± 0,52 a	11,93 ± 0,77 a
	<b>Ολικά Διαλυτά Στερεά (°Brix)</b>	<b>Τιτλοδοτούμενη Οξύτητα (g κιτρικού οξέος/100g)</b>	<b>Λυκοπένιο (mg/kg)</b>	<b>Αντιοξειδωτική Δράση (mmol TEAC/kg)</b>
<b>Παρθενοκαρπικοί</b>	8,18 ± 0,15 a	0,36 ± 0,026 b	45,78 ± 4,54 a	20,90 ± 1,17 b
<b>Ένσπερμοι</b>	8,10 ± 0,10 a	0,42 ± 0,018 a	43,38 ± 2,27 a	22,81 ± 0,74 a

*Οι τιμές της ίδιας στήλης για κάθε χαρακτηριστικό και κάθε υβρίδιο χωριστά που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το t-test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%*

### **3.2. Μεταβολή ποιοτικών χαρακτηριστικών, περιεκτικότητας σε λυκοπένιο και ολικής αντιοξειδωτικής δράσης καρπών, κατά την αποθήκευση**

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη μελέτη της επίδρασης της θερμοκρασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη μεταβολή των ποιοτικών χαρακτηριστικών, της περιεκτικότητας σε λυκοπένιο και της ολικής αντιοξειδωτικής δράσης, παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας τύπου «cherry» (cv. Cherelino και cv. Conchita).

Για κάθε υβρίδιο εμφανίζονται τρεις συγκρίσεις (τύπος καρπού - ένσπερμος και παρθενοκαρπικός, διάρκεια αποθήκευσης, θερμοκρασία αποθήκευσης):

- τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για τους 5 και 15°C και χωριστά για κάθε υβρίδιο) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εκτός παρένθεσης δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το t-test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
- τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα εντός παρένθεσης δε διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της ΕΣΔ σε επίπεδο σημαντικότητας 5%
- τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για παρθενοκαρπικούς και ένσπερμους καρπούς του ίδιου υβριδίου) που ακολουθούνται από \* διαφέρουν σημαντικά σύμφωνα με το t-test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

### - Απώλεια βάρους

Στον πίνακα 6 παρουσιάζεται η απώλεια βάρους ως ποσοστό (%) του αρχικού βάρους ( $[(\text{αρχικό βάρους} - \text{τελικό βάρους}) / \text{αρχικό βάρους}] \times 100$ ) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών κατά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 6:** Απώλεια βάρους (%) (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C	
Παρθενοκαρπικοί	4,12 ± 0,61 b (b) *	7,62 ± 0,72 a (a) *
Ένσπερμοι	5,90 ± 0,16 a (b) *	7,50 ± 0,94 a (a) *
15°C		
Παρθενοκαρπικοί	7,56 ± 0,24 b (b) *	10,62 ± 0,50 a (a) *
Ένσπερμοι	8,99 ± 0,17 a (b) *	10,77 ± 0,73 a (a) *
cv. CONCHITA	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C	
Παρθενοκαρπικοί	6,81 ± 1,25 a (b) *	8,63 ± 0,72 a (a) *
Ένσπερμοι	4,02 ± 0,50 b (b) *	7,30 ± 1,46 a (a) *
15°C		
Παρθενοκαρπικοί	8,74 ± 1,11 a (b) *	12,11 ± 1,05 b (a) *
Ένσπερμοι	8,67 ± 0,36 a (b) *	14,14 ± 0,68 a (a) *

Η απώλεια βάρους είναι σημαντικά υψηλότερη στη μεγαλύτερη διάρκεια (20 ημέρες) και θερμοκρασία αποθήκευσης (15°C). Μεταξύ των δύο τύπων καρπών (ένσπερμοι - άσπερμοι), η απώλεια βάρους είναι ίδια ή μεγαλύτερη στους καρπούς που προήρθαν από φυσιολογική καρπόδεση (ένσπερμοι), με εξαίρεση την Conchita (5°C), όπου συνέβη το αντίστροφο στις 10 ημέρες. Οι καρποί και των δύο υβριδίων παρουσίασαν καλή οπτική ποιότητα στο τέλος κάθε περιόδου συντήρησης, με εξαίρεση την Conchita (15°C-20 ημέρες), όπου κάποιοι καρποί εμφάνισαν συρρίκνωση. Τα ποσοστά συρρίκνωσης ήταν 5 και 10% για τους άσπερμους και ένσπερμους καρπούς, αντίστοιχα.

**- Φωτεινότητα καρπών (L\*)**

Στον πίνακα 7 παρουσιάζεται η αρχική τιμή και η μεταβολή της φωτεινότητας ως ποσοστό (%) της αρχικής φωτεινότητας ( $(\frac{\text{αρχικό L-τελικό L}}{\text{αρχικό L}} \times 100)$ ) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών κατά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου. Θετικές τιμές μεταβολής υποδηλώνουν μείωση της φωτεινότητας των καρπών με την αποθήκευση.

**Πίνακας 7:** Αρχικές τιμές και ποσοστιαία μεταβολή της φωτεινότητας (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικές τιμές L	Μεταβολή 10 ημέρες	Μεταβολή 20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	39,58 ± 0,33 a	1,80 ± 0,25 b (b) *	2,89 ± 0,23 b (a) *
Ένσπερμοι	39,05 ± 0,54 a	2,29 ± 0,23 a (a)	2,27 ± 0,31 a (a)
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	39,58 ± 0,33 a	3,08 ± 0,27 a (a) *	3,49 ± 0,28 a (a) *
Ένσπερμοι	39,05 ± 0,54 a	2,20 ± 0,24 b (a)	2,35 ± 0,35 b (a)
cv. CONCHITA	Αρχικές τιμές (L)	Μεταβολή 10 ημέρες	Μεταβολή 20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	39,55 ± 0,64 a	2,51 ± 0,23 a (a) *	2,78 ± 0,23 a (a) *
Ένσπερμοι	39,38 ± 0,64 a	1,61 ± 0,40 b (a)	2,08 ± 0,34 b (a)
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	39,55 ± 0,64 a	3,20 ± 0,39 a (a) *	3,62 ± 0,33 a (a) *
Ένσπερμοι	39,38 ± 0,64 a	1,81 ± 0,14 b (b)	2,41 ± 0,13 b (a)

Γενικά, η φωτεινότητα μειώνεται 1,5-3,0% κατά τη διάρκεια των 10 ημερών είτε στους 5°C είτε στους 15°C. Με αύξηση της αποθήκευσης έως 20 ημέρες, η απώλεια της φωτεινότητας κυμαίνεται από 2,2 έως 3,6%. Όμως, ορατά, δεν παρατηρείται καμία διαφορά. Η απώλεια της φωτεινότητας φαίνεται μεγαλύτερη στους 15°C σε σχέση με τους 5°C αλλά όχι πάντα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο και είναι μεγαλύτερη στους παρθενοκαρπικούς απ' ότι στους ένσπερμους καρπούς εκτός της Cherelino στους 5°C.

**- Ένταση κόκκινου χρώματος (a\*)**

Στον πίνακα 8 παρουσιάζεται η αρχική τιμή και η μεταβολή του κόκκινου χρώματος ως ποσοστό (%) του αρχικού κόκκινου χρωματισμού ( $\frac{\{\text{τελικό } a - \text{αρχικό } a\}}{\text{αρχικό } a} \times 100$ ) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών κατά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου. Θετικές τιμές μεταβολής υποδηλώνουν αύξηση της τιμής a\* (δηλαδή, αύξηση του κόκκινου) με την αποθήκευση.

**Πίνακας 8:** Αρχικές τιμές και ποσοστιαία μεταβολή του κόκκινου χρώματος (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικές τιμές a	Μεταβολή 10 ημέρες	Μεταβολή 20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	14,23 ± 0,73 a	4,45 ± 1,06 b (b) *	14,24 ± 1,92 a (a) *
Ένσπερμοι	13,94 ± 0,51 a	10,46 ± 2,26 a (a) *	7,29 ± 0,97 b (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	14,23 ± 0,73 a	17,98 ± 1,21 b (a) *	20,66 ± 2,27 b (a) *
Ένσπερμοι	13,94 ± 0,51 a	36,65 ± 3,22 a (b) *	61,42 ± 2,11 a (a) *
cv. CONCHITA	Αρχικές τιμές a	Μεταβολή 10 ημέρες	Μεταβολή 20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	14,43 ± 0,78 a	8,21 ± 1,60 a (a) *	12,92 ± 3,82 a (a) *
Ένσπερμοι	13,66 ± 0,52 a	-1,38 ± 1,34 b (a) *	-1,98 ± 2,84 b (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	14,43 ± 0,78 a	14,22 ± 1,57 b (b) *	37,83 ± 1,29 b (a) *
Ένσπερμοι	13,66 ± 0,52 a	44,62 ± 1,49 a (b) *	60,25 ± 2,23 a (a) *

Η επίδραση της θερμοκρασίας είναι πολύ σημαντική στην ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος των καρπών με τις τιμές που καταγράφονται στους 15°C να είναι σημαντικά υψηλότερες από εκείνες στους 5°C σε όλες τις περιπτώσεις. Στους 5°C, το χρώμα των καρπών αυξάνεται στις 10 ημέρες αποθήκευσης και στη συνέχεια παραμένει σταθερό με εξαίρεση τους παρθενοκαρπικούς καρπούς της Cherelino όπου υπάρχει και περαιτέρω αύξηση στις 20 ημέρες και τους ένσπερμους της Conchita όπου παρεμποδίζεται πλήρως η σύνθεση του χρώματος. Στους 15°C, η αύξηση του χρώματος στις 10 ημέρες συνοδεύεται κι από άλλη αύξηση στις 20 ημέρες, εκτός από

τους παρθενοκαρπικούς καρπούς της Cherelino. Μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών, στην Cherelino, οι ένσπερμοι καρποί είναι πιο κόκκινοι από τους παρθενοκαρπικούς εκτός από τις 20 ημέρες στους 5°C. Στην Conchita, οι άσπερμοι καρποί υπερτερούν των ένσπερμων στους 5°C αλλά υπολείπονται αυτών στους 15°C.



### - Συνεκτικότητα

Στον πίνακα 9 παρουσιάζεται η συνεκτικότητα (N) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 9:** Συνεκτικότητα (N) (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	9,43 ± 0,22 b (a)	8,80 ± 0,71 a (b) *	7,21 ± 0,38 a (c) *
Ένσπερμοι	11,93 ± 0,77 a (a)	8,26 ± 0,67 a (b) *	6,87 ± 0,24 a (c) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	9,43 ± 0,22 b (a)	7,60 ± 0,27 a (b) *	6,98 ± 0,39 a (c) *
Ένσπερμοι	11,93 ± 0,77 a (a)	5,71 ± 0,25 b (b) *	4,42 ± 0,34 b (c) *
cv. CONCHITA	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	12,23 ± 0,07 b (a)	9,37 ± 0,42 a (b) *	8,47 ± 0,35 a (c) *
Ένσπερμοι	13,42 ± 0,11 a (a)	7,61 ± 0,47 b (b)	6,03 ± 0,44 b (c)
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	12,23 ± 0,07 b (a)	8,33 ± 0,75 a (b) *	7,51 ± 0,35 a (c) *
Ένσπερμοι	13,42 ± 0,11 a (a)	7,10 ± 0,46 b (b)	5,91 ± 0,37 b (c)

Και στα δύο υβρίδια, η συνεκτικότητα και των δύο τύπων καρπών μειώνεται σημαντικά με αύξηση της διάρκειας και της θερμοκρασίας αποθήκευσης με το ρυθμό μείωσης να είναι μεγαλύτερος στους καρπούς της Conchita. Οι ένσπερμοι καρποί είναι πιο συνεκτικοί από τους παρθενοκαρπικούς κατά τη συγκομιδή, ενώ το αντίθετο συμβαίνει στην αποθήκευση τόσο στους 5°C όσο και στους 15°C για την Conchita, αλλά μόνο στους 15°C για την Cherelino.

### **- Ολικά διαλυτά στερεά**

Στον πίνακα 10 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (°Brix) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 10:** Περιεκτικότητα σε ολικά διαλυτά στερεά (°Brix) (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	9,00 ± 0,32 a (a)	9,17 ± 0,06 a (a)	9,30 ± 0,26 a (a)
Ένσπερμοι	9,03 ± 0,19 a (ab)	8,78 ± 0,13 b (b)	9,35 ± 0,34 a (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	9,00 ± 0,32 a (b)	9,38 ± 0,25 a (a)	9,24 ± 0,11 a (ab)
Ένσπερμοι	9,03 ± 0,19 a (a)	8,83 ± 0,29 b (a)	8,60 ± 0,37 b (a) *
cv. CONCHITA	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	8,18 ± 0,15 a (b)	8,92 ± 0,77 a (a)	9,28 ± 0,43 a (a)
Ένσπερμοι	8,10 ± 0,10 a (b)	8,60 ± 0,29 a (a)	8,78 ± 0,42 a (a)
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	8,18 ± 0,15 a (b)	9,06 ± 0,26 a (a)	8,88 ± 0,22 a (a)
Ένσπερμοι	8,10 ± 0,10 a (c)	8,40 ± 0,21 b (b)	8,88 ± 0,17 a (a)

Η περιεκτικότητα των καρπών σε ολικά διαλυτά στερεά παραμένει σταθερή (cv. Cherelino) ή αυξάνεται (cv. Conchita) καθώς αυξάνεται η διάρκεια της αποθήκευσης ενώ δε φαίνεται να επηρεάζεται από την αλλαγή της θερμοκρασίας. Σε γενικές γραμμές, οι παρθενοκαρπικοί καρποί υπερτερούν των ένσπερμων σε ολικά διαλυτά στερεά κατά την αποθήκευση (όχι αρχικά) αλλά όχι πάντα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Η διαφορά τους είναι σημαντική στους 15°C (10 και 20 ημέρες) και στους 5°C (10 ημέρες) για την Cherelino και στους 15°C (10 ημέρες) για την Conchita.

## - pH

Στον πίνακα 11 παρουσιάζεται το pH του χυμού παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 11:** Το pH (M.O.±T.A.) του χυμού παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	4,170 ± 0,040 a (b)	4,367 ± 0,033 a (a) *	4,318 ± 0,046 a (a)
Ένσπερμοι	4,100 ± 0,012 b (b)	4,238 ± 0,020 b (a)	4,284 ± 0,041 a (a)
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	4,170 ± 0,040 a (b)	4,228 ± 0,018 a (b) *	4,340 ± 0,059 a (a)
Ένσπερμοι	4,100 ± 0,012 b (c)	4,188 ± 0,029 a (b)	4,267 ± 0,028 b (a)
cv. CONCHITA	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
	5°C		
Παρθενοκαρπικοί	4,195 ± 0,023 a (b)	4,280 ± 0,018 a (a) *	4,301 ± 0,042 b (a)
Ένσπερμοι	4,137 ± 0,034 b (c)	4,330 ± 0,040 a (b) *	4,410 ± 0,021 a (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	4,195 ± 0,023 a (b)	4,239 ± 0,017 a (b) *	4,294 ± 0,046 a (a)
Ένσπερμοι	4,137 ± 0,034 b (b)	4,217 ± 0,024 a (a) *	4,236 ± 0,034 a (a) *

Το pH του χυμού παρουσιάζει αύξηση καθώς αυξάνει η περίοδος αποθήκευσης, ενώ η μεταβολή του ακολουθεί αντίθετη πορεία με την αύξηση της θερμοκρασίας. Γενικά, ο χυμός των ένσπερμων καρπών χαρακτηρίζεται από χαμηλότερο pH από εκείνον των παρθενοκαρπικών, αλλά όχι πάντα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο.

### **- Τιτλοδοτούμενη οξύτητα**

Στον πίνακα 12 παρουσιάζεται η τιτλοδοτούμενη οξύτητα (g κιτρικού οξέος / 100 g καρπού) του χυμού παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 12:** Τιτλοδοτούμενη οξύτητα (g κιτρικού οξέος / 100 g καρπού) (Μ.Ο.±Τ.Α.) του χυμού παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
		5°C	
Παρθενοκαρπικοί	0,38 ± 0,029 b (a)	0,29 ± 0,033 b (b) *	0,31 ± 0,023 b (b) *
Ένσπερμοι	0,47 ± 0,033 a (a)	0,34 ± 0,013 a (b) *	0,36 ± 0,028 a (b) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	0,38 ± 0,029 b (a)	0,34 ± 0,019 b (b) *	0,36 ± 0,014 b (ab) *
Ένσπερμοι	0,47 ± 0,033 a (a)	0,43 ± 0,022 a (a) *	0,44 ± 0,033 a (a) *
cv. CONCHITA	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
		5°C	
Παρθενοκαρπικοί	0,36 ± 0,026 b (a)	0,33 ± 0,027 a (a) *	0,33 ± 0,040 a (a)
Ένσπερμοι	0,42 ± 0,018 a (a)	0,29 ± 0,026 a (b) *	0,27 ± 0,025 b (b) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	0,36 ± 0,026 b (a)	0,36 ± 0,013 b (a) *	0,33 ± 0,027 b (a)
Ένσπερμοι	0,42 ± 0,018 a (a)	0,44 ± 0,021 a (a) *	0,46 ± 0,034 a (a) *

Η οξύτητα των καρπών είτε μειώνεται στις 10 ημέρες αποθήκευσης (5°C) και εν συνεχεία παραμένει σταθερή είτε παραμένει αμετάβλητη καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης (15°C). Στους 15°C οι τιμές είναι συνήθως υψηλότερες απ' ότι στους 5°C και στους δύο τύπους καρπών με τους ένσπερμους καρπούς να παρουσιάζουν μεγαλύτερη οξύτητα από τους παρθενοκαρπικούς στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, τόσο πριν όσο και μετά την αποθήκευση.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί η αντιστοιχία που υπάρχει στις μεταβολές του pH και της τιτλοδοτούμενης οξύτητας των καρπών.

### - Λυκοπένιο

Στον πίνακα 13 παρουσιάζεται η περιεκτικότητα σε λυκοπένιο (mg/kg NB) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 13:** Περιεκτικότητα σε λυκοπένιο (mg/kg NB) (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
		5°C	
Παρθενοκαρπικοί	47,51 ± 4,45 a (a)	51,77 ± 5,98 a (a) *	45,03 ± 0,49 a (a) *
Ένσπερμοι	43,35 ± 2,88 a (b)	45,75 ± 1,48 a (b) *	51,31 ± 4,16 a (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	47,51 ± 4,45 a (c)	66,06 ± 3,37 a (b) *	86,52 ± 4,14 a (a) *
Ένσπερμοι	43,35 ± 2,88 a (c)	65,16 ± 3,07 a (b) *	84,00 ± 3,10 a (a) *
cv. CONCHITA	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
		5°C	
Παρθενοκαρπικοί	45,78 ± 4,54 a (a)	49,62 ± 4,22 a (a) *	51,03 ± 3,53 b (a) *
Ένσπερμοι	43,38 ± 2,27 a (b)	54,27 ± 4,46 a (a) *	58,12 ± 1,38 a (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	45,78 ± 4,54 a (c)	69,27 ± 2,62 a (b) *	75,50 ± 0,19 a (a) *
Ένσπερμοι	43,38 ± 2,27 a (c)	72,49 ± 1,16 a (b) *	77,06 ± 1,16 a (a) *

Αμέσως μετά τη συγκομιδή, η περιεκτικότητα των καρπών σε λυκοπένιο δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των υβριδίων. Στους 15°C, η περιεκτικότητα των καρπών σε λυκοπένιο αυξάνεται σημαντικά με την πρόοδο της αποθήκευσης, ενώ στους 5°C παρατηρείται είτε αύξηση (ένσπερμοι) είτε σταθερότητα (παρθενοκαρπικοί) αυτής. Μεταξύ των δύο τύπων καρπών δεν παρατηρείται κάποια ιδιαίτερη διαφορά στην περιεκτικότητά τους σε λυκοπένιο, ενώ πολύ σημαντική είναι η επίδραση της θερμοκρασίας οπότε και καταγράφονται σημαντικά υψηλότερες τιμές στους 15°C σε σύγκριση με εκείνες στους 5°C.

Οι συντελεστές συσχέτισης (r) μεταξύ των τιμών του a\* (ένταση κόκκινου χρώματος) και της περιεκτικότητας των καρπών σε λυκοπένιο είναι 0,99 για την

Cherelino και 0,95 για την Conchita, και είναι στατιστικά σημαντικοί σύμφωνα με το κριτήριο του Student's T-test, σε επίπεδο σημαντικότητας 5%.

### **- Αντιοξειδωτική δράση**

Στον πίνακα 14 παρουσιάζεται η αντιοξειδωτική δράση (mmol TEAC/kg NB) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C, για 10 και 20 ημέρες με εν συνεχεία παραμονή τους για 2 επιπλέον ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου.

**Πίνακας 14:** Αντιοξειδωτική δράση (mmol TEAC/kg NB) (M.O.±T.A.) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών πριν και μετά τη συντήρησή τους σε δύο θερμοκρασίες και δύο περιόδους αποθήκευσης, ακολουθούμενες από παραμονή 2 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου.

cv. CHERELINO	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
		5°C	
Παρθενοκαρπικοί	26,89 ± 0,84 b (b)	29,58 ± 0,92 b (a)	29,70 ± 0,64 b (a) *
Ένσπερμοι	29,48 ± 1,03 a (b)	32,24 ± 0,56 a (a) *	31,41 ± 0,85 a (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	26,89 ± 0,84 b (b)	28,93 ± 0,47 a (a)	24,84 ± 0,45 a (c) *
Ένσπερμοι	29,48 ± 1,03 a (a)	29,58 ± 0,87 a (a) *	25,44 ± 0,43 a (b) *
cv. CONCHITA	Αρχικά	10 ημέρες	20 ημέρες
		5°C	
Παρθενοκαρπικοί	20,90 ± 1,17 b (b)	27,66 ± 0,49 b (a)	28,70 ± 1,56 b (a) *
Ένσπερμοι	22,81 ± 0,74 a (c)	29,87 ± 0,16 a (b) *	33,41 ± 1,10 a (a) *
15°C			
Παρθενοκαρπικοί	20,90 ± 1,17 b (b)	26,56 ± 1,29 a (a)	20,69 ± 0,31 a (b) *
Ένσπερμοι	22,81 ± 0,74 a (b)	26,85 ± 1,14 a (a) *	21,77 ± 0,88 a (b) *

Αμέσως μετά τη συγκομιδή, οι καρποί της Cherelino φαίνεται να έχουν υψηλότερη αντιοξειδωτική δράση από τους καρπούς της Conchita. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί υπολείπονται των ένσπερμων σε αντιοξειδωτική δράση τόσο πριν όσο και μετά την αποθήκευση αλλά μόνο στους 5°C σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Στους 15°C υπάρχει μια τάση προς αυτή την κατεύθυνση. Η ολική αντιοξειδωτική δράση των καρπών αυξάνεται προσωρινά στις 10 ημέρες αποθήκευσης και στη συνέχεια παραμένει σταθερή στους 5°C, αλλά στους 15°C, είτε επανέρχεται στα επίπεδα που έχει κατά τη συγκομιδή (Conchita) είτε μειώνεται ακόμη περισσότερο (Cherelino). Η αύξηση της θερμοκρασίας προκαλεί μείωση της αντιοξειδωτικής δράσης.

### **3.3. Σύσταση της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας κατά την αποθήκευση των καρπών**

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η σύσταση της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας κατά την αποθήκευση παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας τύπου «cherry» (cv. Cherelino και cv. Conchita) στους 5 και 15°C.

#### **- Αιθυλένιο (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>)**

Στο διάγραμμα 1 απεικονίζεται η συγκέντρωση C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (ppm C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/50g NB) στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας 1, 2 και 3 ημέρες μετά την έναρξη της αποθήκευσης παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας τύπου «cherry» στους 5 και 15°C (cv. Cherelino και cv. Conchita).

#### **- Διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>)**

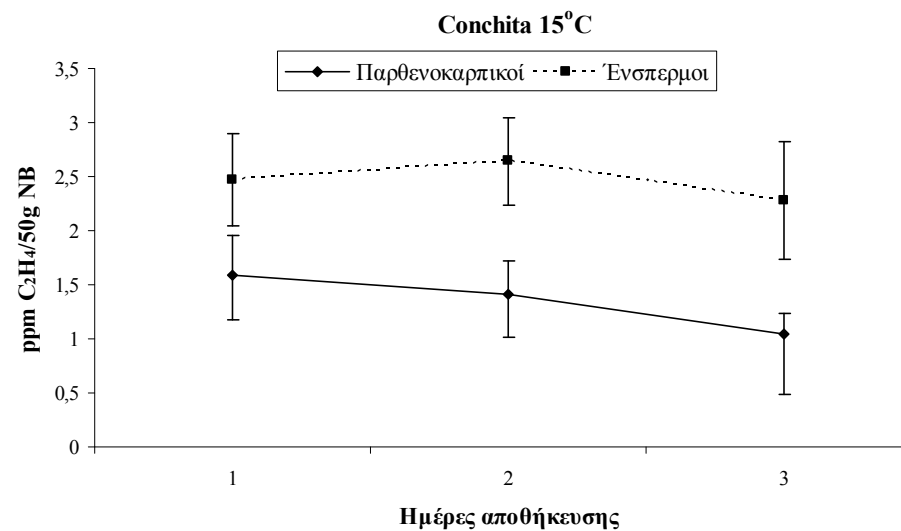
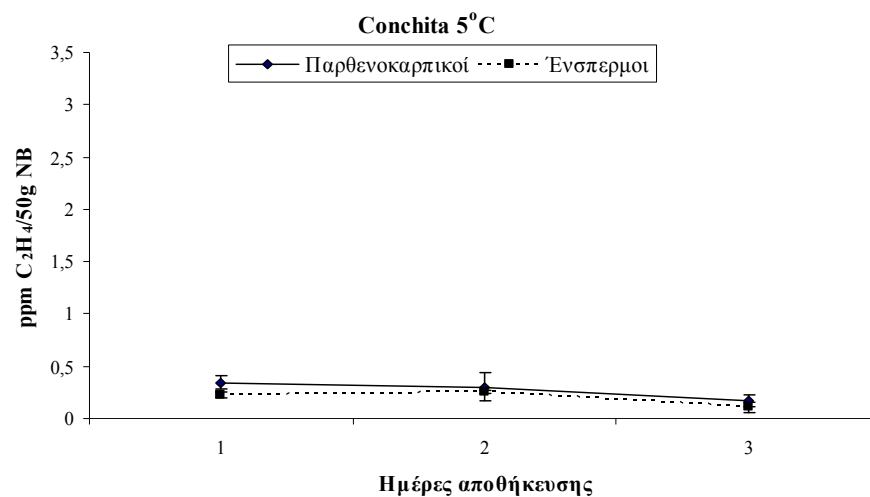
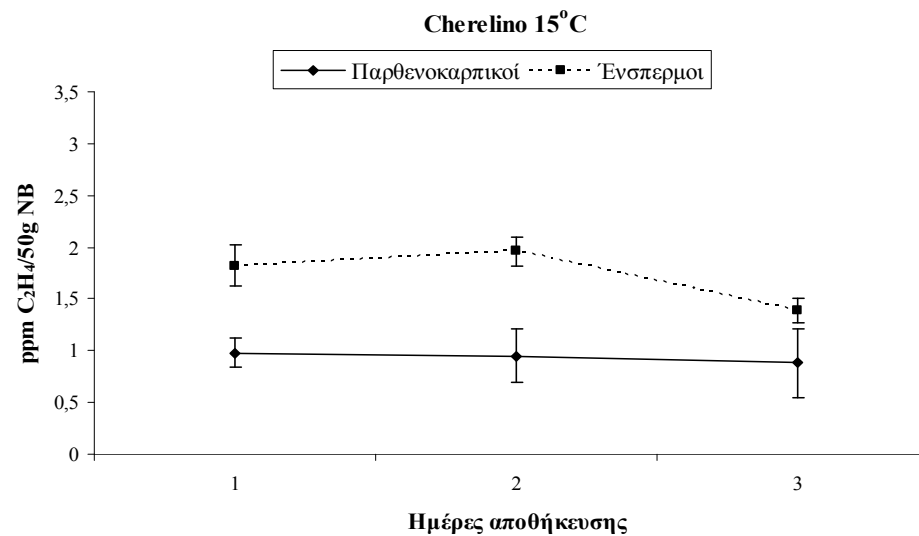
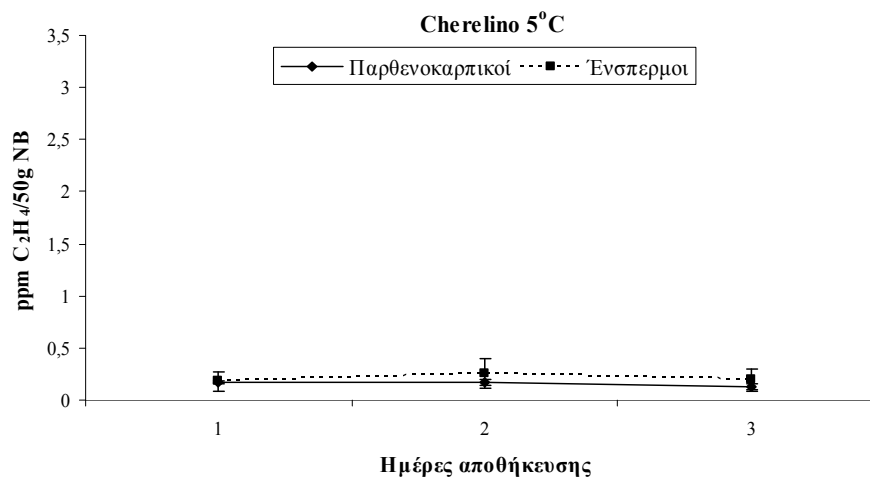
Στο διάγραμμα 2 απεικονίζεται η εκατοστιαία αναλογία CO<sub>2</sub> (% CO<sub>2</sub>/50g NB) στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας 1, 2 και 3 ημέρες μετά την έναρξη της αποθήκευσης παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας τύπου «cherry» στους 5 και 15°C (cv. Cherelino και cv. Conchita).

#### **- Οξυγόνο (O<sub>2</sub>)**

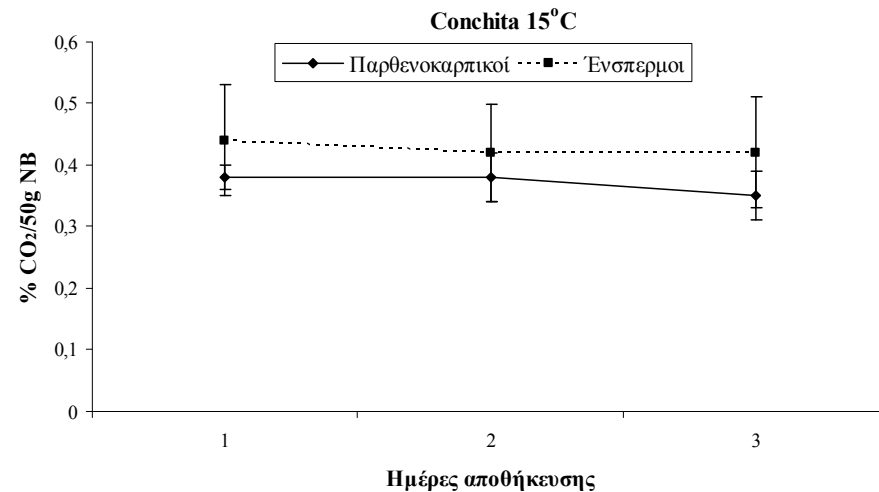
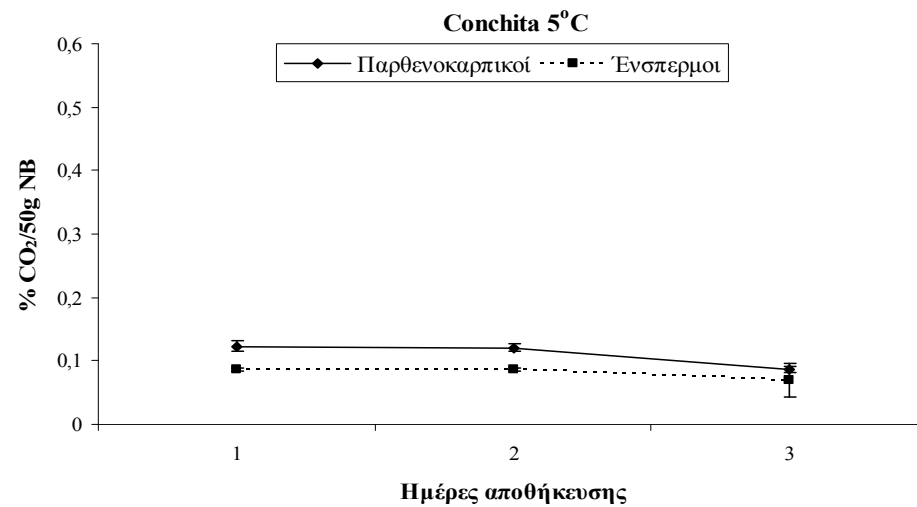
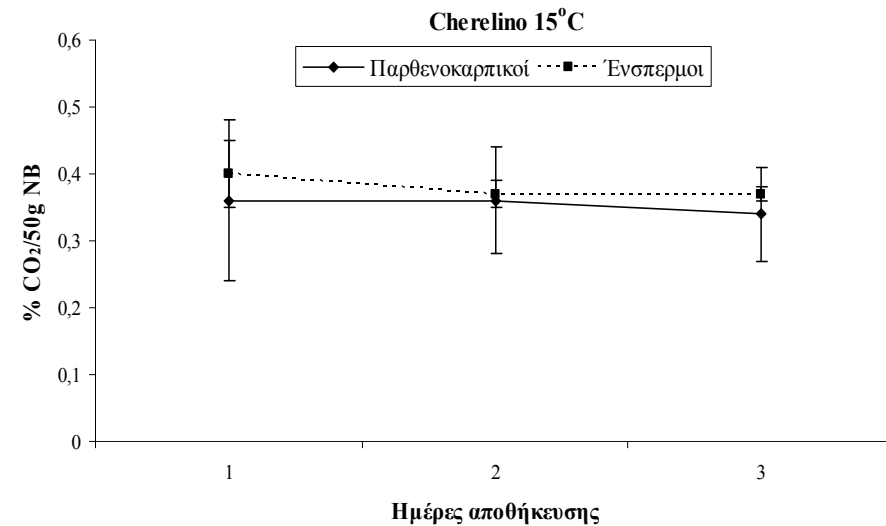
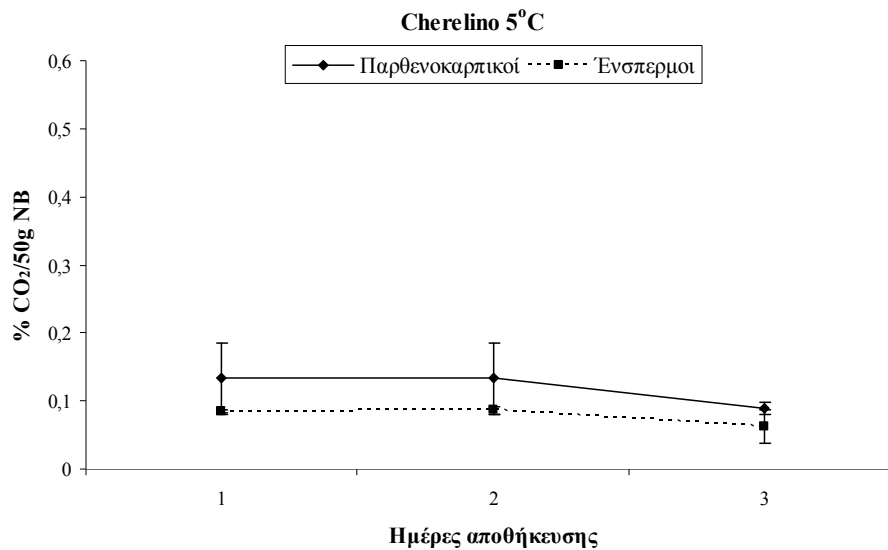
Στο διάγραμμα 3 απεικονίζεται η εκατοστιαία αναλογία O<sub>2</sub> (% O<sub>2</sub>/50g NB) στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας 1, 2 και 3 ημέρες μετά την έναρξη της αποθήκευσης παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας τύπου «cherry» στους 5 και 15°C (cv. Cherelino και cv. Conchita).

Από τα διαγράμματα 2 και 3 φαίνεται πως από τις πρώτες κιόλας ημέρες της αποθήκευσης έχει δημιουργηθεί μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας, με τις συγκεντρώσεις των CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> να παρουσιάζουν μια σχετική σταθεροποίηση. Η συγκέντρωση του CO<sub>2</sub> είναι μικρότερη από 0,2% στους 5°C και 0,3-0,5% στους 15°C (διάγραμμα 3). Στο ίδιο διάστημα, η συγκέντρωση του C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> βρίσκεται σε χαμηλότερο επίπεδο στους 5°C (<0,5 ppm) σε σύγκριση με τους 15°C, όπου κυμαίνεται μεταξύ 1 και 2 ppm (Cherelino) και 1,5-2,5 ppm (Conchita) με τις μεγαλύτερες τιμές στους ένσπερμους καρπούς, ενώ, σε κάποιες περιπτώσεις, η συγκέντρωσή του μειώνεται στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας την τρίτη ημέρα της αποθήκευσης. (διάγραμμα 1).

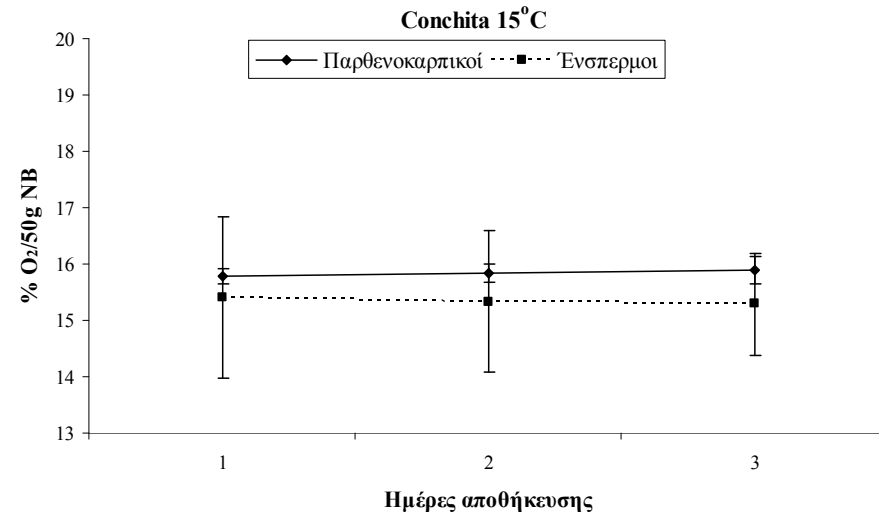
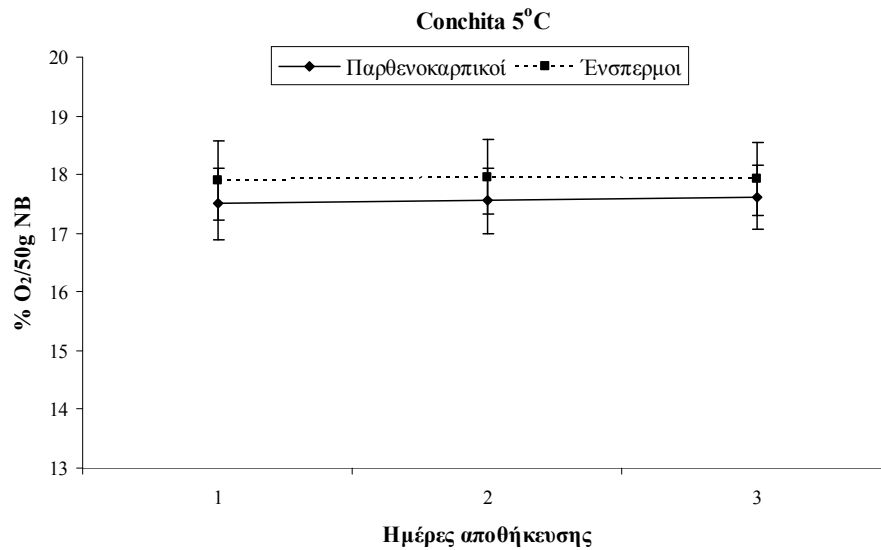
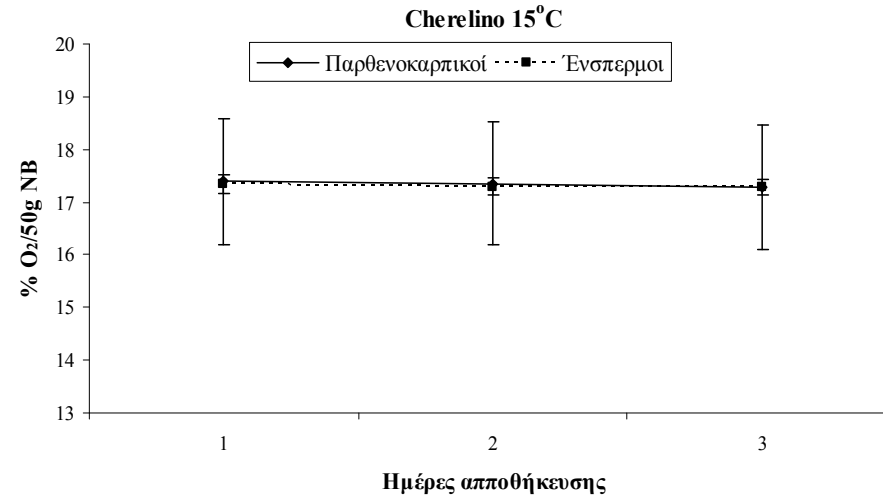
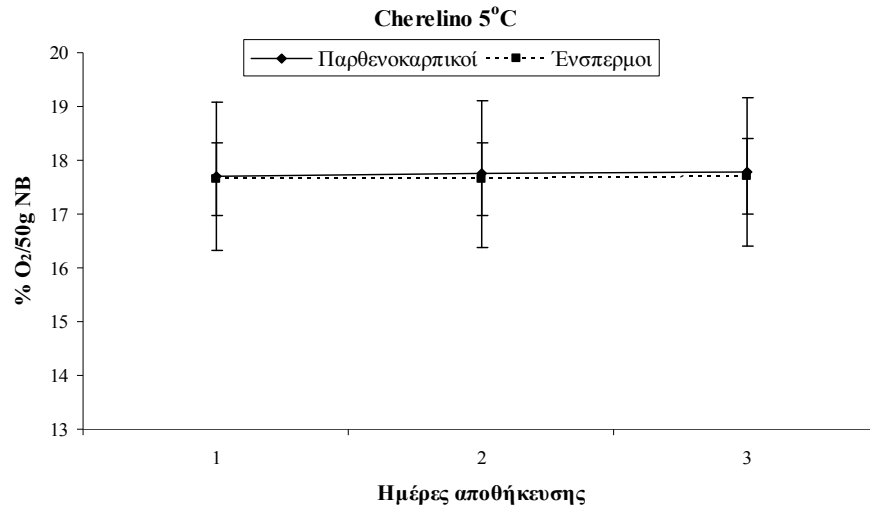




**Διάγραμμα 1:** Συγκέντρωση  $C_2H_4$  στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας 1, 2 και 3 ημέρες μετά την έναρξη της αποθήκευσης παρθενοκαρπικών και ένσπερων καρπών (cv. Cherelino και cv. Conchita) στους 5 και 15°C.



**Διάγραμμα 2:** Συγκέντρωση CO<sub>2</sub> στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας 1, 2 και 3 ημέρες μετά την έναρξη της αποθήκευσης παρθενοκαρπικών και ένσπερων καρπών (cv. Cherelino και cv. Conchita) στους 5 και 15°C.



**Διάγραμμα 3:** Συγκέντρωση O<sub>2</sub> στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας 1, 2 και 3 ημέρες μετά την έναρξη της αποθήκευσης παρθενοκαρπικών και ένσπερων καρπών (cv. Cherelino και cv. Conchita) στους 5 και 15°C.

### **3.4. Ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου καρπών**

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η επίδραση της θερμοκρασίας και διάρκειας αποθήκευσης στο ρυθμό αναπνοής και έκλυσης αιθυλενίου παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών τομάτας τύπου «cherry» (cv. Cherelino και cv. Conchita).

#### **- Ρυθμός αναπνοής**

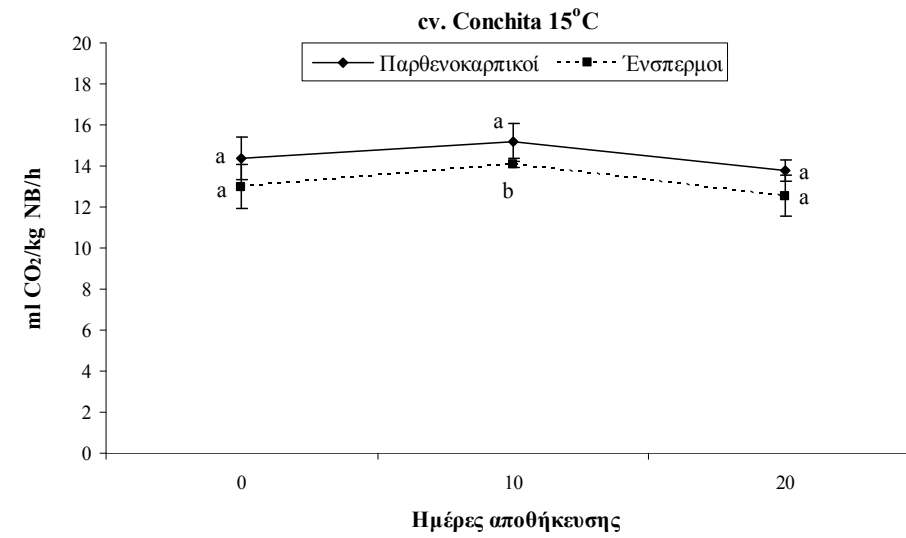
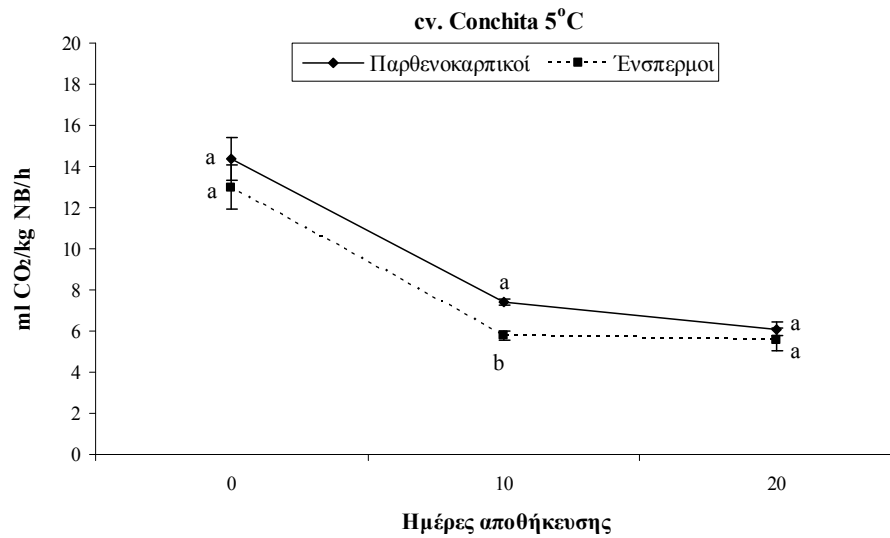
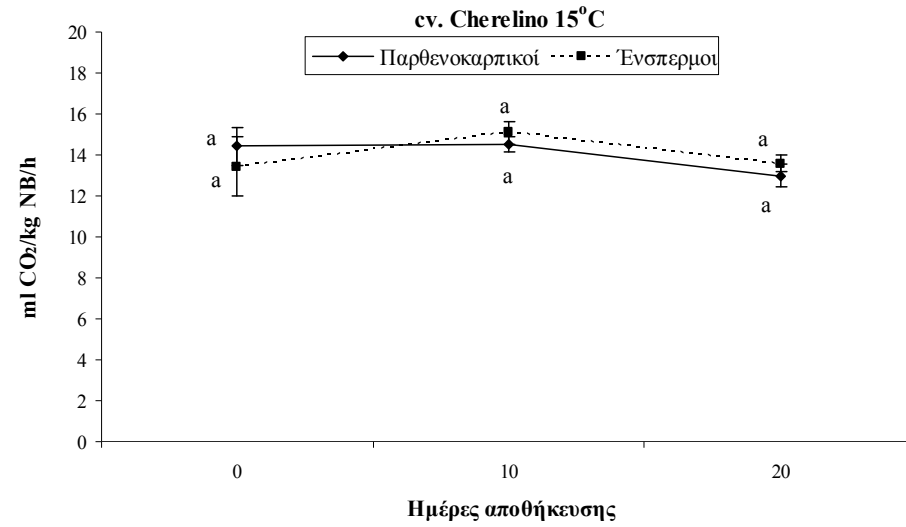
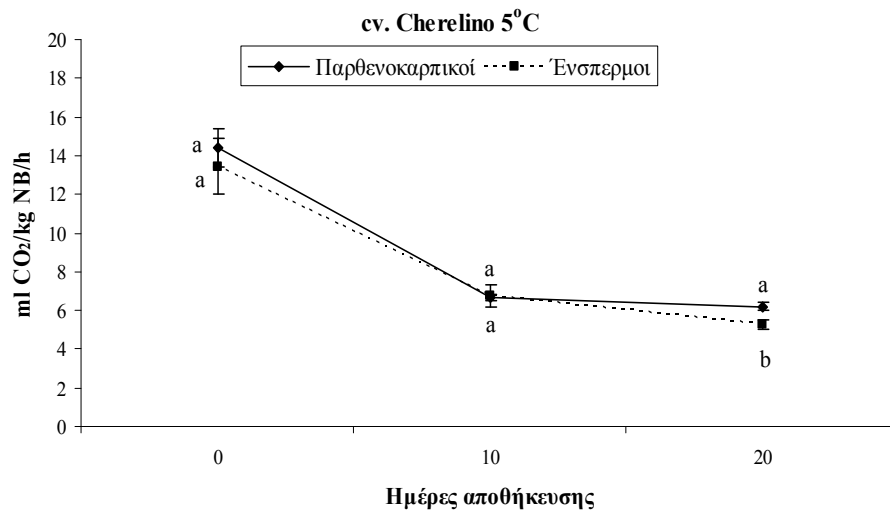
Στο διάγραμμα 4 απεικονίζεται ο ρυθμός αναπνοής (ml CO<sub>2</sub>/kg NB/h) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών (cv. Cherelino και cv. Conchita) πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C για 10 και 20 ημέρες.

Και στα δύο υβρίδια, ο υψηλός ρυθμός αναπνοής που έχουν οι καρποί κατά τη συγκομιδή τους διατηρείται σε αυτά τα επίπεδα με αποθήκευσή τους στους 15°C, ενώ στους 5°C μειώνεται περίπου στο μισό κατά την αποθήκευσή τους για 10 ημέρες και στη συνέχεια παραμένει σε χαμηλό επίπεδο. Μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών, ο ρυθμός αναπνοής δε διαφοροποιείται με εξαίρεση την Cherelino (5°C-20 ημέρες) και την Conchita (5°C και 15°C-10 ημέρες) όπου οι ένσπερμοι καρποί εμφανίζουν μικρότερη αναπνευστική δραστηριότητα από τους άσπερμους.

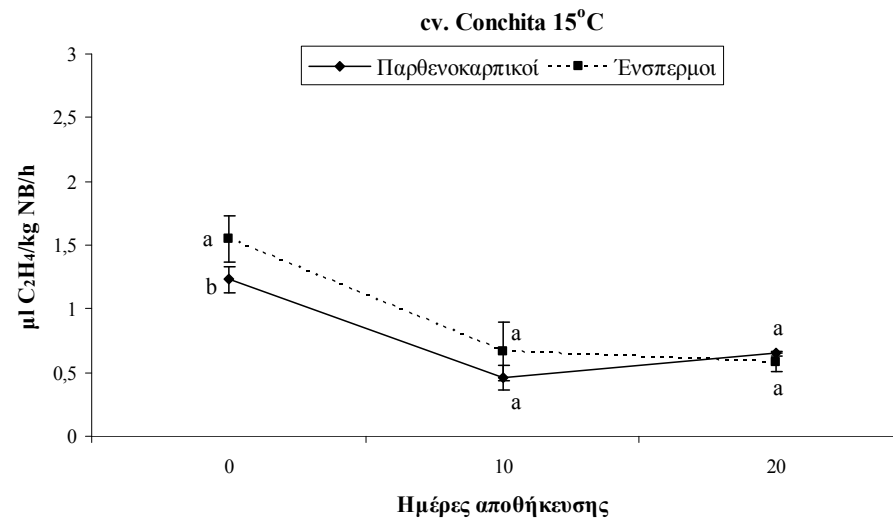
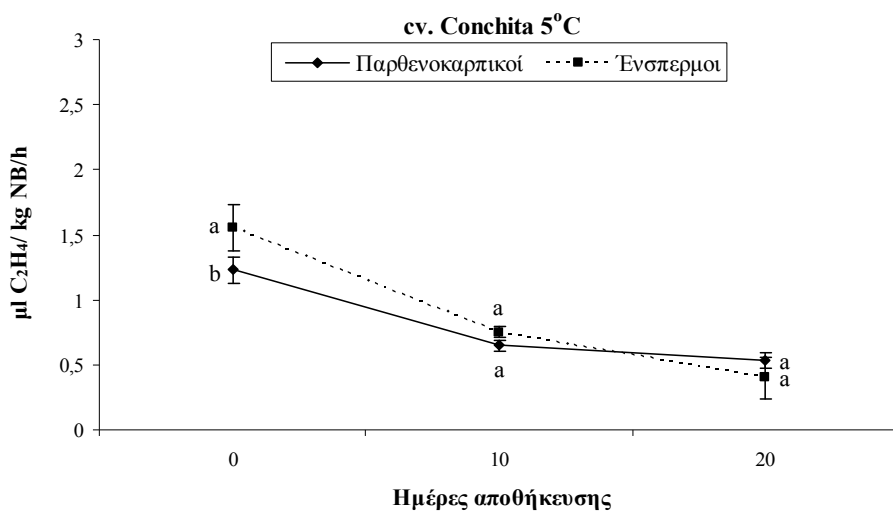
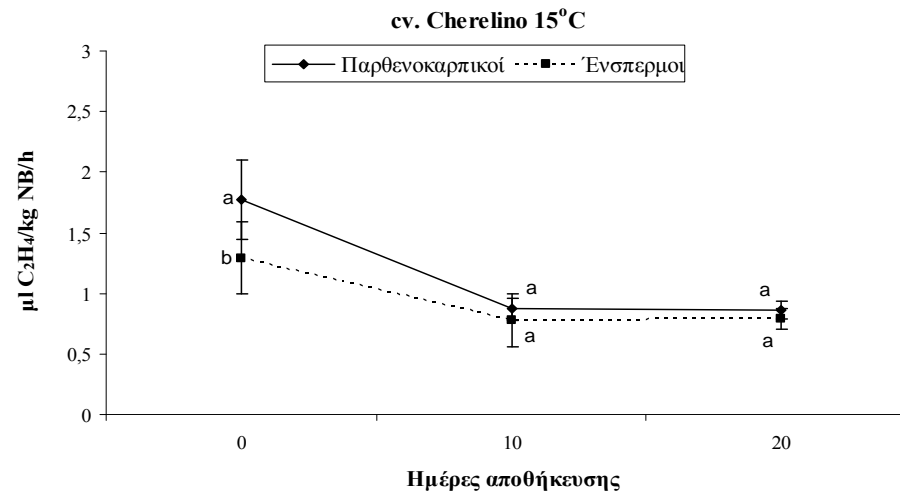
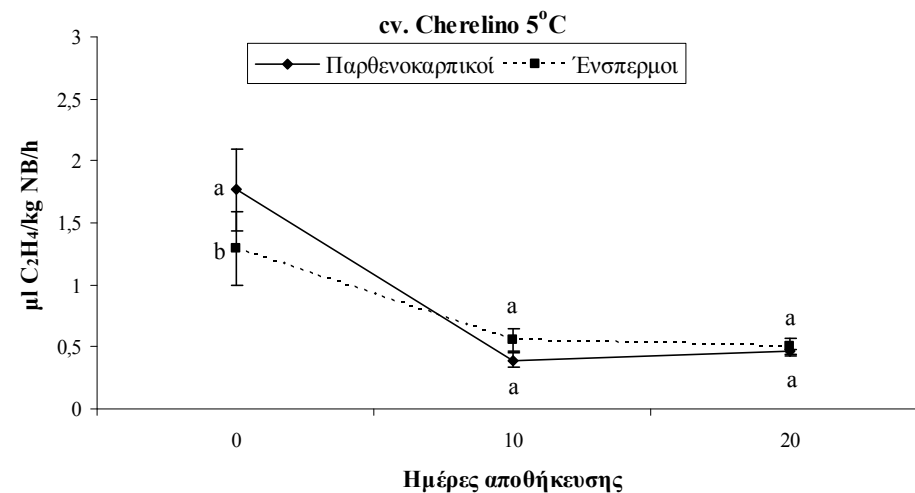
#### **- Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου**

Στο διάγραμμα 5 απεικονίζεται ο ρυθμός παραγωγής C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> (μl C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>/kg NB/h) παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών (cv. Cherelino και cv. Conchita) πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C για 10 και 20 ημέρες.

Και στα δύο υβρίδια, ο αρχικός υψηλός ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου μειώνεται με την αποθήκευση, προσεγγίζοντας τα ίδια επίπεδα και στους 5 και τους 15°C. Μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών, η μόνη διαφορά που παρατηρείται στην παραγωγή αιθυλενίου εντοπίζεται την ημέρα της συγκομιδής, όπου στην Cherelino οι άσπερμοι καρποί παράγουν περισσότερο αιθυλένιο από τους ένσπερμους, ενώ στην Conchita συμβαίνει το αντίθετο. Μεταξύ των υβριδίων, δε φάνηκε να υπάρχουν διαφορές στην αναπνοή και την παραγωγή αιθυλενίου, τόσο πριν όσο και μετά την αποθήκευση.



**Διάγραμμα 4:** Ρυθμός αναπνοής παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών (cv. Cherefino και cv. Conchita) πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C για 10 και 20 ημέρες.



**Διάγραμμα 5:** Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών (cv. Cherelino και cv. Conchita) πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 5 και 15°C για 10 και 20 ημέρες.

#### **4. ΣΥΖΗΤΗΣΗ**

➤ **Συγκριτική μελέτη παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών cherry τομάτας των υβριδίων Cherelino και Conchita αμέσως μετά τη συγκομιδή**

Πολλές εργασίες καταλήγουν πως η εφαρμογή ορμονών για την υποβοήθηση της καρπόδεσης στη μεγαλόκαρπη τομάτα δε συνίσταται λόγω της αρνητικής επίδρασης που έχουν στην ποιότητα του καρπού.

Αναφορικά με τη μορφολογία των καρπών, στην παρούσα μελέτη, οι παρθενοκαρπικοί καρποί και των δύο υβριδίων δεν εμφάνισαν οποιαδήποτε μορφολογική ανωμαλία (π.χ. σχηματισμός θηλής στην κορυφή του καρπού) όπως έχουν αναφέρει διάφοροι ερευνητές για τη μεγαλόκαρπη τομάτα (Asahira *et al.* 1982, Gokmen and Acar 2000). Παρά το γεγονός ότι, και στα δύο υβρίδια, οι άσπερμοι καρποί είχαν μικρότερο ειδικό βάρος από τους ένσπερμους, δε διαπιστώθηκε η ύπαρξη κενών στο εσωτερικό των καρπών σε αντίθεση με την πλειοψηφία των ερευνών που αναφέρονται σε μεγαλόκαρπες ποικιλίες τομάτας (Lipari 1972, Abad and Guardiola 1986a). Οι κοιλότητες των καρπών περιείχαν ζελατινώδες παρέγχυμα το οποίο είχε το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του και δεν είχε παραμείνει πράσινο όπως αναφέρει ο Kercka (1966) για μεγαλόκαρπες ποικιλίες.

Κατά τη συγκομιδή, οι ένσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων ήταν πιο συνεκτικοί από τους παρθενοκαρπικούς, ενώ δε βρέθηκαν διαφορές στο χρώμα και τη φωτεινότητα του περικαρπίου. Η συγκέντρωση των διαλυτών στερεών δε διέφερε μεταξύ των δύο τύπων καρπών, ενώ το αντίθετο συνέβη με την οξύτητα και το pH του χυμού, όπου οι ένσπερμοι καρποί χαρακτηρίζονταν από υψηλότερη περιεκτικότητα σε οξέα και κατά συνέπεια χαμηλότερο pH από τους παρθενοκαρπικούς. Οι πληροφορίες που υπάρχουν για τα οργανοληπτικά χαρακτηριστικά των καρπών τομάτας σε σχέση με την παρουσία ή απουσία των σπερμάτων είναι γενικά αντιφατικές, γεγονός που μπορεί να οφείλεται στον τρόπο πρόκλησης της παρθενοκαρπίας, το γονότυπο και τις καλλιεργητικές συνθήκες. Τόσο σε μεγαλόκαρπες όσο και σε cherry ποικιλίες, οι άσπερμοι καρποί χαρακτηρίζονται από υψηλότερη περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά (Janes 1941, Dryanovska 1975, Ficcadenti *et al.* 1999) ή τουλάχιστον ίση με τους ένσπερμους (Lipari *et al.* 1994, Martinelli *et al.* 2009). Οι Janes (1941) και Richter (1972) βρήκαν πως οι ένσπερμοι

καρποί μεγαλόκαρπης τομάτας περιείχαν περισσότερα οξέα από τους άσπερμους και, μάλιστα, ο πρώτος εντόπισε τη διαφορά τους στις κοιλότητες του καρπού. Ωστόσο, υπάρχουν μελέτες στις οποίες οι άσπερμοι μεγάλοι καρποί βρέθηκαν να έχουν ίση (Lipari *et al.* 1994) ή και υψηλότερη οξύτητα από τους ένσπερμους (Casas-Diaz *et al.* 1987).

Όσον αφορά τη θρεπτική αξία των καρπών, δεν παρατηρήθηκαν διαφορές μεταξύ των δύο τύπων στην περιεκτικότητά τους σε λυκοπένιο, ενώ οι ένσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων εμφάνισαν υψηλότερο αντιοξειδωτικό περιεχόμενο. Πιθανά, η διαφορά τους οφείλεται στο ότι στους σπόρους της τομάτας εντοπίζεται το 28% της ολικής αντιοξειδωτικής δράσης του καρπού (Toor and Savage 2005).

Σχετικά με τη φυσιολογία των δύο τύπων καρπών, και στα δύο υβρίδια, ο ρυθμός αναπνοής και η παραγωγή αιθυλενίου κατά τη συγκομιδή δεν ήταν διαφορετικός μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Τέλος, αμέσως μετά τη συγκομιδή, δεν παρατηρήθηκαν ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των υβριδίων σε όλες τις προαναφερόμενες παραμέτρους εκτός από κάποιο προβάδισμα που φάνηκε να έχουν οι καρποί της Chelino έναντι της Conchita στη συνεκτικότητα, την αντιοξειδωτική δράση και την ποσότητα των διαλυτών στερεών.



➤ Μετασλλεκτική συμπεριφορά παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών cherry τομάτας των υβριδίων Cherelino και Conchita

Συγκεντρώσεις O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, αιθυλενίου εντός των μικροσυσκευασιών

Η αναπνοή των καρπών σε συνδυασμό με την μερική περατότητα του πλαστικού φύλλου κάλυψης στα O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub> και στους υδρατμούς, είχαν σαν αποτέλεσμα τη μείωση της συγκέντρωσης του O<sub>2</sub> και την αύξηση του επιπέδου του CO<sub>2</sub> εντός των μικροσυσκευασιών κατά την πρώτη ημέρα. Η σχετική σταθεροποίηση της συγκέντρωσης των παραπάνω αερίων 1-3 ημέρες μετά την έναρξη της συντήρησης είχε σαν αποτέλεσμα τη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας η οποία είχε, πιθανώς, κάποια συμβολή στην επιβράδυνση της υπερωρίμανσης των καρπών και στην καλή διατήρηση της ποιότητάς τους μέχρι το τέλος της αποθήκευσης, σύμφωνα και με τα υπάρχοντα δεδομένα (Kader and Watkins 2000). Κατά την αποθήκευση μεγάλoκαρπης τομάτας ρόδιου χρώματος στους 13°C για 60 ημέρες, οι συγκεντρώσεις των CO<sub>2</sub> και O<sub>2</sub> σταθεροποιήθηκαν μετά από 1-4 και 2-5 ημέρες, αντίστοιχα, ανάλογα με το υλικό κάλυψης των συσκευασιών (Batu and Thompson 1998). Οι διαφορές στις συγκεντρώσεις O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, μεταξύ των καρπών που αποθηκεύτηκαν στους 5 και 15°C οφείλονταν στον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής των καρπών στους 15°C σε σύγκριση με εκείνον στους 5°C.

Θα πρέπει να σημειωθεί ότι παρά την σχετικά έντονη μείωση στη συγκέντρωση του O<sub>2</sub> (15-18% ανάλογα με την θερμοκρασία αποθήκευσης) στο εσωτερικό των μικροσυσκευασιών ακόμα και από την πρώτη ημέρα της αποθήκευσης, δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχη έντονη αύξηση στη συγκέντρωση του CO<sub>2</sub>, η οποία κυμάνθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (0,1-0,5%). Κάτι τέτοιο οφείλεται στην διαφορετική περατότητα της πλαστικής μεμβράνης κάλυψης στο O<sub>2</sub> και στο CO<sub>2</sub>, επιτρέποντας εντονότερη έξοδο του CO<sub>2</sub> από τη μικροσυσκευασία, σε σχέση με την είσοδο του O<sub>2</sub>.

Με την έναρξη της συντήρησης, παρατηρήθηκε συσσώρευση αιθυλενίου στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας ανάλογη με τη θερμοκρασία αποθήκευσης, ήδη από την πρώτη ημέρα της αποθήκευσης. Σε κάποιες περιπτώσεις, παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης του αιθυλενίου στο εσωτερικό της μικροσυσκευασίας την τρίτη ημέρα της αποθήκευσης. Ως πιθανές αιτίες για το φαινόμενο αυτό μπορούν να θεωρηθούν η επίδραση της ελαφρά αυξημένης συγκέντρωσης CO<sub>2</sub> και της μειωμένης συγκέντρωσης O<sub>2</sub> στην παρεμπόδιση της δέσμευσης του αιθυλενίου από τους

υποδοχείς του (Watkins 2002), η μεταβολή της περατότητας της μεμβράνης κάλυψης, καθώς και το γεγονός ότι οι καρποί βρίσκονταν σε προχωρημένο στάδιο ωρίμανσης.. Η συσσώρευση του αιθυλενίου εντός των μικροσυσκευασιών στους 15°C μπορεί να θεωρηθεί σχετικά υψηλή (1-2 ppm) συντείνοντας στην υπερωρίμανση των καρπών, όπως διαπιστώνεται από τη μείωση της συνεκτικότητας.

Στο εσωτερικό των μικροσυσκευασιών δεν παρατηρήθηκαν στατιστικές διαφορές στις συγκεντρώσεις του O<sub>2</sub> και CO<sub>2</sub> είτε τοποθετήθηκαν ένσπερμοι είτε παρθενοκαρπικοί καρποί και στις δύο θερμοκρασίες. Η συγκέντρωση του C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> ήταν σημαντικά υψηλότερη στις μικροσυσκευασίες που αποθηκεύτηκαν οι ένσπερμοι καρποί αλλά μόνο στους 15°C.

#### Ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου

Ο ρυθμός αναπνοής των καρπών και των δύο υβριδίων βρισκόταν σε υψηλά επίπεδα αμέσως μετά τη συγκομιδή και διατηρήθηκε σε αυτά καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 15°C, ενώ μειώθηκε στο μισό με αποθήκευση στους 5°C.

Ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου των καρπών και των δύο υβριδίων παρουσίασε υψηλές τιμές αμέσως μετά τη συγκομιδή και μειώθηκε με την αποθήκευση προσεγγίζοντας τα ίδια επίπεδα και στις δύο θερμοκρασίες (5 και 15°C). Οι χαμηλές τιμές που καταγράφηκαν στην παραγωγή του αιθυλενίου ήταν αναμενόμενες, εφόσον οι καρποί είχαν ωριμάσει πλήρως πάνω στο φυτό και τα χρησιμοποιούμενα υβρίδια χαρακτηρίζονται από μεγάλη μετασυλλεκτική ζωή, συμπέρασμα που επιβεβαιώνεται για cherry τομάτα από τους Jimenez *et al.* (1996). Οι υψηλότερες τιμές αμέσως μετά τη συγκομιδή ίσως οφείλονται σε τραυματισμό κατά την αποκοπή του καρπού.

Σε γενικές γραμμές, η αναπνευστική δραστηριότητα και η παραγωγή αιθυλενίου δε διαφοροποιήθηκαν μεταξύ των δύο τύπων καρπών των δύο υβριδίων καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης τόσο στους 5 όσο και στους 15°C. Μεταξύ των υβριδίων, δε φάνηκε να υπάρχουν διαφορές στην αναπνοή και την παραγωγή αιθυλενίου, τόσο πριν όσο και μετά την αποθήκευση.

#### Απώλεια βάρους

Η απώλεια βάρους συσχετίστηκε θετικά με τη θερμοκρασία και ήταν σημαντικά υψηλότερη στους καρπούς που αποθηκεύτηκαν στους 15°C σε σχέση με αυτούς που αποθηκεύτηκαν στους 5°C και στα δύο υβρίδια. Το βάρος των καρπών

μειωνόταν προοδευτικά με αύξηση του χρόνου συντήρησης και στις δύο θερμοκρασίες με χαμηλότερο ρυθμό μείωσης στη μικρότερη θερμοκρασία. Στο ίδιο συμπέρασμα καταλήγουν οι Cantwell *et al.* (2009) και Znidarcic *et al.* (2010) με μικρόκαρπη (grape) και μεγαλόκαρπη τομάτα, αντιστοίχως. Η απώλεια βάρους των καρπών κατά τη μετασυλλεκτική περίοδο οφείλεται στη διαπνοή και την αναπνοή, οι οποίες είναι μειωμένες στις χαμηλές θερμοκρασίες.

Αναφορικά με την απώλεια βάρους σε σχέση με την παρουσία ή απουσία των σπερμάτων από τους καρπούς, δεν εξάχθηκε κάποιο σαφές συμπέρασμα. Μεταξύ των υβριδίων δεν παρατηρούνται ιδιαίτερες διαφορές, ενώ και η οπτική ποιότητα των καρπών των δύο υβριδίων διατηρήθηκε σε καλά επίπεδα στο τέλος της αποθήκευσης.

### Συνεκτικότητα

Η μείωση της συνεκτικότητας των καρπών αντανακλά αλλαγές στη δομή των κυτταρικών τοιχωμάτων των ιστών τους. Οι διεργασίες αυτές συνεχίζονται καθ' όλη τη διάρκεια της ωρίμανσης καταλήγοντας στο γηρασμό και την τελική αποδόμηση των καρπών. Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης φαίνεται πως οι διεργασίες αυτές συνεχίζονται και μετά την απομάκρυνση των πλήρως ώριμων καρπών από το φυτό.

Και στα δύο υβρίδια, η απώλεια της συνεκτικότητας των δύο τύπων καρπών ήταν αξιοσημείωτη με αύξηση της διάρκειας αποθήκευσης και στις δύο θερμοκρασίες (5 και 15°C) και πιο έντονη στους 15°C. Η θετική συσχέτιση του μαλακώματος του καρπού με την υψηλότερη θερμοκρασία και διάρκεια αποθήκευσης έχει επισημανθεί από διάφορους ερευνητές τόσο για cherry τομάτα (Jimenez *et al.* 1996) όσο και για μεγαλόκαρπη (Znidarcic *et al.* 2010). Ωστόσο, η ύπαρξη αναφορών όπου η συνεκτικότητα των καρπών δε διαφοροποιείται με αλλαγή της θερμοκρασίας (Cantwell *et al.* 2009) ή της διάρκειας αποθήκευσης (de Leon-Sanchez *et al.* 2009) καθιστούν υπεύθυνο το γονότυπο για αυτές τις διαφορές. Η επίδραση του γονότυπου γίνεται φανερή και στην παρούσα μελέτη με τους καρπούς της Conchita να έχουν υψηλότερη συνεκτικότητα από τους καρπούς της Cherelino.

Η συνεκτικότητα των καρπών φαίνεται να επηρεάζεται και από την παρουσία των σπόρων εντός του καρπού. Ενώ οι ένσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων είναι πιο συνεκτικοί από τους άσπερμους κατά τη συγκομιδή, η σχέση αυτή αντιστρέφεται κατά την αποθήκευση. Επίσης, αξίζει να αναφερθεί ο υψηλότερος ρυθμός με τον

οποίο χάνουν τη συνεκτικότητά τους οι ένσπερμοι καρποί σε σύγκριση με τους άσπερμους.

#### Φωτεινότητα καρπών ( $L^*$ )

Η φωτεινότητα των καρπών, και των δύο υβριδίων, μειώθηκε με αποθήκευση για 10 ημέρες και παρέμεινε σταθερή με την επιμήκυνση της αποθήκευσης στις 20 ημέρες και στις δύο θερμοκρασίες. Η αύξηση της θερμοκρασίας φαίνεται να μειώνει τη φωτεινότητα των καρπών, αν και όχι πάντα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Αντίστοιχα αποτελέσματα αναφέρουν οι Znidarcic *et al.* (2010) για αποθήκευση σχεδόν ώριμων καρπών μεγαλόκαρπης τομάτας στους 5 και 10°C για 21 ημέρες. Η απώλεια της φωτεινότητας φαίνεται να είναι εντονότερη στους ένσπερμους καρπούς και των δύο υβριδίων.

#### Ένταση κόκκινου χρώματος ( $a^*$ )

Η αποθήκευση των δύο τύπων καρπών και των δύο υβριδίων σε θερμοκρασία ψύξης (5°C) προκαλεί επιβράδυνση της ανάπτυξης του χρώματος κατά τη διάρκεια της συντήρησης σε σχέση με τους 15°C, όπου η αύξηση του χρώματος φτάνει σε πολύ υψηλά επίπεδα. Όμοια αποτελέσματα αναφέρουν οι Aljouni *et al.* (2001), Toor και Savage (2006) για μεγαλόκαρπη και οι Cantwell *et al.* (2009) για μικρόκαρπη (grape) τομάτα. Στους 15°C, η επιμήκυνση της περιόδου αποθήκευσης συνοδεύτηκε από επιπλέον αύξηση του κόκκινου χρώματος κάτι που δε συνέβη στους 5°C. Επιπλέον ανάπτυξη του χρώματος με την πρόοδο του χρόνου αποθήκευσης έχει καταγραφεί, όταν οι καρποί αποθηκεύτηκαν πριν το ώριμο κόκκινο στάδιο (Jimenez *et al.* 1996, Cantwell *et al.* 2009) αλλά ακόμα και όταν είχαν φτάσει σε αυτό (Aljouni *et al.* 2001).

Εξαιρώντας τους 5°C, όπου η περαιτέρω αύξηση του κόκκινου χρώματος των καρπών κατά την αποθήκευση ήταν μειωμένη ή και ανύπαρκτη, στους 15°C, στις 10 και ακόμα περισσότερο στις 20 ημέρες αποθήκευσης, η αύξηση του κόκκινου χρώματος των καρπών ήταν σημαντικά αυξημένη στους ένσπερμους, σε σχέση με τους άσπερμους καρπούς και στα δύο υβρίδια που μελετήθηκαν. Το γεγονός αυτό, σε συνδυασμό με την εντονότερη μείωση της συνεκτικότητας των ένσπερμων καρπών (σε σχέση με τους άσπερμους) με την πρόοδο της αποθήκευσης υποδηλώνουν εντονότερη τάση των ένσπερμων καρπών για υπερωρίμανση και μειωμένη μετασυλλεκτική ζωή.

### Ολικά διαλυτά στερεά

Οι αντιφατικές πληροφορίες που υπάρχουν σχετικά με αυτό το ποιοτικό χαρακτηριστικό οδηγούν στο συμπέρασμα ότι η περιεκτικότητα των καρπών τομάτας σε διαλυτά στερεά, καθώς και οι μεταβολές τους σε σχέση με τη διάρκεια και θερμοκρασία αποθήκευσης εξαρτώνται από το γονότυπο (Young *et al.* 1993, Jimenez *et al.* 1996, Maul *et al.* 2000, Cantwell *et al.* 2009, de Leon-Sanchez *et al.* 2009). Κάτι τέτοιο φάνηκε και στην παρούσα μελέτη.

Συνολικά, οι καρποί της Cherelino έδειξαν να έχουν περισσότερα διαλυτά στερεά από τους καρπούς της Conchita. Στους καρπούς της Cherelino, οι ποσότητες των διαλυτών στερεών παρέμειναν σταθερές με την πρόοδο του χρόνου αποθήκευσης, ενώ σ' εκείνους της Conchita αυξήθηκαν στις 10 ημέρες και στη συνέχεια παρέμειναν σταθερές. Η περιεκτικότητα σε διαλυτά στερεά, τόσο των ένσπερμων όσο και των άσπερμων καρπών των δύο υβριδίων, δεν επηρεάστηκε από τη μεταβολή της θερμοκρασίας αποθήκευσης.

Διαφορετική, μεταξύ των δύο υβριδίων, ήταν και η επίδραση των σπερμάτων. Οι άσπερμοι καρποί υπερετερούσαν των ένσπερμων σε διαλυτά στερεά στην Cherelino αλλά δεν καταγράφηκαν διαφορές στους καρπούς της Conchita, αν και οι ένσπερμοι καρποί της είχαν την τάση να υπολείπονται των άσπερμων σε διαλυτά στερεά.

### Τιτλοδοτούμενη οξύτητα και pH

Η οξύτητα των καρπών των δύο υβριδίων παρουσίασε διαφορετική συμπεριφορά κατά την αποθήκευση στις δύο θερμοκρασίες. Στους 5°C, η οξύτητα μειώθηκε στις 10 ημέρες και στη συνέχεια διατηρήθηκε σταθερή, ενώ στους 15°C παρέμεινε σταθερή καθ' όλη τη διάρκεια της συντήρησης και ως εκ τούτου, οι τιμές που καταγράφηκαν στους 15°C ήταν υψηλότερες από τις αντίστοιχες στους 5°C. Κατά τους Gomez *et al.* (2009), η αποθήκευση ώριμων καρπών cherry τομάτας στους 6 και 20°C επιφέρει μείωση των οργανικών οξέων στα ίδια επίπεδα, ενώ οι Toor και Savage (2006) ισχυρίζονται ότι η οξύτητα σχεδόν ώριμων καρπών μεγαλόκαρπης τομάτας ήταν χαμηλότερη στους 7°C σε σχέση με τους 15 και 25°C. Σε αντίθεση με τους τελευταίους, οι Maul *et al.* (2000) αναφέρουν πως στους 5°C, η οξύτητα είναι υψηλότερη ή ίση με εκείνη στους 12,5 και 20°C, ανάλογα με την ποικιλία. Είναι φανερό, ότι και στην περίπτωση της οξύτητας, ο γονότυπος παίζει σημαντικό ρόλο. Γενικά, το pH του χυμού των καρπών φάνηκε να ακολουθεί τις μεταβολές της οξύτητας των καρπών.

Οι ένσπερμοι καρποί των δύο υβριδίων διατήρησαν την υπεροχή που είχαν κατά τη συγκομιδή κι έτσι η οξύτητά τους ήταν υψηλότερη εκείνης των άσπερμων και κατά την αποθήκευση με εξαίρεση την Conchita στους 5°C. Οι καρποί των δύο υβριδίων παρουσίασαν τα ίδια περίπου επίπεδα σε περιεκτικότητα οξέων.

#### Λυκοπένιο

Η συγκέντρωση του λυκοπενίου στους καρπούς εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Στους 15°C, αυξήθηκε σημαντικά σε όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης και στους δύο τύπους καρπών των δύο υβριδίων. Στους 5°C, παρουσίασε μικρή αύξηση στους ένσπερμους καρπούς αλλά παρέμεινε σταθερό στους άσπερμους. Είναι προφανές πως οι συγκεντρώσεις που καταγράφηκαν στους 15°C ήταν σημαντικά υψηλότερες από εκείνες στους 5°C. Το συμπέρασμα αυτό επιβεβαιώνουν πολλοί ερευνητές τόσο για cherry (Gomez *et al.* 2009), όσο και για μεγαλόκαρπη τομάτα (Aljouni *et al.* 2001, Javanmardi and Kubota 2006, Toor and Savage 2006).

Οι ένσπερμοι καρποί δεν είχαν καμία διαφορά από τους άσπερμους στην ποσότητα του λυκοπενίου, παρά μόνο στον τρόπο μεταβολής της κατά την αποθήκευση στους 5°C, όπως προαναφέρθηκε.

Θα πρέπει να αναφερθεί η σημαντική συσχέτιση μεταξύ του κόκκινου χρώματος των καρπών ( $a^*$ ) και της περιεκτικότητας σε λυκοπένιο, τόσο στην Cherelino ( $r = 0,99$ ) όσο και στην Conchita ( $r = 0,95$ ), που έχει επισημανθεί και σε παλαιότερες μελέτες (Molyneux *et al.* 2004, Brandt *et al.* 2006).

#### Αντιοξειδωτική δράση

Τα κύρια αντιοξειδωτικά της τομάτας είναι τα καροτενοειδή, το ασκορβικό οξύ και τα φαινολικά (Giovanelli *et al.* 1999). Η περιεκτικότητα των καρπών των δύο υβριδίων σε αντιοξειδωτικά συστατικά αυξήθηκε στις 10 ημέρες αποθήκευσης και εν συνεχεία παρέμεινε σταθερή στους 5°C αλλά στους 15°C μειώθηκε και προσέγγισε τα επίπεδα που είχε κατά τη συγκομιδή.

Η αύξηση (10 ημέρες) και διατήρηση (20 ημέρες) της αντιοξειδωτικής δράσης στους 5°C, μπορεί να αποδοθεί σε πιθανή αύξηση των φαινολικών συστατικών στους καρπούς, όπως αναφέρεται σε άλλες εργασίες. Σύμφωνα με τους Macheix *et al.* (1990) η αποθήκευση καρπών τομάτας σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 10°C

προκαλεί καταπόνηση στα κύτταρα με αποτέλεσμα να αυξάνονται σημαντικά τα επίπεδα των ενζύμων PAL (phenylalanine ammonialyase) και HQT (hydroxycinnamoyl quinate transferase) που εμπλέκονται στη σύνθεση των φλαβονοειδών και του χλωρογενικού οξέος, αντιστοίχως, με συνέπεια την αυξημένη συσσώρευση των συγκεκριμένων φαινολικών εντός των χυμοτοπίων. Παράλληλα, σύμφωνα με τα δεδομένα άλλων εργασιών, σε χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης η απώλεια του ασκορβικού οξέος είναι είτε χαμηλή (Lee and Kader 2000, Sablani *et al.* 2006), ή ακόμα και μηδενική (παραμονή στους 5°C για 18 ημέρες - Cantwell *et al.* 2009).

Αντίθετα, στους 15°C, ανεξαρτήτως γονότυπου και είδους καρπού, παρατηρήθηκε σημαντική αύξηση της συνολικής αντιοξειδωτικής δράσης μετά από 10 ημέρες (μικρότερη όμως σε σχέση με την αντίστοιχη των 5°C) και μείωση στα αρχικά επίπεδα στις 20 ημέρες αποθήκευσης. Η αύξηση των 10 ημερών μπορεί να οφείλεται στη σημαντική συσσώρευση του λυκοπενίου, που παρατηρήθηκε στην παρούσα εργασία, σε συνδυασμό με την πιθανή συσσώρευση των φαινολικών όπως αναφέρεται κατά την αποθήκευση καρπών τομάτας για 10 ημέρες στους 15°C (Toor and Savage 2006). Όμως, στους 15°C η απώλεια του ασκορβικού οξέος είναι εντονότερη σε σχέση με τους 5°C (Lee and Kader 2000), ενώ και η συνεισφορά του λυκοπενίου στην ολική αντιοξειδωτική δράση είναι σχετικά χαμηλή (8-16% - Raffo *et al.* 2002, Toor and Savage 2005), δικαιολογώντας εν μέρει την μειωμένη αύξηση της ολικής αντιοξειδωτικής δράσης μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης στους 15°C σε σχέση με τους 5°C παρά τη μεγάλη διαφορά στην συσσώρευση λυκοπενίου.

Αντίθετα, η έντονη υπερωρίμανση των καρπών μετά από 20 ημέρες στους 15°C οδήγησε σε πιθανή μείωση των φαινολικών, σύμφωνα και με τα όσα αναφέρουν οι Gomez *et al.* (2009) σχετικά με την απώλεια φαινολικών μετά από 15 ημέρες αποθήκευσης στους 20°C, η οποία αποδόθηκε σε αποδόμηση των κυττάρων λόγω υπερωρίμανσης των καρπών. Παράλληλα, η περαιτέρω σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης του λυκοπενίου στους 15°C στην παρούσα εργασία μπορεί να μην ήταν ικανή να αντισταθμίσει τις απώλειες του ασκορβικού οξέος και των φαινολικών στο ίδιο διάστημα.

Επίσης, πρέπει να αναφερθεί, ότι η μέθοδος TEAC που χρησιμοποιήθηκε για τον προσδιορισμό του αντιοξειδωτικού δυναμικού των καρπών στην παρούσα μελέτη συσχετίζεται σημαντικά με την ποσότητα των φαινολικών συστατικών (Proteggente

*et al.* 2002, Molyneux *et al.* 2004, Toor *et al.* 2006) και του ασκορβικού οξέος (Proteggente *et al.* 2002).

Η μικρότερη αντιοξειδωτική δράση που είχαν οι άσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων κατά τη συγκομιδή παρατηρήθηκε και μετά την αποθήκευση αλλά μόνο στους 5°C.



## **5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης, η εφαρμογή αυξινών σε φυτά cherry τομάτας δεν είναι αποτρεπτική. Κατά τη συγκομιδή στο στάδιο του ώριμου κόκκινου χρώματος, οι άσπερμοι καρποί cherry τομάτας δεν υστερούν σημαντικά έναντι των ένσπερων σε ποιοτικά χαρακτηριστικά, με εξαίρεση την μικρότερη ποσότητα οξέων, τη χαμηλότερη συνεκτικότητα και την ελαφρά χαμηλότερη αντιοξειδωτική δράση. Παράλληλα, οι άσπερμοι καρποί δεν παρουσιάζουν κάποιο μορφολογικό μειονέκτημα σε σχέση με τους ένσπερους.

Αν και δεν υπάρχουν πειραματικά δεδομένα σχετικά με τη συντήρηση άσπερων καρπών τομάτας, η μετασυλλεκτική ζωή των άσπερων καρπών αναμένεται να είναι μεγαλύτερη σε σχέση με των ένσπερων, διότι οι σπόροι παράγουν ορμόνες οι οποίες δίνουν το έναυσμα για τη γήρανση. Κάτι τέτοιο έχει παρατηρηθεί στα καρπούζια, με τα άσπερμα να υπερωριμάζουν πολύ αργότερα από τα ένσπερμα (Vargoquaux *et al.* 2000). Τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης έδειξαν πως, αν και δεν παρατηρήθηκαν έντονες διαφορές στην οπτική ποιότητα των ένσπερων και άσπερων καρπών των δύο υβριδίων μετά την αποθήκευσή τους τόσο στις 10 όσο και στις 20 ημέρες, οι άσπερμοι καρποί και των δύο υβριδίων διατήρησαν σε μεγαλύτερο βαθμό την συνεκτικότητά τους και παρουσίασαν μειωμένη τάση για υπερωρίμανση (όπως αυτή εκτιμάται από την περαιτέρω ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος κατά την αποθήκευση), υποδεικνύοντας αυξημένη μετασυλλεκτική ζωή σε σχέση με τους ένσπερους καρπούς.

## BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abad, M. & Guardiola, J.L. 1984. Respuesta del tomate cultivado en invernadero a baja temperatura a la aplicacion de auxinas de sintesis. Comunicaciones del I Congreso Nacional de la Sociedad Espanola de Ciencias Hortícolas, Valencia, Spain, 1983, I: 151-159.
- Abad, M. & Guardiola, J.L. 1986. Influencia de las auxinas de sintesis en la calidad del fruto del tomate (*Lycopersicon esculenturn* Mill.) cultivado en invernadero a baja temperatura. Invest. Agrar., Prod. Prot. Veg. 1: 9-23.
- Abdalla, A.A. & Verkerk, K. 1968. Growth, flowering and fruit-set of the tomato at high temperature. Netherlands Journal of Agricultural Science 16: 71-76.
- Abdelmageeda, A.H., Grudab, N., & Geyerb, B. 2003. Effect of high temperature and heat shock on tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) genotypes under controlled conditions. Conference on International Agricultural Research for Development.
- Abdel-Rahman, M. 1977. Patterns of hormones, respiration and ripening enzymes during development, maturation and ripening of cherry tomato fruits. Physiologia Plantarum 39: 115-118.
- Akbudak, B., Akbudak, N., Seniz, V. & Eris, A. 2007. Sequential treatments of hot water and modified atmosphere packaging in cherry tomatoes. Journal of Food Quality 30: 896-910.
- Al-Attal, Y.Z., Kasrawi, M.A. & Nazer, I.K. 2003. Influence of pollination technique on greenhouse tomato production. Agricultural and Marine Sciences 8(1): 21-26.
- Aljouni, S. Kremer, S. & Masih, L. 2001. Lycopene content in hydroponic and non-hydroponic tomatoes during postharvest storage. Food Australia 53 (5): 195-196.
- Anonymous. 2008. Fresh facts on retail. Whole and fresh-cut produce trends: Q2 2008. United Fresh research and Education Foundation, pp: 8.
- Asahira, T., Hosoki, T. & Shinya, K. 1982. Regulation of low temperature-induced malformation of tomato fruit by plant growth regulators. Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 50: 468-474.

- Auerswald, H., Peters, P., Bruckner, B., Krumbein, A. & Kuchenbuch, R. 1999. Sensory analysis and instrumental measurements of short-term stored tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biology and Technology* 15: 323-334.
- Ayuso, M.C., Diez, M.J., Costa, J., Cuartero, J. & Nuez, F. 1984. Efecto de los reguladores de crecimiento sobre variedades de tomate con distinto grado de partenocarpia. *Inf. Trc. Econ. Agrar., Extra* 3: 114-121.
- Banda, H.J. & Paxton, R.J. 1991. Pollination of greenhouse tomatoes by bees. *Acta Horticulturae* 288: 194-198.
- Batu, A. & Thompso, A.K. 1998. Effects of modified atmosphere packaging on post harvest qualities of pink tomatoes. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 22: 365-372.
- Benton-Jones, Jr.J. 1999. Tomato plant culture. *In* The field, greenhouse and home garden, pp. 25-50. CRC Press.
- Bohm, V. & Schlesier, K. 2004. Methods to evaluate the antioxidant activity. *In* Production Practices and Quality Assessment of Food Crops, Vol. 3, "Quality Handling and Evaluation" (R. Dris and S.M. Jain, eds), pp. 55-71. Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Brandt, S., Pék, Z., Barna, É., Lugasi, A. & Helyes, L. 2006. Lycopene content and colour of ripening tomatoes as affected by environmental conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 86: 568-572.
- Brummell, D.A., William, J.H., Ma, C. & Dunsmuir, P. 2002. Postharvest fruit quality of transgenic tomatoes suppressed in expression of a ripening-relayed expansin. *Postharvest Biology and Technology* 25: 209-220.
- Brummell, D.A., Hall, B.D. & Bennett, A.B. 1999. Antisense suppression of tomato endo-1,4-beta-glucanase Cel2 mRNA accumulation increases the force required to break fruit abscission zones but does not affect fruit softening. *Plant Molecular Biology* 40: 615-622.
- Buchmann, S.L. 1983. Buzz pollination in angiosperms. *In* Handbook of Experimental Pollination Biology (C.E. Jones and R.J. Little, eds.), pp. 73-113. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Burg, S.P. & Burg, E.A. 1965. Ethylene action and the ripening of the fruits. *Science* 148: 1190-1196.

- Burton, W.G. 1982. Ripening and senescence of fruits. *In* Post-harvest physiology of food crops (W.G. Burton, ed), pp. 181-198. Logman Group Ltd.
- Cano, A., Acosta, M. & Arnao, M.B. 2003. Hydrophilic and lipophilic antioxidant activity changes during on-vine ripening of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Postharvest Biology and Technology* 28: 59-65.
- Cantwell, M., Nie, X. & Hong, G. 2009. Impact of storage conditions on grape tomato quality. 6<sup>th</sup> Postharvest Symposium, Antalya, Turkey.
- Carmi, N, Salts, Y., Dedicova, B., Shabtai, S. & Barg, R. 2003. Induction of parthenocarpy in tomato via specific expression of the *rolB* gene in the ovary. *Planta* 217: 726-735.
- Caro, M., Cruz, V., Cuartero, J., Estan, M.T. & Bolarin, M.C. 1991. Salinity tolerance of normal-fruited and cherry tomato cultivars. *Plant and Soil* 136: 49-255.
- Casas-Diaz, A.V., Hewitt, J.D. & Lapushner, D. 1987. Effects of parthenocarpy on fruit quality in tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 112 (4): 634-637.
- Cetinkaya, S. 1999. The effect of vibration on fruit set and yields in tomato. *Acta Horticulturae* 486: 265-270.
- Charles, W.B. & Harris, R.E. 1972. Tomato fruit-set at high and low temperatures. *Canadian Journal of Plant Science* 52: 497-506.
- Civello, P.M., Powell, A.L.T., Sabehat, A. & Bennett, A.B. 1999. An expansin gene expressed in ripening strawberry fruit. *Plant Physiology* 121: 1273-1279.
- Connor, A.M., Luby, J.J., Hancock, J.F., Berkheimer, S. & Hanson, E.J. 2002. Changes in fruit antioxidant activity among blueberry cultivars during cold-temperature storage. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 893-898.
- Cosgrove, D.J. 2000. Loosening of plant cell walls by expansins. *Nature* 407: 321-326.
- Cox, S.E., Stushnoff, C. & Sampson, D.A. 2003. Relationship of fruit color and light exposure to lycopene content and antioxidant properties of tomato. *Canadian Journal of Plant Science* 83: 913-919.
- Davies, J.N. & Hobson, G.E. 1981. The constituents of tomato fruit-the influence of environment, nutrition and genotype. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 15: 205-280.

- Davies, J.N. & Winsor, G.W. 1969. Rapid, indirect assessment of the sugar content of tomatoes. Annual Report of the Glasshouse Crops Research Institute for 1968, pp: 139.
- De Leon-Sanchez, F.D., Pelayo-Zaldivar, C., Rivera-Cabrera, F., Ponce-Valadez, M., Avila-Alejandre, X., Fernandez, F.J., Escalona-Buendia, H.B. & Perez-Flores, L.J. 2009. Effect of refrigerated storage on aroma and alcohol dehydrogenase activity in tomato fruit. *Postharvest Biology and Technology* 54: 93-100.
- Djuric, Z. & Powell, L.C. 2001. Antioxidant capacity of lycopene-containing foods. *International Journal of Food Science and Nutrition* 52 (2): 143-149.
- Dogterom, M.H., Matteoni, J.A. & Plowright, R.C. 1998) Pollination of greenhouse tomatoes by the North American *Bombus vosnesenskii* (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* 91: 71-75.
- Donald, J.F. 1916. Natural cross-pollination in the tomato. *Science* 43: 508-510.
- Dryanovska, O.A. 1975. Induced parthenocarpy with pollen irradiation with gamma rays. *C.R. Acad. Bulg. Sci.* 28: 1273-1276.
- Dumas, Y., dadomo, M., Di Lucca, G. & Grolier, P. 2003. Effects of environmental factors and agricultural techniques on antioxidant content of tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 83: 369-382.
- Ercan, N. & Vural, H. 1994. The effects of low temperatures on fruit set of tomatoes. *Acta Horticulturae* 366: 65-73.
- Estay, P., Wagner, A. & Escaff, M. 2001. Evaluación de *Bombus dahlbomii* (Guér.) como agente de flores de tomate (*Lycopersicon esculentum* (Mill)), bajo condiciones de invernadero. [Evaluation of *Bombus dahlbomii* (Guér.) as a pollinating agent for tomato (*Lycopersicon esculentum* (Mill.)) flowers under greenhouse conditions]. *Agricultura Tecnica* 61: 113-119.
- Falavigna, A., Badino, M. & Soressi, G.P. 1978. Potential of the monomendelian factor *pat* in the tomato breeding for industry. *Genet. Agraria* 32: 159-160.
- Ficcadenti, N., Sestili, S., Pandolfini, T., Cirillo, C., Rotino, G.L. & Spena, A. 1999. Genetic engineering of parthenocarpic fruit development in tomato. *Molecular Breeding* 5: 463-470.
- Fish, W.W., Perkins-Veazie, P. & Collins, J.K. 2002. Quantitative assay for lycopene that utilizes reduced volumes of organic solvents. *Journal of Food Composition and Analysis* 15 (3): 309-317.

- Fraser, P.D., Bramleya, P. & Seymour, G.B. 2001. Effect of the *Cnr* mutation on carotenoid formation during tomato fruit ripening. *Phytochemistry* 58: 75-79.
- George, W.L., Scott, J.W. & Splittstoesser, W.E. 1984. Parthenocarpy in tomato. *In Horticultural Reviews* Vol. 6 (J. Janick, ed), pp. 65-84. AVI, Westport, Connecticut.
- George, B., Kaur, C., Khurdiya, D.S. & Kapoor, H.C. 2004. Antioxidants in tomato (*Lycopersium esculentum*) as a function of genotype. *Food Chemistry* 84: 45-51.
- Giovanelli, G., Lavelli, V., Peri, C. & Nobili, S. 1999. Variation in antioxidant components of tomato during vine and post-harvest ripening. *J Journal of the Science of Food and Agriculture* 79: 1583-1588.
- Gokmen, V & Acar, J. 2000. Investigations on the synthetic auxin residues of green house tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) grown in Turkey. *Journal of Food Quality* 23: 503-512.
- Gomez, P., Ferrer, M.A., Fernandez-Trujillo, J.P., Calderon, A., Artes, F., Egea-Cortines, M. & Weiss, J. 2009. Structural changes, chemical composition and antioxidant activity of cherry tomato fruits (cv. Micro-Tom) stored under optimal and chilling conditions. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 89: 1543-1551.
- Gormley, L. & Egan, S. 1978. Firmness and colour of fruit at some tomato cultivars from various sources during storage. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 29: 534-538.
- Gustafson, F.G. 1936. Inducement of fruit development by growth-promoting chemicals. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* 22: 628-636.
- Harpster, M.H., Brummell, D.A. & Dunsmuir, P. 1998. Expression analysis of a ripening-specific, auxin-repressed endo-1,4- $\beta$ glucanase gene in strawberry. *Plant Physiology* 118: 1307-1316.
- Helyes, L., Pék, Z. & Lugasi, A. 2006. Tomato fruit quality and content depend on stage of maturity. *HortScience* 41: 1400-1401.
- Hobson, G. 1988. Cherry tomatoes. *The garden* (February 1988), pp. 55-60.
- Hobson, G.E. & Bedford L. 1989. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. *Journal of Horticultural Science* 64: 321-332.

- Howlett, F.S. & Marth, P. 1946. Aerosol applications of growth regulating substances to the greenhouse tomato. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 48: 458-474.
- Huber, D.J. 1984. Strawberry fruit softening: the potential roles of polyuronides and hemicellulose. *Journal of Food Science* 49: 1310-1315.
- Hurter, J., Konrad, P., Kobel, F. & Drescher, P. 1978. Beschleunigung des Reifeprozesses mit Hilfe von Wachstumsregulatoren. 13. Arbeitstagung für den Gemüosebau unter Glas, vom 20. Januar 1978. Eidg. Forschungsanstalt Wädenswil. *Der Gemüosebau* 41: 87-89.
- Ilbi, H. & Boztok, K. 1994. The effects of different truss-vibration durations on pollination and fruit set of greenhouse grown tomatoes. *Acta Horticulturae* 366: 73-78.
- Janes, B.E. 1941. Some chemical differences between artificially produced parthenocarpic fruits and normal seeded fruits of tomato. *American Journal of Botany* 28 (8): 639-646.
- Janse, J. 1995. Flavour of tomatoes. *In* Deutsche Gesellschaft für Qualitätsforschung-Pflanzliche Nahrungsmittel e.V.. XXX. Vortragstagung 'Geschmacksstoffe in pflanzlichen Nahrungsmitteln', Heilbronn. 27/28 März 1995, pp. 179-194.
- Javanmardi, J. & Kubota, C. 2006. Variation of lycopene, antioxidant activity, total soluble solids and weight loss of tomato during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 41: 151-155.
- Jimenez, M., Trejo, E. & Cantwell, M. 1996. Cherry tomato storage and quality evaluations. ([cetulare.ucdavis.edu/pubveg/che96.htm](http://cetulare.ucdavis.edu/pubveg/che96.htm)).
- Jones, R.A. and Scott, S.J., 1984. Genetic potential to improve tomato flavor in commercial F1 hybrids. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 109: 318-321.
- Ilic, Z., Aharon, Z., Perzelan, Y., Alkalai-Tuvia, S. & Falik, E. 2009. Lipophilic and hydrophilic antioxidant activity of tomato fruit during postharvest storage on different temperatures. *Acta Horticulturae* 830: 627-634.
- Islam, M.S., Matsui, T. & Yoshida, Y. 1996. Effect of carbon dioxide enrichment on physico-chemical and enzymatic changes in tomato fruits at various stages of maturity. *Scientia Horticulturae* 65: 137-149.
- Iwahori, S. 1965. High temperature injury in the tomato. IV. Development of normal flower buds and morphological abnormalities of flower buds treated with high

- temperature. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 34: 33-46.
- Iwahori, S. 1967. Auxin of tomato fruit at different stages of its development with special reference to high temperature injuries. *Plant Cell Physiology* 8: 15-22.
- Iwahori, S. & Takahashi, K. 1964. High temperature injuries in tomato. III. Effects of high temperature on flower buds and flowers of different stages of development. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 33: 67-74.
- Kader, A.A. 1987. Respiration and gas exchange of vegetables. *In Postharvest Physiology of Vegetables* (J. Weichmann, ed), pp 25-44. Marcel Dekker, Inc.
- Kader, A.A. 2002. Fruits in the global market. *In Fruit Quality and its Biological Basis* (M. Knee, ed), pp. 1-16. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Kader, A.A., Morris, L.L. & Chen, P. 1978. Evaluation of two objective methods and subjective rating scale for measuring tomato firmness. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 103: 70-73.
- Kader, A.A. & Watkins, C.B. 2000. Modified atmosphere packaging toward 2000 and beyond. *HortTechnology* 10 (3): 483-486.
- Kalt, W., Forney, C.F., Martin, A. & Prior, R.L. 1999. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 47: 4638-4644.
- Kaur, C., George, B., Deepa, N., Singh, B. & Kapoor, H.C. 2004. Antioxidant status of fresh and processed tomato. *Journal of Food Science and Technology* 41: 479-486.
- Kepcka, A.K. 1966. The use of auxin sprays or artificial pollination in order to improve fruitsetting of tomatoes grown under glass. *Acta Horticulturae* 4: 55-62.
- Knee, M., Proctor, F.J. & Dover, C.J. 1985. The technology of ethylene control: use and removal in post-harvest handling of horticultural commodities. *Annals of Applied Biology* 107: 581-595.
- Koskitalo, L.N. & Ormrod, D.P. 1972. Effects of sub-optimal ripening temperatures on the colour quality and pigment composition of tomato fruit. *Journal of Food Science* 37: 56-59.



- Krumbein, A., Peters, P. & Bruckner, B. 2004. Flavour compounds and a quantitative descriptive analysis of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) of different cultivars in short-term storage. *Postharvest Biology and Technology* 32: 15-28.
- Kuti, J.O. & Konuru, H.B. 2005. Effects of genotype and cultivation environment on lycopene content in red-ripe tomatoes. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 85: 2021-2026.
- Lee, S.K. & Kader, A.A. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology* 20: 207-220.
- Leonardi, C., Ambrosino, P., Esposito, F. & Fogliano, V. 2000. Antioxidative activity and carotenoid and tomatine contents in different typologies of fresh consumption tomatoes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4723-4727.
- Leshem, Y.Y., Halevy, A.H. & Frenkel C. 1986. Processes and control of plant senescence. *Dev. in Crop. Scie.* 8: 161-200.
- Lesley, J.W. 1924. Cross-pollination of tomatoes: varietal differences in amount of natural crosspollination, an important factor in selection. *Journal of Heredity* 15: 233-235.
- Levy, A., Rabinowitch, H.D. & Kedar, N. 1978. Morphological and physiological characters affecting flower drop and fruit set of tomatoes at high temperatures. *Euphytica* 27: 211-218.
- Lipari, V. 1972. Influenza di alcuni regolatori di crescita sulla resa, sul decorso della maturazione e sulle caratteristiche dei frutti nel pomodoro in coltura protetta. *Riv. Ortoflorofruttic. Ital.* 56: 833-848.
- Lipari, V. 1979. Azione di sostanze auxiniche somministrate a differenti concentrazioni sulla produzione del pomodoro in coltura protetta. *Riv. Ortoflorofruttic. Ital.* 63: 215-244.
- Lipari, V. 1982. Risultati di ricerche sulle modalita di somministrazione dei fitoregolatori alleganti al pomodoro in coltura protetta. *Riv. Ortoflorofruttic. Ital.* 66: 59-73.
- Lipari, V., Branca, F. & Leonardi, C. 1994. Response of parthenocarpic tomato to low temperature and auxin sprays. *Acta Horticulturae* 366: 79-84.
- Lipari, V. & Mauromicale, G. 1979. Efficacia di azione di sostanze auxiniche sulla fruttificazione del pomodoro in serra in rapporto alle modalita di applicazione

- ed al decorso delle temperature minime. Riv. Ortoflorofruttic. Ital. 63: 245-266.
- Long, V.H. 1998. Cherry tomato seed production. AVRDC-ARC Research Report.
- Locke, L.F. 1952. F<sub>1</sub> hybrids as a mean of improving home garden production of tomatoes in the southern great plains. Proceedings of the American Society for Horticultural Science 60: 412-414.
- Lorenz, O.A. & Maynard, D.N. 1980. Knotts handbook for vegetable growers, pp: 390. 2<sup>nd</sup> ed. New York: John Wiley and Sons.
- Macheix, J.J., Fleuriet, A. & Billot, J. 1990. Fruit phenolics. Florida: CRC Press, Inc..
- Madhavi, D.L. & Salunkhe, D.K. 1998. Tomato. *In* Handbook of vegetable science and technology. Production, composition, storage and processing (D.K. Salunkhe and S.S. Kadam, eds), pp: 171-201. Marcel Dekker, Inc.
- Malundo, T., Shewfelt, R., & Scott, J. 1995. Flavor quality of fresh tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by sugar and acid levels. Postharvest Biology and Technology 6: 103-110.
- Mapelli, S., Frova, C., Torti, G. & Soressi, G.P. 1978. Relationship between set, development and activities of growth regulators in tomato fruits. Plant and Cell Physiology 19: 1281-1288.
- Maroto, J.V., Lopez, S., Bardisi, A., Pascual, B. & Alagarda, J. 1995. Influence of irrigation dosage and its form of application on cracking response in cherry tomato fruits. Acta Horticulturae 379: 181-185.
- Martinelli, F., Uratsu, S.L., Reagan, R.L., Chen, Y., Tricoli, D., Fiehn, O., Rocke, D.M., Gasser, C.S. & Dandekar, A.M. 2009. Gene regulation in parthenocarpic tomato fruit. Journal of Experimental Botany 60 (13):3873-3890.
- Martinez-Valverde, I., Periago, M.J., Provan, G. & Chesson, A. 2002. Phenolic compounds, lycopene and antioxidant activity in commercial varieties of tomato (*Lycopersicon esculentum*). Journal of the Science of Food and Agriculture 82: 323-330.
- Maul, F., Sargent, S.A., Sims, C.A., Baldwin, E.A., Balaban, M.O. & Huber, D.J. 2000. Tomato flavor and aroma quality as affected by storage temperature. Journal of Food Science 65 (7): 1228-1237.

- Meredith, F.I. & Purcell, A.E. 1966. Changes in the concentration of carotenes of ripening Homestead tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 89: 544.
- Molyneux, S.L., Lister, C.E. & Savage, G.P. 2004. An investigation of the antioxidant properties and colour of glasshouse grown tomatoes. *International Journal of Food Sciences and Nutrition* 55: 537-545.
- Monteiro, A.A. 1983. Sobre a frutificacao do tomateiro em estufa durante a epoca fresca. Tese de Doutoramento. Instituto Superior de Agronomia. Universidade Tecnica de Lisboa, pp 185.
- Moore, E.L. & Thomas, W.O. 1952. Some effects of shading and parachlorophenoxyacetic acid on fruitfulness of tomatoes. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 60: 289-294.
- Nelson, P. & Richard, M. 1989. Pollination of plastichouse muskmelon by bumblebees (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology* 82: 1061-1066.
- Nguyen, M.L. & Schwartz, S.J. 1999. Lycopene: chemical and biological properties. *Food Technology* 53: 38-45.
- Nitsch, J. 1970. Hormonal factors in growth and development. *In The Biochemistry of Fruits and Their Products* (A.C. Hulme, ed) Academic Press, London New York., Vol II: 427-472.
- Odland, M.L. & Chan, N.S. 1950. The effect of hormones on fruit set of tomatoes grown at relatively low temperatures. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 55: 328-334.
- Ognyanova, A. & Shukarov, L. 1970. Inheritance of flower abscission in four tomato crosses. *Genetic Plant Breeding* 3: 181-197.
- Ολύμπιος, Χ.Μ. 2001. Η τεχνική της καλλιέργειας των κηπευτικών στα θερμοκήπια. Εκδόσεις Σταμούλης, 39-209.
- Πάσσαμ, Χ.Κ. 2004. Μετασυλλεκτική μεταχείριση καρπών και λαχανικών. Εκδόσεις Γ.Π.Α.
- Passam H.C., Karapanos I.C., Bebeli P.J. & Savvas, D. 2007. A review of recent research on tomato nutrition, breeding and post-harvest technology with reference to fruit quality. *The European Journal of Plant Science and Biotechnology* 1 (1): 1-21.

- Payasi, A., Mishra, N.N., Soares-Chaves, A.L. & Singh, R. 2009. Biochemistry of fruit softening: an overview. *Physiological and Molecular Biology of Plants* 15 (2): 103-113.
- Plath, O.E. 1925. The role of bumblebees in the pollination of certain cultivated plants. *American Naturalist* 59: 441-451.
- Picha, D.H. 1986. Effect of harvest maturity on the final fruit composition of cherry and large-fruited tomato cultivars. *HortScience* 111: 723-727.
- Picha, D.H. 1987. Sugar and organic acid content of cherry tomato fruit at different ripening stages. *HortScience* 22 (1): 94-96.
- Proteggente, A.R., Sekher Pannala, A., Paganga, G., van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S., van de Put, F., Dacombe, C. & Rice-Evans, C.A. 2002. The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Research* 36: 217-233.
- Raffo, A., Leonardi, C., Fogliano, V., Ambrosino, P., Salucci, M., Gennaro, L., Bugianesi, R., Giuffrida, F., & Quaglia, G. 2002. Nutritional value of cherry tomatoes (*Lycopersicon esculentum* cv. Naomi F1) harvested at different ripening stages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50: 6550-6556.
- Richter, E. 1972. Der gehalt an geschmackgebenden inhaltsstoffen von parthenokarpen und samenhaltigen tomaten. *Gartenbauwissenschaft* 37: 201-211.
- Roberts, K.P., Sargent, S.A. & Fox, A.J. 2002. Effect of storage temperature on ripening and postharvest quality of grape and mini-pear tomatoes. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* 115: 80-84.
- Rotino, G.L., Acciarri, N., Sabatini, E., Menella, G., Lo Scalzo, R., Maestrelli, A., Molesini, B., Pandolfini, T., Scalzo, J., Mezzetti, B. & Spena, A. 2005. Open field trial of genetically modified parthenocarpic tomato: seedlessness and fruit quality. *BMC Biotechnology* 5 (32).
- Roubik, D.W. 1995. *Pollination of Cultivated Plants in the Tropics: Food and Agriculture Organization, Rome, Italy. Agric. Serv. Bull.* 118.
- Ryall, A.L. & Lipton, W.J. 1979. *Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables (Vol 1) Vegetables and Melons (2nd Edn)*, Avi Publishing Co, Westport, Connecticut, USA, pp 587.

- Rylski, I. 1979. Fruit set and development of seeded and seedless tomato fruits under diverse regimes of temperature and pollination. *Journal of the American Society for the Horticultural Science* 104: 835-838.
- Sablani, S.S., Opara, L.U. & Al-Balushi, K. 2006. Influence of bruising and storage temperature on vitamin C content of tomato fruit. *Journal of Food, Agriculture and Environment* 4: 54-56.
- Saito, T. & Ito, H. 1967. Studies on the growth and fruiting in the tomato. IX. Effects of the early environmental conditions and the cultural treatments on the morphological and physiological development of flowers and the flower drop. I. Effects of night temperature, light intensity and fertility of bed soil. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* 36: 195-205.
- Sasaki, H., Takayoshi, Y. & Yamasaki, A. 2005. Reduction of high temperature inhibition in tomato fruit set by plant growth regulators. *Japan Agricultural Research Quarterly* 39 (2): 135-138.
- Sato, S., Peet, M.M. & Thomas, J.F. 2000. Physiological factors limit fruit set of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) under chronic, mild heat stress. *Plant Cell and Environment* 23: 719-726.
- Schaible, L.W. 1962. Fruit setting response of tomatoes to high night temperatures. *Proceedings of the Plant Science Symposium, Campbell Soup Co., Camden, N. J.* pp. 89-98.
- Scott, J.W. & Harbaugh, B.K. 1989. Micro-Tom-a miniature dwarf tomato. *Florida Agric. Exp. Station Circ.* 370: 1-6.
- Setha, O.E. 1995. Cherry tomato varietal trial. ARC Training report.
- Singletary, C.C. & Warren, G.F. 1951. Influence of time and methods of application of hormones on tomato fruit set. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* 57: 225-230.
- Soylu, M.K. & Çömlekçioğlu, N. 2009. The effects of high temperature on pollen grain characteristics in tomato (*Lycopersicon esculentum* M.). *J.Agric.Fac.HR.U.* 13(2): 35- 42.
- Splittstoesser, W.E. 1984. *Tomato Vegetable Growing Handbook*, pp: 272-275. Westport, Connecticut: A VI Publishing Company, Inc.
- Stevens, M.A. 1972. Citrate and malate concentrations in tomato fruits: genetic control and maturational effects. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 97: 655-658.

- Sun, H.J., Uchii, S., Watanabe, S. & Ezura, H. 2006. A highly efficient transformation protocol for Micro-Tom, a model cultivar for tomato functional genomics. *Plant Cell Physiology* 47 (3): 426-431.
- Taylor, I.B. 1986. Biosystematics of the tomato. *In* The tomato crop (J.G. Atherton and J. Rudish, eds), pp. 1-34. Chapman and Hall, London.
- Tijskens, L.M.M. & Evelo, R.W. 1994. Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* 4: 85-89.
- Toor, R.K. & Savage, G.P. 2005. Antioxidant activity in different fractions of tomatoes. *Food Research International* 38: 487-494.
- Toor, R.K. & Savage, G.P. 2006. Changes in major antioxidant components of tomatoes during post-harvest storage. *Food Chemistry* 99: 724-727.
- Trainotti, L., Spolaore, S., Pavanello, A., Baldan, B. & Casadoro, G. 1999. A novel E-type endo- $\beta$ -1,4-glucanase with a putative cellulose-binding domain is highly expressed in ripening strawberry fruits. *Plant Molecular Biology* 40: 323-332.
- Triglia, A., La Malfa, G., Musumeci, F., Leonardi, C. & Scordino, A. 1998. Delayed luminescence as an indicator of tomato fruit quality. *Journal of Food Science* 63 (3): 512-515.
- Tuzel, Y., Eltez, R.Z. & Altin, O. 1996. Effects of different pollination and fruit set practices on long season tomato production in glasshouses. *Cahiers Options Mediterraneennes* 31: 391-396.
- USDA 1976. United States standards for grades of fresh tomatoes. US Dept. Agr., Agr. Mktg. Serv., Washington, D.C., pp. 10.
- Young, P.A. 1963. Two-way varieties for hot or cold climates. *American Vegetable Grower* 11: 13.
- Young, T.E., Juvik, J.A. & Sullivan, J.G. 1993. Accumulation of the components of total solids in ripening fruits of tomato. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 118 (2): 286-292.
- Varoquaux, F., Blanvillain, R., Delseny, M. Gallois, P. 2000. Less is better : new approaches for seedless fruit production. *Trend in Biotechnology* 18: 233-242.
- Wangdi, C.P. 1992. Cherry tomato varietal trial. ARC Training report.
- Warnock, S.J. 1988. A review of taxonomy and phylogeny of the genus *Lycopersicon*. *Hortscience* 23 (4): 669-673.

- Warrag, M.O.A. 1991. Flowering and fruiting of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) in Qassim, Saudi Arabia during summer. *Journal of King Saud University of Agricultural Sciences* 3(2): 241-250.
- Watkins, C.B. 2002. Ethylene synthesis, mode of action, consequences and control. *In* Fruit Quality and its Biological Basis (M. Knee, ed), pp. 180-224. Sheffield Academic Press, Sheffield, UK.
- Went, F.W. 1944. Plant growth under controlled conditions II. Thermoperiodicity in growth and fruiting of tomato. *American Journal of Botany* 31: 135-150.
- Winsor, G.W., Davies, J.N. & Massey, D.M. 1962. Composition of tomato fruit III. – Juices from whole fruit and locules at different stages of ripeness. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 13: 108-115.
- Wold, A.B., Rosenfeld, H.J., Baugerod, H. & Blomhoff, R. 2004. The effect of fertilization on antioxidant activity and chemical composition of tomato cultivars (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *European Journal of Horticultural Science* 69: 167-174.
- Znidarcic, D., Ban, D., Oplanic, M., Karic, L. & Pozrl, T. 2010. Influence of postharvest temperatures on physicochemical quality of tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Food, Agriculture & Environment* 8 (1): 21-25.
- Znidarcic, D. & Pozrl, T. 2006. Comparative study of quality changes in tomato cv. 'Malike' (*Lycopersicon esculentum* Mill.) whilst stored at different temperatures. *Acta agriculturae Slovenica* 87 (2): 235-243.

#### Internet sites

Food composition database of Sugiyama University, Japan. 2004.  
[http://database.food.sugiyama-u.ac.jp/index\\_asia.php](http://database.food.sugiyama-u.ac.jp/index_asia.php)