

ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

**“Παράγοντες που επηρεάζουν τα μορφολογικά και
φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού της πιπεριάς
κατά την ανάπτυξη, ωρίμανση και αποθήκευση”**

Χαράλαμπος Κ. Θανόπουλος

Γεωπόνος, MSc

ΑΘΗΝΑ 2012

ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ

“Παράγοντες που επηρεάζουν τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού της πιπεριάς κατά την ανάπτυξη, ωρίμανση και αποθήκευση”

Χαράλαμπος Κ. Θανόπουλος

Γεωπόνος, MSc

Τριμελής Συμβουλευτική Επιτροπή:

Καθηγητής Γ.Π.Α. Χάρολντ Κρίστοφερ Πάσσαμ, Επιβλέπων

Καθηγητής Γ.Π.Α. Δημήτριος Μπουράνης

Ομότιμος Καθηγητής Γ.Π.Α. Χρίστος Ολύμπιος

Επταμελής Εξεταστική Επιτροπή:

Καθηγητής Γ.Π.Α. Χάρολντ Κρίστοφερ Πάσσαμ, Επιβλέπων

Καθηγητής Γ.Π.Α. Δημήτριος Μπουράνης

Ομότιμος Καθηγητής Γ.Π.Α. Χρίστος Ολύμπιος

Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α. Κωνσταντίνος Ακουμιανάκης

Αναπληρώτρια Καθηγήτρια Γ.Π.Α. Ελένη Τσαντίλη

Αναπληρωτής Καθηγητής Γ.Π.Α. Γεώργιος Αϊβαλάκης

Λέκτορας Παν. Θεσσαλίας Σπυρίδων Πετρόπουλος

Περίληψη

Η πιπεριά περιλαμβάνει καρπούς διαφόρων σχημάτων (φλάσκα, κέρατο κ.α.) και ποικίλα χαρακτηριστικά, όπως μέγεθος, χρώμα, καυστικότητα. Είναι θερμοφίλο φυτό και η καρπόδεση προωθείται σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 18 °C, ενώ σε μικρότερες θερμοκρασίες από 15°C κατά την ανάπτυξη του άνθους προκύπτει συνήθως ανθόπτωση ή ο σχηματισμός άσπερμων καρπών. Σε σχεδόν όλες τις ποικιλίες πιπεριάς ο καρπός ταξινομείται ως μη κλιμακτηριακός.

Σε αυτή τη μελέτη χρησιμοποιήθηκαν πιπεριές τύπου φλάσκας (California Wonder, Yolo Wonder, E84066, Tomson) και επιμήκους σχήματος (Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as, Bounty F1 Lenor, Picora, Σταυρός, Φλωρίνης), με διαφορετικά χαρακτηριστικά, όπως μέγεθος καρπού, καυστικότητα (Hot Chili-as: μέτρια, Σταυρός: έντονη) και χρωματισμό περικαρπίου (Golden California Wonder: κίτρινο-πορτοκαλί χρώμα). Εξετάστηκε, τόσο η ανάπτυξη και η ωρίμανση του καρπού χωρίς ανταγωνισμό (1 καρπός ανά φυτό) ή κάτω από την επίδραση ανταγωνισμού (6-8 ταυτόχρονα αναπτυσσόμενοι καρποί πάνω στο φυτό), καθώς και η επίδραση της εποχής καλλιέργειας (καλοκαίρι ή φθινόπωρο), όσο και η ικανότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών. Επιπλέον, συγκρίνονται τα χαρακτηριστικά των ένσπερμων και άσπερμων καρπών κατά τη συγκομιδή και κατά τη συντήρησή τους.

Σε συνθήκες καλοκαιριού, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών αυξάνει το ποσοστό των καρπών με περισσότερους σπόρους, ενώ ο αριθμός σπόρων συσχετίζεται θετικά με το νωπό βάρος και όγκο καρπού στις ποικιλίες Yolo Wonder (φλάσκα, μικρός καρπός) και California Wonder (φλάσκα, μεγάλος καρπός). Ωστόσο η επίδραση του ανταγωνισμού εξαρτάται και από το γονότυπο διότι στην ποικιλία E84066 (φλάσκα, μεγάλος καρπός) δεν παρατηρείται θετική συσχέτιση μεταξύ σπόρων και μεγέθους καρπού.

Η ταυτόχρονη ανάπτυξη περισσότερων από ένα καρπό πάνω στο φυτό μειώνει το μήκος καρπού για τις Yolo Wonder και E84066, και δεν επηρεάζει το μήκος καρπού της California Wonder. Πιθανόν η χαμηλή θερμοκρασία ανάπτυξης σε συνδυασμό με χαμηλή ένταση φωτισμού και μικρή διάρκεια ημέρας (φθινοπωρινή καλλιέργεια) επιδρά θετικά στο μέγεθος των καρπών, όπου για τις ποικιλίες Yolo Wonder, California Wonder και E84066 αυξάνεται το μήκος.

Η αλλαγή του χρώματος καρπού επηρεάζεται ιδιαίτερα από την παρουσία περισσότερων από έναν καρπών ανά φυτό, καθώς παρουσιάζεται καθυστέρηση στην ανάπτυξη του κόκκινου χρωματισμού κατά 5-9 ημέρες (ανάλογα με την ποικιλία), ενώ η ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού σε χαμηλότερη θερμοκρασία (φθινοπωρινή περίοδο ανάπτυξης) καθυστερεί την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος ακόμα περισσότερο (κατά 30 ημέρες). Παράλληλα η μείωση του πράσινου χρώματος (αποικοδόμηση της χλωροφύλλης) καθυστερεί κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού και στη φθινοπωρινή καλλιέργεια.

Ο σχηματισμός άσπερμων καρπών κάτω από συνθήκες φυσιολογικής γονιμοποίησης (≥ 18 °C), προϋποθέτει αφαίρεση των ανθών και εφαρμογή αυξίνης, για την αποφυγή της πτώσης του άνθους. Η καρπόδεση ελέγχεται από το γονότυπο, χωρίς να επηρεάζεται από τον αριθμό και τον τρόπο εφαρμογής της ορμόνης (πάστα λανολίνης, ψεκασμός), ενώ η ανάπτυξη του καρπού επηρεάζεται από την εφαρμογή αυξίνης, αλλά μόνο σε συνδυασμό με την παρουσία των σπόρων (ποικιλία Tomson).

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν μικρότερο μέγεθος σε σχέση με τους ένσπερμους καρπούς κατά 5-6 φορές σε πιπεριά τύπου φλάσκα, με μικρού μεγέθους καρπούς (Yolo Wonder) ή κατά 2 φορές στην ποικιλία φλάσκα, με μεγάλου μεγέθους καρπούς (Tomson) και σχεδόν το ίδιο μέγεθος με τους ένσπερμους καρπούς για την ποικιλία Golden California Wonder (φλάσκα, μεγάλο μέγεθος καρπού). Οι πιπεριές με επιμήκεις καρπούς χαρακτηρίζονται από υψηλό ποσοστό ανθόπτωσης μετά την απομάκρυνση των ανθών και παρά την εφαρμογή αυξινών με αποτέλεσμα ένα μικρό ποσοστό καρπόδεσης παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο (ιδιαίτερα για τις ποικιλίες Φλωρίνης και Bounty Lenor F₁). Οι άσπερμοι καρποί έχουν σχεδόν το μισό όγκο από τον αντίστοιχο των ένσπερμων καρπών (Picora και Long Yellow Jumbo) ή καμία διαφορά (Hot Chili-as). Το σχήμα των άσπερμων καρπών είναι λιγότερο επίμηκες (Picora, Hot chili-as) ή παρόμοιο με αυτό των ένσπερμων καρπών (Long Yellow Jumbo).

Το χρώμα των παρθενοκαρπικών καρπών είναι λιγότερο έντονο στο στάδιο του πράσινου χρώματος και εντονότερο κόκκινο στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (ποικιλία Yolo Wonder) ή δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές (στην ποικιλία Tomson και στις πιπεριές με επιμήκεις καρπούς).

Ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών εμφανίζεται σημαντικά μεγαλύτερος σε σχέση με τους αντίστοιχους ένσπερμους καρπούς της ίδιας ποικιλίας (π.χ. κατά 3-5 φορές στην ποικιλία Yolo Wonder). Σε αντίθεση ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ των ένσπερμων και άσπερμων καρπών είναι κάτω από το όριο ανίχνευσης (10 nl l⁻¹) σε όλες τις ποικιλίες που εξετάστηκαν, με εξαίρεσή τους ένσπερμους καρπούς της Yolo Wonder.

Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση CO₂ μειώνεται κατά την ωρίμανση του καρπού, ενώ αντίθετα το C₂H₄ αυξάνεται παρουσιάζοντας τη μέγιστη τιμή στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (Yolo Wonder, California Wonder, E84066, Picora) ή μειώνεται με τη μικρότερη τιμή στους κόκκινους καρπούς (Long Yellow Jumbo, Tomson) ή δεν παρουσιάζει καμία ένδειξη (Σταυρός, Hot Chili-as). Το CO₂ συνδέεται άμεσα με την παρουσία των σπόρων και έτσι οι ένσπερμοι καρποί εμφανίζουν στατιστικά μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂ (Yolo Wonder, Long Yellow Jumbo). Αντίστοιχα, η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού καταγράφεται μόνο στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών των πιπεριών Yolo Wonder, Tomson, Picora και Long Yellow Jumbo και των άσπερμων της ποικιλίας Yolo Wonder. Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ από τους σπόρους αυξάνεται μέχρι και την αλλαγή του χρώματος και στη συνέχεια μειώνεται, ενώ ο αντίστοιχος του περικαρπίου εμφανίζει υψηλότερη τιμή στο στάδιο του κόκκινου χρώματος.

Κατά τη συντήρηση στους 8 °C για 1, 2 ή 3 εβδομάδες σημειώνεται έντονη μεταβολική δραστηριότητα των άσπερμων καρπών (Yolo Wonder και Tomson) και με υψηλότερη απώλεια νωπού βάρους καρπού. Ακόμα, ο χρωματισμός των πράσινων και κόκκινων καρπών διατηρείται σχεδόν αμετάβλητος, ενώ στο στάδιο αλλαγής του χρώματος σημειώνεται εντονότερη αύξηση του κόκκινου χρώματος για τους άσπερμους καρπούς. Από τις εξεταζόμενες συσκευασίες, η ατομική κάλυψη των καρπών με πλαστική μεμβράνη πολυαιθυλενίου διατηρεί την ποιότητα των καρπών καλύτερα (μικρότερη απώλεια νωπού βάρους καρπού) σε σύγκριση με την ανοικτή συσκευασία και το κλειστό πλαστικό δοχείο με αέρα στο εσωτερικό.

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών διαπιστώνεται με τη μείωση του ρυθμού αναπνοής κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού. Η συμπεριφορά αυτή εκδηλώνεται, τόσο αμέσως μετά τη συγκομιδή, όσο και στο τέλος της συντήρησης (8 °C ή 22 °C), ακόμα και εάν έχει προηγηθεί μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (100 μl l⁻¹).

Abstract

Pepper fruits vary in shape (bell, long fruits) and other characteristics, like size, color, pungency according to the cultivar. Fruit set is favoured by a warm environment with temperatures greater than 18 °C. In contrast, low temperatures (<18 °C) during anthesis cause flower abortion or the development of seedless fruits. In the majority of cultivars, pepper exhibits a typical non-climacteric behaviour during harvest and storage.

The present study included peppers of the bell type (California Wonder, Yolo Wonder, E84066, Tomson) and elongated fruit forms (Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as, Bounty F₁ Lenor, Picora, Stavros, Florinis), with different characteristics such as fruit size, pungency (Hot Chili-as: low, Stavros: strong) and color of the pericarp (Golden California Wonder: yellow-orange color at the mature stage). This project investigates the growth and ripening of pepper fruits in relation to fruit load (competition among the growing fruits), temperature and photoperiod during fruit set and growth (summer or autumn growing season) and the ability to develop seedless fruit. Additionally, a comparison of the morphological and physiological characteristics of seedless fruits against seeded fruits at harvest and after storage is presented.

In summer, fruit competition increases the number of fruits with a high number of seeds. The number of seeds per fruit positively correlated with fruit size (fresh weight and volume) in cv. Yolo Wonder and California Wonder, but not in cv. E84066.

The presence of more than one fruit on the plant caused a reduction in fruit length in cv. Yolo Wonder and E84066, but did not affect fruit length in cv. California Wonder. Low air temperatures during anthesis, fruit set, and fruit growth (cultivation in the autumn) affected the fruit size by elongating the fruit of cv. Yolo Wonder, cv. California Wonder and cv. E84066.

The pericarp color is affected by the fruit load and temperature. For example, red color development under conditions of fruit competition is delayed by 5-9 days (depending on the cultivar), whilst low air temperature delays the appearance of the red color by 30 days. Chlorophyll degradation at the stage of color change is similarly affected by fruit load and growth conditions. The fruit set of seedless fruit under normal circumstances of pollen germination and flower pollination ($T > 18$ °C) requires the removal of the anthers and the application of auxins in order to avoid of flower abscission. The development of seedless fruit in peppers is controlled by the genotype without being affected by the application type (lanoline paste, flowers sprays). However, the growth of seeds containing fruit is promoted by the application of auxins (flowers sprays).

The size of the seedless fruits is smaller than that of seeded fruits, e.g. by 5-6 times in bell peppers of cv. Yolo Wonder. Cultivars with elongated fruits exhibited a high percentage of flower abortion after the removal of the anthers and the application of auxins. Parthenocarpic fruits are about half the size of the corresponding fruits with seeds (cv. Picora and Long Yellow Jumbo) or almost the same size (cv. Hot Chili-as). Moreover, fruit shape is affected.

In comparison with seeded fruits, the pericarp of the parthenocarpic ones is less green at the youth stage of green colour and more intensely red at the breaker and full red stages (cv. Yolo Wonder). In the case of cv. Tomson and cultivars with long fruit, color development was not affected by either the presence or the absence of seeds.

The respiratory rate of parthenocarpic fruits is greater than that of fruit coming from normal pollination, e.g. by 3-5 times in cv. Yolo Wonder, but the rate of C₂H₄ synthesis in

both parthenocarpic and seeded fruit was below the detection level (10 nl l^{-1}), with the exception of cv. Yolo Wonder.

Within the fruit cavity, the CO_2 concentration decreased during fruit growth and ripening, whilst C_2H_4 concentration either increased until the full red stage (cv. Yolo Wonder, California Wonder, E84066, Picora), decreased at the full red stage (cv. Long Yellow Jumbo, Tomson) or remained below the level of detection (cv. Stavros, Hot Chili-as). CO_2 concentration correlated with the presence of seeds, the highest concentrations being recorded in seeded fruit (cv. Yolo Wonder, Long Yellow Jumbo). In contrast, C_2H_4 was recorded only in seeded fruits (cv. Yolo Wonder, Tomson, Picora και Long Yellow Jumbo) and seedless fruits for the cv. Yolo Wonder. The production rate of C_2H_4 by the seeds increased until the stage of color breakage and decreased until the full red stage, whilst the rate of C_2H_4 production by the pericarp was highest at the full red stage.

During storage at 8°C for 1, 2 or 3 weeks, intense metabolic activity and height weight loss in the parthenocarpic fruits (cv. Yolo Wonder and Tomson) was recorded. In addition, whilst the fruit color harvested at the green and red stages was not affected by storage, parthenocarpic fruits harvested at the breaker stage switched more rapidly to red color.

Comparing the packaging method, it was found that fruits individually wrapped in polyethylene film maintained their quality better during three weeks storage compared to that in an open package or a Green box (polyethylene container with an internal atmospheric of air).

The non-climacteric behaviour of pepper fruit was verified by the reduction of the respiratory rate during fruit growth and ripening as well as during storage at 8°C or 22°C with or without prior application of C_2H_4 ($100 \mu\text{l l}^{-1}$).

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Χάρολντ Κρίστοφερ Πάσσαμ, καθηγητή του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην ανάθεση του θέματος, την πολύτιμη και καθοριστική καθοδήγηση κατά το σχεδιασμό και την εκτέλεση των πειραμάτων της διδακτορικής διατριβής, αλλά και την αμέριστη συμπαράσταση του στην ανάλυση και αξιολόγηση των αποτελεσμάτων. Η σχολαστική επίβλεψη από το σχεδιασμό μέχρι και την ολοκλήρωση των πειραμάτων σε συνδυασμό με την άμεση διόρθωση και παρακολούθηση των αποτελεσμάτων αποτέλεσαν κινητήριο μοχλό στην περάτωση της διδακτορικής διατριβής.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον καθηγητή Δημήτριο Μπουράνη του Εργαστηρίου Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών για την καθοδήγηση του από τα πρώτα πειράματα της ερευνητικής μελέτης, τις πολύτιμες συμβουλές και την επιστημονική γνώση που προσέφερε κατά την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων και των συμπερασμάτων, αλλά και τον πολύτιμο χρόνο που αφιέρωσε σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής.

Ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα ομότιμο καθηγητή Χρίστο Ολύμπιο του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών για τη διαρκή υποστήριξη και καθοδήγηση, τόσο κατά τη διάρκεια της εκπόνησης της διδακτορικής διατριβής, τόσο στην εκτέλεση των πειραμάτων, όσο και στην ανάλυση των αποτελεσμάτων.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στον αναπληρωτή καθηγητή Κωνσταντίνο Ακουμιανάκη του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών για την αμέριστη συμπαράσταση του σε όλη τη διάρκεια πραγματοποίησης της διδακτορικής διατριβής, συντελώντας αποφασιστικά στην υπερπήδηση των όποιων δυσκολιών προέκυψαν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των πειραμάτων, τις πολύτιμες συμβουλές κατά την αξιολόγηση και ανάλυση των αποτελεσμάτων και τη διόρθωση της διδακτορικής διατριβής.

Οφείλω να ευχαριστήσω τον αναπληρωτή καθηγητή Γιώργο Αιβαλάκη από το Εργαστήριο Φυσιολογίας και Μορφολογίας Φυτών, την αναπληρώτρια καθηγήτρια Ελένη Τσαντίλη από το Εργαστήριο Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών και τον λέκτορα Σπυρίδων Πετρόπουλο από το Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας για το χρόνο που αφιέρωσαν στην ανάγνωση της διδακτορικής διατριβής και τις πολύτιμες διορθώσεις και παρατηρήσεις τους.

Ακόμα, πολλοί άλλοι ακαδημαϊκοί, συνάδελφοι, συνεργάτες, φίλοι και προπαντός η οικογένεια μου συνέβαλαν ο κάθε ένας με τον τρόπο του στην ολοκλήρωση της διδακτορικής διατριβής. Οφείλω ευγνωμοσύνη σε ολόκληρο το προσωπικό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών και κυρίως στον Ιωάννη Καραπάνο για την πολύτιμη συμβολή του στην υλοποίηση των πειραμάτων, τον αναπληρωτή καθηγητή Δημήτριο Σάββα, τη συνάδελφο Κωνσταντίνα Ρεκούμη, τον συνάδελφο Αντρέα Ροπόκη και τον επίκουρο καθηγητή Αλέξιο Αλεξόπουλο από το Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας, αλλά και τη συνάδελφο Ιωάννα Αντωνίου και τον συνεργάτη και φίλο Νικόλαο Μανουσέλη για την πολύτιμη συμπαράσταση τους.

Στην Οικογένειά μου

Περιεχόμενα

Περίληψη	i
Abstract	iii
Ευχαριστίες	v
Περιεχόμενα.....	ix
Συνομογραφίες.....	xiii
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	1
1.1. Συνθήκες γονιμοποίησης του άνθους	1
1.2. Ανάπτυξη του καρπού.....	1
1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του καρπού.....	2
1.2.1. Η επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών	2
1.2.2. Η επίδραση των σπόρων.....	3
1.2.3. Αλληλεπίδραση μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών.....	4
1.3. Σχήμα και μέγεθος καρπού.....	5
1.4. Παρθενοκαρπία.....	6
1.4.1. Παρθενοκαρπία με φυσικό τρόπο.....	6
1.4.2. Εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών και τεχνητή παρθενοκαρπία.....	7
1.5. Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού	9
1.5.1. Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου σε κλιμακτηριακούς καρπούς.....	10
1.5.2. Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου σε μη κλιμακτηριακούς καρπούς.....	11
1.6. Συνθήκες συντήρησης των καρπών πιπεριάς.....	12
1.7. Η επίδραση του αιθυλενίου στην ωρίμανση των καρπών.....	14
1.7.1. Η επίδραση του αιθυλενίου στην ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών.....	14
1.7.2. Η επίδραση του αιθυλενίου στην ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών πιπεριάς.....	15
1.7.3. Εφαρμογή αιθυλενίου κατά την ανάπτυξη των καρπών (προσυλλεκτικά)	16
1.7.4. Εφαρμογή αιθυλενίου μετά τη συγκομιδή των καρπών (μετασυλλεκτικά)	17
1.7.5. Κρουοτραυματισμός: Συνθήκες ανάπτυξης και ευαισθησία των καρπών πιπεριάς.....	17
1.8. Στόχοι της διδακτορικής διατριβής.....	18
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	21
2.1. Φυτικό υλικό	21
2.1.1. Χρησιμοποιούμενες ποικιλίες και υβρίδια πιπεριάς	21
2.1.2. Ανάπτυξη φυτών	26
2.2. Σχηματισμός καρπού.....	28
2.2.1. Συνθήκες φυσιολογικής γονιμοποίησης.....	28
2.2.2. Σχηματισμός άσπερμων καρπών με φυσικό τρόπο	28
2.2.3. Παρθενοκαρπία με τεχνητό τρόπο	29
2.3. Όργανα και μέθοδοι μετρήσεων	31
2.4. Συντήρηση.....	39
2.4.1. Υλικά συσκευασίας	39

2.4.2.	Συνθήκες συντήρησης των καρπών	40
2.5.	Μετασυλλεκτική εφαρμογή αιθυλενίου	40
2.6.	Μετρήσεις	41
2.6.1.	Μετρήσεις καρπών κατά την ανάπτυξή τους πάνω στο φυτό	41
2.6.2.	Μετρήσεις καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή.....	42
2.6.3.	Μετρήσεις καρπών κατά τη διάρκεια και στο τέλος της συντήρησης.....	45
2.7.	Δειγματοληψία και ανάλυση των αποτελεσμάτων.....	47
2.7.1.	Δειγματοληψία.....	47
2.7.2.	Ανάλυση των αποτελεσμάτων	47
3.	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΟΥ ΑΝΤΑΓΩΝΙΣΜΟΥ ΜΕΤΑΞΥ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ ΚΑΙ ΤΩΝ ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΣΥΝΘΗΚΩΝ (ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ) ΠΑΝΩ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΙ ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ....	49
3.1.	Εισαγωγή.....	49
3.2.	Υλικά και μέθοδοι	49
3.2.1.	Φυτικό υλικό	49
3.2.2.	Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι.....	49
3.3.	Αποτελέσματα.....	52
3.3.1.	Μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού.....	52
3.3.1.1.	Αριθμός σπόρων ανά καρπό σε ποσοστό επί τοις εκατό (%)	52
3.3.1.2.	Νωπό βάρος 1000 σπόρων	53
3.3.1.3.	Βλαστικότητα σπόρων	53
3.3.1.4.	Χρώμα καρπού - Συντελεστής L.....	54
3.3.1.5.	Χρώμα καρπού - Συντελεστής a.....	57
3.3.1.6.	Νωπό βάρος καρπού	59
3.3.1.7.	Ποσοστό περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού.....	63
3.3.1.8.	Όγκος Καρπού	65
3.3.1.9.	Ποσοστό του εσωτερικού επί του συνολικού όγκου καρπού.....	68
3.3.1.10.	Ξηρό βάρος περικαρπίου	71
3.3.1.11.	Διαστάσεις - Μήκος καρπού	74
3.3.1.12.	Διαστάσεις - Διάμετρος καρπού	77
3.3.1.13.	Συσχετίσεις μεταξύ των μορφολογικών χαρακτηριστικών	79
3.3.2.	Φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά του καρπού	84
3.3.2.1.	Βιταμίνη C	84
3.3.2.2.	Συγκέντρωση χλωροφύλλης στο περικάρπιο.....	87
3.3.2.3.	Ρυθμός αναπνοής καρπού.....	94
3.3.2.4.	Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα	97
3.3.2.5.	Συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα	100
3.3.2.6.	Συσχετίσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών	103
3.4.	Συζήτηση	109
3.5.	Συμπεράσματα	114
4.	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΩΝ ΣΠΟΡΩΝ ΣΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ, ΩΡΙΜΑΝΣΗ ΚΑΙ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΡΠΩΝ	117
4.1.	Εισαγωγή.....	117
4.2.	Υλικά και μέθοδοι	117
4.2.1.	Φυτικό υλικό	117
4.2.2.	Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι.....	117

4.3.	Αποτελέσματα.....	121
4.3.1.	Πείραμα Α: Επίδραση των σπόρων στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού	121
4.3.1.1.	Διαστάσεις καρπού (Μήκος - Διάμετρος)	121
4.3.1.2.	Νωπό βάρος καρπού	121
4.3.1.3.	Ποσοστό του περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού	122
4.3.1.4.	Ποσοστό επί τοις εκατό του ξηρού βάρους περικαρπίου.....	122
4.3.1.5.	Όγκος καρπού	122
4.3.1.6.	Ποσοστό του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου καρπού	123
4.3.1.7.	Χρώμα καρπού.....	123
4.3.1.8.	Ρυθμός αναπνοής καρπού.....	124
4.3.1.9.	Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα	124
4.3.1.10.	Ρυθμός αναπνοής των σπόρων και του περικαρπίου	125
4.3.1.11.	Παραγωγή αιθυλενίου από τον καρπό.....	125
4.3.1.12.	Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου των σπόρων και του περικαρπίου ...	125
4.3.2.	Πείραμα Β: Επίδραση των σπόρων στη συντήρηση των καρπών	126
4.3.2.1.	Απώλεια νωπού βάρους καρπού σε εκατοστιαίο ποσοστό.....	126
4.3.2.2.	Ξηρό βάρος περικαρπίου στο τέλος της συντήρησης.....	128
4.3.2.3.	Μεταβολή του χρώματος του καρπού κατά τη συντήρηση.....	130
4.3.2.4.	Παραγωγή αιθυλενίου κατά τη συντήρηση.....	133
4.3.2.4.	Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από τον καρπό κατά τη συντήρηση	136
4.4.	Συζήτηση	140
4.5.	Συμπεράσματα	146
5.	ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗΣ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΤΟΥ ΑΙΘΥΛΕΝΙΟΥ ΠΑΝΩ ΣΤΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΩΝ ΎΝΣΠΕΡΜΩΝ ΚΑΙ ΆΣΠΕΡΜΩΝ ΚΑΡΠΩΝ.....	147
5.1.	Εισαγωγή.....	147
5.2.	Υλικά και μέθοδοι	147
5.2.1.	Φυτικό υλικό	147
5.2.2.	Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι.....	148
5.3.	Αποτελέσματα.....	150
5.3.1.	Επίδραση αιθυλενίου στην απώλεια του νωπού βάρους καρπού	150
5.3.2.	Επίδραση αιθυλενίου στο ποσοστό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου	152
5.3.3.	Επίδραση αιθυλενίου στη φωτεινότητα του χρώματος.....	155
5.3.4.	Επίδραση αιθυλενίου στην ένταση του πράσινου - κόκκινου χρώματος.....	158
5.3.5.	Επίδραση του αιθυλενίου στο ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου	161
5.3.6.	Επίδραση του αιθυλενίου στη συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού	163
5.3.7.	Επίδραση του αιθυλενίου στο ρυθμό αναπνοής του καρπού	166
5.3.8.	Επίδραση του αιθυλενίου στη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα	169
5.4.	Συζήτηση	172
5.5.	Συμπεράσματα	179
6.	ΕΞΕΤΑΣΗ ΤΗΣ ΠΑΡΘΕΝΟΚΑΡΠΙΑΣ ΣΕ ΚΑΡΠΟΥΣ ΠΙΠΕΡΙΑΣ ΤΥΠΟΥ ΚΕΡΑΤΟ ΚΑΙ ΤΥΠΟΥ ΦΛΑΣΚΑΣ.....	181
6.1.	Εισαγωγή.....	181

6.2.	Υλικά και μέθοδοι	182
6.2.1.	Φυτικό υλικό	182
6.2.2.	Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι.....	182
6.3.	Αποτελέσματα.....	187
6.3.1.	Πιπεριές με επιμήκεις καρπούς.....	187
6.3.1.1.	Μορφολογικά χαρακτηριστικά των γονοτύπων τύπου κέρατο.....	187
6.3.1.2.	Εξέταση της κλιμακτηριακής συμπεριφοράς των πιπεριών με επιμήκεις καρπούς.....	190
6.3.1.3.	Συντήρηση πιπεριών σε επιμήκεις καρπούς (8 ημέρες στους 22 °C)	198
6.3.1.4.	Παρθενοκαρπία σε πιπεριές με επιμήκεις καρπούς.....	204
6.3.2.	Πιπεριές με καρπούς τύπου φλάσκας.....	208
6.3.2.1.	Παρθενοκαρπία για την ποικιλία Tomson	208
6.3.2.2.	Παρθενοκαρπία για την ποικιλία Golden California Wonder	214
6.4.	Συζήτηση	216
6.5.	Συμπεράσματα	220
7.	ΓΕΝΙΚΗ ΣΥΖΗΤΗΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ.....	221
7.1.	Σύνθεση των αποτελεσμάτων.....	221
7.2.	Γενικό συμπέρασμα	226
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	229
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	243

Συντομογραφίες

%	: Ποσοστό
1-KK (1FS)	: Καλοκαιρινή καλλιέργεια 1 καρπός ανά φυτό
8-KK (8FS)	: Καλοκαιρινή καλλιέργεια 6-8 καρποί ανά φυτό
8-ΦΚ (8FW)	: Φθινοπωρινή καλλιέργεια 6-8 καρποί ανά φυτό
A	: Απορρόφηση
a	: Συντελεστής χρώματος a - Ένταση πράσινου - κόκκινου χρωματισμού
ACC οξειδάση	: 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid oxidase, Οξειδάση του ACC (1-άμινο-κυκλοπροπάνο-1-καρβοξυλικού οξέως)
ACC συνθάση	: 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase, Συνθάση του ACC (1-άμινο-κυκλοπροπάνο-1-καρβοξυλικού οξέως)
ACC	: 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid, 1-άμινο-κυκλοπροπάνο-1-καρβοξυλικό οξύ
Acre	: Μονάδα μέτρησης επιφανείας (= 4,047 στρέμματα)
AgNO ₃	: Silver nitrate, Νιτρικός άργυρος
AOA	: Aminooxyacetic acid, Αμινο οξυοξικό οξύ
BA	: N ⁶ -Benzyladenine, Βενζυλαδενίνη
C ₂ H ₄	: Ethylene, Αιθυλένιο
Cal	: Μονάδα μέτρησης θερμότητας σε θερμίδες
cm	: Εκατοστόμετρο
CO ₂	: Carbon dioxide, Διοξείδιο του άνθρακα
CW	: Ποικιλία California Wonder
Dw	: Dry weight, Ξηρό βάρος
E84066	: Ποικιλία E84066
Ethephon	: 2-chloroethylphosphonic acid, 2-χλωρο-αιθυλο-φωσφονικό οξύ
g	: Γραμμάριο
G	: Στάδιο ανάπτυξης καρπού ώριμου πράσινου χρώματος
GA ₃	: Gibberellic acid, Γιββεριλικό οξύ
GR	: Στάδιο ανάπτυξης καρπού αλλαγής χρώματος, με απόκτηση 30-50 % του κόκκινου χρωματισμού
h	: Ώρα
IAA	: Indole-3-acetic acid, Ινδολο-3-οξικό οξύ
K ₂ O	: Οξείδιο του Καλίου
Kg	: Χιλιογραμμάρια
KTS2	: Εμπλουτισμένη τύρφη Klasmann-Deilman GmbH
l	: Λίτρο
L	: Συντελεστής χρώματος L - φωτεινότητα χρώματος
lb	: Round, λίμπρα (Μονάδα βάρους = 0,454 kg)
mg	: Χιλιοστό του γραμμαρίου
Min	: Λεπτό
ml	: Χιλιοστό του λίτρου
N	: Άζωτο
NAA	: Naphthaleneacetic acid, Ναφθαλιν-οξικό οξύ
nl	: Νανόλιτρο
NOA	: Naphthoxyacetic acid, Ναφθαλιν- οξυοξικό οξύ
O ₂	: Oxygen, Οξυγόνο

P ₂ O ₅	: Πεντοξείδιο του φωσφόρου
ppm	: Μέρη στο εκατομμύριο
R	: Στάδιο ανάπτυξης καρπού ώριμου κόκκινου χρώματος
SAM συνθετάση	: S-adenosylmethionine synthetase, S-αδενόσυλ-μεθειονίνη συνθετάση
SAM	: S-adenosylmethionine, S-αδενόσυλ-μεθειονίνη
Sec	: Δευτερόλεπτο
STS	: Silverthiosulphate, Θείοθειικός άργυρος
TIBA	: triiodobenzoic acid, Τριϊωδο-βενζοϊκό οξύ
v / v	: Επί τοις εκατό όγκο κατά όγκο
w / v	: Επί τοις εκατό βάρος κατά όγκο
YW	: Ποικιλία Yolo Wonder
ΕΣΔ	: Ελάχιστη Σημαντική Διαφορά
κ.ο.	: Κατά όγκο
°C	: Βαθμοί Κελσίου

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1. Συνθήκες γονιμοποίησης του άνθους

Τα άνθη της πιπεριάς (*Capsicum annuum* L.) ταξινομούνται ως αυτογονιμοποιούμενα, αν και το στίγμα και οι ανθήρες δε βρίσκονται σε στενή επαφή μεταξύ τους (McGregor, 1976). Η κλίση των ανθέων μπορεί να είναι οριζόντια ή κατακόρυφη με κατεύθυνση προς τα κάτω, έτσι ώστε να διευκολύνεται η εναπόθεση της γύρης πάνω στην επιφάνεια του στίγματος (Wien, 1997).

Η γονιμοποίηση του άνθους συμβαίνει κυρίως με την κίνηση του φυτού (και των ανθέων) από τον αέρα, αλλά και με τη μεταφορά της γύρης με τη βοήθεια των εντόμων (Erwin, 1931, Odland and Porter, 1941).

Το άνοιγμα των ανθέων συντελείται νωρίς το πρωί, με το μεγαλύτερο ποσοστό αυτών να ανοίγουν στις 08:00 και η απελευθέρωση των γυρεόκοκκων να πραγματοποιείται 1-2 ώρες αργότερα (Erwin, 1931) ή ακόμα και 4 ώρες αργότερα (Kato, 1989). Σε θερμοκρασία ημέρας 28 °C και νύχτας 18 °C, το άνθος παραμένει δεκτικό προς γονιμοποίηση και η ζωτικότητα της γύρης διατηρείται υψηλή για περίπου 3 ημέρες μετά το άνοιγμα του άνθους (Kato, 1989).

1.2. Ανάπτυξη του καρπού

Η ανάπτυξη του καρπού επηρεάζεται σημαντικά από τις συνθήκες ανάπτυξης της ωοθήκης, δηλαδή εάν έχει γίνει γονιμοποίηση ή όχι, καθώς εκτός από τους ένσπερμους καρπούς συναντώνται και άσπερμοι καρποί (Marchelis and Baan Hofman-Eijer, 1997). Ο καρπός μπορεί να έχει δύο ή περισσότερους χώρους (κοιλότητες), που χωρίζονται μεταξύ τους με τον πλακούντα. Τα τοιχώματα του περικαρπίου αποτελούνται από τα επιδερμικά κύτταρα και εξωτερικά περιβάλλονται από την εφυμενίδα, που φέρει κηρώδεις ουσίες. Το πάχος της εφυμενίδας ποικίλει μεταξύ των διαφόρων τύπων καρπών, ενώ το σχήμα του καρπού επηρεάζεται από τη διαίρεση των κυττάρων στην προ της άνθησης περίοδο του άνθους. Το μέγεθος του καρπού αντίστοιχα καθορίζεται από την επιμήκυνση των κυττάρων κατά τη διάρκεια της άνθησης ή κατά την περίοδο μετά την άνθηση περίοδο (Bosland and Votava, 2003).

Η ανάπτυξη των καρπών πιπεριάς ακολουθεί την απλή σιγμοειδή καμπύλη (Wien, 1997). Ο χρόνος από την καρπόδεση μέχρι και την πλήρη ωρίμανση των καρπών ποικίλει ανάλογα με το τύπο καρπού. Η ωρίμανση του καρπού επηρεάζεται από παράγοντες, όπως οι περιβαλλοντικές συνθήκες (θερμοκρασία, σχετική υγρασία και ηλιοφάνεια) και οι καλλιεργητικές πρακτικές. Συνήθως, οι καρποί συγκομίζονται στο στάδιο του πράσινου χρώματος, το οποίο αν και είναι εμπορικά αποδεκτό δεν είναι το φυσιολογικά ώριμο στάδιο, καθώς οι πράσινοι καρποί αδυνατούν να ωριμάσουν μετά την απομάκρυνσή τους από το φυτό. Αυτό εξηγείται και από την κατάσταση των καρπών της πιπεριάς κυρίως στους καρπούς με μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά (Lownds *et al.*, 1993).

Η βασικότερη ένδειξη της ωρίμανσης των καρπών είναι η αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου, με εξαίρεση καρπούς, όπως το μήλο και το αχλάδι που στο φυσιολογικό ώριμο στάδιο διατηρούν τον πράσινο χρωματισμό τους. Κύριο αίτιο της αλλαγής του χρώματος είναι η διάσπαση της χλωροφύλλης σε συνδυασμό με την εμφάνιση των

κόκκινων και κίτρινων χρωστικών και την αύξηση του αριθμού των χρωμοπλαστών με τη βιοσύνθεση νέων χρωστικών, όπως του β-καροτενίου (Tucker, 1987).

Αρκετές ερευνητικές εργασίες δείχνουν ότι η ωρίμανση των καρπών πιπεριάς συνδέεται με την πλήρη διάσπαση της χλωροφύλλης (μηδενικής τιμής) (Mosquera and Mendez, 1994, Deli *et al.*, 2001). Από την άλλη μεριά, οι καρποί πάπρικας (ποικιλίας Negral) στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης αποκτούν καφέ χρωματισμό και τα επίπεδα της χλωροφύλλης παραμένουν υψηλά (0,15-0,2 mg dw⁻¹) (Biles *et al.*, 1993).

1.2. Παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη του καρπού

1.2.1. Η επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών

Το σχήμα και το μέγεθος των καρπών της πιπεριάς είναι τα κύρια χαρακτηριστικά που προσδιορίζουν την ποιότητα του καρπού τύπου φλάσκας (*Capsicum annuum* L.). Κάτω από φυσιολογικές συνθήκες ανάπτυξης, ο καρπός πιπεριάς περιέχει περίπου 150-300 σπόρους, ανάλογα με την ποικιλία. Σε συνθήκες καταπόνησης, όπως χαμηλή θερμοκρασία (Aloni *et al.*, 1999, Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997, Rylski, 1973, Rylski, 1979, Rylski and Spigelman, 1982) και χαμηλής έντασης ηλιοφάνειας (περίοδος χειμώνα) (Rylski and Halevy, 1974, Rylski and Spigelman, 1986a, Rylski and Spigelman, 1986b, Rylski *et al.*, 1994), οι καρποί αποκτούν μικρότερο μέγεθος, είναι άσπερμοι ή έχουν πολύ μικρό αριθμό σπόρων και συχνά χαρακτηρίζονται ως μη εμπορεύσιμοι.

Η ανάπτυξη και το τελικό μέγεθος του καρπού πιπεριάς επηρεάζεται από διάφορους παράγοντες, όπως τη θερμοκρασία αέρα, την ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας, τη σχετική υγρασία ατμόσφαιρας, την ανάπτυξη του φυτού (Joncicich *et al.*, 2004), αλλά και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού, όπως το μέγεθος των φύλλων (Schoch, 1972), τον αριθμό των σπόρων (Rylski, 1973) και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο ίδιο φυτό (Ali and Kelly, 1992, Heuvelink *et al.*, 2002).

Η θερμοκρασία νύκτας έχει πολύ μεγαλύτερη σημασία στην ανάπτυξη του καρπού σε σύγκριση με τη θερμοκρασία ημέρας. Θερμοκρασία νύκτας μικρότερη ή ίση από 12 °C προκαλεί το σχηματισμό μικρών, άσπερμων και πολλές φορές κακοσχηματισμένων καρπών. Οι Aloni *et al.* (1999) παρατήρησαν ότι οι καρποί με μικρότερο μήκος και μεγαλύτερη διάμετρο από το φυσιολογικό ή οι παρθενοκαρπικοί καρποί σχηματίζονται σε υψηλότερο ποσοστό όταν επικρατεί χαμηλή θερμοκρασία νύκτας κοντά στους 12 °C, σε αντίθεση με τους καρπούς που αναπτύσσονται σε ευνοϊκή θερμοκρασία νύκτας (ελάχιστη 18 °C) και έχουν κανονικές διαστάσεις. Οι συγκεκριμένοι παραμορφωμένοι καρποί προέρχονται κυρίως από άνθη, που έχουν διογκωμένη ωοθήκη, πιο κοντούς στήμονες και στις περισσότερες περιπτώσεις μη γόνιμη γύρη, με αποτέλεσμα την αποτροπή της αυτογονιμοποίησης των ανθέων (Rylski, 1973, Rylski and Spigelman, 1982, Wien, 1990, Polowick and Sawhney, 1985).

Οι Shaked *et al.* (2004) καλλιεργώντας 2 ποικιλίες τύπου φλάσκας, 1 ποικιλία τύπου Cayenne και 1 ποικιλία τύπου Jalapeno σε 2 διαφορετικές θερμοκρασίες νύκτας 10 °C και 20 °C, παρατήρησαν ότι σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας νύκτας μειώνεται ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό και κατά συνέπεια και το μέγεθος του καρπού, καθώς σημειώνεται θετική συσχέτιση μεταξύ νωπού βάρους καρπού και αριθμού σπόρων.

Σε καλλιέργεια κατά τη χειμερινή περίοδο, η χαμηλή θερμοκρασία σε συνδυασμό με τη χαμηλή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας έχει ως αποτέλεσμα το σχηματισμό μικρών, κακοσχηματισμένων και παρθενοκαρπικών καρπών, λόγω διόγκωσης της ωοθήκης και της

μη κανονικής γονιμοποίησης των ανθέων (Rylski *et al.*, 1994). Οι Rylski and Spigelman (1982) όμως εξετάζοντας την καρπόδεση πιπεριάς τύπου φλάσκας σε διάφορες θερμοκρασίες νύκτας 15, 18, 21 και 24 °C και σταθερή θερμοκρασία ημέρας (24 °C), παρατήρησαν ότι η χαμηλότερη θερμοκρασία νύκτας των 15 °C έδωσε τα καλύτερα αποτελέσματα παρουσιάζοντας και τα υψηλότερα ποσοστά ζωτικότητας της γύρης.

Η υψηλή θερμοκρασία ημέρας οδηγεί ακόμα σε μείωση της παραγωγής λόγω χαμηλού ποσοστού καρπόδεσης. Θερμοκρασία ημέρας μεγαλύτερη ή ίση από τους 32 °C συντελεί σε πτώση των ανθέων και κατά συνέπεια σε μείωση της απόδοσης σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες (Wien, 1990, Rylski and Spigelman, 1982, Khah and Passam, 1992). Η πτώση των ανθέων οφείλεται σε μείωση των σακχάρων στον ανθοφόρο οφθαλμό (Aloni *et al.*, 1992) ή / και σε αύξηση της συγκέντρωσης C₂H₄ μέσα στον ανθοφόρο οφθαλμό και στο άνθος (Aloni *et al.*, 1994). Σύμφωνα με τις παρατηρήσεις των Erickson and Markhart (2001), σε θερμοκρασία ημέρας περίπου 33 °C, η πτώση των ανθέων γίνεται στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης, καθώς η γύρη δεν αποκολλάται εύκολα από τους στήμονες.

Η επίδραση της έντασης της ηλιακής ακτινοβολίας πάνω στην ανάπτυξη των φυτών έχει μελετηθεί από διάφορους ερευνητές. Οι Deli and Tiessen (1969) και Bedding (1971) χρησιμοποίησαν συνθήκες χαμηλής έντασης ηλιακής ακτινοβολίας και προσθέτοντας τεχνητό φωτισμό παρατήρησαν αύξηση, τόσο της ανάπτυξης των φυτών, όσο και της παραγωγής. Η σκίαση κατά τα πρώτα στάδια ανάπτυξης των φυτών σε συνθήκες έντονης ηλιακής ακτινοβολίας, προκάλεσε αύξηση των διαστάσεων των φύλλων, της ξηράς ουσίας ολόκληρου του φυτού και επέδρασε θετικά στην ανάπτυξη του καρπού και το σχηματισμό ανθέων και καρπών σε υψηλότερα σημεία (θέσεις) πάνω στο φυτό, αυξάνοντας έτσι την παραγωγή των φυτών (Rylski and Spigelman, 1986a, b, Schoch, 1972).

Η σκίαση των φυτών πιπεριάς, τύπου φλάσκας, ποικιλίας Maor, σύμφωνα με τους Rylski and Spigelman (1986a), προκάλεσε το σχηματισμό καρπών με 20 % περισσότερους σπόρους, εκ των οποίων το 29 % είχε περισσότερους από 400 σπόρους ανά καρπό. Σε φυτά που αναπτύχθηκαν την ίδια περίοδο χωρίς σκίαση, το ποσοστό των καρπών που είχαν περισσότερους από 400 σπόρους ήταν περίπου 11 % και ο αριθμός των πλάγιων βλαστών αυξήθηκε. Οι ίδιοι ερευνητές συμπέραναν ότι σε συνθήκες έντονης ηλιοφάνειας (>600 cal cm⁻¹ day⁻¹), η υψηλότερη απόδοση άριστης ποιότητας καρπών παρατηρήθηκε σε συνθήκες σκίασης σε ποσοστό 12-26 %, ενώ παρατηρήθηκε μείωση της απόδοσης κάτω από συνθήκες εντονότερης σκίασης (46 %) (Rylski and Spigelman, 1986b).

Η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας δε φαίνεται να επηρεάζει την ανάπτυξη του καρπού, αλλά κυρίως την καρπόδεση (Bakker, 1989). Σε συνθήκες χαμηλής σχετικής υγρασίας τη νύχτα (63,7 %), αλλά και τις πρώτες πρωινές ώρες, το ποσοστό των ανοικτών ανθέων αυξάνεται και κατά συνέπεια βελτιώνεται η απελευθέρωση της γύρης. Στις περιπτώσεις με υψηλότερη σχετική υγρασία ατμόσφαιρας κατά τη διάρκεια της ημέρας (89,6 %), η βλάστηση της γύρης αυξάνεται σημαντικά, έχοντας ως αποτέλεσμα την αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά καρπό.

1.2.2. Η επίδραση των σπόρων

Η ανάπτυξη και το μέγεθος του καρπού επηρεάζονται από τις συνθήκες που επικρατούν πριν, κατά τη διάρκεια, αλλά και μετά την άνθηση. Όταν τα νεαρά σπορόφυτα αναπτύχθουν σε υψηλή θερμοκρασία αέρα (35 °C), τότε οι καρποί εμφανίζονται με περισσότερους χώρους, χωρίς όμως να επηρεάζεται το τελικό μέγεθος και ο όγκος του καρπού (Ali and Kelly, 1993).

Σε συνθήκες χαμηλών θερμοκρασιών (8-10 °C) πριν από την άνθηση, η ωοθήκη διογκώνεται σε σύγκριση με τις ωοθήκες των ανθέων που αναπτύσσονται κάτω από φυσιολογικές συνθήκες (18-20 °C) (Rylski, 1973, Polowick and Sawhney, 1985). Οι σχηματιζόμενοι καρποί έχουν μικρότερο μέγεθος και περισσότερο πεπλατυσμένο σχήμα, με το λόγο μήκος προς διάμετρο να έχει σημαντικά μικρότερη τιμή από τους αντίστοιχους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων (Rylski, 1973). Ακόμα και εάν τα άνθη, που αναπτύσσονται σε συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας αέρα, γονιμοποιηθούν από γύρη που έχει αναπτυχθεί σε θερμοκρασία αέρα μεγαλύτερη ή ίση από 18 °C, οι σχηματιζόμενοι καρποί εμφανίζονται με μικρότερο μέγεθος σε σύγκριση με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση (Polowick and Sawhney, 1985).

Η ανάπτυξη του καρπού επηρεάζεται και από τις συνθήκες, που επικρατούν και μετά την άνθηση, που με τη σειρά τους επηρεάζουν το βαθμό γονιμοποίησης του άνθους και το ποσοστό βλαστικότητας της γύρης. Οι συνθήκες γονιμοποίησης του άνθους σε συνδυασμό με το ποσοστό βλαστικότητας της γύρης σχετίζεται άμεσα με τον αριθμό των σχηματιζόμενων σπόρων ανά καρπό. Ο αριθμός των σπόρων έχει βρεθεί από διάφορες ερευνητικές εργασίες ότι έχει θετική επίδραση στο μέγεθος του καρπού, σε φυτά όπως η πιπεριά (Rylski, 1973, Shipp *et al.*, 1994) ή η τομάτα (Imanishi and Hiura, 1977).

Ο Bakker (1989) παρατήρησε ότι οι σπόροι μπορούν να επηρεάσουν το νωπό βάρος καρπού μόνο όταν ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό είναι μικρός. Συγκεκριμένα, μόλις το 20-30 % του μέγιστου αριθμού σπόρων ανά καρπό είναι ικανά να επηρεάσουν τον καρπό, μειώνοντας το νωπό βάρος του (Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997). Αντίστοιχες αναφορές έχουν γίνει και για τους καρπούς της τομάτας (Verkerk, 1957, Dempsey and Boynton, 1965). Αυτό συμφωνεί και με τις παρατηρήσεις του Picken (1984), που υποστήριξε ότι το τελικό νωπό βάρος του καρπού της τομάτας επηρεάζεται και από άλλους παράγοντες, όπως τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό και το αραιώμα των καρπών.

Η επίδραση του αριθμού των σπόρων πάνω στην ανάπτυξη του καρπού, αλλά και το σχηματισμό νέων καρπών εξετάστηκε σε φυτά κολοκυθίου από τους Stephenson *et al.* (1988), όπου παρατήρησαν ότι οι καρποί με μικρότερο αριθμό σπόρων στο εσωτερικό τους παρουσιάζουν μικρότερες διαστάσεις (συνολικός όγκος, μήκος και διάμετρο) και περισσότερες πιθανότητες να αποχωριστούν από το φυτό σε αρκετά πρώιμο στάδιο. Ο μεγαλύτερος αριθμός σπόρων σχετίζεται θετικά και με τον υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης των καρπών, αν και στο σταφύλι, οι ράγες με λιγότερους σπόρους που έχουν ιδιαίτερη εμπορική αξία αποκτούν τελικά και το μεγαλύτερο συνολικό όγκο (Staudt *et al.*, 1986).

Η θετική συσχέτιση του αριθμού των σπόρων πάνω στο μέγεθος (συνολικός όγκος, μήκος και διάμετρος), αλλά και το νωπό βάρος του καρπού διαπιστώνεται και κατά τη χειμερινή καλλιέργεια των φυτών πιπεριάς της ποικιλίας California Wonder σε θερμοκρασία νύχτας 18-20 °C ή ακόμα και 10 °C (Rylski and Halevy, 1974). Στη χαμηλή θερμοκρασία νύχτας (10 °C), οι καρποί περιείχαν 120-250 σπόρους, ενώ στην υψηλότερη θερμοκρασία (18-20 °C) ο αριθμός των σπόρων έφτασε τους 450.

1.2.3. Αλληλεπίδραση μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών

Οι Rylski and Halevy (1974) ανέφεραν το πρόβλημα της παραγωγής καρπών σε κύματα σε καλλιέργειες πιπεριάς εντός πλαστικού θερμοκηπίου κατά την περίοδο του χειμώνα και της άνοιξης. Έτσι, μπορεί να σχηματιστούν λίγοι ή καθόλου καρποί και ακολούθως να

σηματιστούν καρποί σε μεγάλο αριθμό, δημιουργώντας προβλήματα στη διάθεσή τους στην αγορά.

Ο αριθμός των καρπών που βρίσκονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό είναι ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν τη συνολική απόδοση των φυτών (Miccolis *et al.*, 1999). Όταν η συγκομιδή γίνεται στο στάδιο του πράσινου χρώματος, οι καρποί απομακρύνονται νωρίς από το φυτό (περίπου 25 ημέρες από την καρπόδεση, ανάλογα με την ποικιλία), δίνοντας τη δυνατότητα στο φυτό να σχηματίσει νέους καρπούς. Κατά αυτό τον τρόπο, η συγκομιδή πράσινων καρπών δίνει μεγαλύτερη απόδοση, καθώς συγκομίζονται περισσότεροι καρποί ανά φυτό στο στάδιο του πράσινου χρώματος.

Η θέση του καρπού πάνω στο φυτό έχει άμεση σχέση και με τα χαρακτηριστικά του καρπού. Οι Ali and Kelly (1992) εξετάζοντας τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών, που βρίσκονταν ταυτόχρονα πάνω στο φυτό, παρατήρησαν ότι οι 3 πρώτοι καρποί του φυτού έχουν μεγαλύτερες διαστάσεις σε σχέση με τους υπόλοιπους καρπούς. Η εξήγηση που έδωσαν για αυτή τη συμπεριφορά των καρπών, ήταν ότι οι 3 πρώτοι καρποί βρίσκονται πλησιέστερα στις ρίζες και τρέφονται καλύτερα σε σχέση με τους καρπούς στις ανώτερες θέσεις του φυτού. Παρόμοια αποτελέσματα διέκριναν και οι Gaye *et al.* (1992), για τους πρώτους καρπούς του φυτού σε σύγκριση με όλους τους υπόλοιπους.

Η πιεσιά παρουσιάζει κυκλική ανάπτυξη καρπών, καθώς οι περίοδοι με υψηλό ποσοστό καρπόδεσης και χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης καρπού εναλλάσσονται από περιόδους με μικρό ποσοστό καρπόδεσης και έντονο ρυθμό ανάπτυξης των καρπών (Kato and Tanaka, 1971), όπως αντίστοιχα παρατηρείται και σε άλλα φυτά, π.χ. το κολοκύθι (Marcelis, 1992). Για τις ποικιλίες και τα υβρίδια του *Capsicum annuum* L., πάνω στο φυτό υπάρχει μόνο ένα άνθος ή αντίστοιχα ένας καρπός ανά θέση, ενώ στη συνέχεια ακολουθούν γόνατα χωρίς άνθη ή καρπούς. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα ότι η ύπαρξη κάποιων καρπών πάνω στο φυτό εμποδίζει το σχηματισμό νέων, είτε λόγω ανταγωνισμού για την απορρόφηση των θρεπτικών στοιχείων, είτε λόγω κυριαρχίας των αρχικών καρπών και παραγωγής ουσιών με παρεμποδιστική δράση στο σχηματισμό νέων (Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997).

Οι Heuvelink *et al.* (2002) ισχυρίστηκαν ότι η παρεμποδιστική δράση των καρπών στο σχηματισμό νέων οφείλεται κυρίως στους σπόρους. Από διάφορα πειράματα παρατήρησαν ότι η αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά καρπό, λόγω περισσότερης γύρης κατά τη γονιμοποίηση των ανθέων, οδηγεί σε αύξηση της παρεμποδιστικής ικανότητας των καρπών πάνω στο σχηματισμό νέων καρπών. Αντίθετα, όταν τα φυτά παρήγαγαν παρθενοκαρπικούς καρπούς τότε μειώθηκε η διακύμανση της παραγωγής των φυτών, καθώς μειώθηκε η παρεμποδιστική ικανότητα των καρπών στο σχηματισμό νέων καρπών.

1.3. Σχήμα και μέγεθος καρπού

Οι διαστάσεις (μήκος και διάμετρος) του καρπού έχει παρατηρηθεί ότι συσχετίζονται αρκετά μεταξύ τους, ενώ ο λόγος του μήκους προς τη διάμετρο του καρπού δεν παρουσιάζει καμία συσχέτιση με το νωπό βάρος του καρπού (Shifriss *et al.*, 1989).

Οι Aloni *et al.* (1999) παρατήρησαν ότι το σχήμα των καρπών επηρεάζεται από την ανάπτυξη του άνθους από τα πρώτα κιάλας στάδια. Σε χαμηλές θερμοκρασίες νύχτας (χαμηλότερη από 16 °C), η γονιμοποίηση του άνθους αποτυγχάνει, λόγω της διόγκωσης της ωοθήκης και της αύξησης της απόστασης του στίγματος από τους στήμονες, (Rylski, 1973, Rylski and Spigelman, 1982). Αυτή η παραμόρφωση του άνθους εμφανίζεται

κάτω από τις συνθήκες του χειμώνα (χαμηλή θερμοκρασία αέρα), όπου οι σχηματιζόμενοι καρποί έχουν μικρότερο μήκος και μεγαλύτερη σχετικά διάμετρο και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι άσπερμοι λόγω της απουσίας γονιμοποίησης. Εφαρμόζοντας απομάκρυνση όλων των καρπών για το χρονικό διάστημα των 15 ημερών σε θερμοκρασία νύχτας 18 °C, οι Aloni *et al.* (1999) παρατήρησαν ότι όσα άνθη βρίσκονταν στο στάδιο προ-άνθησης, τη στιγμή της συγκεκριμένης μεταχείρισης, παρουσίασαν διογκωμένη ωοθήκη και σχημάτισαν στη συνέχεια πεπλατυσμένους και παρθενοκαρπικούς καρπούς. Δηλαδή παρουσιάστηκε παρόμοια αντίδραση με την ανάπτυξη του άνθους σε χαμηλή θερμοκρασία (< 16 °C).

1.4. Παρθενοκαρπία

1.4.1. Παρθενοκαρπία με φυσικό τρόπο

Οι περισσότερες ποικιλίες (και υβρίδια) πιπεριάς μπορεί να σχηματίζουν άσπερμους καρπούς κάτω από την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών νύχτας (12-15 °C) κατά τη διάρκεια της άνθησης (Rylski and Spigelman, 1982, Polowick and Sawhney, 1985). Οι καρποί αυτοί συνήθως έχουν μικρότερο μέγεθος από τους αντίστοιχους καρπούς προερχόμενους από συνθήκες φυσιολογικής γονιμοποίησης των ανθέων, με μικρότερου μεγέθους περικάρπιο και με πεπλατυσμένο και μη εμπορικά αποδεκτό σχήμα (Shifriss and Eidelman, 1986). Πολύ συχνά κάτω από την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών οι σχηματιζόμενοι άσπερμοι καρποί παρουσιάζουν ακανόνιστη ανάπτυξη των εσωτερικών τοιχωμάτων του περικαρπίου (Tiwari *et al.*, 2007). Αντίστοιχοι καρποί σχηματίζονται και σε άλλα φυτά της ίδιας οικογένειας, όπως την τομάτα (Osborne and Went, 1953, Rylski, 1979) μετά την έκθεση των φυτών σε χαμηλές θερμοκρασίες πριν και κατά τη διάρκεια της άνθησης στους χειμερινούς μήνες.

Πιθανό αίτιο σχηματισμού των άσπερμων καρπών είναι η ύπαρξη μη ζωτικής γύρης, αλλά ο συνολικός μηχανισμός δεν είναι πλήρως γνωστός. Οι ανθήρες παραμένουν μικροί και με χρωματισμό μπλε - βιολετί. Η παρουσία των παρθενοκαρπικών καρπών μετά την επικράτηση χαμηλών θερμοκρασιών νύχτας (περίπου 13 °C) συσχετίζεται και με την επικράτηση συγκεκριμένων γονιδίων παρθενογένεσης ή θεωρείται ως αποτέλεσμα φυσιολογικών ή μοριακών αλλαγών στον καρπό (Tiwari *et al.*, 2007).

Η Rylski (1973) βρήκε ότι οι σχηματιζόμενοι παρθενοκαρπικοί καρποί κάτω από την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών κατά τη διάρκεια της άνθησης δεν ξεπέρασαν κατά το ήμισυ το νωπό βάρος των ένσπερμων καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων. Οι άσπερμοι καρποί από υπαίθρια καλλιέργεια πιπεριάς τύπου φλάσκας, ποικιλίας California Wonder είχαν μεγαλύτερο νωπό βάρος από τους άσπερμους καρπούς, που σχηματίστηκαν στο θερμοκήπιο (Rylski, 1973) και σχεδόν τα ίδια αποτελέσματα προέκυψαν και για τις τύπου φλάσκας ποικιλίες Maor και Giant (Shifriss and Eidelman, 1986). Οι Tiwari *et al.* (2007) μετά από εξέταση 11 διαφορετικών γονοτύπων γλυκιάς πιπεριάς σε θερμοκρασίες ημέρας 20 °C και νύχτας 10 °C, συμπέραναν ότι το ποσοστό των σχηματιζόμενων παρθενοκαρπικών καρπών ποικίλει από γονότυπο σε γονότυπο, ενώ για την ποικιλία Bruinsma Wonder ο αριθμός των σπόρων ή η απουσία των σπόρων δεν είχε σχεδόν καμία επίδραση στο σχήμα και το μέγεθος του καρπού.

Οι διαστάσεις των παρθενοκαρπικών καρπών φαίνεται ότι επηρεάζονται από τα επίπεδα της νυχτερινής θερμοκρασίας. Ο λόγος του μήκους προς διάμετρο αυξάνεται όταν η θερμοκρασία νύχτας είναι υψηλή πριν από την άνθηση (18 - 20 °C) και χαμηλή στη

συνέχεια, δηλαδή οι καρποί εμφανίζονται περισσότερο επιμήκεις (Rylski, 1973). Ακόμα, οι παρθενοκαρπικοί καρποί σπάνια σχηματίζουν στο κάτω μέρος του καρπού καστανή κηλίδα λόγω έλλειψης ασβεστίου (blossom-end rot), που προφανώς συνδέεται άμεσα με την απουσία των σπόρων, το μικρότερο μέγεθος (κατά 30 %) και τη μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης κατά μία εβδομάδα περίπου (Heuvelink and Korner, 2001, Marcelis and Ho, 1999).

Η ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών παρουσιάζει μεγάλη παραλλακτικότητα μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών και υβριδίων. Για παράδειγμα, οι Tiwari *et al.* (2007) αναφέρουν 2 γονοτύπους με υψηλή συχνότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών, ανεξάρτητα από την επικράτηση χαμηλής θερμοκρασίας νύχτας κατά τη διάρκεια της άνθησης και 6 γονοτύπους με υψηλή συχνότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών ως αποτέλεσμα της επίδρασης της χαμηλής νυχτερινής θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της άνθησης (λόγω του μειωμένου ποσοστού γόνιμης γύρης).

Οι Bunger-Kibler and Bangerth (1983) εξέτασαν τον αριθμό και το μέγεθος των κυττάρων των παρθενοκαρπικών καρπών τομάτας μετά την εφαρμογή ινδολο-3-οξειικού οξέως (IAA) και παρατήρησαν διαφορετικό ρυθμό διαίρεσης των κυττάρων (υψηλό, χαμηλό ή καμία διαφορά στο ρυθμό διαίρεσης μεταξύ άσπερμων και ένσπερμων). Σε άλλα πειράματα, το μικρό μέγεθος των κυττάρων των παρθενοκαρπικών καρπών ήταν ο βασικότερος λόγος για το υψηλότερο ποσοστό της ξηράς ουσίας των παρθενοκαρπικών καρπών σε σύγκριση με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων (Heuvelink and Korner, 2001).

1.4.2 Εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών και τεχνητή παρθενοκαρπία

Πιπεριές (ποικιλίες και υβρίδια) με άσπερμους καρπούς δεν είναι εμπορικά διαθέσιμες και ο σχηματισμός παρθενοκαρπικών καρπών κάτω από συνθήκες φυσιολογικής γονιμοποίησης (θερμοκρασία αέρα μεγαλύτερη ή ίση από 18 °C) στηρίζεται αποκλειστικά και μόνο στη χρήση ορμονών καρπόδεσης, όπως αυξινών, γιββεριλλινών και κυτοκινινών σε εμπορικές ποικιλίες πιπεριάς (Heuvelink and Korner, 2001) και τομάτας (Sjut and Bangerth, 1982/83).

Για την παραγωγή άσπερμων καρπών με τεχνητό τρόπο, οι Heuvelink and Korner (2001) εξέτασαν τα άνθη νωρίς το πρωί (09:00 - 10:00) και σε όσα από αυτά βρίσκονταν στο στάδιο της άνθησης, εφάρμοσαν πάστα λανολίνης σε αναλογία με αποσταγμένο νερό (1:1) και εμπλουτισμένη με 0,05 % 1-ναφθαλινο-οξειικού οξέως (NAA).

Γενικά, η εφαρμογή χημικών ουσιών, όπως των θείου θειικού αργύρου (STS), τριϊωδο-βενζοϊκού οξέως (TIBA), 1-ναφθαλινο-οξειικού οξέως (NAA) και αμινο οξυοξεικού οξύ (AOA) σε φυτά πιπεριάς μπορούν να προκαλέσουν παραμόρφωση ανθέων και καρπών και κυρίως το σχηματισμό πεπλατυσμένων καρπών (Pressman *et al.*, 1998, Aloni *et al.*, 1995).

Η χρήση των αυξινών είναι περισσότερο αποτελεσματική στην προώθηση της άνθησης και της καρπόδεσης, όταν επικρατούν θερμοκρασίες αέρα μικρότερες από 15 °C κατά τη διάρκεια της άνθησης. Οι Silveira *et al.* (1986) πειραματίστηκαν με διαφορετικές συγκεντρώσεις ναφθαλιν-οξυοξεικού οξέως (NOA) σε συνδυασμό με 2,4-D (NOA + 2,4-D: 33,7 ppm + 1,8 ppm, 45 ppm + 2,5 ppm και τέλος 67,5 ppm + 3,7 ppm) και κατέληξαν στην αποτελεσματικότερη δράση των ουσιών σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από 15 °C. Η συσχέτιση της επίδρασης των αυξινών πάνω στην καρπόδεση και το σχηματισμό των καρπών με τη χαμηλότερη θερμοκρασία (<18 °C) παρατηρείται και από τους Taborada *et al.* (1984), κατά την εξέταση της εφαρμογής NOA πάνω σε άνθη πιπεριάς.

Άνθη που έχουν δεχθεί επέμβαση με STS (παρεμποδιστή δράσης του C₂H₄), για τη μείωση του ποσοστού πτώσης των ανθέων και φύλλων (Wein and Zhang, 1991), σχηματίζουν κυρίως παρθενοκαρπικούς και παραμορφωμένους καρπούς με περισσότερο πεπλατυσμένο σχήμα (Aloni *et al.*, 1995). Παρόμοια, ο ψεκασμός των ανθέων με διάλυμα 2,3,5-τριώδο-βενζοϊκού οξέως (TIBA) (παρεμποδιστής μεταφοράς αυξίνης) πριν από το στάδιο της άνθησης, έχει βρεθεί ότι προκαλεί αντίστοιχη παραμόρφωση του άνθους, όπως συμβαίνει και με τη χρήση STS ή την επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών (Aloni *et al.*, 1995). Από την άλλη μεριά ο Bangerth (1989) ισχυρίστηκε ότι η μεταφορά των αυξινών έξω από τον ανθοφόρο οφθαλμό ή το άνθος (ή άλλο φυτικό ιστό παραγωγής αυξινών) αποτελεί βασική προϋπόθεση για την κανονική ανάπτυξη των του άνθους και κατά επέκταση της καρπόδεσης, λόγω της αποτροπής σχηματισμού της ζώνης αποκοπής λίγο πιο κάτω από το άνθος. Η οποιαδήποτε παρεμπόδιση της μεταφοράς των αυξινών έξω από το άνθος (ή άλλο φυτικό ιστό) οδηγεί σε πτώση του άνθους (Bangerth, 1989) ή στην καρπόδεση μικρών και παραμορφωμένων καρπών (Aloni *et al.*, 1995).

Ο σχηματισμός των παρθενοκαρπικών καρπών με τη χρήση ορμονών καρπόδεσης κρίνεται περισσότερο επιτυχής όταν επικρατούν συνθήκες παραγωγής μη γόνιμης γύρης (δηλαδή χαμηλή θερμοκρασία, χαμηλή ένταση ηλιακής ακτινοβολίας ή / και υψηλή σχετική υγρασία κατά τη διάρκεια της απελευθέρωσης των γυρεόκοκκων) ή όταν επιβάλλεται ο σχηματισμός τέτοιων καρπών για πειραματικούς σκοπούς (όπως σε αυτή τη μελέτη).

Η διάμετρος της ωοθήκης αυξάνεται μετά τον ψεκασμό των ανθέων με διάλυμα TIBA σε 2 ποικιλίες γλυκιάς πιπεριάς, ως αποτέλεσμα της μεγέθυνσης όλων των κυττάρων στην ωοθήκη (αύξηση κατά το ήμισυ του όγκου σε σύγκριση με καρπούς από άνθη χωρίς καμία εφαρμογή διαλύματος TIBA) (Pressman *et al.*, 1998). Ο αριθμός των κυττάρων του μεσοκαρπίου των μεγεθυμένων ωοθηκών δεν επηρεάζεται, αλλά για την ανθοδόχη και τον πλακούντα προκύπτει στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερος αριθμό κυττάρων (Pressman *et al.*, 1998).

Οι εφαρμογές νιτρικού αργύρου (AgNO₃) έχουν αναφερθεί ότι μπορεί να βελτιώσουν το ποσοστό καρπόδεσης των ανθέων με παρεμπόδιση της δραστηριότητας του C₂H₄ στην περιοχή αποκοπής των ανθέων και κατά συνέπεια την αποφυγή απόρριψης των ανθέων (Aguirre *et al.*, 1995, Naqvi *et al.*, 1991).

Η εφαρμογή διαλύματος αυξίνης NAA προωθεί την ανάπτυξη της ωοθήκης, αλλά με μικρότερη επίδραση από το διάλυμα TIBA. Επιπλέον, η εφαρμογή των διαλυμάτων NAA και STS προωθεί το σχηματισμό πεπλατυσμένων καρπών, ως αποτέλεσμα της διόγκωσης της ωοθήκης, με το μισό ποσοστό αυτών να παρουσιάζει μηδενικό αριθμό σπόρων (παρθενοκαρπικοί καρποί) (Aloni *et al.*, 1995). Οι Dikii and Anikeenko (1975) παρατήρησαν αρρενοστεριότητα μετά την εφαρμογή διαλύματος NAA 0,005 % (διάλυμα με αποσταγμένο νερό) στην πιπεριά. Αντίστοιχα αποτελέσματα παρατηρήθηκαν στη τομάτα (Rehm, 1952) και τη μελιτζάνα (Ghousdhury and George, 1962).

Γενικά, οι αυξίνες, όπως NAA, IAA και IBA, αποτελούν αρκετά σημαντικές φυτορρυθμιστικές ουσίες με σημαντικές πρακτικές εφαρμογές στην προώθηση της καρπόδεσης όταν επικρατούν μη ευνοϊκές συνθήκες γονιμοποίησης των ανθέων. Η κάλυψη του στίγματος με πάστα λανολίνης σε αναλογία 1:1 (v:v) με απεσταγμένο νερό και εμπλουτισμένη με 0.05 % NAA, προκαλεί ασπερμία στους καρπούς σε υψηλό ποσοστό 86 %, ενώ η πλειοψηφία (95 %) των υπολοίπων καρπών περιέχουν λιγότερους από 30 σπόρους. Οι άσπερμοι καρποί είναι πεπλατυσμένοι και παρουσιάζουν μείωση του νωπού βάρους τους κατά 30 % σε σχέση με τους ένσπερμους καρπούς και μεγαλύτερη περίοδο ανάπτυξης

κατά μία εβδομάδα από την καρπόδεση μέχρι την πλήρη ωρίμανση σε σύγκριση με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων (Heuvelink and Koner, 2001).

Ακόμα, είναι γνωστό ότι οι αυξίνες μειώνουν τη δράση του C_2H_4 στην πτώση των οφθαλμών, ανθέων, καρπών, αλλά και φύλλων (Motsenbocker and Arancibia, 2000, Wien *et al.*, 1989). Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του ανθοφόρου οφθαλμού και του άνθους παράγεται αυξίνη που μετακινείται διαρκώς έξω από το αναπαραγωγικό όργανο, αποφεύγοντας έτσι το σχηματισμό της ζώνης αποκοπής στον ποδίσκο του άνθους. Κάτω όμως από συνθήκες καταπόνησης, όπως υψηλή θερμοκρασία και ηλιοφάνεια χαμηλής έντασης παράγεται C_2H_4 , το οποίο συντελεί στο σχηματισμό της ζώνης αποκοπής και κατά συνέπεια στην αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 μέσα στο όργανο και την τελική πτώση του οφθαλμού ή του άνθους (Wien, 1997).

Ο ψεκασμός των ανθέων πιπεριάς (Sawhney, 1981, Kohli *et al.*, 1981) και τομάτας (Sawhney, 1983, Sawhney and Dabbs, 1978) με διάλυμα γιββεριλλικού οξέως κατά τη διάρκεια της άνθησης προκαλεί αρρενοστειρότητα. Οι Silveira *et al.* (1986) παρατήρησαν παρόμοια μείωση της παραγωγής καρπών (συνολικής παραγωγής και αριθμού καρπών), όταν τα φυτά ψεκάστηκαν με GA_3 σε 2 χειμερινές καλλιέργειες (η πρώτη καλλιέργεια ξεκίνησε στις αρχές Νοεμβρίου και η δεύτερη καλλιέργεια στο τέλος Δεκεμβρίου).

Σε καλλιέργεια πιπεριάς τύπου φλάσκας, ποικιλίας ShaRock σε συνθήκες καταπόνησης από ηλιακή ακτινοβολία χαμηλής έντασης, οι διαφυλλικοί ψεκασμοί με συνθετική αυξίνη NAA αποτρέπουν την πτώση των ανθέων και την αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 μέσα στο αναπαραγωγικό όργανο (άνθος). Παρόμοια μείωση της ανθόπτωσης κάτω από συνθήκες καταπόνησης (χαμηλή ηλιοφάνεια) εντοπίζονται και μετά τον ψεκασμό της ωοθήκης με GA_3 ή BA, χωρίς όμως να βελτιωθεί η καρπόδεση (Wien and Zhang, 1991).

Το chlorflurenol ανήκει στην κατηγορία των φυτορρυθμιστικών ουσιών, των συνθετικών μορφακτινών, με ποικίλες επιδράσεις στη βλαστική ανάπτυξη, την έκφραση του φύλλου, τη βλαστικότητα της γύρης και γενικότερα την παραγωγή ανθέων (Schneider, 1970, Shannon and Robinson, 1976, Cantliffe, 1977). Ο ψεκασμός φυτών πιπεριάς δείχνει ότι ο αριθμός των θηλυκών (αρρενόστειρων) ανθέων στην πιπεριά αυξάνεται με αύξηση της εφαρμοζόμενης συγκέντρωσης του διαλύματος chlorflurenol (Bisaria and Prakash, 1978).

Οι μορφακτίνες θεωρούνται ως οι κύριοι παράγοντες που επάγουν την παρθενοκαρπία στο αγγούρι (Robinson *et al.*, 1971, Cantliffe *et al.*, 1972), το πεπόνι (Elassar *et al.*, 1974), τη μπάμια (Bisaria and Bisaria, 1976) και την πιπεριά (Bisaria and Prakash, 1978). Αυτό οφείλεται αφενός μεν στα υψηλότερα επίπεδα των ενδογενών αυξινών στα αναπαραγωγικά όργανα (ωοθήκη) των σχηματισμένων με φυσικό τρόπο παρθενοκαρπικών καρπών, εσπεριδοειδών και αμπελιού (Gustafson, 1939, 1942) σε σύγκριση με τις συγκεντρώσεις που καταγράφηκαν σε άνθη που σχημάτισαν στη συνέχεια ένσπερμους καρπούς και αφετέρου στην παρεμποδιστική ικανότητα των μορφακτινών (chlorflurenol) στην εξαγωγή των αυξινών έξω από τα αναπαραγωγικά όργανα - άνθη (Schneider, 1970, Beyer and Quebedeaux, 1974).

1.5. Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού

Οι καρποί, με βάση την αναπνευστική δραστηριότητα κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης, διαχωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες, τους κλιμακτηριακούς και τους μη κλιμακτηριακούς καρπούς (Biale and Young, 1981). Οι κλιμακτηριακοί καρποί

παρουσιάζουν μία έντονη αναπνευστική δραστηριότητα, που συνδέεται με σημαντικές αλλαγές στο χρωματισμό, τη σύσταση και την υφή του περικαρπίου, ενώ οι μη κλιμακτηριακοί καρποί δε σημειώνουν καμία σημαντική αλλαγή στο ρυθμό παραγωγής CO₂. Ένα άλλο χαρακτηριστικό που παρουσιάζουν οι κλιμακτηριακοί καρποί, έναντι των μη κλιμακτηριακών καρπών, είναι η ικανότητα παραγωγής C₂H₄, έναντι της μικρής συγκέντρωσης C₂H₄ που καταγράφεται αρχικά και είναι ικανή να προκαλέσει την αυτοκαταλυτική παραγωγή του αερίου (McMurchie *et al.*, 1972).

1.5.1. Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου σε κλιμακτηριακούς καρπούς

Οι κλιμακτηριακοί καρποί, όπως η μπανάνα και το μήλο, παρουσιάζουν μία χαρακτηριστική μεταβολή στο ρυθμό αναπνοής, αποτελούμενη από την ελάχιστη τιμή στο στάδιο που ονομάζεται “προ-κλιμακτηριακό ελάχιστο”, που ακολουθείται από έντονη αύξηση μέχρι το “κλιμακτηριακό μέγιστο” κατά την έναρξη της ωρίμανσης και στη συνέχεια μειώνεται βαθμιαία κατά τη “μετά-κλιμακτηριακή περίοδο” (Biale and Young, 1981). Άλλοι πάλι ερευνητές παρατηρούν ότι η κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών παρουσιάζεται κατά την ωρίμανσή τους πάνω στο φυτό (Rhodes, 1980).

Το αβοκάντο αποτελεί μία από τις περισσότερο γνωστές εξαιρέσεις των κλιμακτηριακών καρπών, όπου ακολουθείται διαφορετικό μοντέλο ωρίμανσης ανάλογα με την ωρίμανση του φρούτου πάνω στο δέντρο ή όχι. Αμέσως μετά τη συγκομιδή, ο καρπός παρουσιάζει κλιμακτηριακή συμπεριφορά, που οδηγεί στην πλήρη ωρίμανσή του, ενώ η ωρίμανση του δε συμβαίνει κατά την παραμονή του πάνω στο δέντρο και ιδιαίτερα εάν βρίσκεται δίπλα σε νεαρά και δραστήρια φύλλα. Προφανώς αυτή η συμπεριφορά οφείλεται στην παραγωγή παρεμποδιστών ωρίμανσης (από τα φύλλα), που αποφεύγεται μετά τη συγκομιδή των καρπών.

Οι καρποί τομάτας και πεπονιού αποτελούν ένα άλλο χαρακτηριστικό παράδειγμα κλιμακτηριακών καρπών με διαφορετική συμπεριφορά σχετικά με την ωρίμανσή τους πάνω στο φυτό ή τη μετασυλλεκτική ωρίμανσή τους. Οι Mikal and Salveit (1993) βρήκαν ότι οι συγκομισμένες τομάτες παρουσιάζουν διπλάσια αύξηση του ρυθμού αναπνοής ταυτόχρονα με τη δεκαπλάσια αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄. Η εξέταση όμως της συμπεριφοράς των καρπών πάνω στο φυτό έδειξε περίπου εικοσαπλάσια αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και μόλις μικρή αύξηση του ρυθμού παραγωγής CO₂. Αντίστοιχες παρατηρήσεις έγιναν και για τους καρπούς του πεπονιού με διαφορετική κλιμακτηριακή συμπεριφορά κατά την ωρίμανση πάνω στο φυτό ή μετά τη συγκομιδή (Shellie and Saltveit, 1993).

Η παραγωγή C₂H₄ στους κλιμακτηριακούς καρπούς παρουσιάζει διακυμάνσεις στα διάφορα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού. Στο στάδιο της άνθησης καταγράφει υψηλές συγκεντρώσεις, ενώ στη συνέχεια κατά την ανάπτυξη του καρπού οι τιμές είναι χαμηλές. Κατά την έναρξη όμως της ωρίμανσης και την κλιμακτηριακή αύξηση του ρυθμού αναπνοής, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ αυξάνεται σημαντικά και παραμένει υψηλός για όλο το υπόλοιπο διάστημα (Rhodes, 1980). Η αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ μπορεί να προηγείται (αβοκάντο και μπανάνα), να συμπίπτει (μήλο, αχλάδι) ή να έπεται (τομάτα, παπαγιά) της μέγιστης αύξησης του ρυθμού αναπνοής (Biale and Young, 1981).

Η ωρίμανση των κλιμακτηριακών καρπών φαίνεται ότι δε συνδέεται άμεσα με την αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄, αλλά κυρίως με τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα μέσα στους ιστούς του καρπού (McGlasson *et al.*, 1978). Η ελάχιστη

συγκέντρωση C_2H_4 που μπορεί να αναπτυχθεί εσωτερικά στους ιστούς ή να εφαρμοστεί εξωγενώς και να προκαλέσει την κλιμακτηριακή αύξηση και ωρίμανση του καρπού εντοπίζεται στα $0,1 \mu l l^{-1}$ (Burg, 1962).

1.5.2. Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου σε μη κλιμακτηριακούς καρπούς

Οι μη κλιμακτηριακοί καρποί χαρακτηρίζονται κυρίως από το χαμηλό ρυθμό αναπνοής και παραγωγής C_2H_4 . Ο ρυθμός παραγωγής CO_2 μειώνεται συνδυαζόμενος με μικρές αλλαγές στη σύσταση του καρπού, ενώ ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 παραμένει σε χαμηλά επίπεδα με μικρές διακυμάνσεις μετά τη συγκομιδή (Rhodes, 1980). Αποτυγχάνουν να αναπτύξουν αυτοκαταλυτική ικανότητα παραγωγής C_2H_4 εσωτερικά του καρπού, δηλαδή απότομη αύξηση του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 , ακόμα και μετά το τέλος της εξωγενής εφαρμογής του αερίου.

Το σταφύλι, ως μη κλιμακτηριακός καρπός, αν και παρουσιάζει αύξηση του ρυθμού αναπνοής κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού, που συνοδεύεται με αλλαγές της σύστασης του καρπού, αλλά και αύξηση του μεγέθους λόγω της διαρκούς επιμήκυνσης των κυττάρων, δεν καταφέρνει να διατηρήσει υψηλό το ρυθμό αναπνοής κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης και ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 δεν παρουσιάζει καμία αύξηση, ενώ η συγκέντρωση C_2H_4 εσωτερικά του καρπού μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού (Rhodes, 1980). Επιπρόσθετα, οι Biale and Young (1981) σημειώνουν ότι η αύξηση του ρυθμού αναπνοής κατά την ανάπτυξη δεν συνεπάγεται κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών, καθώς στη συνέχεια (στάδιο ωρίμανσης) το σταφύλι σημειώνει χαμηλά επίπεδα για το ρυθμό αναπνοής όπως ακριβώς συμβαίνει με όλους τους μη κλιμακτηριακούς καρπούς.

Οι καρποί πιπεριάς κατατάσσονται κυρίως στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς, αλλά αναφέρονται ποικιλίες και υβρίδια με αντίστοιχη αναπνευστική δραστηριότητα με τους κλιμακτηριακούς καρπούς, ανάλογα εάν ο έλεγχος γίνεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης πάνω στο φυτό ή κατά τη συντήρηση. Η ποικιλία Maor, τύπου φλάσκας, στα στάδια του πράσινου και κόκκινου χρώματος παρουσιάζει μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά κατά την εξέταση της συγκέντρωσης CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα, αλλά και το ρυθμό αναπνοής, ενώ ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 και η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα αυξάνονται σημαντικά κατά τη συντήρηση (Lurie *et al.*, 1986). Η ποικιλία Yolo Wonder, κατά τη συγκομιδή ώριμων πράσινων καρπών σημειώνει μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά στο ρυθμό αναπνοής και το ρυθμό παραγωγής C_2H_4 (Villavicencio *et al.*, 1999).

Οι Villavicencio *et al.* (2001) παρατήρησαν διαφοροποίηση στο ρυθμό παραγωγής C_2H_4 και CO_2 σε διάφορα στάδια ανάπτυξης, από το ώριμο πράσινο μέχρι το ώριμο κόκκινο σε ποικιλίες πιπεριάς. Συγκεκριμένα σε ορισμένες ποικιλίες, ο ρυθμός αναπνοής στο στάδιο των ώριμων πράσινων καρπών ήταν υψηλότερος από όλα τα υπόλοιπα στάδια ανάπτυξης. Σε άλλες ποικιλίες ο ρυθμός αναπνοής αυξήθηκε κατά την ανάπτυξη του καρπού, φτάνοντας τη μέγιστη τιμή στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 αυξήθηκε (εμφανίζοντας κλιμακτηριακή συμπεριφορά) μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος ή του πρώιμου κόκκινου σταδίου, ανάλογα με την ποικιλία.

Παρόμοια, οι καρποί της καυτερής ποικιλίας πιπεριάς New Mexican παρουσιάζουν μείωση του ρυθμού αναπνοής. Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 σημειώνει την ελάχιστη τιμή στο στάδιο της έντονης ανάπτυξης (πράσινο στάδιο) και τη μέγιστη τιμή στο στάδιο της απόκτησης του πλήρους κόκκινου χρωματισμού (Biles *et al.*, 1993).

Οι ποικιλίες πάπρικας PS72285 και Caysan της καυτερής SPS705 παρουσιάζουν μη κλιμακτηρική συμπεριφορά κατά τη διάρκεια της συντήρησης, ενώ σημειώνουν αύξηση της παραγωγής CO₂ και C₂H₄ κατά τις μετρήσεις αμέσως μετά τη συγκομιδή (Krajayklang *et al.*, 2000). Σε πειράματα με καρπούς που ωριμάζουν πάνω στο φυτό, οι Villavicencio *et al.* (2001) παρατήρησαν αύξηση των συγκεντρώσεων C₂H₄ και CO₂ σε όλες τις ποικιλίες που χρησιμοποιήθηκαν.

1.6. Συνθήκες συντήρησης των καρπών πιπεριάς

Ο καρπός της πιπεριάς όταν βρίσκεται πάνω στο φυτό τροφοδοτείται συνεχώς με υγρασία και θρεπτικά στοιχεία και η ποιότητά του διατηρείται συνεχώς σε υψηλά επίπεδα, επηρεαζόμενη όμως από τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες. Η επιδερμίδα του καρπού συντελεί στη διατήρηση της υψηλής περιεκτικότητας σε υγρασία ακόμα και εάν η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας που περιβάλλει το φυτό είναι χαμηλή (Diaz-Perez *et al.*, 2007).

Από τη στιγμή που ο καρπός απομακρύνεται από το φυτό, τότε η υγρασία που χάνεται δεν αναπληρώνεται και κατά συνέπεια θα πρέπει να τοποθετηθεί αμέσως μετά τη συγκομιδή σε θάλαμο συντήρησης (Diaz-Perez *et al.*, 2007). Η ποιότητα των καρπών και η μετασυλλεκτική ζωή τους επηρεάζεται αρκετά από την απώλεια υγρασίας και την εξάτμιση (Ryall and Lipton, 1979, Showalter, 1973, Watada *et al.*, 1987), που πραγματοποιείται από τα στομάτια, τα φακίδια και τον κάλυκα (Ben-Yehoshua, 1987).

Τα χαρακτηριστικά του καρπού, όπως η αρχική περιεκτικότητα σε υγρασία, η εξωτερική επιφάνεια του καρπού, ο λόγος εξωτερικής επιφάνειας προς συνολικό όγκο καρπού, η σύσταση της εφυμενίδας που καλύπτει την επιδερμίδα, οι κηρώδεις ουσίες που καλύπτουν την εφυμενίδα και το πάχος και η σύστασή της αποτελούν παράγοντες που σχετίζονται με την απώλεια υγρασίας, τόσο για την πιπεριά (Diaz-Perez *et al.*, 2007, Albrigo, 1972, Wills *et al.*, 1981a), όσο και για άλλους καρπούς λαχανικών (Ben-Yehoshua, 1987, Robinson *et al.*, 1975, Wills *et al.*, 1981b).

Η εφυμενίδα των καρπών στερείται στοματίων και γι αυτό η διάχυση των αερίων (C₂H₄, CO₂ και O₂) πραγματοποιείται μέσω της επιδερμίδας. Αμέσως μετά τη συγκομιδή, οι φυτικοί ιστοί χάνουν ένα μέρος της υγρασίας τους μέσω των στοματίων του κάλυκα, ενώ στη συνέχεια τα στομάτια κλείνουν. Στους καρπούς των σολανωδών λαχανικών (τομάτα, πιπεριά και μελιτζάνα), ο κάλυκας ή η ουλή πάνω στον καρπό από τον ποδίσκο συμμετέχουν ενεργά στην απώλεια του νωπού βάρους (Blanke and Holthe, 1997). Στην περίπτωση της τομάτας, το 67 % της εξάτμισης του καρπού συμβαίνει από την ουλή του ποδίσκου πάνω στον καρπό (Cameron and Yang, 1982), ενώ για τη μελιτζάνα τουλάχιστον το 65 % από την εξάτμιση του καρπού πραγματοποιείται από τον κάλυκα (Diaz-Perez, 1998). Αντίστοιχα, για την περίπτωση της πιπεριάς το μεγαλύτερο ποσοστό απώλειας υγρασίας συμβαίνει από την περιοχή του κάλυκα (Blanke and Holthe, 1997, Diaz-Perez *et al.*, 2007). Οι Banks and Nicholson (2000) συμπληρώνουν ότι η ανταλλαγή των αερίων (CO₂, O₂ και C₂H₄) σε μεγαλύτερο ποσοστό πραγματοποιείται μέσω του κάλυκα. Οι Bower *et al.* (2000) υποστηρίζουν ότι η ανταλλαγή αυτών των αερίων γίνεται σε ποσοστό 80-90 % μέσω του ποδίσκου για την περίπτωση της πιπεριάς, ενώ το ποσοστό αγγίζει το 97 % μέσω της ουλής του ποδίσκου στην περίπτωση της τομάτας (Cameron and Yang, 1982).

Η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας αποτελούν τους σημαντικότερους περιβαλλοντικούς παράγοντες κατά την αποθήκευση των καρπών.

Η επίδρασή τους όμως είναι διαφορετική ανάλογα με το εξεταζόμενο είδος καρπού. Στην περίπτωση της πιπεριάς, που έχει ταξινομηθεί ως μη κλιμακτηριακός καρπός, η υψηλή σχετική υγρασία είχε καλύτερα αποτελέσματα από τη χαμηλή θερμοκρασία στη συντήρηση και κατά συνέπεια στην καθυστέρηση της υποβάθμισης της ποιότητας του καρπού (Lownds *et al.*, 1994, Lurie *et al.*, 1986). Τα επίπεδα της σχετικής υγρασίας θα πρέπει να διατηρούνται στο 85-95 % για τη διατήρηση της ποιότητας του καρπού (Bosland and Votava, 2003).

Θερμοκρασίες συντήρησης υψηλότερες από 21 °C υποβαθμίζουν την ποιότητα των καρπών της πιπεριάς, με την εμφάνιση μετασυλλεκτικών ασθενειών, την αύξηση της απώλειας υγρασίας και γενικά τη συρρίκνωση του περικαρπίου. Η μείωση της θερμοκρασίας των καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή (πρόψυξη) μειώνει το ρυθμό παραγωγής CO₂ από τους καρπούς, περιορίζει την απώλεια νερού και την αλλαγή του χρώματος του καρπού και τέλος μειώνει την πιθανότητα εμφάνισης μετασυλλεκτικών προσβολών (Bosland and Votava, 2003).

Σύμφωνα με τον Kader (1992), οι συνιστώμενες συνθήκες για την καλή διατήρηση των καρπών της γλυκιάς πιπεριάς τύπου φλάσκας (*Capsicum annuum* L.) είναι θερμοκρασία 7-10 °C και σχετική υγρασία 95-98 % στο θάλαμο συντήρησης. Η εκατοστιαία περιεκτικότητα σε O₂ και CO₂ θα πρέπει να κυμαίνονται στο 2-5 %. Η διάρκεια συντήρησης σε αυτές τις συνθήκες δεν ξεπερνάει τις 2-3 εβδομάδες. Για τις καυτερές πιπεριές (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.), ως ιδανικές συνθήκες συντήρησης αναφέρονται οι 5-10 °C, 85-95 % σχετική υγρασία για διάρκεια συντήρησης 2-3 εβδομάδες. Στις συσκευασίες συντήρησης, το O₂ θα πρέπει να είναι 3-5 % και το CO₂ 5-10 %.

Η συντήρηση των καρπών πιπεριάς σε χαμηλότερη θερμοκρασία από το προτεινόμενο εύρος των 7-10 °C ή 5-10 °C οδηγούν στην εκδήλωση συμπτωμάτων βλάβης από ψύχος (chilling injury) αμέσως μετά την έξοδο των καρπών από το θάλαμο συντήρησης. Αντίστοιχες αναφορές υπάρχουν για τη συντήρηση των καρπών σε θερμοκρασία 2 °C (Serrano *et al.*, 1997) ή 4 °C (Bosland and Votava, 2003), ενώ στους 0 °C καταστρέφονται οι φυτικοί ιστοί και οι καρποί χάνουν την εμπορική τους αξία (Bosland and Votava, 2003).

Γενικά, τα συμπτώματα της βλάβης από ψύχος είναι περισσότερο εμφανή, όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα συντήρησης ή μειώνεται η θερμοκρασία συντήρησης (Risse *et al.*, 1987). Μια από τις σημαντικότερες επιπτώσεις της βλάβης από ψύχος είναι η πρόκληση της παραγωγής C₂H₄ που οφείλεται κυρίως στην αύξηση της δραστηριότητας της ACC συνθετάσης. Η τελευταία καταλύει την αντίδραση μετατροπής της S-αδενόσυλ-μεθειονίνης (SAM) στο 1-αμινο-κυκλοπροπάνιο-1-καρβοξυλικό οξύ (ACC), που αποτελεί πρόδρομο του C₂H₄ (Wang, 1987).

Η διατήρηση της ποιότητας του καρπού πιπεριάς, με ταυτόχρονο περιορισμό της απώλειας υγρασίας, μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση διαφόρων υλικών συσκευασίας που δημιουργούν ένα φυσικό φράγμα στην ελεύθερη ανταλλαγή των αερίων (Σφακιωτάκης, 1995). Οι πλαστικές συσκευασίες και οι μεμβράνες πολυαιθυλενίου για το ατομικό τύλιγμα των καρπών ή την κάλυψη των πλαστικών συσκευασιών είναι ευρέως διαδεδομένοι τρόποι για τη διατήρηση της καλής ποιότητας των καρπών. Το μειονέκτημα αυτών των υλικών είναι η επίδραση που προκαλούν στην εσωτερική ατμόσφαιρα της συσκευασίας, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του υλικού συσκευασίας σχετικά με την περατότητα στα αέρια CO₂ και O₂. Η μείωση των επιπέδων O₂ σε πολύ χαμηλά επίπεδα μέσα στη συσκευασία πρέπει να αποφεύγεται καθώς μπορεί να δημιουργήσει συνθήκες αναερόβιωσης.

Σύμφωνα με τους Boyette *et al.* (1990), οι καρποί πιπεριάς συντηρούνται αρκετά καλά μέσα σε πλαστικές συσκευασίες, όπου μπορεί να υπολογιστεί η διάρκεια συντήρησης “shelf life” των καρπών, έχοντας γνωστή την περατότητα του υλικού συσκευασίας στα αέρια CO₂ και O₂ και στους υδρατμούς (Lownds *et al.*, 1994, Miller *et al.*, 1984). Σε αυτές τις συνθήκες, καρποί πιπεριάς που κλείστηκαν μέσα σε συσκευασίες με πλαστική μεμβράνη διατήρησαν το σχήμα τους και την καλή τους εμφάνιση για διπλάσιο χρόνο από ότι οι καρποί που συντηρήθηκαν σε ανοικτές συσκευασίες (Ben-Yehoshua *et al.*, 1983).

Με την εφαρμογή υλικών συσκευασίας και πλαστικών μεμβρανών για την κάλυψη των καρπών επιτυγχάνονται ελεγχόμενες συνθήκες μέσα στην ατμόσφαιρα της συσκευασίας με αποτέλεσμα να παρατείνεται η διάρκεια συντήρησης του προϊόντος και η διατήρηση της καλής ποιότητάς του, κυρίως εξαιτίας της παρεμπόδισης της βιοσύνθεσης και της δράσης του C₂H₄ (Kader, 1986, Kader *et al.* 1989). Κάτω από αυτές τις συνθήκες, η συγκέντρωση του O₂ παραμένει πάντα υψηλότερη από το ελάχιστο όριο για την αναερόβια αναπνοή του καρπού και επιπλέον μπορούν να επηρεάσουν και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως διατήρηση των βιταμινών A και C σε υψηλά επίπεδα σε κομμένο μπρόκολο (Barth *et al.*, 1993, Barth and Zhuang, 1996, Paradis *et al.*, 1996) και σε πιπεριά τύπου jalapeno (Howard and Hernandez-Brenes, 1998). Αντίστοιχα, οι υπερβολικά υψηλές συγκεντρώσεις CO₂ (>20 %) μπορεί να προκαλέσουν εντονότερη αποσύνθεση της βιταμίνης C (Wang, 1983), ενώ φυσιολογικά επίπεδα CO₂ μπορεί να επάγουν την αύξηση της βιταμίνης A (Weichmann, 1986).

1.7. Η επίδραση του αιθυλενίου στην ωρίμανση των καρπών

1.7.1. Η επίδραση του αιθυλενίου στην ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών

Το ενδογενές αιθυλένιο (C₂H₄) αποτελεί σημαντικό ρυθμιστή, τόσο της αύξησης και της ανάπτυξης των φυτών, όσο και της ωρίμανσης των καρπών και των φυτικών ιστών γενικότερα. Επηρεάζει τη βλαστικότητα των σπόρων, την επιμήκυνση των κυττάρων, τη διαφοροποίηση των κυττάρων, την έκφραση των αναπαραγωγικών οργάνων (στίγμα και γύρη), την ωρίμανση των καρπών, τη γήρανση των φυτικών ιστών και την πτώση αυτών (Abeles *et al.*, 1992).

Το αιθυλένιο παράγεται από τη μεθειονίνη μέσω της μετατροπής της S-αδενόσυλ-μεθειονίνη (SAM) σε 1-άμινο-κυκλοπροπάνο-1-καρβοξυλικό οξύ (ACC) (η αντίδραση καταλύεται από την ACC συνθάση) και ακολούθως της οξειδωσης του ACC σε αιθυλένιο (η αντίδραση καταλύεται από την ACC οξειδάση). Το παραγόμενο αιθυλένιο αρχικά διαλύεται μέσα στο φυτικό ιστό και στη συνέχεια διαχέεται στην ατμόσφαιρα (Adams and Yang, 1979).

Οι κλιμακτηριακοί καρποί ανταποκρίνονται στη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄, μόνο όταν η τελευταία συμβαίνει στο προ-κλιμακτηριακό στάδιο, δηλαδή πριν από την έναρξη της ωρίμανσης, όπου οι εφαρμογές C₂H₄ μπορούν να μειώσουν το χρόνο έναρξης της ωρίμανσης του καρπού. Ικανοποιητική ποσότητα C₂H₄ για την επιτάχυνση της διαδικασίας της ωρίμανσης είναι το 0,1-1 μl l⁻¹ σε χρονικό διάστημα μίας ημέρας (Biale and Young, 1981). Έρευνες σε μοριακό επίπεδο έχουν δείξει ότι η δραστηριότητα της ACC οξειδάση στην προ-συγκομιδής περίοδο μπορεί να επιταχυνθεί από την εξωγενή εφαρμογή του αερίου, προκαλώντας αύξηση της εσωτερικής συγκέντρωσης C₂H₄ μέσω της αυτοκαταλυτικής παραγωγής του (Oetiker and Yang, 1995).

Η επέμβαση με C_2H_4 στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς με C_2H_4 σε οποιοδήποτε στάδιο της ωρίμανσης προκαλεί αύξηση του ρυθμού παραγωγής CO_2 . Το μέγιστο της αύξησης του ρυθμού αναπνοής είναι ανάλογο με την εφαρμοζόμενη συγκέντρωση C_2H_4 . Ο χρόνος εμφάνισης της έντονης αύξησης και του μεγίστου του ρυθμού αναπνοής δεν εξαρτάται από την εφαρμοζόμενη ποσότητα (McGlasson *et al.*, 1978). Αντιθέτως, η εφαρμογή C_2H_4 δεν είναι ικανή να αυξήσει τα χαμηλά επίπεδα της εσωτερικής συγκέντρωσης του αερίου στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς, ενώ η διακοπή της παροχής C_2H_4 οδηγεί σε άμεση μείωση του ρυθμού αναπνοής στα φυσιολογικά επίπεδα για τον καρπό (Biale and Young, 1981).

Φυσιολογικές αλλαγές που σχετίζονται με την ωρίμανση των μη κλιμακτηριακών καρπών επιταχύνονται από την εφαρμογή C_2H_4 . Στην περίπτωση του σταφυλιού, η αλλαγή του χρώματός της, καθώς και άλλες φυσιολογικές αλλαγές που σχετίζονται με την ωρίμανση της ράγας επιταχύνονται με το ψεκασμό τους με ethephon (Lavee and Nir, 1986).

Η εφαρμογή C_2H_4 στα εσπεριδοειδή (μη κλιμακτηρικοί καρποί) προωθεί αλλαγές που σχετίζονται με την ωρίμανση του εξωτερικού φλοιού και συγκεκριμένα με αλλαγές στις χρωστικές (διάσπαση χλωροφύλλης, σύνθεση καροτενοειδών) και στην έκφραση ορισμένων γονιδίων που σχετίζονται με την ωρίμανση. Οι συγκεκριμένες αλλαγές είναι ορατές και κατά τη διάρκεια της φυσιολογικής ωρίμανσης των καρπών χωρίς εξωτερική εφαρμογή C_2H_4 (Alonso *et al.*, 1995).

Σύμφωνα με τους Vendrell *et al.* (2001), οι μη κλιμακτηριακοί καρποί φράουλας και πιπεριάς δεν παρουσιάζουν κάποια σχετική ανταπόκριση στη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 .

1.7.2. Η επίδραση του αιθυλενίου στην ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών πιπεριάς

Το αιθυλένιο και η χημική ουσία 2-χλωρο-αιθυλο-φωσφινικό οξύ (ethephon), που απελευθερώνει αιθυλένιο, προωθούν την ωρίμανση σε αρκετούς καρπούς (Burg, 1962, Edgerton and Blanpied, 1968, Iwahori and Lyons, 1970). Ωστόσο, σε ορισμένους καρπούς, όπως τη τομάτα, το μήλο και το αχλάδι, οι νεαροί καρποί παρουσιάζουν ισχυρή παρεμποδιστική δράση στην εξωγενώς εφαρμοζόμενη ποσότητα C_2H_4 και για να ξεπεραστεί το φαινόμενο απαιτούνται υψηλότερες συγκεντρώσεις C_2H_4 ή μεγαλύτερο διάστημα εφαρμογής (McGlasson *et al.*, 1978).

Η ανταπόκριση των καρπών πιπεριάς στη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 ποικίλει αρκετά και στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αμελητέα. Ο ρυθμός αναπνοής των πράσινων καρπών της καυτερής ποικιλίας Changjiao αυξήθηκε μετά την εφαρμογή C_2H_4 και η αύξηση ήταν ανάλογη με την εφαρμοζόμενη συγκέντρωση, ενώ αμέσως μετά τη διακοπή C_2H_4 ο ρυθμός επανήλθε στα φυσιολογικά χαμηλά επίπεδα (Lu *et al.*, 1990).

Καμία αύξηση δεν παρατηρήθηκε στο ρυθμό αναπνοής και το ρυθμό παραγωγής C_2H_4 όταν οι συγκομισμένοι ώριμοι πράσινοι καρποί ποικιλίας τύπου φλάσκας εκτέθηκαν σε συγκέντρωση 500 ppm προπυλενίου για 48 ώρες (Salveit, 1997). Οι Krajayklang *et al.* (2000) έκαναν παρόμοιες παρατηρήσεις μετά από εφαρμογή συγκέντρωσης 100 $\mu l l^{-1}$ C_2H_4 σε καρπούς πάπρικας ποικιλίας PS72285 και καυτερής ποικιλίας chili SPS705.

Οι καρποί πιπεριάς φτάνουν στο φυσιολογικό στάδιο ωρίμανσης, δηλαδή στην ανάπτυξη του ώριμου χρώματος ανάλογα με την ποικιλία (κόκκινο, πορτοκαλί, κίτρινο, μωβ κλπ) και με τη συμβολή της συγκεκριμένης φυτορμόνης. Οι καρποί πάνω στο φυτό βρίσκονται σε διαφορετικά στάδια ανάπτυξης, καθώς η εμφάνιση των ανθέων γίνεται

σταδιακά. Η εφαρμογή C_2H_4 βρίσκει ιδιαίτερη χρήση σε καρπούς καυτερούς ή όχι, όπως στην πάπρικα και σε ποικιλίες που καλλιεργούνται κυρίως για τους ώριμους χρωματιστούς καρπού, όπου επιδιώκεται η πλήρης ωρίμανσή τους.

Οι Mikal and Salveit (1993) και οι Gomez *et al.* (1998) αναφέρουν αύξηση του αριθμού των ώριμων κόκκινων καρπών μετά από προ- ή μετά- συλλεκτικές εφαρμογές C_2H_4 . Αντίθετα, οι Knavel and Kemp (1973) και Krajayklang *et al.* (1999) δεν παρατήρησαν καμία επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 πάνω στην ωρίμανση των συγκομισμένων πράσινων καρπών. Σύμφωνα με τους Lockwood and Vines (1972), η θετική επίδραση της εφαρμογής C_2H_4 πάνω στην ωρίμανση των καρπών πιπεριάς προκύπτει μετά από εφαρμογή στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος ή έστω κατά την απόκτηση μικρού ποσοστού κόκκινου ή άλλου χρωματισμού, ανάλογα με την ποικιλία.

1.7.3. Εφαρμογή αιθυλενίου κατά την ανάπτυξη των καρπών (προσυλλεκτικά)

Διαφυλλικοί ψεκασμοί με ethephon αυξάνουν σημαντικά τον κόκκινο χρωματισμό και το ποσοστό των συγκομισμένων κόκκινων καρπών σε φυτά πιπεριάς τύπου φλάσκα (Knavel and Kemp, 1973, Osterli *et al.*, 1975), πάπρικας (Worku *et al.* 1975), Pimiento (Lockwood and Vines, 1972), Chili και Pimiento (Sims *et al.*, 1970), Tabasco (Conrad and Sundstrom, 1987) και Jalapeno (Dainello and Heineman, 1980).

Ο ψεκασμός των φυτών πάπρικας (ποικιλίας PS72285) και chili (ποικιλίας Cayсан SPS705) με ethephon σε ποσότητες 1000, 3000 και 5000 $\mu\text{l l}^{-1}$, επιταχύνει τη διαδικασία ωρίμανσης των καρπών με αποτέλεσμα κατά τη συγκομιδή να υπάρχει μεγαλύτερος αριθμός ώριμων κόκκινων καρπών. Η ένταση του κόκκινου χρώματος και της καυστικότητας αυξάνονται και στις 2 χρησιμοποιούμενες ποικιλίες, αλλά στην chili σημειώνεται υψηλό ποσοστό πτώσης καρπών (Krajayklang *et al.*, 1999).

Η θετική επίδραση της εφαρμογής εξωγενώς C_2H_4 σε φυτά πιπεριάς τύπου φλάσκα, Pimiento ή Tabasco εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη συγκέντρωση (Armitage, 1989, Batal and Granberry, 1982, Knavel and Kemp, 1973, Mao and Motsenbocker, 2002), τον αριθμό των εφαρμογών (Cantliffe and Goodwin, 1975), τη θερμοκρασία (Knavel and Kemp, 1973) και το στάδιο ανάπτυξης των καρπών τη στιγμή της εφαρμογής (Armitage, 1989, Worku *et al.*, 1975, Mao and Motsenbocker, 2002). Μεγαλύτερη ευαισθησία έχουν οι καρποί σε προχωρημένο στάδιο ωρίμανσης, ενώ η χρησιμοποιούμενη ποικιλία (Batal and Granberry, 1982, Cantliffe and Goodwin, 1975) και το pH του διαλύματος ψεκασμού επηρεάζουν την αποτελεσματικότητα της εφαρμογής (Armitage, 1989).

Εφαρμογή διαφυλλικού ψεκασμού με το εμπορικό σκεύασμα ethrel (ethephon) σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια πιπεριάς τύπου φλάσκα (ποικιλίας California) στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, σε ποσότητα 100 ppm προκαλεί ολοκλήρωση του κόκκινου χρωματισμού σε όλη την έκταση του καρπού μέσα σε 8 ημέρες μετά την εφαρμογή. Μεγαλύτερες συγκεντρώσεις της τάξης των 250 και 500 ppm έχουν ως αποτέλεσμα την αποφύλλωση και την πτώση καρπών μέσα σε 5 ημέρες (Sims *et al.*, 1970).

Ο ψεκασμός των φυτών πιπεριάς μέσα σε χρονικό διάστημα 3-6 εβδομάδων από την άνθηση, με μικρή ποσότητα ethephon ($0,75 \mu\text{l l}^{-1}$) αυξάνει τον αριθμό των συγκομισμένων κόκκινων καρπών, ενώ αντίθετα σε υψηλές συγκεντρώσεις ($600 \mu\text{l l}^{-1}$) προκαλεί αποφύλλωση και σημαντικές ζημιές στους καρπούς (Armitage, 1989).

Ο ψεκασμός των φυτών ποικιλίας Keystone Resistant Giant με ethephon ($0,75 \text{ lbs acre}^{-1}$ ή $84,06 \text{ g στρ}^{-1}$) στο στάδιο όπου οι καρποί έχουν αναπτύξει κόκκινο χρωματισμό σε

ποσοστό 10 % ή σε προχωρημένο στάδιο αλλαγής του χρώματος, διπλασιάζει τον αριθμό των συγκομισμένων κόκκινων καρπών 22 ημέρες μετά την εφαρμογή (Osterli *et al.*, 1975).

1.7.4. Εφαρμογή αιθυλενίου μετά τη συγκομιδή των καρπών (μετασυλλεκτικά)

Η εφαρμογή C₂H₄ σε κλιμακτηριακούς καρπούς, όπως η μπανάνα, προκαλεί την αυτοκαταλυτική βιοσύνθεση C₂H₄ και επιταχύνει την ωρίμανσή τους. Η συγκεκριμένη τεχνική αποτελεί συνήθη πρακτική που εφαρμόζεται στην παραγωγή ώριμων καρπών μπανάνας σε εμπορική κλίμακα. Αντίθετα, ο Biale (1948) δεν αναφέρει κάποια επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ σε μη κλιμακτηριακούς καρπούς.

Μελέτη της επίδρασης της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ σε διάφορα στάδια ανάπτυξης των καρπών πιπεριάς πραγματοποιήθηκε από τους KraJajklang *et al.* (2000), χωρίς να σημειώνεται σημαντική μεταβολή του χρωματισμού του περικαρπίου και της καυστικότητας των καρπών.

Παρόμοια, καρποί πιπεριάς τύπου φλάσκα (Knavel and Kemp, 1973) ή Pimiento (Lockwood and Vines, 1972) στο στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος αποτυγχάνουν να σχηματίσουν πλήρη και ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό μετά από μετασυλλεκτική εφαρμογή με etherphon. Αντίθετα, οι καρποί τύπου Pimiento στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος αναπτύσσουν ομοιόμορφο κόκκινο χρώμα μετά από μετασυλλεκτική εφαρμογή με etherphon (Lockwood and Vines, 1972).

Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ και ο ρυθμός αναπνοής (ρυθμός παραγωγής CO₂) σε ώριμους πράσινους καρπούς ποικιλίας Yolo Wonder, παρουσιάζει μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά μετά την έκθεση των καρπών σε 500 ppm προπυλενίου (propylene) για 2 ημέρες. Η συγκέντρωση C₂H₄ παραμένει η ίδια με τους καρπούς που δε δέχθηκαν καμία επίδραση (παραμονή στον ατμοσφαιρικό αέρα). Η συγκέντρωση όμως CO₂ αυξάνεται προσωρινά μετά την εφαρμογή, ενώ στη συνέχεια παραμένει στα ίδια επίπεδα με τους καρπούς που δεν είχαν δεχθεί καμία εφαρμογή προηγουμένως (Salveit, 1997).

1.7.5. Κρουτραυματισμός: Συνθήκες ανάπτυξης και ευαισθησία των καρπών πιπεριάς

Η συντήρηση των καρπών πιπεριάς μπορεί να πραγματοποιηθεί στους 7-10 °C για 2-3 εβδομάδες για τις ποικιλίες τύπου φλάσκα ή στους 5-10 °C για 2-3 εβδομάδες για τις καυτερές ποικιλίες (Kader, 1992). Η συντήρηση των καρπών σε χαμηλότερη θερμοκρασία από την προτεινόμενη και η ακόλουθη παραμονή των καρπών σε θερμοκρασία 22 °C, προκαλεί την εμφάνιση συμπτωμάτων βλάβης λόγω ψύχους, όπως κηλίδωση, κατά τόπους καταστροφή του περικαρπίου, αποχρωματισμό του περικαρπίου στο εσωτερικό της κοιλότητας και των σπόρων και μαλάκωμα, χωρίς όμως σημαντική απώλεια υγρασίας. Οι καρποί στο τελικό ώριμο στάδιο (απόκτηση τελικού χρωματισμού) είναι λιγότερο ευαίσθητοι από τους πράσινους καρπούς (Meir, *et al.*, 1995).

Ανήκει στις καταστάσεις που μπορεί να προκαλέσουν παραγωγή αιθυλενίου (Kacpersca, 1997). Ο βαθμός επίδρασης στη βιοσύνθεση αιθυλενίου εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από το είδος του καρπού, την ποικιλία, το στάδιο ανάπτυξης και την περίοδο έκθεσης του φυτικού ιστού σε αυτές τις συνθήκες, όπως έχει περιγραφεί στην τομάτα (Autio and Bramlage, 1986), τη μελιτζάνα (Concellon *et al.*, 2005), το μάνγκο (Lederman *et al.*, 1997) και το αγγούρι (Wang and Adams, 1982).

Όταν η παραμονή σε αυτές τις συνθήκες επιμηκύνεται, τότε τα συμπτώματα γίνονται εντονότερα, όπως βλάβες στην επιφάνεια του περικαρπίου, εσωτερικός αποχρωματισμός και υδαρής εμφάνιση των ιστών του περικαρπίου (Saltveit and Morris, 1990). Για τις ποικιλίες γλυκιάς πιπεριάς, τα συμπτώματα παρουσιάζονται κατά τη συντήρηση σε θερμοκρασίες μικρότερες από 7 °C και εμφανίζονται με στίγματα στην επιφάνεια του καρπού, μαλάκωμα των φυτικών ιστών σε περικάρπιο και κάλυκα, αλλά και καφέτιασμα των σπόρων (Chien, 1997).

1.8. Στόχοι της διδακτορικής διατριβής

Η συγκεκριμένη ερευνητική μελέτη αποτελεί αποτέλεσμα πειραματικών εργασιών τεσσάρων χρόνων (2005-2008) πάνω στην ανάπτυξη, την ωρίμανση και την αποθήκευση των καρπών πιπεριάς, κάτω από την επίδραση διαφόρων παραγόντων, όπως του ανταγωνισμού μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών, των κλιματολογικών συνθηκών κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού, της παρουσίας των σπόρων (ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί καρποί), της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ και των συνθηκών συντήρησης (διάρκεια, θερμοκρασία και τύπος συσκευασίας). Για την εξαγωγή ασφαλών αποτελεσμάτων, χρησιμοποιήθηκαν καρποί τύπου φλάσκας (*Capsicum annuum* L.) και τύπου κέρατο (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.), με διαφορετικά χαρακτηριστικά σχετικά με το σχήμα του καρπού (τετράλοβοι ή τρίλοβοι καρποί φλάσκας), την καυστικότητα (καθόλου, χαμηλή ή έντονη καυστικότητα) και το χρώμα του καρπού στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (κόκκινο ή κίτρινο-πορτοκαλί). Οι καρποί προήλθαν από καλλιέργειες που πραγματοποιήθηκαν σε γυάλινο θερμοκήπιο στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Με βάση την ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, η ανάπτυξη της διδακτορικής διατριβής επικεντρώθηκε στην ανάλυση των ακόλουθων θεμάτων, που είτε δεν έχουν αναπτυχθεί προηγουμένως είτε έχουν αναπτυχθεί μερικώς από άλλες ερευνητικές μελέτες: (1) την επίδραση του αριθμού καρπών (ανταγωνισμός) και των κλιματολογικών συνθηκών (κυρίως της θερμοκρασίας) πάνω στην ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών ποικιλιών τύπου φλάσκας, με μικρού και μεγάλου μεγέθους καρπούς (βλέπε κεφάλαιο 3), (2) το σχηματισμό άσπερμων (παρθενοκαρπικών) καρπών σε πιπεριά τύπου φλάσκας και η συγκριτική μελέτη της ανάπτυξης και ωρίμανσης των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών (βλέπε κεφάλαιο 4), (3) την επίδραση της διάρκειας συντήρησης και του τύπου συσκευασίας πάνω στην αποθήκευση των καρπών πιπεριάς τύπου φλάσκας με (ένσπερμοι καρποί) και χωρίς σπόρους (άσπερμοι καρποί) (βλέπε κεφάλαιο 4), (4) την επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής αιθυλενίου σε συνδυασμό με τη θερμοκρασία συντήρησης (8 °C ή 22 °C) πάνω στη συντήρηση των ένσπερμων και των παρθενοκαρπικών καρπών πιπεριάς, τύπου φλάσκας (βλέπε κεφάλαιο 5), (5) την ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών πιπεριάς τύπου κέρατο (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.) (βλέπε κεφάλαιο 6), (6) το σχηματισμό των παρθενοκαρπικών καρπών και τη συγκριτική μελέτη μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών σε γονότυπους τύπου κέρατο (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.) (βλέπε κεφάλαιο 6) και (7) την εξέταση της παρθενοκαρπίας και τη συγκριτική μελέτη της ανάπτυξης, ωρίμανσης και αποθήκευσης των ένσπερμων και άσπερμων καρπών σε γονότυπους τύπου φλάσκας, διαφορετικών ποικιλιών (βλέπε κεφάλαιο 6).

Κατά τη διάρκεια των πειραμάτων εξετάστηκαν ο ρυθμός ανάπτυξης και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών κατά την οντογένεσή τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν ποικιλίες τύπου φλάσκας και ποικιλίες, και υβρίδια τύπου κέρατο (επιμήκεις καρποί). Πραγματοποιήθηκε καταγραφή της ανάπτυξης και της ωρίμανσης των καρπών (π.χ. μήκος, διάμετρος και ανάπτυξη χρώματος) μέχρι την πλήρη ωρίμανση πάνω στο φυτό. Επιπρόσθετα, πραγματοποιήθηκαν συγκομιδές ανά τακτά χρονικά διαστήματα (π.χ. ανά 10 ημέρες) για τις απαραίτητες μετρήσεις των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών στο εργαστήριο. Σημαντικός παράγοντας που εξετάστηκε σε αυτό το στάδιο ήταν η επίδραση του αριθμού των σπόρων και του αριθμού των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό (ανταγωνισμός) πάνω στα χαρακτηριστικά των καρπών και οι αντίστοιχες συσχετίσεις μεταξύ αυτών.

Δεδομένης της αποτυχίας σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών κάτω από φυσιολογικές συνθήκες γονιμοποίησης τους άνθους (π.χ. καλοκαιρινοί μήνες), εξετάστηκε η εφαρμογή αυξινών με διάφορους τρόπους (π.χ. ψεκασμός ή χρήση πάστας με λανολίνη) για το σχηματισμό άσπερμων καρπών με τεχνητό τρόπο. Πραγματοποιήθηκε έλεγχος του ποσοστού σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών, αλλά και των χαρακτηριστικών των καρπών σε σύγκριση με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση.

Σε όλες τα πειράματα εξετάστηκε ο ρυθμός αναπνοής και παραγωγής αιθυλενίου, και οι συγκεντρώσεις των CO_2 και C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Με βάση τα αποτελέσματα του ρυθμού αναπνοής και του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 εξετάστηκε η κλιμακτηριακή ή μη συμπεριφορά των καρπών όλων των ποικιλιών και των υβριδίων, που μελετήθηκαν. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε έλεγχος της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 πάνω στο ρυθμό παραγωγής των αερίων CO_2 και C_2H_4 και σε άλλα χαρακτηριστικά των καρπών (απώλεια νωπού βάρους, χρωματισμός περικαρπίου) σε συνδυασμό με την παρουσία ή μη των σπόρων και τη συντήρηση.

Για την εξέταση της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών, χρησιμοποιήθηκαν δύο θερμοκρασίες: $8\text{ }^\circ\text{C}$ (όπως προτείνεται από τη διεθνή βιβλιογραφία), $22\text{ }^\circ\text{C}$, αλλά και συνδυασμός δηλαδή παραμονή των καρπών στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ για 2 ημέρες αμέσως μετά την έξοδο από το θάλαμο συντήρησης στους $8\text{ }^\circ\text{C}$ για τον έλεγχο εμφάνισης συμπτωμάτων πιθανού κρουστραυματισμού. Η συσκευασία των καρπών αφορά σε ανοικτές συσκευασίες, που χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες (μάρτυρες), σε κλειστές πλαστικές συσκευασίες με ατμοσφαιρικό αέρα στο εσωτερικό τους και σε ατομικό τύλιγμα των καρπών με πλαστική μεμβράνη πολυαιθυλενίου. Σε όλες τις περιπτώσεις εξετάστηκαν οι μεταβολές των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των καρπών και ιδιαίτερα η σύσταση των αερίων στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού.

2. Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Φυτικό υλικό

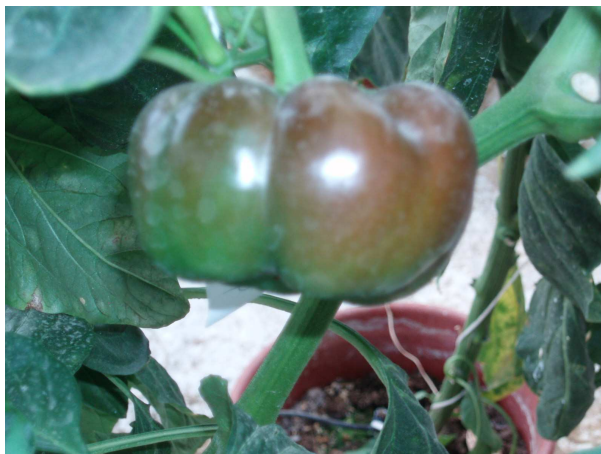
2.1.1. Χρησιμοποιούμενες ποικιλίες και υβρίδια πιπεριάς

Το γενετικό υλικό (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.) που χρησιμοποιήθηκε σε όλα τα πειράματα αναφέρεται, είτε σε ποικιλίες όπου οι σπόροι είχαν προηγουμένως παραχθεί στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, είτε σε σπόρους ποικιλιών και υβριδίων που προμηθεύτηκαν από τους σποροπαραγωγικές εταιρίες “Αγροτικός Οίκος Σπύρου Α.Ε.Β.Ε.” (Ελλάδα), “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.” (Ελλάδα) και “Enza-Zaden” (Ολλανδία). Όλοι οι καρποί ανήκουν στο τύπο φλάσκα και στο τύπο κέρατο (επιμήκεις καρποί).

Ακολουθως, αναφέρονται τα κύρια χαρακτηριστικά των χρησιμοποιούμενων ποικιλιών και υβριδίων πιπεριάς:

California Wonder

Οι σπόροι προήλθαν από προηγούμενη καλλιέργεια στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών. Αποτελεί μία από τις περισσότερο διαδεδομένες διεθνώς ποικιλίες ζωηρής ανάπτυξης, που προορίζεται κυρίως για υπαίθρια καλλιέργεια. Τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται και σε θερμοκηπιακές καλλιέργειες με πολύ καλές αποδόσεις. Ο καρπός είναι τρίλοβος ή τετράλοβος, τετραγωνισμένος με χοντρά τοιχώματα, μέσου μεγέθους και χρώματος πράσινου που κατά την ωρίμανση μετατρέπεται σε κόκκινο. Χρησιμοποιείται κυρίως για νωπή κατανάλωση καθώς και για μεταποίηση. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο μωσαϊκό του TMV (Εικόνα 2.1).



Εικόνα 2.1: Καρπός της ποικιλίας California Wonder λίγο μετά την αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου από πράσινο σε κόκκινο.

Yolo Wonder

Οι σπόροι προήλθαν από προηγούμενη καλλιέργεια στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών. Ποικιλία με παρόμοια χαρακτηριστικά με την

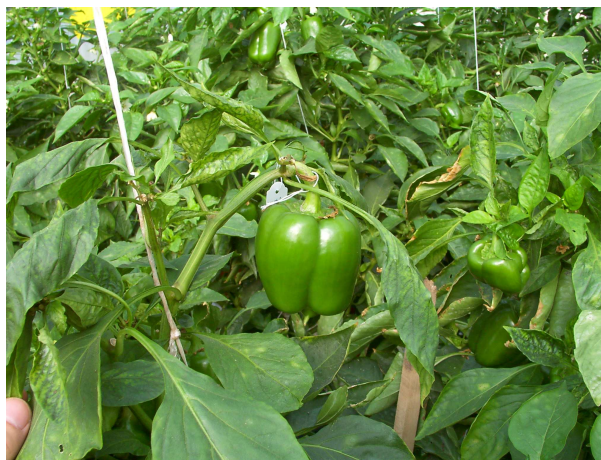
ποικιλία California Wonder, που προορίζεται κυρίως για υπαίθρια καλλιέργεια, αλλά έχει καλές αποδόσεις και σε θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Είναι ποικιλία μέσης πρωιμότητας και πολύ ζωηρής ανάπτυξης, παραγωγική, με ύψος ως 75 εκατοστά και με συμπαγή βλάστηση. Παρουσιάζει ανθεκτικότητα στο TMV. Ο καρπός είναι συνήθως τρίλοβος ή τετράλοβος με γλυκιά σάρκα και βαθύ πράσινο χρώμα που κατά την ωρίμανση γίνεται κόκκινο. Είναι γενικά καρπός καλής ποιότητας. Συνήθως καταναλώνεται νωπός, αλλά και μετά από μεταποίηση (Εικόνα 2.2).



Εικόνα 2.2: Καρποί της ποικιλίας Yolo Wonder κατά την ανάπτυξή τους πάνω στο φυτό.

E84066

Αρχικά οι σπόροι είχαν προμηθευτεί από τον Ολλανδικό σποροπαραγωγικό οίκο “Enza-Zaden”, ενώ οι σπόροι που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη μελέτη είχαν προέλθει από αντίστοιχη προηγούμενη καλλιέργεια στον πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών. Οι καρποί είναι τύπου φλάσκας, που μοιάζουν αρκετά με την ποικιλία California Wonder, αλλά με περισσότερο λεπτά τοιχώματα περικαρπίου. Από προηγούμενα πειραματικά στο πειραματικό αγρό του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών, η καλλιέργεια της συγκεκριμένης ποικιλίας εντός του θερμοκηπίου χαρακτηρίζεται από υψηλό ποσοστό σπασίματος των βλαστών (Εικόνα 2.3).



Εικόνα 2.3: Καρποί της ποικιλίας E84066 κατά την ανάπτυξή τους πάνω στο φυτό.

Tomson

Οι σπόροι της ποικιλίας Tomson προμηθεύτηκαν από τη σποροπαραγωγική εταιρία "Αγροτικός Οίκος Σπύρου Α.Ε.Β.Ε.". Σύμφωνα με πληροφορίες, που συλλέχθηκαν από την εταιρία, η ποικιλία Tomson χρησιμοποιείται για θερμοκηπιακή καλλιέργεια και οι καρποί τύπου φλάσκας, προορίζονται για νωπή κατανάλωση στο στάδιο του πράσινου χρώματος. Τα φυτά παρουσιάζουν ανοχή σε ιώσεις, όπως TSWV (Tomato Spotted Wilt Virus), Tm:0-3 (Tobamovirus group / Pepper mild mottle virus, Tobacco mild green mosaic virus, Tobacco mosaic virus, Tomato mosaic virus) και αναφέρεται ως κλιμακτηριακή, σε αντίθεση με τις περισσότερες ποικιλίες πιπεριάς που κατατάσσονται ως μη κλιμακτηριακές, όπως η California Wonder, Yolo Wonder και η E84066 (Εικόνα 2.4).



Εικόνα 2.4: Κλειστό άνθος και καρποί ποικιλίας Tomson σε τρία διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, αλλαγής χρώματος από πράσινο σε κόκκινο και κόκκινου χρώματος).

Golden California Wonder

Ποικιλία τύπου φλάσκας, με καρπούς κίτρινου-πορτοκαλί ή πορτοκαλί χρώματος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Η προμήθεια των σπόρων πραγματοποιήθηκε σε μικρή ποσότητα από το σποροπαραγωγικό οίκο "Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.". Οι καρποί είναι τετράγωνοι, τετράλοβοι και σχετικά μεγάλοι μεγέθους, όπως συμβαίνει για τις ποικιλίες California Wonder και E84066. Η ανάπτυξη του φυτού (μέγεθος φυτού και σχήμα φύλλων), του άνθους (μέγεθος) και των καρπών (σχήμα και μέγεθος) επιβεβαιώνει τους ισχυρισμούς του προμηθευτή ότι τα χαρακτηριστικά της ταιριάζουν απόλυτα με τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης της ποικιλίας California Wonder (Εικόνα 2.5).



Εικόνα 2.5: Άνθος και καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κίτρινο-πορτοκαλί και στο ώριμο στάδιο (απόκτηση πορτοκαλί χρώματος) της ποικιλίας Golden California Wonder.

Σταυρός

Ποικιλία με καρπούς επιμήκεις, μικρού μήκους και με έντονη καυστικότητα σε όλα τα μέρη και σε όλα τα στάδια ανάπτυξης του καρπού (πράσινο, αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος). Οι καρποί είναι ρυτιδωμένοι ξεκινούν από πράσινο χρώμα και κατά την ωρίμανση αποκτούν κόκκινο χρωματισμό. Οι σπόροι προμηθεύτηκαν από το σποροπαραγωγικό οίκο “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.”. Η ποικιλία καλλιεργείται ευρέως στην Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα και οι καρποί χρησιμοποιούνται για την παρασκευή του “μπούκοβου” (Εικόνα 2.6).



Εικόνα 2.6: Άνθος και καρποί ποικιλίας Σταυρός σε τρία διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, αλλαγής χρώματος από πράσινο σε κόκκινο και κόκκινου χρώματος).

Long Yellow Jumbo

Υβρίδιο Long Yellow Jumbo με καρπούς τύπου κέρατο που καταναλώνονται στο στάδιο του πράσινου χρώματος. Οι καρποί έχουν σκούρο πράσινο χρώμα αμέσως μετά το δέσιμο, αποκτούν ένα αρκετά ανοικτό και ξεθωριασμένο πράσινο χρώμα στο στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος, ενώ κατά την ωρίμανση αποκτούν κόκκινο χρωματισμό. Οι σπόροι προμηθεύτηκαν από το σποροπαραγωγικό οίκο “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.” (Εικόνα 2.7).



Εικόνα 2.7: Άνθος και καρποί του υβριδίου Long Yellow Jumbo σε τρία διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, κίτρινου χρώματος και κόκκινου χρώματος).

Bounty F1 (Lenor)

Υβρίδιο τύπου κέρατο και με καρπούς επιμήκεις με χρώμα περικαρπίου ανοικτό πράσινο (στο στάδιο του πράσινου χρώματος), κίτρινο-πράσινο χρώμα (στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος) και κόκκινο χρώμα (στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης). Οι σπόροι προμηθεύτηκαν από το σποροπαραγωγικό οίκο “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.” (Εικόνα 2.8).



Εικόνα 2.8: Άνθος και καρποί του υβριδίου Bounty F1 (Lenor) τύπου κέρατος σε τρία στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος)

Picora

Υβρίδιο Picora τύπου κέρατο, με καρπούς επιμήκεις αρχικού χρώματος πράσινου και κόκκινου χρωματισμού κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Οι σπόροι προμηθεύτηκαν από το σποροπαραγωγικό οίκο “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.” (Εικόνα 2.9).



Εικόνα 2.9: Άνθος και καρποί του υβριδίου Picora τύπου κέρατος σε τρία στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος).

Hot Chili-as

Υβρίδιο Hot Chili-as τύπου κέρατο, αρχικού χρώματος πράσινου, πορτοκαλί χρώματος στο στάδιο της αλλαγής και κόκκινου χρωματισμού στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Τα άνθη έχουν κλίση προς τα κάτω και εμφανίζονται σε περισσότερα από 1 ανά θέση (συνήθως 2), ενώ οι καρποί έχουν κατεύθυνση προς τα πάνω και παρουσιάζουν ελαφριά καυστικότητα. Οι πληροφορίες αυτές οδηγούν στο συμπέρασμα ότι το υβρίδιο Hot Chili-as

ανήκει στο είδος *Capsicum frutescens* L. Οι σπόροι προμηθεύτηκαν από το σποροπαραγωγικό οίκο “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.” (Εικόνα 2.10).



Εικόνα 2.10: Άνθος και καρποί του υβριδίου Hot Chili-as τύπου κέρατος σε τρία στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος).

Φλωρίνης (Long Red Sweet)

Ποικιλία Φλωρίνης (Long Red Sweet) με καρπούς επιμήκεις με αρχικό χρώμα πράσινο και κόκκινο χρώμα κατά το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Οι καρποί είναι επιμήκεις και με χοντρά τοιχώματα περικαρπίου. Οι σπόροι προμηθεύτηκαν από το σποροπαραγωγικό οίκο “Γενική Φυτοτεχνική Αθηνών Α.Ε.Β.Ε.” (Εικόνα 2.11).



Εικόνα 2.11: Άνθος και καρποί της ποικιλίας Φλωρίνης (Long Red Sweet) σε τρία διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (πράσινου χρώματος, αλλαγής χρώματος από πράσινο σε κόκκινο και κόκκινου χρώματος).

2.1.2. Ανάπτυξη φυτών

Η σπορά σε όλες τις καλλιέργειες της ερευνητικής μελέτης πραγματοποιήθηκε το μήνα Μάρτιο σε δίσκους σποράς και ακολούθησε μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια 1 l από μαύρο πλαστικό, ύψους 10 cm και διαμέτρου 12 cm στην κορυφή και 8 cm στη βάση. Η πρώτη μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε στο στάδιο των 2-3 πραγματικών φύλλων, όπου τα φυτά είχαν αποκτήσει ύψος 5-6 cm. Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη KTS2 και περλίτης σε αναλογία 3:1 (κ.ο.). Η περιεκτικότητα της εμπλουτισμένης τύρφης KTS2 (Klasmann-Deilman GmbH) σε θρεπτικά στοιχεία ήταν 280-360 g l⁻¹ N, 320-410 g l⁻¹ P₂O₅ και 370-460 g l⁻¹ K₂O.

Η δεύτερη μεταφύτευση πραγματοποιήθηκε περίπου 30-35 ημέρες (5-6 φύλλα) από τη σπορά σε γλάστρες χωρητικότητας 11 l, με διαστάσεις: ύψος 28 cm και διάμετρο 30 cm στην κορυφή και 20 cm στη βάση. Ως υπόστρωμα χρησιμοποιήθηκε μίγμα εμπλουτισμένης τύρφης KTS2 και περλίτη σε αναλογία 3:1 (κ.ο.). Οι γλάστρες με τα φυτά τοποθετήθηκαν μέσα σε θάλαμο υαλόφρακτου θερμοκηπίου.

Το έδαφος του θαλάμου του θερμοκηπίου είχε καλυφθεί με σκληρό πλαστικό διπλής όψεως, λευκού και μαύρου χρώματος, με την πλευρά του μαύρου χρώματος να ακουμπάει στο χώμα. Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν σε διπλές γραμμές, με αποστάσεις 50 cm μεταξύ των γραμμών και επί της γραμμής. Μεταξύ των διπλών γραμμών υπήρχε διάδρομος πλάτους 70 cm.

Η άρδευση των φυτών έγινε με σταγόνες με τη βοήθεια αυτόματου ποτίσματος, κατάλληλα ρυθμισμένο με χρονοδιακόπτη. Το αρδευτικό σύστημα είχε ένα κεντρικό λάστιχο διατομής 16 mm (Φ16) με οπές ανά 25 cm από τις οποίες ξεκινούσαν τα σωληνάκια tubes, διατομής 6 mm (Φ6) και κατέληγαν σε ειδικά μπεκ, τύπου ομπρέλας (ένα μπεκ για κάθε φυτό). Το πότισμα είχε προγραμματιστεί σε ποσότητα 250 ml ανά φυτό μία φορά την ημέρα (νωρίς το πρωί) ή δύο φορές την ημέρα (πρωί και απόγευμα) σε περιόδους με υψηλή θερμοκρασία λόγω των αυξημένων απαιτήσεων των φυτών σε νερό.

Η λίπανση των μικρών σποροφύτων, μέχρι τη μεταφύτευση, δεν κρίθηκε αναγκαία, αφού χρησιμοποιήθηκε τύρφη εμπλουτισμένη με θρεπτικά στοιχεία. Μετά τη μεταφύτευση των φυτών στην τελική τους θέση εντός του θερμοκηπίου, η λίπανση γινόταν ημερησίως ταυτόχρονα με την άρδευση των φυτών (υδρολίπανση). Το πυκνό διάλυμα με τα λιπαντικά στοιχεία βρισκόταν σε δύο βαρέλια των 190 l, όπως φαίνεται στον πίνακα 2.1. Μετά την αραιώση του πυκνού διαλύματος με το αρδευτικό νερό σε αναλογία 1:200, το θρεπτικό διάλυμα διοχετευόταν στα φυτά.

Πίνακας 2.1: Παρασκευή του πυκνού διαλύματος για την υδρολίπανση

Βαρέλι 1 (190 l)		
KNO ₃	23,0	Kg
NH ₄ NO ₃	6,1	Kg
MgSO ₄ *7H ₂ O	6,2	Kg
Φωσφορικό οξύ (80 %)	2,0	L
H ₃ BO ₄	190,0	G
ZnSO ₄	30,0	G
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂₄ H ₂ O	3,9	G
MnSO ₄ *H ₂ O	118,7	G
CuSO ₄ *5H ₂ O	15,2	G
Βαρέλι 2 (190 l)		
Ca(NO ₃) ₂ *4H ₂ O	16,6	Kg
EDTA	63,0	G

Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας πραγματοποιήθηκε υποσύλωση των φυτών με τη βοήθεια πλαστικού σπάγκου. Το πάνω άκρο του σπάγκου δέθηκε σε οριζόντιο σύρμα (ένα για κάθε μία γραμμή της διπλής σειράς) και το κάτω άκρο είχε περιτυλιχθεί γύρω από το κεντρικό στέλεχος του φυτού. Η υποσύλωση των φυτών έγινε όταν αυτή κρίθηκε αναγκαία, περίπου 1 μήνα μετά τη δεύτερη μεταφύτευση.

Η καταπολέμηση των ζιζανίων επιτεύχθηκε με τη χρήση του πλαστικού φύλλου κάλυψης του εδάφους. Για την φυτοπροστασία εφαρμόστηκε κατάλληλο μυκητοκτόνο (Bayleton) για την καταπολέμηση του ωιδίου και εντομοκτόνα Confidor και Trigard και ακαρεοκτόνο Vendex, για την αντιμετώπιση των αφίδων, του εντόμου *Liriomyza* sp. και του τετράνυχου αντιστοιχώς.

Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ειδικού κλαδευτικού ψαλιδιού κατάλληλο για την κοπή των καρπών, με τέτοιο τρόπο ώστε να παραμένει τμήμα (περίπου 1-2 cm) του ποδίσκου. Η απομάκρυνση των καρπών συντελέστηκε τις πρωινές ώρες ώστε οι ιστοί να βρίσκονται ακόμα σε σπαργή. Τα στάδια συγκομιδής αναφέρονται στην απόκτηση του ώριμου πράσινου χρώματος, την αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο (ή άλλο χρώμα ανάλογα με την ποικιλία ή υβρίδιο) και την απόκτηση του ώριμου κόκκινου χρώματος (ή άλλο χρώμα ανάλογα με την ποικιλία ή υβρίδιο) ή σε ενδιάμεσα στάδια ανάλογα με τις ανάγκες του πειράματος.

2.2. Σχηματισμός καρπού

2.2.1. Συνθήκες φυσιολογικής γονιμοποίησης

Οι καρποί που αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες φυσικής γονιμοποίησης, δηλαδή γονιμοποίηση του υπέρου από γύρη του ίδιου του άνθους ή γύρη που μεταφέρθηκε με τη βοήθεια εντόμων (μέλισσες) και τον αέρα από γειτονικά φυτά της ίδιας ποικιλίας ή υβρίδιο. Για τις ανάγκες της ερευνητικής μελέτης, οι συγκεκριμένοι καρποί ονομάζονται “Μάρτυρες” (Control) και χρησιμοποιούνται ως δείκτες σύγκρισης με τους καρπούς που σχηματίστηκαν χωρίς τη γονιμοποίηση του άνθους.

2.2.2. Σχηματισμός άσπερμων καρπών με φυσικό τρόπο

Στα πλαίσια εξέτασης του σχηματισμού άσπερμων καρπών με φυσικό τρόπο σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από 18 °C, 20 φυτά της ποικιλίας Yolo Wonder, τύπου φλάσκας, αναπτύχθηκαν μέσα σε γυάλινο θερμοκήπιο τους μήνες Δεκέμβριο, Ιανουάριο, Φεβρουάριο και Μάρτιο. Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος, η μέση ημερήσια θερμοκρασία έφτασε τους 16 °C και η ελάχιστη θερμοκρασία τους 7 °C. Όλα τα φυτά παρουσίασαν πολύ χαμηλό ρυθμό ανάπτυξης και μικρό κατά συνέπεια μέγεθος φυτών, μικρό αριθμό ανθέων, υψηλό ποσοστό πτώσης ανθοφόρων οφθαλμών και ανθέων και πολύ μικρό αριθμό σχηματισμένων καρπών (περίπου 5-6 καρποί ανά φυτό).



Εικόνα 2.12: Άσπερμοι καρποί της ποικιλίας Yolo Wonder κάτω από χαμηλή θερμοκρασία (< 18 °C) τους χειμερινούς μήνες: στάδιο του πράσινου χρώματος (αριστερά), στάδιο της αλλαγής του χρώματος (κέντρο) και συγκομισμένοι πράσινοι καρποί διαφόρων σχημάτων (δεξιά).

Οι σχηματισμένοι καρποί είχαν πολύ μικρό μέγεθος και δεν περιείχαν σπόρους. Το μήκος και η διάμετρος των παρθενοκαρπικών καρπών δεν ξεπέρασαν τα 2-2,5 cm σε αντίθεση με το μεγαλύτερο μέγεθος των ένσπερμων καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων σε υψηλότερη θερμοκρασία τους καλοκαιρινούς μήνες (μήκος: 5,5-6 cm και διάμετρος: 4 cm). Η παρατήρηση του μικρού μεγέθους των άσπερμων καρπών σε συνδυασμό με τον μικρό αριθμό καρπών ανά φυτό, συντέλεσαν στην ανάγκη εξέτασης της παρθενοκαρπίας με τη χρήση ορμονών καρπόδεσης κατά τους καλοκαιρινούς μήνες (Εικόνα 2.12).

2.2.3. Παρθενοκαρπία με τεχνητό τρόπο

Καθώς η παρθενοκαρπία κατά τους χειμερινούς μήνες οδηγεί στο σχηματισμό πολύ μικρών καρπών και πολύ μικρού αριθμού καρπών ανά φυτό, επιδιώχθηκε ο σχηματισμός άσπερμων καρπών με τεχνητό τρόπο (απομάκρυνση ανθέρων και ταυτόχρονη εφαρμογή ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης) σε συνθήκες υψηλότερης θερμοκρασίας (>18 °C). Η απομάκρυνση των ανθέρων πραγματοποιήθηκε λίγο πριν ανοίξουν τα άνθη και πάντα τις πρώτες πρωινές ώρες και ακολούθησε εφαρμογή ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης (αυξινών) (Εικόνα 2.13).



Εικόνα 2.13: Άνθη που αναπτύσσονται κανονικά (αριστερή φωτογραφία) και άνθη όπου έχουν δεχθεί αφαίρεση των ανθέρων και εφαρμογή διαλύματος αυξίνης (δεξιά φωτογραφία).

Η εφαρμογή του ορμονικού διαλύματος αυξίνης αναφέρεται στον ψεκάσμου του άνθους (Μέθοδοι 2 και 3).

Η εφαρμογή των αυξητικών ουσιών συντελέσθηκε με διάφορους τρόπους, όπως αναγράφονται ακολούθως.

Μέθοδος 1

Παρασκευάστηκε πάστα λανολίνης με ορμονικό διάλυμα αυξίνης και ακολούθως εφαρμόστηκε πάνω σε άνθος, όπου είχε προηγηθεί η απομάκρυνση των ανθέρων. Η εφαρμογή της πάστας πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια μικροσύριγγας του 1 ml, όπου είχε αφαιρεθεί η βελόνα στην άκρη για τη διευκόλυνση της εξαγωγής του υλικού. Η απομάκρυνση των ανθέρων πραγματοποιήθηκε στο στάδιο του κλειστού άνθους με τη βοήθεια λαβίδας.

Το ορμονικό διάλυμα αποτελείται από 1-ναφθαλινοξικό οξύ (1-NAA) σε συγκέντρωση 0,05 % και εφαρμόστηκε 3 φορές μέχρι την εξασφάλιση της ανάπτυξης των καρπών παρθενοκαρπικά. Η πρώτη εφαρμογή έγινε αμέσως μετά την απομάκρυνση των ανθέρων, η δεύτερη μια εβδομάδα αργότερα (μόλις είχε σχηματιστεί ο καρπός) και τέλος ακολούθησε

και τρίτη εφαρμογή μια εβδομάδα μετά τη δεύτερη εφαρμογή. Στις δύο πρώτες εφαρμογές, η πάστα λανολίνης τοποθετήθηκε κατά τέτοιο τρόπο ώστε να καλυφθεί πλήρως το στίγμα του ύπερου, ενώ στη τρίτη εφαρμογή η πάστα τοποθετήθηκε επάνω στο σχηματισμένο καρπό (μικρότερο μέγεθος από 0,5 cm).

Η πάστα λανολίνης τοποθετήθηκε στη σύριγγα αφού πρώτα είχε αναμειχθεί με αποσταγμένο νερό (1:1) και εμπλουτιστεί με 0,05 % 1-NAA (Wien and Zhang, 1991) Το 1-NAA, που διαλύθηκε στο νερό, αναμείχθηκε με λανολίνη που βρισκόταν στους 100 °C. Το διάλυμα αναδεύτηκε μέχρι να ομογενοποιηθεί και έμεινε σε θερμοκρασία δωματίου για να κρυώσει.

Η πάστα λανολίνης με 1-NAA οδήγησε σε σχηματισμό παρθενοκαρπικών καρπών, που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα, που περιγράφονται στο κεφάλαιο 4 σχετικά με τη σύγκριση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Μέθοδος 2

Για τις ανάγκες του σχηματισμού των παρθενοκαρπικών καρπών που αναφέρονται στα αποτελέσματα του κεφαλαίου 5, παρασκευάστηκε το ορμονικό διάλυμα αυξίνης, που εφαρμόστηκε με την μορφή ψεκασμού πάνω σε άνθη από τα οποία προηγουμένως είχαν αφαιρεθεί οι ανθήρες.

Το ορμονικό διάλυμα παρασκευάστηκε με τη διάλυση ποσότητας 0,05 g 1-NAA σε 100 ml αποσταγμένου νερού. Το διάλυμα παρέμεινε σε αναδευτήρα για 20 περίπου λεπτά στους 22°C μέχρι να επιτευχθεί πλήρη ομογενοποίηση. Το ορμονικό διάλυμα εφαρμόστηκε απευθείας στα άνθη με τη βοήθεια μικρού ψεκαστήρα. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 4 ψεκασμοί των ανθέων. Η πρώτη εφαρμογή έγινε στο στάδιο του κλειστού άνθους, όπου ανοίχτηκε με τη βοήθεια βελόνας για την απομάκρυνση των ανθήρων. Η δεύτερη εφαρμογή πραγματοποιήθηκε περίπου 5 ημέρες αργότερα (όταν είχε ήδη σχηματιστεί ο καρπός) και τέλος ακολούθησαν η τρίτη και η τέταρτη εφαρμογή μια και δύο εβδομάδες αντίστοιχα μετά την ανάπτυξη του καρπού παρθενοκαρπικά.

Για τα καλύτερα αποτελέσματα της εφαρμογής του ψεκασμού του ορμονικού διαλύματος, προστέθηκαν μέσα σε αυτό και σταγόνες (2 ml ανά 300 ml ορμονικού διαλύματος) του προσκολλητικού Tween 20 της Merck.

Μέθοδος 3

Για τις ανάγκες του πειράματος, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 6, η ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών πραγματοποιήθηκε με την εφαρμογή της έτοιμης και εμπορικής ορμόνης Ortomone 5 % EC (Αγροτικός Οίκος Σπύρου Α.Ε.Β.Ε.), που περιέχει τη ρυθμιστική ουσία β-NOA 5 %. Η εφαρμογή πραγματοποιήθηκε με σχεδόν καθημερινούς ψεκασμούς των ανθέων, που είχαν προηγουμένως δεχθεί την απομάκρυνση των ανθήρων, μέχρι το σχηματισμό του καρπού. Συνολικά, εφαρμόστηκαν 5 ψεκασμοί σε κάθε άνθος, στη συνιστώμενη δοσολογία για την παραγωγή του ψεκαστικού διαλύματος, που είναι 100-160 ml 100 l⁻¹ νερού.

Για την αύξηση της προσκολλητικής ικανότητας του διαλύματος προστέθηκε το υδατοδιαλυτό υγρό Saldo Plus 15 SL (Isodecyl Alcohol Ethoxylate) σε δοσολογία 1-3 ml Saldo l⁻¹ ψεκαστικού διαλύματος.

Σε όλες τις μεθόδους τεχνητής παρθενοκαρπίας, το ορμονικό διάλυμα εφαρμόστηκε σε όλα τα άνθη του φυτού που βρίσκονταν σε συγκεκριμένο στάδιο ανάπτυξης (πρώτη εφαρμογή σε ευνουχισμένα άνθη στο στάδιο του κλειστού άνθους), ενώ μετά την

επιτυχία της ανάπτυξης των παρθενοκαρπικών καρπών απομακρύνθηκαν όλα τα άνθη, ώστε πάνω σε κάθε φυτό να βρίσκεται σταθερός αριθμός καρπών, 6-8 καρποί.

2.3. Όργανα και μέθοδοι μετρήσεων

Για τις διάφορες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν τα εξής όργανα μέτρησης.

Θερμοκρασία και ηλιοφάνεια θερμοκηπίου

Ηλεκτρονικό σύστημα καταγραφής μετεωρολογικών δεδομένων - HOBO

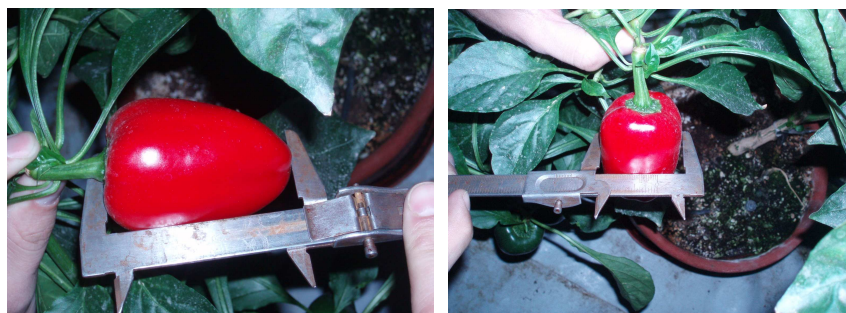
Η μέτρηση και καταγραφή των μετεωρολογικών δεδομένων πραγματοποιήθηκε με μικρό αυτόνομο data-logger με αισθητήρες θερμοκρασίας, HOBO, της εταιρίας Onset Computer Corporation, Pocasset, MA, USA (<http://www.onsetcomp.com/>) και τεχνικά χαρακτηριστικά, που περιγράφονται στον πίνακα 2.2. Η καταγραφή των δεδομένων ρυθμίστηκε ανά 10 λεπτά και κάθε δύο εβδομάδες τα δεδομένα μεταφέρονταν σε ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Πίνακας 2.2: τεχνικά χαρακτηριστικά εύρους και ακρίβειας μέτρησης του Hobo

<u>Τεχνικά χαρακτηριστικά Hobo</u>	
Εύρος μέτρησης θερμοκρασίας	-30 °C έως 50 °C
Ακρίβεια μέτρησης θερμοκρασίας	± 0,2 °C στους 21 °C

Παχύμετρο

Το παχύμετρο χρησιμοποιείται για τη μέτρηση των διαστάσεων (μήκος και διάμετρος) των καρπών και με ακρίβεια 2 δεκαδικών ψηφίων (Εικόνα 2.14). Ως μήκος καρπού ορίζεται η απόσταση μεταξύ του ποδίσκου (άνω άκρο του καρπού) μέχρι το σημείο αποκοπής του στύλου (κάτω άκρο του καρπού). Ως διάμετρος καρπού ορίζεται η μεγαλύτερη διάμετρος, που εντοπίζεται στο μέσο της απόστασης ποδίσκου και σημείου αποκοπής του στύλου.



Εικόνα 2.14: Παχύμετρο για τη μέτρηση των διαστάσεων του καρπού, του μήκους (αριστερά) και της διαμέτρου (δεξιά)

Ηλεκτρονικός ζυγός ακριβείας

Για τις μετρήσεις του νωπού βάρους καρπού και περικαρπίου χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός ζυγός, μοντέλου Mettler PE 600, της εταιρίας Mettler Toledo, Αθήνα, Ελλάδα (<http://gr.mt.com/eur/en/home.html?description=eu>), με ακρίβεια δύο δεκαδικών ψηφίων (0,01 g). Για τις μετρήσεις με μεγαλύτερη ακρίβεια, όπως νωπό βάρος σπόρων

χρησιμοποιήθηκε ηλεκτρονικός ζυγός, μοντέλου Mettler PM 100, της ίδιας εταιρίας, με ακρίβεια τεσσάρων δεκαδικών ψηφίων (0,001 g).

Συνεκτικόμετρο DFIS10

Η αντίσταση του περικαρπίου στην πίεση (εκφρασμένη σε Kg) μετρήθηκε με το συνεκτικόμετρο DFIS10, της εταιρίας Chatillon and Sons Inc., New York, USA (<http://www.chatillon.com/about-chatillon/our-company.aspx>), προσαρμοσμένο σε μηχανική βάση TCM 201-M. Για τη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε κωνική βελόνα διαμέτρου 5 mm, με ταχύτητα καθόδου 100 mm sec^{-1} και το βάθος εισόδου της βελόνας στα 5 mm. Ο καρπός τοποθετήθηκε σε σταθερή βάση και η μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο μέσο του διαστήματος της απόστασης ποδίσκου - σημείο αποκοπής του στύλου (σημείο μέτρησης της διαμέτρου του καρπού) μέχρι την είσοδο της ακίδας της βελόνας στο περικάρπιο. Σε κάθε καρπό έγιναν δύο μετρήσεις σε διαφορετικά σημεία στο μέσο του καρπού.

Χρωματόμετρο MINOLTA CR-300

Το διαφορικό χρωματόμετρο, MINOLTA CR-300, της εταιρίας Minolta Co Ltd, Osaka, Japan (<http://www.konicaminolta.com/>), χρησιμοποιήθηκε για τη μέτρηση του χρώματος του περικαρπίου των καρπών.

Η αρχή λειτουργίας του χρωματόμετρου βασίζεται στην μέτρηση τριών συντεταγμένων L^* , a^* και b^* . Κατά τη μέτρηση του χρώματος, ο καρπός φωτίζεται με λευκό φως για μικρά χρονικά διαστήματα και το φως που ανακλάται από την επιφάνεια του καρπού αναλύεται από ειδικά φωτοκύτταρα.

Οι τιμές των (L^*), (a^*) και (b^*) αναλύονται ως εξής:

- Το συντελεστή a , που υποδηλώνει τη μεταβολή του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο ($-a \leftrightarrow +a$).
- Το συντελεστή b , που υποδηλώνει τη μεταβολή του χρώματος από μπλε σε κίτρινο ($-b \leftrightarrow +b$).
- Το συντελεστή L , που υποδηλώνει τη μεταβολή της έντασης του χρώματος (φωτεινότητα).

Η συγκεκριμένη μέθοδος αξιολογεί το χρώμα σε μικρές επιφάνειες πάνω στον καρπό (διαμέτρου 8 mm), διενεργώντας 3 λήψεις για την εξαγωγή μίας μέτρησης. Η κάθε μέτρηση πραγματοποιήθηκε στο μέσο της απόστασης από τον ποδίσκο στο κάτω άκρο του καρπού (σημείο αποκοπής του στύλου) και σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκαν 4 συνολικά μετρήσεις περιμετρικά. Στην περίπτωση των καρπών με μικρότερη διάμετρο (παρθενοκαρπικοί καρποί και μακρόστενοι καρποί), τότε πραγματοποιήθηκαν μόνο 2 μετρήσεις χρώματος.

Φασμαφωτόμετρο

Φασμαφωτόμετρο ατομικής απορρόφησης UV-Visible, Perkin Elmer Lambda 1A, Massachusetts, USA (www.perkinelmer.com), με δυνατότητα λήψης φάσματος από 4000-400 nm^{-1} και κυψελίδα ($1 \times 1 \times 3 \text{ cm}$ και όγκου 3 ml) για την ανάλυση υγρών. Πρόκειται για ένα απλής δέσμης φασματοφωτόμετρο, όπου όλες οι μετρήσεις βασίζονται στην μεταβολή της έντασης της μοναδικής δέσμης φωτός.

Ασκορβικό οξύ (βιταμίνη C)

Ο προσδιορισμός της βιταμίνης C πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του UV-Visible φασματοφωτόμετρο Perkin-Elmer Lambda 1A με τη βοήθεια της μεθόδου που αναλύεται από τους Bajaj and Kaur (1981).

Τα αντιδραστήρια που χρησιμοποιήθηκαν ήταν τα εξής:

- Διάλυμα ammonium molybdate 5 % (w / v) σε αποσταγμένο νερό.
- Διάλυμα οξαλικού οξέος 0.05 M. Το διάλυμα αυτό παρασκευαζόταν λίγα λεπτά πριν από τη χρήση του και περιείχε 0.2 mM EDTA.
- Διάλυμα θειικού οξέος 5 % (v / v).
- Διάλυμα μεταφωσφορικού-οξικού οξέος. Για την παρασκευή του διαλύματος διαλύονταν, με ανάμειξη, 15 g μεταφωσφορικού οξέος σε 40 ml οξικού οξέος και 200 ml αποσταγμένου νερού. Στη συνέχεια γινόταν αραιώση μέχρι όγκου 500 ml και φιλτράρισμα του διαλύματος.
- Πρότυπου διαλύματος L-ασκορβικού οξέος, 0.1 % (w / v), σε διάλυμα οξαλικού οξέος.

Για τη δημιουργία της πρότυπης καμπύλης βαθμονόμησης τοποθετήθηκαν 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, 0,5 και 0,6 ml του πρότυπου διαλύματος L-ασκορβικού οξέος σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml. Στη συνέχεια προστέθηκε στις ογκομετρικές φιάλες ποσότητα διαλύματος οξαλικού οξέος 0,05 M ώστε σε κάθε ογκομετρική ο συνολικός όγκος του διαλύματος να είναι 5 ml. Ακολούθως, σε κάθε ογκομετρική φιάλη προστέθηκαν 0,5 ml μεταφωσφορικού οξέος, 1 ml 5 % (v / v) θειικού οξέος και 2 ml ammonium molybdate. Τα διαλύματα αραιώθηκαν με απεσταγμένο νερό, μέχρι όγκου 25 ml. Με τον ίδιο τρόπο παρασκευάστηκε και ο μάρτυρας, που δεν περιείχε L - ασκορβικό οξύ. Μετά από 15 λεπτά μετρήθηκε η απορρόφηση στα 760 nm.

Για τον προσδιορισμό του ασκορβικού οξέος στους καρπούς έγινε λειοτρίβηση 5 g νωπού βάρους περικαρπίου σε διάλυμα οξαλικού οξέος 0,05 M σε γουδί. Τα εκχυλίσματα διηθήθηκαν με τη βοήθεια διηθητικού χαρτιού (διαμέτρου 110 mm) και στη συνέχεια προστέθηκε οξαλικό οξύ μέχρι τελικού όγκου 100 ml. 5 ml από τα διηθήματα μεταφέρθηκαν σε ογκομετρικές φιάλες των 25 ml και ακολουθήθηκε η διαδικασία που περιγράφηκε για την παρασκευή των προτύπων διαλυμάτων βαθμονόμησης. Τα διαλύματα που προέκυψαν αφέθηκαν 15 λεπτά για να αναπτυχθεί το χρώμα και στη συνέχεια μετρήθηκε η απορρόφηση στα 760 nm. Η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέος προσδιορίστηκε με βάση την πρότυπη καμπύλη βαθμονόμησης.

Χλωροφύλλη

Η μέτρηση της χλωροφύλλης πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο Arnon (1949). Από κάθε καρπό ζυγίστηκε ποσότητα περικαρπίου ίση με 1 g νωπού βάρους με τη βοήθεια ζυγού ακριβείας. Ύστερα, ακολούθησε λειοτρίβηση κάθε δείγματος σε γουδί με την εφαρμογή μικρής ποσότητας διαλύματος ακετόνης 80 % (v / v) σε απεσταγμένο νερό. Με την λειοτρίβηση καταστρέφονται τα τεμαχίδια του φυτικού ιστού του περικαρπίου και οι χλωροφύλλες περνούν στο διάλυμα της ακετόνης. Η λειοτρίβηση σταματούσε όταν με περαιτέρω τρίψιμο οι ιστοί δεν έδιναν μίγμα πράσινου χρώματος. Ακολούθησε διήθηση του εκχυλίσματος με διηθητικό χαρτί (διαμέτρου 110 mm) και εφαρμογή μικρής ποσότητας ακετόνης 80 % (v / v), ώστε στο τελικό διάλυμα να μην υπάρχουν τμήματα φυτικού ιστού.

Στη συνέχεια, το τελικό εκχύλισμα συμπληρώθηκε με την εφαρμογή επιπλέον διαλύματος ακετόνης 80 % (v / v) μέχρι τα 100 ml.

Η όλη διαδικασία της μέτρησης πραγματοποιήθηκε σε σκοτεινό μέρος για την αποφυγή διάσπασης της χλωροφύλλης από το φως.

Η ολική χλωροφύλλη (a+b) προσδιορίστηκε με τη μέτρηση της απορρόφησης του τελικού εκχυλίσματος σε δυο μήκη κύματος, στα 645 και στα 663 nm με τη βοήθεια UV-Visible φασματοφωτομέτρου Perkin-Elmer Lambda 1A.

Ο υπολογισμός της χλωροφύλλης (mg / g νωπού βάρους καρπού) πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια των τύπων, που περιγράφονται ακολούθως (Arnon, 1949):

- Χλωροφύλλη a= $(12.7 * A_{663} - 2.69 * A_{645}) * v / (1000 * w)$
- Χλωροφύλλη b= $22.9 * A_{645} - 4.68 * A_{663}) * v / (1000 * w)$
- Χλωροφύλλη ολική= $(20.2 * A_{645} + 8.02 * A_{663}) * v / (1000 * w)$

όπου: A₆₄₅: η απορρόφηση στα 645 nm

A₆₆₃: η απορρόφηση στα 663 nm

v: ο τελικός όγκος αραίωσης του εκχυλίσματος (ml)

w: το νωπό βάρος του δείγματος (g).

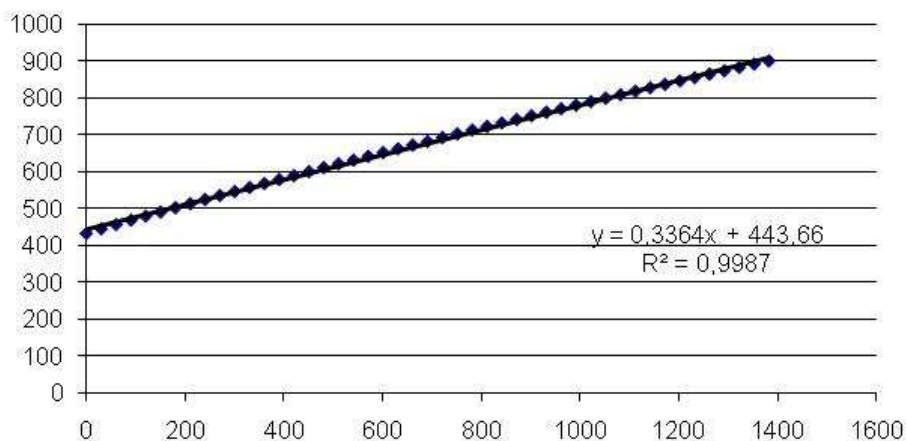
Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε mg χλωροφύλλης ανά 100 g νωπού βάρους καρπού.

Ποσοστό επί τοις εκατό (%) οξυγόνου και διοξειδίου του άνθρακα

Η σύσταση της ατμόσφαιρας σε διοξείδιο του άνθρακα (CO₂) και οξυγόνο (O₂) στο εσωτερικό της συσκευασίας κατά τη συντήρηση των καρπών, αλλά και ο ρυθμός παραγωγής CO₂ του καρπού προσδιορίστηκε με τον αναλυτή O₂ / CO₂, PBI Dansensor Checkmate II, της εταιρίας PBI Dansensor A/S, Denmark (<http://www.pbi-dansensor.com/Diverse/SearchResult.aspx?searchtext=modified%20atmosphere%20packaging%20-%20food%20and%20beverage%20industry>). Με τη βοήθεια προσαρμοσμένης βελόνας στο σύστημα εισαγωγής αέρα του οργάνου πραγματοποιήθηκε η λήψη δείγματος 1 ml από τη μικροσυσκευασία και καταγράφηκε η εκατοστιαία αναλογία σε CO₂ και O₂, με ακρίβεια 0,1 % CO₂ και O₂ σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C.

Προσδιορισμός ρυθμού αναπνοής του καρπού (LI-COR)

Ο ρυθμός αναπνοής (ρυθμός παραγωγής CO₂) του καρπού μετρήθηκε με το κλειστό σύστημα αέριο-χρωματογραφίας (IRGA), LI-6252 CO₂ Analyzer, της εταιρίας LI-COR, Lincoln, Nebraska, USA (<http://www.licor.com/>). Η ροή του αέρα στο όργανο ρυθμίστηκε στα 2 l / min. Το δοχείο (όγκου 500 ml ή 750 ml ανάλογα με το μέγεθος του καρπού), στο οποίο είχε τοποθετηθεί ο καρπός έφερε σύστημα σωληνώσεων για την κυκλοφορία του αέρα, συνολικού όγκου 80 ml. Ο ρυθμός αναπνοής των καρπών εκφράστηκε ως εκλυόμενη συγκέντρωση CO₂ σε χιλιοστά του λίτρου, ανά κιλό νωπού βάρους καρπού, ανά ώρα (ml Kg⁻¹ h⁻¹). Σε κάθε μέτρηση τοποθετήθηκε μόνο ένας καρπός μέσα στο δοχείο και η διάρκεια της κάθε μέτρησης προσδιορίστηκε στα 6-7 λεπτά. Πριν από τη μέτρηση, οι καρποί παρέμειναν σε θερμοκρασία 22 °C για 1-2 ώρες και το δοχείο με τον καρπό βρισκόταν μέσα σε θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 22 °C.



Εικόνα 2.15: Καμπύλη μέτρησης του ρυθμού αναπνοής (ρυθμός παραγωγής CO₂), όπου στον άξονα Χ απεικονίζεται ο χρόνος (sec) και στον άξονα Υ η αναγραφόμενη τιμή του αναλυτή.

Αέριος χρωματογράφος για τον προσδιορισμό του αιθυλενίου και διοξειδίου του άνθρακα

Για τον προσδιορισμό του εκλυόμενου αιθυλενίου (C₂H₄) από τους καρπούς, αλλά και τις συγκεντρώσεις του διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και του αιθυλενίου (C₂H₄) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αερίου-χρωματογραφίας, με τη βοήθεια του αναλυτή αέριος - χρωματογραφίας Perkin - Elmer, μοντέλου Sigma 8310B (<http://www.perkinelmer.com>).

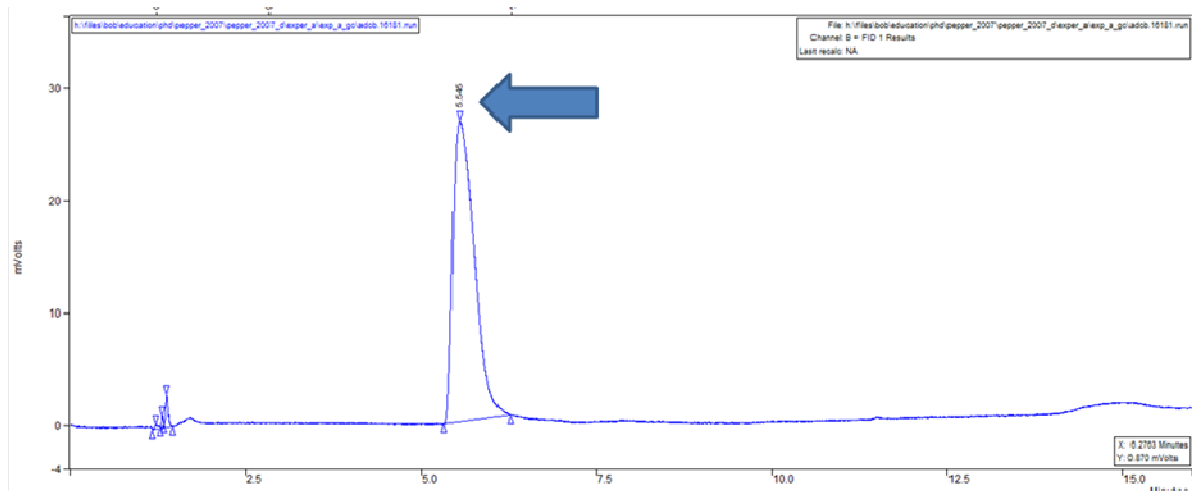
Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του αναλυτή είναι τα εξής: i) ανιχνευτή ιονισμού φλόγας FID (Flame Ionization Detector) για την καταγραφή C₂H₄, ii) ανιχνευτή TCD (Thermal Conductivity Detector) για την καταγραφή CO₂, iii) εισαγωγέας 1041 Universal injector (large bore capillary) με απευθείας εισαγωγή του αερίου δείγματος στη στήλη (on-column), iv) πληρωμένη στήλη (packed column) Porapak R 106-120 (100-120 mesh) μήκους 100 cm, iv) όριο ανίχνευσης περίπου 10 nl l⁻¹ και v) φέρον αέριο, το άζωτο (N₂) με ταχύτητα ροής 45 ml min⁻¹. Η θερμοκρασία στο θάλαμο εισαγωγής ήταν 60 °C, στον ανιχνευτή 100 °C και στη στήλη διατηρήθηκε σταθερή (ισόθερμη ανάλυση) στους 50 °C. Η λήψη του αερίου δείγματος πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια ειδικής σύριγγας του 1 ml και οι μετρήσεις έγιναν σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C.

Για το σχεδιασμό της πρότυπης καμπύλης αιθυλενίου (C₂H₄) χρησιμοποιήθηκαν οι γνωστές συγκεντρώσεις C₂H₄ 0.25, 0.625, 1.25, 2.5, 5 και 10 ppm (Εικόνα 2.18).

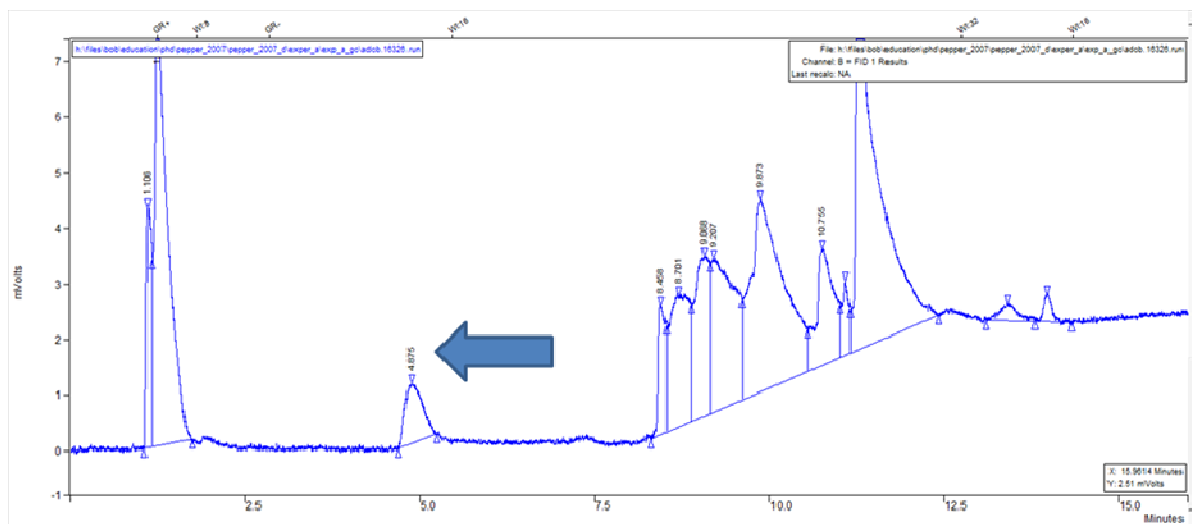
Για τις μετρήσεις C₂H₄ μέσα στο εσωτερικό του δοχείου, το φυτικό δείγμα παρέμεινε μέσα στο δοχείο για 1 ώρα στους 22 °C και ακολούθως λήφθηκε με μικροσύριγγα ποσότητα 1 ml από ειδική υποδοχή. Τα δοχεία που χρησιμοποιήθηκαν είναι τα ακόλουθα (Εικόνα 2.19):

- Γυάλινο δοχείο όγκου 400 ml, όπου στο μεταλλικό καπάκι είχε δημιουργηθεί ειδική υποδοχή για λήψη του αερίου δείγματος από το εσωτερικό του δοχείου.
- Γυάλινο δοχείο όγκου 25 ml, όπου το άνω τμήμα είχε κλειστεί με μεμβράνη parafilm, ώστε να διευκολυνθεί η λήψη του αερίου δείγματος από το εσωτερικό του δοχείου.

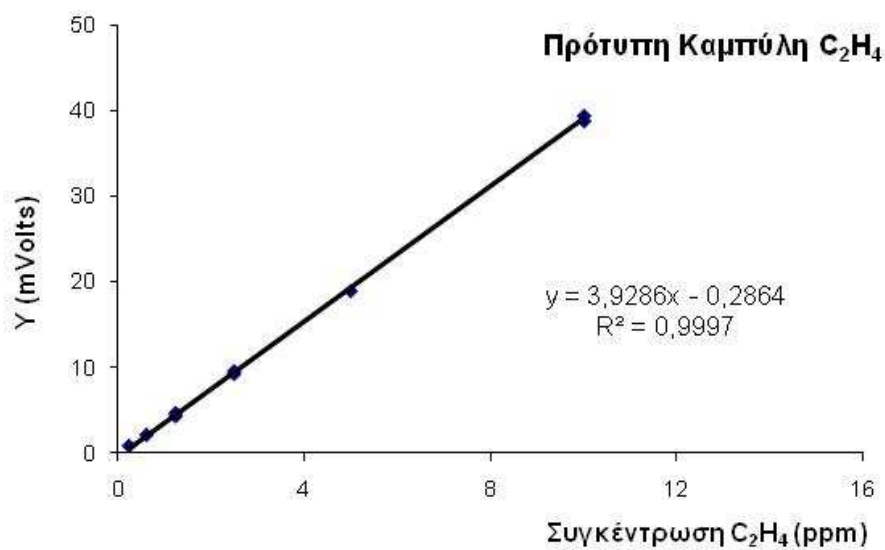
Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς



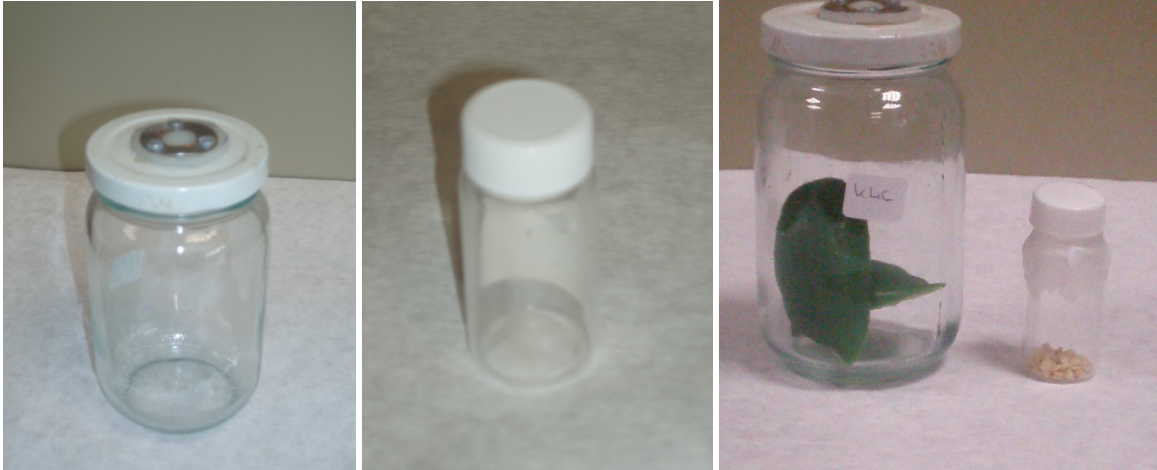
Εικόνα 2.16: Μέτρηση πρότυπης συγκέντρωσης C_2H_4 10 ppm, όπου στον άξονα X απεικονίζεται ο χρόνος (min)



Εικόνα 2.17: Μέτρηση που αντιστοιχεί στη συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, όπου στον άξονα X απεικονίζεται ο χρόνος (min)



Εικόνα 2.18: Πρότυπη καμπύλη αιθυλενίου με αντιστοιχία συγκεκριμένων γνωστών συγκεντρώσεων του αερίου (άξονας X) και των αντίστοιχων μετρήσεων του αναλυτή

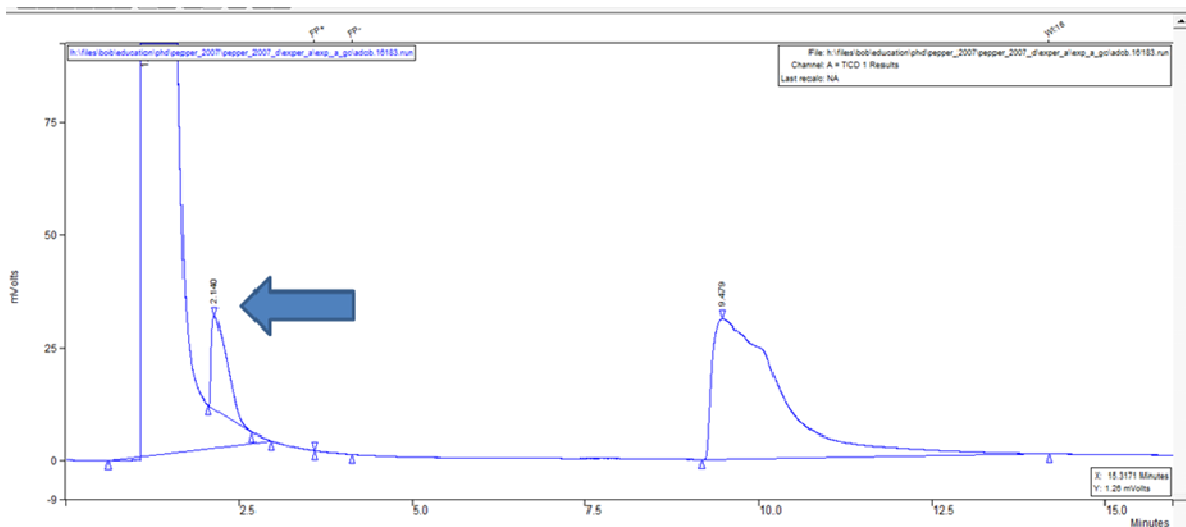


Εικόνα 2.19: Δοχείο 400 ml με ειδική τροποποίηση στο μεταλικό καπάκι (αριστερά), δοχείο 25 ml (κέντρο) και χρησιμοποίηση των δοχείων για τις μετρήσεις του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 και του ρυθμού αναπνοής του περικαρπίου και των σπόρων (δεξιά).

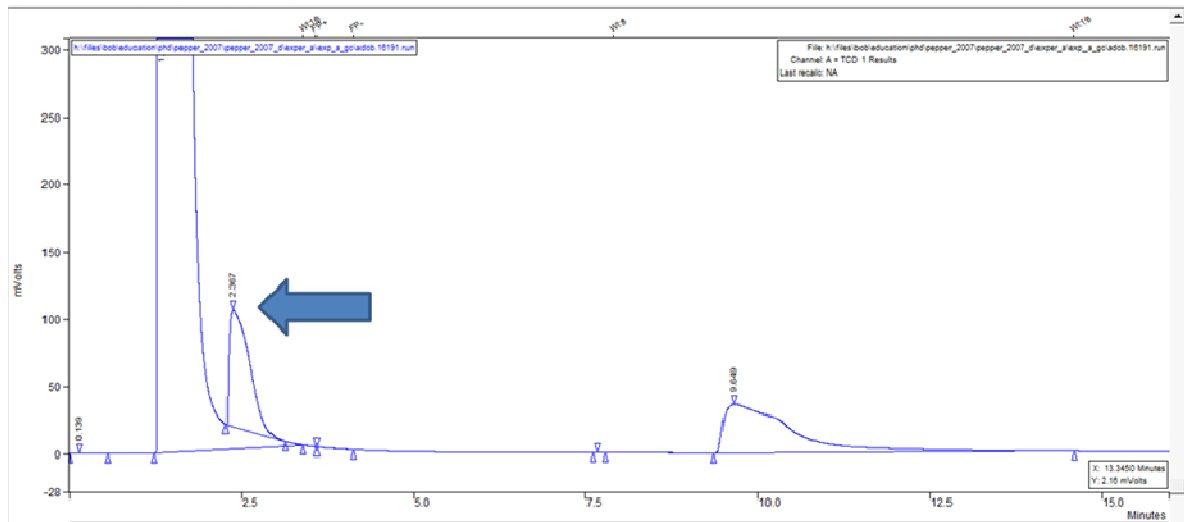
Για τις μετρήσεις C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, προηγήθηκε παραμονή του καρπού για τουλάχιστον 1 ώρα σε σταθερή θερμοκρασία $22\text{ }^\circ\text{C}$ και ακολούθως με τη βοήθεια της μικροσύριγγας ακριβείας του 1 ml τρυπήθηκε το περικάρπιο για τη λήψη του αερίου δείγματος από το εσωτερικό του καρπού.

Η καταγραφή της συγκέντρωσης CO_2 πραγματοποιήθηκε με τη βοήθεια του αερίου χρωματογράφου, χρησιμοποιώντας το ίδιο αέριο δείγμα και για τον προσδιορισμό C_2H_4 .

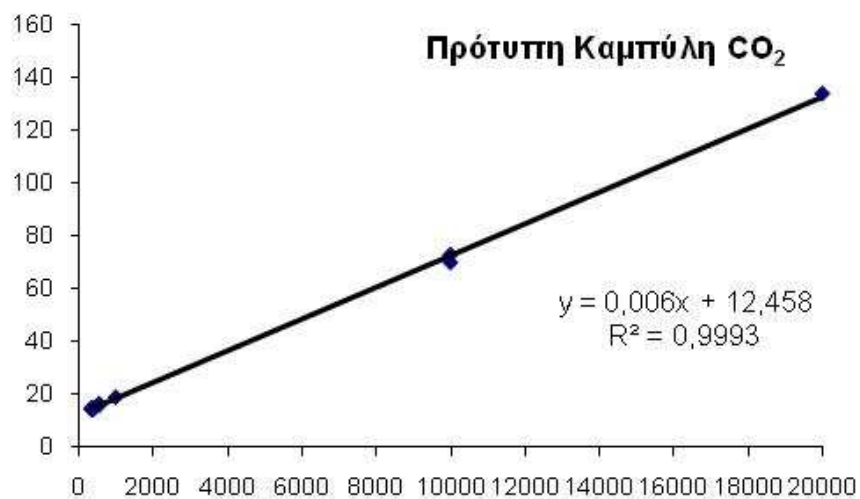
Για το σχεδιασμό της πρότυπης καμπύλης CO_2 χρησιμοποιήθηκαν οι γνωστές συγκεντρώσεις CO_2 , 350, 400, 550, 1.000, 10.000 και 20.000 ppm (ατμόσφαιρα).



Εικόνα 2.20: Μέτρηση σταθερής συγκέντρωσης 2 % (20.000 ppm) CO_2 , όπου στον άξονα X απεικονίζεται ο χρόνος (min).



Εικόνα 2.21: Μέτρηση που αντιστοιχεί στη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, όπου στον άξονα Χ απεικονίζεται ο χρόνος (min)



Εικόνα 2.22: Πρότυπη καμπύλη CO₂ με αντιστοιχία συγκεκριμένων γνωστών συγκεντρώσεων του αερίου (άξονας Χ) και των αντίστοιχων μετρήσεων του αναλυτή

Ξηραντήρας

Ο ξηραντήρας που χρησιμοποιήθηκε είναι κλίβανος, όπου το φυτικό δείγμα (περικάρπιο) παρέμεινε σε σταθερή θερμοκρασία 70 ± 2 °C για 7 ημέρες. Αρχικά μετρήθηκε το νωπό βάρος του δείγματος πριν από την είσοδο στο ξηραντήρα και τέλος το ξηρό βάρος του δείγματος μετά την έξοδο την 7η ημέρα.

2.4. Συντήρηση

2.4.1. Υλικά συσκευασίας

Οι καρποί τοποθετήθηκαν, είτε ατομικά, είτε ομαδικά (4 καρποί) μέσα στις συσκευασίες συντήρησης και η συντήρηση πραγματοποιήθηκε με τρεις τρόπους συσκευασίας:

- Ανοικτό δοχείο Phytatray™ II, (Sigma-Aldrich Co., Γερμανίας) από διαφανές πλαστικό πολυστερίνης με ανοικτό το άνω τμήμα. Οι συγκεκριμένοι καρποί χρησιμοποιήθηκαν ως δείκτες για τις συγκρίσεις με τις υπόλοιπες 2 συσκευασίες (Open).
- Ανοικτό δοχείο Phytatray™ II (Sigma-Aldrich Co., Γερμανίας) από διαφανές πλαστικό πολυστερίνης και κάλυψη του άνω ελεύθερου τμήματος με πλαστική μεμβράνη πολυαιθυλενίου, που τυλίχθηκε μόνο μία φορά γύρω από τη συγκεκριμένη συσκευασία.
- Κάλυψη των καρπών με διαφανές πλαστική μεμβράνη πολυαιθυλενίου (Wrap). Για την ομοιομορφία των αποτελεσμάτων, η πλαστική μεμβράνη τυλίχθηκε μόνο μία φορά γύρω από τον κάθε ένα καρπό.

Τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν για τα πειράματα, όπως περιγράφονται στα κεφάλαια 4, 5 και 6 αναφέρονται σε διαφανές πλαστικό δοχείο και σε διαφανές πλαστική μεμβράνη.



Εικόνα 2.23: Δοχεία Phytatray™ II από διαφανές πλαστικό (αριστερά και κέντρο) πολυστερίνης για ατομική συντήρηση του καρπού και συντήρησης περισσότερων καρπών (δεξιά)

Το πλαστικό δοχείο Phytatray™ II χρησιμοποιήθηκε σε δύο διαστάσεις (Εικόνα 2.23).

- Ατομική συντήρηση των καρπών. Τα χαρακτηριστικά του δοχείου είναι: όγκος 590 ml, μήκος (στη βάση) 11,5 cm, πλάτος (στη βάση) 8,5 cm και ύψος 6 cm. Το πάχος του πλαστικού είναι 0,02 cm.
- Συντήρηση 4 καρπών στα πλαίσια του πειράματος που περιγράφεται στο κεφάλαιο 5. Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου πλαστικού δοχείου είναι: όγκος 900 ml, μήκος 30 cm, πλάτος 9 cm και ύψος 5 cm. Το πάχος του πλαστικού είναι 0,02 cm.

Η πλαστική μεμβράνη με την οποία τυλίχθηκαν οι καρποί (Wrap) ή καλύφθηκαν οι πλαστικές συσκευασίες (Green box) έχει τα χαρακτηριστικά, που περιγράφονται στον πίνακα 2.3.

Πίνακας 2.3: Τεχνικά χαρακτηριστικά της πλαστικής μεμβράνης πολυαιθυλενίου

Ιδιότητες	Τιμές	Μονάδες
Υλικό	Εύκαμπτη πλαστική μεμβράνη	
Αντοχή σε εφελκυσμό MD / TD	39 / 38	MPa
Επιμήκυνση έως θραύση	230 / 280	%
Στιλπνότητα	140	S.G.U.
Περατότητα σε O ₂	19000	cm ³ / m ² / 24h ¹
Περατότητα σε υδρατμούς (H ₂ O)	190	g / m ² / 24h

2.4.2. Συνθήκες συντήρησης των καρπών

Με βάση τις βιβλιογραφικές αναφορές οι συνιστώμενες θερμοκρασίες συντήρησης των καρπών πιπεριάς είναι 7-10 °C. Σε όλα τα πειράματα που αναλύονται στα κεφάλαια 4, 5 και 6, για τη συντήρηση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών επιλέχθηκαν οι θερμοκρασίες των 8 °C ή 22 °C.

Για την καλή διατήρηση της ποιότητας των καρπών κατά τη διάρκεια της συντήρησης απαιτείται και υψηλή σχετική υγρασία, η οποία επιτεύχθηκε κατά την εκτέλεση των αντίστοιχων πειραμάτων της συγκεκριμένης ερευνητικής μελέτης.

Συγκεκριμένα οι συνθήκες συντήρησης των καρπών είναι οι εξής:

Θερμοκρασία

- +8 °C ± 1 °C (συνιστώμενη θερμοκρασία συντήρησης)
- +22 °C ± 1 °C

Σχετική Υγρασία

- 85-90 %

Διάρκεια συντήρησης

Η διάρκεια της συντήρησης των καρπών εξαρτάται από τις ανάγκες του κάθε πειράματος και καθορίζεται στα ακόλουθα χρονικά διαστήματα

- 108 ώρες (σχεδόν 5 ημέρες)
- 7 ημέρες (1 εβδομάδα)
- 8 ημέρες (ανάλογα με τις ανάγκες του πειράματος)
- 14 ημέρες (2 εβδομάδες)
- 21 ημέρες (3 εβδομάδες)

2.5. Μετασυλλεκτική εφαρμογή αιθυλενίου

Για την εξέταση της ανταπόκρισης των καρπών στη μετασυλλεκτική εφαρμογή αιθυλενίου (C₂H₄), οι καρποί αμέσως μετά τη συγκομιδή κλείστηκαν μέσα σε γυάλινο βάζο χωρητικότητας 4 l. Το μεταλικό καπάκι έφερε ειδική υποδοχή για την εισροή του C₂H₄ με τη βοήθεια μικροσύριγγας ακριβείας όγκου 1 ml. Μέσα σε κάθε βάζο τοποθετήθηκαν 8-10 καρποί και η ποσότητα C₂H₄ που εισήχθηκε ήταν 400 μl, ώστε η συγκέντρωση C₂H₄

μέσα στο βάζο να είναι 100 ml l^{-1} . Τα βάζα με τους καρπούς τοποθετήθηκαν σε σταθερή θερμοκρασία $22 \text{ }^\circ\text{C}$ κάτω από συνθήκες φυσικού φωτισμού (Εικόνα 2.24).

Οι καρποί παρέμειναν για το χρονικό διάστημα των 48 ωρών (2 ημέρες) μέσα στο γυάλινο βάζο και η εφαρμογή της συγκέντρωσης C_2H_4 των 400 ml πραγματοποιήθηκε κάθε 12 ώρες (συνολικά 4 εφαρμογές). Λίγο πριν την κάθε εφαρμογή C_2H_4 το γυάλινο καπάκι του βάζου ανοίχτηκε για 5 λεπτά με στόχο την ανανέωση του της εσωτερικής ατμόσφαιρας του βάζου. Ο συγκεκριμένος τρόπος εφαρμογής (ανά 12 ώρες) 100 ml l^{-1} C_2H_4 εφαρμόστηκε και από τους Krajausklang *et al.* (2000), κατά την εξέταση της μετασυλλεκτικής ωρίμανσης των καρπών πάπρικας.

Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 πάνω στους καρπούς εξετάζεται στα αποτελέσματα του πειράματος που παρουσιάζονται στο κεφάλαιο 5.



Εικόνα 2.24: Κλείσιμο παρθενοκαρπικών καρπών (αριστερά) και ένσπερμων καρπών (δεξιά) μέσα σε γυάλινο βάζο 4 l με ταυτόχρονη εφαρμογή C_2H_4 από ειδική υποδοχή στο καπάκι.

2.6. Μετρήσεις

Οι μετρήσεις στα συγκεκριμένα πειραματικά διακρίνονται σε τρεις κατηγορίες: α) κατά την ανάπτυξη πάνω στο φυτό, β) αμέσως μετά τη συγκομιδή και γ) κατά τη διάρκεια της συντήρησης (μετασυλλεκτικά).

2.6.1. Μετρήσεις καρπών κατά την ανάπτυξή τους πάνω στο φυτό

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών πάνω στο φυτό πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις, χρησιμοποιώντας τις μεθόδους και τα όργανα που περιγράφονται στο κεφάλαιο 2.3:

Μήκος και διάμετρος καρπού

Το μήκος και η διάμετρος του καρπού πραγματοποιήθηκαν κατά τη μελέτη της ανάπτυξης των καρπών πάνω στο φυτό (από το δέσιμο μέχρι την πλήρη ωρίμανση). Οι συγκεκριμένες μετρήσεις γίνονταν κάθε 3-4 ημέρες.

Λόγος Μήκους προς Διάμετρο

Υπολογισμός του λόγου του μήκους προς τη διάμετρο του καρπού, για τον έλεγχο της μεταβολής του σχήματος του καρπού.

Χρώμα καρπού (περικαρπίου)

Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν κάθε 7 ημέρες από το δέσιμο μέχρι την πλήρη ωρίμανση.

2.6.2. Μετρήσεις καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή

Ακολούθως, αναφέρονται οι πραγματοποιηθείσες μετρήσεις αμέσως μετά τη συγκομιδή:

Αριθμός σπόρων ανά καρπό

Μέτρηση του αριθμού των σπόρων που περιέχονται στο εσωτερικό ενός καρπού.

Ταξινόμηση των καρπών με βάση τον αριθμό σπόρων ανά καρπό

Η ταξινόμηση των καρπών πραγματοποιήθηκε μόνο στο πρώτο πείραμα, που περιγράφεται στο κεφάλαιο 3 και αναφέρεται στους καρπούς που συγκομίστηκαν στο φυσιολογικό στάδιο ωρίμανσης (ώριμου κόκκινου χρώματος). Οι καρποί ανάλογα με τον αριθμό των σπόρων ταξινομήθηκαν σε 4 διαφορετικές κατηγορίες:

- 0 - 100 σπόροι,
- 101 - 200 σπόροι,
- 201 - 300 σπόροι και
- > 300 σπόροι

Νωπό βάρος σπόρων ανά καρπό

Η μέτρηση του νωπού βάρους των σπόρων πραγματοποιήθηκε περίπου 1 ώρα με την έξοδο τους από τον καρπό.

Νωπό βάρος 1000 σπόρων

Το νωπό βάρος 1000 σπόρων υπολογίστηκε κάνοντας αναγωγή του νωπού βάρους των σπόρων ανά καρπό στους 1000 σπόρους.

Βλαστικότητα των σπόρων σε ποσοστό %

Οι σπόροι των φυσιολογικά ώριμων καρπών απομακρύνθηκαν από τους καρπούς και παρέμειναν σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C για μια εβδομάδα για την απώλεια της υγρασίας.

Για τον έλεγχο της βλαστικότητας, επιλέχτηκαν τυχαία 200 σπόροι από κάθε ομάδα καρπών (ίδια μεταχείριση, ίδιο στάδιο ανάπτυξης, ίδια επέμβαση) και χωρίστηκαν σε 4 τριβλία Petri των 50 σπόρων. Τα τριβλία τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία 22 °C για 20 ημέρες. Κάθε 2 μέρες, γινόταν προσθήκη απεσταγμένο νερό και αντίστοιχα καταγραφή και απομάκρυνση των βλαστημένων σπόρων. Την 20η ημέρα αθροίστηκε ο συνολικός αριθμός βλαστημένων σπόρων και υπολογίστηκε το ποσοστό επί τοις εκατό (%). Ως κριτήριο βλαστικότητας ορίστηκε η εμφάνιση του ριζιδίου σε ελάχιστο μήκος 2 mm.

Χρώμα καρπού (περικαρπίου)

Η μεταβολή του χρώματος του περικαρπίου από πράσινο σε κόκκινο περιγράφεται αποτελεσματικότερα με το συντελεστή μεταβολής του πράσινου - κόκκινου χρώματος (συντελεστής a). Στα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο οι τιμές των συντελεστών a και L , καθώς ο συντελεστής b δε σχετίζεται με την αλλαγή του χρώματος των καρπών και ο λόγος a / b ακολουθεί παρόμοια μεταβολή με το συντελεστή a .

Νωπό βάρος καρπού

Η μέτρηση του νωπού βάρους του καρπού πραγματοποιήθηκε στο εργαστήριο αμέσως μετά τη συγκομιδή.

Νωπό βάρος περικαρπίου

Αμέσως μετά τη μέτρηση του νωπού βάρους καρπού, ο καρπός χωρίστηκε σε 2 μέρη με κατακόρυφη τομή και ζυγίστηκε το νωπό βάρος περικαρπίου.

Ποσοστό % του νωπού βάρους περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού

Υπολογισμός του εκατοστιαίου ποσοστού (%) του νωπού βάρους του περικαρπίου επί του συνολικού νωπού βάρους του καρπού.

Όγκος του καρπού

Ο καρπός βυθίστηκε μέσα σε βαθμονομημένο ογκομετρικό κύλινδρο με νερό και υπολογίστηκε ο όγκος του νερού που εκτοπίστηκε. Στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών χρησιμοποιήθηκε ογκομετρικός κύλινδρος 2 l, με αναγνωσιμότητα 10 ml, ενώ στους παρθενοκαρπικούς καρπούς χρησιμοποιήθηκε κύλινδρος όγκου 500 ml ή 1 l, ανάλογα με το μέγεθος.

Εσωτερικός όγκος καρπού

Για τη μέτρηση του εσωτερικού όγκου του καρπού χρησιμοποιήθηκε ογκομετρικός κύλινδρος 100 ml με αναγνωσιμότητα 1 ml. Ο καρπός τεμαχίστηκε κατά μήκος και στη συνέχεια υπολογίστηκε ο όγκος του νερού μέχρι την πλήρωση των δύο εσωτερικών κοιλοτήτων με νερό.

Εσωτερικός όγκος καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) επί του συνολικού όγκου καρπού

Υπολογίστηκε το εκατοστιαίο ποσοστό (%) του εσωτερικού όγκου καρπού επί του όγκου του καρπού.

Μήκος και διάμετρος καρπού

Πραγματοποιήθηκε μία μέτρηση του μήκους και της μεγάλης διαμέτρου του καρπού.

Ξηρό βάρος περικαρπίου

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε εκατοστιαίο ποσοστό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου μετά την έξοδο από τον ξηραντήρα επί του αρχικού νωπού βάρους του περικαρπίου πριν από την ξήρανση.

Συγκέντρωση βιταμίνης C του περικαρπίου

Από κάθε καρπό επιλέχθηκαν δύο δείγματα των 5 g από διαφορετικά σημεία στο μέσο της απόστασης μεταξύ ποδίσκου και κατώτερου άκρου του καρπού και σε κάθε μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν 8 - 10 καρποί, όπου ο κάθε καρπός θεωρείται και μια επανάληψη.

Συγκέντρωση της a (Ca), b (Cb) και της συνολικής χλωροφύλλης (C) περικαρπίου

Σε κάθε μια μέτρηση για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης χρησιμοποιήθηκαν 2 δείγματα του 1 g από δύο σημεία του καρπού στο μέσο της απόστασης μεταξύ ποδίσκου και κατώτερου άκρου. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς 1 καρπός = 1 επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Ρυθμός αναπνοής (ρυθμός παραγωγής του διοξειδίου του άνθρακα) του καρπού

Ο ρυθμός αναπνοής του καρπού παρουσιάζεται ως εκλυόμενη συγκέντρωση CO₂ σε ml ανά Kg νωπού βάρους καρπού ανά ώρα (ml Kg⁻¹ h⁻¹) και μετρήθηκε με τη βοήθεια του κλειστού συστήματος αέριας χρωματογραφίας (IGA), τύπου LI-COR. Σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκε μόνο μία μέτρηση και ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε μεταχείριση, καθώς ένας καρπός αντιστοιχεί σε μία επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου και συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Η συγκεκριμένη μέτρηση αναφέρεται, είτε στον υπολογισμό του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ από τον καρπό, είτε στη συγκέντρωση του αερίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του αερίου χρωματογράφου Perkin-Elmer. Στην πρώτη περίπτωση, προσδιορίστηκε η συγκέντρωση C₂H₄ που εκλύεται από τον καρπό μέσα σε γυάλινο βάζο με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης C₂H₄ και αντίστοιχα υπολογίστηκε ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ σε nl Kg⁻¹ h⁻¹. Για τη δεύτερη μέτρηση υπολογίστηκε η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης του C₂H₄ και εκφραζόμενη σε nl Kg⁻¹. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς 1 καρπός αντιστοιχεί σε 1 επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού υπολογίστηκε με 2 τρόπους, χρησιμοποιώντας, είτε τον αέριο χρωματογράφο Perkin-Elmer, είτε τον αναλυτή O₂ / CO₂ PBI Dansensor Checkmate II. Στην πρώτη περίπτωση η συγκέντρωση CO₂ υπολογίστηκε με τη βοήθεια πρότυπης καμπύλης CO₂ και εκφράστηκε σε ml Kg⁻¹ (βλέπε κεφάλαια 3, 4 και 5), ενώ στη δεύτερη περίπτωση υπολογίστηκε η εκατοστιαία περιεκτικότητα του αερίου, εκφραζόμενη σε εκατοστιαίο ποσοστό (%) (βλέπε κεφάλαιο 6). Σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκε μόνο μία μέτρηση. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς ένας καρπός

αντιστοιχεί σε μία επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου και ρυθμός αναπνοής των σπόρων και του περικαρπίου

Αμέσως μετά τη μέτρηση της συγκέντρωσης C₂H₄ και CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, ο καρπός κόπηκε με κατακόρυφη τομή και το περικάρπιο και οι σπόροι τοποθετήθηκαν μέσα σε γυάλινο βάζο όγκου 400 ml και 25 ml αντίστοιχα. Μετά από 1 ώρα μετρήθηκε οι ενδείξεις των αερίων με τη βοήθεια του αερίου-χρωματογράφου Perkin-Elmer και υπολογίστηκαν ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ σε nl Kg⁻¹ h⁻¹ και ο ρυθμός αναπνοής CO₂ σε ml Kg⁻¹ h⁻¹. Σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκε μόνο μία μέτρηση. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς ένας καρπός αντιστοιχεί σε μία επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Συνεκτικότητα καρπού

Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε Kg. Σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκαν 2 μετρήσεις και ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς ένας καρπός αντιστοιχεί σε μία επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

2.6.3. Μετρήσεις καρπών κατά τη διάρκεια και στο τέλος της συντήρησης

Χρησιμοποιώντας τις μεθόδους και τα όργανα που περιγράφονται στο κεφάλαιο 2.3, πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις:

Απώλεια νωπού βάρους

Για τον υπολογισμό της απώλειας του νωπού βάρους, η διαφορά της αρχικής από την τελική τιμή διαιρέθηκε από την αρχική τιμή και το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε εκατοστιαίο ποσοστό.

[(Αρχικό Νωπό Βάρος - Τελικό νωπό Βάρος) / Αρχικό νωπό Βάρος %]

Ξηρό βάρος περικαρπίου

Τα αποτελέσματα εκφράζονται σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) και αντιστοιχούν στο ποσοστό του ξηρού βάρους επί του νωπού βάρους καρπού, όπως ακριβώς ζυγίστηκε αμέσως μετά το τέλος της συντήρησης και πριν από την είσοδο στον ξηραντήρα.

[(Ξηρό Βάρος / Νωπό Βάρος πριν την ξήρανση) %]

Μεταβολή του χρωματισμού του περικαρπίου (συντελεστές L και a)

Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με τις τιμές των συντελεστών L και a πριν και μετά το τέλος της συντήρησης για την εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικών με διατήρηση ή μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος και την ένταση του πράσινου - κόκκινου χρωματισμού.

Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής του καρπού

Τα αποτελέσματα της μεταβολής του ρυθμού αναπνοής εκφράζονται με την παρουσίαση της τιμής του ρυθμού πριν και στο τέλος της συντήρησης και την εξαγωγή συμπερασμάτων για τη μεταβολή (βλέπε κεφάλαια 4, 5 και 6).

Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και οξυγόνου μέσα στη συσκευασία κατά τη συντήρηση των καρπών

Στο κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα (%) διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) και οξυγόνου (O₂), που βρίσκονται μέσα στο γυάλινο βάζο, κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου της πιπεριάς. Οι καρποί παρέμειναν για το χρονικό διάστημα των 108 ωρών μέσα στο γυάλινο βάζο 400 ml και σε θερμοκρασία 22 °C. Στη συγκεκριμένη μέτρηση χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής O₂/ CO₂ PBI Dansensor Checkmate II. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς ένας καρπός αντιστοιχεί σε μία επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Μεταβολή της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Η μεταβολή υπολογίστηκε με βάση τη σύγκριση των μετρήσεων της συγκέντρωσης των καρπών αμέσως μετά τη συγκομιδή και αμέσως μετά το τέλος της συντήρησης. Οι ίδιοι καρποί δε μπορούν να χρησιμοποιηθούν καθώς η μέτρηση αυτή αντιστοιχεί σε τρύπημα με τη βελόνα της σύριγγας του περικαρπίου. Επομένως, οι καρποί που χρησιμοποιήθηκαν στην αρχική μέτρηση (αμέσως μετά τη συγκομιδή) είναι διαφορετικοί από τους καρπούς που μετρήθηκαν στο τέλος της συντήρησης. Για τις συγκεκριμένες μετρήσεις χρησιμοποιήθηκαν, είτε ο αέριος χρωματογράφος Perkin-Elmer (βλέπε κεφάλαια 4, 5 και 6), είτε ο αναλυτής O₂ / CO₂ PBI Dansensor Checkmate II (βλέπε κεφάλαιο 6). Στην πρώτη περίπτωση η συγκέντρωση CO₂ υπολογίζεται με τη βοήθεια της πρότυπης καμπύλης CO₂ και εκφράστηκε σε ml Kg⁻¹, ενώ στη δεύτερη περίπτωση υπολογίζεται η εκατοστιαία περιεκτικότητα του αερίου, εκφραζόμενη σε % ποσοστό. Σε κάθε καρπό πραγματοποιήθηκε μόνο μία μέτρηση. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς ένας καρπός αντιστοιχεί σε μία επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής αιθυλενίου και της συγκέντρωσης αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Για τον υπολογισμό της μεταβολής του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ γίνεται σύγκριση του ρυθμού πριν και στο τέλος της συντήρησης του καρπού. Στην περίπτωση της συγκέντρωσης C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, συγκρίνονται οι μετρήσεις πριν από τη συντήρηση και μετά το τέλος της συντήρησης (διαφορετικών καρπών κάθε φορά, καθώς κατά τη μέτρηση τραυματίζεται ο καρπός). Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν με τη βοήθεια του αερίου χρωματογράφου Perkin-Elmer. Ο αριθμός των επαναλήψεων είναι ίσος με τον αριθμό των καρπών που χρησιμοποιήθηκαν ανά μεταχείριση, καθώς 1 καρπός αντιστοιχεί σε 1 επανάληψη (8 ή 10 επαναλήψεις ανάλογα με τον αριθμό καρπών που χρησιμοποιήθηκαν σε κάθε πείραμα).

2.7. Δειγματοληψία και ανάλυση των αποτελεσμάτων

2.7.1. Δειγματοληψία

Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκε τις πρωινές ώρες, ώστε οι φυτικοί ιστοί να βρίσκονται σε σπαργή και η θερμοκρασία του καρπού να μην είναι ιδιαίτερα υψηλή, δεδομένου ότι τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες όπου οι υψηλές θερμοκρασίες μέσα στην ημέρα ήταν ιδιαίτερα συνηθισμένες. Πάνω σε κάθε φυτό αναπτύχθηκαν 1 καρπός (χωρίς ανταγωνισμό) ή 6-8 καρποί (με ανταγωνισμό), ανάλογα με τις ανάγκες και το σκοπό του πειράματος. Όλα τα υπόλοιπα άνθη απομακρύνονταν σε τακτά χρονικά διαστήματα (κάθε 2-3 ημέρες).

Σε όλους τους καρπούς, επισημάνθηκε η ημερομηνία καρπόδεσης. Στα φυτά που έφεραν περισσότερους από έναν καρπό, πραγματοποιήθηκε συγκομιδή των καρπών που είχαν δέσει πρώτα (δηλαδή 1ος, 2ος κλπ) και ακολούθως νέοι καρποί επισημάνθηκαν, διατηρώντας πάντα σταθερό το συνολικό αριθμό καρπών ανά φυτό.

Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκε σε διάφορα στάδια ανάπτυξης. Για τις ανάγκες του πειράματος που περιγράφεται στο τρίτο (3) κεφάλαιο, η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε κάθε 10 ημέρες, με την πρώτη συγκομιδή 20 ημέρες από την καρπόδεση και την τελευταία στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών. Για τα πειράματα που περιγράφονται στα κεφάλαια 4, 5 και 6, η συγκομιδή πραγματοποιήθηκε σε 3 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης του καρπού:

Στάδιο G

Στάδιο πράσινου ώριμου χρώματος στις 20- 25 ημέρες περίπου από την καρπόδεση.

Στάδιο GR

Στάδιο αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο (άλλο χρώμα, ανάλογα με την πιπεριά) στις 30-35 ημέρες από την καρπόδεση, όπου οι καρποί είχαν αποκτήσει περίπου κόκκινο (ή άλλο) χρωματισμό σε ποσοστό 30-50 %.

Στάδιο R

Στάδιο εμπορικού ώριμου κόκκινου χρώματος, όπου οι καρποί είχαν αποκτήσει τον κόκκινο χρωματισμό και βρίσκονταν περίπου 40-45 ημέρες από την καρπόδεση. Το στάδιο αυτό διαφέρει από το στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης του καρπού, (π.χ. για την παραγωγή σπόρων), που συνοδεύεται με τη συρρίκνωση και αφυδάτωση του περικαρπίου.

Οι καρποί μετά τη συγκομιδή μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο και παρέμειναν σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C για μία ώρα πριν από τις απαραίτητες μετρήσεις.

Ο αριθμός καρπών σε κάθε συγκομιδή όπως και ο αριθμός των επαναλήψεων περιγράφονται αναλυτικά και στις μεθόδους του κάθε πειράματος.

2.7.2. Ανάλυση των αποτελεσμάτων

Η στατιστική επεξεργασία των αποτελεσμάτων έγινε με τη χρήση του στατιστικού λογισμικού Statgraphics. Τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν με την Ανάλυση της Διασποράς και η σύγκριση των μέσων έγινε με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ), όταν το F-test ήταν σημαντικό σε επίπεδο σημαντικότητας $P = 5\%$.

Στους πίνακες και στα γραφήματα που παρουσιάζονται στα αποτελέσματα, οι διαφορές μεταξύ των μέσων απεικονίζονται με τη βοήθεια των λατινικών γραμμάτων a, b, c, d, e και f. Οι κατακόρυφες και οριζόντιες συγκρίσεις των μέσων παρουσιάζονται με λατινικά γράμματα εκτός και εντός παρενθέσεως δίπλα από την κάθε τιμή. Τα λατινικά γράμματα εκτός παρενθέσεως αντιστοιχούν σε κατακόρυφες συγκρίσεις, ενώ εντός παρενθέσεως αντιπροσωπεύουν τις οριζόντιες συγκρίσεις. Τα επίπεδα του παράγοντα σε κάθε στήλη και γραμμή χωριστά που έχουν το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν σημαντικά σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95 %.

3. Επίδραση του Ανταγωνισμού μεταξύ των Καρπών και των Κλιματολογικών Συνθηκών (Θερμοκρασίας) πάνω στην Ανάπτυξη και Ωρίμανση των Καρπών

3.1. Εισαγωγή

Σκοπός του πειράματος που αναλύεται σε αυτό το κεφάλαιο ήταν η μελέτη της επίδρασης του αριθμού των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό (ανταγωνισμός μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών) κάτω από διαφορετικές κλιματολογικές συνθήκες (συνθήκες καλοκαιριού με υψηλή θερμοκρασία και συνθήκες φθινοπώρου με χαμηλότερη θερμοκρασία) πάνω στην ανάπτυξη και την ωρίμανση των καρπών. Επιπρόσθετα, εξετάστηκε η επίδραση του αριθμού των σπόρων κάτω από διαφορετικές συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών πάνω στην ανάπτυξη του καρπού, αλλά και η συσχέτιση του αριθμού και του νωπού βάρους των σπόρων με τα μορφολογικά και φυσιολογικά, και βιοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών.

3.2. Υλικά και μέθοδοι

3.2.1. Φυτικό υλικό

Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες τύπου φλάσκας με μικρού μεγέθους καρπούς, Yolo Wonder (YW) και με μεγάλου μεγέθους καρπούς, California Wonder (CW) και E84066. Τα χαρακτηριστικά των ποικιλιών αναφέρονται στο κεφάλαιο 2.1.1.

3.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την περίοδο άνοιξη - φθινόπωρο 2005 με τις καλλιεργητικές φροντίδες όπως περιγράφονται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 2.1.2. Η σπορά έγινε στις 18 Μαρτίου και η μεταφύτευση στις 16 Απριλίου, 29 ημέρες μετά τη σπορά. Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 36 φυτά από κάθε ποικιλία και στο σύνολο του πειράματος 108 φυτά.

Σε κάθε ένα φυτό σημειώθηκε συγκεκριμένος αριθμός καρπών, ανάλογα με τις απαιτήσεις του πειράματος (1 καρπός ή 6-8 καρποί) και στη συνέχεια ακολούθησαν συγκομιδές και αναλύσεις των καρπών στο εργαστήριο. Σε ολόκληρη τη διάρκεια της ανάπτυξης των επιλεγμένων καρπών, όλα τα άνθη αφαιρέθηκαν ώστε να διατηρείται σταθερός ο αριθμός καρπών πάνω στο φυτό. Οι συγκομιδές των καρπών πραγματοποιήθηκαν κάθε 10 ημέρες με έναρξη την 20η ημέρα από την καρπόδεση και μέχρι την πλήρη ωρίμανση των καρπών (ανάπτυξη κόκκινου χρώματος στο περικάρπιο).

Σε κάθε μέτρηση συγκομίστηκαν 16 καρποί, στους μισούς εκ των οποίων (8 καρποί) μετρήθηκαν τα μορφολογικά χαρακτηριστικών, ενώ στους υπόλοιπους 8 έγινε μέτρηση των φυσιολογικών τους χαρακτηριστικών. Ο κάθε καρπός θεωρείται μία επανάληψη.

Στις μεταχειρίσεις των φυτών που είχαν 6-8 καρπούς ανά φυτό, η συγκομιδή γινόταν πάντα από τους καρπούς που είχαν επιλεχθεί αρχικά πάνω στο φυτό.

Συνολικά εφαρμόστηκαν 3 διαφορετικές μεταχειρίσεις στα φυτά ανάλογα με τον αριθμό των αναπτυσσόμενων καρπών και τις επικρατούσες κλιματολογικές συνθήκες:

• **1η Μεταχείριση - Καλοκαιρινή Καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ):**

Από 8 Μαΐου μέχρι 8 Ιουλίου, 2005, όπου σε κάθε φυτό αναπτύχθηκε ένας μόνο καρπός και όλοι οι υπόλοιποι απομακρύνθηκαν. Πραγματοποιήθηκαν 4 συγκομιδές (20, 30, 40 και 50 ημέρες από την καρπόδεση), καθώς οι καρποί έφτασαν στο στάδιο του φυσιολογικού ώριμου κόκκινου χρώματος περίπου 50 ημέρες από την καρπόδεση και για τις 3 ποικιλίες.

• **2η Μεταχείριση - Καλοκαιρινή Καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ):**

Από 10 Ιουλίου μέχρι τις 12 Σεπτεμβρίου, 2005, όπου σε κάθε φυτό παρέμειναν 6-8 καρποί ανά φυτό. Πραγματοποιήθηκαν 6 συγκομιδές (20, 30, 40, 50, 60, 70 ημέρες από την καρπόδεση), καθώς οι καρποί έφτασαν στο στάδιο του φυσιολογικού ώριμου κόκκινου χρώματος περίπου 70 ημέρες από την καρπόδεση και για τις 3 ποικιλίες.

• **3η Μεταχείριση - Φθινοπωρινή Καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ):**

Από 27 Σεπτεμβρίου μέχρι τις 19 Δεκεμβρίου, όπου σε κάθε φυτό παρέμειναν 6-8 καρποί. Συνολικά πραγματοποιήθηκαν 7 συγκομιδές (20, 30, 40, 50, 60, 70 και 80 ημέρες από την καρπόδεση), καθώς οι καρποί έφτασαν στο στάδιο του φυσιολογικού ώριμου κόκκινου χρώματος περίπου 80 ημέρες από την καρπόδεση και για τις 3 ποικιλίες.

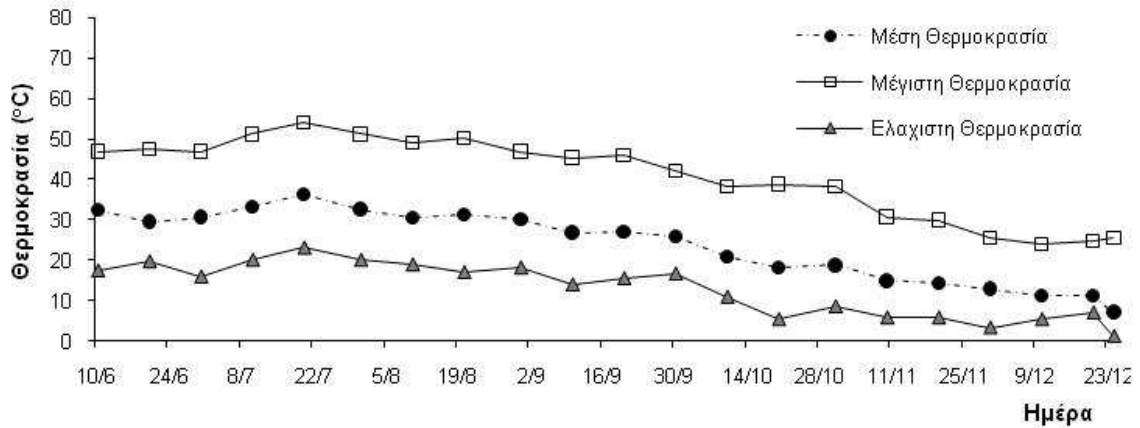
Η παρουσίαση των αποτελεσμάτων και για τις 3 ποικιλίες αναφέρεται, τόσο στα μορφολογικά, όσο και στα φυσιολογικά, και βιοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών, που προέρχονται από:

- φυτά με 1 καρπό (1η μεταχείριση, 1-ΚΚ).
- φυτά με 6-8 καρπούς (2η μεταχείριση, 8-ΚΚ).
- και φυτά με 6-8 καρπούς (3η μεταχείριση, 8-ΦΚ).

Παράλληλα με το παραπάνω πείραμα πραγματοποιήθηκε και δεύτερο πείραμα αποτελούμενο από 30 φυτά και για τις 3 ποικιλίες (10 φυτά για κάθε ποικιλία), χρησιμοποιώντας τις ίδιες παραμέτρους κατά την ανάπτυξη των φυτών, δηλαδή τον αριθμό καρπών που βρίσκονταν ταυτόχρονα πάνω στο φυτό και την εποχή καλλιέργειας. Στο συγκεκριμένο πείραμα μετρήθηκε *in situ* το μήκος, η διάμετρος και το χρώμα του καρπού και η μεταβολή αυτών των παραμέτρων από την 10η ημέρα μετά την ανθοφορία έως και την πλήρη ωρίμανση του καρπού (απόκτηση κόκκινου χρώματος).

Σε κάθε φυτό του δεύτερου πειράματος, σημειώθηκαν 1 καρπός μέχρι την πλήρη ωρίμανση πάνω στο φυτό (απουσία ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών). Όταν τα φυτά έφεραν μόνο 1 καρπό, τότε οι μετρήσεις γίνονταν πάντα σε αυτό τον καρπό μέχρι και την πλήρη ωρίμανση του πάνω στο φυτό. Όταν τα φυτά έφεραν 6-8 καρπούς, τότε οι μετρήσεις γίνονταν σε έναν καρπό που είχε επιλεγεί από τους 1ο, 2ο ή 3ο (σύμφωνα με τη σειρά εμφάνισης των καρπών άνω στο φυτό). Η συχνότητα των μετρήσεων ήταν κάθε 3 ημέρες για τις διαστάσεις (μήκος και διάμετρος) και κάθε εβδομάδα για τις μετρήσεις του χρώματος. Τα αποτελέσματα του δεύτερου πειράματος δεν παρουσιάζονται καθώς οδηγούν στα ίδια συμπεράσματα με τα ευρήματα από το πρώτο πείραμα.

Στο γράφημα 3.0 παρουσιάζονται οι μεταβολές της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης θερμοκρασίας εντός του θερμοκηπίου κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των πειραμάτων.



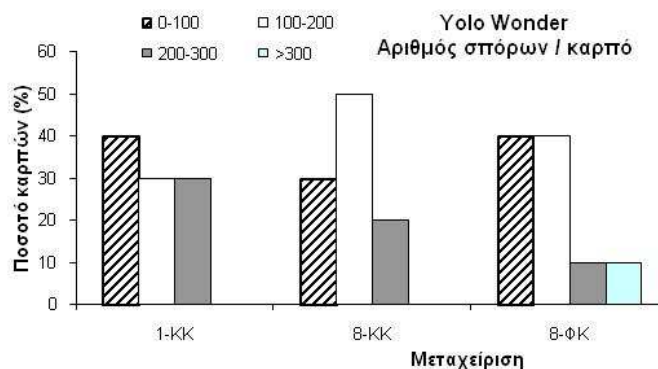
Γράφημα 3.0: Διακύμανση της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C) κατά τη διάρκεια εξέλιξης των πειραμάτων (Ιούνιος - Δεκέμβριος 2005).

3.3. Αποτελέσματα

3.3.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού

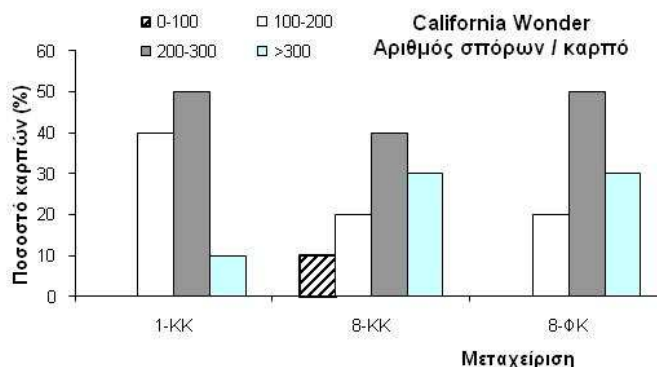
3.3.1.1. Αριθμός σπόρων ανά καρπό σε ποσοστό επί τοις εκατό (%)

Ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό για τους ώριμους κόκκινους καρπούς της ποικιλίας Yolo Wonder (YW) μεταβάλλεται ανάλογα με τη μεταχείριση (Γράφημα 3.1). Στην καλοκαιρινή περίοδο με 1 καρπό ανά φυτό, το μεγαλύτερο ποσοστό των καρπών παρουσιάζουν κυρίως μέχρι 100 σπόρους, ενώ δεν σημειώνονται καρποί με περισσότερους από 300 σπόρους. Στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό, το μεγαλύτερο ποσοστό των καρπών έχει 100-200 σπόρους. Τέλος στη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών, το μεγαλύτερο ποσοστό των καρπών περιέχει μέχρι 200 σπόρους, ενώ σχηματίζονται και καρποί με περισσότερους 300 σπόρους.



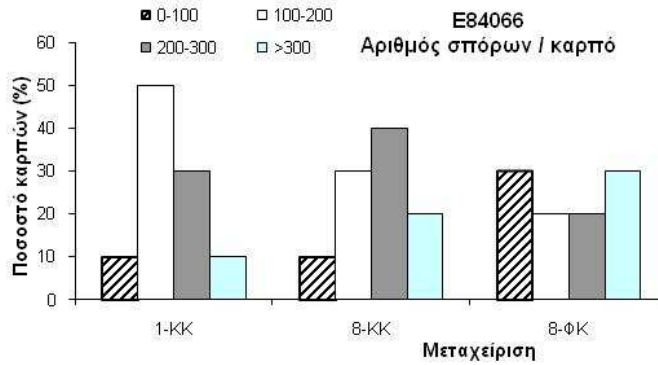
Γράφημα 3.1: Ταξινόμηση των καρπών ανάλογα με τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά τις 3 μεταχειρίσεις των φυτών της ποικιλίας YW.

Στην ποικιλία California Wonder (CW), οι καρποί περιέχουν κυρίως 200-300 σπόρους, ανεξάρτητα από τη μεταχείριση. Καρποί με λιγότερους από 100 σπόρους εμφανίζονται σε μικρό ποσοστό μόνο στην καλοκαιρινή περίοδο με 6-8 καρπούς ανά φυτό. Στην καλοκαιρινή περίοδο με 1 καρπό ανά φυτό, το ποσοστό των καρπών με 100-200 σπόρους είναι εξίσου σημαντικό (σχεδόν 40 %). Στις μεταχειρίσεις με 6-8 καρπούς ανά φυτό (καλοκαίρι ή φθινόπωρο) το ποσοστό των καρπών με > 300 σπόρους είναι υψηλότερο από το ποσοστό των καρπών με 100-200 σπόρους (Γράφημα 3.2).



Γράφημα 3.2: Ταξινόμηση των καρπών ανάλογα με τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά τις 3 μεταχειρίσεις των φυτών της ποικιλίας CW.

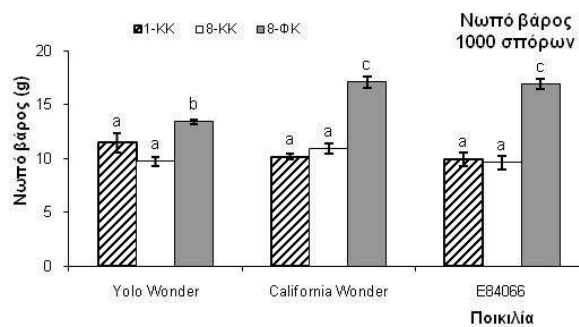
Για την ποικιλία E84066, οι περισσότεροι καρποί κατά την καλοκαιρινή περίοδο παρουσιάζουν 100-200 ή 200-300 σπόρους, ενώ στη φθινοπωρινή περίοδο αυξάνεται το ποσοστό των καρπών με 0-100 ή >300 σπόρους. Η διακύμανση του αριθμού σπόρων ανά καρπό είναι πολύ μεγάλη, ανεξάρτητα από την περίοδο ανάπτυξης και τον αριθμό καρπών ανά φυτών, καθώς σε όλες τις μεταχειρίσεις περιλαμβάνονται καρποί με αριθμό σπόρων 0 έως και περισσότερους από 300 σπόρους (Γράφημα 3.3).



Γράφημα 3.3: Ταξινόμηση των καρπών ανάλογα με τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά τις 3 μεταχειρίσεις των φυτών της ποικιλίας E84066.

3.3.1.2. Νωπό βάρος 1000 σπόρων

Το νωπό βάρος 1000 σπόρων επηρεάζεται κυρίως από την περίοδο ανάπτυξης των καρπών (καλοκαίρι ή φθινόπωρο). Για τους σπόρους και των 3 ποικιλιών δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων με διαφορετικό αριθμό καρπών ανά φυτό, ενώ το νωπό βάρος των 1000 σπόρων αυξάνεται σημαντικά κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (Γράφημα 3.4).

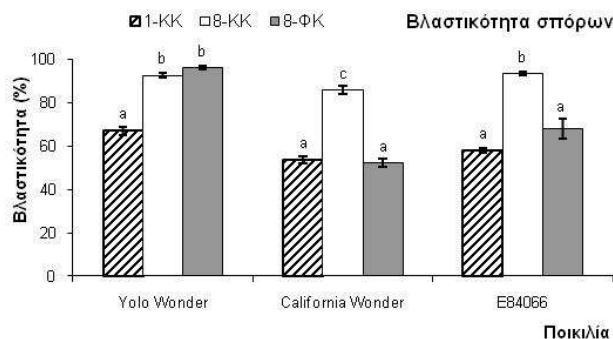


Γράφημα 3.4: Νωπό βάρος σπόρων καρπού εκφρασμένη σε νωπό βάρος (g) 1000 σπόρων για τις 3 μεταχειρίσεις (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) των φυτών και των 3 ποικιλιών (Yolo Wonder, California Wonder και E84066).

3.3.1.3. Βλαστικότητα σπόρων

Η βλαστικότητα των σπόρων επηρεάζεται διαφορετικά από την κάθε μεταχείριση ανάλογα με την ποικιλία. Οι σπόροι της ποικιλίας YW έχουν υψηλότερη βλαστικότητα όταν οι καρποί αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες ανταγωνισμού και ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία κατά την ανάπτυξη των καρπών. Στην περίπτωση όμως των CW και E84066, η βλαστικότητα των σπόρων ευνοείται από τον ανταγωνισμό μεταξύ των αναπτυσσόμενων

καρπών όταν συνδυάζεται και με φυσιολογικές θερμοκρασίες κατά την ανάπτυξη του καρπού (καλοκαίρι). Η απουσία ανταγωνισμού και η ανάπτυξη των καρπών κατά τη φθινοπωρινή περίοδο συνδέονται με τη χαμηλότερη βλαστικότητα των σπόρων για τις ποικιλίες CW και E84066 (Γράφημα 3.5).



Γράφημα 3.5: Βλαστικότητα των σπόρων εκφρασμένη σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) για τις 3 μεταχειρίσεις (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) των φυτών και των 3 ποικιλιών (Yolo Wonder, California Wonder και E84066).

3.3.1.4. Χρώμα καρπού - Συντελεστής L

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK)

Για το συντελεστή L του χρώματος παρουσιάζονται παρόμοια αποτελέσματα και στις 3 χρησιμοποιούμενες ποικιλίες. Συγκεκριμένα η φωτεινότητα έχει υψηλότερη τιμή στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του καρπού (πράσινο χρώμα), 20 και 30 ημέρες από την καρπόδεση. Στη συνέχεια παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική μείωση της τιμής, όσο προχωράει η ωρίμαση των καρπών και η αλλαγή του χρώματος τους από πράσινο σε κόκκινο (Πίνακας 3.1).

Η φωτεινότητα του χρώματος δε διαφέρει σημαντικά μεταξύ των 3 ποικιλιών για τα στάδια του πράσινου χρώματος (20 και 30 ημέρες από την καρπόδεση) και της αλλαγής του χρώματος 40 ημέρες από το δέσιμο. Στο στάδιο όμως του ώριμου κόκκινου χρώματος, η ποικιλία YW έχει τη μικρότερη τιμή σε σύγκριση με τους καρπούς των υπολοίπων 2 ποικιλιών, δηλαδή ανοικτότερο κόκκινο χρωματισμό.

Πίνακας 3.1: Συντελεστής L του χρώματος* για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	44,38 b (a)	43,31 b (a)	41,88 b (a)
30	42,14 b (a)	40,76 b (a)	42,08 b (a)
40	37,19 a (a)	37,98 a (a)	37,44 a (a)
50	35,51 a (a)	38,56 a (b)	37,35 a (ab)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-KK)

Παρόμοια αποτελέσματα παρατηρούνται και κατά τη 2η μεταχείριση, όπου η τιμή του συντελεστή L μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών. Για τις ποικιλίες YW και CW, η χαμηλότερη τιμή συναντάται από τη στιγμή της αλλαγής του χρώματος (50 ημέρες από την καρπόδεση), ενώ για την E84066 το ίδιο συμβαίνει στην επόμενη συγκομιδή (60 ημέρες από την καρπόδεση). Η YW έχει τη μικρότερη τιμή για τις

3 συγκομιδές στις 30, 40 και 50 ημέρες από την καρπόδεση, δηλαδή λίγο πριν, αλλά και αμέσως μετά την αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου σε κόκκινο (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2: Συντελεστής L του χρώματος για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	43,03 c (a)	44,64 c (a)	45,01 d (a)
30	42,23 c (a)	45,26 bc (b)	43,15 c (a)
40	37,69 b (a)	42,33 b (b)	40,42 b (b)
50	35,33 a (a)	38,38 a (ab)	39,05 b (b)
60	35,56 a (a)	36,86 a (a)	36,01 a (a)
70	35,70 a (a)	36,51 a (a)	35,02 a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Στη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών, η φωτεινότητα του χρώματος μειώνεται, όσο προχωράει η ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών, αλλά μόνο για τις ποικιλίες CW και E84066. Αντίθετα, για την YW δεν παρουσιάζεται διαφορά μεταξύ των επτά συγκομιδών (Πίνακας 3.3). Συγκρίνοντας μεταξύ τους τις 3 ποικιλίες προκύπτει ότι στις πρώτες συγκομιδές και μέχρι και 50 ημέρες από την καρπόδεση, οι καρποί της YW παρουσιάζουν τη μικρότερη τιμή από τους καρπούς των άλλων 2 ποικιλιών, ενώ στη συνέχεια και μέχρι την τελευταία συγκομιδή δε σημειώνεται κάποια διαφορά στην τιμή του L.

Πίνακας 3.3: Συντελεστής L του χρώματος του καρπού για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

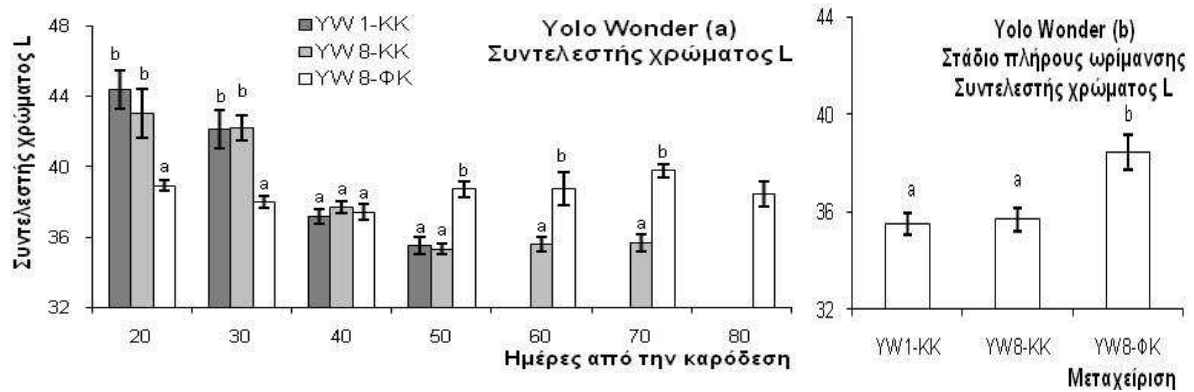
Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	38,93 a (a)	43,07 d (b)	43,12 d (b)
30	37,99 a (a)	40,77 c (b)	41,89 cd (b)
40	37,42 a (a)	40,50 c (b)	41,61 c (b)
50	38,73 a (a)	40,31 bc (b)	39,71 b (ab)
60	38,73 a (a)	39,03 ab (a)	38,63 ab (a)
70	39,78 a (a)	38,27 a (a)	38,21 ab (a)
80	38,46 a (a)	38,27 a (a)	37,59 a (a)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

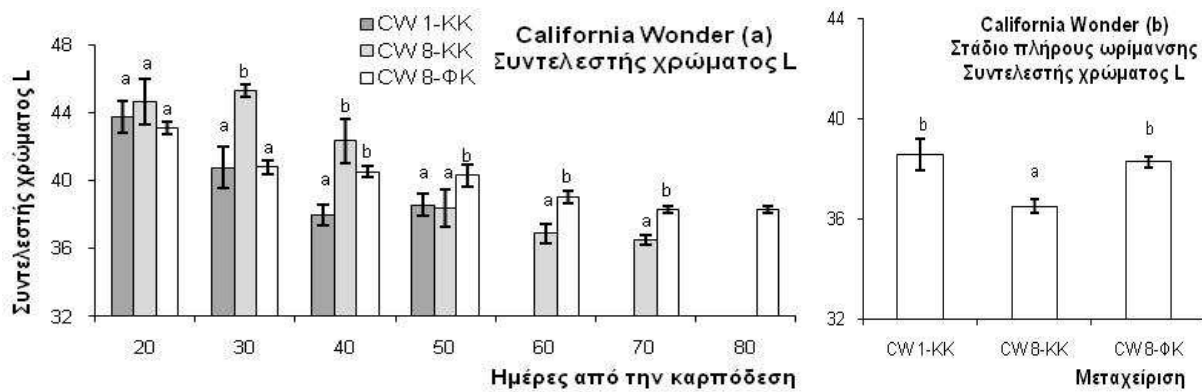
Για την ποικιλία YW δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δύο μεταχειρίσεων με διαφορετικό αριθμό καρπών πάνω στο φυτό στην καλοκαιρινή περίοδο, τόσο κατά την ανάπτυξη, όσο και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των καρπών. Αντίθετα, για τις ποικιλίες CW και E84066 σημειώνεται μεγαλύτερη φωτεινότητα για τους καρπούς από την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό σε σύγκριση με τους καρπούς από την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό μέχρι και τις 40 ημέρες από την καρπόδεση. Στη συνέχεια δεν παρουσιάζεται σημαντική διαφορά (συγκομιδή 50η ημέρα) και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης αυξάνεται η φωτεινότητα του χρώματος για τους καρπούς που αναπτύχθηκαν χωρίς ανταγωνισμό (Γραφήματα 3.6 και 3.7).

Η φωτεινότητα των καρπών από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών έχει μικρότερη τιμή (YW) ή έχει περίπου την ίδια τιμή μέχρι τη συγκομιδή στις 40 ημέρες (CW και E84066), ενώ στις επόμενες συγκομιδές έχει στατιστικά σημαντικά τη μεγαλύτερη τιμή και για τις 3 ποικιλίες. Στο στάδιο όμως της πλήρους ωρίμανσης η τιμή του L είναι

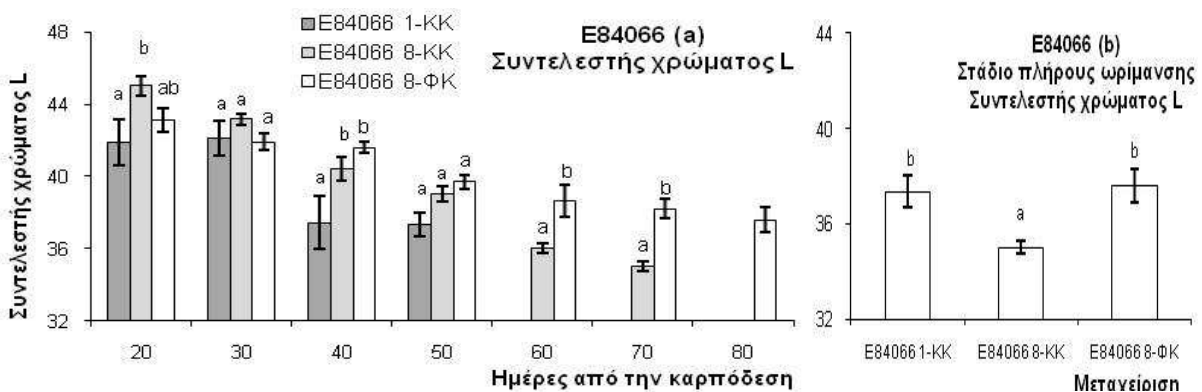
υψηλότερη μόνο για την περίπτωση της YW και στις ποικιλίες CW και E84066 κυμαίνεται σε παρόμοια επίπεδα με τη μεταχείριση 1 καρπού ανά φυτό (1-KK) και στατιστικά μεγαλύτερη από τη μεταχείριση 8-KK (Γραφήματα 3.8).



Γραφήματα 3.6a & b: Συντελεστής L του χρώματος του περικαρπίου κατά την ανάπτυξη (3.6a) και την πλήρη ωρίμανση (3.6b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Το λατινικό γράμμα πάνω από κάθε στήλη αντιστοιχεί στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.7a & b: Συντελεστής L του χρώματος του περικαρπίου κατά την ανάπτυξη (3.7a) και την πλήρη ωρίμανση (3.7b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Το λατινικό γράμμα πάνω από κάθε στήλη αντιστοιχεί στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %), για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.8a & b: Συντελεστής L του χρώματος του περικαρπίου κατά την ανάπτυξη (3.8a) και την πλήρη ωρίμανση (3.8b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Το λατινικό γράμμα πάνω από κάθε στήλη αντιστοιχεί στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.5. Χρώμα καρπού - Συντελεστής a**Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)**

Η μεταβολή του χρωματισμού του καρπού από πράσινο σε κόκκινο παρουσιάζει ομοιότητες μεταξύ των 3 ποικιλιών, όπου η τιμή του συντελεστή a γίνεται θετική (απόκτηση κόκκινου χρώματος) στο διάστημα των 30 - 40 ημερών από την καρπόδεση. Ακόμα μεταξύ των 3 ποικιλιών για κάθε στάδιο συγκομιδής δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές, με εξαίρεση τη μέτρηση στις 40 ημέρες, όπου οι καρποί της YW έχουν σημαντικά μεγαλύτερη ένταση κόκκινου χρώματος, δηλαδή έχουν αποκτήσει σε υψηλότερο ποσοστό τον κόκκινο χρωματισμό σε σύγκριση με τους καρπούς των υπολοίπων 2 ποικιλιών (Πίνακας 3.4).

Πίνακας 3.4: Συντελεστής a του χρώματος για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	-18,02 a (a)	-15,59 a (a)	-14,48 a (a)
30	-13,53 b (a)	-12,25 b (a)	-11,06 a (a)
40	34,57 c (b)	26,22 c (a)	27,27 b (a)
50	31,35 c (a)	33,05 d (a)	31,62 c (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Στην περίπτωση των φυτών με 6-8 καρπούς η αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου από πράσινο σε κόκκινο συντελείται σε διαφορετικούς χρόνους για τις 3 ποικιλίες. Αυτό συμβαίνει μεταξύ 30 και 40 ημερών για τους καρπούς της YW και λίγες μέρες αργότερα για τις ποικιλίες CW και E84066. Μεταξύ των 3 ποικιλιών σημειώνεται στατιστικά σημαντική διαφορά μόνο στις 40 ημέρες από την καρπόδεση, καθώς οι καρποί της Yolo Wonder είχαν ήδη αποκτήσει το κόκκινο χρώμα (Πίνακας 3.5).

Πίνακας 3.5: Συντελεστής a του χρώματος για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	-16,12 a (a)	-16,30 a (a)	-16,15 a (a)
30	-15,18 a (a)	-15,16 a (a)	-15,11 a (a)
40	6,93 b (b)	-6,23 b (a)	-7,40 b (a)
50	29,63 c (a)	30,05 c (a)	29,93 c (a)
60	32,30 c (a)	32,13 c (a)	30,50 c (a)
70	32,60 c (a)	31,88 c (a)	30,77 c (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Η εμφάνιση του κόκκινου χρώματος των καρπών κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών καθυστερεί περισσότερο και εμφανίζεται μεταξύ 60-70 ημερών για την YW, λίγο μετά τις 70 ημέρες για την ποικιλία CW και περίπου 68 ημέρες για την ποικιλία E84066. Μεταξύ των 3 ποικιλιών δε σημειώνονται διαφορές στο χρωματισμό μέχρι και την 60η ημέρα από την καρπόδεση. Στη συνέχεια οι καρποί της YW εμφανίζουν μεγαλύτερη τιμή, καθώς παρουσιάζουν πιο νωρίς τον κόκκινο χρωματισμό (Πίνακας 3.6).

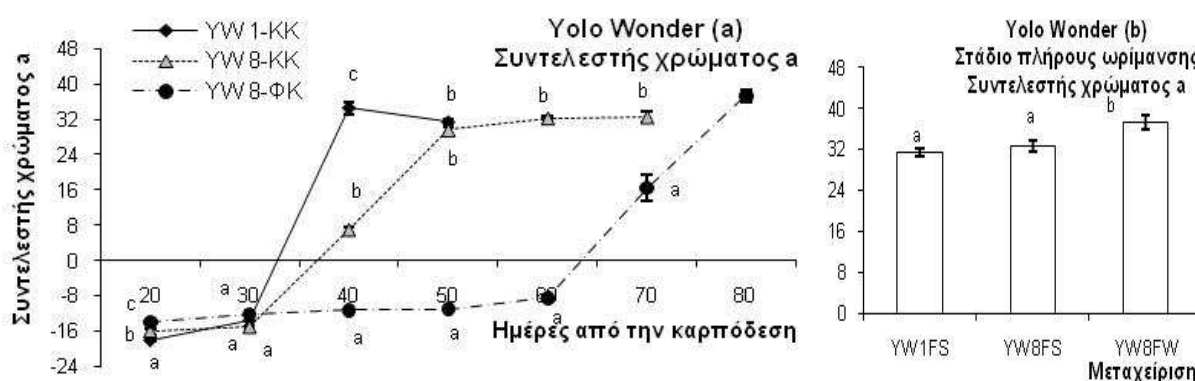
Πίνακας 3.6: Συντελεστής a του χρώματος των καρπών για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	-13,99 a (a)	-15,42 a (a)	-15,23 a (a)
30	-12,19 ab (a)	-13,30 b (a)	-13,77 a (a)
40	-11,29 ab (b)	-13,34 b (a)	-13,75 a (a)
50	-11,04 ab (a)	-13,11 ab (a)	-11,07 b (a)
60	-8,53 b (b)	-11,88 b (a)	-10,08 b (b)
70	16,54 c (b)	-3,67 c (a)	2,66 c (a)
80	37,30 d (c)	16,11 d (a)	22,70 d (b)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Η εποχή καλλιέργειας, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών και η χρησιμοποιούμενη ποικιλία αποδεικνύονται σημαντικοί παράγοντες για την ανάπτυξη του κόκκινου χρωματισμού των καρπών. Η παραμονή των καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος είναι πολύ μεγαλύτερη για τους καρπούς της φθινοπωρινή καλλιέργεια, σχεδόν 40 ημέρες επιπλέον από τους καρπούς που αναπτύχθηκαν τους καλοκαιρινούς μήνες. Ακολούθως, η ταυτόχρονη παρουσία μεγαλύτερου αριθμού καρπών κατά την ανάπτυξη των καρπών στην καλοκαιρινή περίοδο προκαλεί καθυστέρηση της ανάπτυξης του κόκκινου χρώματος από 5 (YW) έως 8 (CW) - 9 (E84066) ημέρες.

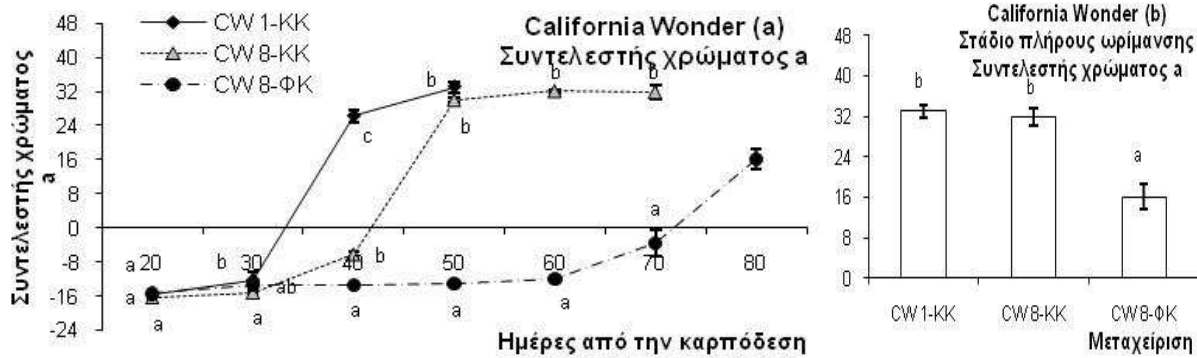
Η αλλαγή του χρώματος του καρπού από πράσινο σε κόκκινο (σημείο τομής του άξονα X) για τους καρπούς της ποικιλίας YW σημειώνεται περίπου 33 ημέρες από την καρπόδεση όταν τα φυτά αναπτύχθηκαν το καλοκαίρι με 1 καρπό ανά φυτό, 38 ημέρες από την καρπόδεση στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό και 62 ημέρες από την καρπόδεση στη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό (Γράφημα 3.9a). Στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, η ένταση του κόκκινου χρώματος δε διαφέρει μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων (1-ΚΚ και 8-ΚΚ), ενώ σημειώνει τη μεγαλύτερη τιμή μετά από την ανάπτυξη των καρπών τους φθινοπωρινούς μήνες (8-ΦΚ) (Γράφημα 3.9b).



Γραφήματα 3.9a & b: Συντελεστής a του χρώματος περικαρπίου κατά την ανάπτυξη (3.9a) και την πλήρη ωρίμανση (3.9b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

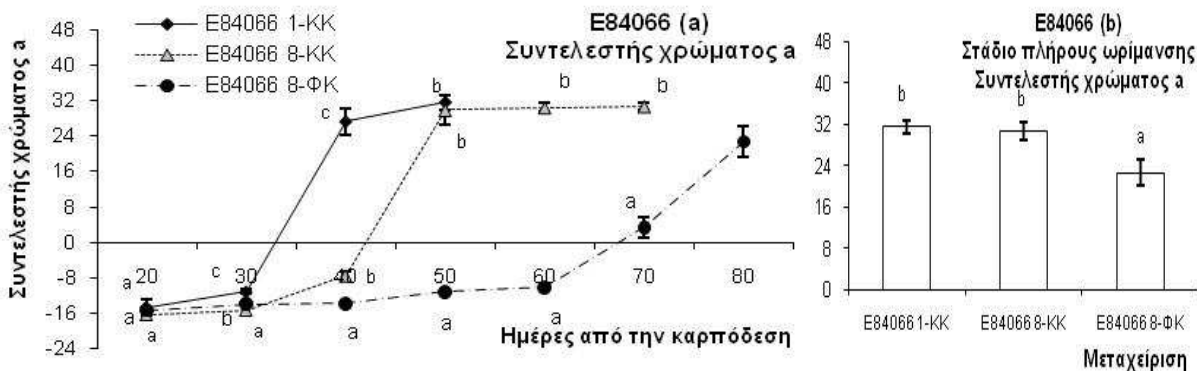
Στους καρπούς της ποικιλίας CW, ο κόκκινος χρωματισμός εμφανίζεται 33 ημέρες από την καρπόδεση κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια απουσία ανταγωνισμού (1-ΚΚ), 41 ημέρες κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια υπό συνθήκες ανταγωνισμού (8-ΚΚ) και

70 ημέρες από την καρπόδεση στη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό (Γράφημα 3.10a). Στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, οι καρποί παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές του συντελεστή *a* για τις 2 καλοκαιρινές καλλιέργειες (1-ΚΚ και 8-ΚΚ) και στατιστικά σημαντικά χαμηλότερες τιμές για τους καρπούς από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (8-ΦΚ).



Γραφήματα 3.10a & b: Συντελεστής *a* του χρώματος περικαρπίου κατά την ανάπτυξη (3.10a) και την πλήρη ωρίμανση (3.10b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Στην ποικιλία E84066, η ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος πραγματοποιείται 33, 42 και 66 ημέρες από την καρπόδεση αντίστοιχα για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό, την καλοκαιρινή καλλιέργεια για 6-8 καρπούς ανά φυτό και την φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς/φυτό (Γράφημα 3.11a). Η φθινοπωρινή καλλιέργεια των καρπών της E84066 προκαλεί μικρότερη ένταση του κόκκινου χρώματος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (Γράφημα 3.11b).



Γραφήματα 3.11a & b: Συντελεστής *a* του χρώματος περικαρπίου κατά την ανάπτυξη (3.11a) και την πλήρη ωρίμανση (3.11b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.6. Νωπό βάρος καρπού

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Το νωπό βάρος καρπού, και για τις 3 ποικιλίες, παρουσιάζει απότομη αύξηση στο χρονικό διάστημα των 20-30 ημερών από την καρπόδεση (λίγο πριν από την αλλαγή του χρώματος). Για τις ποικιλίες YW και CW, οι καρποί αποκτούν το μέγιστο νωπό βάρος τη 30η

ημέρα από την καρπόδεση. Αντίθετα για την E84066, το νωπό βάρος καρπού αυξάνεται μέχρι και την 40η ημέρα από την καρπόδεση, όπου σημειώνεται και η μέγιστη τιμή.

Η σύγκριση μεταξύ των τριών ποικιλιών (λατινικά γράμματα εντός παρενθέσεως) δείχνουν ότι οι καρποί της YW έχουν το μικρότερο νωπό βάρος, οι καρποί της CW έχουν το μεγαλύτερο νωπό βάρος και οι καρποί της E84066 έχουν μεγαλύτερο νωπό βάρος από τους καρπούς της YW και μικρότερο από εκείνο των καρπών της CW (Πίνακας 3.7).

Πίνακας 3.7: Νωπό βάρος καρπού (g) για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder		California Wonder		E84066	
20	45,78	a (a)	87,31	a (c)	70,21	a (b)
30	55,23	b (a)	118,67	b (c)	83,87	b (b)
40	53,12	b (a)	119,98	b (c)	91,13	c (b)
50	53,34	b (a)	120,44	b (c)	92,06	c (b)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών πάνω στο φυτό την περίοδο του καλοκαιριού, προκαλεί παρόμοια επίδραση και για τις τρεις ποικιλίες, όπου το νωπό βάρος αποκτά τη μέγιστη τιμή στις 30 ημέρες από την καρπόδεση (στάδιο πράσινου χρώματος). Οι καρποί της ποικιλίας YW έχουν μικρότερο νωπό βάρος καρπού από τους καρπούς των CW και E84066, ενώ μεταξύ των δύο τελευταίων ποικιλιών δε σημειώνεται στατιστική σημαντική διαφορά.

Από τους πίνακες 3.7 και 3.8 προκύπτει ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών μειώνει σημαντικά το νωπό βάρος κυρίως για τους καρπούς των ποικιλιών CW και E84066.

Πίνακας 3.8: Νωπό βάρος καρπού (g) για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder		California Wonder		E84066	
20	25,42	a (a)	64,98	a (b)	65,11	a (b)
30	46,85	b (a)	89,70	b (b)	75,99	b (b)
40	46,95	b (a)	87,93	b (b)	76,72	b (b)
50	47,04	b (a)	90,93	b (b)	74,62	b (b)
60	46,92	b (a)	88,75	b (b)	78,49	b (b)
70	45,26	b (a)	88,41	b (b)	78,51	b (b)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Κατά τη διάρκεια της φθινοπωρινής καλλιέργειας των φυτών το νωπό βάρος καρπού αυξάνεται κατά διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με την ποικιλία. Συγκεκριμένα, η απότομη αύξηση για τους καρπούς της ποικιλίας YW συμβαίνει στο διάστημα των 30-40 ημερών από την καρπόδεση, όταν οι καρποί βρίσκονται στο στάδιο του πράσινου χρώματος. Για την ποικιλία CW το ίδιο συμβαίνει στο διάστημα των 50-60 ημερών από την καρπόδεση (λίγο πριν την αλλαγή του χρώματος σε κόκκινο), ενώ για τους καρπούς της E84066 παρουσιάζεται διαρκής αύξηση μέχρι και τις 60 ημέρες από την καρπόδεση, όπου ο καρπός αποκτά το μέγιστο νωπό βάρος του.

Οι καρποί της YW εμφανίζονται με μικρότερο νωπό βάρος σε σύγκριση με τις υπόλοιπες 2 ποικιλίες, ενώ μεταξύ των καρπών των CW και E84066 δεν παρουσιάζονται

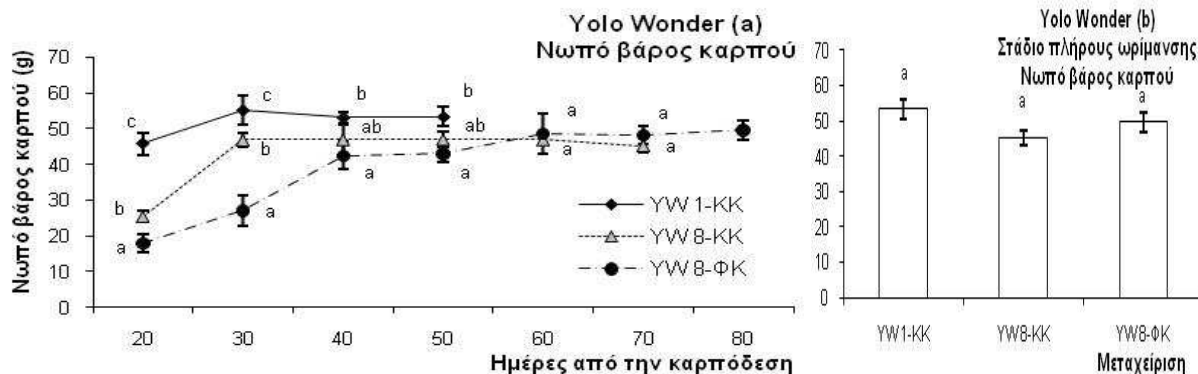
διαφορές (Πίνακας 3.9), όπως ακριβώς συμβαίνει και με την καλοκαιρινή μεταχείριση με 6-8 καρπούς πάνω σε κάθε φυτό (Πίνακας 3.8).

Πίνακας 3.9: Νωπό βάρος καρπού (g) για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	17,85 a (a)	85,46 a (c)	67,43 a (b)
30	27,06 a (a)	87,84 a (b)	89,19 ab (b)
40	42,46 b (a)	85,86 a (b)	87,77 ab (b)
50	42,95 b (a)	88,08 a (b)	93,69 b (b)
60	48,57 b (a)	126,56 b (b)	133,12 c (b)
70	48,23 b (a)	131,85 b (b)	133,70 c (b)
80	49,60 b (a)	129,46 b (b)	129,87 c (b)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Για την ποικιλία YW, που έχει μικρότερους καρπούς, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής καλλιέργειας περιορίζει το νωπό βάρος καρπού (Γράφημα 3.12). Οι καρποί που αναπτύσσονται απουσία ανταγωνισμού (1-KK) σημειώνουν μέχρι και την 30η από την καρπόδεση υψηλότερη τιμή νωπού βάρους, χωρίς οποιαδήποτε διαφορά από την 30η μέχρι και την πλήρη ωρίμανση (Γράφημα 3.12b).



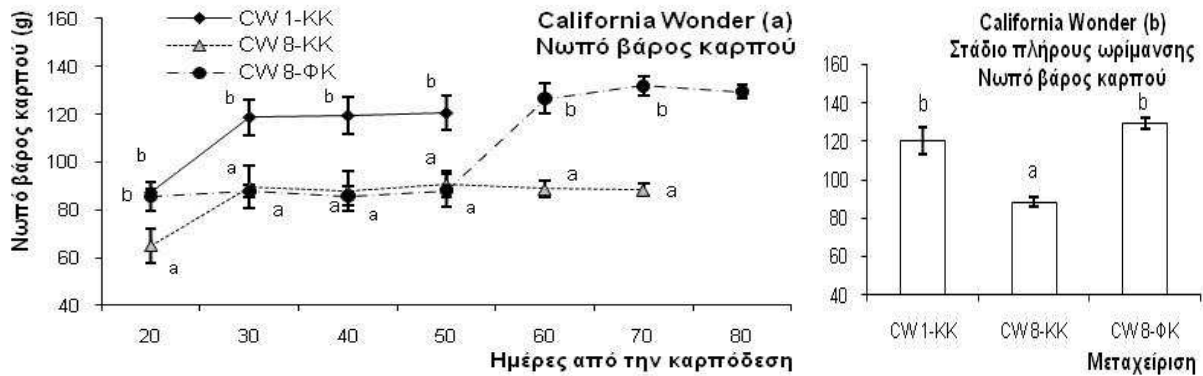
Γραφήματα 3.12a & b: Νωπό βάρος καρπού (g) κατά την ανάπτυξη (312a) και την πλήρη ωρίμανση (312b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW).

Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Η εποχή καλλιέργειας φαίνεται να επηρεάζει το νωπό βάρος καρπού της YW κυρίως μέχρι και την 30η ημέρα από την καρπόδεση, όπου οι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια έχουν το μικρότερο νωπό βάρος. Από την 40η ημέρα δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των 2 μεταχειρίσεων με τον ίδιο αριθμό καρπών πάνω στο φυτό (8-KK και 8-ΦΚ), ενώ οι καρποί από την καλοκαιρινή μεταχείριση με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK) σημειώνουν υψηλότερο νωπό βάρος και την 40η ημέρα από την καρπόδεση και στη συνέχεια στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης δεν παρατηρείται καμία διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων 1-KK και 8-ΦΚ (Γράφημα 3.12a και b).

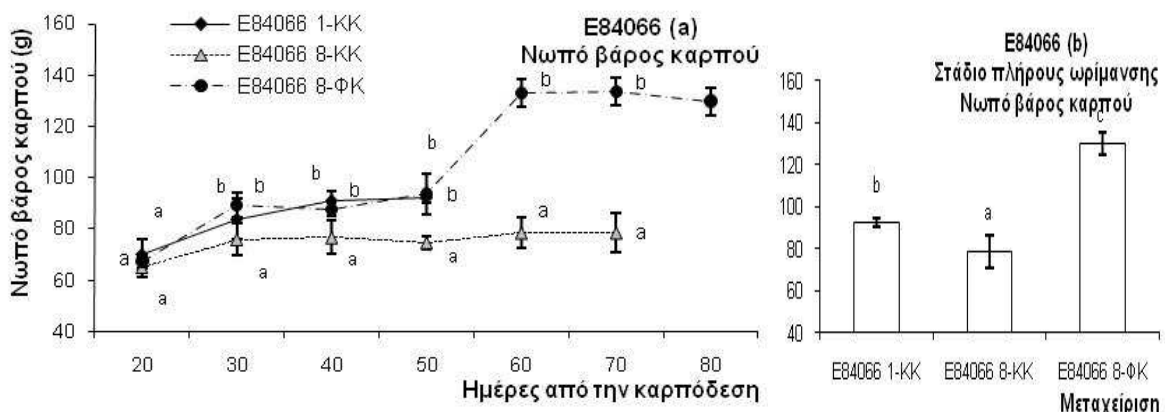
Για τους καρπούς της ποικιλίας CW, η επίδραση του ανταγωνισμού είναι αρκετά πιο ισχυρή για τις 2 καλοκαιρινές καλλιέργειες. Οι καρποί της μεταχείρισης 1-KK έχουν μεγαλύτερο νωπό βάρος από τους αντίστοιχους καρπούς της μεταχείρισης 8-KK, τόσο κατά την ανάπτυξη, όσο και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Στη φθινοπωρινή καλλιέργεια, το νωπό βάρος καρπού αποκτά την υψηλότερη τιμή στις 20 ημέρες από την καρπόδεση από τους αντίστοιχους καρπούς της καλοκαιρινής καλλιέργειας με τις ίδιες συνθήκες ανταγωνισμού (8-ΚΚ). Από τις 30 μέχρι τις 50 ημέρες δε σημειώνεται διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων 8-ΚΚ και 8-ΦΚ. Ακολούθως, οι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια παρουσιάζουν σημαντική αύξηση του νωπού βάρους, που φτάνει τις τιμές των καρπών από την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ) (Γράφημα 3.13a και b).



Γραφήματα 3.13a & b: Νωπό βάρος καρπού (g) κατά την ανάπτυξη (3.13a) και την πλήρη ωρίμανση (3.13b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %), για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Η αρνητική επίδραση του ανταγωνισμού των καρπών κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια αποδεικνύεται και για την ποικιλία E84066 (Γράφημα 3.14a). Επιπλέον, η εποχή καλλιέργειας επηρεάζει σημαντικά το νωπό βάρος καρπού όταν οι συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών παραμένουν σταθερές (6-8 καρποί ανά φυτό). Οι καρποί από τη φθινοπωρινή μεταχείριση, έχουν σημαντικά μεγαλύτερο νωπό βάρος καρπού από τους αντίστοιχους καρπούς της καλοκαιρινής μεταχείρισης (8-ΚΚ) (Γράφημα 3.14).



Γραφήματα 3.14a & b: Νωπό βάρος καρπού (g) κατά την ανάπτυξη (3.14a) και την πλήρη ωρίμανση (3.14b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %), για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.7. Ποσοστό περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού**Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)**

Το εκατοστιαίο ποσοστό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του συνολικού νωπού βάρους καρπού αυξάνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού. Η αύξηση είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ της 20ης και 30ης ημέρας από την καρπόδεση για τους καρπούς της YW και μεταξύ της 20ης και 40ης ημέρας από την καρπόδεση για τους καρπούς των CW και E84066. Η χρησιμοποιούμενη ποικιλία δεν επηρεάζει το ποσοστό του περικαρπίου επί του συνολικού βάρους καρπού, με εξαίρεση το υψηλότερο ποσοστό για τους καρπούς της YW την 30η ημέρα από την καρπόδεση (Πίνακας 3.10).

Πίνακας 3.10: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του καρπού για όλες τις συγκομιδές των 3 ποικιλιών κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	82,99 a (a)	79,99 a (a)	81,76 a (a)
30	87,00 b (b)	82,77 ab (a)	81,74 a (a)
40	88,09 b (a)	86,76 b (a)	86,81 b (a)
50	85,44 ab (a)	82,24 ab (a)	82,42 a (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με την ταυτόχρονη παρουσία 6-8 καρπών ανά φυτό παρατηρείται αύξηση του % ποσοστού του περικαρπίου μεταξύ των 2 συγκομιδών στις 20 και 30 ημέρες από την καρπόδεση για τους καρπούς των YW και CW. Στη συνέχεια για τους καρπούς της YW δε σημειώνεται καμία μεταβολή, ενώ για τους καρπούς της CW παρατηρείται μείωση από την 30η μέχρι την 40η ημέρα από την καρπόδεση. Αντίθετα, για τους καρπούς της E84066 δε σημειώνονται αξιοσημείωτες μεταβολές του % ποσοστού του περικαρπίου κατά τη διάρκεια ανάπτυξης. Μεταξύ των 3 ποικιλιών δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές με εξαίρεση τη συγκομιδή στις 20 μέρες, όπου οι καρποί της E84066 έχουν το μεγαλύτερο ποσοστό από τους καρπούς της YW (Πίνακας 3.11).

Πίνακας 3.11: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του καρπού για όλες τις συγκομιδές των 3 ποικιλιών κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	78,50 a (a)	81,68 a (ab)	84,13 a (b)
30	83,75 b (a)	87,89 b (a)	85,50 a (a)
40	84,96 b (a)	84,39 ab (a)	86,48 a (a)
50	84,55 b (a)	83,38 a (a)	84,12 a (a)
60	84,37 b (a)	84,34 a (a)	84,56 a (a)
70	82,10 ab (a)	81,79 a (a)	82,57 a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Σε αντίθεση με ότι συμβαίνει στις 2 καλοκαιρινές μεταχειρίσεις, η φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών προκαλεί και στις 3 ποικιλίες σταδιακή αύξηση του ποσοστού του περικαρπίου μέχρι και την πλήρη ωρίμανση. Η αύξηση σημειώνεται από την 20η ως την 30η ημέρα και από την 50η ως την 60η ημέρα από την καρπόδεση για την ποικιλία YW και από την 30η ως την 40η και από την 50η ως την 70η ημέρα για την ποικιλία CW. Στην περίπτωση

της ποικιλίας E84066 το ποσοστό του περικαρπίου σημειώνει αύξηση μόνο από 70η μέχρι την 80η ημέρα από την καρπόδεση.

Η σύγκριση μεταξύ των 3 ποικιλιών, δείχνει ότι το ποσοστό του περικαρπίου για τις ποικιλίες CW και E84066 είναι μεγαλύτερη σε σύγκριση με την ποικιλία YW στις περισσότερες συγκομιδές. Αυτό εξηγείται προφανώς από το γεγονός ότι οι καρποί των CW και E84066 αυξάνουν περισσότερο το πάχος του περικαρπίου κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια σε σύγκριση με τους καρπούς της YW (Πίνακας 3.12).

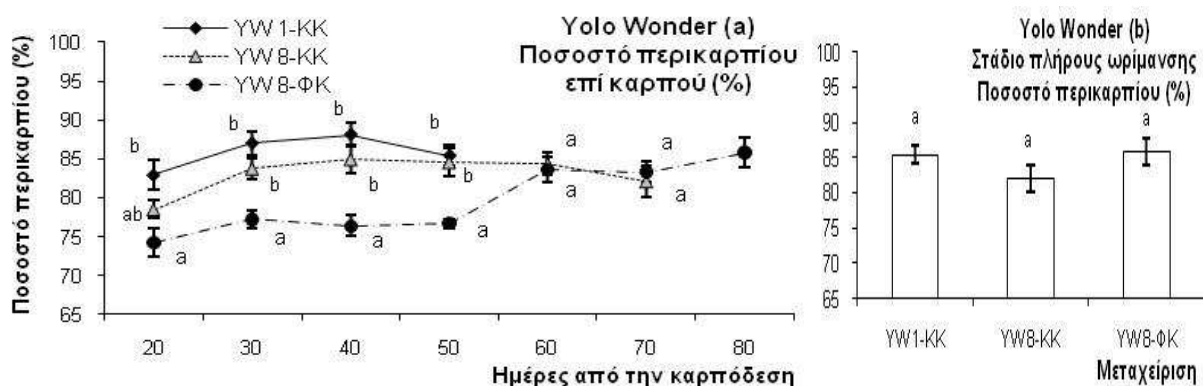
Πίνακας 3.12: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους του περικαρπίου επί του νωπού βάρους του καρπού για όλα τα στάδια συγκομιδής της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	71,93 a (a)	80,03 a (b)	83,04 a (b)
30	77,24 b (a)	78,76 a (a)	82,27 a (b)
40	76,39 b (a)	82,01 b (b)	81,28 a (b)
50	76,71 b (a)	83,14 b (b)	82,72 a (b)
60	83,66 c (a)	84,56 bc (a)	82,90 a (a)
70	83,34 c (a)	86,65 c (a)	83,01 a (a)
80	85,80 c (a)	88,68 c (b)	86,23 b (ab)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

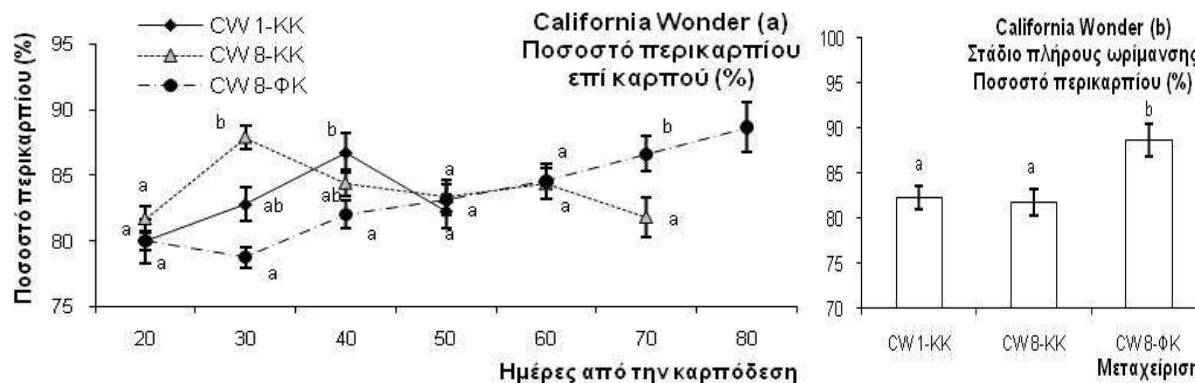
Εξετάζοντας την επίδραση του ανταγωνισμού δε σημειώνονται διαφορές μεταξύ των μεταχειρίσεων 1-KK και 8-KK, με εξαίρεση την υψηλότερη τιμή στις 20 ημέρες από την καρπόδεση για την YW και στις 30 ημέρες από την καρπόδεση για τις ποικιλίες CW και E84066 (Γραφήματα 3.15a, 3.16a και 3.17a). Στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των καρπών από διαφορετικές συνθήκες ανταγωνισμού και ίδιες συνθήκες ανάπτυξης (Γραφήματα 3.15b, 3.16b και 3.17b).

Η φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών (8-ΦΚ), κάτω από συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών, επηρεάζει σημαντικά το ποσοστό περικαρπίου ανάλογα με την ποικιλία. Στην περίπτωση της YW, οι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (8-ΦΚ) έχουν μικρότερο ποσοστό από τους καρπούς των 2 καλοκαιρινών περιόδων ανάπτυξης μέχρι και την 50η ημέρα από την καρπόδεση, ενώ στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης δεν καταγράφεται καμία διαφορά μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων Γραφήματα 3.15a και b).

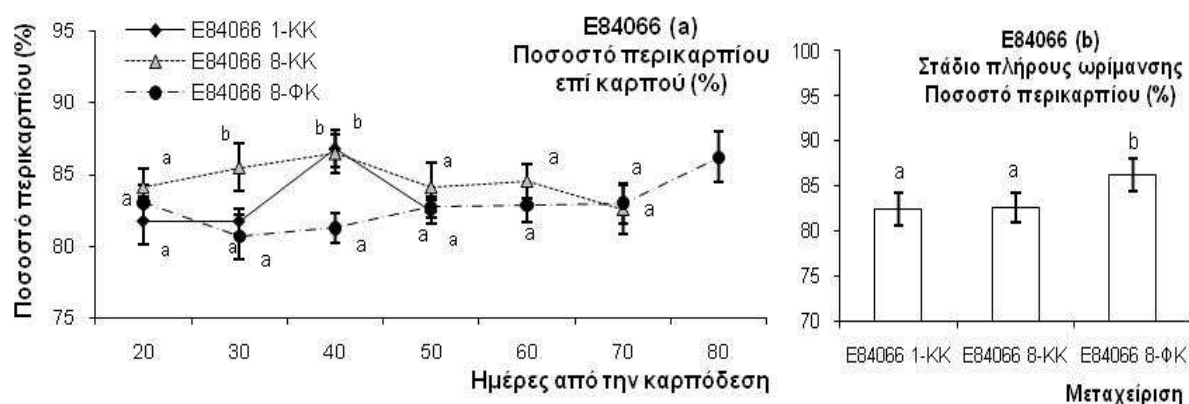


Γραφήματα 3.15a & b: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού κατά την ανάπτυξη (3.15a) και την πλήρη ωρίμανση (3.15b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW) Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Αντίθετα στην περίπτωση των ποικιλιών CW και E84066, οι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (8-ΦΚ) έχουν παρόμοιες τιμές την 20η ημέρα και ακολούθως χαμηλότερη τιμή τις 30η και 40η ημέρα από την καρπόδεση σε σύγκριση με τους καρπούς της μεταχειρίσεως 8-ΚΚ. Στη συνέχεια, οι τιμές για τις 2 μεταχειρίσεις παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές (50η και 60η ημέρα για τις ποικιλίες CW και E84066) και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης οι καρποί από την φθινοπωρινή καλλιέργεια έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη τιμή (Γραφήματα 3.16b και 3.17b).



Γραφήματα 3.16a & b: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού κατά την ανάπτυξη (3.16a) και την πλήρη ωρίμανση (3.16b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW) Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.17a & b: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού κατά την ανάπτυξη (3.17a) και την πλήρη ωρίμανση (3.17b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066 Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.8. Όγκος Καρπού

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Οι καρποί αποκτούν το μέγιστο όγκο τους σε διαφορετικούς χρόνους, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Στην ποικιλία YW, όπου οι καρποί έχουν μικρότερο μέγεθος σε σχέση με τις ποικιλίες CW και E84066, η απόκτηση του μέγιστου όγκου συντελείται από την 20η ημέρα από την καρπόδεση. Για τους καρπούς της ποικιλίας CW, ο μέγιστος όγκος αποκτάται στις 30 ημέρες από την καρπόδεση.

Στην περίπτωση όμως της E84066 πραγματοποιείται σταδιακή αύξηση του συνολικού όγκου καρπού με τη μέγιστη τιμή να καταγράφεται την 40η ημέρα. Από τη σύγκριση μεταξύ των τριών ποικιλιών, προκύπτει ότι οι καρποί της YW έχουν το μικρότερο όγκο και οι καρποί της CW έχουν το μεγαλύτερο όγκο, τόσο κατά την ανάπτυξη, όσο και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (Πίνακας 3.13).

Πίνακας 3.13: Συνολικός όγκος (ml) καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	93,00 a (a)	173,00 a (c)	157,33 a (b)
30	99,00 a (a)	268,50 b (c)	165,38 ab (b)
40	97,71 a (a)	269,20 b (c)	182,00 b (b)
50	99,75 a (a)	263,00 b (c)	178,25 b (b)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Στην καλοκαιρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών επηρεάζει κυρίως την YW, όπου σημειώνεται καθυστέρηση στην απόκτηση της μέγιστης τιμής του συνολικού όγκου καρπού. Συγκεκριμένα, ο συνολικός όγκος καρπού παρουσιάζει αύξηση από την 20η μέχρι την 30η ημέρα από την καρπόδεση για τις ποικιλίες YW και CW, ενώ για την ποικιλία E84066 το ίδιο συμβαίνει μεταξύ της 20ης και 40ης ημέρας. Η σύγκριση μεταξύ των 3 ποικιλιών δείχνει ότι οι καρποί της YW έχουν το μικρότερο όγκο και οι καρποί της CW σημειώνουν το μεγαλύτερο όγκο (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14: Συνολικός όγκος (ml) καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	54,17 a (a)	143,50 a (b)	138,17 a (b)
30	91,40 b (a)	179,60 b (c)	147,60 ab (b)
40	93,75 b (a)	186,60 b (c)	155,50 b (b)
50	90,00 b (a)	178,20 b (c)	150,40 b (b)
60	89,30 b (a)	174,67 b (c)	153,83 b (b)
70	83,17 b (a)	179,60 b (c)	151,40 b (b)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Στη φθινοπωρινή περίοδο με συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών, ο όγκος καρπού παρουσιάζει σταδιακή αύξηση.

Πίνακας 3.15: Συνολικός όγκος (ml) καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά τις 3 μεταχειρίσεις των φυτών (8-ΦΚ).

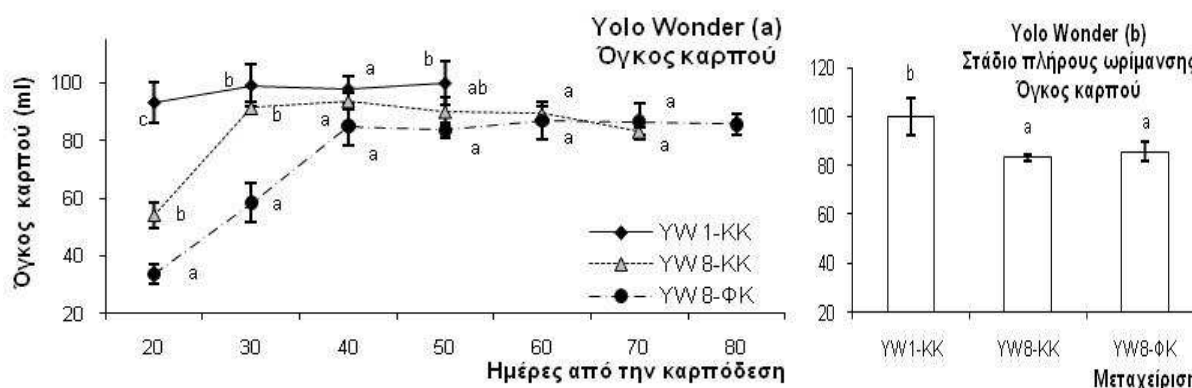
Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	33,50 a (a)	177,33 a (c)	123,83 a (b)
30	58,40 b (a)	169,00 a (b)	171,60 b (b)
40	85,00 c (a)	174,60 a (b)	179,67 b (b)
50	83,50 c (a)	185,75 a (b)	177,00 b (b)
60	87,00 c (a)	235,80 b (b)	244,00 c (b)
70	86,60 c (a)	235,75 b (b)	244,60 c (b)
80	85,67 c (a)	235,00 b (b)	242,00 c (b)

Στην ποικιλία YW, ο όγκος αυξάνει στο διάστημα των 20-30 και 30-40 ημερών από την καρπόδεση, ενώ στην ποικιλία E84066 το ίδιο συμβαίνει μεταξύ των διαστημάτων 20-30 και 50-60 ημερών από την καρπόδεση. Για τους καρπούς της CW, η μεγαλύτερη αύξηση συντελείται την 60η ημέρα (παρόμοια με E84066) (Πίνακας 3.15).

Σε αντίθεση με τις 2 καλοκαιρινές καλλιέργειες, η φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών προκαλεί το σχηματισμό καρπών με παρόμοιο όγκο για τις ποικιλίες CW και E84066, ενώ οι καρποί της YW έχουν σταθερά μικρότερο όγκο (Πίνακας 3.15), όπως συμβαίνει και κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια (Πίνακες 3.13 και 3.14).

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Ο όγκος του καρπού επηρεάζεται, τόσο από την εποχή καλλιέργειας, όσο και από τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών. Στην περίπτωση της YW, οι καρποί αποκτούν τον ίδιο μέγιστο όγκο και για τις 2 καλοκαιρινές περιόδους με 10 ημέρες καθυστέρηση κάτω από συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών. Στο στάδιο όμως της πλήρους ωρίμανσης οι καρποί που αναπτύχθηκαν χωρίς ανταγωνισμό παρουσιάζουν μεγαλύτερο όγκο από τους καρπούς της 2ης μεταχείρισης (8-KK). Η σύγκριση μεταξύ των 2 διαφορετικών εποχών καλλιέργειας με τον ίδιο αριθμό καρπών ανά φυτό δείχνει ότι οι καρποί από την φθινοπωρινή καλλιέργεια έχουν μικρότερο όγκο μόνο μέχρι και την 30η ημέρα από την καρπόδεση, ενώ από την 40η ημέρα και μέχρι και την πλήρη ωρίμανση δε σημειώνεται καμία διαφορά (Γραφήματα 3.18a και b).

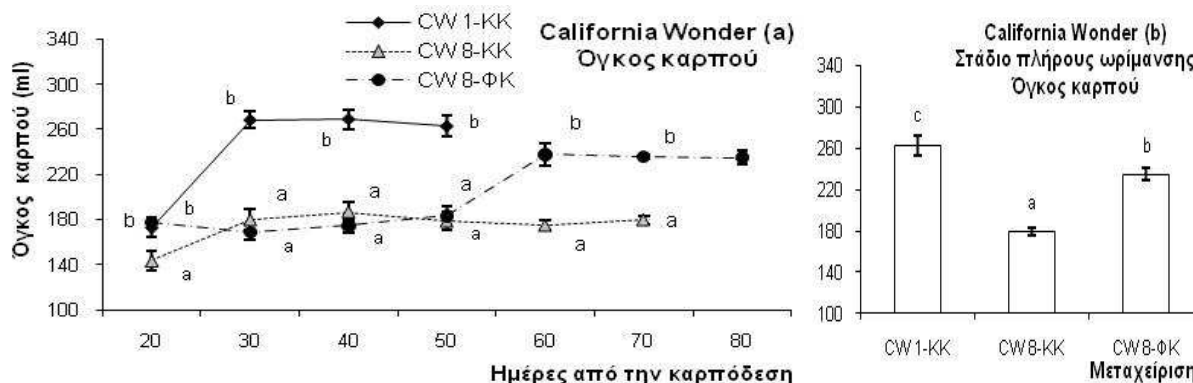


Γραφήματα 3.18a & b: Συνολικός όγκος (ml) καρπού κατά την ανάπτυξη (3.18a) και την πλήρη ωρίμανση (3.18b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

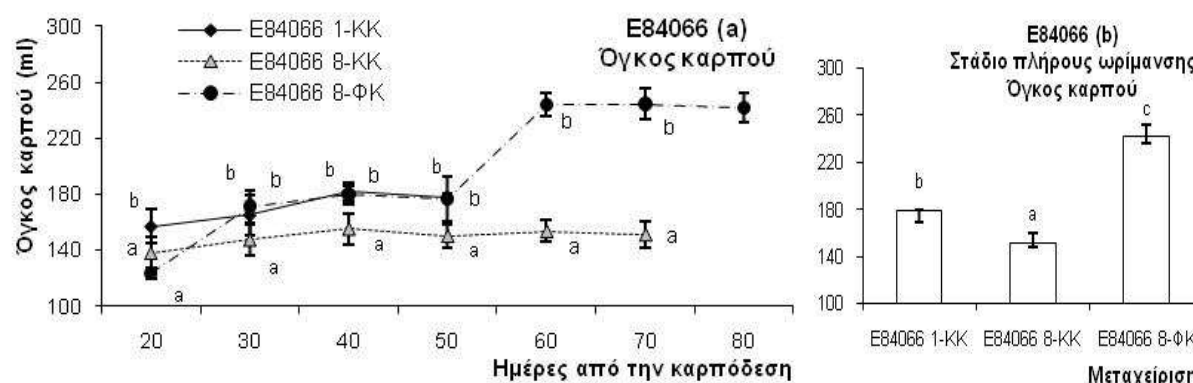
Οι καρποί της CW κατά την καλοκαιρινή περίοδο, έχουν μεγαλύτερο όγκο όταν αναπτύσσονται χωρίς ανταγωνισμό με άλλους καρπούς από τις πρώτες κιάλας μετρήσεις μέχρι και την πλήρη ωρίμανση. Όταν οι καρποί της CW αναπτύσσονται το καλοκαίρι υπό συνθήκες ανταγωνισμού τότε αποκτούν το μέγιστο όγκο την 30η ημέρα, ενώ όταν αναπτύσσονται πάνω σε φυτά με 6-8 καρπούς κατά τους φθινοπωρινούς μήνες ο όγκος αποκτά τη μεγαλύτερη τιμή από την 60η ημέρα (Γραφήματα 3.19a και b).

Για την E84066, ο αριθμός των καρπών που αναπτύσσονται πάνω στο φυτό το καλοκαίρι επηρεάζει αρνητικά (μειώνει) τον όγκο καρπού από την πρώτη κιάλας μέτρηση στις 20 ημέρες από την καρπόδεση μέχρι και το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Κατά τη σύγκριση των καρπών στις 2 διαφορετικές καλλιέργειες (καλοκαίρι και φθινόπωρο) με τον ίδιο αριθμό καρπών ανά φυτό, οι καρποί από τη τρίτη μεταχείριση (φθινοπωρινή καλλιέργεια) αν και έχουν τον ίδιο όγκο στις 20 ημέρες στη συνέχεια αποκτούν στατιστικά

σημαντικά μεγαλύτερο όγκο. Επιπλέον και σε αντίθεση με τις YW και CW, οι καρποί της E84066 κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια καταφέρνουν να αποκτήσουν υψηλότερο όγκο ακόμα και από τους καρπούς που αναπτύχθηκαν χωρίς ανταγωνισμό το καλοκαίρι (Γραφήματα 3.20a και b).



Γραφήματα 3.19a & b: Συνολικός όγκος (ml) καρπού κατά την ανάπτυξη (3.19a) και την πλήρη ωρίμανση (3.19b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.20a & b: Συνολικός όγκος (ml) καρπού κατά την ανάπτυξη (3.20a) και την πλήρη ωρίμανση (3.20b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.9. Ποσοστό του εσωτερικού επί του συνολικού όγκου καρπού

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK)

Ο εσωτερικός όγκος σε σχέση με το συνολικό όγκο καρπού επηρεάζεται σημαντικά από την ποικιλία κατά την παραμονή 1 καρπού ανά φυτό (Πίνακας 3.16). Το ποσοστό % του εσωτερικού όγκου δε μεταβάλλεται σημαντικά για τους καρπούς της YW, ενώ για την ποικιλία CW προκύπτει προσωρινή μείωση μέχρι τη 30η ημέρα, αλλά όχι στη συνέχεια.

Πίνακας 3.16: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου του καρπού για όλες τις συγκομιδές των 3 ποικιλιών κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	47,22 a (b)	47,86 b (b)	36,63 a (a)
30	46,06 a (a)	42,92 a (a)	42,88 b (a)
40	46,70 a (a)	46,00 ab (a)	43,01 b (a)
50	44,20 a (a)	44,80 ab (a)	44,54 b (a)

Αντίθετα, ο εσωτερικός όγκος των καρπών της E84066 παρουσιάζει σημαντική αύξηση στο στάδιο του πράσινου χρώματος (μεταξύ 20 και 30 ημέρες) και στη συνέχεια το ποσοστό του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου του καρπού παραμένει σταθερό. Μεταξύ των 3 ποικιλιών δε σημειώνονται διαφορές παρά μόνο την 20η ημέρα όπου το % ποσοστό του εσωτερικού όγκου των καρπών των YW και CW είναι σημαντικά μεγαλύτερο από τους καρπούς της ποικιλίας E84066.

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Το εκατοστιαίο ποσοστό (%) του εσωτερικού επί του συνολικού όγκου καρπού για την YW αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού και μέχρι την αλλαγή χρώματος (δηλαδή 50 ημέρες από την καρπόδεση). Για τις CW και E84066 δε σημειώνονται μεταβολές του ποσοστού του εσωτερικού όγκου, με εξαίρεση τη μικρή μείωση από τις 20 στις 30 ημέρες στην CW. Μεταξύ των 3 ποικιλιών σημειώνονται διαφορές μόνο για τις 20 ημέρες από την καρπόδεση, όπου οι καρποί της YW έχουν μικρότερο ποσοστό από τους καρπούς των CW και E84066 και τις 30 ημέρες, όπου οι καρποί της YW έχουν μικρότερο ποσοστό από την E84066 (Πίνακας 3.17).

Πίνακας 3.17: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	38,41 a (a)	46,08 b (b)	44,21 a (b)
30	39,36 a (a)	42,46 a (a)	46,71 a (b)
40	43,01 ab (a)	46,74 b (a)	43,98 a (a)
50	48,37 c (a)	45,34 b (a)	44,63 a (a)
60	45,76 b (a)	45,16 b (a)	48,88 a (a)
70	49,10 c (a)	47,69 b (a)	47,75 a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Το % ποσοστό του εσωτερικού όγκου καρπού για την YW μειώνεται από τη 20η έως 40η ημέρα από την καρπόδεση, ενώ στη συνέχεια δε σημειώνει ουσιαστικές μεταβολές. Στους καρπούς της ποικιλίας CW το ποσοστό % του εσωτερικού όγκου μειώνεται στο διάστημα των 30-40 ημερών από την καρπόδεση, στη συνέχεια παραμένει σταθερός και τέλος μετά τις 60 ημέρες και μέχρι την πλήρη ωρίμανση παρουσιάζει στατιστικά σημαντικά αύξηση. Για την E84066 δεν σημειώνεται καμία μεταβολή, παρά μόνο μικρή αύξηση από τις 70 στις 80 ημέρες από την καρπόδεση.

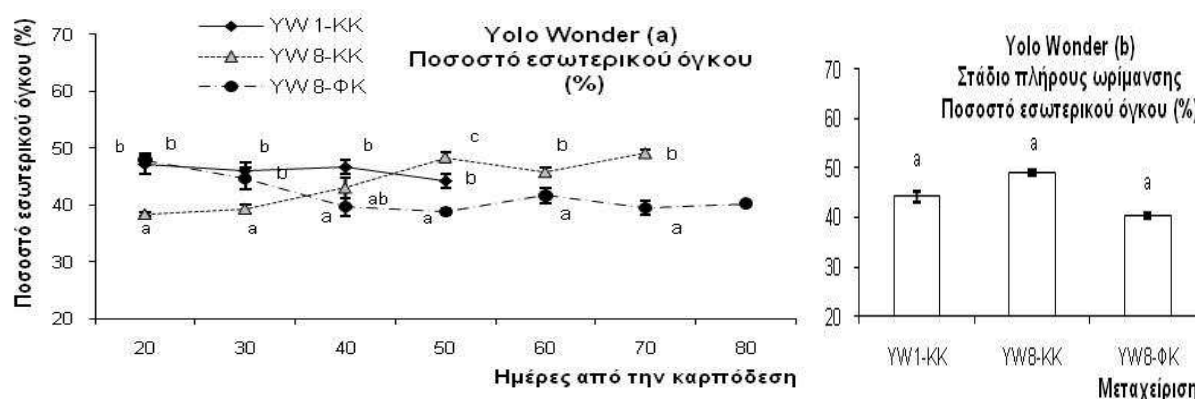
Πίνακας 3.18: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	47,91 c (b)	44,68 b (ab)	42,14 a (a)
30	44,68 bc (a)	44,14 b (a)	42,51 a (a)
40	39,67 a (a)	38,78 a (a)	41,59 a (a)
50	38,80 a (a)	39,08 a (a)	42,71 a (a)
60	41,66 ab (a)	39,96 a (a)	40,59 a (a)
70	39,55 a (a)	46,77 bc (b)	43,20 a (ab)
80	40,30 a (a)	48,08 c (b)	46,17 b (b)

Μεταξύ των 3 ποικιλιών παρατηρούνται σημαντικές διαφορές μόνο στις 2 τελευταίες συγκομιδές (70 και 8 ημέρες από την καρπόδεση) με τους καρπούς της ποικιλίας YW να έχουν μικρότερο ποσοστό εσωτερικού όγκου σε σχέση με την E84066 (80η ημέρα) και την CW (70η και 80η ημέρα) (Πίνακας 3.18).

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Το ποσοστό του εσωτερικού επί του συνολικού όγκου καρπού για τους καρπούς της YW κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό παραμένει σταθερό μέχρι την πλήρη ωρίμανση. Το ποσοστό αυτό είναι υψηλότερο από το αντίστοιχο των καρπών που αναπτύχθηκαν την ίδια περίοδο με συνθήκες ανταγωνισμού μέχρι και την 40η ημέρα από την καρπόδεση. Στη συνέχεια και μέχρι την πλήρη ωρίμανση δεν παρατηρείται καμία διαφορά μεταξύ των μεταχειρίσεων 1-KK και 8-KK. Οι αντίστοιχοι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια παρουσιάζουν μείωση του ποσοστού του εσωτερικού όγκου κατά την ανάπτυξη και σημειώνουν το χαμηλότερο ποσοστό από την 70η ημέρα από την καρπόδεση (Γράφημα 3.21).

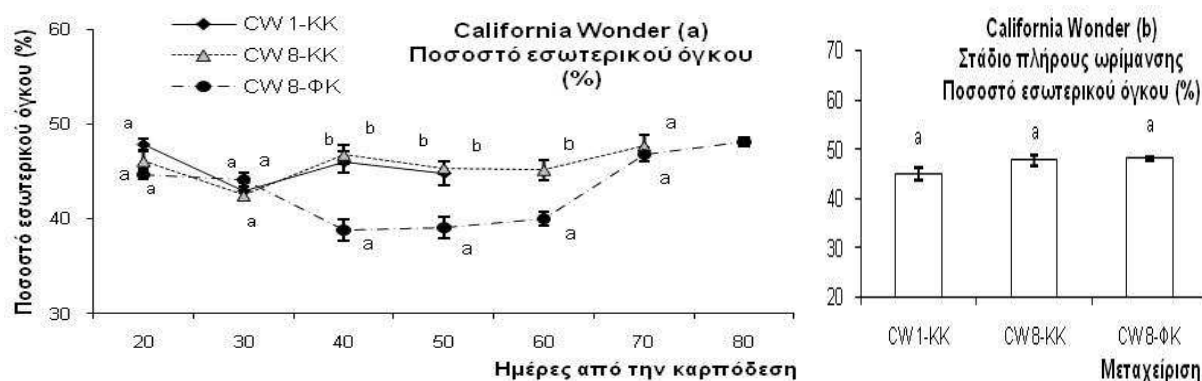


Γράφημα 3.21a & b: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου κατά την ανάπτυξη (3.21a) και την πλήρη ωρίμανση (3.21b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

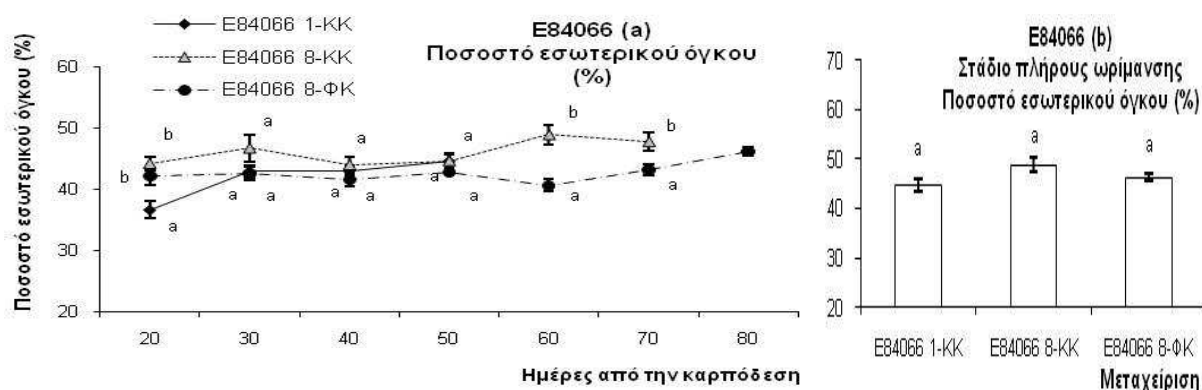
Δεν υπάρχει καμία διαφορά στο ποσοστό % του εσωτερικού όγκου μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων των φυτών για τις CW και E84066, με εξαίρεση το μεγαλύτερο ποσοστό των καρπών από φυτά με 1 καρπό κατά την πρώτη συγκομιδή στις 20 ημέρες στην E84066 (Γραφήματα 3.22 και 3.23). Για τους καρπούς όμως της CW κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια, το ποσοστό του εσωτερικού όγκου είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερο από το αντίστοιχο των άλλων 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων των φυτών για τις 3 συγκομιδές στις 40, 50 και 60 ημέρες από την καρπόδεση. Στο στάδιο του φυσιολογικά ώριμου κόκκινου χρώματος του καρπού, το αντίστοιχο ποσοστό δεν επηρεάζεται ούτε από την εποχή καλλιέργειας, αλλά ούτε και από τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών.

Κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών της E84066, το ποσοστό του εσωτερικού όγκου καρπού δε διαφέρει από τους καρπούς των άλλων 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων για τις 4 πρώτες συγκομιδές (20, 30, 40 και 50 ημέρες από την καρπόδεση), με εξαίρεση το χαμηλότερο ποσοστό για των καρπών από την καλοκαιρινή περίοδο απουσία ανταγωνισμού (1-KK). Στις επόμενες 2 συγκομιδές (60 και 70 ημέρες από την καρπόδεση) όμως έχουν στατιστικά μικρότερο ποσοστό από τους αντίστοιχους καρπούς της καλοκαιρινής καλλιέργειας (2η μεταχείριση). Στο στάδιο όμως του φυσιολογικά ώριμου

κόκκινου χρώματος του καρπού το ποσοστό του εσωτερικού όγκου δεν επηρεάζεται ούτε από τον αριθμό των καρπών ανά φυτό, αλλά ούτε και την εποχή καλλιέργειας (Γράφημα 3.23a και b).



Γράφημα 3.22 a & b: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου κατά την ανάπτυξη (3.22a) και την πλήρη ωρίμανση (3.22b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γράφημα 3.23 a & b: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου κατά την ανάπτυξη (3.23a) και την πλήρη ωρίμανση (3.23b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.10. Ξηρό βάρος περικαρπίου

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK)

Το εκατοστιαίο ποσοστό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού, αποκτώντας τη μέγιστη τιμή αμέσως μετά την αλλαγή του χρώματος, δηλαδή 40 ημέρες για τους καρπούς των YW και E84066 και στο στάδιο του κόκκινου χρώματος, δηλαδή 50 ημέρες από την καρπόδεση (CW). Για την ποικιλία YW παρουσιάζεται μία μόνο αύξηση μεταξύ της 30ης και 40ης ημέρας από την καρπόδεση, ενώ για τους καρπούς των CW και E84066 σημειώνονται 2 αυξήσεις στα διαστήματα των 30-40 και 40-50 ημερών (CW) και στα διαστήματα 20-30 και 30-40 ημερών (E84066) (Πίνακας 3.19).

Μεταξύ των 3 ποικιλιών προκύπτουν στατιστικά σημαντικές διαφορές, με το ξηρό βάρος του περικαρπίου των καρπών της YW (που έχει και το μικρότερο μέγεθος καρπού και περισσότερο λεπτό περικάρπιο και κατά συνέχεια μικρότερο ποσοστό υγρασίας) να έχει τη μεγαλύτερη τιμή και των καρπών της CW τη μικρότερη τιμή (καθώς το μεγαλύτερο βάρος

οφείλεται σε υψηλό ποσοστό στο μεγαλύτερο πάχος του περικαρπίου και κατά συνέπεια στο υψηλότερο ποσοστό υγρασίας).

Πίνακας 3.19: Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder		California Wonder		E84066	
20	9,12	a (b)	7,58	a (a)	7,68	a (a)
30	9,39	a (b)	7,20	a (a)	8,19	b (b)
40	11,31	b (c)	8,91	b (a)	10,67	c (b)
50	11,20	b (c)	9,71	c (a)	10,55	c (b)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και στους καρπούς της καλοκαιρινής καλλιέργειας των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό, καθώς το % ξηρό βάρος περικαρπίου αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού. Στην YW, η τιμή παραμένει σταθερή στις 3 συγκομιδές στο στάδιο του πράσινου χρώματος (20, 30 και 40 ημέρες) και αυξάνεται στο διάστημα των 40 - 50 ημερών. Για τους καρπούς της CW, η αύξηση είναι σταδιακή από την 20η μέχρι και την 40η ημέρα, ενώ για τους καρπούς της E84066 το ίδιο συμβαίνει από την 20η μέχρι και την 50η ημέρα από την καρπόδεση.

Μεταξύ των 3 ποικιλιών σημειώνονται διαφορές, με τους καρπούς της YW να παρουσιάζουν υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους από τις πρώτες συγκομιδές. Στη συνέχεια αυξάνεται το ξηρό βάρος των καρπών των CW και E84066 και φτάνει στα ίδια επίπεδα και για τις 3 ποικιλίες στις 60 ημέρες από την καρπόδεση. στην τελευταία όμως συγκομιδή το ξηρό βάρος εμφανίζεται μικρότερο για την ποικιλία CW και σημαντικά υψηλότερο για την ποικιλία E84066 (Πίνακας 3.20).

Πίνακας 3.20: Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder		California Wonder		E84066	
20	9,21	a (c)	6,19	a (a)	6,85	a (b)
30	9,22	a (b)	9,32	b (b)	7,77	b (a)
40	9,10	a (a)	10,02	c (a)	9,84	c (a)
50	10,25	b (a)	10,29	c (a)	10,60	d (a)
60	10,21	b (a)	10,30	c (a)	10,97	d (a)
70	10,00	b (b)	9,07	b (a)	11,04	d (c)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Το % ξηρό βάρος του περικαρπίου αυξάνεται κατά την ανάπτυξη των καρπών στη φθινοπωρινή περίοδο. Για τους καρπούς της YW, σημειώνεται αύξηση το διάστημα των 60 - 70 ημερών και μικρή μείωση στη συνέχεια μέχρι την 80η ημέρα (Πίνακας 3.21).

Στην περίπτωση των καρπών της CW, το ξηρό βάρος αυξάνεται μέχρι και την 70η ημέρα από την καρπόδεση, ενώ για την E84066 η αύξηση είναι σημαντική μέχρι και την πλήρη ωρίμανση. Η σύγκριση μεταξύ των τριών ποικιλιών δείχνει ότι οι καρποί της YW, λόγω του μικρότερου βάρους και πάχους περικαρπίου έχουν και το υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους. Μόνο στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, οι καρποί της E84066 παρουσιάζουν υψηλή τιμή, στα ίδια επίπεδα με τους καρπούς της YW. Αυτό προφανώς σχετίζεται με την

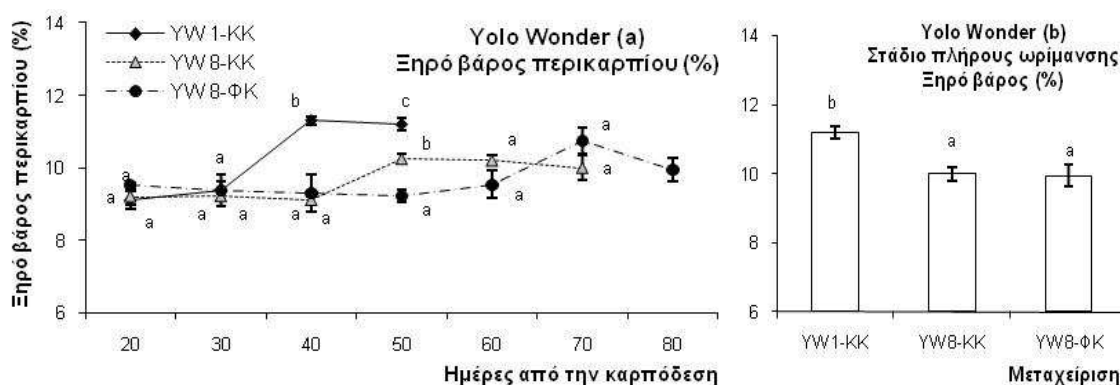
μεγάλη αύξηση του νωπού βάρους που παρατηρείται στις τελευταίες συγκομιδές, όπως φαίνεται στο πίνακα 3.9.

Πίνακας 3.21: Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	9,52 a (b)	5,47 a (a)	5,56 a (a)
30	9,38 a (b)	5,65 ab (a)	5,57 a (a)
40	9,30 a (b)	5,63 ab (a)	6,12 ab (a)
50	9,22 a (b)	5,76 ab (a)	6,23 b (a)
60	9,54 a (b)	5,80 b (a)	6,45 b (a)
70	10,89 b (b)	6,28 c (a)	7,06 c (a)
80	9,95 ab (b)	6,22 c (a)	8,95 d (b)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

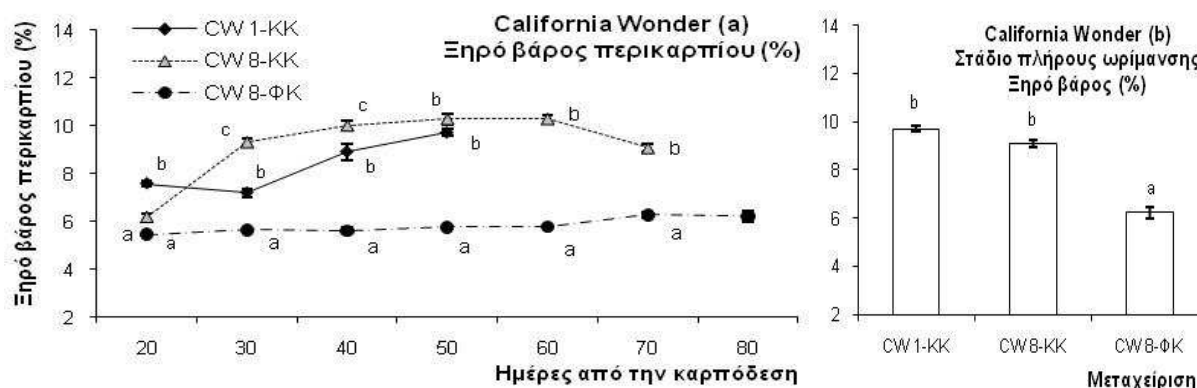
Το % ξηρό βάρος του περικαρπίου για την YW ξεκινάει από την ίδια τιμή κατά τη μέτρηση στις 20 ημέρες από την καρπόδεση, ανεξάρτητα από τη μεταχείριση. Ακολούθως, για τους καρπούς από την καλοκαιρινή καλλιέργεια χωρίς την παρουσία άλλων καρπών σημειώνεται αύξηση στο διάστημα των 30-40 ημερών. Οι καρποί από την καλοκαιρινή καλλιέργεια που αναπτύχθηκαν σε φυτά με 8 καρπούς παρουσιάζουν αντίστοιχη αύξηση για το διάστημα των 40 - 50 ημερών.



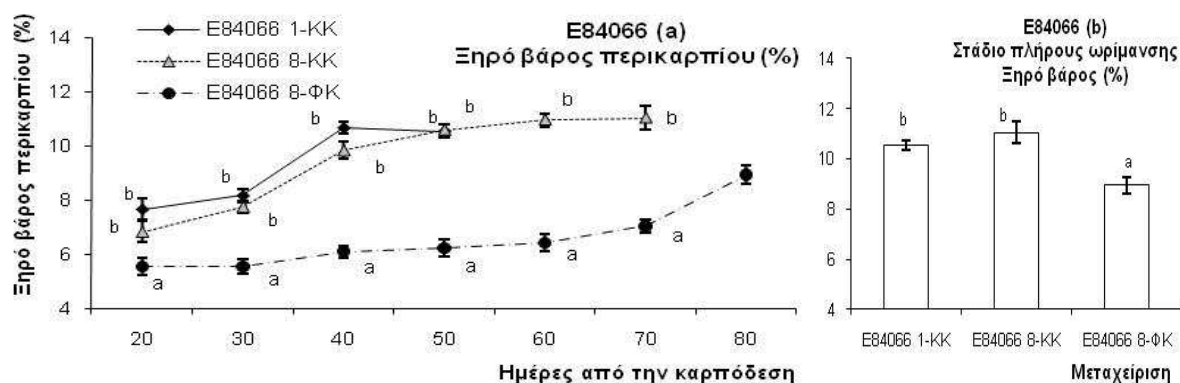
Γραφήματα 3.24a & b: Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά την ανάπτυξη (3.24a) και την πλήρη ωρίμανση (3.24b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Για τους καρπούς από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια υπό συνθήκες ανταγωνισμού παρουσιάζεται παρόμοια αύξηση στο διάστημα των 60-70 ημερών (Γράφημα 3.24a). Συγκρίνοντας το % ποσοστό του ξηρού βάρους στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης φαίνεται ότι ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών προκαλεί μείωση του ξηρού βάρους περικαρπίου σε σύγκριση με την εποχή καλλιέργειας (Γράφημα 3.24b).

Για τους καρπούς των CW και E84066, η εποχή καλλιέργειας είναι σημαντικότερος παράγοντας από τον ανταγωνισμό μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών. Μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων με διαφορετικό αριθμό καρπών ανά φυτό (1-KK και 8-KK) δε σημειώνονται σημαντικές διαφορές κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών. Οι καρποί από τη μεταχείριση 8-ΦΚ έχουν υψηλότερο ποσοστό υγρασίας (αντίστοιχα χαμηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους) σε όλες τις συγκομιδές (γραφήματα 3.25 και 3.26).



Γραφήματα 3.25a & b: Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά την (3.25a) και την πλήρη ωρίμανση (3.25b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.26a & b: Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά την ανάπτυξη (3.26a) και την πλήρη ωρίμανση (3.26b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P=0,05) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.11. Διαστάσεις - Μήκος καρπού

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK)

Το μήκος καρπού για τις ποικιλίες YW και CW αποκτά τη μέγιστη τιμή την 20η ημέρα από την καρπόδεση και ακολούθως παραμένει σταθερό μέχρι και την πλήρη ωρίμανση. Στην ποικιλία E84066, το μήκος καρπού αποκτά τη μέγιστη τιμή την 30η ημέρα. Ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία, οι καρποί έχουν παρόμοιο μήκος. Εξαιρεση αποτελεί η μέτρηση την 20η ημέρα, όπου οι καρποί της E84066 έχουν τη μικρότερη τιμή και οι καρποί της YW το μεγαλύτερο μήκος (Πίνακας 3.22).

Πίνακας 3.22: Μήκος καρπού (cm) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	7,74 a (c)	6,68 a (b)	4,90 a (a)
30	7,82 a (a)	7,43 a (a)	7,58 b (a)
40	7,87 a (a)	7,24 a (a)	7,60 b (a)
50	8,15 a (a)	7,46 a (a)	7,71 b (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Στην περίπτωση που οι καρποί αναπτύσσονται υπό συνθήκες ανταγωνισμού (6-8 καρποί ανά φυτό), τότε σημειώνουν τη μέγιστη τιμή μήκους από την 20η ημέρα για τις ποικιλίες CW και E84066 και την 30η ημέρα για την ποικιλία YW. Αντίστοιχα οι καρποί της YW στις 20 ημέρες από την καρπόδεση έχουν τη μικρότερη τιμή (Πίνακας 3.22).

Πίνακας 3.22: Μήκος καρπού (cm) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	6,08 a (a)	7,08 a (b)	7,65 a (b)
30	7,70 b (a)	7,24 a (a)	8,00 a (a)
40	7,33 b (a)	7,18 a (a)	7,45 a (a)
50	7,28 b (a)	7,72 a (a)	7,04 a (a)
60	7,24 b (a)	7,52 a (a)	6,68 a (a)
70	7,03 b (a)	7,88 a (b)	6,62 a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Στη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών, το μήκος του καρπού για την ποικιλία YW αποκτά τη μέγιστη τιμή την 30η ημέρα από την καρπόδεση. Για την ποικιλία CW, το μήκος καρπού αυξάνεται μέχρι και την 70η ημέρα και στη συνέχεια οι συγκομισμένοι καρποί δείχνουν μικρή μείωση. Τέλος στην ποικιλία E84066, σημειώνεται σημαντική αύξηση του μήκους καρπού από την 50η στην 60η ημέρα από την καρπόδεση.

Η σύγκριση μεταξύ των 3 ποικιλιών δείχνει μικρότερο μήκος για τους καρπούς της YW σε σύγκριση με τις υπόλοιπες 2 ποικιλίες, ενώ μεταξύ των CW και E84066 δεν καταγράφονται διαφορές (Πίνακας 3.24).

Πίνακας 3.24: Μήκος καρπού (cm) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

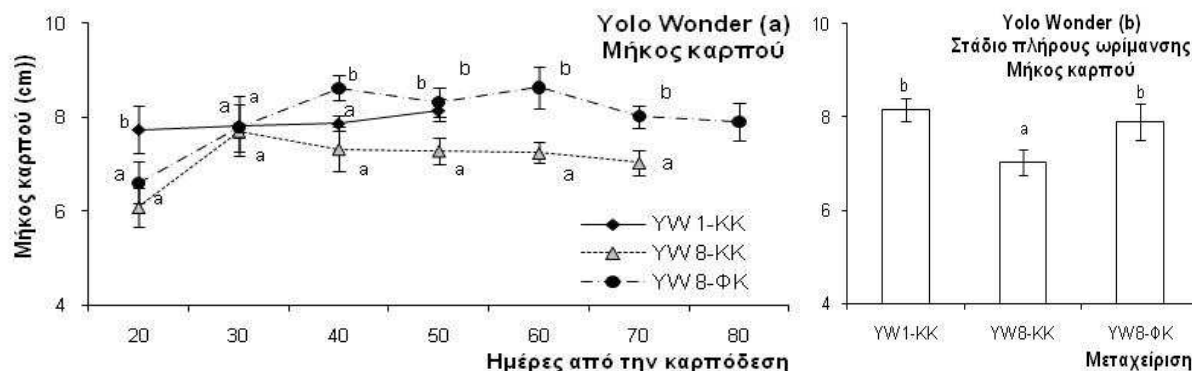
Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	6,60 a (a)	7,80 a (b)	8,17 a (b)
30	7,78 b (a)	7,64 a (a)	8,20 a (a)
40	8,63 b (a)	7,98 a (a)	8,02 a (a)
50	8,33 b (a)	8,15 a (a)	8,08 a (a)
60	8,63 b (a)	9,06 b (a)	9,78 b (a)
70	8,02 b (a)	10,33 c (b)	9,34 b (b)
80	7,90 b (a)	9,20 b (b)	9,46 b (b)

Σύγκριση μεταξύ των μεταχειρίσεων των φυτών

Η επίδραση του ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών και της περιόδου καλλιέργειας πάνω στο μήκος του καρπού εξαρτάται από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία (γονότυπο) (Γραφήματα 3.27, 3.28 και 3.29).

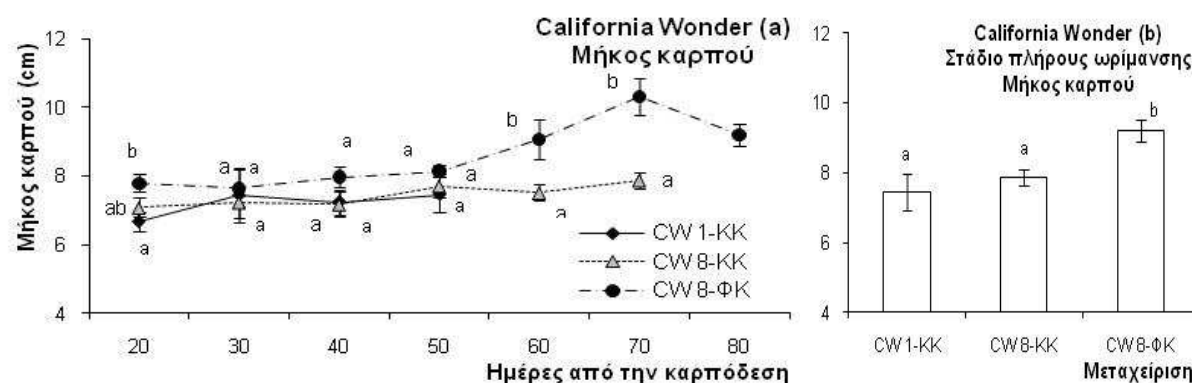
Για την YW, το μήκος καρπού έχει παρόμοια τιμή μεταξύ όλων των μεταχειρίσεων κατά την 30η ημέρα από την καρπόδεση, ενώ στη συνέχεια η φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό και η καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό παρουσιάζουν παρόμοια μεταβολή. Αντίθετα, οι καρποί της μεταχείρισης με 6-8 καρπούς κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια παρουσιάζει σταθερή τιμή και σημαντικά μικρότερη σε σύγκριση

με τις υπόλοιπες 2 μεταχειρίσεις από την 40η ημέρα (8-ΦΚ) και την 50η ημέρα (1-ΚΚ) και μέχρι και την πλήρη ωρίμανση (Γράφημα 3.27a και b).



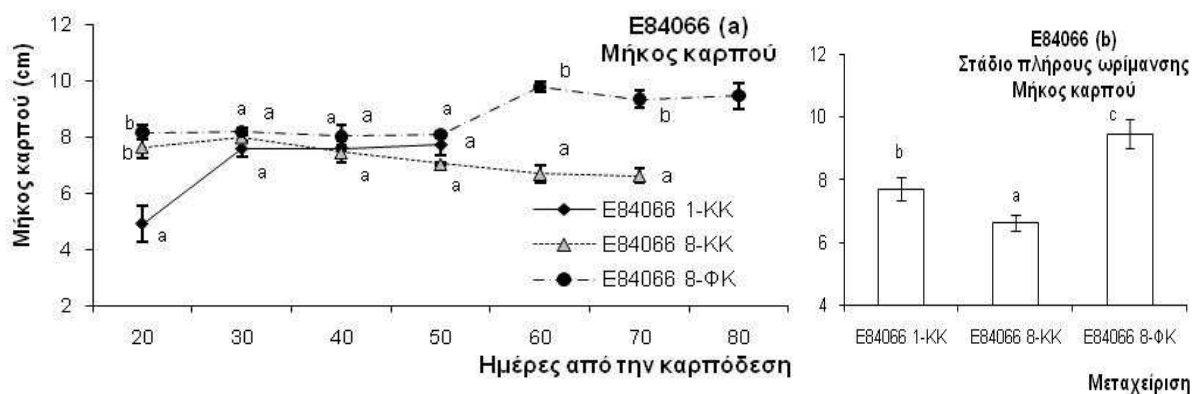
Γραφήματα 3.27a & b: Μήκος καρπού (cm) κατά την ανάπτυξη (3.27a) και την πλήρη ωρίμανση (3.27b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Το μήκος του καρπού για την CW επηρεάζεται μόνο από την εποχή καλλιέργειας και για την E84066 επηρεάζεται κυρίως από την εποχή καλλιέργειας, αλλά και τον αριθμό καρπών στην καλοκαιρινή περίοδο ανάπτυξης. Μέχρι και την 50η ημέρα από την καρπόδεση δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων, με εξαίρεση το μικρότερο μήκος των καρπών της E84066 από την πρώτη μεταχείριση κατά την 20η ημέρα. Στο στάδιο όμως της πλήρους ωρίμανσης, οι καρποί της CW από την καλοκαιρινή περίοδο ανάπτυξης σημειώνουν το μικρότερο μήκος σε σύγκριση με τη φθινοπωρινή περίοδο και ανεξάρτητα από τον αριθμό των αναπτυσσόμενων καρπών επάνω στο φυτό (Γράφημα 3.28).



Γραφήματα 3.28a & b: Μήκος καρπού (cm) κατά την ανάπτυξη (3.28a) και την πλήρη ωρίμανσης (3.28b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Στην περίπτωση των καρπών της E84066, το μήκος καρπού είναι σημαντικά μεγαλύτερο για τη φθινοπωρινή μεταχείριση (8-ΦΚ), αλλά και μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων σημειώνεται μείωση του μήκους κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών (Γράφημα 3.29).



Γραφήματα 3.29 a & b: Μήκος καρπού (cm) κατά την ανάπτυξη (3.29a) και την πλήρη ωρίμανση (3.29b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066.

Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.12. Διαστάσεις - Διάμετρος καρπού

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK)

Παρόμοια με το μήκος, η διάμετρος καρπού αποκτά τη μέγιστη τιμή την 20η ημέρα για τις YW και CW, ενώ το ίδιο συμβαίνει στις 30 ημέρες για την ποικιλία E84066. Όπως προκύπτει και από τον πίνακα 3.25, η διαφορά στον όγκο καρπού μεταξύ των 3 ποικιλιών οφείλεται κυρίως στις στατιστικά σημαντικές διαφορές στη διάμετρο καρπού. Η ταξινόμηση των ποικιλιών από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη διάμετρο είναι YW, E84066 και CW.

Πίνακας 3.25: Διάμετρος καρπού (cm) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	4,27 a (a)	7,09 a (c)	5,37 a (b)
30	4,93 a (a)	7,32 a (c)	6,51 b (b)
40	4,75 a (a)	7,89 a (c)	6,84 b (b)
50	4,89 a (a)	7,41 a (c)	6,72 b (b)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-KK)

Στην περίπτωση της καλοκαιρινής καλλιέργειας των φυτών με περισσότερους καρπούς ανά φυτό, η αύξηση της διαμέτρου συμπίπτει απόλυτα με τη μεταβολή του μήκους. Η διάμετρος των καρπών της YW αυξάνεται από την 20η μέχρι την 30η ημέρα, ενώ για τους καρπούς των CW και E84066 η διάμετρος αποκτά τη μέγιστη τιμή από την 20η ημέρα.

Πίνακας 3.26: Διάμετρος καρπού (cm) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-KK).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	3,99 a (a)	6,16 a (b)	5,93 a (b)
30	5,34 b (a)	6,78 a (b)	6,34 a (b)
40	5,43 b (a)	6,98 a (b)	6,06 a (b)
50	5,21 b (a)	6,60 a (b)	6,29 a (b)
60	5,44 b (a)	6,59 a (b)	6,73 a (b)
70	5,03 b (a)	6,72 a (b)	6,45 a (b)

Παρόμοια με την 1η μεταχείριση των φυτών, οι καρποί της YW έχουν τη μικρότερη διάμετρο από τις υπόλοιπες 2 ποικιλίες. Ο ανταγωνισμός, όμως μεταξύ των καρπών μειώνει τη διάμετρο καρπού για την ποικιλία CW (Πίνακας 3.26).

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

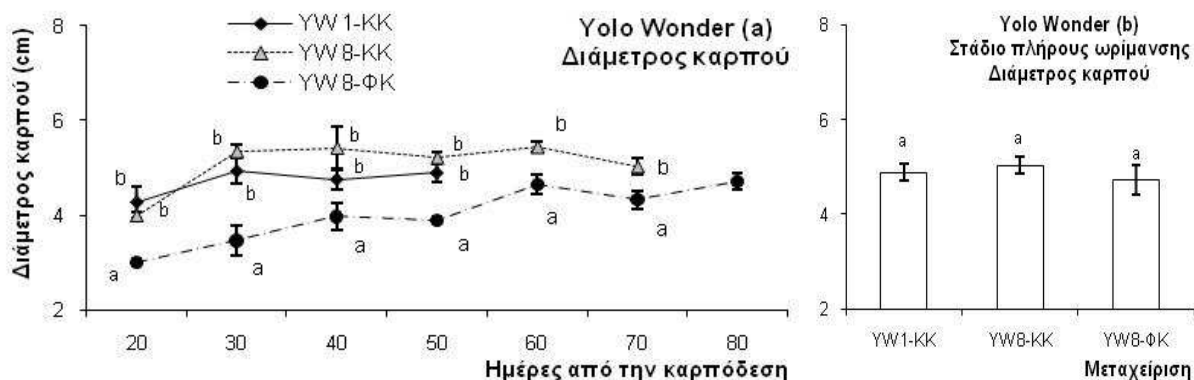
Στη φθινοπωρινή καλλιέργεια, η διάμετρος καρπού της YW αυξάνεται μέχρι και την 60η ημέρα, σε αντίθεση με την απόκτηση του μέγιστου μήκους από την 30η ημέρα. Για την ποικιλία CW, η διάμετρος αποκτά τη μέγιστη τιμή από την 20η ημέρα, ενώ την ίδια στιγμή το μήκος καταγράφει τη μέγιστη τιμή στο διάστημα των 60 - 70 ημερών. Τέλος για τους καρπούς της E84066, η διάμετρος σημειώνει τη μέγιστη τιμή την 30η ημέρα, ενώ το μήκος παραμένει σταθερό μέχρι την 50η ημέρα και αυξάνεται την 60η ημέρα από την καρπόδεση. Η σύγκριση μεταξύ των 3 ποικιλιών δείχνει ότι οι καρποί των CW και E84066 παρουσιάζουν παρόμοια διάμετρο, ενώ οι καρποί της YW έχουν τη μικρότερη τιμή (Πίνακας 3.27).

Πίνακας 3.27: Διάμετρος καρπού (cm) για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΓΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	3,00 a (a)	6,44 a (c)	5,37 a (b)
30	3,47 ab (a)	6,36 a (b)	6,20 b (b)
40	3,97 b (a)	6,46 a (b)	6,37 b (b)
50	3,90 b (a)	6,54 a (b)	6,46 b (b)
60	4,65 c (a)	6,89 a (b)	6,86 b (b)
70	4,33 c (a)	7,00 a (b)	7,02 b (b)
80	4,72 c (a)	6,76 a (b)	6,60 b (b)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

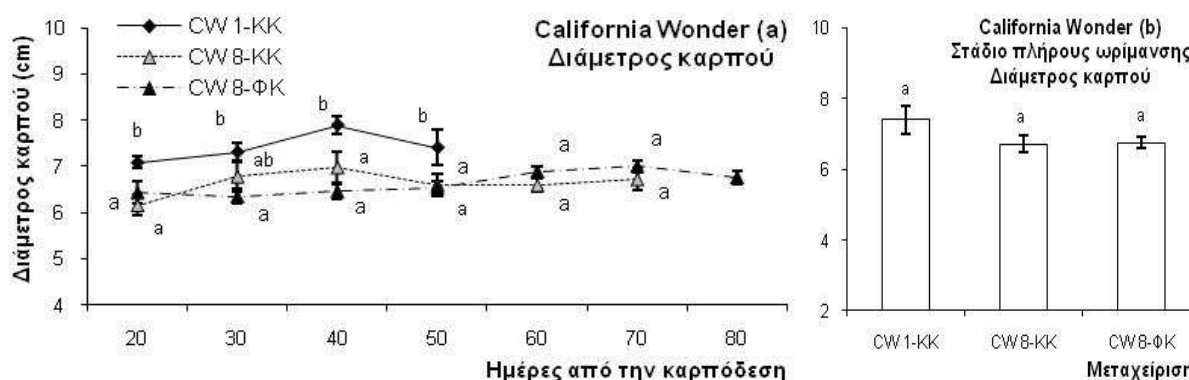
Η διάμετρος καρπού επηρεάζεται από την εποχή καλλιέργειας και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών, ανάλογα με την ποικιλία. Για την YW, η διάμετρος δεν παρουσιάζει διαφορά μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων, τόσο κατά την ανάπτυξη, όσο και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Οι καρποί από τη φθινοπωρινή περίοδο (8-ΦΚ) αν και στις πρώτες συγκομιδές δείχνουν μικρότερη διάμετρο από τις 2 καλοκαιρινές μεταχειρίσεις, στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης δε σημειώνεται καμία διαφορά (Γράφημα 3.30).



Γραφήματα 3.30a & b: Διάμετρος καρπού κατά την ανάπτυξη (3.30a) και την πλήρη ωρίμανση του καρπού (3.30b) μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW).

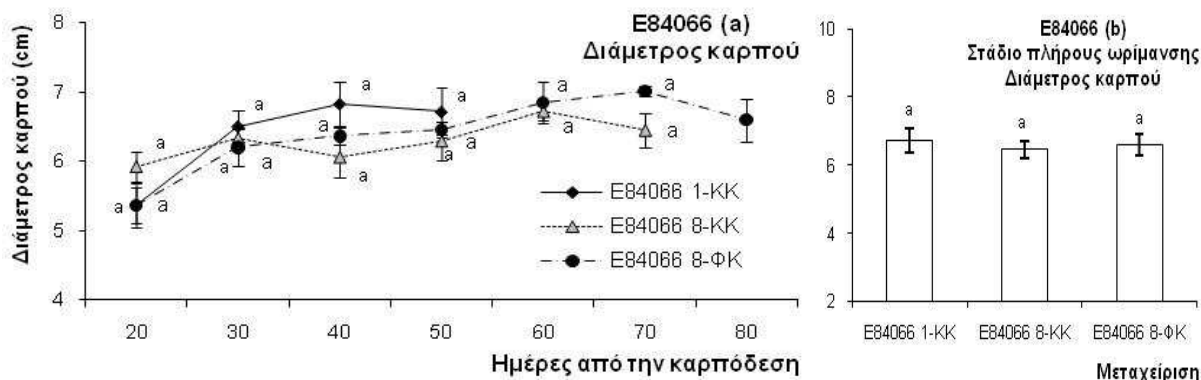
Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Για την ποικιλία όμως CW, η επίδραση του αριθμού καρπών είναι σημαντικότερη από την εποχή καλλιέργειας, αλλά μόνο στις συγκομιδές 20, 40 και 50 ημερών. Σε αυτές τις μετρήσεις, οι καρποί από την καλοκαιρινή καλλιέργεια των φυτών με 1 καρπό έχουν υψηλότερο διάμετρο από τις υπόλοιπες 2 μεταχειρίσεις και χωρίς να σημειώνεται κάποια διαφορά μεταξύ της καλοκαιρινής και της φθινοπωρινής καλλιέργειας με 6-8 καρπούς ανά φυτό. Στο στάδιο όμως της πλήρους ωρίμανσης δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (Γραφήματα 3.31a και b).



Γραφήματα 3.31a & b: Διάμετρος καρπού κατά την ανάπτυξη (3.31a) και την πλήρη ωρίμανση του καρπού (3.31b) μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Οι καρποί της E84066 παρουσιάζουν παρόμοια μεταβολή της διαμέτρου κατά την ανάπτυξη, αλλά και στο στάδιο της ωρίμανσης των καρπών, ανεξάρτητα από την εποχή καλλιέργειας και τον αριθμό καρπών ανά φυτό (Γραφήματα 3.32a και b).



Γραφήματα 3.32a & b: Διάμετρος καρπού κατά την ανάπτυξη (3.32a) και την πλήρη ωρίμανση του καρπού (3.32b) μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.1.13. Συσχετίσεις μεταξύ των μορφολογικών χαρακτηριστικών

Συσχέτιση νωπού βάρους καρπού και αριθμού σπόρων

Η συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους καρπού και του αριθμού σπόρων ανά καρπό απεικονίζεται στον πίνακα 3.28. Για την ποικιλία YW παρουσιάζεται θετική συσχέτιση όταν τα φυτά έφεραν 1 καρπό ανά φυτό κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια ή 6-8 καρπούς ανά φυτό κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια. Για τους καρπούς όμως της CW παρατηρείται

Θετική συσχέτιση μόνο κατά την καλοκαιρινή μεταχείριση και για τα φυτά, όπου έφεραν 6-8 καρπούς ανά φυτό.

Πίνακας 3.28: Συσχετίσεις του νωπού βάρους καρπού (g) με τον αριθμό σπόρων ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	ns	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	ns	ns	*	ns	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	ns	*	*	*	ns	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Στην ποικιλία E84066 παρουσιάζεται θετική συσχέτιση του νωπού βάρους καρπού με το νωπό βάρος σπόρων και τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό για τις 2 πρώτες συγκομιδές (στάδιο πράσινου καρπού) κατά την καλοκαιρινή μεταχείριση των φυτών με 1 καρπό ανά φυτό, λίγο πριν και κατά τη διάρκεια της αλλαγής του χρώματος του καρπού στην καλοκαιρινή μεταχείριση των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό και στις 2 τελευταίες συγκομιδές, δηλαδή μετά την αλλαγή του χρώματος του καρπού σε κόκκινο στην φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό (Πίνακας 3.28).

Η συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους καρπού και του νωπού βάρους των σπόρων ανά καρπό ακολουθεί ακριβώς την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Συσχέτιση νωπού βάρους και αριθμού σπόρων

Ο αριθμός και το νωπό βάρος των σπόρων ανά καρπό σημειώνουν υψηλό βαθμό συσχέτισης και για τις 3 χρησιμοποιούμενες ποικιλίες (Πίνακας 3.29).

Πίνακας 3.29: Συσχετίσεις του νωπού βάρους (g) με τον αριθμό σπόρων ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	*	*			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*

Συσχέτιση νωπού βάρους καρπού και περικαρπίου

Το νωπό βάρος καρπού συσχετίζεται θετικά με το νωπό βάρος περικαρπίου σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού για όλες τις μεταχειρίσεις και των 3 ποικιλιών (Πίνακας 3.30).

Πίνακας 3.30: Συσχετίσεις του νωπού βάρους καρπού (g) με το νωπό βάρος περικαρπίου (g) σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	*	*			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*

Συσχέτιση του νωπού βάρους περικαρπίου και του αριθμού σπόρων ανά καρπό

Σημειώνεται θετική συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους περικαρπίου (g) και του αριθμού σπόρων ανά καρπό για την 1η και 3η μεταχείριση των φυτών της YW και για τη 2η μεταχείριση των καρπών της CW. Στους καρπούς της E84066 παρατηρείται θετική συσχέτιση μόνο στις 2 πρώτες συγκομιδές στο στάδιο του πράσινου χρώματος κατά την καλοκαιρινή μεταχείριση των φυτών με 1 καρπό ανά φυτό και στις 2 τελευταίες συγκομιδές, δηλαδή μετά την αλλαγή του χρώματος, για τους καρπούς από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό (Πίνακες 3.31).

Η συσχέτιση μεταξύ του νωπού βάρους περικαρπίου (g) και του νωπού βάρους των σπόρων (g) ανά καρπό ακολουθεί ακριβώς την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.31: Συσχετίσεις του νωπού βάρους περικαρπίου (g) με τον αριθμό σπόρων ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Συσχέτιση του συνολικού όγκου καρπού με τον αριθμό σπόρων ανά καρπό

Θετική συσχέτιση μεταξύ του όγκου καρπού (ml) και του αριθμού σπόρων ανά καρπό εντοπίζεται στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό και τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς για την ποικιλία YW και για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό για την CW. Ο αριθμός των σπόρων συσχετίζεται θετικά με τον όγκο καρπού στη 40η και 50η ημέρα (στάδιο αλλαγής του χρώματος) των καρπών της E84066 κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό και στις 2 τελευταίες συγκομιδές (στάδιο αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος) της φθινοπωρινής καλλιέργειας με 6-8 καρπούς ανά φυτό για την E84066. Η συσχέτιση του συνολικού όγκου καρπού (ml) και του νωπού βάρους των σπόρων (g) ανά καρπό ακολουθεί παρόμοια πορεία δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.32: Συσχετίσεις του συνολικού όγκου καρπού (ml) με τον αριθμό σπόρων ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	ns	ns	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	ns	ns	*	*	ns	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Συσχετίσεις του εσωτερικού όγκου καρπού με το νωπό βάρος σπόρων και τον αριθμό σπόρων ανά καρπό

Ο εσωτερικός όγκος (ml) συσχετίζεται θετικά με τους σπόρους στο εσωτερικό του καρπού, όπως συμβαίνει και με το συνολικό όγκο καρπού (Πίνακες 3.33 και 3.34).

Πίνακας 3.33: Συσχετίσεις του εσωτερικού όγκου καρπού (ml) με το νωπό βάρος σπόρων (g) ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	ns	ns	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	
E84066	ns	*	*	*	*	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	ns	*	*	*	*	*
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Συγκεκριμένα για τους καρπούς της ποικιλίας YW σημειώνεται θετική συσχέτιση στην καλοκαιρινή καλλιέργεια χωρίς συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών και στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό, ενώ για την CW το ίδιο παρατηρείται μόνο για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό.

Τέλος για την ποικιλία E84066, το νωπό βάρος και ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό φαίνεται να επηρεάζουν θετικά τον εσωτερικό όγκο καρπού κατά τις 2 τελευταίες μετρήσεις στη φθινοπωρινή περίοδο (8-ΦΚ) και να μην έχουν καμία επίδραση στην καλοκαιρινή μεταχείριση απουσίας ανταγωνισμού (1-ΚΚ). Στην καλοκαιρινή περίοδο με ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών (8-ΚΚ) σημειώνεται θετική συσχέτιση του νωπού βάρους σπόρων με τον εσωτερικό όγκο καρπού για τις περισσότερες συγκομιδές (30, 40, 50 και 60 ημέρες) και καμία συσχέτιση του αριθμού σπόρων με τον εσωτερικό όγκο.

Πίνακας 3.34: Συσχετίσεις του εσωτερικού όγκου καρπού (ml) με τον αριθμό σπόρων ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης ανά ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	ns	ns	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	
E84066	ns	ns	ns	*	ns	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Συσχέτιση εσωτερικού και συνολικού όγκου καρπού

Ο εσωτερικός όγκος (ml) συσχετίζεται θετικά με το συνολικό όγκο καρπού (ml) ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία, εποχή καλλιέργειας και αριθμό καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο ίδιο φυτό (Πίνακας 3.35).

Πίνακας 3.35: Συσχετίσεις του εσωτερικού (ml) με το συνολικό όγκο (ml) καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης ανά ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	*	*			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	
CW	*	*	*	*	*	*	
E84066	*	*	*	*	*	*	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*

Συσχέτιση όγκου και νωπού βάρους καρπού

Ο εσωτερικός (ml) και ο συνολικός (ml) όγκος του καρπού επηρεάζεται θετικά από το νωπό βάρος καρπού, ανεξάρτητα από τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία, τον αριθμό των καρπών που βρίσκονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό και την εποχή καλλιέργειας (δεν παρουσιάζεται).

Συσχέτιση ξηρού βάρους περικαρπίου και νωπού βάρους περικαρπίου-καρπού

Το ξηρό βάρος περικαρπίου (g) παρουσιάζει θετική συσχέτιση με το νωπό βάρος περικαρπίου (g) και με το νωπό βάρος καρπού για όλες τις μεταχειρίσεις και των 3 ποικιλιών (δεν παρουσιάζεται).

Συσχέτιση ξηρού βάρους περικαρπίου και νωπού βάρους-αριθμού σπόρων

Το ξηρό βάρος του περικαρπίου (g) δε φαίνεται να επηρεάζεται από τον αριθμό σπόρων ανά καρπό ή το νωπό βάρος (g) σπόρων ανά καρπό για όλους τους συγκομισμένους καρπούς και των 3 μεταχειρίσεων των φυτών. Το ίδιο προκύπτει και για τις 3 χρησιμοποιούμενες ποικιλίες.

Συσχέτιση ξηρού βάρους περικαρπίου και όγκου καρπού

Το ξηρό βάρος του περικαρπίου (g) συσχετίζεται θετικά με τον εσωτερικό (ml) και το συνολικό όγκο (ml) του καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών και των 3 ποικιλιών, ανεξάρτητα από την εποχή καλλιέργειας και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών (δεν παρουσιάζεται).

Συσχέτιση διαστάσεων του καρπού και νωπού βάρους - αριθμού σπόρων

Από τα αποτελέσματα του πειράματος προκύπτει ότι το νωπό βάρος (g) ή / και ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό δεν έχει καμία επίδραση πάνω στο μήκος (cm) και τη διάμετρο (cm) του καρπού και για τις 3 μεταχειρίσεις των 3 χρησιμοποιούμενων ποικιλιών (δεν παρουσιάζεται).

3.3.2. Φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά του καρπού

3.3.2.1. Βιταμίνη C

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Η συγκέντρωση της βιταμίνης C αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού. Η αύξηση σημειώνεται την 40η και 50η ημέρα για τους καρπούς των YW και E84066 και κατά την 40η ημέρα για την ποικιλία CW, δηλαδή συμπίπτει με τον εμφάνιση του κόκκινου χρώματος.

Πίνακας 3.37: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της βιταμίνης C του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	163,905 a (a)	147,337 a (a)	150,592 a (a)
30	185,503 a (a)	165,621 a (a)	173,669 a (a)
40	318,935 b (b)	296,080 b (b)	264,694 b (a)
50	386,435 c (b)	328,107 b (a)	426,505 c (c)

Μεταξύ των 3 ποικιλιών δε σημειώνονται σημαντικές διαφορές στις 2 πρώτες συγκομιδές, ενώ στις επόμενες 2 συγκομιδές παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές (Πίνακας 3.37).

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Η συγκέντρωση της βιταμίνης C στους καρπούς από την καλοκαιρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό σημειώνει στατιστικά σημαντική αύξηση κυρίως μεταξύ των 2 συγκομιδών 30 και 40 ημέρες από την καρπόδεση (λίγο πριν ή κατά τη διάρκεια της αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο). Επιπλέον, αύξηση σημειώνεται και κατά την 50η ημέρα για τους καρπούς της E84066.

Στο στάδιο του πράσινου χρώματος και της αλλαγής του χρώματος (συγκομιδές 20, 30 και 40 ημέρες από την καρπόδεση) οι καρποί της E84066 έχουν τη μικρότερη στατιστικά τιμή. Στις επόμενες 2 συγκομιδές (στάδιο φυσιολογικά ώριμου κόκκινου χρώματος) οι καρποί της E84066 έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση ασκορβικού οξέως, ενώ στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (τελευταία συγκομιδή) δεν παρουσιάζεται κάποια σημαντική διαφορά μεταξύ των 3 ποικιλιών (Πίνακας 3.38).

Πίνακας 3.38: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της βιταμίνης C του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά/ φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	182,917 a (a)	150,000 a (a)	127,500 a (a)
30	191,719 a (b)	248,594 b (c)	123,281 a (a)
40	390,000 b (b)	383,229 c (b)	202,083 b (a)
50	370,500 b (a)	355,983 c (a)	408,438 c (b)
60	370,000 b (a)	370,288 c (a)	448,750 c (b)
70	392,352 b (a)	364,690 c (a)	447,500 c (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Η συγκέντρωση της βιταμίνης C στους καρπούς της YW αυξάνεται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού, αποκτώντας τη μέγιστη τιμή τη 40η ημέρα (στάδιο πράσινου χρώματος), ενώ στη συνέχεια μειώνεται. Για τους καρπούς των ποικιλιών CW και E84066 σημειώνεται σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης της βιταμίνης C κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού. Συγκρίνοντας τις 3 ποικιλίες προκύπτει ότι οι καρποί της YW έχουν τη στατιστικά μεγαλύτερη τιμή από τους καρπούς των άλλων 2 ποικιλιών σε όλες τις συγκομιδές (Πίνακας 3.39).

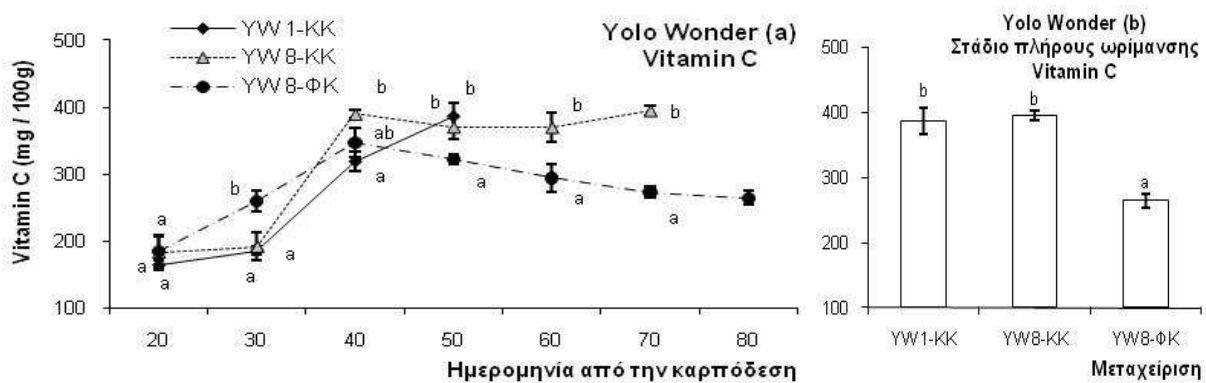
Πίνακας 3.39: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της βιταμίνης C του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	184,763 a (b)	101,775 a (a)	122,059 a (a)
30	260,503 b (b)	143,935 b (a)	120,118 a (a)
40	346,746 d (b)	130,725 b (a)	132,988 a (a)
50	322,320 cd (b)	162,110 c (a)	144,645 ab (a)
60	294,615 bcd (b)	181,740 d (a)	169,099 bc (a)
70	273,343 bc (b)	182,223 d (a)	183,023 c (a)
80	264,418 bc (b)	190,315 d (a)	185,345 c (a)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

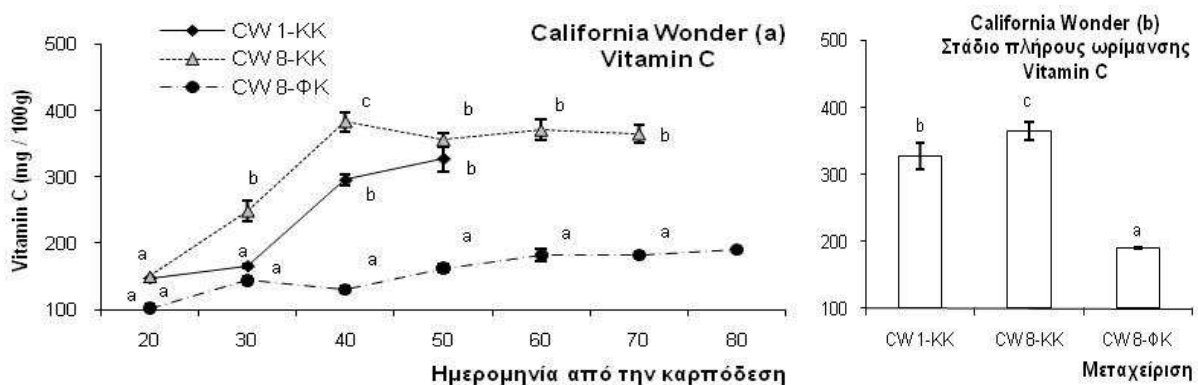
Η επίδραση της εποχής καλλιέργειας και του ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών πάνω στη συγκέντρωση της βιταμίνης C διαφέρει ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία (Γραφήματα 3.33, 3.34 και 3.35).

Στην ποικιλία YW, η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέως στο περικάρπιο αυξάνεται κατά παρόμοιο τρόπο μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων, σημειώνοντας την ίδια τιμή και στην πλήρη ωρίμανση. Οι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό παρουσιάζουν παρόμοια συγκέντρωση βιταμίνης C με την καλοκαιρινή μεταχείριση των καρπών μέχρι 40η ημέρα από την καρπόδεση (στάδιο πράσινου χρώματος), ενώ στη συνέχεια σημειώνουν μικρότερη τιμή (Γραφήματα 3.33a και b).



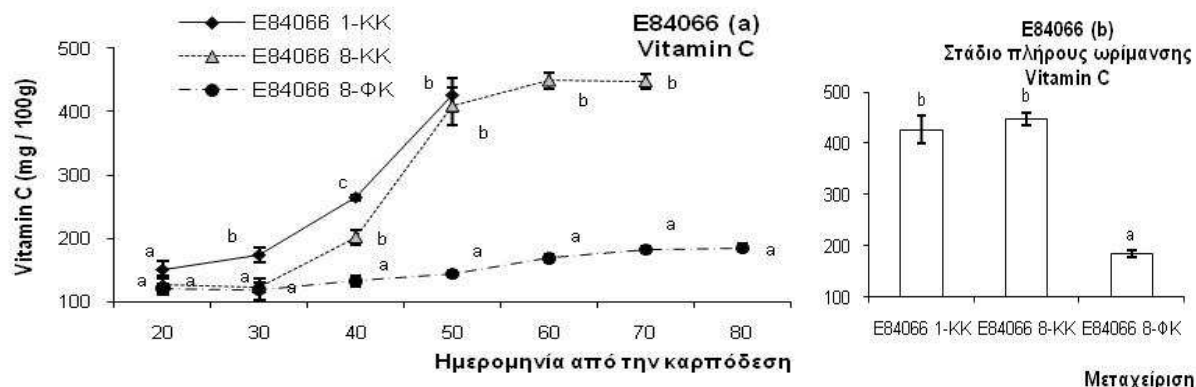
Γραφήματα 3.33a & b: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της βιταμίνης C του καρπού κατά την ανάπτυξη (3.33a) και την πλήρη ωρίμανση (3.33b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Για τους καρπούς της ποικιλίας CW, η επίδραση του ανταγωνισμού κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια αυξάνει σημαντικά τη συγκέντρωση της βιταμίνης C, τόσο κατά την ανάπτυξη, όσο και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Η ανάπτυξη των καρπών τη φθινοπωρινή περίοδο σε φυτά με 6-8 καρπούς ανά φυτό έχει ως αποτέλεσμα τη χαμηλότερη συγκέντρωση ασκορβικού οξέως από τις 2 καλοκαιρινές καλλιέργειες σε όλες εκτός από τις 2 πρώτες συγκομιδές (Γραφήματα 3.34a και b).



Γραφήματα 3.34a & b: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της βιταμίνης C του καρπού κατά την ανάπτυξη (3.34a) και την πλήρη ωρίμανση (3.34b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Η συγκέντρωση βιταμίνης C των καρπών της E84066 από την καλοκαιρινή καλλιέργεια δεν επηρεάζεται από τον ανταγωνισμό, με εξαίρεση την υψηλότερη τιμή στις 30 και 40 ημέρες από την καρπόδεση της 2ης μεταχειρίσης. Η φθινοπωρινή περίοδος περιορίζει τη τιμή της βιταμίνης C σε όλες, εκτός από τις 2 πρώτες συγκομιδές (Γραφήματα 3.35a και b).



Γραφήματα 3.35a & b: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της βιταμίνης C του καρπού κατά την ανάπτυξη (3.35a) και την πλήρη ωρίμανση (3.35b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.2.2. Συγκέντρωση χλωροφύλλης στο περικάρπιο

Συγκέντρωση χλωροφύλλης a στο περικάρπιο

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a παρουσιάζει στατιστικά μεγαλύτερη τιμή στις 20 και 30 ημέρες από την καρπόδεση (στάδιο πράσινου χρώματος), ενώ σχεδόν μηδενίζεται μετά την αλλαγή χρώματος. Παρόμοια αποτελέσματα σημειώνονται και για τις 3 ποικιλίες, επιβεβαιώνοντας την αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου με βάση τη τιμή του συντελεστή a (Πίνακας 3.4). Μεταξύ των 3 ποικιλιών δεν παρατηρούνται σημαντικές διαφορές με εξαίρεση τη συγκομιδή 20 ημέρες από την καρπόδεση, όπου οι καρποί της CW παρουσιάζουν τη στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση (Πίνακας 3.40).

Πίνακας 3.40: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης a του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	5,79 b (a)	9,02 c (b)	7,17 b (a)
30	6,88 b (a)	5,45 b (a)	6,04 b (a)
40	0,31 a (a)	0,39 a (a)	0,44 a (a)
50	0,34 a (a)	0,68 a (a)	0,39 a (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Αντίστοιχα, παρουσιάζεται μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης a κατά την αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου από πράσινο σε κόκκινο (Πίνακας 3.41), όπως ακριβώς συμβαίνει και με το συντελεστή a του χρώματος (Πίνακας 3.5). Η αλλαγή του χρώματος για την YW σημειώνεται περίπου 36 ημέρες από την καρπόδεση ενώ για τις CW και E84066 περίπου 40 ημέρες από την καρπόδεση. Στις 20 ημέρες από την καρπόδεση οι

καρποί της YW έχουν την υψηλότερη τιμή, ενώ μετά την αλλαγή του χρώματος σημειώνουν τη μικρότερη συγκέντρωση από τις υπόλοιπες 2 ποικιλίες μέχρι να γίνει αλλαγή του χρώματος σε όλες τις ποικιλίες.

Πίνακας 3.41: Συγκέντρωση (mg ανά 100 g νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης a του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	10,01 c (b)	6,58 b (a)	5,46 c (a)
30	6,21 b (a)	7,29 b (a)	5,11 c (a)
40	0,20 a (a)	6,61 b (b)	4,89 c (b)
50	0,26 a (a)	0,20 a (a)	1,92 b (b)
60	0,19 a (a)	0,20 a (a)	0,20 a (a)
70	0,20 a (a)	0,24 a (a)	0,19 a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Στη φθινοπωρινή περίοδο ανάπτυξης, οι καρποί των CW και E84066 αποκτούν τη μικρότερη τιμή στις 70-80 ημέρες. Για την YW, το ίδιο συμβαίνει στις 60-70 ημέρες από την καρπόδεση. Αυτό αποδεικνύει ότι η αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου από πράσινο σε κόκκινο συμβαίνει περίπου 60-70 ημέρες για τους καρπούς της YW και περίπου 70-80 ημέρες για τις CW και E84066 (Πίνακας 3.42), όπως αποδεικνύεται και από τη μείωση του συντελεστή a του χρώματος (Πίνακας 3.6). Η σύγκριση μεταξύ των 3 ποικιλιών δείχνει ότι η χλωροφύλλη στο περικάρπιο επηρεάζεται από το γονότυπο, καθώς οι καρποί της YW έχουν την υψηλότερη συγκέντρωση μέχρι και τη 50η ημέρα.

Πίνακας 3.42: Συγκέντρωση (mg 100 g⁻¹ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης a του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

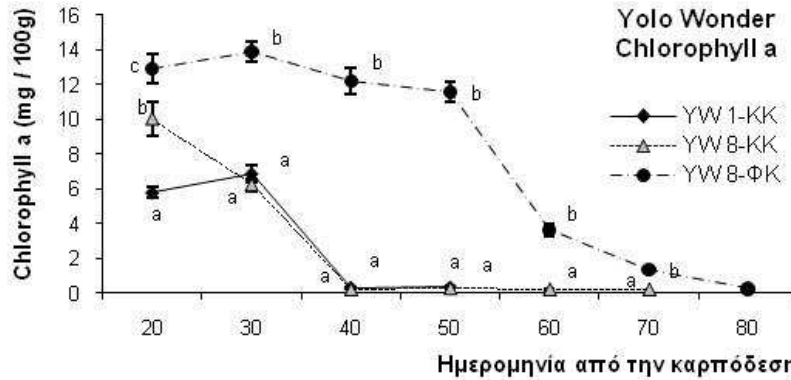
Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	12,89 cd (b)	7,69 d (a)	6,96 c (a)
30	13,87 d (b)	8,78 e (a)	7,23 c (a)
40	12,19 cd (b)	8,17 de (a)	7,33 c (a)
50	11,55 c (b)	8,58 e (a)	9,96 d (a)
60	3,62 b (a)	6,07 c (a)	5,84 c (a)
70	1,35 a (a)	1,60 b (a)	2,23 b (b)
80	0,24 a (a)	0,26 a (a)	0,16 a (a)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

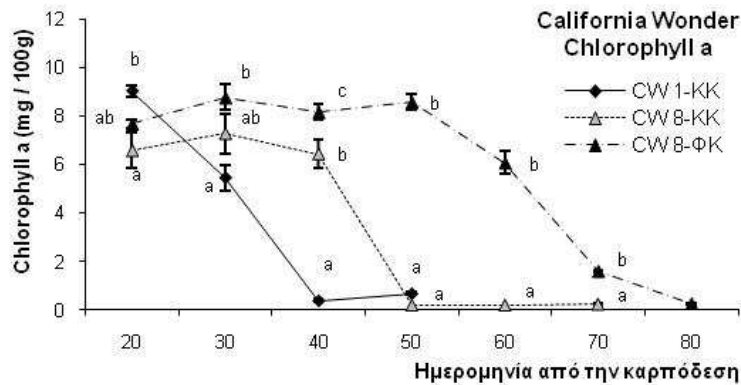
Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a μειώνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού και επηρεάζεται από τη μεταχείριση και την ποικιλία. Η μείωση σχετίζεται με την αλλαγή χρώματος του καρπού, καθώς η ωρίμανση των καρπών αντιστοιχεί στη μετατροπή των χλωροπλαστών σε χρωμοπλάστες και σε αύξηση των καροτενοειδών.

Μεταξύ των καρπών της ποικιλίας YW από φυτά με 1 ή 6-8 καρπούς κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου δεν παρουσιάζεται διαφορά, καθώς η αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου σε κόκκινο διαφέρει μόνο 5 ημέρες και συμβαίνει μεταξύ των 30-40 ημερών. Οι καρποί όμως από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό παρουσιάζουν αρκετά υψηλότερη συγκέντρωση χλωροφύλλης a στο πράσινο στάδιο σε σύγκριση με τις 2 καλοκαιρινές καλλιέργειες και η τιμή μηδενίζεται μετά τις 60 ημέρες από την καρπόδεση, όπου πραγματοποιείται αλλαγή χρώματος του καρπού (Γράφημα 3.36).

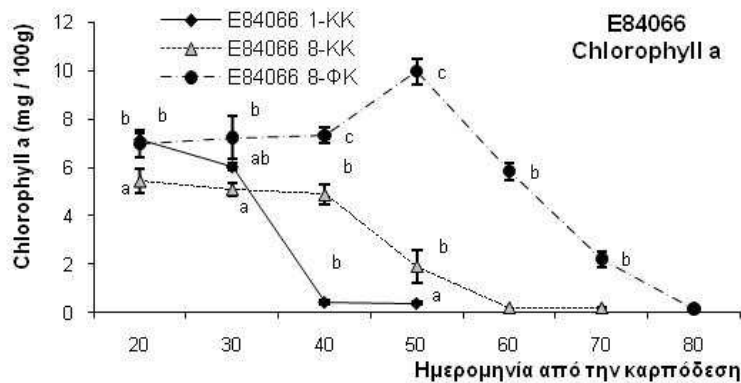
Για τις CW και E84066 σημειώνονται διαφορές μεταξύ των δύο καλοκαιρινών μεταχειρίσεων, καθώς η χλωροφύλλης a παίρνει τη χαμηλότερη συγκέντρωση τη 40η ημέρα κατά την απουσία ανταγωνισμού (1-ΚΚ) και την 50η ημέρα υπό συνθήκες ανταγωνισμού (8-ΚΚ). Στη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών, η συγκέντρωση της χλωροφύλλης a είναι υψηλότερη και μηδενίζεται στις 80 ημέρες από την καρπόδεση (Γραφήματα 3.37 και 3.38).



Γράφημα 3.36: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης a κατά την ανάπτυξη του καρπού του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$), για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γράφημα 3.37: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης a κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$), για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γράφημα 3.38: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης a κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$), για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Συγκέντρωση της χλωροφύλλης b στο περικάρπιο

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b σημειώνει παρόμοια αποτελέσματα με τη χλωροφύλλη a, χωρίς αξιοσημείωτες διαφορές μεταξύ των 3 ποικιλιών (Πίνακας 3.43).

Πίνακας 3.43: Συγκέντρωση (mg 100 g⁻¹ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης b του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	3,70 b (a)	5,34 c (b)	3,81 b (a)
30	4,04 b (a)	3,25 b (a)	3,39 b (a)
40	0,47 a (a)	0,37 a (a)	0,39 a (a)
50	0,75 a (a)	0,96 a (a)	0,84 a (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Αντίστοιχες μεταβολές με τη χλωροφύλλη a σημειώνονται και για τη χλωροφύλλη b. Στα στάδια πράσινου χρώματος και αλλαγής του χρώματος (40-50 ημέρες) παρουσιάζονται διαφορές μεταξύ των 3 ποικιλιών. Ακολούθως, οι διαφορές ομαλοποιούνται (Πίνακας 3.44).

Πίνακας 3.44: Συγκέντρωση (mg 100 g⁻¹ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης b του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	5,44 c (b)	3,27 b (a)	2,81 b (a)
30	3,24 b (a)	5,39 bc (b)	2,72 b (a)
40	0,36 a (a)	6,36 c (c)	2,85 a (b)
50	0,47 a (a)	0,36 a (a)	1,81 a (b)
60	0,43 a (a)	0,36 a (a)	0,36 a (a)
70	0,36 a (a)	0,35 a (a)	0,41 a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

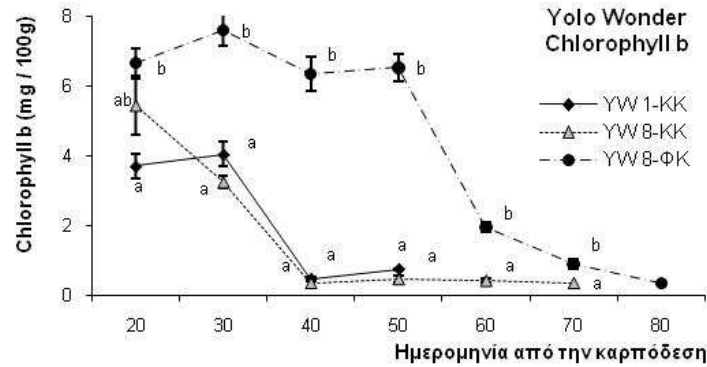
Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b μεταβάλλεται κατά τον ίδιο τρόπο όπως και της χλωροφύλλης a. Οι καρποί της YW έχουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση στις 3 πρώτες συγκομιδές (20-40 ημέρες) και στις 60 ημέρες (αλλαγή του χρώματος) η τιμή μηδενίζεται. Στις CW και E84066 παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης b στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, περίπου 70 ημέρες από την καρπόδεση. Στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης δε σημειώνονται διαφορές μεταξύ των 3 ποικιλιών (Πίνακας 3.45).

Πίνακας 3.45: Συγκέντρωση (mg 100 g⁻¹ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης b του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

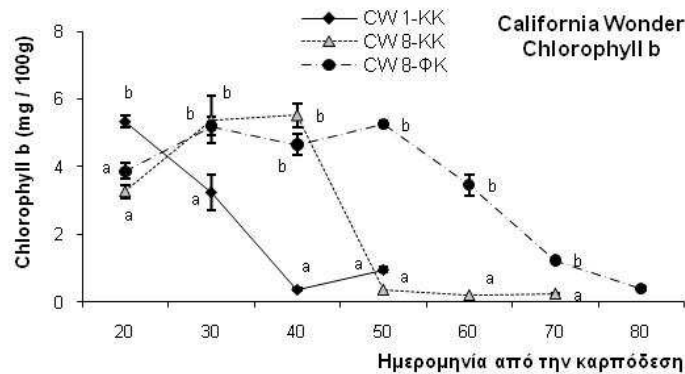
Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	6,64 cd (b)	3,87 c (a)	3,57 c (a)
30	7,60 d (b)	5,20 d (ab)	3,74 cd (a)
40	6,35 c (b)	4,66 d (a)	4,21 d (a)
50	6,52 c (a)	5,27 d (a)	5,07 e (a)
60	1,95 b (a)	3,47 c (b)	3,40 c (b)
70	0,89 ab (a)	1,24 b (b)	1,74 b (b)
80	0,35 a (a)	0,40 a (a)	0,38 a (a)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

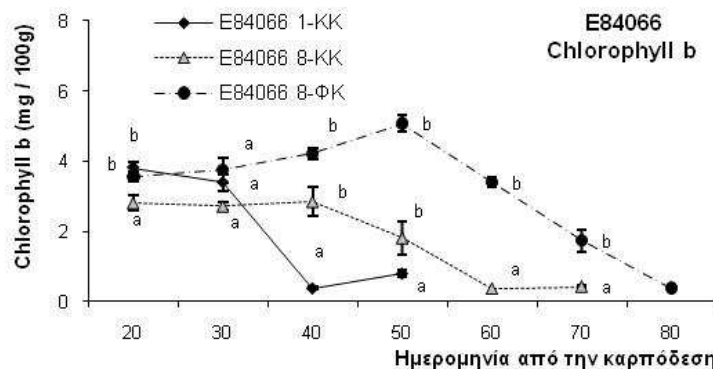
Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης b παρουσιάζει παρόμοιες μεταβολές μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών, όπως ακριβώς συμβαίνει με τη χλωροφύλλη a. Στο στάδιο του πράσινου χρώματος σημειώνεται υψηλή συγκέντρωση, που μειώνεται κατά την αλλαγή του χρώματος, ανάλογα με την εποχή καλλιέργειας και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών (αριθμός καρπών ανά φυτό) (Γραφήματα 3.39, 3.40 και 3.41).



Γράφημα 3.39: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης b κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=0,05$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γράφημα 3.40: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης b κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=0,05$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γράφημα 3.41: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της χλωροφύλλης b κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=0,05$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης (a+b) στο περικάρπιο

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Εξετάζοντας τη συνολική χλωροφύλλη, προκύπτουν παρόμοια αποτελέσματα με τις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης a και b. Για τις YW και E84066, η μείωση είναι σημαντική στο διάστημα των 30-40 ημερών, ενώ για την CW η μείωση σημειώνεται στο διάστημα των 20-30 και 30-40 ημερών από την καρπόδεση. Την 20η ημέρα (πράσινο χρώμα), σημειώνεται σημαντική διαφορά μεταξύ των 3 ποικιλιών με την υψηλότερη τιμή για την CW (Πίνακας 3.46).

Πίνακας 3.46: Συγκέντρωση (mg 100 g⁻¹ νωπού βάρους δείγματος) της συνολικής χλωροφύλλης του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder		California Wonder		E84066	
20	9,49	b (a)	14,36	c (b)	10,98	b (a)
30	10,92	b (a)	8,70	b (a)	9,43	b (a)
40	0,78	a (a)	0,75	a (a)	0,83	a (a)
50	1,09	a (a)	1,63	a (a)	1,23	a (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Η μείωση της συγκέντρωσης της συνολικής χλωροφύλλης των καρπών της ποικιλίας YW είναι παρόμοια με τις συγκεντρώσεις της χλωροφύλλης a και της χλωροφύλλης b, δηλαδή μειώνεται σημαντικά από την 20η έως την 30η και από την 30η έως 40η ημέρα από την καρπόδεση.

Παρόμοια, η μείωση στην περίπτωση των καρπών της ποικιλίας E84066 σημειώνεται από την 20η μέχρι την 50η ημέρα και από την 50η μέχρι την 60η ημέρα από την καρπόδεση. Για τους καρπούς της ποικιλίας CW, η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης παραμένει σταθερή μέχρι την 40η ημέρα και ακολούθως μειώνεται μέχρι την 50η ημέρα από την καρπόδεση (Πίνακας 3.47).

Πίνακας 3.47: Συγκέντρωση (mg 100 g⁻¹ νωπού βάρους δείγματος) της συνολικής χλωροφύλλης του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder		California Wonder		E84066	
20	15,45	c (a)	9,85	b (a)	8,27	c (a)
30	9,45	b (a)	12,67	b (a)	7,83	bc (a)
40	0,56	a (a)	12,84	b (b)	7,74	bc (b)
50	0,73	a (a)	0,56	a (a)	3,73	b (b)
60	0,62	a (a)	0,56	a (a)	0,56	a (a)
70	0,56	a (a)	0,59	a (a)	0,61	a (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης μειώνεται σημαντικά περίπου 70 ημέρες από την καρπόδεση και στη συνέχεια διασπάται, δηλαδή μηδενίζεται. Μεταξύ των καρπών των ποικιλιών CW και E84066 δεν σημειώνονται σημαντικές διαφορές, ενώ οι καρποί της YW έχει την υψηλότερη συγκέντρωση συνολικής χλωροφύλλης μέχρι και την αλλαγή του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο και την ταυτόχρονη διάσπαση της χλωροφύλλης (Πίνακας 3.48).

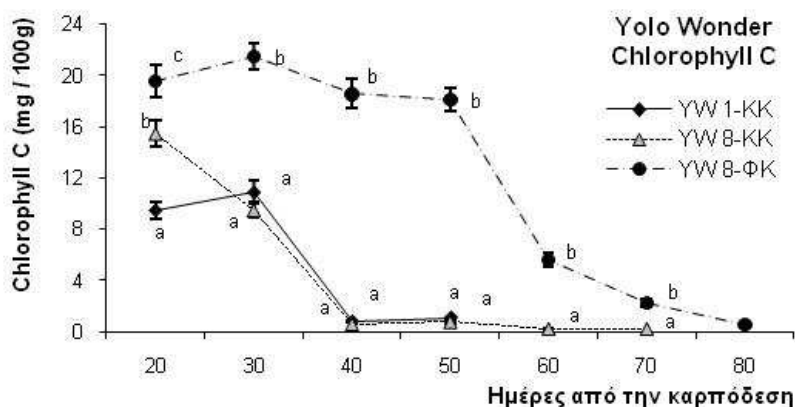
Πίνακας 3.48: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της συνολικής χλωροφύλλης του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	19,53 cd (b)	11,56 d (a)	10,53 c (a)
30	21,47 d (b)	13,98 e (a)	10,81 c (a)
40	18,55 c (b)	12,83 de (a)	11,42 c (a)
50	18,08 c (b)	13,86 e (a)	15,14 d (ab)
60	5,57 b (a)	9,54 c (b)	9,24 c (b)
70	2,24 a (a)	2,83 b (a)	3,96 b (b)
80	0,59 a (a)	0,66 a (a)	0,54 a (a)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

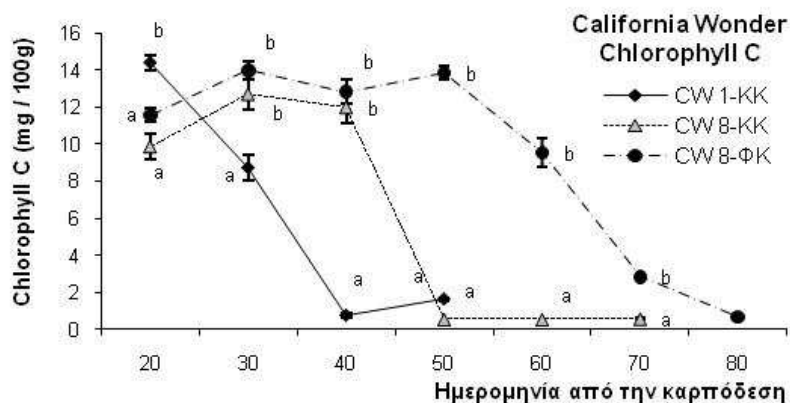
Η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης επηρεάζεται διαφορετικά από τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών και την εποχή καλλιέργειας, ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία. Η καλλιέργεια το φθινόπωρο επηρεάζει θετικά τη διατήρηση της συνολικής χλωροφύλλης για μεγαλύτερο διάστημα σε όλες τις ποικιλίες, ενώ ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών καθυστερεί τη διάσπαση της συνολικής χλωροφύλλης μόνο για τις ποικιλίες CW και E84066 (Γραφήματα 3.42, 3.43 και 3.44).

Για την ποικιλία YW, οι καρποί που αναπτύχθηκαν κάτω από συνθήκες ανταγωνισμού την καλοκαιρινή καλλιέργεια (8-ΚΚ) έχουν υψηλότερη συγκέντρωση την 20η ημέρα σε σύγκριση με τους καρπούς που αναπτύχθηκαν την ίδια περίοδο απουσίας άλλων καρπών πάνω στο φυτό (1-ΚΚ) και στη συνέχεια παρουσιάζουν παρόμοια μείωση. Για τις CW και E84066 συμβαίνει ακριβώς το ανάποδο, όπου στις 20 ημέρες οι καρποί από τα φυτά με 1 καρπό έχουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση και στη συνέχεια σημειώνουν ταχύτερη μείωση.

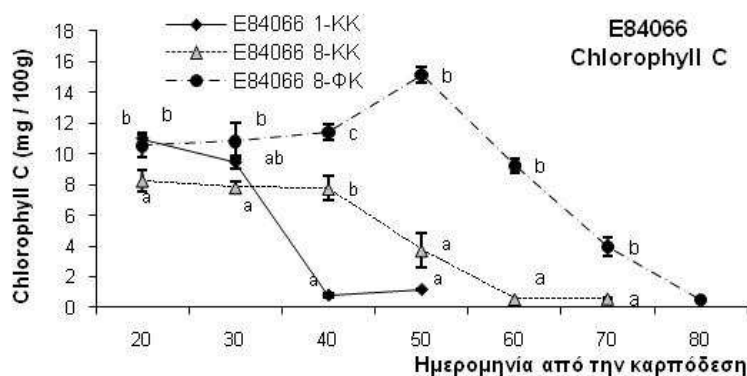


Γράφημα 3.42: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της συνολικής χλωροφύλλης κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια των ποικιλιών με 8 καρπούς ανά φυτό, η μείωση της συγκέντρωσης της συνολικής χλωροφύλλης σημειώνεται από την 50η ημέρα από την καρπόδεση. Με εξαίρεση την 1η συγκομιδή (2 ημέρες), η συγκέντρωση της συνολικής χλωροφύλλης είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη των καρπών που αναπτύχθηκαν την καλοκαιρινή περίοδο κάτω από τις ίδιες συνθήκες ανταγωνισμού (8-ΚΚ). Παρόμοια αποτελέσματα προκύπτουν και κατά τη σύγκριση με τη χλωροφύλλη των καρπών που αναπτύχθηκαν την καλοκαιρινή περίοδο σε φυτά με 1 καρπό.



Γράφημα 3.43: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της συνολικής χλωροφύλλης κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$), για κάθε συγκομιδή.



Γράφημα 3.44: Συγκέντρωση ($\text{mg } 100 \text{ g}^{-1}$ νωπού βάρους δείγματος) της συνολικής χλωροφύλλης κατά την ανάπτυξη του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$), για κάθε συγκομιδή.

3.3.2.3. Ρυθμός αναπνοής καρπού

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Ο ρυθμός αναπνοής του καρπού μειώνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού και για τις 3 ποικιλίες, με τη μικρότερη τιμή στην τελευταία συγκομιδή. Μεταξύ των 3 ποικιλιών, οι καρποί της YW έχουν τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής στις 2 πρώτες συγκομιδές (στάδιο πράσινου χρώματος), ενώ από την αλλαγή του χρώματος και μέχρι την πλήρη ωρίμανση, ο ρυθμός αναπνοής τους μειώνεται αρκετά και σημειώνει σημαντικά χαμηλότερη τιμή από το ρυθμό των καρπών των CW και E84066 (Πίνακας 3.49).

Πίνακας 3.49: Ρυθμός αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) καρπού στους 22°C για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	28,99 c (b)	22,11 c (a)	24,34 b (a)
30	26,27 c (b)	18,32 b (a)	22,00 b (a)
40	14,98 b (a)	15,79 ab (ab)	18,54 a (b)
50	9,14 a (a)	12,79 a (b)	16,21 a (c)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Παρόμοια, μείωση του ρυθμού αναπνοής των καρπών σημειώνεται και κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό. Για τις ποικιλίες, ο ρυθμός παραγωγής CO₂ μειώνεται σταδιακά κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού. Ο ρυθμός αναπνοής σημειώνει την υψηλότερη τιμή για τους καρπούς της YW σε σύγκριση με τις υπόλοιπες 2 ποικιλίες (Πίνακας 3.50).

Πίνακας 3.50: Ρυθμός αναπνοής (ml Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού στους 22 °C για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	35,91 d (b)	33,34 d (b)	21,21 c (a)
30	33,72 cd (c)	25,47 c (b)	18,01 b (a)
40	30,51 c (c)	23,76 c (b)	18,42 b (a)
50	20,62 b (b)	15,45 b (a)	18,69 b (a)
60	18,57 ab (a)	16,09 b (a)	17,24 b (a)
70	16,40 a (b)	10,28 a (a)	13,18 a (ab)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Σταδιακή μείωση του ρυθμού αναπνοής καρπού σημειώνεται και κατά τη φθινοπωρινή καλλιέργεια των φυτών με 6-8 καρπούς ανά φυτό. Για τους καρπούς της ποικιλίας YW, ο ρυθμός παραγωγής CO₂ παρουσιάζει απότομη πτώση στο διάστημα των 20-30 ημερών από την καρπόδεση και μικρή μείωση στη συνέχεια, ενώ για τις ποικιλίες CW και E84066 η μείωση του ρυθμού αναπνοής είναι σταδιακή σε ολόκληρη τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών. Η ποικιλία YW σημειώνει το μεγαλύτερο ρυθμό παραγωγής CO₂ σε σχέση με τις άλλες 2 ποικιλίες σε όλες τις συγκομιδές, ενώ μεταξύ των ποικιλιών CW και E84066 δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές με εξαίρεση την 1η συγκομιδή (Πίνακας 3.51).

Πίνακας 3.51 Ρυθμός αναπνοής (ml Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού στους 22 °C για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

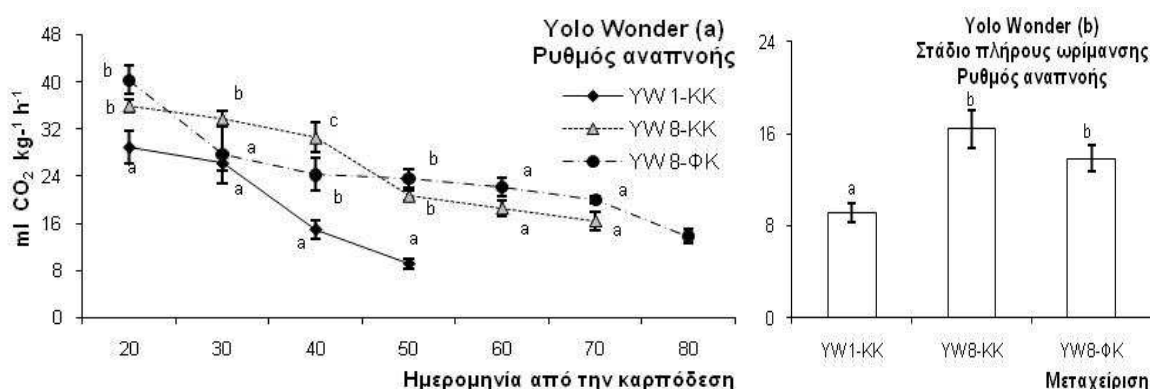
Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	40,33 d (c)	21,84 f (a)	33,25 f (b)
30	27,67 c (b)	19,56 e (a)	22,77 e (a)
40	24,25 bc (b)	15,62 d (a)	18,67 d (a)
50	23,54 bc (b)	13,97 cd (a)	13,38 c (a)
60	22,18 bc (b)	12,73 c (a)	11,44 bc (a)
70	19,97 b (b)	10,15 b (a)	9,90 b (a)
80	13,81 a (b)	5,99 a (a)	6,04 a (a)

Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Στα γραφήματα 3.45, 3.46 και 3.47 διαπιστώνεται η σταδιακή μείωση του ρυθμού αναπνοής των καρπών και των τριών ποικιλιών κατά την ανάπτυξη και την ωρίμανση τους. Η μείωση του ρυθμού παραγωγής CO₂ επηρεάζεται από την εποχή καλλιέργειας και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών κατά διαφορετικό τρόπο, ανάλογα με την ποικιλία.

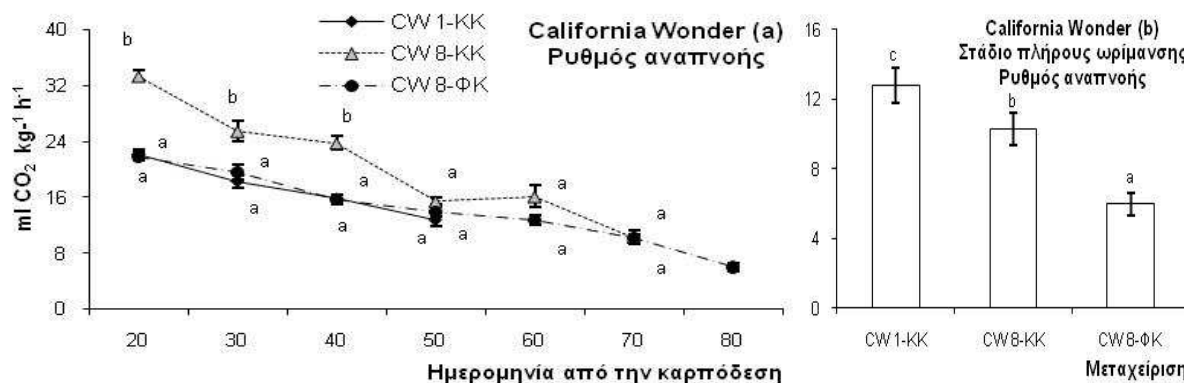
Ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών αποδεικνύεται σημαντικότερος από την εποχή καλλιέργειας για τους καρπούς της YW. Όταν οι καρποί αναπτύσσονται πάνω σε φυτά χωρίς ανταγωνισμό με άλλους καρπούς (1-ΚΚ) σημειώνουν το μικρότερο ρυθμό αναπνοής.

Μεταξύ των καρπών της καλοκαιρινής και φθινοπωρινής καλλιέργειας με 6-8 καρπούς ανά φυτό σημειώνεται μικρότερη τιμή στην 30η και την 40η ημέρα για τη δεύτερη περίπτωση και καμία διαφορά σε όλες τις άλλες μετρήσεις (Γράφημα 3.45).



Γραφήματα 3.45a & b: Ρυθμός αναπνοής (ml Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού στους 22 °C κατά την ανάπτυξη (3.45a) και την πλήρη ωρίμανση (3.45b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

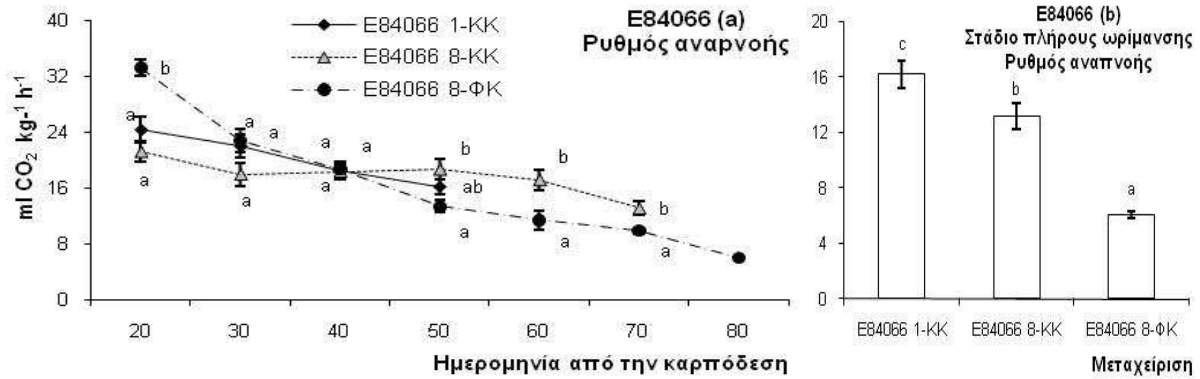
Οι καρποί της CW κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού την καλοκαιρινή περίοδο (8-KK) σημειώνουν τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής από τις υπόλοιπες 2 μεταχειρίσεις για τις 3 πρώτες συγκομιδές (20, 30 και 40 ημέρες) και καμία διαφορά στις επόμενες μετρήσεις. Κάτω από την επίδραση της μεταχείρισης απουσίας ανταγωνισμού (1-KK) και της φθινοπωρινής μεταχείρισης (8-ΦΚ), οι καρποί σημειώνουν παρόμοιο ρυθμό αναπνοής με εξαίρεση στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Οι κόκκινοι καρποί παρουσιάζουν το υψηλότερο ρυθμό όταν αναπτύχθηκαν σε φυτά απουσίας ανταγωνισμού τους καλοκαιρινούς μήνες (1-KK) και μεταξύ των υπολοίπων 2 μεταχειρίσεων σημειώνουν το μικρότερο ρυθμό όταν αναπτύσσονται σε χαμηλότερη θερμοκρασία σε συνθήκες ανταγωνισμού (8-KK) (Γράφημα 3.46).



Γραφήματα 3.46a & b: Ρυθμός αναπνοής (ml Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού στους 22 °C κατά την ανάπτυξη (3.46a) και την πλήρη ωρίμανση (3.46b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Για τους καρπούς της E84066, ο ρυθμός αναπνοής δε σημειώνει διαφορές μεταξύ των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων, με εξαίρεση το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, όπου η απουσία ανταγωνισμού αυξάνει το ρυθμό αναπνοής. Επιπλέον, η φθινοπωρινή καλλιέργεια

προκαλεί μεγαλύτερο ρυθμό αναπνοής των καρπών στην 20η ημέρα και ακολούθως τη χαμηλότερη τιμή από την 60η ημέρα και μέχρι την πλήρη ωρίμανση. Δηλαδή η εποχή καλλιέργειας αποδεικνύεται σημαντικότερος παράγοντας σε σύγκριση με τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών, αλλά μόνο για το στάδιο του κόκκινου χρώματος (Γράφημα 3.47).



Γραφήματα 3.47a & b: Ρυθμός αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) καρπού στους 22°C κατά την ανάπτυξη (3.47a) και την πλήρη ωρίμανση (3.47b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.2.4. Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK)

Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών παρουσιάζει αύξηση από την πρώτη (στάδιο πράσινου χρώματος) έως τη δεύτερη μέτρηση (στάδιο πράσινου χρώματος και λίγο πριν την αλλαγή χρώματος του περικαρπίου). Στη συνέχεια παρουσιάζεται μείωση μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (CW) ή σταθερή συγκέντρωση μέχρι την πλήρη ωρίμανση (YW και E84066). Μεταξύ των 3 ποικιλιών παρουσιάζονται στατιστικά σημαντικές διαφορές μόνο την 20η ημέρα (στάδιο πράσινου χρώματος), με τους καρπούς της E84066 να καταγράφουν τη χαμηλότερη συγκέντρωση και καμία διαφορά μεταξύ των YW και CW (Πίνακας 3.52).

Πίνακας 3.52: Συγκέντρωση CO_2 (ml Kg^{-1}) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	11,73 a (b)	14,16 ab (b)	7,30 a (a)
30	17,17 b (a)	16,57 b (a)	19,73 b (a)
40	14,38 ab (a)	13,36 a (a)	16,15 b (a)
50	13,21 ab (a)	12,31 a (a)	15,36 b (a)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-KK)

Στην περίπτωση των 6-8 καρπών ανά φυτό την καλοκαιρινή περίοδο (8-KK), η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα αυξάνεται μέχρι την 30η ημέρα και ακολούθως μειώνεται μέχρι την πλήρη ωρίμανση (YW και CW) ή παραμένει σε υψηλά επίπεδα στις πρώτες συγκομιδές και η μείωση συμβαίνει στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης E84066). Μεταξύ των 3 ποικιλιών σημειώνεται διαφορά μόνο στην πρώτη

συγκομιδή (στάδιο πράσινου χρώματος), όπου οι καρποί της ποικιλίας CW σημειώνουν την υψηλότερη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα (Πίνακας 3.53).

Πίνακας 3.53: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	14,07 a (a)	20,45 b (b)	18,04 b (ab)
30	21,13 b (a)	20,27 b (a)	18,00 b (a)
40	20,56 b (a)	22,14 b (a)	18,02 b (a)
50	12,71 a (a)	15,14 ab (a)	13,14 a (a)
60	14,42 a (a)	13,93 a (a)	17,01 b (a)
70	14,24 a (a)	12,92 a (a)	14,57 ab (a)

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Η συγκέντρωση του CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών κατά τη φθινοπωρινή περίοδο ανάπτυξης (8-ΦΚ) μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών. Στους καρπούς της ποικιλίας YW, η μείωση της συγκέντρωσης CO₂ είναι σημαντική από τις 40 έως στις 50 ημέρες και από τις 70 έως τις 80 ημέρες από την καρπόδεση. Στους καρπούς της ποικιλίας CW, η συγκέντρωση παραμένει σταθερή μέχρι τις 40 ημέρες από την καρπόδεση, ενώ στη συνέχεια στις 50 ημέρες μειώνεται χωρίς οποιαδήποτε επιπρόσθετη μεταβολή μέχρι και την πλήρη ωρίμανση. Τέλος για την ποικιλία E84066, η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μειώνεται μεταξύ των 2 συγκομιδών στις 40 και 60 ημέρες από την καρπόδεση και ακολούθως μέχρι την πλήρη ωρίμανση δε σημειώνεται οποιαδήποτε επιπρόσθετη μείωση.

Σε κάθε συγκομιδή δεν παρουσιάζονται σημαντικές μεταβολές μεταξύ των 3 ποικιλιών, με εξαίρεση την υψηλότερη συγκέντρωση CO₂ στις 40 ημέρες από την καρπόδεση για τους καρπούς της ποικιλίας YW και στις 80 ημέρες για την ποικιλία E84066 (Πίνακας 3.54).

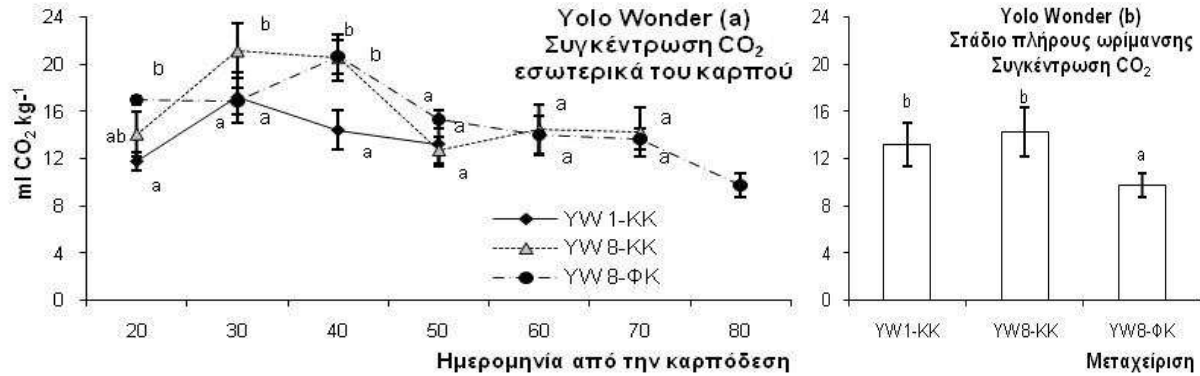
Πίνακας 3.54: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	16,94 c (a)	17,45 b (a)	15,67 ab (a)
30	16,87 c (a)	17,61 b (a)	18,24 b (a)
40	20,63 d (b)	18,14 b (a)	17,31 b (a)
50	15,32 bc (a)	14,67 a (a)	14,35 ab (a)
60	14,00 b (a)	13,23 a (a)	13,11 a (a)
70	13,64 b (a)	14,29 a (a)	13,35 a (a)
80	9,74 a (a)	12,37 a (b)	11,63 a (b)

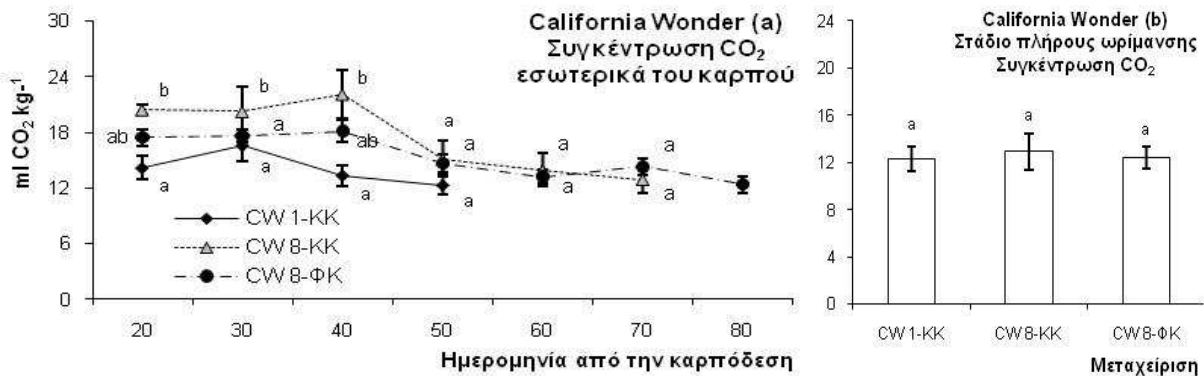
Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Συγκρίνοντας τη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων για τους καρπούς των YW και CW προκύπτει σημαντική επίδραση του αριθμού των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό (Γράφημα 3.48 και 3.49). Η συγκέντρωση CO₂ καταγράφει την υψηλότερη τιμή, όταν οι καρποί αναπτύσσονται παρουσία άλλων καρπών πάνω στο φυτό (8-ΚΚ) σε σύγκριση με την απουσία ανταγωνισμού κατά τη διάρκεια της καλοκαιρινής περιόδου (1-ΚΚ). Η διαφορά αυτή σημειώνεται μόνο κατά την ανάπτυξη, καθώς στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης δε συμβαίνει κάτι τέτοιο. Η

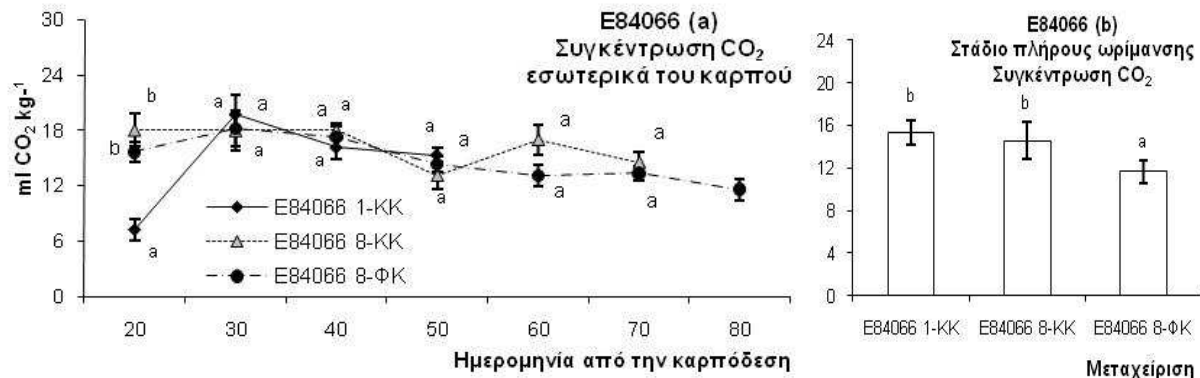
ανάπτυξη των καρπών κατά τη φθινοπωρινή περίοδο δεν έχει καμία επίδραση για τη συγκέντρωση του CO₂ ους καρπούς της CW σε όλες τις συγκομιδές ή καμία επίδραση στα στάδια της ανάπτυξης και μείωση της συγκέντρωσης στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (τελευταία συγκομιδή) για τους καρπούς της YW (Γραφήματα 3.48 και 3.49).



Γραφήματα 3.48a & b: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα κατά την ανάπτυξη (3.48a) και την πλήρη ωρίμανση (3.48b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.49 a & b: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα κατά την ανάπτυξη (3.49a) και την πλήρη ωρίμανση (3.49b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.50a & b: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα κατά την ανάπτυξη (3.50a) και την πλήρη ωρίμανση (3.50b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.

Για την ποικιλία E84066 δεν παρατηρείται κάποια αξιοσημείωτη επίδραση του αριθμού καρπών που βρίσκονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό και της εποχής καλλιέργειας στη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα, παρά μόνο την 20η ημέρα από την καρπόδεση με τη μικρότερη τιμή για τους καρπούς από την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό, αλλά και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης με τη μικρότερη τιμή για τους καρπούς από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (Γράφημα 3.50).

3.3.2.5. Συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ)

Η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού και αποκτά τη μέγιστη τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (50η ημέρα από την καρπόδεση). Την 20η ημέρα από την καρπόδεση (στάδιο πράσινου χρώματος), η συγκέντρωση C₂H₄, είτε είναι πολύ μικρή (YW και E84066), είτε είναι μη ανιχνεύσιμη με τη συγκεκριμένη μέθοδο (CW). Σημαντική αύξηση της συγκέντρωσης C₂H₄ συμβαίνει μετά την αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου (40η ημέρα) και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Μεταξύ του διαστήματος των 40-50 ημερών από την καρπόδεση, η αύξηση της συγκέντρωσης C₂H₄ είναι οκταπλάσια (YW) ή πενταπλάσια (CW και E84066).

Μεταξύ των 3 ποικιλιών, προκύπτει ότι η συγκέντρωση C₂H₄ των καρπών της CW είναι στατιστικά μικρότερη από την αντίστοιχη των καρπών της E84066, ενώ σε σύγκριση με τους καρπούς της YW είναι στατιστικά μικρότερη μόνο στις 2 πρώτες συγκομιδές (20η και 30η ημέρα). Επιπλέον, οι καρποί της YW σημειώνουν την 30η και 40η ημέρα από την καρπόδεση μικρότερη συγκέντρωση C₂H₄ σε σύγκριση με την E84066 (Πίνακας 3.55).

Πίνακας 3.55: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	11,63 a (b)	0,00 a (a)	12,33 a (b)
30	29,97 a (b)	9,78 a (a)	65,85 ab (c)
40	110,20 b (a)	103,19 b (a)	210,54 b (b)
50	808,78 c (ab)	519,26 c (a)	1023,30 c (b)

Καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ)

Παρόμοια συμπεράσματα προκύπτουν και κατά την καλοκαιρινή μεταχείριση, όπου η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού αυξάνεται κατά την ανάπτυξη με την υψηλότερη τιμή στην τελευταία συγκομιδή (70η ημέρα).

Πίνακας 3.56: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	1,46 a (a)	9,36 a (b)	9,79 a (b)
30	140,69 b (c)	47,35 b (b)	15,46 a (a)
40	117,72 ab (b)	64,79 b (a)	80,52 b (ab)
50	162,20 b (b)	426,93 c (c)	100,69 b (a)
60	225,82 b (a)	534,25 d (b)	219,77 c (a)
70	514,27 c (a)	667,99 e (b)	542,10 d (a)

Συγκρίνοντας τις 3 ποικιλίες μεταξύ τους σε κάθε στάδιο συγκομιδής προκύπτουν μικρές διαφορές μέχρι την αλλαγή του χρώματος (40η ημέρα), με τη μικρότερη συγκέντρωση την 20η ημέρα και τη μεγαλύτερη συγκέντρωση την 30η και 40η ημέρα από την καρπόδεση για την ποικιλία YW. Από την 50η ημέρα μέχρι και την πλήρη ωρίμανση σημειώνεται η υψηλότερη συγκέντρωση για την περίπτωση των καρπών της CW (Πίνακας 3.56).

Φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ)

Η συγκέντρωση C₂H₄ αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού με την υψηλότερη συγκέντρωση να καταγράφεται από την 70η ημέρα από την καρπόδεση (YW και CW) ή την 80η ημέρα (E84066). Στις πρώτες συγκομιδές (20η - 40η ημέρα από την καρπόδεση), η συγκέντρωση C₂H₄ κυμαίνεται στα ίδια περίπου επίπεδα μεταξύ των τριών ποικιλιών, ενώ στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (70η - 80η ημέρα) η συγκέντρωση C₂H₄ ακολουθεί την εξής σειρά από τη μικρότερη στη μεγαλύτερη τιμή, YW < E84066 < CW (Πίνακας 3.57).

Πίνακας 3.57: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού για όλες τις συγκομιδές της κάθε ποικιλίας στη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ).

Ημέρες από την καρπόδεση	Yolo Wonder	California Wonder	E84066
20	1,34 a (a)	5,73 a (b)	4,82 a (b)
30	56,60 b (b)	61,29 b (b)	31,58 b (a)
40	78,63 bc (a)	91,92 b (a)	119,05 c (b)
50	96,76 c (a)	272,38 c (b)	111,55 c (a)
60	172,87 d (a)	394,56 d (b)	132,09 c (a)
70	268,47 e (a)	439,47 e (c)	332,75 d (b)
80	302,54 e (a)	494,57 e (c)	392,13 e (b)

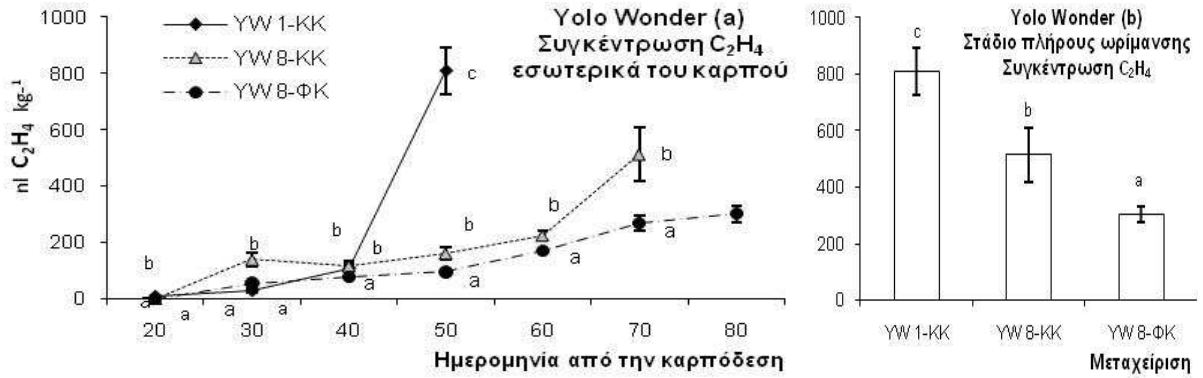
Σύγκριση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων των φυτών

Συγκρίνοντας τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού των 3 ποικιλιών, προκύπτουν διαφορές ανάλογα με τη χρησιμοποιούμενη ποικιλία και τη εφαρμοζόμενη μεταχείριση. Οι καρποί από τη φθινοπωρινή καλλιέργεια έχουν στατιστικά σημαντικά μικρότερη συγκέντρωση C₂H₄ από τις 2 καλοκαιρινές μεταχειρίσεις.

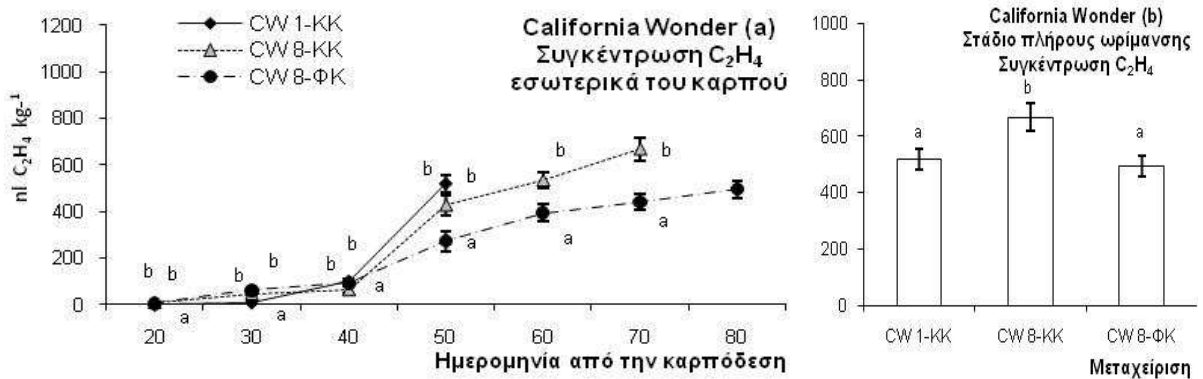
Η συγκέντρωση C₂H₄ εσωτερικά του καρπού κατά τη διάρκεια των 2 καλοκαιρινών μεταχειρίσεων των φυτών δε σημειώνει διαφορές στις 20 και 30 ημέρες για τις ποικιλίες YW και CW, ενώ αυξάνεται για τους καρπούς από φυτά με 1 καρπό (1-ΚΚ) μετά την αλλαγή του χρώματος (Γραφήματα 3.51a και 3.52a). Οι καρποί της E84066 από φυτά με 1 καρπό παράγουν υψηλότερη συγκέντρωση C₂H₄ σε όλες τις συγκομιδές, εκτός από αυτή που έγινε κατά την 20η ημέρα από την καρπόδεση (Γράφημα 3.53).

Στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, οι καρποί των YW και E84066 σημειώνουν μεγαλύτερη συγκέντρωση κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό, ενώ μεταξύ των 2 μεταχειρίσεων με τον ίδιο αριθμό καρπών η συγκέντρωση C₂H₄ είναι μεγαλύτερη για την καλοκαιρινή περίοδο (Γραφήματα 3.51b και 3.53b). Για την ποικιλία CW, οι καρποί από την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ) έχουν μεγαλύτερη συγκέντρωση C₂H₄ από τους αντίστοιχους της φθινοπωρινής καλλιέργειας, ενώ αντίθετα με τις άλλες 2 ποικιλίες ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών αυξάνει τη συγκέντρωση C₂H₄ κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια (Γράφημα 3.52b).

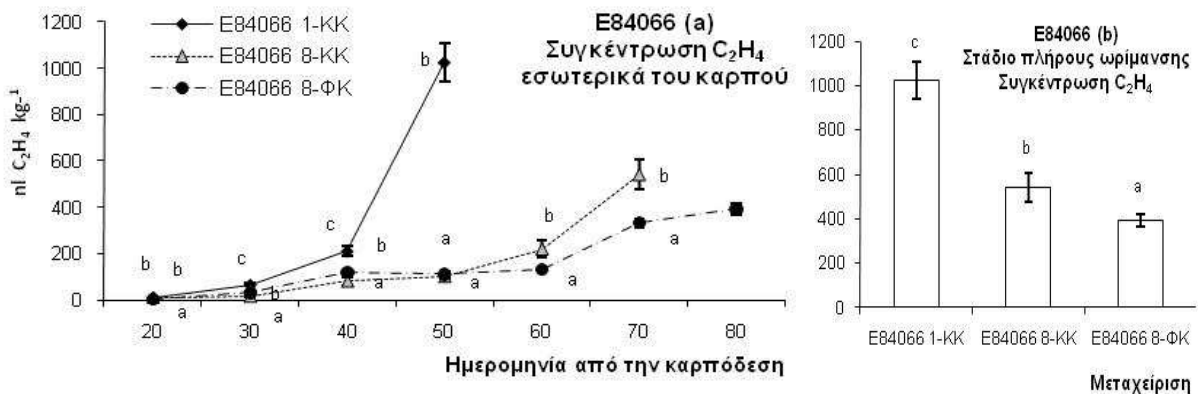
Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς



Γραφήματα 3.51a & b: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα κατά την ανάπτυξη (3.51a) και την πλήρη ωρίμανση (3.51b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία Yolo Wonder (YW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.52a & b: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα κατά την ανάπτυξη (3.52a) και την πλήρη ωρίμανση (3.52b) του καρπού μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) για την ποικιλία California Wonder (CW). Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε στάδιο συγκομιδής.



Γραφήματα 3.53a & b: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού κατά την ανάπτυξη (3.53a) και την πλήρη ωρίμανση (3.53b) μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) των φυτών της ποικιλίας E84066. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %), για κάθε στάδιο συγκομιδής.

3.3.2.6. Συσχετίσεις μεταξύ των φυσιολογικών χαρακτηριστικών

Συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής του καρπού και τού νωπού βάρους του καρπού και του περικαρπίου

Παρατηρείται αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) και του νωπού βάρους καρπού (g) σε όλες τις συγκομιδές και των 3 ποικιλιών, ανεξάρτητα από τον αριθμό καρπών ανά φυτό και από την εποχή ανάπτυξης του καρπού. Έτσι, όσο μεγαλύτερο είναι το νωπό βάρος καρπού, τόσο μικρότερος είναι ο ρυθμός αναπνοής (Πίνακας 3.58).

Αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) του καρπού και του νωπού βάρους του περικαρπίου (g) με την ίδια ακριβώς πορεία (δεν παρουσιάζεται). Αυτό συμφωνεί με την αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής καρπού και του νωπού βάρους καρπού και τη θετική συσχέτιση του νωπού βάρους καρπού και περικαρπίου.

Πίνακας 3.58: Συσχετίσεις του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) με το νωπό βάρος (g) καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	*	*			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*

Συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής και του όγκου καρπού

Ο ρυθμός αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) καρπού συσχετίζεται αρνητικά με τον όγκο (ml) καρπού και των 3 ποικιλιών, όπως συμβαίνει και με το νωπό βάρος καρπού (Πίνακας 3.59).

Πίνακας 3.59: Συσχετίσεις του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) με τον όγκο (ml) καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	*	*			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*

Συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής του καρπού και τού αριθμού σπόρων ανά καρπό

Αρνητική συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) και του αριθμού των σπόρων ανά καρπό παρατηρείται για την YW κατά την καλοκαιρινή περίοδο ανάπτυξης με 1 καρπό (εκτός από την 20η ημέρα) και της φθινοπωρινής με 6-8 καρπούς ανά φυτό.

Για την ποικιλία CW προκύπτει ότι ο μεγαλύτερος αριθμός σπόρων (και μεγαλύτερο νωπό βάρος) προκαλεί το μικρότερο ρυθμό αναπνοής καρπού μόνο για τους καρπούς από την καλοκαιρινή περίοδο ανάπτυξης και παρουσίας ανταγωνισμού μεταξύ αυτών (συγκομιδές στις 30, 40 και 70 ημέρες). Αρνητική συσχέτιση σημειώνεται και μεταξύ του αριθμού σπόρων ανά καρπό και του ρυθμού αναπνοής για τις 2 πρώτες συγκομιδές (1-KK) και για τις 2 τελευταίες συγκομιδές (8-ΦΚ) για τους καρπούς της E84066. Στον πίνακα 3.60 παρουσιάζεται η συσχέτιση μεταξύ ρυθμού αναπνοής και αριθμού των σπόρων ανά καρπό.

Η συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής του καρπού ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) και του νωπού βάρους των σπόρων (g) ανά καρπό ακολουθεί την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.60: Συσχετίσεις του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) με τον αριθμό των σπόρων του καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-KK, 8-KK και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-KK (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	ns	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-KK (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CW	ns	*	*	ns	ns	*	
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του νωπού βάρους καρπού και περικαρπίου

Θετική συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης CO_2 (ml Kg^{-1}) και του νωπού βάρους (g) καρπού παρατηρείται στην πλειοψηφία των συγκομιδών στις 3 μεταχειρίσεις των φυτών της YW. Για τους καρπούς της CW το νωπό βάρος καρπού συσχετίζεται θετικά με τη συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μόνο στο πράσινο στάδιο για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό, αλλά για όλα τα στάδια ανάπτυξης του καρπού για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό. Για τη φθινοπωρινή καλλιέργεια δε σημειώνεται καμία συσχέτιση μεταξύ νωπού βάρους καρπού και της συγκέντρωσης CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα (Πίνακας 3.61).

Για την ποικιλία E84066 το νωπό βάρος καρπού συσχετίζεται με τη συγκέντρωση CO_2 του καρπού κατά διαφορετικό τρόπο ανάλογα με τη μεταχείριση των φυτών. Κατά την καλοκαιρινή μεταχείριση με 1 καρπό ανά φυτό (1-KK) παρατηρείται θετική συσχέτιση μόνο στο πράσινο στάδιο του καρπού (2 πρώτες συγκομιδές) και στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-KK) στο στάδιο του πράσινου χρώματος, της αλλαγής χρώματος και στα πρώτα στάδια απόκτησης του κόκκινου χρώματος (30, 40 και 50 ημέρες), αλλά όχι στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Τέλος, για την φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-

8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ) παρατηρείται θετική συσχέτιση μόνο για τις 2 τελευταίες συγκομιδές αμέσως μετά την αλλαγή του χρώματος του καρπού από πράσινο σε κόκκινο. Η θετική συσχέτιση μεταξύ νωπού βάρους περικαρπίου (g) και της συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού παρουσιάζει την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.61: Συσχετίσεις της συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με τον νωπό βάρος (g) καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία α= 0,05).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	*	*	*	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	ns	*	*	*	ns	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	*	*	*	*	ns	ns
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του συνολικού και εσωτερικού όγκου καρπού

Η συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού συσχετίζεται θετικά με τον εσωτερικό και συνολικό όγκο (ml) του καρπού για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό και τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό για την ποικιλία YW. Για την ποικιλία CW, η θετική συσχέτιση παρατηρείται μόνο για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό.

Πίνακας 3.62: Συσχετίσεις της συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με το συνολικό όγκο (ml) καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία α= 0,05).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	
E84066	ns	*	*	*	ns	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	*	*	*	*	ns	ns
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Στην ποικιλία E84066, η θετική συσχέτιση παρατηρείται στο στάδιο του πράσινου χρώματος για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ), στα στάδια

πράσινου, αλλαγής και αρχικά στάδια κόκκινου χρώματος για την καλοκαιρινή περίοδο με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ) και τις 2 τελευταίες συγκομιδές μετά την αλλαγή του χρώματος για τη φθινοπωρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ) (Πίνακας 3.62).

Η συσχέτιση μεταξύ εσωτερικού όγκου καρπού (ml) με τη συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού έχει την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του αριθμού και του νωπού βάρους των σπόρων ανά καρπού

Ο μεγαλύτερος αριθμός σπόρων του καρπού συσχετίζεται θετικά με μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και για τις 3 ποικιλίες (Πίνακας 3.63). Η θετική συσχέτιση παρατηρείται και μεταξύ νωπού βάρους των σπόρων ανά καρπό και της συγκέντρωσης CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και στις 3 ποικιλίες, ανεξάρτητα από την εποχή καλλιέργειας (καλοκαίρι ή φθινόπωρο) και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών (1 ή 6-8 καρποί). Η συσχέτιση μεταξύ νωπού βάρους σπόρων (g) και συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹) έχει την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.63: Συσχετίσεις της συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με τον αριθμό των σπόρων καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία α= 0,05).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	*	*	*	*			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	ns	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*

Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του νωπού βάρους του καρπού και του περικαρπίου

Το νωπό βάρος καρπού συσχετίζεται θετικά με τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα σχεδόν σε όλες τις μεταχειρίσεις των φυτών της YW. Για τους καρπούς της CW το ίδιο συμβαίνει μόνο στην καλοκαιρινή περίοδο με 6-8 καρπούς ανά φυτό.

Οι καρποί της E84066 σημειώνουν θετική συσχέτιση μόνο στις 2 πρώτες συγκομιδές της καλοκαιρινής καλλιέργειας με 1 καρπό ανά φυτό και στις 2 τελευταίες συγκομιδές της φθινοπωρινής καλλιέργειας (8-ΦΚ), ενώ στην καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ) παρουσιάζουν θετική συσχέτιση μεταξύ των 30-60 ημερών από την καρπόδεση, δηλαδή λίγο πριν την έναρξη της αλλαγής του χρώματος και μέχρι την ανάπτυξη του κόκκινου χρωματισμού (Πίνακας 3.64).

Η συγκέντρωση C₂H₄ συσχετίζεται θετικά και με το νωπό βάρος του περικαρπίου για τους καρπούς της YW κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ). Για τους καρπούς της CW δε σημειώνεται καμία συσχέτιση, ενώ για τους καρπούς της E84066 υπάρχει θετική συσχέτιση στις 2 πρώτες συγκομιδές και των 3 μεταχειρίσεων και

μετά την αλλαγή του χρώματος για τις μεταχειρίσεις με 6-8 καρπούς ανά φυτό (Πίνακας 3.65).

Πίνακας 3.64: Συσχετίσεις της συγκέντρωσης C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με το νωπό βάρος καρπού (g) σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	ns	*	*	ns	
CW	*	*	*	*	*	*	
E84066	ns	*	*	*	*	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	ns
CW	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	ns	ns	ns	ns	*	*

Πίνακας 3.65: Συσχετίσεις της συγκέντρωσης C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με το νωπό βάρος περικαρπίου (g) σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών (*= συσχέτιση και ns= μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία $\alpha=0,05$).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
E84066	*	*	ns	ns	*	ns	
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	*	*	ns	ns	ns	*	ns

Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του συνολικού και εσωτερικού όγκου του καρπού

Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα συσχετίζεται θετικά με το συνολικό όγκο καρπού για τους καρπούς της YW κατά την καλοκαιρινή καλλιέργεια των φυτών με 1 καρπό (1-ΚΚ) και τη φθινοπωρινή καλλιέργεια (8-ΦΚ) με εξαίρεση τη συγκομιδή την 30η ημέρα. Η θετική συσχέτιση παρουσιάζεται και στις 2 πρώτες συγκομιδές (20 και 30 ημέρες) για την καλοκαιρινή καλλιέργεια με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ) (Πίνακας 3.66).

Για τους καρπούς της ποικιλίας CW δεν παρατηρείται συσχέτιση, ανεξάρτητα από την εποχή καλλιέργειας και τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών. Τέλος, για τους καρπούς της E84066, η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού συσχετίζεται θετικά με το συνολικό όγκο του καρπού για τις 2 πρώτες συγκομιδές (20η και 30η ημέρα) της καλοκαιρινής περιόδου με 1 καρπό ανά φυτό (1-ΚΚ) και την πρώτη συγκομιδή (30η ημέρα)

για τη φθινοπωρινή περίοδο με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΦΚ), ενώ στη 2η μεταχείριση των φυτών (8-ΚΚ) η συγκέντρωση C₂H₄ επηρεάζεται θετικά από τον όγκο καρπού από τη 2η (στάδιο πράσινου χρώματος) μέχρι και την τελευταία συγκομιδή των καρπών.

Η συσχέτιση του εσωτερικού όγκου καρπού με τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού καταγράφει ακριβώς την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.66: Συσχετίσεις της συγκέντρωσης C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού με το συνολικό όγκο καρπού (ml) γ σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών
(* = συσχέτιση και ns = μη συσχέτιση για αμφίπλευρη δοκιμασία α = 0,05).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	ns	ns	ns	ns			
E84066	*	*	ns	ns			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	ns	ns	ns	ns	
CW	ns	ns	ns	ns	ns	ns	
E84066	ns	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	ns	*	*	*	*	*
CW	*	ns	ns	ns	ns	ns	ns
E84066	ns	*	ns	ns	ns	*	ns

Συσχέτιση μεταξύ της συγκέντρωσης αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του αριθμού σπόρων και του νωπού βάρους σπόρων του καρπού

Η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού επηρεάζεται θετικά από τον αριθμό σπόρων ανά καρπό για όλες τις μεταχειρίσεις και των 3 ποικιλιών, με εξαίρεσή τους καρπούς από την καλοκαιρινή καλλιέργεια της CW με 6-8 καρπούς ανά φυτό (8-ΚΚ) και τις πρώτες τρεις συγκομιδές στο στάδιο του πράσινου χρώματος των φυτών της E84066 κατά τη φθινοπωρινή περίοδο (8-ΦΚ) (Πίνακας 3.67). Η συσχέτιση του νωπού βάρους των σπόρων με τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού καταγράφει ακριβώς την ίδια πορεία (δεν παρουσιάζεται).

Πίνακας 3.67: Συγκρίσεις μεταξύ της συγκέντρωσης C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού και του αριθμού σπόρων ανά καρπό σε όλα τα στάδια ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού και σε όλες τις μεταχειρίσεις (1-ΚΚ, 8-ΚΚ και 8-ΦΚ) των 3 ποικιλιών
(* = συσχέτιση και ns = μη συσχέτιση, για αμφίπλευρη δοκιμασία α = 0,05).

Ημέρες από την καρπόδεση	20	30	40	50	60	70	80
1-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 1 καρπός / φυτό)							
YW	*	*	*	*			
CW	-	ns	ns	ns			
E84066	*	*	*	*			
8-ΚΚ (καλοκαιρινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	*	*	*	*	*	*	*
8-ΦΚ (χειμερινή περίοδος - 6-8 καρποί / φυτό)							
YW	*	*	*	*	*	*	*
CW	*	*	*	*	*	*	*
E84066	ns	ns	ns	*	*	*	*

3.4. Συζήτηση

Η ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών της πιπεριάς περιλαμβάνει διάφορες μορφολογικές και φυσιολογικές αλλαγές, όπως αύξηση του νωπού βάρους, του όγκου και των διαστάσεων του καρπού, αλλαγή του χρώματος του περικαρπίου, μεταβολή της συγκέντρωσης της βιταμίνης C του περικαρπίου και του ρυθμού αναπνοής (μείωση) και της συγκέντρωσης των αερίων CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα που περιγράφονται σε αυτό το κεφάλαιο, οι αλλαγές αυτές επηρεάζονται κατά διαφορετικό τρόπο από τον ανταγωνισμό μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών πάνω στο φυτό (1 ή 6-8 καρποί ανά φυτό) και την εποχή (καλοκαίρι ή φθινόπωρο) στην οποία πραγματοποιείται η καρπόδεση και η ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού.

Ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό επηρεάζεται, τόσο από τον ανταγωνισμό μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών, όσο και από τις κλιματολογικές συνθήκες, όπως αντίστοιχα παρατηρούν και οι Wang *et al.* (1982). Στην καλοκαιρινή περίοδο, οι κόκκινοι καρποί που συγκομίστηκαν από φυτά με 1 καρπό ανά φυτό (απουσία ανταγωνισμού) έχουν κυρίως μικρότερο αριθμό σπόρων από τους καρπούς που αναπτύχθηκαν σε φυτά με συνθήκες ανταγωνισμού. Κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού, αυξάνεται το ποσοστό των καρπών με 100-200 σπόρους (YW), αυξάνεται το ποσοστό με 200-300 και περισσότερους από 300 σπόρους (CW) ή μειώνεται το ποσοστό των καρπών με 100-200 σπόρους και αυξάνεται τα ποσοστά των καρπών με περισσότερους από 200 σπόρους (E84066). Η διαπίστωση αυτή ίσως να οφείλεται στη χαμηλότερη σχετική υγρασία και την υψηλότερη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα κατά την περίοδο ανάπτυξης (Ιούλιος - Αύγουστος) των καρπών υπό συνθήκες ανταγωνισμού και κατά συνέπεια το υψηλότερο ποσοστό απελευθέρωσης της γύρης και του αριθμού των σπόρων ανά καρπό (Bakker, 1989). Από την άλλη μεριά, δεν αναφέρεται κάποια επίδραση στον αριθμό των σπόρων ανά καρπό κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών (Sanchez *et al.*, 1993). Αν και οι καρποί με την επίδραση του ανταγωνισμού σε συνθήκες ανάπτυξης καλοκαιριού παρουσιάζονται με περισσότερους σπόρους, το νωπό βάρος 1000 σπόρων δεν παρουσιάζει κάποια επίδραση και κατά συνέπεια προκύπτει ότι μειώνεται το νωπό βάρος ανά σπόρο.

Η ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών στη φθινοπωρινή περίοδο μειώνει τον αριθμό σπόρων ανά καρπό (YW), αυξάνει τον αριθμό τους (CW) ή δεν έχει σημαντική επίδραση (E84066). Κάτω από τις συνθήκες του φθινοπώρου, το νωπό βάρος των 1000 σπόρων αυξάνεται και σε συνδυασμό με τα αποτελέσματα του αριθμού των σπόρων προκύπτει ότι το νωπό βάρος ανά σπόρο αυξάνεται (YW και E84066) και παραμένει σχεδόν σταθερό (CW).

Η βλαστικότητα των σπόρων παρουσιάζει θετική επίδραση κάτω από την αύξηση του αριθμού καρπών ανά φυτό. Δηλαδή, η παρεμποδιστική επίδραση που ασκούν οι σπόροι στο σχηματισμό νέων καρπών, όπως αναφέρουν οι Heuvelink *et al.* (2002), δεν είναι ικανή να επηρεάσει την ανάπτυξη και τη βλαστικότητα του σπόρου. Ίσως όμως η ανάπτυξη των καρπών κάτω από συνθήκες ανταγωνισμού σε περίοδο με χαμηλότερο ποσοστό σχετικής υγρασίας και υψηλότερη θερμοκρασία του ατμοσφαιρικού αέρα (μήνες Ιούλιος και Αύγουστος) να συνδέεται με την αύξηση του ποσοστού της απελευθέρωσης της γύρης και τις ευνοϊκότερες συνθήκες ανάπτυξης των ανθέων (Bakker, 1989). Η χαμηλότερη θερμοκρασία κατά τη φθινοπωρινή περίοδο ανάπτυξης των καρπών μειώνει τη βλαστικότητα των σπόρων (CW και E84066) ή δεν έχει καμία επίδραση (YW). Οι Khañ and Passam (1992) υπολόγισαν το ποσοστό βλαστικότητας των σπόρων σε καλοκαιρινή καλλιέργεια της Yolo Wonder (85-93 %) και της E84066 (87-94 %) και τα αποτελέσματα τους

συμπίπτουν με τα αντίστοιχα του παρόντος πειράματος κατά την ανάπτυξη των καρπών σε συνθήκες ανταγωνισμού την καλοκαιρινή περίοδο.

Οι διαστάσεις (μήκος και διάμετρος) του καρπού αποκτούν τη μέγιστη τιμή από το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος. Η διάμετρος καρπού δε σημειώνει διαφορετική επίδραση κάτω από την ανάπτυξη ενός ή περισσότερων καρπών στο φυτό ή την ανάπτυξη του καρπού σε χαμηλότερη θερμοκρασία (φθινόπωρο). Οι καρποί όμως εμφανίζονται περισσότερο επιμήκεις όταν αναπτύσσονται το φθινόπωρο. Αντίστοιχη επιμήκυνση των καρπών σημειώνεται και κατά την ανάπτυξη ενός καρπού ανά φυτό, αλλά μόνο για τις ποικιλίες YW και E84066

Το νωπό βάρος και ο συνολικός όγκος του καρπού αυξάνονται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού και μέχρι την ολοκλήρωση του ώριμου πράσινου χρώματος, δηλαδή έχουν ήδη αποκτήσει τη μέγιστη τιμή μέχρι την έναρξη της αλλαγής τους χρώματος.

Η ανάπτυξη ενός μόνο καρπού πάνω στο φυτό από τη μία μεριά αυξάνει το νωπό βάρος καρπού (CW και E84066) ή δεν προκαλεί καμία επίδραση (YW) και από τη άλλη επιδρά θετικά στην αύξηση του συνολικού όγκου καρπού (σε όλες τις ποικιλίες). Αντίστοιχα, η ανάπτυξη των καρπών σε χαμηλότερη θερμοκρασία (φθινόπωρο) αυξάνει το νωπό βάρος και τον όγκο καρπού (CW και E84066) ή δεν παρουσιάζεται καμία μεταβολή στον όγκο και το νωπό βάρος καρπού (YW). Κατά συνέπεια η αύξηση του όγκου ή του νωπού βάρους καρπού μπορεί να επιτευχθεί, είτε με μείωση του φορτίου των φυτών (Heuvelink *et al.*, 2002), είτε με καρπόδεση και ανάπτυξη του καρπού σε χαμηλότερη θερμοκρασία (και προφανώς συνθήκες χαμηλότερης ηλιοφάνειας και υψηλότερης σχετικής υγρασίας (Rylski and Spegelman, 1982).

Το ποσοστό του νωπού βάρους του περικαρπίου επί του νωπού βάρους του καρπού δεν παρουσιάζει οποιαδήποτε επίδραση από τον αριθμό των καρπών κατά την καλοκαιρινή περίοδο καλλιέργειας. Η ανάπτυξη των καρπών τη φθινοπωρινή περίοδο, όπου επικρατεί χαμηλότερη θερμοκρασία μειώνει το ποσοστό του νωπού βάρους περικαρπίου στις πρώτες συγκομιδές (στάδιο πράσινου χρώματος), ενώ στη συνέχεια, είτε δε σημειώνεται καμία επίδραση (YW), είτε αυξάνεται σημαντικά για τους καρπούς με μεγάλο μέγεθος και μεγαλύτερο πάχος περικαρπίου (CW και E84066). Από την άλλη μεριά, το ποσοστό του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου καρπού δεν επηρεάζεται, ούτε από τον αριθμό καρπών, αλλά ούτε και από την περίοδο καλλιέργειας των φυτών.

Συνεπώς, η αύξηση του νωπού βάρους καρπού των μεγαλόκαρπων ποικιλιών (CW και E84066) κάτω από την απουσία ανταγωνισμού οφείλεται στην αύξηση του νωπού βάρους και των υπολοίπων τμημάτων του καρπού (π.χ. πλακούντα), ενώ κάτω από τη φθινοπωρινή περίοδο οφείλεται κυρίως στην αύξηση του νωπού βάρους περικαρπίου. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από το ποσοστό του ξηρού βάρους του περικαρπίου, όπου παραμένει σταθερό κατά την καλοκαιρινή περίοδο με ή χωρίς συνθήκες ανταγωνισμού. Επιπλέον, η αύξηση του νωπού βάρους περικαρπίου στη φθινοπωρινή περίοδο οφείλεται κυρίως στην αύξηση της υγρασίας, καθώς το ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου παραμένει σημαντικά μικρότερο.

Στην περίπτωση των καρπών με μικρότερο μέγεθος (YW), αν και το νωπό βάρος καρπού, αλλά και το ποσοστό του νωπού βάρους περικαρπίου δεν επηρεάζεται από τον ανταγωνισμό και την εποχή ανάπτυξης των καρπών, το ξηρό βάρος περικαρπίου αυξάνεται απουσία ανταγωνισμού μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών.

Ακόμα, το ποσοστό του ξηρού βάρους του περικαρπίου επηρεάζεται θετικά από το μέγεθος και το νωπό βάρος καρπού, δηλαδή όσο μεγαλύτερος είναι ο καρπός, τόσο μεγαλύτερο εμφανίζεται το ποσοστό, ανεξάρτητα από τις συνθήκες ανάπτυξης του καρπού.

Αρκετές ερευνητικές μελέτες, δείχνουν θετική συσχέτιση μεταξύ του αριθμού και του νωπού βάρους σπόρων με το μέγεθος και το νωπό βάρος καρπού. Οι Khaah and Passam (1992) παρατήρησαν σε πειράματα με τις ποικιλίες Yolo Wonder και E84066 και επαναλήψεις τριών χρόνων θετική συσχέτιση του νωπού βάρους και του αριθμού των σπόρων με το νωπό βάρος του καρπού κατά τη συγκομιδή των καρπών στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με τα αντίστοιχα της μελέτης για τις ποικιλίες YW και E84066, καθώς κυρίως σημειώνεται θετική συσχέτιση.

Παρόμοια συσχέτιση του συνολικού όγκου του καρπού και του αριθμού των σπόρων παρατήρησαν ο Nittch (1950) σε ώριμους καρπούς φράουλας, ο Dennis (1967) σε ώριμους καρπούς μήλων και οι Stephenson *et al.* (1988) σε ώριμους καρπούς κολοκυθιού.

Θετική συσχέτιση νωπού βάρους καρπού και σπόρων αναφέρει και η Rylski (1973) σε καρπούς πιπεριάς, αλλά όχι οι Baer and Smeets (1978). Ο Bakker (1989) βρήκε θετική συσχέτιση μόνο όταν η καλλιέργεια πραγματοποιήθηκε σε περιβάλλον με χαμηλή σχετική υγρασία (π.χ. άνοιξη, φθινόπωρο), κάτι που αποδέχονται και οι Khaah and Passam (1992) και αποδεικνύεται και από τα πειράματα με τις YW και E84066 στη συγκεκριμένη μελέτη.

Η συσχέτιση όμως του αριθμού και του νωπού βάρους των σπόρων και του νωπού βάρους καρπού φαίνεται ότι ελέγχεται, τόσο από το γονότυπο, όσο και από τις συνθήκες που επικρατούν κατά την ανάπτυξη των καρπών, καθώς οι καρποί της ποικιλίας CW παρουσιάζουν θετική συσχέτιση μόνο την καλοκαιρινή περίοδο με ανάπτυξη περισσότερων από ένα καρπό ανά φυτό.

Το χρώμα καρπού, που χαρακτηρίζεται από τη φωτεινότητα και την ένταση του πράσινου - κόκκινου χρωματισμού, επηρεάζεται από τις συνθήκες ανάπτυξης των καρπών. Κατά την ανάπτυξη των καρπών, η φωτεινότητα, είτε μειώνεται (YW, CW και E84066), είτε παραμένει σταθερή (YW) και ο πράσινος χρωματισμός μειώνεται με ταυτόχρονη αύξηση του κόκκινου χρώματος.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών μειώνει τη φωτεινότητα για τις μεγαλόκαρπες ποικιλίες CW και E84066 ή δεν προκαλεί καμία μεταβολή στη φωτεινότητα του χρώματος για τους καρπούς της YW. Αντίστοιχα, η φθινοπωρινή περίοδος αυξάνει τη φωτεινότητα του χρώματος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, αν και αρχικά (στάδιο πράσινου χρώματος) οι τιμές είναι χαμηλότερες. Η εμφάνιση του κόκκινου χρωματισμού καθυστερεί κατά 5 (YW) έως 8-9 (CW και E84066) ημέρες κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού και κατά 30 ημέρες κάτω από την επίδραση της φθινοπωρινής περιόδου ανάπτυξης.

Η συγκέντρωση της χλωροφύλλης (Ca και Cb) του καρπού μειώνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού, σημειώνοντας σχεδόν μηδενική τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και ακολουθώντας την πορεία μείωσης του πράσινου χρώματος με ταυτόχρονη αύξηση του κόκκινου χρώματος. Η μείωση της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης γίνεται σε μικρότερο χρονικό διάστημα κατά την ανάπτυξη ενός καρπού ανά φυτού, ακολουθεί η επέμβαση του ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών και τέλος πραγματοποιείται σε μεγαλύτερο διάστημα στη φθινοπωρινή περίοδο καλλιέργειας. Ανάλογη μείωση της χλωροφύλλης με τη μείωση του πράσινου χρωματισμού του καρπού αναφέρουν και οι Biles *et al.* (1993) που πραγματοποίησαν συγκομιδές σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του καρπού της καυτερής ποικιλίας New Mexican 6-4.

Η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέως (βιταμίνης C) στο περικάρπιο αυξάνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών, αποκτώντας τη μέγιστη τιμή στις τελευταίες συγκομιδές (στάδιο φυσιολογικά ώριμου κόκκινου χρώματος). Η εποχή καλλιέργειας αποδεικνύεται σημαντικότερος παράγοντας, καθώς η ανάπτυξη των καρπών στη

φθινοπωρινή περίοδο μειώνει τη συγκέντρωση της βιταμίνης C. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών κατά την καλοκαιρινή περίοδο δεν έχει καμία επίδραση με εξαίρεση την αύξηση της συγκέντρωσης της βιταμίνης C για τους καρπούς της ποικιλίας CW.

Ο ρυθμός αναπνοής του καρπού μειώνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού, αποκτώντας την ελάχιστη τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Το γεγονός ότι ο ρυθμός αναπνοής του καρπού δεν παρουσιάζει αύξηση, ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της αλλαγής του χρώματος του καρπού, επιβεβαιώνει τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών και των 3 ποικιλιών. Αυτή η παρατήρηση συμφωνεί με τα αποτελέσματα των Villavicencio *et al.* (1999), που εξέτασαν 13 διαφορετικές ποικιλίες από διάφορους τύπους πιπεριάς και, είτε δεν παρατήρησαν μεταβολή του ρυθμού αναπνοής του καρπού, είτε κατέγραψαν μείωση κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης του καρπού.

Οι Biles *et al.* (1993) παρατήρησαν μείωση του ρυθμού αναπνοής κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού και κατέγραψαν τη μικρότερη τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης του καρπού σε καυτερή ποικιλία τύπου chili New Mexico 6-4. Αντίθετα, οι Lurie *et al.* (1986) αν και παρατήρησαν μεγαλύτερο ρυθμό αναπνοής για τους κόκκινους καρπούς σε σύγκριση με τους ώριμους πράσινους καρπούς σε γονότυπους τύπου φλάσκας, υποστήριξαν τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά της πιπεριάς.

Γενικά, οι καρποί των περισσότερων ποικιλιών και υβριδίων πιπεριάς τύπου φλάσκας ταξινομούνται ως μη κλιμακτηριακοί (Lurie *et al.*, 1986, Miller *et al.*, 1979, Salveit, 1997), ενώ στις καυτερές πιπεριές περιλαμβάνονται ποικιλίες με μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά ή παρόμοια αναπνευστική δραστηριότητα με τους κλιμακτηριακούς καρπούς. Η καυτερή ποικιλία Chooraehong με προέλευση την Κορέα παρουσιάζει κλιμακτηριακή αύξηση του ρυθμού αναπνοής και της παραγωγής C₂H₄ από τους καρπούς (Gross *et al.*, 1986), ενώ η καυτερή ποικιλία Changjiao έχει ταξινομηθεί ως μη κλιμακτηριακή ποικιλία (Lu *et al.*, 1990).

Ο ρυθμός αναπνοής στο παρόν πείραμα, αν και μειώνεται με την ανάπτυξη των καρπών κατά παρόμοιο τρόπο ανεξάρτητα από τις συνθήκες ανάπτυξης των καρπών, στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης για τις ποικιλίες CW και E84066 παρουσιάζει μικρότερη τιμή κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού και ακόμα μεγαλύτερη μείωση όταν οι καρποί αναπτύχθηκαν τη φθινοπωρινή περίοδο. Στην περίπτωση όμως των κόκκινων καρπών της YW, ο ρυθμός δεν επηρεάζεται από τη φθινοπωρινή περίοδο, ενώ μειώνεται εάν οι καρποί αναπτυχθούν χωρίς ανταγωνισμό με άλλους καρπούς πάνω στο φυτό.

Από την ανάλυση των διαφόρων συσχετίσεων προκύπτει ότι ο ρυθμός αναπνοής είναι αντιστρόφως ανάλογος με τον όγκο και το νωπό βάρος καρπού, δηλαδή οι μεγαλύτερου μεγέθους καρποί έχουν μικρότερο ρυθμό αναπνοής. Αρνητική συσχέτιση εντοπίζεται και μεταξύ των σπόρων και του ρυθμού αναπνοής για τις περισσότερες μετρήσεις.

Η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού παρουσιάζει μικρή αύξηση από την καρπόδεση μέχρι το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος και πριν από την αλλαγή του χρώματος, ενώ στη συνέχεια καταγράφει μικρή μείωση μέχρι την πλήρη ωρίμανση. Η μείωση της συγκέντρωσης στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης του καρπού συμπίπτει και με τη μείωση του ρυθμού αναπνοής του καρπού.

Η ύπαρξη ενός ή περισσότερων καρπών και η εποχή καλλιέργειας δε φαίνεται να επηρεάζει ιδιαίτερα τη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του καρπού. Στο στάδιο όμως της πλήρους ωρίμανσης, η συγκέντρωση παραμένει σταθερή κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών, ενώ μειώνεται έπειτα από ανάπτυξη των καρπών από τη φθινοπωρινή περίοδο (YW και E84066).

Καθώς, ο ρυθμός αναπνοής υπολογίζεται με βάση το εκλυόμενο CO₂ από τον καρπό, που ίσως να εξαρτάται από την περατότητα του καρπού και συγκεκριμένα του κάλυκα

(Banks and Nicholson, 2000, Bower *et al.*, 2000, Diaz-Perez, 1998), η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα σχετίζεται περισσότερο με την αναπνευστική δραστηριότητα των σπόρων και του πλακούντα. Μέχρι το στάδιο της έναρξης της εμφάνισης του κόκκινου χρωματισμού του περικαρπίου, οι σπόροι έχουν αποκτήσει τις τελικές τους διαστάσεις (αρκετά νωρίς στο στάδιο πράσινου χρώματος), το μέγιστο ξηρό βάρος (κατά την αύξηση του κόκκινου χρώματος του περικαρπίου) και παρουσιάζουν αύξηση του ρυθμού αναπνοής τους, ως αποτέλεσμα της έντονης μεταβολικής τους δραστηριότητας (Blasiak *et al.*, 2006). Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα του παρόντος πειράματος, αλλά και τα αποτελέσματα των Blasiak *et al.* (2006) στο στάδιο της πλήρους ωρίμανση των καρπών, ο ρυθμός αναπνοής των σπόρων μειώνεται και ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ σχεδόν είναι μη ανιχνεύσιμος. Κατά συνέπεια, οι συγκεντρώσεις των CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα των ώριμων καρπών επηρεάζονται κυρίως από το περικάρπιο.

Οι σπόροι (αριθμός και νωπό βάρος) επηρεάζουν θετικά τη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα, όπως το ίδιο συμβαίνει και στις περισσότερες συγκομιδές για το νωπό βάρος του καρπού και του περικαρπίου και τη συγκέντρωση του αερίου. Η συσχέτιση του αριθμού και του νωπού βάρους των σπόρων με τη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, αλλά όχι με το ρυθμό αναπνοής προφανώς σχετίζεται με το βαθμό περατότητας του κάλυκα σε CO₂.

Η συγκέντρωση C₂H₄ εσωτερικά του καρπού αυξάνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανσή του. Οι κόκκινοι καρποί έχουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση C₂H₄ από τους πράσινους καρπούς, κάτι που συμφωνεί με ευρήματα και άλλων ερευνητών (Lurie *et al.*, 1986, Biles *et al.*, 1993, Villavicencio *et al.*, 1999). Όμως αν και παράγεται C₂H₄ σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, η μέγιστη συγκέντρωση C₂H₄ που παράγεται είναι μικρότερη από την απαιτούμενη ποσότητα για αυτοκαταλυτική παραγωγή C₂H₄ (Lurie *et al.*, 1986). Η απαραίτητη συγκέντρωση C₂H₄ υπολογίζεται περίπου σε 1 ppm (Sawamura *et al.*, 1978).

Παρόμοια αποτελέσματα βρήκε ο Salveit (1997) για τις συγκεντρώσεις των C₂H₄ και CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder, που συγκομίστηκαν σε διάφορα στάδια ανάπτυξης, υποστηρίζοντας τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά της εν λόγω ποικιλίας. Οι Howard and Yamaguchi (1957) παρατήρησαν παρόμοια αποτελέσματα για την ποικιλία California Wonder.

Οι Villavicencio *et al.* (2001) μελέτησαν τις συγκεντρώσεις των C₂H₄ και CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών των ποικιλιών Camelot και King Arthur τύπου φλάσκας (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.) και σε καρπούς ποικιλίας Tabasco τύπου Tabasco (*Capsicum frutescens* L.) σε υπαίθρια και θερμοκηπιακή καλλιέργεια. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν σε 5 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης των καρπών που παρέμειναν πάνω στο φυτό μέχρι την πλήρη ωρίμανσή τους. Η συγκέντρωση του εσωτερικού C₂H₄ αυξήθηκε μέχρι την αλλαγή του χρώματος, στη συνέχεια μειώθηκε και ακολούθως αυξήθηκε πάλι μέχρι την πλήρη ωρίμανση του καρπού. Παρόμοια, η συγκέντρωση του εσωτερικού CO₂ παρουσίασε περίπου τις ίδιες μεταβολές κατά την ανάπτυξη των καρπών, με τη διαφορά ότι στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης καταγράφηκε μείωση.

Με βάση τα αποτελέσματα που αναλύονται σε αυτό το κεφάλαιο, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών μειώνει (YW και E84066) ή αυξάνει (CW) τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού. Από την άλλη μεριά η φθινοπωρινή καλλιέργεια μειώνει σημαντικά τη συγκέντρωση C₂H₄. Η συγκέντρωση C₂H₄ συσχετίζεται θετικά με τον αριθμό των σπόρων στο εσωτερικό του καρπού, αλλά και με τον όγκο καρπού (συνολικό και εσωτερικό) κυρίως για τις ποικιλίες YW και E84066.

3.5. Συμπεράσματα

Η ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών πιπεριάς μπορεί να επηρεαστεί από τις διάφορες συνθήκες που επικρατούν κατά την καρπόδεση και ανάπτυξη του καρπού, όπως ο αριθμός των καρπών που βρίσκονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό (ανταγωνισμός), αλλά και η εποχή καρπόδεσης, ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών, ως αποτέλεσμα της επίδρασης των κλιματολογικών συνθηκών.

Ο ανταγωνισμός μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών επηρεάζει σημαντικά τα χαρακτηριστικά του καρπού, ανάλογα όμως και με το μέγεθος του καρπού. Σε όλες τις περιπτώσεις προκαλεί μικρή καθυστέρηση στην ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος του περικαρπίου, αλλά και της μείωσης της συγκέντρωσης της χλωροφύλλης. Η βιταμίνη C δεν φαίνεται να επηρεάζεται από τον αριθμό των καρπών πάνω στο φυτό.

Στις μεγαλόκαρπες πιπεριές, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών μειώνει το νωπό βάρος και τον όγκο καρπού, ως αποτέλεσμα της παρεμποδιστικής συμπεριφοράς των καρπών και των σπόρων στην ανάπτυξη των επόμενων καρπών λόγω του ανταγωνισμού για τα προϊόντα φωτοσύνθεσης (Heuvelink and Korner, 2001, Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997). Το εκατοστιαίο ποσοστό του περικαρπίου και του εσωτερικού όγκου καρπού επί του συνόλου του καρπού δεν επηρεάζονται και το ίδιο συμβαίνει και για το ξηρό βάρος του περικαρπίου. Η μείωση του όγκου οφείλεται κυρίως σε μεταβολές του μήκους καρπού, καθώς η διάμετρος δε μεταβάλλεται ιδιαίτερα. Ο ρυθμός αναπνοής δε διαφέρει στα στάδια πράσινου και αλλαγής του χρώματος, αλλά μειώνεται για τους κόκκινους καρπούς κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού. Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση CO₂ δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές, ενώ η συγκέντρωση C₂H₄ κυμαίνεται σε διαφορετικά επίπεδα ανάλογα με την ποικιλία.

Στην περίπτωση της μικρόκαρπης πιπεριάς, ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών δεν έχει καμία επίδραση πάνω στο νωπό βάρος, αλλά μειώνει τον όγκο του καρπού λόγω της μείωσης του μήκους, διατηρώντας σταθερή τη διάμετρο. Η μείωση του εκατοστιαίου ποσοστού του ξηρού βάρους προφανώς εξηγείται από τη μείωση του πάχους του περικαρπίου (χωρίς όμως να επηρεάζει το εκατοστιαίο ποσοστό του περικαρπίου), καθώς το εκατοστιαίο ποσοστό του περικαρπίου και του εσωτερικού όγκου δεν μεταβάλλονται. Η αύξηση του ρυθμού αναπνοής ίσως να σχετίζεται και με τη μείωση του ποσοστού του ξηρού βάρους του καρπού, δηλαδή τη μεταβολή της διαπερατότητας του καρπού στο CO₂. Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση CO₂ είναι σταθερή και η συγκέντρωση C₂H₄ μειώνεται, αλλά πιθανόν αυτό να οφείλεται στο γονότυπο (ποικιλία).

Η φθινοπωρινή περίοδος ανάπτυξης των καρπών επηρεάζει σημαντικά τα χαρακτηριστικά των καρπών. Η συγκέντρωση της βιταμίνης C μειώνεται και η διάσπαση της χλωροφύλλης καθυστερεί αρκετά, όπως αντίστοιχη καθυστέρηση συναντάται και στην απόκτηση του κόκκινου χρώματος.

Στις μεγαλόκαρπες πιπεριές, η χαμηλότερη θερμοκρασία κατά την ανάπτυξη των καρπών έχει θετική επίδραση πάνω στο νωπό βάρος καρπού και στο ποσοστό του περικαρπίου επί του συνόλου του καρπού. Καθώς το εκατοστιαίο ποσοστό του ξηρού βάρους μειώνεται, φαίνεται ότι το περικάρπιο περιέχει υψηλότερο ποσοστό υγρασίας. Αν και ο συνολικός όγκος αυξάνεται, το εκατοστιαίο ποσοστό του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου παραμένει σταθερό, χωρίς δηλαδή να σημειώνονται μεταβολές στα ποσοστά του πλακούντα και των σπόρων. Ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται, ενώ στην εσωτερική κοιλότητα η συγκέντρωση CO₂, είτε μειώνεται, είτε διατηρείται σταθερή και η συγκέντρωση C₂H₄ καταγράφει μείωση.

Στους καρπούς μικρότερων διαστάσεων, το νωπό βάρος και ο όγκος καρπού δεν επηρεάζονται από τη φθινοπωρινή περίοδο ανάπτυξης, όπως επίσης και το εκατοστιαίο ποσοστό του περικαρπίου και του εσωτερικού όγκου επί του συνόλου του καρπού. Επιπλέον, το ποσοστό του ξηρού βάρους διατηρείται σταθερό ως αποτέλεσμα της διατήρησης σταθερού του νωπού βάρους. Ο ρυθμός αναπνοής διατηρείται σταθερός, ενώ οι συγκεντρώσεις CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα μειώνονται.

Ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό φαίνεται ότι αυξάνεται με την παρουσία περισσότερων καρπών πάνω στο φυτό, ίσως να οφείλεται στο υψηλότερο ποσοστό απελευθέρωσης της γύρης. Η βλαστικότητα των σπόρων κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα υπό συνθήκες ανταγωνισμού και μειώνεται σημαντικά με την επίδραση της χαμηλής θερμοκρασίας. Ο αριθμός των σπόρων φαίνεται να επηρεάζει το μέγεθος των καρπών, προκαλώντας ανάλογη αύξηση του νωπού βάρους και όγκου του καρπού ακόμα και από το στάδιο του πράσινου χρώματος, αλλά όχι σε όλες τις μετρήσεις. Επιπρόσθετα, επηρεάζουν θετικά τη συγκέντρωση των CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού.

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά διαπιστώνεται και για τις 3 χρησιμοποιούμενες ποικιλίες, καθώς ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών και η συγκέντρωση C₂H₄ αν και αυξάνεται μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης παραμένει σε χαμηλά επίπεδα. Αν και ανάλογα με την εποχή ανάπτυξης των καρπών και την απουσία ή όχι του ανταγωνισμού, συναντώνται μεταβολές στο ρυθμό αναπνοής και τις συγκεντρώσεις των αερίων στην εσωτερική κοιλότητα, η συμπεριφορά των καρπών παραμένει να χαρακτηρίζεται ως μη κλιμακτηριακή.

4. Επίδραση των Σπόρων στην Ανάπτυξη, Ωρίμανση και Μετασυλλεκτική Συμπεριφορά των Καρπών

4.1. Εισαγωγή

Η ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών πιπεριάς τύπου φλάσκας επηρεάζεται από τον αριθμό των αναπτυσσόμενων καρπών πάνω στο φυτό, τις κλιματολογικές συνθήκες πάνω στο φυτό, αλλά και από την επίδραση των σπόρων, καθώς θεωρούνται η κύρια πηγή παραγωγής αυξητικών ορμονών που συντελούν στην ανάπτυξη των καρπών (βλέπε κεφάλαιο 3).

Με βάση τη θετική επίδραση των σπόρων πάνω στον καρπό, ο πειραματικός σχεδιασμός που αναλύεται σε αυτό το κεφάλαιο (4) επικεντρώθηκε στη μελέτη της ανάπτυξης, ωρίμανσης και μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς των άσπερμων καρπών πιπεριάς τύπου φλάσκας συγκριτικά με τους ένσπερους καρπούς. Ο σχηματισμός των άσπερμων (παρθενοκαρπικών) καρπών βασίστηκε στην εφαρμογή ορμόνης καρπόδεσης (αυξίνης) πάνω στα άνθη, όπου προηγουμένως είχαν αφαιρεθεί οι ανθήρες. Η σύγκριση μεταξύ των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών αναφέρεται στα μορφολογικά (όπως νωπό βάρος και όγκος καρπού) και στα φυσιολογικά (όπως ρυθμός αναπνοής καρπού) χαρακτηριστικά.

Η εξέταση της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς των καρπών κατά τη συντήρηση στηρίχτηκε σε δεδομένα από τη διεθνή βιβλιογραφία σχετικά με τις προτεινόμενες θερμοκρασίες και το χρονικό διάστημα συντήρησης. Οι ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί καρποί τοποθετήθηκαν μέσα σε θάλαμο συντήρησης με σταθερή θερμοκρασία 8 °C για 1, 2 ή 3 εβδομάδες. Οι επιλεγμένοι τύποι συσκευασίας αναφέρονται σε ανοικτή συσκευασία (χωρίς καμία κάλυψη), τύλιγμα του κάθε καρπού ατομικά με πλαστική μεμβράνη και κλειστή πλαστική συσκευασία με ατμοσφαιρικό αέρα στο εσωτερικό.

4.2. Υλικά και μέθοδοι

4.2.1. Φυτικό υλικό

Για τις ανάγκες του πειράματος επιλέχθηκε η ποικιλία Yolo Wonder, λόγω του μικρού μεγέθους καρπού, που διευκόλυνε την εξέταση της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς των καρπών. Τα χαρακτηριστικά της ποικιλίας αναφέρονται στο κεφάλαιο 2.1.1.

4.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την περίοδο άνοιξη - καλοκαίρι 2006 με τις καλλιεργητικές φροντίδες όπως περιγράφονται λεπτομερώς στο κεφάλαιο 2.1.2. Η σπορά έγινε στις 12 Μαρτίου και η μεταφύτευση στις 17 Απριλίου, 35 ημέρες μετά τη σπορά. Συνολικά για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν 72 φυτά.

Τα φυτά χωρίστηκαν τυχαία σε δύο ομάδες των 36 φυτών και σε κάθε φυτό σημειώθηκαν 6-8 άνθη. Η πρώτη ομάδα φυτών (σύνολο 36 φυτά) περιελάμβανε τα φυτά μάρτυρες (δείκτες), δηλαδή φυτά όπου η γονιμοποίηση των ανθέων έγινε με φυσικό τρόπο

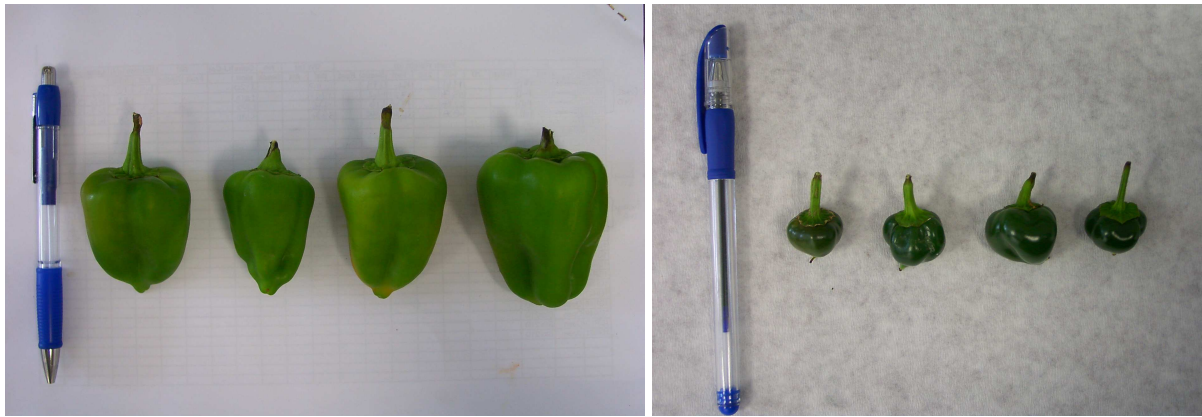
(αυτογονιμοποίηση). Ενώ η δεύτερη ομάδα (σύνολο 36 φυτά) περιελάμβανε φυτά όπου επιτεύχθηκε ο σχηματισμός παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο.

Ο σχηματισμός των παρθενοκαρπικών καρπών πραγματοποιήθηκε με την απομάκρυνση των ανθών και ταυτόχρονη εφαρμογή ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης (αυξίνης) σε μορφή πάστας με λανολίνη, όπως ακριβώς περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.2.3 (Μέθοδος Ι).

Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν 2 επί μέρους πειράματα:

Στο πείραμα Α συγκομίστηκαν καρποί από 3 στάδια ανάπτυξης και στη συνέχεια πραγματοποιήθηκαν μετρήσεις στο εργαστήριο για την εξέταση των μορφολογικών και φυσιολογικών τους χαρακτηριστικών σε σχέση με την παρουσία ή απουσία των σπόρων.

Στο πείραμα Β συγκομίστηκαν καρποί σε 3 στάδια ανάπτυξης και στη συνέχεια τοποθετήθηκαν με 3 διαφορετικούς τρόπους (ανοικτή συσκευασία, κλειστή συσκευασία ή κάλυψη με πλαστική μεμβράνη) σε θάλαμο συντήρησης με σταθερή θερμοκρασία 8 °C για 3 διαφορετικές περιόδους συντήρησης (1, 2 ή 3 εβδομάδες). Με το τρόπο αυτό μελετήθηκε η επίδραση των σπόρων στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των καρπών.



Γράφημα 4.0: Πράσινοι ένσπερμοι καρποί (αριστερά) και πράσινοι παρθενοκαρπικοί καρποί (δεξιά) μετά από συντήρηση για 3 εβδομάδες στους 8 °C με κάλυψη με πλαστική μεμβράνη (Wrap).

Για τις ανάγκες του πειράματος Α (μετρήσεις των καρπών κατά τη συγκομιδή) συγκομίστηκαν συνολικά 60 καρποί, δηλαδή 10 καρποί από κάθε στάδιο ανάπτυξης για τους ένσπερμους και παρθενοκαρπικούς καρπούς.

- 10 ένσπερμοι και 10 παρθενοκαρπικοί καρποί στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G).
- 10 ένσπερμοι και 10 παρθενοκαρπικοί καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR).
- 10 ένσπερμοι και 10 παρθενοκαρπικοί καρποί στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R).

Μόλις οι καρποί έφτασαν στο επιθυμητό στάδιο ανάπτυξης (G, GR και R), συγκομίστηκαν και οδηγήθηκαν στο εργαστήριο για την πραγματοποίηση των απαραίτητων μετρήσεων, χρησιμοποιώντας τις μεθόδους που περιγράφονται στο κεφάλαιο 2.6.

Για την υλοποίηση του πειράματος Β χρησιμοποιήθηκαν συνολικά 120 καρποί από κάθε στάδιο ανάπτυξης, εκ των οποίων οι 60 καρποί από την ομάδα των φυτών που επικράτησαν συνθήκες φυσικής γονιμοποίησης (ένσπερμοι καρποί) και οι υπόλοιποι 60 από καρπούς που σχηματίστηκαν με τη βοήθεια ορμονών (παρθενοκαρπικοί καρποί).

Αναλυτικά συγκομίστηκαν οι εξής καρποί:

- 60 ένσπερμοι και 60 παρθενοκαρπικοί καρποί στο στάδιο του ωρίμου πράσινου χρώματος (στάδιο G), περίπου 30 ημέρες μετά την άνθησή τους.
- 60 ένσπερμοι και 60 παρθενοκαρπικοί καρποί στο στάδιο αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο στάδιο GR), περίπου 45 ημέρες από την άνθησή τους.
- 60 ένσπερμοι και 60 παρθενοκαρπικοί καρποί στο στάδιο του ωρίμου κόκκινου χρώματος (στάδιο R), περίπου 65-70 ημέρες από την άνθησή τους.

Η συγκομιδή των καρπών πραγματοποιήθηκε τις πρωινές ώρες και ακολούθως μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο. Αφού παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για μια ώρα ακολούθησαν οι μετρήσεις της πρώτης ημέρας και στη συνέχεια η ατομική συσκευασία (1 καρπός ανά συσκευασία) με 3 διαφορετικούς τρόπους (όπως περιγράφονται και στο κεφάλαιο 2.4.1):

- Ανοικτή συσκευασία (Open).
- Κάλυψη των καρπών με πλαστική μεμβράνη (Wrap).
- Κλειστή πλαστική συσκευασία, όπου το ελεύθερο άνω άκρο καλύφθηκε με πλαστική μεμβράνη (Green box).

Στη συνέχεια οι καρποί τοποθετούνται σε θάλαμο συντήρησης με σταθερή θερμοκρασία $8\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ για χρονικό διάστημα, όπως ακριβώς ορίζεται από την προκαθορισμένη μεταχείριση των καρπών: i) 7 ημέρες, ii) 14 ημέρες και iii) 21 ημέρες

Κάθε μεταχείριση περιλαμβάνει 6 καρπούς σε κάθε στάδιο συγκομιδής (G, GR, R), όπως περιγράφονται ακολούθως:

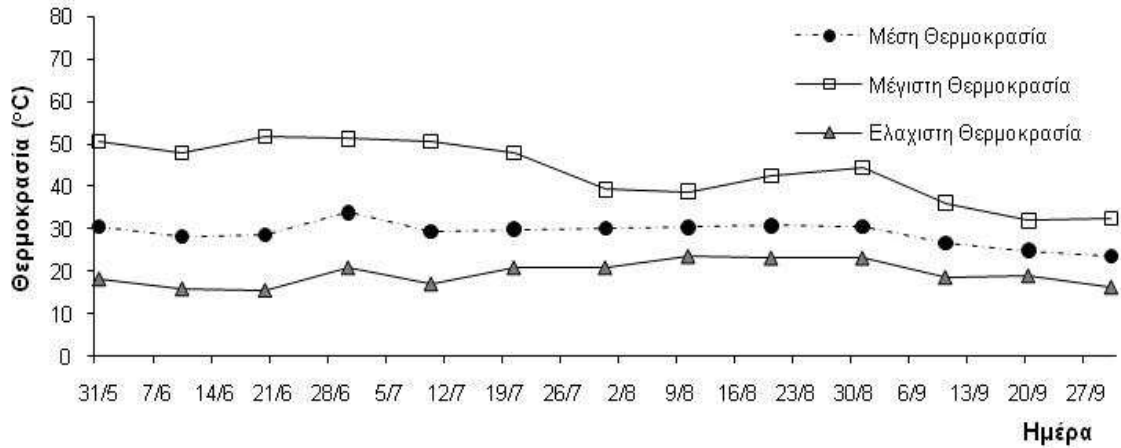
- Χωρίς συντήρηση: Μετρήσεις την αρχική ημέρα 0 με 6 ένσπερμους καρπούς και 6 παρθενοκαρπικούς καρπούς (Control).
- Διάρκεια αποθήκευσης 7 ημέρες.
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί με ανοικτή συσκευασία (Open)
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί καλυμμένοι με πλαστική μεμβράνη (Wrap)
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί με κλειστή συσκευασία (Green box)
- Διάρκεια αποθήκευσης 14 ημέρες.
 - ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί με ανοικτή συσκευασία (Open)
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί καλυμμένοι με πλαστική μεμβράνη (Wrap)
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί με κλειστή συσκευασία (Green box)
- Διάρκεια αποθήκευσης 21 ημέρες.
 - ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί με ανοικτή συσκευασία (Open)
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί καλυμμένοι με πλαστική μεμβράνη (Wrap)
 - 6 ένσπερμοι και 6 παρθενοκαρπικοί καρποί με κλειστή συσκευασία (Green box)

Πριν (Ημέρα= 0) και μετά τη συντήρηση (Ημέρα= 7, 14 και 21) πραγματοποιήθηκαν οι ακόλουθες μετρήσεις σε κάθε καρπό: νωπό βάρος, ξηρό βάρος, χρώμα περικαρπίου (συντελεστής L και a), ρυθμός παραγωγής CO₂ και C₂H₄ του καρπού και συγκεντρώσεις CO₂

και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού χρησιμοποιώντας τις σχετικές μεθόδους που περιγράφονται στο κεφάλαιο 2.6.

Οι τιμές στα αποτελέσματα αναφέρονται στο μέσο όρο (Μ.Ο.) 6 καρπών ανά μεταχείριση ανάλογα με το χρόνο συντήρησης.

Η μέση ημερήσια, η μέγιστη και η ελάχιστη θερμοκρασία μέσα στο θερμοκήπιο κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας απεικονίζονται στο γράφημα 4.0.



Γράφημα 4.0: Διακύμανση της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C) κατά τη διάρκεια εξέλιξης των πειραμάτων (Μάιος - Σεπτέμβριος 2006).

4.3. Αποτελέσματα

4.3.1. Πείραμα Α: Επίδραση των σπόρων στα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού

4.3.1.1. Διαστάσεις καρπού (Μήκος - Διάμετρος)

Οι διαστάσεις (μήκος και διάμετρος) καρπού είναι σημαντικά μικρότερες για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Οι καρποί αποκτούν το μέγιστο μήκος από το στάδιο του πράσινου χρώματος, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1: Μήκος (cm) και διάμετρος (cm) καρπού κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Μήκος καρπού							
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)		
Καρποί με σπόρους	6,02	b (a)	5,23	b (a)	5,20	b (a)	
Παρθενοκαρπικοί καρποί	2,47	a (a)	2,46	a (a)	2,49	a (a)	
Διάμετρος καρπού							
Καρποί με σπόρους	4,24	b (a)	4,63	b (a)	4,90	b (a)	
Παρθενοκαρπικοί καρποί	2,56	a (a)	2,19	a (a)	2,58	a (a)	

4.3.1.2. Νωπό βάρος καρπού

Το νωπό βάρος καρπού και περικαρπίου των παρθενοκαρπικών καρπών είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερο από το αντίστοιχο των καρπών με σπόρους σε όλα τα στάδια ανάπτυξης (Πίνακας 4.2).

Πίνακας 4.2: Νωπό βάρος (g) καρπού και περικαρπίου κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Νωπό βάρος καρπού							
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)		
Καρποί με σπόρους	27,95	b (a)	33,30	b (b)	34,53	b (b)	
Παρθενοκαρπικοί καρποί	5,43	a (a)	5,69	a (a)	6,38	a (a)	
Νωπό βάρος περικαρπίου							
Καρποί με σπόρους	22,27	b (a)	26,01	b (ab)	27,04	b (b)	
Παρθενοκαρπικοί καρποί	4,84	a (a)	5,34	a (a)	5,87	a (a)	

Για τους ένσπερμους καρπούς, το νωπό βάρος καρπού αυξάνεται μεταξύ των σταδίων πράσινου χρώματος (G) και αλλαγής του χρώματος (GR) και παραμένει σταθερό στη συνέχεια και το νωπό βάρος περικαρπίου δείχνει σημαντική αύξηση από το στάδιο του πράσινου μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Αντίθετα στους παρθενοκαρπικούς καρπούς, το μέγιστο νωπό βάρος καρπού και περικαρπίου αποκτάται στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G).

4.3.1.3. Ποσοστό του περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν υψηλότερο ποσοστό περικαρπίου επί του συνολικού νωπού βάρους καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης, καθώς απουσιάζουν οι σπόροι και το ποσοστό του πλακούντα φαίνεται να είναι αρκετά μικρό (Πίνακας 4.3).

Το ποσοστό του περικαρπίου σημειώνει τη μέγιστη τιμή από το στάδιο του πράσινου χρώματος. Για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών, αυτή η παρατήρηση εξηγείται από το γεγονός ότι στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) καταγράφεται και η μέγιστη τιμή του νωπού βάρους καρπού και περικαρπίου. Στους ένσπερμους καρπούς, η σταθερότητα του στο ποσοστού του περικαρπίου υπονοεί αύξηση του νωπού βάρους και των υπολοίπων τμημάτων του καρπού (σπόρων και πλακούντα), όπως στο στάδιο αλλαγής (GR) όπου η αύξηση του νωπού βάρους καρπού δε συνοδεύεται από στατιστικά σημαντική αύξηση του νωπού βάρους του περικαρπίου.

Πίνακας 4.3: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του νωπού βάρους περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Ποσοστό (%) νωπού βάρους περικαρπίου επί νωπού βάρους καρπού						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	79,88	a (a)	78,52	a (a)	78,39	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	89,14	b (a)	93,42	b (a)	92,07	b (a)

4.3.1.4. Ποσοστό επί τοις εκατό του ξηρού βάρους περικαρπίου

Το ξηρό βάρος περικαρπίου για ένσπερμους καρπούς είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερο από το αντίστοιχο των παρθενοκαρπικών καρπών. Για τους ένσπερμους καρπούς, το ξηρό βάρος περικαρπίου αυξάνεται μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) και ακολούθως διατηρείται σταθερό μέχρι την ωρίμανση (R), ακολουθώντας την αντίστοιχη αύξηση νωπού βάρους καρπού και περικαρπίου.

Πίνακας 4.4: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Ξηρό βάρος περικαρπίου σε ποσοστό %						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	7,27	a (a)	9,17	a (b)	10,03	a (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	11,85	b (a)	15,44	b (b)	14,11	b (b)

Αύξηση του ποσοστού του ξηρού βάρους περικαρπίου σημειώνεται και για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς μεταξύ των σταδίων πράσινου και αλλαγής χρώματος, δείχνοντας αύξηση της ξηράς ουσίας κατά την ανάπτυξή τους (Πίνακας 4.4).

4.3.1.5. Όγκος καρπού

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν στατιστικώς σημαντικά το μικρότερο συνολικό και εσωτερικό όγκο καρπού σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Ο όγκος (συνολικός και εσωτερικός) των ένσπερμων καρπών αυξάνεται κατά την ανάπτυξή τους, με τη μέγιστη τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (R), ακολουθώντας την αύξηση του νωπού βάρους. Ο συνολικός και ο εσωτερικός όγκος των άσπερμων καρπών αποκτά τη μέγιστη τιμή σχεδόν από το στάδιο

του πράσινου χρώματος (G) και στη συνέχεια δε σημειώνεται καμία μεταβολή, όπως αντίστοιχα συμβαίνει και με το νωπό βάρος καρπού (Πίνακας 4.5).

Πίνακας 4.5: Συνολικός όγκος (ml) και εσωτερικός όγκος (ml) καρπού κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Όγκος καρπού						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	52,50	b (a)	56,30	b (ab)	63,60	b (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	7,10	a (a)	6,80	a (a)	7,65	a (a)
Εσωτερικός όγκος καρπού						
Καρποί με σπόρους	24,10	b (a)	27,20	b (ab)	30,60	b (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	4,10	a (a)	3,95	a (a)	4,45	a (a)

4.3.1.6. Ποσοστό του εσωτερικού όγκου επί του συνολικού όγκου καρπού

Το ποσοστό του εσωτερικού επί του συνολικού όγκου καρπού είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερο για τους ένσπερμους καρπούς σε σύγκριση με τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, καθώς απουσιάζουν οι σπόροι. Ακόμα δε μεταβάλλεται σημαντικά κατά την ανάπτυξη των καρπών, τόσο για τους άσπερμους, όσο και για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς (Πίνακας 4.6).

Πίνακας 4.6: Ποσοστό επί τοις εκατό (%) του εσωτερικού όγκου επί του όγκου καρπού κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Εσωτερικός όγκος επί του συνολικού όγκου του καρπού σε ποσοτό %						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	46,26	a (a)	48,67	a (a)	48,34	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	57,91	b (a)	57,67	b (a)	58,20	b (a)

4.3.1.7. Χρώμα καρπού

Η φωτεινότητα του χρώματος (συντελεστής L) δεν παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των παρθενοκαρπικών και των ένσπερμων καρπών στα στάδια της αλλαγής του χρώματος (GR) και του κόκκινου χρώματος (R), ενώ η υψηλότερη τιμή παρουσιάζεται στο στάδιο του πράσινου χρώματος, παρουσία των σπόρων (Πίνακας 4.7).

Οι καρποί με σπόρους παρουσιάζουν στατιστικώς σημαντική μείωση της φωτεινότητας του χρώματος μεταξύ των σταδίων πράσινου χρώματος και αλλαγής του χρώματος. Αντίθετα, οι παρθενοκαρπικοί καρποί δεν σημειώνουν σημαντική μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος κατά την ανάπτυξή τους.

Για το συντελεστή a του χρώματος, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν υψηλότερες τιμές σε όλες τις μετρήσεις. Στα στάδια πράσινου χρώματος (G) στάδιο έχουν χαμηλότερη ένταση πράσινου χρώματος και στα στάδια αλλαγής του χρώματος (GR) και κόκκινου χρώματος (R) έχουν σε μεγαλύτερο ποσοστό κόκκινο χρώμα, αλλά η διαφορά είναι στατιστική μόνο για τους κόκκινους καρπούς (R).

Πίνακας 4.7: Συντελεστής L (φωτεινότητα του χρώματος) και συντελεστής a (ένταση πράσινου - κόκκινου χρώματος) κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Χρώμα καρπού - Συντελεστής L (φωτεινότητα χρώματος)						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	43,37	b (b)	36,74	a (a)	34,64	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	36,07	a (a)	35,76	a (a)	36,48	a (a)
Χρώμα καρπού - Συντελεστής a (Πράσινο - κόκκινο χρώμα)						
Καρποί με σπόρους	-15,32	a (a)	0,48	a (b)	27,96	a (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	-8,91	b (a)	3,02	a (b)	32,99	b (c)

4.3.1.8. Ρυθμός αναπνοής καρπού

Ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών είναι στατιστικά σημαντικά υψηλότερος από τον αντίστοιχο των ένσπερμων καρπών και για τα 3 εξεταζόμενα στάδια συγκομιδής (G, GR και R). Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών παρατηρείται μείωση του ρυθμού παραγωγής CO₂. Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, η μείωση είναι διαρκής κατά την ανάπτυξη και ιδιαίτερα έντονη μεταξύ των σταδίων GR και R. Για τους καρπούς με σπόρους η μείωση είναι ορατή μόνο μεταξύ των σταδίων της αλλαγής του χρώματος (GR) και πλήρους ωρίμανσης (R) (Πίνακας 4.8).

Πίνακας 4.8: Ρυθμός αναπνοής καρπού (ml Kg⁻¹ h⁻¹) κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Ρυθμός αναπνοής ml Kg ⁻¹ h ⁻¹						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	10,07	a (ab)	11,51	a (b)	7,68	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	55,95	b (c)	48,29	b (b)	30,30	b (a)

4.3.1.9. Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα

Η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού επηρεάζεται σημαντικά από την παρουσία των σπόρων. Η υψηλότερη συγκέντρωση CO₂ των ένσπερμων καρπών στα πρώτα στάδια ανάπτυξης (G και GR), προφανώς συνδέεται με την εντονότερη μεταβολική δραστηριότητα των σπόρων (Πίνακας 4.9).

Πίνακας 4.9: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Συγκέντρωση CO ₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού ml Kg ⁻¹						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος από πράσινο σε		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	22,04	b (c)	17,48	b (b)	8,26	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	12,52	a (b)	12,05	a (b)	9,15	a (a)

Στο στάδιο όμως του κόκκινου χρώματος (R) όπου έχει συμπληρωθεί η ανάπτυξη και ωρίμανση των σπόρων, δε σημειώνεται διαφορά στη συγκέντρωση μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών

4.3.1.10. Ρυθμός αναπνοής των σπόρων και του περικαρπίου

Ο ρυθμός αναπνοής των σπόρων και του περικαρπίου για τους ένσπερμους καρπούς είναι σημαντικά υψηλότερος για το στάδιο του πράσινου χρώματος (G), ενώ στη συνέχεια σημειώνει σημαντική μείωση με τη μικρότερη τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (Πίνακας 4.10).

Πίνακας 4.10: Ρυθμός αναπνοής ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) από τους σπόρους και το περικάρπιο κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων καρπών.

Ρυθμός αναπνοής των σπόρων $\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$					
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)
Καρποί με σπόρους	545,38	(c)	176,32	(b)	34,30 (a)
Ρυθμός αναπνοής του περικαρπίου $\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$					
Καρποί με σπόρους	46,09	(c)	29,60	(b)	17,63 (a)

4.3.1.11. Παραγωγή αιθυλενίου από τον καρπό

Με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο μέτρησης του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 (βλέπε κεφάλαιο 2.6) δεν καταγράφεται κάποια ένδειξη στην παρουσία του αερίου για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών. Για τους ένσπερμους καρπούς, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι μη ανιχνεύσιμος για τα στάδια G και GR< ενώ στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης καταγράφηκε τιμή $267,29 \text{ nl Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$.

Στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού καταγράφεται ένδειξη C_2H_4 ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη των σπόρων, όπου οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση του αερίου σε όλα τα στάδια ανάπτυξης. Αυτό οδηγεί στη διαπίστωση ότι εκτός από τους σπόρους και τα υπόλοιπα τμήματα του καρπού (πλακούντας, περικάρπιο) συμμετέχουν στην έκλυση C_2H_4 .

Από το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) σημειώνεται αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Στη συνέχεια, η παρουσία των σπόρων επιδρά θετικά στην αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 . Στους ώριμους κόκκινους ένσπερμους καρπούς σημειώνεται η μεγαλύτερη συγκέντρωση C_2H_4 , ενώ στους παρθενοκαρπικούς καρπούς καταγράφεται μείωση στη συγκέντρωση του αερίου (Πίνακας 4.11).

Πίνακας 4.11: Συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών.

Παραγωγή C_2H_4 εσωτερικά του καρπού $\text{nl Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$					
Στάδιο ωρίμανσης	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)
Καρποί με σπόρους	14,71	b (a)	24,83	b (b)	79,50 b (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	3,34	a (a)	19,42	a (c)	10,89 a (b)

4.3.1.12. Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου των σπόρων και του περικαρπίου

Για τους ένσπερμους καρπούς, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 μειώνεται για τους σπόρους κατά την ανάπτυξη, φτάνοντας σε μη ανιχνεύσιμη τιμή στο στάδιο του ώριμου κόκκινου χρώματος (R) (Πίνακας 4.12). Από την άλλη μεριά, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 του

περικαρπίου συνδέεται άμεσα με την απόκτηση του κόκκινου χρώματος, καθώς με τη συγκεκριμένη μέθοδο καταγράφηκε C₂H₄ μόνο στο στάδιο του κόκκινου χρώματος.

Πίνακας 4.12: Ρυθμός παραγωγή C₂H₄ από τους σπόρους και το περικάρπιο κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των ένσπερμων καρπών.

Ρυθμός παραγωγής C ₂ H ₄ από τους σπόρους nl Kg ⁻¹ h ⁻¹						
Στάδιο συγκομιδής	Ωρίμου πράσινου χρώματος (G)		Αλλαγής χρώματος (GR)		Ωρίμου κόκκινου χρώματος (R)	
Καρποί με σπόρους	576,81	(b)	491,17	(a)	0,00	-
Ρυθμός παραγωγής C ₂ H ₄ από το περικάρπιο nl Kg ⁻¹ h ⁻¹						
Καρποί με σπόρους	0,00	-	0,00	-	33,29	-

4.3.2. Πείραμα Β: Επίδραση των σπόρων στη συντήρηση των καρπών

4.3.2.1. Απώλεια νωπού βάρους καρπού σε εκατοστιαίο ποσοστό

Ανεξάρτητα από το στάδιο συγκομιδής (G, GR και R) και την παρουσία των σπόρων, η απώλεια του νωπού βάρους καρπού αυξάνεται με το χρόνο συντήρησης. Για τους ένσπερμους καρπούς, η απώλεια είναι μεγαλύτερη με τη χρήση της ανοικτής συσκευασίας σε σύγκριση με τις 2 κλειστές συσκευασίες. Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, η ανοικτή συσκευασία αυξάνει την απώλεια νωπού βάρους των καρπών για το μικρότερο διάστημα συντήρησης των 7 ημερών, ενώ στις 14 και 21 ημέρες σημειώνεται μικρότερη, μεγαλύτερη ή παρόμοια απώλεια με τη χρήση της κλειστής συσκευασίας με αέρα (Green box), ανάλογα με το εξεταζόμενο στάδιο συγκομιδής (Πίνακες 4.13, 4.14 και 4.15).

Επιπλέον, η σύγκριση μεταξύ των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών δείχνει τη μεγαλύτερη απώλεια νωπού βάρους των δεύτερων με τη χρήση και των 3 συσκευασιών και στα 3 διαστήματα συντήρησης, ίσως λόγω της εντονότερης μεταβολικής δραστηριότητας (υψηλότερος ρυθμός αναπνοής πριν από τη συντήρηση) (Πίνακας 4.8).

Στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) των παρθενοκαρπικών καρπών, η κλειστή συσκευασία Green box συνδέεται με τη μεγαλύτερη απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε σύγκριση με την κάλυψη των καρπών (Wrap). Η κλειστή συσκευασία με αέρα (Green box) μειώνει την απώλεια βάρους καρπού σε σύγκριση με την ανοικτή συσκευασία (Open) για τα διαστήματα 7 και 14 ημέρες και καμία διαφορά για το διάστημα των 21 ημερών.

Για τους ένσπερμους καρπούς, η απώλεια νωπού βάρους δε διαφέρει μεταξύ των 2 κλειστών συσκευασιών στη μικρή διάρκεια συντήρησης των 7 ημερών όταν σε μεγαλύτερο διάστημα (14 και 21 ημερών) η απώλεια του νωπού βάρους είναι σημαντικά μεγαλύτερη κατά τη συντήρηση με την κλειστή συσκευασία Green box. Η ανοικτή συσκευασία Open σημειώνει διπλάσια ή και τριπλάσια διαφορά στην απώλεια του νωπού βάρους των ένσπερμων καρπών σε σύγκριση με τις υπόλοιπες 2 κλειστές συσκευασίες.

Συγκρίνοντας μεταξύ τους τα 3 χρονικά διαστήματα συντήρησης (7, 14 ή 21 ημέρες), προκύπτει ότι, όσο αυξάνεται η διάρκεια συντήρησης, τόσο αυξάνεται και η απώλεια του νωπού βάρους του καρπού, ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη των σπόρων. Επιπλέον, η απουσία των σπόρων προκαλεί έντονη μεταβολή δραστηριότητα των καρπών, καθώς οι παρθενοκαρπικοί καρποί σε όλα τα χρονικά διαστήματα και στους 3 τύπους συσκευασίας σημειώνουν τη μεγαλύτερη απώλεια του νωπού βάρους (Πίνακας 4.13).

Πίνακας 4.13: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού (%) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	7,73 b (a)	9,19 c (a)	20,73 c (b)
	Wrap	2,32 a (a)	4,24 a (b)	4,79 a (b)
	Green box	3,10 a (a)	6,33 b (b)	7,63 b (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	13,88 c (a)	19,06 c (b)	27,17 b (c)
	Wrap	5,56 a (a)	9,01 a (b)	17,90 a (c)
	Green box	9,73 b (a)	12,71 b (b)	29,88 b (c)
Ένσπερμοί #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η απώλεια του νωπού βάρους των παρθενοκαρπικών καρπών είναι μεγαλύτερη από την απώλεια βάρους των άσπερμων καρπών σε όλη τη διάρκεια της συντήρησης και κυμαίνεται σε υψηλά επίπεδα από το στάδιο του πράσινου χρώματος (G).

Η χρήση της ανοικτής συσκευασίας (Open) αυξάνει την απώλεια του νωπού βάρους των ένσπερμων καρπών, ενώ στους παρθενοκαρπικούς καρπούς συμβαίνει το ίδιο μόνο για το διάστημα των 7 ημερών και παρόμοια συμπεριφορά ή χειρότερη με τη χρήση της κλειστής συσκευασίας με αέρα (Green box) για τις 14 και 21 ημερών αντιστοίχως. Μεταξύ των δύο κλειστών συσκευασιών δεν παρατηρείται διαφορά για τους ένσπερμους καρπούς, ενώ στους παρθενοκαρπικούς καρπούς στο χρονικό διάστημα των 7 ημερών δε σημειώνεται καμία διαφορά και σε διαστήματα 14 και 21 ημέρες η συσκευασία Wrap παρουσιάζει καλύτερα αποτελέσματα (Πίνακας 4.14).

Πίνακας 4.14: Απώλεια του νωπού βάρους (%) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	9,34 b (a)	12,60 b (b)	17,83 b (c)
	Wrap	2,25 a (a)	4,40 a (b)	4,64 a (b)
	Green box	3,69 a (a)	6,09 a (b)	6,27 a (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	21,81 b (a)	23,67 b (a)	28,72 b (b)
	Wrap	6,53 a (a)	13,05 a (b)	19,92 a (c)
	Green box	7,91 a (a)	22,59 b (b)	33,26 c (c)
Ένσπερμοί #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Η απώλεια του νωπού βάρους των καρπών στο στάδιο αλλαγής χρώματος αυξάνεται κυρίως μεταξύ του διαστήματος των 7-14 ημερών για την περίπτωση της συντήρησης των ένσπερμων καρπών με τις κλειστές συσκευασίες και μεταξύ των διαστημάτων 7-14 και 14-21 ημερών κατά τη συντήρηση των παρθενοκαρπικών καρπών (ανεξάρτητα από τη

συσκευασία) και τη συντήρηση των ένσπερμων καρπών με τη χρήση της ανοικτής συσκευασίας (Πίνακας 4.14).

Για τους κόκκινους καρπούς (R), η απώλεια του νωπού βάρους καρπού αυξάνεται ανάλογα με τη διάρκεια συντήρησης. Επιπλέον, προκύπτει σημαντικά μεγαλύτερη απώλεια του νωπού βάρους για τους ένσπερμους καρπούς όταν χρησιμοποιείται ανοικτή συσκευασία (Open), ενώ για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς η απώλεια νωπού βάρους αυξάνεται με την ανοικτή συσκευασία για το μικρό διάστημα συντήρησης (7 ημέρες) και παρουσιάζει παρόμοιες τιμές με την κλειστή συσκευασία Green box στις 14 και 21 ημέρες. Μεταξύ των 2 κλειστών συσκευασιών, η συσκευασία Wrap συνδέεται με τη μικρότερη απώλεια του νωπού βάρους στις 14 ημέρες για τους ένσπερμους κόκκινους καρπούς και για τις 3 περιόδους συντήρησης για τους άσπερμους κόκκινους καρπούς (Πίνακας 4.15).

Πίνακας 4.15: Απώλεια του νωπού βάρους (%) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	5,55 b (a)	15,53 c (b)	25,54 b (c)
	Wrap	2,34 a (a)	3,69 a (a)	6,89 a (b)
	Green box	2,92 a (a)	5,68 b (b)	8,57 a (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	17,52 c (a)	25,05 b (b)	28,84 b (c)
	Wrap	6,56 a (a)	10,63 a (b)	18,24 a (c)
	Green box	12,03 b (a)	24,42 b (b)	28,55 b (c)
Ένσπερμοί #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

4.3.2.2. Ξηρό βάρος περικαρπίου στο τέλος της συντήρησης

Οι πράσινοι ένσπερμοι και άσπερμοι καρποί δεν παρουσιάζουν καμία διαφορά στο ποσοστό % του ξηρού βάρους περικαρπίου για τις 3 περιόδους συντήρησης με τη χρήση και των 3 τρόπων συσκευασίας.

Οι πράσινοι παρθενοκαρπικοί καρποί διατηρούν το αρχικό υψηλό ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου και μετά το τέλος της συντήρησης σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς. Αυτό προφανώς οφείλεται στην μικρότερη περιεκτικότητα των άσπερμων καρπών σε υγρασία σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς (Πίνακας 4.16).

Στο στάδιο GR, το ποσοστό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου των ένσπερμων καρπών δεν επηρεάζεται από τη διάρκεια συντήρησης και κυμαίνεται στα ίδια περίπου επίπεδα με την αρχική τιμή πριν από τη συντήρηση. Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, η συντήρηση για 7 ημέρες δεν έχει καμία επίδραση, ενώ μετά τη συντήρηση για 14 ή 21 ημέρες καταγράφεται υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους σε σύγκριση με το ποσοστό πριν από τη συντήρηση. Η παρατήρηση αυτή εξηγείται από γεγονός ότι οι άσπερμοι καρποί παρουσιάζουν μεγαλύτερη απώλεια νωπού βάρους με την αύξηση του χρόνου συντήρησης και κατά συνέπεια το ξηρό βάρος περικαρπίου για τη συντήρηση κατά 14 και 21 ημέρες εμφανίζεται πλασματικά μεγαλύτερο (Πίνακας 4.17).

Πίνακας 4.16: Ποσοστό (%) ξηρού βάρους περικαρπίου των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

		Διάρκεια (Ημέρες)		7		14		21	
Ένσπερμοι καρποί	Control (0 Ημέρες)	6,96	a	6,96	a	6,96	a	6,96	a
	Open	7,41	a (a)	7,00	a (a)	7,08	a (a)	7,08	a (a)
	Wrap	7,03	a (a)	7,19	a (a)	7,17	a (a)	7,17	a (a)
	Green box	7,45	a (a)	7,34	a (a)	7,39	a (a)	7,39	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Control (0 Ημέρες)	13,04	a	13,04	a	13,04	a	13,04	a
	Open	11,28	a (a)	12,12	a (a)	12,99	a (a)	12,99	a (a)
	Wrap	11,37	a (a)	11,16	a (a)	12,61	a (a)	12,61	a (a)
	Green box	11,44	a (a)	11,66	a (a)	13,07	a (a)	13,07	a (a)
Ένσπερμοι #	Control (0 Ημέρες)	*		*		*		*	
	Open	*		*		*		*	
Παρθενοκαρπικοί	Wrap	*		*		*		*	
	Green box	*		*		*		*	

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Πίνακας 4.17: Ποσοστό (%) ξηρού βάρους περικαρπίου των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

		Διάρκεια (Ημέρες)		7		14		21	
Ένσπερμοι καρποί	Control (0 Ημέρες)	10,70	a	10,70	a	10,70	a	10,70	a
	Open	8,93	a (a)	10,22	a (a)	10,27	a (a)	10,27	a (a)
	Wrap	8,83	a (a)	9,36	a (a)	9,55	a (a)	9,55	a (a)
	Green box	9,30	a (a)	9,45	a (a)	9,60	a (a)	9,60	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Control (0 Ημέρες)	13,03	a	13,03	a	13,03	a	13,03	a
	Open	12,95	a (a)	14,90	b (b)	15,23	b (b)	15,23	b (b)
	Wrap	12,97	a (a)	14,00	ab (ab)	15,13	b (b)	15,13	b (b)
	Green box	12,93	a (a)	14,72	b (b)	15,08	b (b)	15,08	b (b)
Ένσπερμοι #	Control (0 Ημέρες)	*		*		*		*	
	Open	*		*		*		*	
Παρθενοκαρπικοί	Wrap	*		*		*		*	
	Green box	*		*		*		*	

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), το ξηρό βάρος περικαρπίου των ένσπερμων και άσπερμων καρπών δε φαίνεται να επηρεάζεται από τη διάρκεια συντήρησης και τη συσκευασία, καθώς δε σημειώνεται καμία διαφορά (Πίνακας 4.18).

Πίνακας 4.18: Ποσοστό (%) ξηρού βάρους περικαρπίου των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

		Διάρκεια (Ημέρες)		7		14		21	
Ένσπερμοι καρποί	Control (0 Ημέρες)	9,79	a	9,79	a	9,79	a	9,79	a
	Open	10,00	a (a)	10,54	a (a)	11,56	a (a)	11,56	a (a)
	Wrap	10,09	a (a)	10,13	a (a)	10,13	a (a)	10,13	a (a)
	Green box	9,94	a (a)	10,33	a (a)	9,95	a (a)	9,95	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Control (0 Ημέρες)	12,28	a	12,28	a	12,28	a	12,28	a
	Open	12,76	a (a)	12,81	a (a)	13,39	a (a)	13,39	a (a)
	Wrap	12,67	a (a)	12,11	a (a)	13,60	a (a)	13,60	a (a)
	Green box	12,34	a (a)	12,54	a (a)	13,12	a (a)	13,12	a (a)
Ένσπερμοι #	Control (0 Ημέρες)	*		*		*		*	
	Open	*		*		*		*	
Παρθενοκαρπικοί	Wrap	*		*		*		*	
	Green box	*		*		*		*	

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

4.3.2.3. Μεταβολή του χρώματος του καρπού κατά τη συντήρηση

Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος - Συντελεστής L

Η φωτεινότητα του χρώματος (συντελεστής L) των πράσινων καρπών δεν επηρεάζεται ούτε από τη διάρκεια συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες), αλλά ούτε και από τη χρησιμοποιούμενη συσκευασία (Open, Wrap και Green box). Επιπλέον, η απουσία των σπόρων συνδέεται με τη μικρότερη τιμή της φωτεινότητας του χρώματος πριν και στο τέλος της συντήρησης, ανεξάρτητα από τη διάρκεια συντήρησης και τη συσκευασία (Πίνακας 4.19).

Πίνακας 4.19: Συντελεστής L του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C. Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

		Διάρκεια (Ημέρες)		[0]		7		[0]		14		[0]		21		
Ένσπερμοι καρποί	Open	[47,21]	44,25	a (a)	[47,35]	44,18	a (a)	[44,97]	41,36	a (a)	[44,97]	41,36	a (a)	[44,97]	41,36	a (a)
	Wrap	[43,73]	41,99	a (a)	[43,01]	41,96	a (a)	[43,05]	41,30	a (a)	[43,05]	41,30	a (a)	[43,05]	41,30	a (a)
	Green box	[43,02]	41,59	a (a)	[44,65]	43,06	a (a)	[44,26]	41,77	a (a)	[44,26]	41,77	a (a)	[44,26]	41,77	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[36,19]	34,68	a (a)	[35,80]	33,97	a (a)	[36,87]	33,86	a (a)	[36,87]	33,86	a (a)	[36,87]	33,86	a (a)
	Wrap	[36,39]	35,20	a (a)	[35,90]	35,36	a (a)	[35,38]	33,11	a (a)	[35,38]	33,11	a (a)	[35,38]	33,11	a (a)
	Green box	[35,60]	34,31	a (a)	[35,43]	34,27	a (a)	[35,83]	33,36	a (a)	[35,83]	33,36	a (a)	[35,83]	33,36	a (a)
Ένσπερμοι #	Open		*			*			*		*			*		*
	Wrap		*			*			*		*			*		*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*			*			*		*			*		*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η φωτεινότητα του χρώματος δεν επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων, καθώς παρουσιάζει παρόμοια τιμή για τους παρθενοκαρπικούς και τους ένσπερμους καρπούς. Επιπλέον, η διάρκεια συντήρησης, αλλά και ο τρόπος συσκευασίας δεν έχουν καμία επίδραση πάνω στο συντελεστή L για τους

παρθενοκαρπικούς καρπούς. Στην περίπτωση όμως των ένσπερμων καρπών, η φωτεινότητα του χρώματος παραμένει σταθερή για τους 3 τρόπους συσκευασίας και επηρεάζεται από τη διάρκεια συντήρησης, καθώς αυξάνεται στις 14 και 21 ημέρες (Πίνακας 4.20).

Πίνακας 4.20: Συντελεστής L του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C. Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21			
Ένσπερμοι καρποί	Open	[36,21]	38,93	a (a)	[35,51]	42,74	a (b)	[35,98]	43,74	a (b)
	Wrap	[36,99]	37,87	a (a)	[36,87]	40,96	a (b)	[35,79]	40,66	a (b)
	Green box	[37,11]	38,78	a (a)	[36,59]	43,77	a (b)	[36,20]	42,09	a (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[36,13]	41,33	a (a)	[37,77]	41,76	a (a)	[35,51]	43,20	a (a)
	Wrap	[38,39]	41,08	a (a)	[38,66]	40,75	a (a)	[36,68]	41,43	a (a)
	Green box	[36,00]	39,09	a (a)	[37,22]	40,80	a (a)	[34,35]	39,91	a (a)
Ένσπερμοι #	Open			ns		ns				ns
	Wrap			ns		ns				ns
	Παρθενοκαρπικοί			ns		ns				ns

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Οι κόκκινοι καρποί (στάδιο R) παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές στη φωτεινότητα του περικαρπίου ανεξάρτητα από την παρουσία σπόρων στο εσωτερικό, τον τρόπο συσκευασίας, αλλά και τη διάρκεια συντήρησης (Πίνακας 4.21).

Πίνακας 4.21: Συντελεστής L του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C. Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21			
Ένσπερμοι καρποί	Open	[37,04]	35,57	a (a)	[35,43]	33,49	a (a)	[36,07]	33,59	a (a)
	Wrap	[35,10]	34,54	a (a)	[35,21]	34,53	a (a)	[35,59]	33,96	a (a)
	Green box	[35,68]	34,52	a (a)	[36,00]	34,57	a (a)	[35,41]	33,95	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[37,02]	35,75	a (a)	[37,95]	36,52	a (a)	[38,63]	35,65	a (a)
	Wrap	[37,32]	36,59	a (a)	[37,40]	36,45	a (a)	[38,59]	36,66	a (a)
	Green box	[39,86]	38,90	a (a)	[40,54]	38,54	a (a)	[38,76]	36,41	a (a)
Ένσπερμοι #	Open			ns		ns				ns
	Wrap			ns		ns				ns
	Παρθενοκαρπικοί			ns		ns				ns

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Μεταβολή της έντασης πράσινου → κόκκινου χρώματος - Συντελεστής a

Η μεταβολή του (πράσινου ή κόκκινου) χρωματισμού του καρπού επηρεάζεται από τη συντήρηση, ανάλογα με το εξεταζόμενο στάδιο συγκομιδής. Οι πράσινοι και οι κόκκινοι καρποί διατηρούν σταθερό το χρωματισμό τους κατά τη συντήρηση, ενώ οι καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος σημειώνουν αλλαγή στο χρωματισμό τους, με τη μεγαλύτερη τιμή να σημειώνεται στις 21 ημέρες. Η παρουσία των σπόρων έχει ως αποτέλεσμα την εντονότερη μείωση του πράσινου χρωματισμού των πράσινων καρπών και την εντονότερη αύξηση του κόκκινου χρώματος στους καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος και του κόκκινου χρώματος.

Στο στάδιο του πράσινου χρώματος, η απουσία των σπόρων δεν προκαλεί καμία επίδραση στη μεταβολή του χρωματισμού κατά τη διάρκεια της συντήρησης και για τις 3 συσκευασίες. Οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν παρόμοια συμπεριφορά κατά τη χρησιμοποίηση των κλειστών συσκευασιών (Wrap και Green box), ενώ η ανοικτή συσκευασία (Open) προκαλεί μείωση του πράσινου χρώματος κυρίως στις 21 ημέρες.

Η σύγκριση των ένσπερμων και άσπερμων καρπών, δείχνει μικρότερη ένταση πράσινου χρώματος για τους δεύτερους στο τέλος της συντήρησης. Το γεγονός αυτό σε συνδυασμό με την αμελητέα μεταβολή του χρωματισμού κατά τη συντήρηση και τη χαμηλότερη αρχική τιμή του συντελεστή *a* για τους άσπερμους καρπούς (πριν από τη συντήρηση), δείχνει ότι η διαφορά δεν είναι αποτέλεσμα της επίδρασης των σπόρων κατά τη συντήρηση, καθώς προϋπήρχε και πριν από τη συντήρηση (Πίνακας 4.22).

Πίνακας 4.22: Συντελεστής *a* του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C. Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21			
Ένσπερμοι καρποί	Open	[-18,34]	-17,28	a (a)	[-18,25]	-16,99	a (a)	[-16,85]	-11,01	a (b)
	Wrap	[-15,86]	-16,48	a (a)	[-14,73]	-13,90	a (a)	[-15,06]	-13,73	a (a)
	Green box	[-15,11]	-15,13	a (a)	[-16,64]	-15,42	a (a)	[-16,24]	-13,70	a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[-8,98]	-7,52	a (a)	[-8,60]	-6,59	a (a)	[-9,33]	-7,19	a (a)
	Wrap	[-9,03]	-8,08	a (a)	[-7,90]	-7,11	a (a)	[-7,74]	-6,21	a (a)
	Green box	[-7,62]	-6,21	a (a)	[-7,93]	-7,09	a (a)	[-8,01]	-6,25	a (a)
Ένσπερμοι #	Open		*		*		*		*	
	Wrap		*		*		*		*	
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*		*		*		*	

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η ένταση του χρώματος του περικαρπίου επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη διάρκεια συντήρησης και τη συσκευασία. Για τους ένσπερμους καρπούς, η ένταση του κόκκινου χρώματος είναι μεγαλύτερη με τη χρήση της ανοικτής συσκευασίας (Open), ενώ μεταξύ των 2 κλειστών συσκευασιών δεν εμφανίζονται σημαντικές διαφορές (με εξαίρεση τις 14 ημέρες) (Πίνακας 4.23).

Κάτω από την απουσία των σπόρων, ο κόκκινος χρωματισμός των καρπών αυξάνεται με τη χρήση της ανοικτής συσκευασίας (Open) σε σύγκριση με τις 2 κλειστές συσκευασίες, χωρίς κάποιες ξεκάθαρες διαφορές μεταξύ των συσκευασιών Green box και Wrap. Ο κόκκινος χρωματισμός αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση της διάρκειας συντήρησης και είναι υψηλότερος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η υψηλότερη τιμή του συντελεστή *a* για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς μετά τα τέλους της συντήρησης φαίνεται ότι δεν οφείλεται στην επίδραση της συντήρησης, καθώς η διαφορά προϋπήρχε και πριν από τη συντήρηση, αλλά σε μικρότερη βαθμό (Πίνακας 4.23).

Οι κόκκινοι ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν αμελητέα μεταβολή της έντασης του κόκκινου χρωματισμού μεταξύ των 3 συσκευασιών μετά την έξοδο τους από το θάλαμο συντήρησης, αλλά και σε σύγκριση με την αρχική τιμή πριν από τη συντήρηση. Ενώ η σύγκριση μεταξύ καρπών με και χωρίς σπόρους, δείχνει κυρίως υψηλότερη τιμή για τους άσπερμους καρπούς (Πίνακας 4.24).

Πίνακας 4.23: Συντελεστής α του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C. Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	[1,63]	7,28 b (a)	[-2,98]	18,71 c (b)	[-1,78]	33,29 b (c)
	Wrap	[-1,67]	2,33 a (a)	[-1,87]	6,11 a (b)	[2,92]	24,19 a (c)
	Green box	[-2,69]	2,07 a (a)	[-3,92]	12,08 b (b)	[-2,95]	24,30 a (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[10,21]	35,83 c (a)	[17,54]	37,96 b (a)	[1,40]	37,02 b (a)
	Wrap	[10,10]	23,80 b (a)	[17,85]	32,99 a (b)	[3,84]	32,15 a (b)
	Green box	[0,24]	14,76 a (a)	[10,07]	32,57 a (b)	[4,44]	37,09 b (c)
Ένσπερμοί #	Open		*		*		*
	Wrap		*		*		*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*		*		*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Πίνακας 4.24: Συντελεστής α του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C. Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	[30,45]	32,10 a (a)	[29,04]	30,67 a (a)	[28,92]	32,67 a (a)
	Wrap	[27,45]	28,13 a (a)	[28,16]	28,72 a (a)	[29,29]	31,10 a (a)
	Green box	[27,70]	29,23 a (a)	[29,23]	30,37 a (a)	[28,99]	32,12 a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[33,36]	34,51 a (a)	[34,72]	36,08 a (a)	[34,04]	35,74 a (a)
	Wrap	[32,80]	33,27 a (a)	[34,65]	35,42 a (a)	[35,51]	36,95 a (a)
	Green box	[35,19]	36,17 a (a)	[35,64]	36,90 a (a)	[35,04]	36,94 a (a)
Ένσπερμοί #	Open		ns		*		*
	Wrap		*		*		*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*		*		*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

4.2.3.4. Παραγωγή αιθυλενίου κατά τη συντήρηση

Το C₂H₄ (ρυθμός παραγωγής και συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού) παρουσιάζει μικρότερες τιμές για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς πριν και στο τέλος της συντήρησης. Για τους ένσπερμους καρπούς, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ καταγράφεται μόνο στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) πριν από τη συντήρηση και για όλα τα στάδια συγκομιδής μετά το τέλος της συντήρησης. Στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ πριν και μετά το τέλος της συντήρησης είναι αρκετά μικρός και μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε. Ο χαμηλός ρυθμός παραγωγής C₂H₄ απουσία των σπόρων διαπιστώνεται και με τη χαμηλή συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα των παρθενοκαρπικών καρπών.

Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου των ένσπερμων καρπών

Για όλους τους ένσπερμους καρπούς, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ αυξάνεται ανάλογα με την αύξηση του χρόνου συντήρησης, από τις 7 μέχρι τις 21 ημέρες (Πίνακας 4.25).

Στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G), οι καρποί έχουν υψηλότερο ρυθμό κατά τη συντήρηση με την ανοικτή συσκευασία (Open) σε σύγκριση με τις 2 κλειστές συσκευασίες. Στις 7 ημέρες, δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των 2 κλειστών συσκευασιών, ενώ σε μεγαλύτερο διάστημα συντήρησης (14 και 21 ημέρες) ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ αυξάνεται για τη συσκευασία με αέρα (Green box).

Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ των καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) έχει χαμηλότερη τιμή μετά τη συντήρηση με κάλυψη με πλαστική μεμβράνη (Wrap), ενώ μετά τη χρήση της ανοικτής συσκευασίας (Open) παρουσιάζει, είτε παρόμοια τιμή με την κλειστή συσκευασία Green box (7 και 14 ημέρες), είτε μεγαλύτερη (21 ημέρες).

Για τους καρπούς στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ είναι μικρότερος με την κάλυψη των καρπών (Wrap). Η συντήρηση με την ανοικτή συσκευασία (Open) δεν προκαλεί κάποια διαφορά στο ρυθμό παραγωγής C₂H₄ σε σύγκριση με την κλειστή συσκευασία (Green box) στις 7 ημέρες, ενώ στη συνέχεια αυξάνεται σημαντικά ο ρυθμός για την ανοικτή συσκευασία (Wrap).

Πίνακας 4.25: Ρυθμός παραγωγής C₂H₄ (nl Kg⁻¹ h⁻¹) των ένσπερμων καρπών για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Ένσπερμοι καρποί						
Στάδιο συγκομιδής: Πράσινοι καρποί (G)						
Διάρκεια συντήρησης (Ημέρες)	7		14		21	
Open	102,14	b (a)	215,35	c (b)	480,49	c (c)
Wrap	49,07	a (a)	94,88	a (b)	191,34	a (c)
Green box	66,78	a (a)	134,72	b (b)	294,02	b (c)
Στάδιο συγκομιδής: Αλλαγής χρώματος (GR)						
Διάρκεια συντήρησης (Ημέρες)	7		14		21	
Open	383,52	b (a)	489,10	b (b)	883,19	c (c)
Wrap	252,27	a (a)	321,51	a (b)	479,52	a (c)
Green box	370,88	b (a)	458,49	b (b)	677,22	b (c)
Στάδιο συγκομιδής: Κόκκινου χρώματος (R)						
Διάρκεια συντήρησης (Ημέρες)	7		14		21	
Open	445,63	b (a)	629,96	c (b)	894,22	b (c)
Wrap	392,95	a (a)	488,68	a (b)	697,18	a (c)
Green box	410,66	ab (a)	550,93	b (b)	830,79	b (c)

Συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Συγκρίνοντας τις αρχικές τιμές (Πίνακας 4.11), η συγκέντρωση C₂H₄ αυξάνεται κατά τη διάρκεια της συντήρησης, αλλά η αύξηση είναι ανάλογη με το στάδιο συγκομιδής και την παρουσία των σπόρων.

Η συντήρηση των πράσινων ένσπερμων καρπών με την ανοικτή συσκευασία (Open) έχει ως αποτέλεσμα την καταγραφή μεγαλύτερης συγκέντρωσης C₂H₄ για τα διαστήματα 14 και 21 ημερών, ενώ στις 7 ημέρες το ίδιο συμβαίνει μόνο σε σύγκριση με την κλειστή συσκευασία Wrap. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και για τους άσπερμους καρπούς, με τη διαφορά ότι στις 14 και 21 ημέρες η μέτρηση για η κλειστή συσκευασία Green box δείχνει μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σύγκριση με τη συσκευασία Open.

Ο χρόνος συντήρησης, αλλά και η συσκευασία επιδρούν σημαντικά στη συγκέντρωση C₂H₄ των πράσινων καρπών με και χωρίς σπόρους. Οι άσπερμοι καρποί μετά την έξοδο τους από τις κλειστές συσκευασίες (Wrap και Green box) παρουσιάζουν μικρότερη συγκέντρωση σε σύγκριση με τους καρπούς με σπόρους για το διάστημα των 7 ημερών, ενώ για τα

μεγαλύτερα διαστήματα (14 και 21 ημέρες) η συγκέντρωση C_2H_4 αυξάνεται. Στην περίπτωση της ανοικτής συσκευασίας (Open), οι άσπερμοι καρποί έχουν μικρότερη συγκέντρωση για τις 7 και 14 ημέρες, ενώ δεν παρουσιάζεται καμία διαφορά στις 21 ημέρες (Πίνακας 4.26).

Πίνακας 4.26: Συγκέντρωση C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοι καρποί	Open	34,50 b (a)	157,76 c (b)	254,23 c (c)
	Wrap	25,69 a (a)	55,00 a (b)	128,08 a (c)
	Green box	30,22 ab (a)	81,44 b (b)	167,22 b (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	26,14 b (a)	98,95 b (b)	251,56 b (c)
	Wrap	12,31 a (a)	78,56 a (b)	214,00 a (c)
	Green box	21,22 b (a)	155,56 c (b)	359,23 c (c)
Ένσπερμοι #	Open	*	*	ns
	Wrap	*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των παρθενοκαρπικών καρπών είναι σταθερά μικρότερη κατά τη συντήρηση και για τις 3 συσκευασίες. Επίσης, η αύξηση της διάρκειας συντήρησης έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 των καρπών, είτε περιέχουν σπόρους, είτε όχι.

Παρόμοια, στους καρπούς στο στάδιο του πράσινου χρώματος, η παρουσία των σπόρων συνδέεται με την υψηλότερη συγκέντρωση C_2H_4 για την ανοικτή συσκευασία. Μεταξύ των κλειστών συσκευασιών δε παρατηρείται καμία διαφορά για το μικρό διάστημα των 7 ημερών, ενώ στις 14 και 21 ημέρες σημειώνεται μεγαλύτερη τιμή για την κλειστή συσκευασία με αέρα (Green box). Στους παρθενοκαρπικούς καρπούς, οι τιμές είναι μικρότερες στην περίπτωση της κλειστής συσκευασίας Wrap και μεταξύ των συσκευασιών Open και Green box, είτε δεν παρατηρούνται, είτε σημειώνονται μικρές διαφορές (Πίνακας 4.27).

Πίνακας 4.27: Συγκέντρωση C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοι καρποί	Open	52,70 b (a)	128,73 c (b)	183,84 c (c)
	Wrap	30,76 a (a)	48,10 a (b)	85,98 a (c)
	Green box	38,67 a (a)	72,41 b (b)	126,47 b (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	4,98 b (a)	11,61 c (b)	19,25 b (c)
	Wrap	2,73 a (a)	5,69 a (b)	11,87 a (c)
	Green box	6,15 b (a)	9,32 b (b)	23,58 c (c)
Ένσπερμοι #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Η συντήρηση για τους κόκκινους ένσπερμους καρπούς έχει σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα, καθώς παρουσιάζεται πολύ υψηλότερη τιμή σε σύγκριση με τα υπόλοιπα εξεταζόμενα στάδια συγκομιδής (G και GR), κάτι που δεν παρατηρείται για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Επιπλέον, οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν χαμηλότερη συγκέντρωση C₂H₄ σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς σε όλη τη διάρκεια συντήρησης. Μετά το τέλος της συντήρησης, η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και άσπερμων καρπών παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή με τη χρήση της κλειστής συσκευασίας Wrap (Πίνακας 4.28).

Πίνακας 4.28: Συγκέντρωση C₂H₄ (nl Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	388,49 b (a)	504,84 c (b)	655,06 b (c)
	Wrap	218,40 a (a)	287,76 a (b)	456,41 a (c)
	Green box	332,60 b (a)	407,61 b (b)	475,30 a (c)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	15,23 b (a)	29,80 b (b)	34,14 c (c)
	Wrap	8,24 a (a)	15,03 a (b)	18,95 a (c)
	Green box	18,43 c (a)	28,44 b (b)	30,39 b (b)
Ένσπερμοί #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

4.3.2.4. Παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα από τον καρπό κατά τη συντήρηση

Ρυθμός αναπνοής καρπού

Ο ρυθμός αναπνοής του καρπού δε μεταβάλλεται σημαντικά, τόσο κατά τη συντήρηση (από τις 7 έως και τις 21 ημέρες), όσο και σε σύγκριση με την αρχική τιμή (πριν από τη συντήρηση). Οι παρθενοκαρπικοί καρποί διατηρούν τον υψηλό ρυθμό αναπνοής και κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Η μέτρηση του ρυθμού αναπνοής μετά την έξοδο των πράσινων καρπών από το θάλαμο συντήρησης, δείχνει υψηλότερη τιμή για τη συσκευασία κάλυψης με πλαστικό (Wrap) και καμία διαφορά μεταξύ των συσκευασιών Open και Green box. Στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών, δε σημειώνεται οποιαδήποτε επίδραση της διαφορετικής συσκευασίας, παρά μόνο μείωση του ρυθμού αναπνοής από τις 7 μέχρι τις 14 και 21 ημέρες για όλες τις συσκευασίες (Πίνακας 4.29).

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), ο ρυθμός αναπνοής των ένσπερμων καρπών δεν επηρεάζεται ούτε από τη συντήρηση, αλλά ούτε και από τη συσκευασία. Αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσιάζονται και για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, ενώ η σύγκριση του ρυθμού αναπνοής μεταξύ των καρπών με και χωρίς σπόρους δείχνουν τη χαμηλότερη τιμή του ρυθμού αναπνοής για τους ένσπερμους καρπούς σε όλες τις μετρήσεις (Πίνακας 4.30).

Στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), η συσκευασία και η διάρκεια συντήρησης δεν παρουσιάζουν κάποια επίδραση στο ρυθμό αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών. Για τους ένσπερμους καρπούς, ο ρυθμός αναπνοής δεν επηρεάζεται από τις διάφορες συσκευασίες, παρά μόνο της διάρκειας συντήρησης από τις 7 στις 14 ημέρες για την

ανοικτή συσκευασία (Open) και από τις 14 στις 21 ημέρες για την κλειστή συσκευασία Green box (Πίνακας 4.31).

Πίνακας 4.29: Ρυθμός αναπνοής καρπού ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8°C . Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	[10,50]	7,48 a (a)	[10,14]	8,78 a (ab)	[10,50]	9,51 a (b)
	Wrap	[11,64]	13,06 b (a)	[11,72]	14,35 b (a)	[12,93]	14,43 b (a)
	Green box	[10,64]	7,99 a (a)	[11,14]	9,90 a (b)	[9,32]	8,79 a (ab)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[55,33]	48,86 a (b)	[52,89]	42,25 a (a)	[51,83]	40,43 a (a)
	Wrap	[55,76]	50,66 a (b)	[52,36]	45,28 a (a)	[56,27]	42,84 a (a)
	Green box	[53,06]	46,15 a (b)	[55,85]	42,93 a (ab)	[56,38]	40,57 a (a)
Ένσπερμοί #	Open		*		*		*
	Wrap		*		*		*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*		*		*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Πίνακας 4.30: Ρυθμός αναπνοής καρπού ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8°C . Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	[13,21]	14,39 a (a)	[12,80]	14,40 a (a)	[12,83]	13,61 a (a)
	Wrap	[11,40]	13,74 a (a)	[11,39]	13,78 a (a)	[11,66]	14,57 a (a)
	Green box	[10,72]	11,09 a (a)	[12,20]	12,40 a (a)	[12,31]	13,37 a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[47,44]	42,38 a (a)	[51,50]	43,50 a (a)	[49,90]	41,08 a (a)
	Wrap	[48,64]	45,19 a (b)	[49,79]	46,19 a (ab)	[48,10]	40,87 a (a)
	Green box	[50,64]	46,46 a (b)	[47,78]	41,62 a (ab)	[48,81]	39,61 a (a)
Ένσπερμοί #	Open		*		*		*
	Wrap		*		*		*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*		*		*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Πίνακας 4.31: Ρυθμός αναπνοής καρπού ($\text{ml Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8°C . Σε [0] παρουσιάζεται η αρχική τιμή.

Διάρκεια (Ημέρες)		[0]	7	[0]	14	[0]	21
Ένσπερμοί καρποί	Open	[8,23]	7,71 a (a)	[8,29]	9,46 a (ab)	[10,46]	12,14 a (b)
	Wrap	[8,55]	10,39 a (a)	[8,67]	10,97 a (a)	[10,35]	12,13 a (a)
	Green box	[7,59]	8,11 a (a)	[7,24]	7,97 a (a)	[11,41]	13,29 a (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	[29,57]	27,34 a (a)	[29,70]	27,17 a (a)	[30,21]	27,21 a (a)
	Wrap	[29,93]	28,17 a (a)	[29,68]	27,84 a (a)	[29,86]	27,83 a (a)
	Green box	[31,94]	29,94 a (a)	[29,64]	27,39 a (a)	[29,67]	26,49 a (a)
Ένσπερμοί #	Open		*		*		*
	Wrap		*		*		*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*		*		*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Συγκρίνοντας τη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών πριν (Πίνακας 4.9) στο τέλος της συντήρησης (Πίνακες 4.32, 4.33 και 4.34) προκύπτει μείωση κατά τη συντήρηση των ένσπερμων καρπών και κυρίως αύξηση της συγκέντρωσης κατά τη συντήρηση των παρθενοκαρπικών καρπών.

Στο στάδιο του πράσινου χρώματος, η διαφορετική συσκευασία δεν επηρεάζει τη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων καρπών, ενώ η κάλυψη των παρθενοκαρπικών καρπών με πλαστική μεμβράνη (Wrap) συνδέεται με τη χαμηλότερη συγκέντρωση CO₂. Η διάρκεια συντήρησης επηρεάζει διαφορετικά τη συγκέντρωση CO₂, προκαλώντας αύξηση για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς από τις 7 στις 14 ημέρες και μείωση για το ίδιο διάστημα (7-14 ημέρες) για τους ένσπερμους καρπούς. Από τις 14 στις 21 ημέρες, η συγκέντρωση CO₂ δεν παρουσιάζει καμία μεταβολή, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων (Πίνακας 4.32).

Πίνακας 4.32: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

		Διάρκεια (Ημέρες)	7	14	21
Ένσπερμοι καρποί	Open		5,24 a (b)	2,71 a (a)	2,89 a (a)
	Wrap		6,05 a (b)	2,60 a (a)	3,15 a (a)
	Green box		4,84 a (b)	1,80 a (a)	2,00 a (a)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open		22,24 b (a)	36,00 b (b)	32,23 b (b)
	Wrap		12,25 a (a)	26,39 a (b)	23,25 a (b)
	Green box		21,52 b (a)	38,06 b (b)	37,26 c (b)
Ένσπερμοι #	Open		*	*	*
	Wrap		*	*	*
Παρθενοκαρπικοί	Green box		*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η συσκευασία ασκεί σημαντική επίδραση στη συγκέντρωση CO₂. Οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση κατά τη συντήρηση με κάλυψη των καρπών (Wrap) στις 7 ημέρες και αντίστοιχα αύξηση της συγκέντρωσης μετά τη συντήρηση με ανοικτή συσκευασία στις 21 ημέρες. Εξετάζοντας την επίδραση της διάρκειας συντήρησης προκύπτει μικρή αύξηση της συγκέντρωσης για την ανοικτή συσκευασία (Open) και την κλειστή συσκευασία με αέρα (Green box) και μείωση για την περίπτωση της κάλυψης με πλαστική μεμβράνη (Wrap). Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η συγκέντρωση CO₂ διατηρείται σε υψηλά επίπεδα μετά τη συντήρηση με την κλειστή συσκευασία Green box και αρκετά χαμηλή με τη χρήση της συσκευασίας κάλυψης των καρπών (με εξαίρεση την 21η ημέρα) (Πίνακας 4.33).

Στους κόκκινους καρπούς, η διάρκεια συντήρησης επιδρά αρνητικά στη συγκέντρωση CO₂ απουσία των σπόρων, ενώ σημειώνεται αύξηση για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών. Ο τύπος συσκευασίας (open, Wrap και Green box) δεν έχει σημαντική επίδραση για τους ένσπερμους καρπούς, ενώ για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς η μικρότερη συγκέντρωση παρατηρείται μετά τη χρήση της κάλυψης των καρπών (Wrap) (Πίνακας 4.34).

Πίνακας 4.33: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοι καρποί	Open	3,96 a (a)	2,58 a (a)	7,48 b (b)
	Wrap	6,08 b (b)	2,35 a (a)	3,33 a (a)
	Green box	3,58 a (ab)	1,99 a (a)	4,48 a (b)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	24,08 b (a)	28,93 ab (ab)	31,62 a (b)
	Wrap	18,65 a (a)	24,18 a (ab)	27,18 a (b)
	Green box	30,87 c (a)	32,02 b (a)	40,56 b (b)
Ένσπερμοι #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
	Παρθενοκαρπικοί Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Πίνακας 4.34: Συγκέντρωση CO₂ (ml Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) για τις 3 συσκευασίες (Open, Wrap και Green box) και τις 3 περιόδους συντήρησης (7, 14 και 21 ημέρες) στους 8 °C.

Διάρκεια (Ημέρες)		7	14	21
Ένσπερμοι καρποί	Open	3,43 a (b)	1,51 a (a)	1,85 a (a)
	Wrap	3,45 a (b)	1,41 a (ab)	0,71 a (a)
	Green box	2,87 a (b)	1,67 a (a)	1,92 a (ab)
Παρθενοκαρπικοί καρποί	Open	13,56 b (a)	21,54 a (b)	36,64 b (c)
	Wrap	9,84 a (a)	21,03 a (b)	23,81 a (b)
	Green box	14,67 b (a)	25,67 a (b)	38,01 b (c)
Ένσπερμοι #	Open	*	*	*
	Wrap	*	*	*
	Παρθενοκαρπικοί Green box	*	*	*

Στη 3η γραμμή απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε συσκευασία και διάρκεια συντήρησης (*= στατιστικά σημαντική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

4.4. Συζήτηση

Σύγκριση ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών

Το είδος *Capsicum annuum* L., πιπεριά τύπου φλάσκας (γλυκιά πιπεριά) περιέχει αυτογονιμοποιούμενα άνθη (Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997), αλλά η παρουσία της μέλισσας ενισχύει τις συνθήκες γονιμοποίησης, συμβάλλοντας στη μεταφορά της γύρης από γειτονικά άνθη (Serrano and Guerra-Sanz, 2006). Κατά συνέπεια, η απομάκρυνση των ανθέρων θα πρέπει να συνδυαστεί με την εφαρμογή καρποδετικής ορμόνης, όπως αυξίνης (Wien and Zhang, 1991) για την αποφυγή της πτώσης των ανθέων. Σε αυτές τις περιπτώσεις, η ανθόπτωση οφείλεται σε αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 που παράγεται μέσα στο άνθος και στην απουσία των αυξινών και γιββεριλλινών στο άνθος, καθώς οι ανθήρες και η γύρη θεωρούνται οι κύριες πηγές παραγωγής των συγκεκριμένων ορμονών (Hedden and Hoard, 1985). Τα άνθη της ποικιλίας Yolo Wonder παρουσιάζουν θετική ανταπόκριση στο σχηματισμό παρθενοκαρπικών καρπών έπειτα από αφαίρεση των ανθέρων και ταυτόχρονη εφαρμογή διαλύματος αυξίνης 1-NAA (0,05 %).

Οι σχηματιζόμενοι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν μικρότερες διαστάσεις (μήκος και διάμετρο) και μικρότερο όγκο και νωπό βάρος. Παρόμοια, οι Heuvelink and Korner (2001), η Rylski (1973) και οι Wien and Zhang (1991) παρατήρησαν ότι οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν κυρίως μικρότερο μήκος και γενικότερα μικρότερες διαστάσεις σε σύγκριση με τους καρπούς από φυσιολογική καρπόδεση.

Η αύξηση του μήκους και της διαμέτρου του καρπού σε μεγαλύτερο ποσοστό συμβαίνει μέχρι το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος, ενώ δε σημειώνονται σημαντικές διαφορές στη συνέχεια. Ο συνολικός όγκος καρπού των ένσπερμων παρουσιάζεται 8-9 φορές υψηλότερος από τον αντίστοιχο όγκο των παρθενοκαρπικών καρπών, που δεν υπερβαίνει τα 7 ml. Κατά την ανάπτυξη του καρπού σημειώνεται αύξηση του συνολικού όγκου των ένσπερμων καρπών (στάδιο ώριμου κόκκινου χρώματος R), ενώ ο όγκος καταγράφει την υψηλότερη τιμή στο στάδιο του πράσινου χρώματος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η αύξηση αυτή στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών οφείλεται προφανώς στις πολύ μικρές και μη σημαντικές αυξήσεις της διαμέτρου.

Παρουσία των σπόρων, οι ένσπερμοι καρποί αυξάνουν το νωπό βάρος μέχρι το στάδιο της αλλαγής χρώματος με αντίστοιχη αύξηση του νωπού βάρους περικαρπίου μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Από την άλλη μεριά, οι πράσινοι παρθενοκαρπικοί καρποί καταγράφουν το μέγιστο νωπό βάρος καρπού, που είναι 5-6 φορές μικρότερο από το νωπό βάρος των ένσπερμων καρπών. Οι Heuvelink and Korner (2001) αναφέρουν μικρότερο μέγεθος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, ποικιλίας τύπου φλάσκας, αλλά σε μικρότερο ποσοστό. Οι ίδιοι πάλι ερευνητές αναφέρουν αύξηση του νωπού βάρους καρπού μέχρι το στάδιο της αλλαγής χρώματος για τους ένσπερμους καρπούς και καμία μεταβολή του νωπού βάρους των παρθενοκαρπικών καρπών από το στάδιο του πράσινου χρώματος και μέχρι την πλήρη ωρίμανση, διαπιστώνοντας υψηλότερο ρυθμό ανάπτυξης των καρπών παρουσίας των σπόρων.

Η αύξηση του νωπού βάρους καρπού των ένσπερμων καρπών δεν οφείλεται μόνο στο νωπό βάρος του περικαρπίου, αλλά και στην αύξηση των υπολοίπων τμημάτων του καρπού (πλακούντας και σπόροι), καθώς διατηρείται σταθερό το ποσοστό περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού χωρίς σημαντική αύξηση του νωπού βάρους περικαρπίου (στάδιο αλλαγής του χρώματος).

Το ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού παρουσιάζει αύξηση από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο της αλλαγής

του χρώματος, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί, εκτός του μικρότερου μεγέθους παρουσιάζουν και μικρότερο ποσοστό υγρασίας και κατά συνέπεια υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους περικαρπίου (Heuvelink and Korner, 2001).

Παρά το γεγονός ότι η συγκομιδή των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών πραγματοποιείται στο ίδιο χρονικό διάστημα από την καρπόδεση, η απουσία των σπόρων από τον καρπό συνδέεται με τη μικρότερη ένταση του πράσινου χρώματος στο στάδιο του πράσινου χρώματος και τον εντονότερο κόκκινο χρωματισμό στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Αυτή η διαπίστωση δείχνει μία ταχύτερη ωρίμανση των παρθενοκαρπικών καρπών έναντι των ένσπερμων καρπών, αλλά καθώς οι Heuvelink and Korner (2001) αναφέρουν εντονότερο ρυθμό ανάπτυξης και συντομότερη ωρίμανση των ένσπερμων καρπών (χωρίς να παρουσιάσουν στοιχεία για το χρώμα καρπού), προκύπτει το συμπέρασμα ότι η ωρίμανση του καρπού παρουσία των σπόρων ελέγχεται και από το γονότυπο.

Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, ο σχηματισμός των μικρών καρπών επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων, αλλά και από άλλους παράγοντες, όπως ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών, δηλαδή η παρουσία μεγάλου αριθμού καρπών ταυτόχρονα πάνω στο φυτό (Heuvelink, 1997), η χαμηλή θερμοκρασία και κυρίως όταν η θερμοκρασία νύκτας είναι μικρότερη από 12 °C (Aloni *et al.*, 1999, Marcelis and Baan Hofman-Eijer, 1997) και τη χαμηλή ένταση της ηλιακής ακτινοβολίας (Marcelis, 1993). Το συγκεκριμένο πείραμα πραγματοποιήθηκε τους καλοκαιρινούς μήνες, όπου οι παράγοντες της ακτινοβολίας και της χαμηλής θερμοκρασίας νύκτας δεν έπαιξαν σημαντικό ρόλο στη μείωση του μεγέθους των καρπών. Επίσης, αν και η χρησιμοποιούμενη ποικιλία Yolo Wonder σχηματίζει μεγάλο αριθμό καρπών, πάνω σε κάθε φυτό παρέμεινε σταθερός αριθμός καρπών (6-8 καρποί) ώστε ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών να είναι ο ίδιος για όλα τα φυτά. Κατά συνέπεια ο μόνος παράγοντας που επέδρασε πάνω στο μικρό μέγεθος των παρθενοκαρπικών καρπών είναι αποκλειστικά και μόνο η απουσία των σπόρων.

Η εξέταση του ρυθμού αναπνοής και του ρυθμού παραγωγής C₂H₄, όπως και οι συγκεντρώσεις του CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων. Ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων, επιβεβαιώνοντας τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά (Villavicencio *et al.*, 1999) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder. Η σύγκριση όμως των άσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών δείχνει υψηλότερο ρυθμό αναπνοής κατά 3-5 φορές για τους άσπερμους καρπούς σε όλα τα στάδια ανάπτυξης.

Από διάφορες ερευνητικές δουλειές προκύπτει ότι το μικρό μέγεθος των παρθενοκαρπικών καρπών μπορεί να οφείλεται σε δύο πιθανά αίτια, α) το μικρότερο αριθμό κυττάρων ή β) το μικρότερο μέγεθος των κυττάρων (Bunger-Kibler and Bangerth, 1983). Οι ίδιοι πάλι ερευνητές σημειώνουν ότι στην περίπτωση της τομάτας το μικρό μέγεθος των παρθενοκαρπικών καρπών κατά κύριο λόγο οφείλεται σε μικρότερου μεγέθους κύτταρα και συμφωνούν με αυτή την υπόθεση και οι Heuvelink and Korner (2001) για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς πιπεριάς τύπου φλάσκας.

Η παραπάνω διαπίστωση αποτελεί μία πολύ καλή εξήγηση του υψηλότερου ρυθμού αναπνοής (λόγω της περατότητας του κάλυκα σε CO₂), αλλά και του μεγαλύτερου ποσοστού της ξηράς ουσίας των παρθενοκαρπικών καρπών έναντι των καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση. Οι Banks and Nicholson (2000) αναφέρουν υψηλή περατότητα του καρπού πιπεριάς σε CO₂ και O₂. Η επιδερμίδα όμως στερείται στοματίων (Lownds *et al.*, 1993) και κατά συνέπεια η κυκλοφορία των αερίων γίνεται σε υψηλό ποσοστό, 80-90 % (Bower *et al.*,

2000) από τον κάλυκα (Blanke and Holthe, 1997, Diaz-Perez *et al.*, 2007). Λαμβάνοντας υπόψη ότι ο αριθμός των κυττάρων στον κάλυκα (όπως και στον υπόλοιπο καρπό) δε μεταβάλλεται σημαντικά μεταξύ των παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών, προκύπτει ότι ο ρυθμός αναπνοής των καρπών που έχουν μικρότερο μέγεθος (άσπερμοι) είναι υψηλότερος.

Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 αρκετά μικρός, τόσο στους ένσπερμους, όσο και στους παρθενοκαρπικούς καρπούς και πρακτικά μη ανιχνεύσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο, με εξαίρεσή τους κόκκινους ένσπερμους καρπούς. Η καταγραφή του ρυθμού αιθυλενίου στο συγκεκριμένο στάδιο συγκομιδής συνδέεται με την ωρίμανση του καρπού και κατά συνέπεια την ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος.

Οι Biles *et al.* (1993) παρατήρησαν μείωση του ρυθμού αναπνοής στο τέλος της ωρίμανσης και παρόμοια με τα αποτελέσματα του πειράματος μικρή αύξηση του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών πιπεριάς, με το μεγαλύτερο ρυθμό παραγωγής C_2H_4 να καταγράφεται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Από την άλλη μεριά, οι Villavicencio *et al.* (1999) αναφέρουν ότι σε καρπούς πιπεριάς, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 αυξάνεται κατά τη μετάβαση των καρπών από το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος μέχρι την αλλαγή του χρώματος των καρπών και στη συνέχεια μειώνεται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Σε διαφορετική ποικιλία πιπεριάς, οι ίδιοι ερευνητές κατέγραψαν παραγωγή C_2H_4 μόνο στο στάδιο του πράσινου χρώματος και καθόλου παραγωγή στα υπόλοιπα στάδια ανάπτυξης.

Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών της Yolo Wonder μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση, ως αποτέλεσμα της μη κλιμακτηριακής συμπεριφοράς. Οι ένσπερμοι καρποί κάτω από την επίδραση των σπόρων παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση σε σύγκριση με τους άσπερμους καρπούς ως αποτέλεσμα της θετικής επίδρασης της παρουσίας των σπόρων (βλέπε κεφάλαιο 3.4). Στο στάδιο όμως της πλήρους ωρίμανσης, όπου έχει ολοκληρωθεί η ωρίμανση των σπόρων, η συγκέντρωση CO_2 μειώνεται στα ίδια επίπεδα με τους άσπερμους καρπούς, με πιθανή εξήγηση τη μειωμένη παραγωγή CO_2 από τους σπόρους (Banks and Nicholson, 2000).

Από την άλλη μεριά η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα αυξάνεται κατά την ανάπτυξη του καρπού με τη μεγαλύτερη συγκέντρωση να σημειώνεται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης των ένσπερμων καρπών και στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος στους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η μεγαλύτερη αύξηση στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος και μάλιστα στα ίδια επίπεδα με τους ένσπερμους καρπούς μπορεί να αποτελεί πιθανή εξήγηση γιατί οι άσπερμοι καρποί αποκτούν πιο γρήγορα τον κόκκινο χρωματισμό και κατά συνέπεια ωριμάζουν πιο γρήγορα. Επιπλέον η μείωση της συγκέντρωσης CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα των κόκκινων καρπών σε συνδυασμό με την διαπερατότητα του κάλυκα σε CO_2 (Banks and Nicholson, 2000, Bower *et al.*, 2000), εξηγούν τη μείωση του ρυθμού αναπνοής των ένσπερμων και άσπερμων καρπών κατά την ωρίμανσή τους.

Κατά το διαχωρισμό των σπόρων και του περικαρπίου για τους ένσπερμους καρπούς, προκύπτει ότι ο ρυθμός αναπνοής των σπόρων είναι 54, 16 και 5 φορές μεγαλύτερος από το ρυθμό αναπνοής του καρπού για τα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος αντιστοίχως. Επιπλέον, ο ρυθμός αναπνοής του περικαρπίου είναι μόλις 5, 2 και 2 φορές μεγαλύτερος από το ρυθμό αναπνοής του καρπού στα αντίστοιχα στάδια ανάπτυξης G, GR και R. Καθώς ο ρυθμός αναπνοής είναι εκφρασμένος σε $ml\ Kg^{-1}\ h^{-1}$ και το νωπό βάρος των σπόρων είναι αρκετά μικρό ανά καρπό, κατά συνέπεια ο ρυθμός αναπνοής των σπόρων μπορεί να επηρεάσει τη συγκέντρωση του αερίου στην εσωτερική κοιλότητα

του καρπού, αλλά όχι το συνολικό ρυθμό αναπνοής του καρπού, όπου ο ρυθμός αναπνοής του περικαρπίου είναι σημαντικά μεγαλύτερος.

Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 για τους σπόρους και το περικάρπιο των ένσπερμων καρπών εξηγεί περισσότερο και αποτελέσματα του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 από τον καρπό και τις συγκεντρώσεις του αερίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού. Για τους πράσινους καρπούς και τους καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι αρκετά χαμηλός και μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο, καθώς ο αντίστοιχος ρυθμός του περικαρπίου είναι αρκετά χαμηλός και μη ανιχνεύσιμος και ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 των σπόρων είναι μικρός όταν εκφραστεί σε γραμμάρια.

Συντήρηση ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν διαφορετική συμπεριφορά από τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση του άνθους κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 8 °C. Το γεγονός ότι διατηρούν μεγαλύτερο ποσοστό ξηράς ουσίας και τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής διαπιστώνεται και κατά τη συντήρηση, όπου διατηρείται η υψηλή μεταβολική δραστηριότητα. Το νωπό βάρος του καρπού μειώνεται περισσότερο για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς, ανεξάρτητα από τη διάρκεια συντήρησης. Η μείωση της απώλειας υγρασίας θεωρείται ανεκτή και κάτω από το επιτρεπόμενο όριο του 7 % (Ben-Yehoshua, 1987) μόνο στην περίπτωση που οι παρθενοκαρπικοί καρποί καλύπτονται με πλαστική μεμβράνη και η διάρκεια συντήρησης δεν ξεπερνάει τη 1 εβδομάδα ή όταν χρησιμοποιείται κλειστή συσκευασία για τους ένσπερμους καρπούς σε διάρκεια συντήρησης μέχρι 3 εβδομάδες.

Οι Ben-Yehoshua *et al.* (1983) σημειώνουν σημαντική μείωση της απώλειας υγρασίας και βελτίωση του “shelf life” (διατήρηση για 2 ημέρες στους 22 °C μετά από συντήρηση 8 ημερών στους 8 °C) των καρπών κατά την κάλυψη των καρπών ατομικά με πλαστική μεμβράνη. Η αντίστοιχη κάλυψη των καρπών της Yolo Wonder παρουσιάζει μέγιστη απώλεια υγρασίας σε όλα τα στάδια ανάπτυξης 7 % για τους ένσπερμους καρπούς και 20 % για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η απώλεια υγρασίας των καρπών παραμένει αρκετά υψηλή και κρίνεται αποδεκτή για τη μικρή περίοδο συντήρησης (7 ημέρες), μειώνοντας σημαντικά και την εμπορική αξία του καρπού (ένσπερμοι καρποί: μέχρι 25 % και παρθενοκαρπικοί καρποί μέχρι 33 %). Η συντήρηση με τη βοήθεια της κλειστής συσκευασίας με αέρα, όπου το πάνω άκρο είχε καλυφθεί με πλαστική μεμβράνη (Green box) περιορίζει αρκετά την απώλεια υγρασίας των ένσπερμων καρπών (μέχρι 9 %), ενώ στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών αυξάνει την απώλεια στα ίδια σχεδόν επίπεδα με την ανοικτή συσκευασία, καθώς οι συγκεκριμένοι καρποί από τη μία μεριά έχουν υψηλότερο ρυθμό αναπνοής και από την άλλη πλευρά λόγω του μικρότερου όγκου παραμένει περισσότερος κενός χώρος μέσα στη συσκευασία.

Σύμφωνα με τους Diaz-Perez *et al.* (2007), η απώλεια υγρασίας των καρπών κατά τη συντήρηση στους 20 °C για 10 ημέρες επηρεάζεται από το νωπό βάρος καρπού. Αναφέρουν μείωση της απώλειας υγρασίας με αύξηση του νωπού βάρους καρπού στην περίπτωση καρπών μικρού μεγέθους (< 50 g), εξηγώντας ότι η μείωση οφείλεται σε μείωση του λόγου της εξωτερικής επιφάνειας προς το νωπό βάρος καρπού. Η διαπίστωση αυτή συμφωνεί και με τα αποτελέσματα του πειράματος, όπου οι παρθενοκαρπικοί καρποί είναι μικρού μεγέθους (< 10 g) παρουσιάζουν και τη μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας, δεδομένου ότι το νωπό βάρος της ποικιλίας Yolo Wonder δεν ξεπερνάει τα 50 g. Αντίστοιχες μειώσεις της απώλειας υγρασίας με αύξηση του μεγέθους του καρπού έχουν παρατηρηθεί και σε καρπούς πιπεριάς (Diaz-Perez, 1998).

Η μείωση του μεγέθους των καρπών λόγω της απουσίας των σπόρων πιθανόν να επηρεάζει και τη σύσταση του κεριού που καλύπτει την εξωτερική επιφάνεια τον καρπό (Lownds *et al.*, 1993). Σε άλλους καρπούς των σολανωδών λαχανικών, η απώλεια της υγρασίας μέσω του κάλυκα ή της ουλής του ποδίσκου πάνω στον καρπό φτάνει το 67 % για την τομάτα (Cameron and Yang, 1982) ή το 65 % στη μελιτζάνα (Diaz-Perez, 1998). Στην πιπεριά αντίστοιχα, η απώλεια μέσω του ποδίσκου φτάνει μόλις το 26 % (Diaz-Perez *et al.*, 2007) ή είναι αρκετά υψηλότερο (Blanke and Holthe, 1997).

Η διαφορά μεταξύ άσπερμων και ένσπερμων καρπών στο ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου στο τέλος της συντήρησης διατηρείται σε παρόμοια επίπεδα με τις αρχικές τιμές αμέσως μετά τη συγκομιδή, με τη μεγαλύτερη ένδειξη να σημειώνεται για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η διάρκεια συντήρησης, αλλά και η συσκευασία δεν προκαλούν καμία επίδραση στο ξηρό βάρος των καρπών, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων.

Ο χρωματισμός (φωτεινότητα και ένταση του χρώματος) του περικαρπίου δεν επηρεάζονται σημαντικά από τη διάρκεια συντήρησης και τη συσκευασία. Η φωτεινότητα του χρώματος όχι μόνο δε μεταβάλλεται κατά τη συντήρηση (Gonzalez *et al.*, 2005), αλλά φαίνεται να διατηρείται σε επίπεδα αντίστοιχα με αυτά πριν από τη συντήρηση. Ο πράσινος χρωματισμός των πράσινων καρπών, αλλά και ο κόκκινος χρωματισμός των κόκκινων καρπών, διατηρούνται αμετάβλητα κατά τη συντήρηση, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Οι διαφορές που πιθανόν παρουσιάζονται μεταξύ των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών προϋπήρχαν και πριν από τη συσκευασία των καρπών. Στο στάδιο όμως της αλλαγής του χρώματος αν και οι διαφορές σε κάποιες περιπτώσεις προϋπήρχαν και πριν τη συσκευασία, οι παρθενοκαρπικοί φαίνεται να παρουσιάζουν μεγαλύτερη ένταση του κόκκινου χρωματισμού στο τέλος της συντήρησης.

Σε άλλες μελέτες ο χρωματισμός των καρπών πιπεριάς τύπου φλάσκας, δεν επηρεάζεται κατά τη συντήρηση σε σταθερή θερμοκρασία 8 °C σε συσκευασίες πολυαιθυλενίου, καθώς καρποί με και χωρίς συσκευασία παρουσιάζουν καλή διατήρηση του χρωματισμού και επιπλέον σημειώνεται θετική συσχέτιση του περιορισμού της μεταβολής του χρωματισμού με τη μείωση της απώλειας υγρασίας (Lownds *et al.*, 1994).

Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ από τους καρπούς είναι χαμηλός και μη ανιχνεύσιμος από τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6) για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών. Στους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ αυξάνεται με την αύξηση του χρόνου συντήρησης και επηρεάζεται ιδιαίτερα από τη χρησιμοποιούμενη συσκευασία. Η μικρότερη τιμή του ρυθμού παρουσιάζεται για τη συσκευασία της κάλυψης και οι υψηλότερες τιμές παρουσιάζονται για την ανοικτή συσκευασία και την κλειστή συσκευασία με αέρα. Πιθανόν, η μεμβράνη πολυαιθυλενίου περιορίζει τη διάχυση C₂H₄ από τον ποδίσκο, καθώς η διάχυση των αερίων γίνεται σε ποσοστό 80-90 % από αυτό το σημείο (Ben-Yehoshua, 1987) και κατά συνέπεια ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ εμφανίζεται μικρότερος.

Στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, η συγκέντρωση C₂H₄ διαφοροποιείται κατά τη συντήρηση ανάλογα με την παρουσία ή μη των σπόρων. Κάτω από την επίδραση των σπόρων η συγκέντρωση αυξάνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, ενώ οι πράσινοι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν τη υψηλότερη συγκέντρωση. Αύξηση παρατηρείται και σε σύγκριση με την αρχική τιμή πριν από τη συντήρηση. Στους ένσπερμους καρπούς, έχοντας 2-3πλασιασμό ή ακόμα και πενταπλασιασμό της αρχικής συγκέντρωσης, ανάλογα με τη διάρκεια συντήρησης και με τη μικρότερη τιμή για την κάλυψη των καρπών. Στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών

καρπών, η συγκέντρωση αυξάνεται αρκετά και ανάλογα με τη διάρκεια συντήρησης για το στάδιο του πράσινου χρώματος, ενώ στα υπόλοιπα στάδια ανάπτυξης παραμένει περίπου στις αρχικές τιμές.

Η συντήρηση των πράσινων και κόκκινων καρπών πιπεριάς τύπου φλάσκας για 3 εβδομάδες σε θερμοκρασία 17 °C και 85 % σχετική υγρασία στο θάλαμο συντήρησης αυξάνει (σχεδόν διπλασιάζει) το ρυθμό παραγωγής C₂H₄, αλλά και τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα (Lurie *et al.*, 1986).

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά της Yolo Wonder διαπιστώνεται και από τη σταθερότητα του ρυθμού αναπνοής κατά τη συντήρηση ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη των σπόρων στο εσωτερικό. Αντίστοιχη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά κατά τη συντήρηση παρατηρούν και οι Barrera *et al.* (2005). Σταθερό ρυθμό αναπνοής των καρπών κατά τη συντήρηση στους 5 °C και 10 °C για 1-2 εβδομάδες, αναφέρουν οι Barrera *et al.* (2005), ενώ σε άλλη εργασία ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται κατά τη συντήρηση (Lurie *et al.*, 1986).

Παρά το γεγονός ότι η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα οφείλεται κυρίως σε ένα μεγάλο ποσοστό στους σπόρους, οι ένσπερμοι καρποί στο τέλος της συντήρησης εμφανίζουν μικρότερη συγκέντρωση, τόσο σε σχέση με την αρχική τιμή, όσο και σε σχέση με τη συγκέντρωση των παρθενοκαρπικών καρπών. Η υψηλότερη συγκέντρωση των παρθενοκαρπικών καρπών στο τέλος της συντήρησης σχετίζεται άμεσα με τη διατήρηση του ρυθμού αναπνοής σε υψηλά επίπεδα σε συνδυασμό με την περατότητα του κάλυκα στο CO₂ (Ben-Yehoshua, 1987) και με βάση την παρατήρηση ότι ο ρυθμός αναπνοής του περικαρπίου είναι ιδιαίτερα σημαντικός.

4.5. Συμπεράσματα

Ο σχηματισμός των παρθενοκαρπικών καρπών στην πιπεριά τύπου φλάσκας, ποικιλίας Yolo Wonder προϋποθέτει την απομάκρυνση των ανθέρων και ταυτόχρονα την εφαρμογή αυξινών για την αποφυγή της ανθόπτωσης και την επιτυχή ανάπτυξη των καρπών. Οι συγκεκριμένοι παρθενοκαρπικοί καρποί χαρακτηρίζονται από το μικρότερο μέγεθος (όγκος, νωπό βάρος, μήκος και διάμετρο) σε σχέση με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση του άνθους και γενικότερα κρίνονται ως μη εμπορεύσιμοι. Αυτό που έχει ιδιαίτερη σημασία είναι το μεγαλύτερο ποσοστό του ξηρού βάρους του περικαρπίου των παρθενοκαρπικών καρπών, με σημαντικό όφελος εάν ο καρπός προορίζεται για μεταποίηση και φυσικά εάν το μέγεθος του είναι το ίδιο με τους ένσπερμους καρπούς. Η υπόθεση όμως του σταθερού αριθμού, αλλά μικρότερου μεγέθους κυττάρων για τους καρπούς μικρότερου μεγέθους (Díaz-Pérez *et al.*, 2007) οδηγεί στο συμπέρασμα ότι πιθανόν το ξηρό βάρος των παρθενοκαρπικών καρπών ίδιων διαστάσεων με τους ένσπερμους καρπούς, να επανέρχεται στα φυσιολογικά επίπεδα της ποικιλίας.

Η ανάπτυξη και ωρίμανση των παρθενοκαρπικών καρπών επιταχύνεται, καθώς η απόκτηση του τελικού όγκου και νωπού βάρους καρπού πραγματοποιείται από το στάδιο του πράσινου χρώματος, ενώ στους ένσπερμους καρπούς η ανάπτυξή τους συνεχίζεται και σε επόμενα στάδια. Κάτω από την επίδραση της απουσίας των σπόρων, ο ρυθμός αναπνοής του καρπού αυξάνεται σημαντικά και σε συνδυασμό με την ταχύτερη μείωση του πράσινου χρώματος ή αντίστοιχα εντονότερη απόκτηση του κόκκινου χρώματος, καταλήγοντας στο συμπέρασμα της εντονότερης μεταβολικής δραστηριότητας των παρθενοκαρπικών καρπών. Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder διαπιστώνεται και κατά την απουσία των σπόρων, καθώς κατά την ανάπτυξη του καρπού μειώνονται ο ρυθμός αναπνοής καρπού, και η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα και αυξάνεται η συγκέντρωση C₂H₄, αλλά σε χαμηλότερα από τα απαιτούμενα επίπεδα για την πρόκληση αυτό-καταλυτικής παραγωγής του αερίου (Rhodes, 1980).

Η συντήρηση των καρπών αποκαλύπτει έντονη μεταβολική δραστηριότητα και μεγαλύτερη απώλεια του νωπού βάρους για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, που πιθανόν να οφείλεται κυρίως στο μικρό μέγεθος των καρπών (Díaz-Pérez *et al.*, 2007) και λιγότερο στην απουσία των σπόρων. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί καταγράφουν υψηλότερο ρυθμό αναπνοής και μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα κατά τη συντήρηση, ενώ η συγκέντρωση C₂H₄ είναι υψηλότερη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης και μικρότερη στη συνέχεια σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς.

Ο χρωματισμός του καρπού, το ποσοστό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου και ο ρυθμός αναπνοής φαίνεται να επηρεάζονται λιγότερο κατά τη συντήρηση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Μεταξύ των διαφόρων συσκευασιών που μπορεί να χρησιμοποιηθούν κατά τη συντήρηση, η κάλυψη των καρπών με μεμβράνη πολυαιθυλενίου μειώνει σημαντικά τις μεταβολές των διαφόρων χαρακτηριστικών των παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών, κυρίως λόγω του περιορισμού της απώλειας υγρασίας και διάχυσης των αερίων μέσω του ποδίσκου.

5. Επίδραση της Μετασυλλεκτικής Εφαρμογής του Αιθυλενίου Πάνω στη Συντήρηση των Ένσπερμων και Άσπερμων Καρπών

5.1. Εισαγωγή

Οι καρποί της πιπεριάς κατατάσσονται στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς. Η ταξινόμηση αυτή τεκμηριώνεται από την απουσία αύξησης του ρυθμού αναπνοής και την αποτυχία ανάπτυξης αυτοκαταλυτικής ικανότητας παραγωγής C_2H_4 και κατά συνέπεια τη διακοπή της διαδικασίας ωρίμανσης αμέσως μετά την απομάκρυνση των καρπών από το φυτό. Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών αποδεικνύεται από την απουσία της απότομης αύξησης του ρυθμού αναπνοής και της αύξησης του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 πάνω από 1 ppm κατά τη διάρκεια ανάπτυξης των καρπών. Με βάση τα αποτελέσματα που περιγράφονται στο κεφάλαιο 4, η μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών δεν επηρεάζεται από την απουσία των σπόρων, αλλά και τη συντήρηση (1, 2 και 3 εβδομάδες) στην προτεινόμενη θερμοκρασία 8 °C. Θεωρήθηκε σημαντική η εξέταση της συμπεριφοράς των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κάτω από την επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής αιθυλενίου.

Στα πειράματα που αναλύονται στο κεφάλαιο 5 εξετάστηκε η επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 αμέσως μετά τη συγκομιδή πάνω στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder σε 3 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης (στάδιο πράσινου χρώματος, στάδιο αλλαγής του χρώματος και στάδιο κόκκινου χρώματος). Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν καρποί από φυσιολογική γονιμοποίηση του άνθους (ένσπερμοι) και άσπερμοι καρποί (παρθενοκαρπικοί), που είχαν παραχθεί με τεχνητό τρόπο (αφαίρεση ανθήρων και ταυτόχρονα εφαρμογή καρποδετικής ορμόνης). Η εξέταση της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς των καρπών, αφορά τη συντήρηση για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών σε δύο διαφορετικές θερμοκρασίες των 8 °C (προτεινόμενη θερμοκρασία από τη βιβλιογραφία) και 22 °C ή την παραμονή των καρπών σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C αμέσως μετά το τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους 8 °C.

5.2. Υλικά και μέθοδοι

5.2.1. Φυτικό υλικό

Στο συγκεκριμένο πείραμα χρησιμοποιήθηκαν μόνο η ποικιλία Yolo Wonder, τύπου φλάσκας, που είχε παραχθεί στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών από την αντίστοιχη καλλιέργεια.

5.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι

Το πείραμα πραγματοποιήθηκε την περίοδο Μαρτίου – Σεπτεμβρίου του 2007 με σπορά την 26/3/2007 και ακολούθως μεταφύτευση σε ατομικά γλαστράκια 1 l και δεύτερη μεταφύτευση σε γλάστρες 11 l στις τελικές θέσεις.

Συνολικά αναπτύχθηκαν 72 φυτά, τα οποία χωρίστηκαν σε δύο ομάδες σύμφωνα με το εντελώς τυχαιοποιημένο σχέδιο, όπου η κάθε μια περιελάμβανε 36 φυτά. Σε κάθε φυτό σημειώθηκαν 6-8 άνθη. Στην πρώτη ομάδα, οι καρποί σχηματίστηκαν κάτω από φυσιολογικές συνθήκες γονιμοποίησης των ανθέων. Ενώ στη δεύτερη ομάδα φυτών, οι καρποί σχηματίστηκαν με τεχνητό τρόπο, απομακρύνοντας τους ανθήρες και προσθέτοντας ορμονικό διάλυμα για την επίτευξη της καρπόδεση και της ανάπτυξης των καρπών. Η εφαρμογή του ορμονικού διαλύματος πραγματοποιήθηκε με τη μέθοδο 2, όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.2.3.

Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των καρπών (6-8 ανά φυτό) και μέχρι το στάδιο συγκομιδής τους απομακρύνθηκαν όλα τα υπόλοιπα άνθη από το φυτό, έτσι ώστε οι συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών να είναι σταθερές για όλα τα φυτά.

Οι παρθενοκαρπικοί και οι ένσπερμοι καρποί συγκομίστηκαν σε 3 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης: το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος (G), το στάδιο της αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο (GR) και το στάδιο κόκκινου χρώματος (R).

Για τις ανάγκες του πειράματος συγκομίστηκαν συνολικά 360 καρποί, εκ των οποίων 120 καρποί από κάθε στάδιο ανάπτυξης. Σε κάθε μέτρηση χρησιμοποιήθηκαν 6 επαναλήψεις, όπου μία επανάληψη αντιστοιχεί σε ένα καρπό. Αναλυτικά οι καρποί έχουν ως εξής:

180 ένσπερμοι καρποί

- 90 καρποί με εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) και 90 καρποί χωρίς εφαρμογή C₂H₄ (Μάρτυρες).
 - 30 (Μάρτυρες) + 30 (C₂H₄) καρποί στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G)
 - 30 (Μάρτυρες) + 30 (C₂H₄) καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR)
 - 30 (Μάρτυρες) + 30 (C₂H₄) καρποί στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R)

180 παρθενοκαρπικοί καρποί

- 90 καρποί με εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) και 90 καρποί χωρίς εφαρμογή C₂H₄ (Μάρτυρες).
 - 30 (Μάρτυρες) + 30 (C₂H₄) καρποί στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G)
 - 30 (Μάρτυρες) + 30 (C₂H₄) καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR)
 - 30 (Μάρτυρες) + 30 (C₂H₄) καρποί στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R)

Κάθε ομάδα των 30 καρπών χωρίστηκαν τυχαία σε 5 ομάδες των 6 καρπών και ακολούθησαν οι ακόλουθες επεμβάσεις - μετρήσεις:

- Μετρήσεις αμέσως μετά τη συγκομιδή.
- 2 ημέρες στους 22 °C με ± αιθυλένιο.
- 2 ημέρες στους 22 °C με ± αιθυλένιο και 8 ημέρες στους 22 °C.
- 2 ημέρες στους 22 °C με ± αιθυλένιο και 8 ημέρες στους 8 °C.
- 2 ημέρες στους 22 °C με ± αιθυλένιο, 8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C.

Η χρονική ακολουθία των διαφόρων εφαρμογών και επεμβάσεων των καρπών έχουν ως εξής:

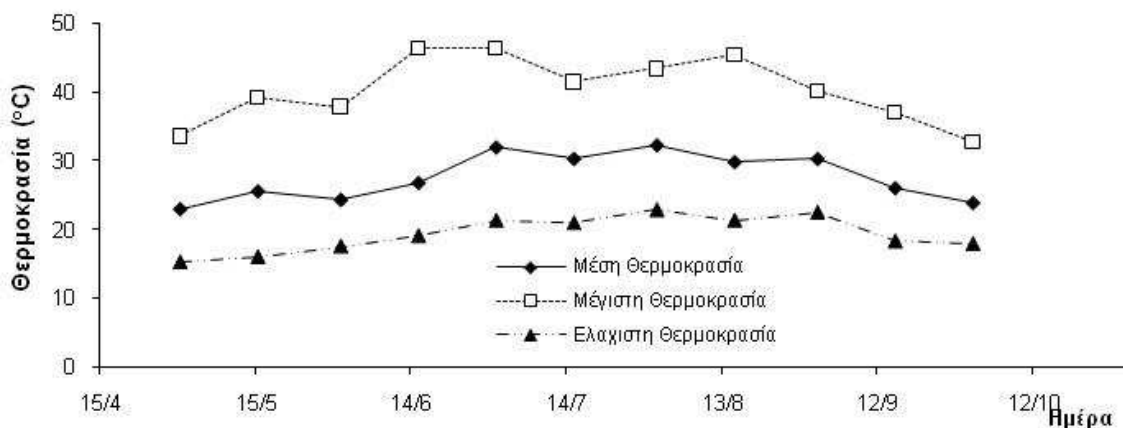
- **Συγκομιδή:** Ημέρα πραγματοποίησης της συγκομιδής των καρπών και μεταφορά τους στο εργαστήριο. Οι καρποί παραμένουν στο εργαστήριο για 1-2 ώρες για να προσαρμοστούν στους 22 °C, χωρίζονται σε ομάδες των 6 και κάθε ομάδα

τοποθετείται σε γυάλινο βάζο (4 l), έτσι ώστε σε κάθε βάζο να βρίσκονται μόνο καρποί του ίδιου σταδίου ανάπτυξης που περιέχουν ή όχι σπόρους.

- **Επέμβαση C₂H₄:** Τα γυάλινα βάζα παραμένουν αεροστεγώς κλειστά για το χρονικό διάστημα των 2 ημερών, όπου κάθε 12 ώρες ανοίγονται για το διάστημα 5 λεπτών για τον αερισμό και ανανέωση της ατμόσφαιρας στο εσωτερικό του βάζου. Αμέσως μετά προστίθεται συγκέντρωση 100 μl l⁻¹ C₂H₄ με μικροσύριγγα από ειδική υποδοχή στο καπάκι του γυάλινου βάζου. Στη συνέχεια το βάζο παραμένει κλειστό για 12 ώρες και ακολουθείται και πάλι η ίδια διαδικασία. Συνολικά σε κάθε βάζο γίνονται 4 εφαρμογές C₂H₄.
- **Ημέρα 0:** Ημέρα εξόδου των καρπών από τα γυάλινα βάζα και είσοδος στο θάλαμο συντήρησης, ανάλογα με την επέμβαση.
- **Ημέρα 2, 4 και 6:** 2η, 4η ως 6η ημέρες παραμονής των καρπών στο θάλαμο συντήρησης και των αντίστοιχων μετρήσεων κατά τη διάρκεια της συντήρησης.
- **Ημέρα 8:** 8η ημέρα συντήρησης και εξόδου των καρπών από το θάλαμο συντήρησης των 8 °C ή 22 °C.
- **Ημέρα 10:** Ημέρα μετρήσεων των καρπών για έλεγχο της συμπεριφορά τους μετά κατά την παραμονή τους για 2 ημέρες στους 22 °C, μετά τη συντήρηση στους 22 °C ή 8 °C για 8 ημέρες.

Η κλειστή συσκευασία αναφέρεται στην τοποθέτηση των καρπών σε πλαστική συσκευασία με όγκο 900 ml, όπου το άνω ελεύθερο άκρο καλύπτεται με πλαστική μεμβράνη, όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.4.1. Η πλαστική μεμβράνη καλύπτει πλήρως την πλαστικό δοχείο με μια μόνο στρώση.

Η μέση, μέγιστη και ελάχιστη ημερήσια θερμοκρασία κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των πειραμάτων απεικονίζονται στο γράφημα 5.0.



Γράφημα 5.0: Διακύμανση της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C) κατά τη διάρκεια ανάπτυξης και ωρίμανσης των καρπών (Απρίλιος - Σεπτέμβριος 2007).

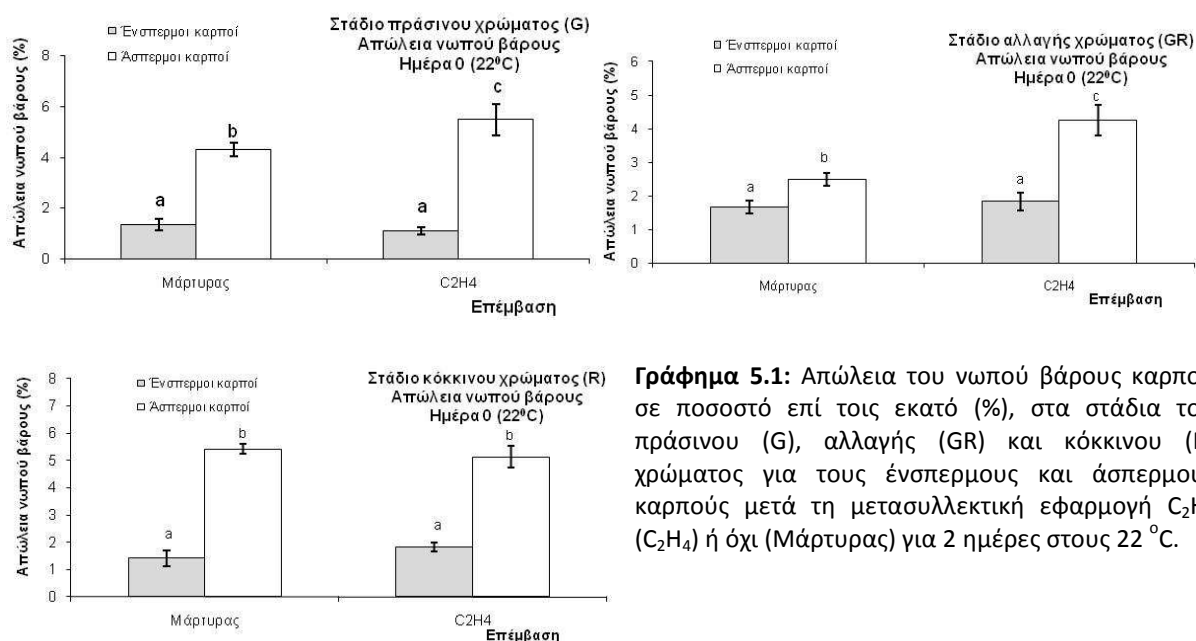
5.3. Αποτελέσματα

5.3.1. Επίδραση αιθυλενίου στην απώλεια του νωπού βάρους καρπού

Απώλεια του νωπού βάρους καρπού μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C

Για το χρονικό διάστημα των 2 ημερών στους 22 °C, η απώλεια του νωπού βάρους καρπού είναι αρκετά υψηλότερη για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ αυξάνει την απώλεια του νωπού βάρους των παρθενοκαρπικών καρπών μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) και δεν προκαλεί καμία επίδραση στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Στην περίπτωση όμως της παρουσίας των σπόρων, η επίδραση του C₂H₄ είναι ασήμαντη για το χρονικό διάστημα των 2 ημερών.

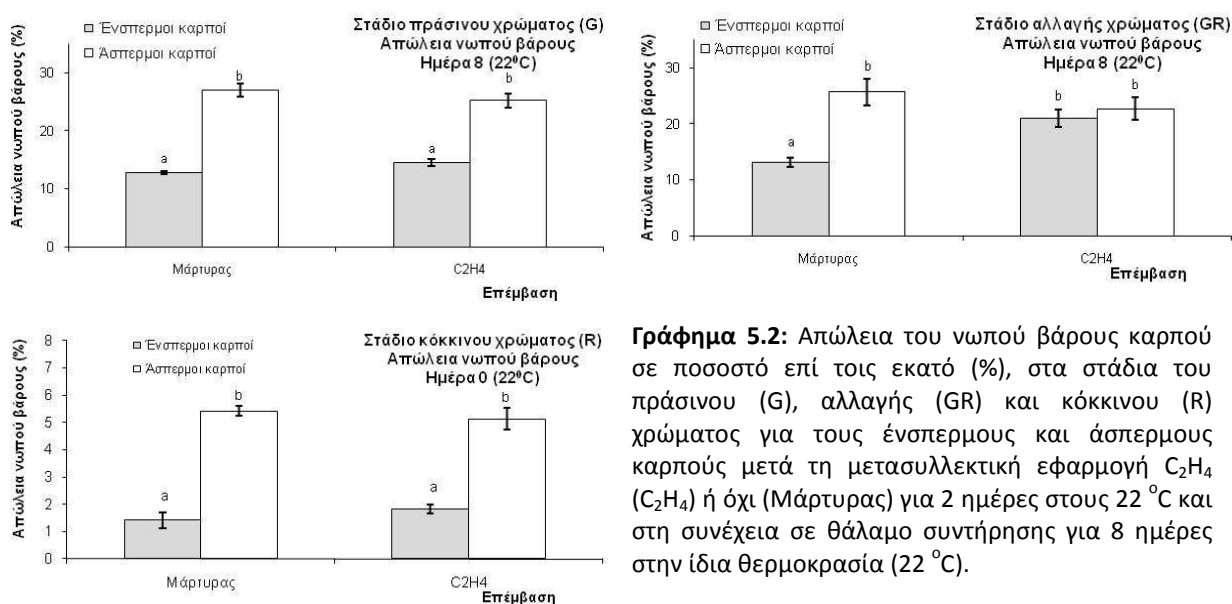
Η διαφορά στην απώλεια βάρους μεταξύ των ένσπερμων και άσπερμων καρπών επηρεάζεται και από το στάδιο ανάπτυξης του καρπού. Μετά την εφαρμογή C₂H₄, η απώλεια του νωπού βάρους των παρθενοκαρπικών καρπών γίνεται πενταπλάσια για το στάδιο πράσινου χρώματος (G), λίγο μεγαλύτερη από διπλάσια για το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) και σχεδόν τετραπλάσια για το στάδιο του κόκκινου χρώματος (R). Χωρίς την εφαρμογή του C₂H₄ (μάρτυρες), η απώλεια του νωπού βάρους των παρθενοκαρπικών καρπών είναι αντίστοιχα 3, 2,5 και 3 φορές μεγαλύτερη από την απώλεια του νωπού βάρους των ένσπερμων καρπών (Γράφημα 5.1).



Γράφημα 5.1: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C.

Απώλεια του νωπού βάρους του καρπού μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C

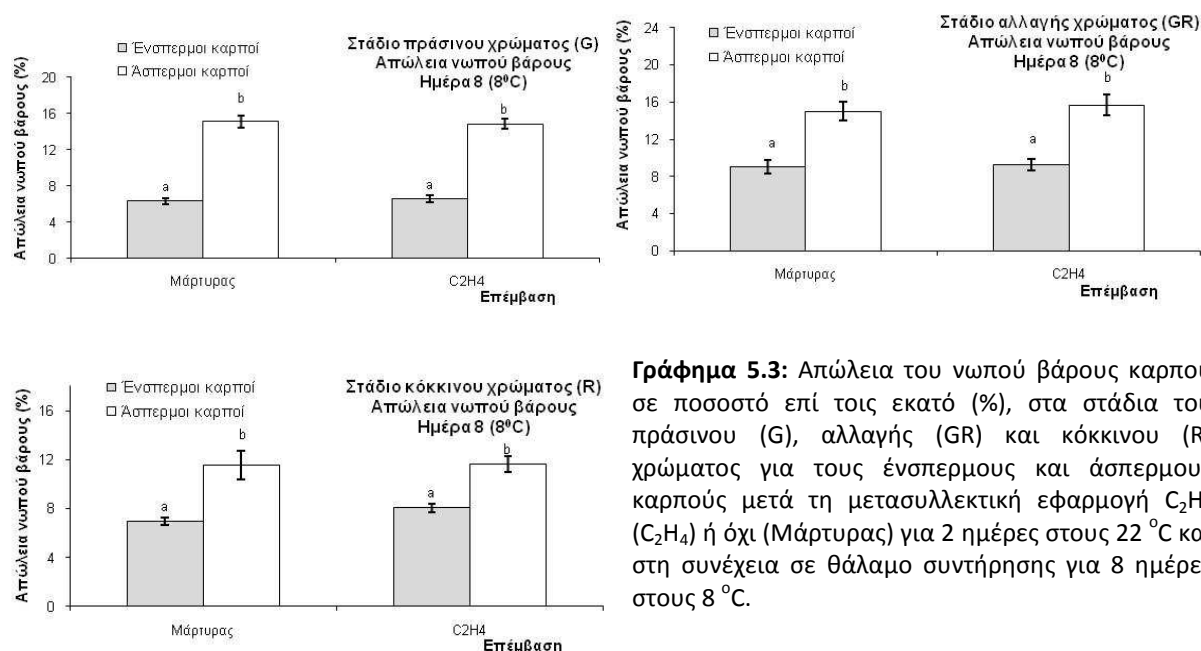
Στο τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους 22 °C, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν υψηλότερη απώλεια νωπού βάρους (σχεδόν διπλάσια) σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς για τα στάδια πράσινου (G) και κόκκινου (R) χρώματος. Στο στάδιο όμως της αλλαγής του χρώματος (GR), η υψηλότερη απώλεια των παρθενοκαρπικών καρπών εμφανίζεται μόνο στην περίπτωση που δεν έχει προηγηθεί μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄, διαφορετικά (εφαρμογή C₂H₄) η απώλεια των ένσπερμων καρπών αυξάνεται και φτάνει τα επίπεδα των παρθενοκαρπικών καρπών (Γράφημα 5.2).



Γράφημα 5.2: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια σε θάλαμο συντήρησης για 8 ημέρες στην ίδια θερμοκρασία (22 °C).

Απώλεια του νωπού βάρους του καρπού μετά από επένδυση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

Η συντήρηση των καρπών για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών στους 8 °C, αμέσως μετά την εφαρμογή (ή όχι) C₂H₄ για 2 ημέρες, μειώνει την απώλεια βάρους κυρίως για τα στάδια του πράσινου χρώματος (G) και το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) σε σύγκριση με την αντίστοιχη συντήρηση στους 22 °C (Γράφημα 5.3).



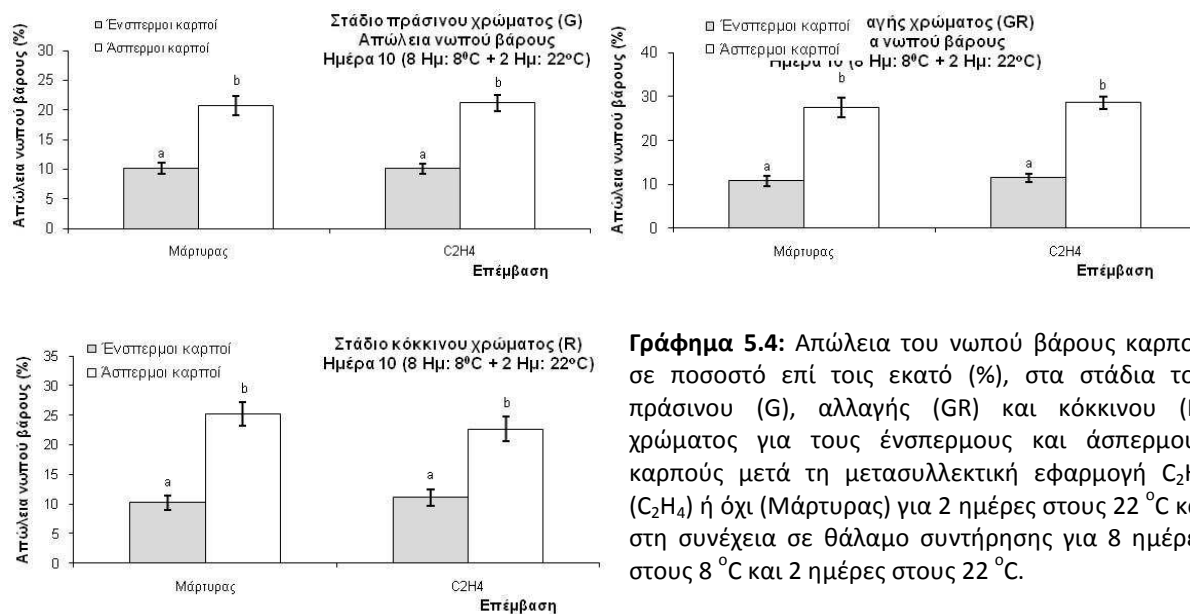
Γράφημα 5.3: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια σε θάλαμο συντήρησης για 8 ημέρες στους 8 °C.

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη απώλεια νωπού βάρους σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς και χωρίς κάποια αξιοσημείωτη επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ πριν από τη συντήρηση. Επιπλέον, η απώλεια του νωπού βάρους καρπού

επηρεάζεται από το στάδιο συγκομιδής, καθώς οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν μεγαλύτερη απώλεια κατά 2,3 φορές από τους ένσπερμους καρπούς στο στάδιο του πράσινου χρώματος, ενώ η διαφορά μειώνεται στις 1,6 φορές για τα στάδια της αλλαγής και του κόκκινου χρώματος, ανεξάρτητα από την εφαρμογή C₂H₄.

Απώλεια του νωπού βάρους καρπού μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και ακολούθως 2 ημέρες στους 22 °C)

Η παραμονή των καρπών για 2 ημέρες σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C, αμέσως μετά τη συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C, αυξάνει την απώλεια νωπού βάρους καρπού σε παρόμοια επίπεδα με την απώλεια του νωπού βάρους των καρπών στο τέλος της συντήρησης για 8 ημέρες στην ίδια θερμοκρασία (22 °C). Οι παρθενοκαρπικοί καρποί και στα 3 στάδια συγκομιδής (G, GR και R) παρουσιάζουν μεγαλύτερη απώλεια νωπού βάρους κατά 2-2,5 φορές σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς, χωρίς να υπάρχει κάποια επίδραση από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση (Γράφημα 5.4).



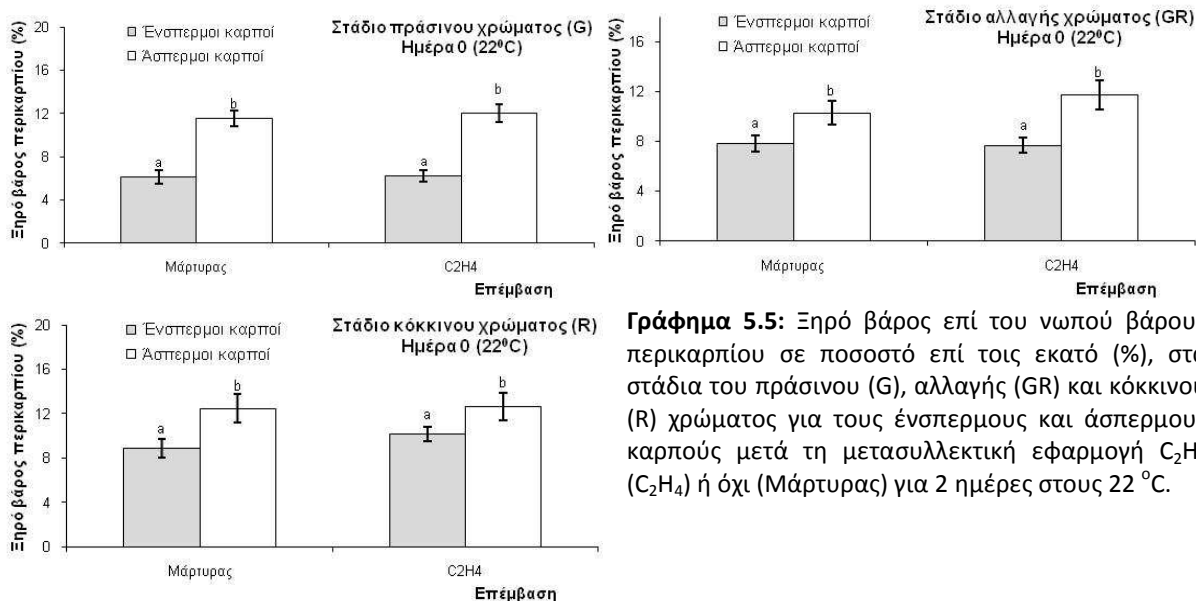
Γράφημα 5.4: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια σε θάλαμο συντήρησης για 8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C.

5.3.2. Επίδραση αιθυλενίου στο ποσοστό (%) του ξηρού βάρους περικαρπίου

Ξηρό βάρος περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C

Το επί τοις εκατό ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου επί του αρχικού νωπού βάρους περικαρπίου στο τέλος της περιόδου των 2 ημερών στους 22 °C είναι υψηλότερο για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς (σχεδόν διπλάσια τιμή) στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) και ανεξάρτητα με την προηγούμενη εφαρμογή με C₂H₄.

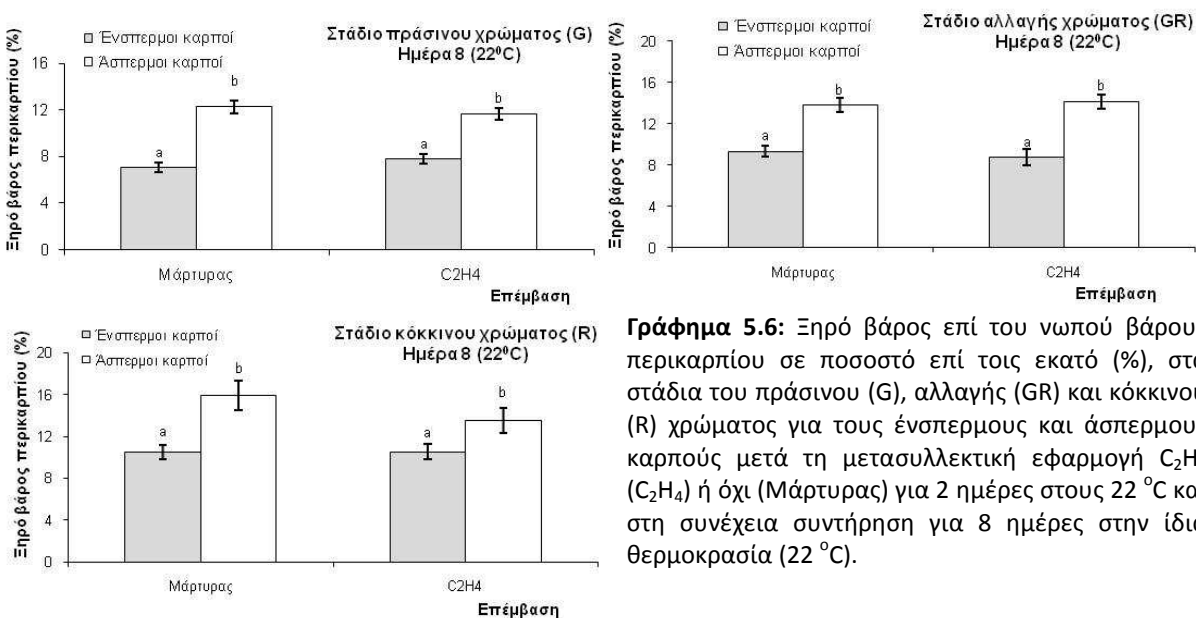
Στα 2 επόμενα στάδια συγκομιδής (GR και R), οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν μεγαλύτερο ποσοστό ξηρού βάρους και η διαφορά μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων είναι μικρότερη, ανεξάρτητα από την προηγούμενη μετασυλλεκτική εφαρμογή με C₂H₄. Ενώ, η επέμβαση με C₂H₄ δεν επηρεάζει την τιμή του ξηρού βάρους, ανεξάρτητα από την παρουσία σπόρων στο εσωτερικό του καρπού και για τα 3 στάδια συγκομιδής (Γράφημα 5.5).



Γράφημα 5.5: Ξηρό βάρος επί του νωπού βάρους περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C.

Ξηρό βάρος περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C

Η συντήρηση των καρπών σε όλα τα στάδια συγκομιδής (G, GR και R) για 8 ημέρες στους 22 °C έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ποσοστού του ξηρού βάρους περικαρπίου όταν απουσιάζουν οι σπόροι από την εσωτερική κοιλότητα, χωρίς σημαντική επίδραση της εφαρμογής C₂H₄ (Γράφημα 5.6).



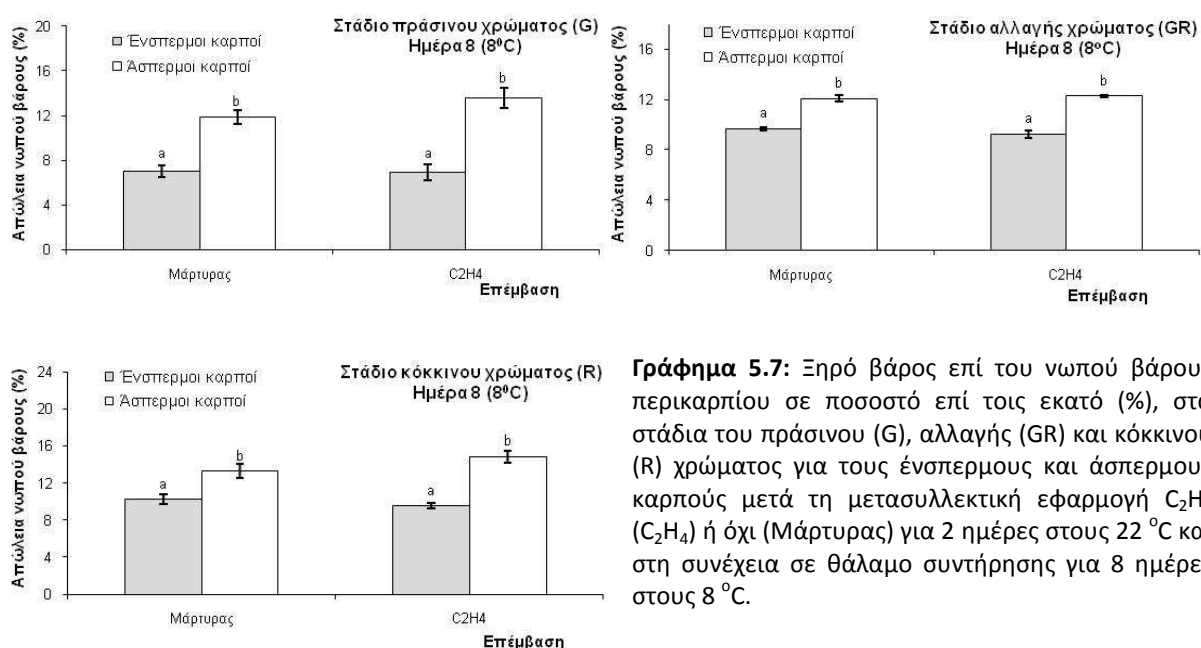
Γράφημα 5.6: Ξηρό βάρος επί του νωπού βάρους περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια συντήρηση για 8 ημέρες στην ίδια θερμοκρασία (22 °C).

Το στάδιο συγκομιδής επηρεάζει περισσότερο το ξηρό βάρος σε σύγκριση με τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄. Ανεξάρτητα από την εφαρμογή C₂H₄, οι πράσινοι ένσπερμοι καρποί σημειώνουν ποσοστό ξηρού βάρους του περικαρπίου 7 % και οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν αντίστοιχο ποσοστό 11 %. Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, το ποσοστό αυξάνεται σε 9 % (παρουσίας των σπόρων) και σε 14 %

(απουσίας των σπόρων). Τα αντίστοιχα ποσοστά για τους κόκκινους καρπούς είναι 10,5 % (με σπόρους) και 13,5-15 (χωρίς σπόρους).

Ξηρό βάρος περικαρπίου μετά από επέμβαση από με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

Κατά τη συντήρηση των καρπών (ένσπερμων και μη) για 8 ημέρες στους 8 °C, το ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου είναι υψηλότερο για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η διαφορά μεταξύ παρθενοκαρπικών και ένσπερμων καρπών δε φαίνεται να επηρεάζεται από την μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση, αλλά κυρίως από το στάδιο συγκομιδής. Συγκριμένα στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G), η διαφορά είναι 5-7 ποσοστιαίες μονάδες, ενώ στα υπόλοιπα στάδια (αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος) η διαφορά περιορίζεται στις 3 μονάδες (Γράφημα 5.7).

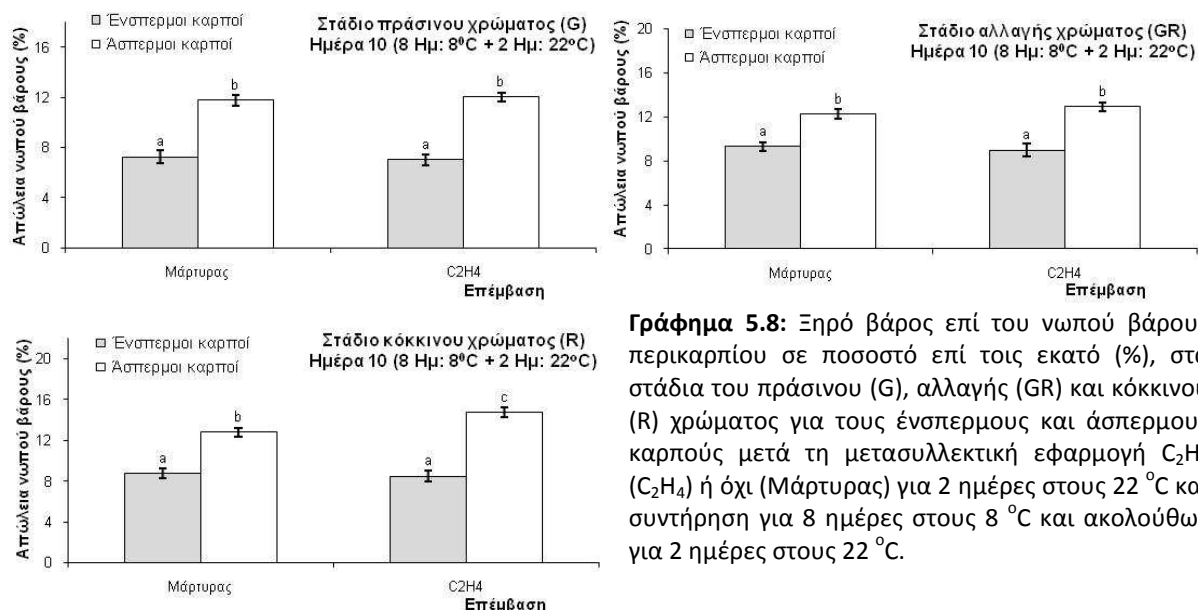


Γράφημα 5.7: Ξηρό βάρος επί του νωπού βάρους περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια σε θάλαμο συντήρησης για 8 ημέρες στους 8 °C.

Ξηρό βάρος περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C)

Η μέτρηση του ξηρού βάρους περικαρπίου των καρπών μετά τη συντήρηση στους 8 °C και την ακόλουθη συντήρηση στους 22 °C, δείχνει παρόμοια αποτελέσματα με τη συντήρηση των καρπών για μεγαλύτερο διάστημα (8 ημέρες) στους 22 °C. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν υψηλότερο ποσοστό ξηρού βάρους περικαρπίου σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς σε όλα τα στάδια συγκομιδής.

Στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G), το ποσοστό ξηρού βάρους είναι μεγαλύτερο κατά 5 ποσοστιαίες μονάδες για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς και στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) η διαφορά είναι σχεδόν 3 ποσοστιαίες μονάδες, ανεξάρτητα από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (Γράφημα 5.8).



Γράφημα 5.8: Ξηρό βάρος επί του νωπού βάρους περικαρπίου σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C και ακολούθως για 2 ημέρες στους 22 °C.

Για τους κόκκινους καρπούς (R), η εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση φαίνεται να αυξάνει το ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου των παρθενοκαρπικών καρπών κατά 2 ποσοστιαίες μονάδες, ενώ δεν έχει καμία επίδραση στο αντίστοιχο ποσοστό των κόκκινων ένσπερμων καρπών. Καθώς το ξηρό βάρος περικαρπίου υπολογίζεται με βάση την αρχική τιμή μετά το τέλος της συντήρησης, η αύξηση αυτή μπορεί να οφείλεται στην υψηλότερη απώλεια του νωπού βάρους καρπού των παρθενοκαρπικών καρπών κατά τη διάρκεια της παραμονής τους για 2 ημέρες σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C έπειτα από μία εβδομάδα συντήρησης σε ιδανικές συνθήκες (Γράφημα 5.4).

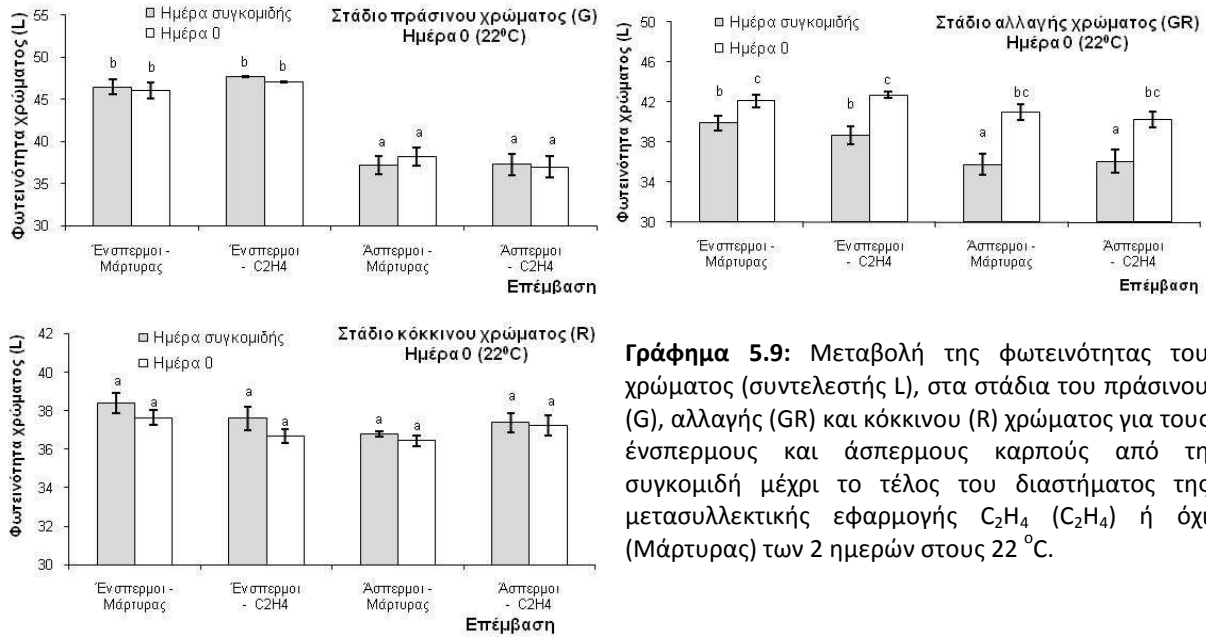
5.3.3. Επίδραση αιθυλενίου στη φωτεινότητα του χρώματος

Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος του περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C

Οι καρποί στα στάδια πράσινου χρώματος (G) και κόκκινου χρώματος (R) δεν παρουσιάζουν καμία μεταβολή στη φωτεινότητα του χρώματος περικαρπίου για το χρονικό διάστημα των 2 ημερών στους 22 °C και ανεξάρτητα από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (Γράφημα 5.9). Στο στάδιο όμως της αλλαγής του χρώματος (GR) σημειώνεται αύξηση στην ένταση της φωτεινότητας του χρώματος, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Επιπλέον, η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ δεν επηρεάζει τη φωτεινότητα του χρώματος σε όλα τα στάδια συγκομιδής των ένσπερμων και άσπερμων καρπών.

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί φαίνεται να έχουν χαμηλότερη ένταση φωτεινότητας του χρώματος του περικαρπίου, στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G), τόσο πριν, όσο και στο τέλος της συντήρησης των 2 ημερών στους 22 °C. Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), οι παρθενοκαρπικοί καρποί αν και έχουν χαμηλότερη φωτεινότητα του χρώματος αμέσως μετά τη συγκομιδή στο τέλος της συντήρησης για 2 ημέρες στους 22 °C παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές με τους ένσπερμους καρπούς. Τέλος, στο στάδιο του κόκκινου χρώματος δεν σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ άσπερμων και ένσπερμων καρπών στη φωτεινότητα του χρώματος.

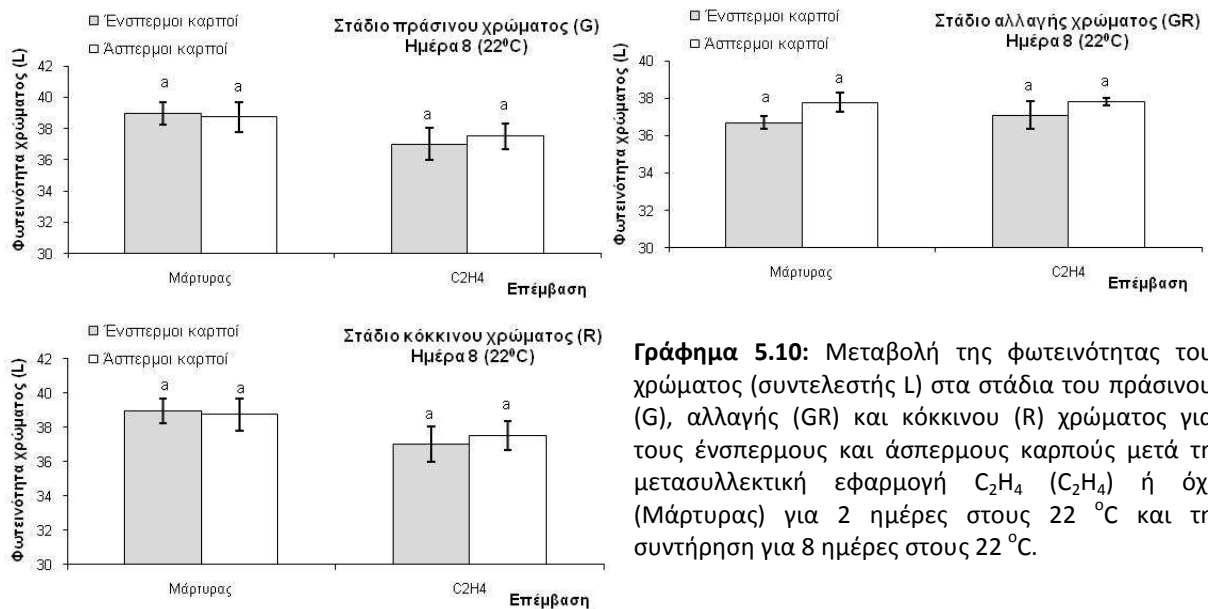
Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς



Γράφημα 5.9: Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος (συντελεστής L), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς από τη συγκομιδή μέχρι το τέλος του διαστήματος της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) των 2 ημερών στους 22 °C.

Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος του περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C

Στο τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους 22 °C, οι καρποί παρουσιάζουν παρόμοιες τιμές για τη φωτεινότητα του χρώματος (L: 37-38 μονάδες), ανεξάρτητα από το στάδιο συγκομιδής, την επέμβαση με C₂H₄ και την παρουσία των σπόρων (Γράφημα 5.10).

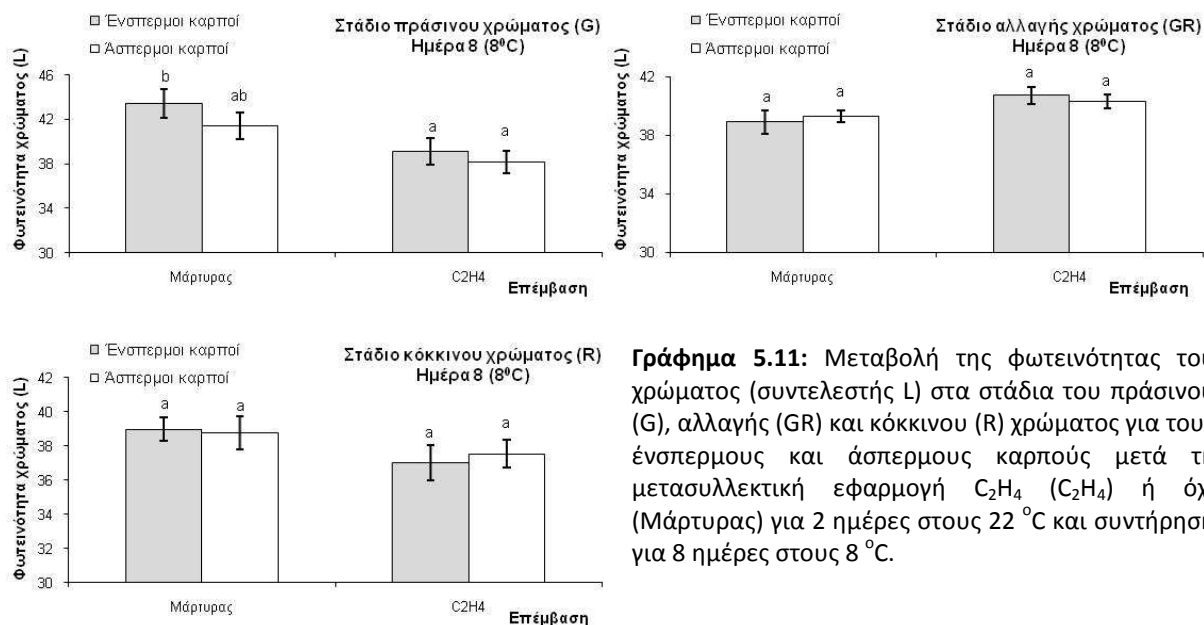


Γράφημα 5.10: Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος (συντελεστής L) στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και τη συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C.

Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος του περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

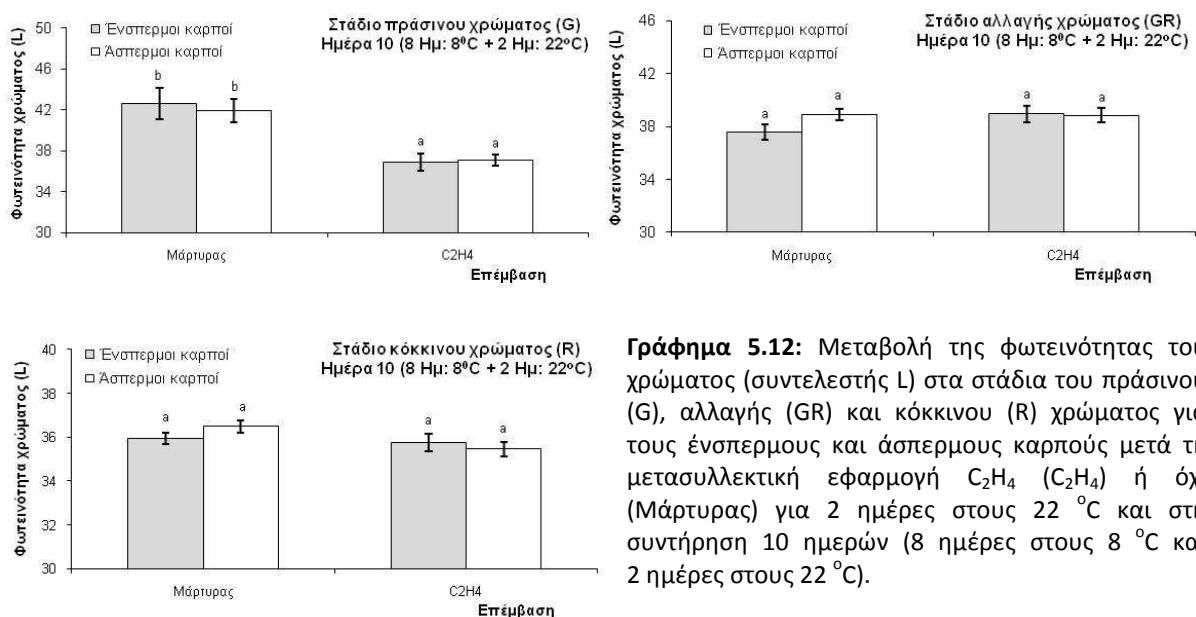
Κατά τη συντήρηση στους 8 °C για 8 ημέρες, η φωτεινότητα του χρώματος του περικαρπίου δεν επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων (σε όλα τα στάδια

συγκομιδής), αλλά ούτε και από την προηγούμενη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ για τα στάδια της αλλαγής του χρώματος (GR) και του κόκκινου χρώματος (R). Από την άλλη μεριά, οι πράσινοι καρποί παρουσιάζουν μείωση της φωτεινότητας του χρώματος όταν είχε προηγηθεί εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση, αλλά η διαφορά είναι σημαντική μόνο στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών (Γράφημα 5.11).



Μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος του περικαρπίου μετά από επένδυση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C)

Η διατήρηση των καρπών για 2 ημέρες στους 22 °C, αμέσως μετά τη συντήρηση στους 8 °C για 8 ημέρες παρουσιάζει αντίστοιχα αποτελέσματα με τη συντήρηση για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών στους 8 °C (Γράφημα 5.12).



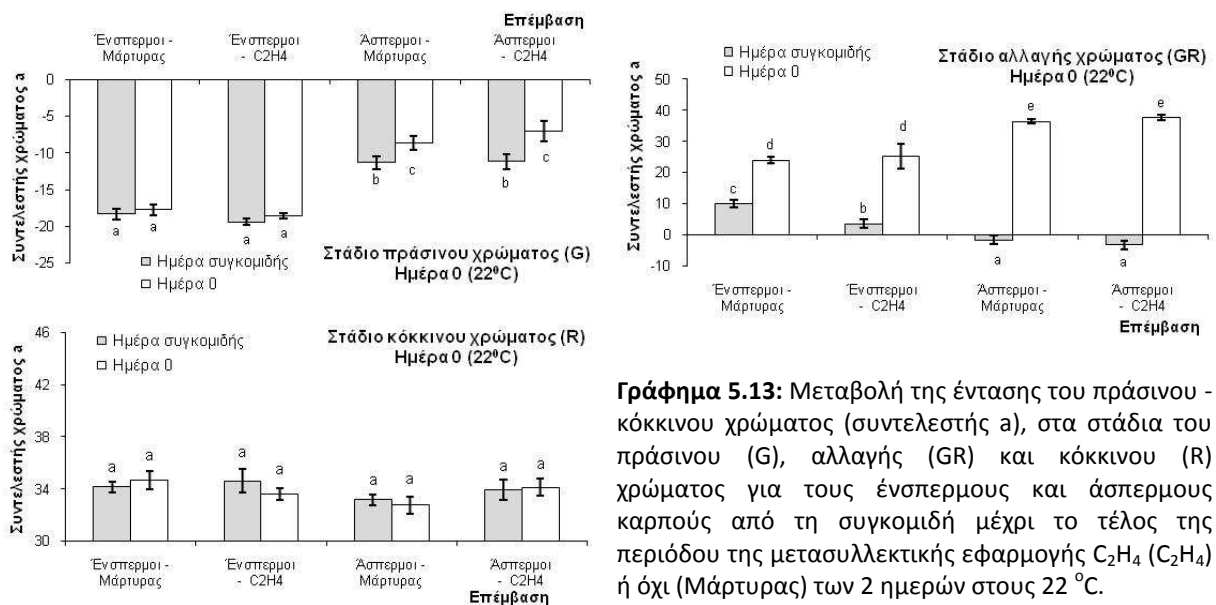
Η φωτεινότητα του χρώματος δεν επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων και στα 3 στάδια συγκομιδής, ενώ η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ μειώνει τη φωτεινότητα του χρώματος των ένσπερμων και άσπερμων καρπών για το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) και δεν έχει καμία επίδραση στα υπόλοιπα στάδια συγκομιδής (GR και R).

5.3.4. Επίδραση αιθυλενίου στην ένταση του πράσινου - κόκκινου χρώματος Μεταβολή του συντελεστή α του χρώματος του περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C

Στο τέλος της συντήρησης για 2 ημέρες στους 22 °C, η ένταση του πράσινου ή του κόκκινου χρώματος των καρπών φαίνεται να μην επηρεάζεται από την επέμβαση με C₂H₄, αλλά κυρίως από το στάδιο συγκομιδής και την παρουσία ή απουσία των σπόρων.

Οι κόκκινοι καρποί δε σημειώνουν καμία μεταβολή στην ένταση του κόκκινου χρώματος από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ και την απουσία των σπόρων. Στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G), οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν χαμηλότερη ένταση του πράσινου χρώματος σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς, τόσο πριν, όσο και στο τέλος της συντήρησης, ανεξάρτητα από την επέμβαση με C₂H₄.

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), η ένταση του κόκκινου χρωματισμού του περικαρπίου αυξάνεται σημαντικά στο τέλος της συντήρησης των 2 ημερών (αντίστοιχα μειώνεται η ένταση του πράσινου χρωματισμού). Η αύξηση αυτή είναι εντονότερη για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών, χωρίς να επηρεάζεται από την εφαρμογή C₂H₄ (Γράφημα 5.13).

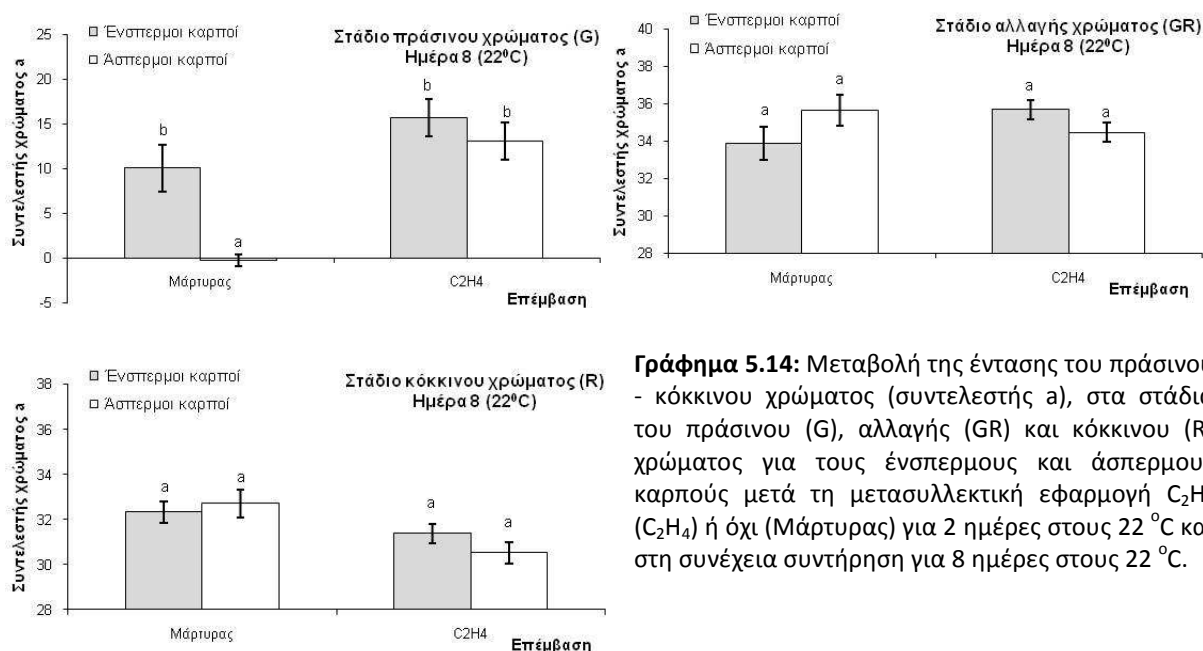


Γράφημα 5.13: Μεταβολή της έντασης του πράσινου - κόκκινου χρώματος (συντελεστής α), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς από τη συγκομιδή μέχρι το τέλος της περιόδου της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) των 2 ημερών στους 22 °C.

Μεταβολή του συντελεστή α του χρώματος του περικαρπίου μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C

Μετά από τη συντήρηση στους 22 °C για 8 ημέρες, η ένταση του χρώματος των καρπών στα στάδια της αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος δε φαίνεται να επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων και τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση (Γράφημα 5.14).

Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι οι πράσινοι καρποί παρουσιάζουν έντονο κόκκινο χρωματισμό στο τέλος της συντήρησης όταν είχε προηγηθεί η μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 . Για τους πράσινους καρπούς μάρτυρες (χωρίς μετασυλλεκτική εφαρμογή με C_2H_4), η απουσία των σπόρων συνδέεται με την καλύτερη διατήρηση του πράσινου χρώματος, ενώ η ένταση του κόκκινου χρώματος είναι σημαντική (στα ίδια επίπεδα με την εφαρμογή C_2H_4) στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών.



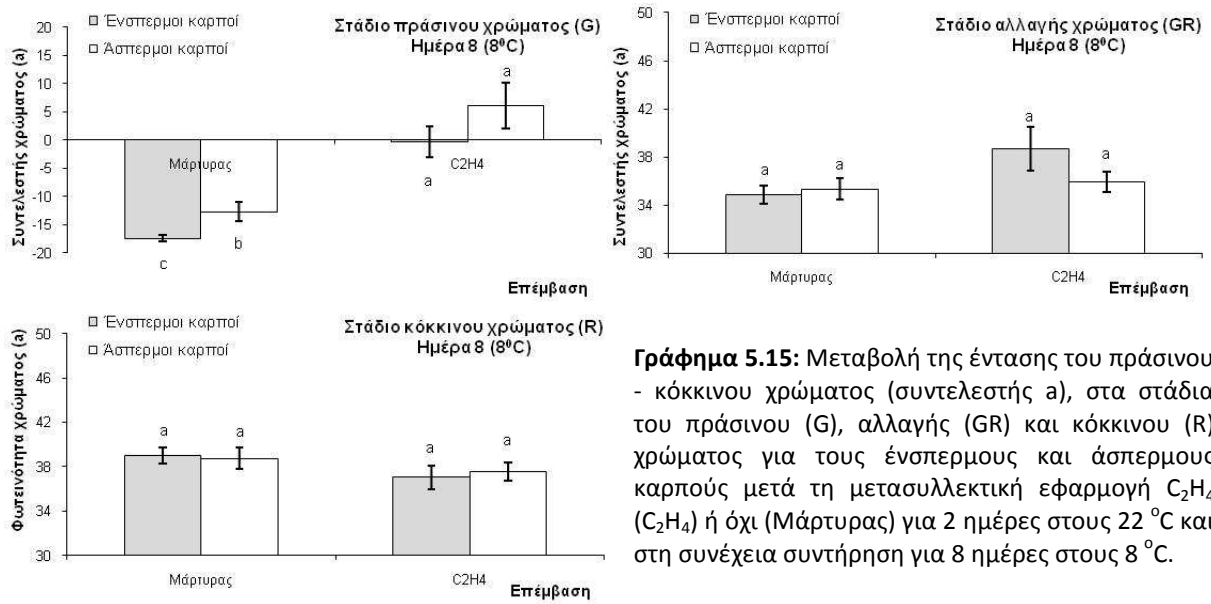
Γράφημα 5.14: Μεταβολή της έντασης του πράσινου - κόκκινου χρώματος (συντελεστής a), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C.

Μεταβολή του συντελεστή a του χρώματος του περικαρπίου μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

Η συντήρηση των καρπών για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών στους 8 °C παρουσιάζει παρόμοια αποτελέσματα με τη συντήρηση στους 22 °C. Για τα στάδια συγκομιδής GR και R, δε σημειώνεται κάποια επίδραση της παρουσίας των σπόρων, με ή χωρίς εφαρμογή C_2H_4 πριν από τη συντήρηση (Γράφημα 5.15).

Στους πράσινους καρπούς, η εφαρμογή C_2H_4 συνδέεται με τη μείωση του πράσινου χρωματισμού ή / και αύξηση του κόκκινου χρωματισμού. Επιπλέον, οι άσπερμοι καρποί δείχνουν να επηρεάζονται αρκετά περισσότερο, σημειώνοντας μεγαλύτερη μείωση του πράσινου χρωματισμού σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς στην περίπτωση όπου πριν από τη συντήρηση δεν είχε προηγηθεί εφαρμογή C_2H_4 (μάρτυρες). Για τους ένσπερμους καρπούς, η εφαρμογή C_2H_4 σχεδόν μηδενίζει το συντελεστή a (ποσοστό πράσινου - κόκκινου χρωματισμού 50 %-50 %), ενώ για τους άσπερμους καρπούς κυριαρχεί ο κόκκινος χρωματισμός.

Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς

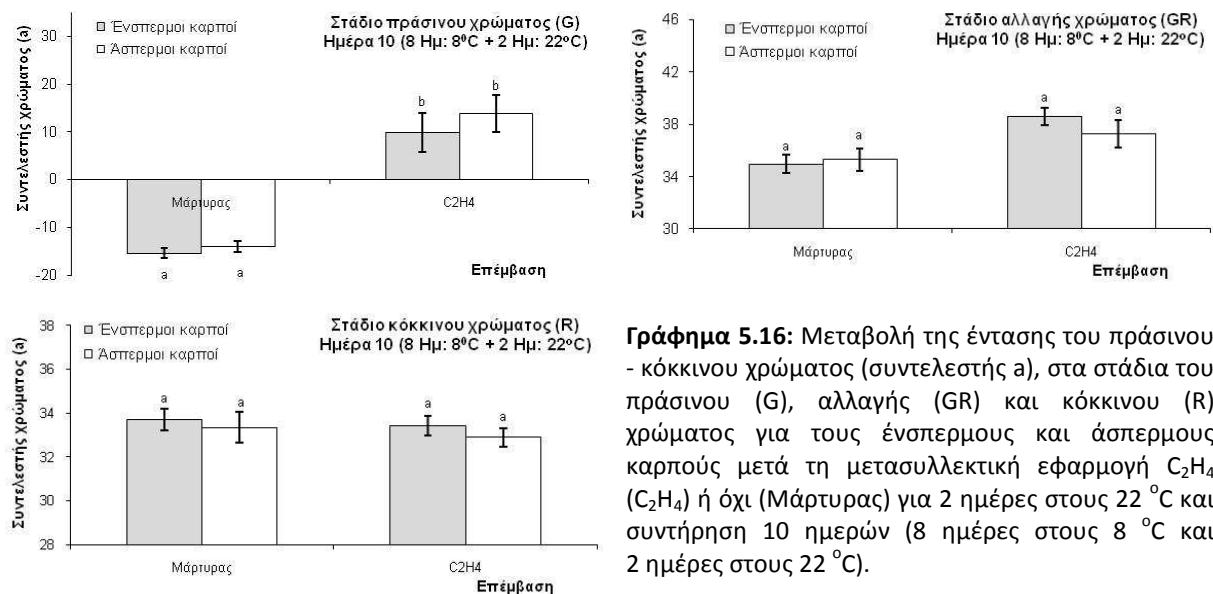


Γράφημα 5.15: Μεταβολή της έντασης του πράσινου - κόκκινου χρώματος (συντελεστής a), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C.

Μεταβολή του συντελεστή a του χρώματος μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C)

Κατά την εξέταση της συμπεριφορά των καρπών για 2 ημέρες στους 22 °C, αμέσως μετά τη συντήρηση για 2 ημέρες στους 8 °C (shelf-life), οι τιμές του συντελεστή a κυμαίνονται στα ίδια επίπεδα με τη συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C. Η ένταση του κόκκινου χρώματος κυμαίνεται στις 34-38 μονάδες για τους ένσπερμους και παρθενοκαρπικούς καρπούς στα στάδια αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος, χωρίς σημαντική επίδραση της προηγούμενης εφαρμογής με C₂H₄ (Γράφημα 5.16).

Στους πράσινους καρπούς (G), η διατήρηση για 2 ημέρες στους 22 °C χωρίς οποιαδήποτε επέμβαση διατηρεί αρκετά καλά τον πράσινο χρωματισμό των καρπών, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Από την άλλη μεριά, η επέμβαση με C₂H₄ πριν από τη συντήρηση αυξάνει κατά παρόμοιο τρόπο την ένταση του κόκκινου χρώματος των ένσπερμων και άσπερμων καρπών στο τέλος της συντήρησης.

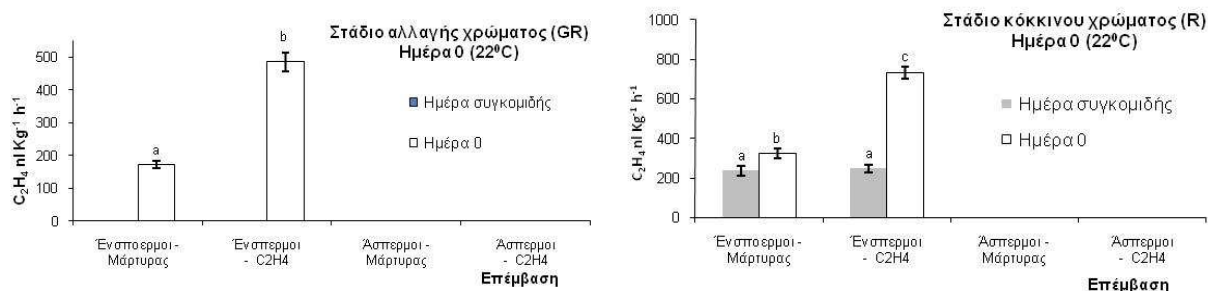


Γράφημα 5.16: Μεταβολή της έντασης του πράσινου - κόκκινου χρώματος (συντελεστής a), στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C).

5.3.5. Επίδραση του αιθυλενίου στο ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου

Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους $22^\circ C$

Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι μικρός και μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο για τα 3 στάδια συγκομιδής των παρθενοκαρπικών καρπών (G, GR και R), τόσο πριν, όσο και μετά την επέμβαση με C_2H_4 . Επιπλέον, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι μικρός και στην περίπτωση των πράσινων ένσπερμων και άσπερμων καρπών, καθώς δεν καταγράφηκε κάποια ένδειξη με τη συγκεκριμένη μέθοδο που περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.6.



Γράφημα 5.17: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) καρπού, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς, από τη συγκομιδή μέχρι το τέλος του διαστήματος της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) των 2 ημερών στους $22^\circ C$.

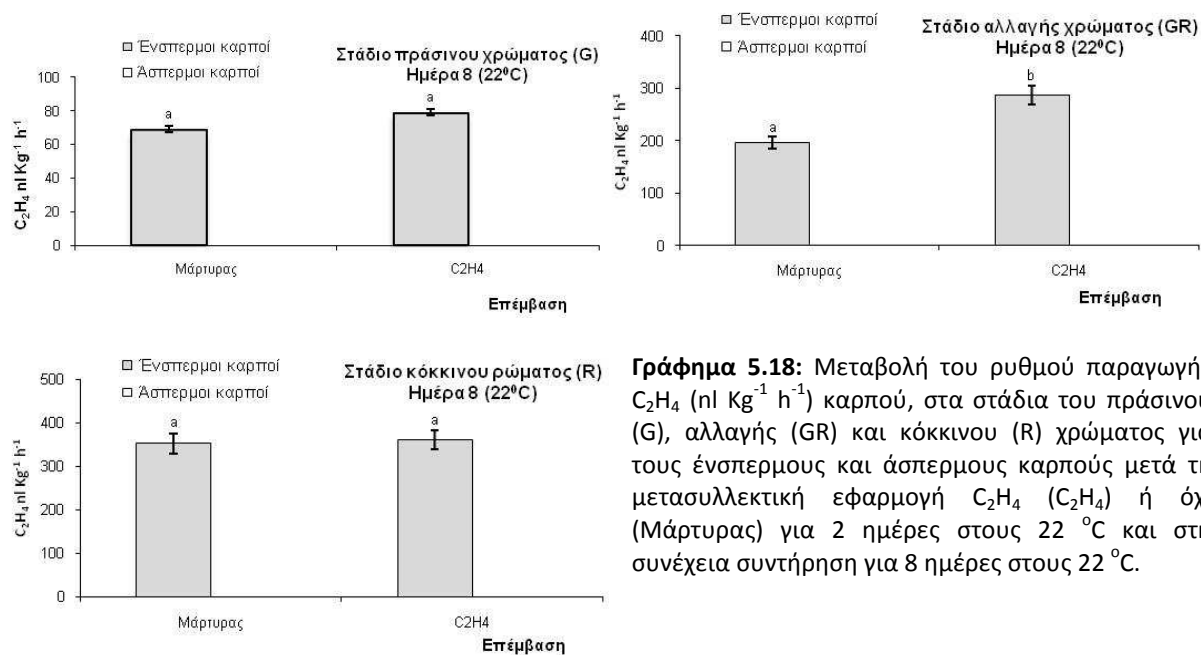
Στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 εντοπίζεται μόνο στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος και στους κόκκινους καρπούς. Στην πρώτη περίπτωση (GR), ο ρυθμός είναι μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο μόνο στο τέλος της συντήρησης και με υψηλότερη τιμή μετά την εφαρμογή C_2H_4 . Στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι υψηλότερος στο τέλος της περιόδου των 2 ημερών και με υψηλότερη τιμή μετά την εφαρμογή C_2H_4 μετασυλλεκτικά (Γράφημα 5.17).

Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους $22^\circ C$ και συντήρηση για 8 ημέρες στους $22^\circ C$

Στο τέλος της συντήρησης στους $22^\circ C$ για 8 ημέρες, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι αρκετά μικρός και πρακτικά μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο (όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.6) για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών. Για τους ένσπερμους καρπούς, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 αυξάνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος ($80\ nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος ($350\ nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) (Γράφημα 5.14).

Η επίδραση C_2H_4 είναι σημαντική μόνο για τους ένσπερμους καρπούς που βρίσκονται στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), όπου αυξάνεται ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 από τα 200 στα $300\ nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$. Καθώς οι ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί καρποί της ποικιλίας Yolo Wonder χαρακτηρίζονται από μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά (βλέπε κεφάλαιο 3.4), όπως συμβαίνει και με τις περισσότερες ποικιλίες πιπεριάς (Villavicencio *et al.*, 1999) είναι απολύτως φυσιολογικό η επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 να είναι αμελητέα. Η αύξηση του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος συνδέεται άμεσα με την απόκτηση εντονότερου κόκκινου χρωματισμού.

Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς

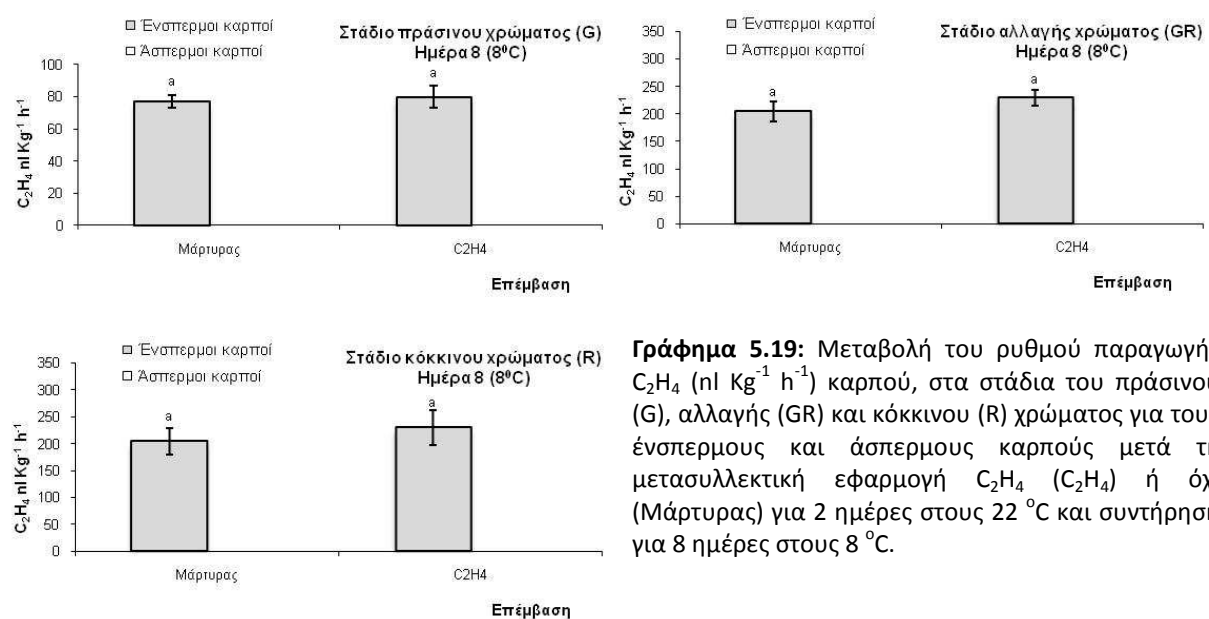


Γράφημα 5.18: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) καρπού, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C.

Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

Η συντήρηση των καρπών για 8 ημέρες στους 8 °C δεν έχει διαφορετική επίδραση πάνω στο ρυθμό παραγωγής C_2H_4 σε σύγκριση με τη συντήρηση στους 22 °C για το ίδιο χρονικό διάστημα.

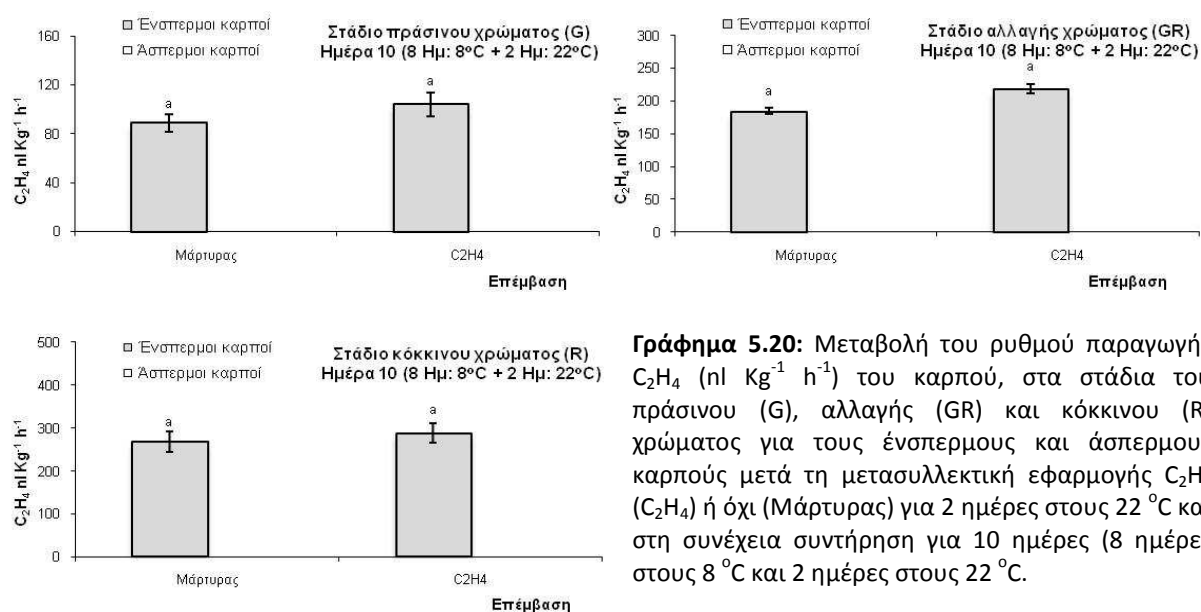
Οι παρθενοκαρπικοί καρποί δεν παρουσιάζουν κάποια ένδειξη C_2H_4 , με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6) και για τα 3 στάδια συγκομιδής. Για τους ένσπερμους καρπούς ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 παρουσιάζει αύξηση κατόπιν του σταδίου του πράσινου χρώματος (70-80 $nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (300 $nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) στο τέλος της συντήρησης (Γράφημα 5.19).



Γράφημα 5.19: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($nl\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) καρπού, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C.

Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C)

Χαμηλή και μη μετρήσιμη ένδειξη του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6) προκύπτει για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς κατά την εξέταση της συμπεριφοράς τους για 2 ημέρες στους 22 °C μετά τη συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C (shelf-life). Κατά τη συντήρηση των ένσπερμων καρπών στο ίδιο χρονικό διάστημα παρουσιάζονται παρόμοια αποτελέσματα για το ρυθμό με τη συντήρηση στους 8 °C για 8 ημέρες. Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ αυξάνεται από το στάδιο G (80 nl Kg⁻¹ h⁻¹) στο στάδιο GR (200 nl Kg⁻¹ h⁻¹) και το στάδιο R (280 nl Kg⁻¹ h⁻¹), χωρίς να παρουσιάζει κάποια επίδραση από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση. Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ δεν επηρεάζεται από την επέμβαση με C₂H₄ πριν από τη συντήρηση (Γράφημα 5.20).



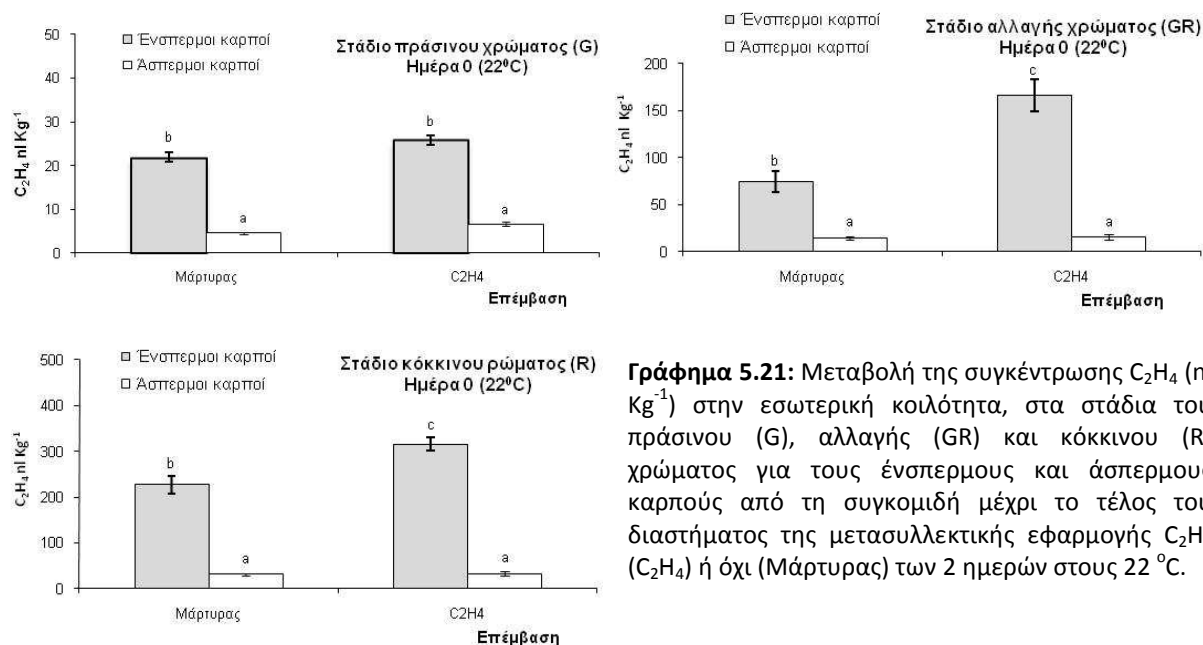
5.3.6. Επίδραση του αιθυλενίου στη συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Μεταβολή της συγκέντρωσης C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C

Στο τέλος της συντήρησης στους 22 °C για 2 ημέρες, η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού είναι μετρήσιμη σε όλα τα στάδια συγκομιδής των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν τη στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη συγκέντρωση σε σύγκριση με τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, για τους οποίους δεν ξεπέρασε τα 30 nl Kg⁻¹. Για τους ένσπερμους καρπούς, η συγκέντρωση C₂H₄ αυξάνεται με το στάδιο ανάπτυξης και αποκτά τη μέγιστη τιμή στο στάδιο πλήρους ωρίμανσης (περίπου 300 nl Kg⁻¹). Η επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ αποδεικνύεται σημαντική μόνο για τους ένσπερμους καρπούς στα στάδια αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος, καθώς η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα αυξάνεται στο τέλος της συντήρησης. Για το στάδιο ανάπτυξης GR, η αύξηση

ισοδυναμεί με διπλασιασμό της συγκέντρωσης (από 70 στα 170 nl Kg^{-1}), ενώ στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) η αύξηση είναι μικρότερη (από 227 στα 316 nl Kg^{-1}) (Γράφημα 5.21).

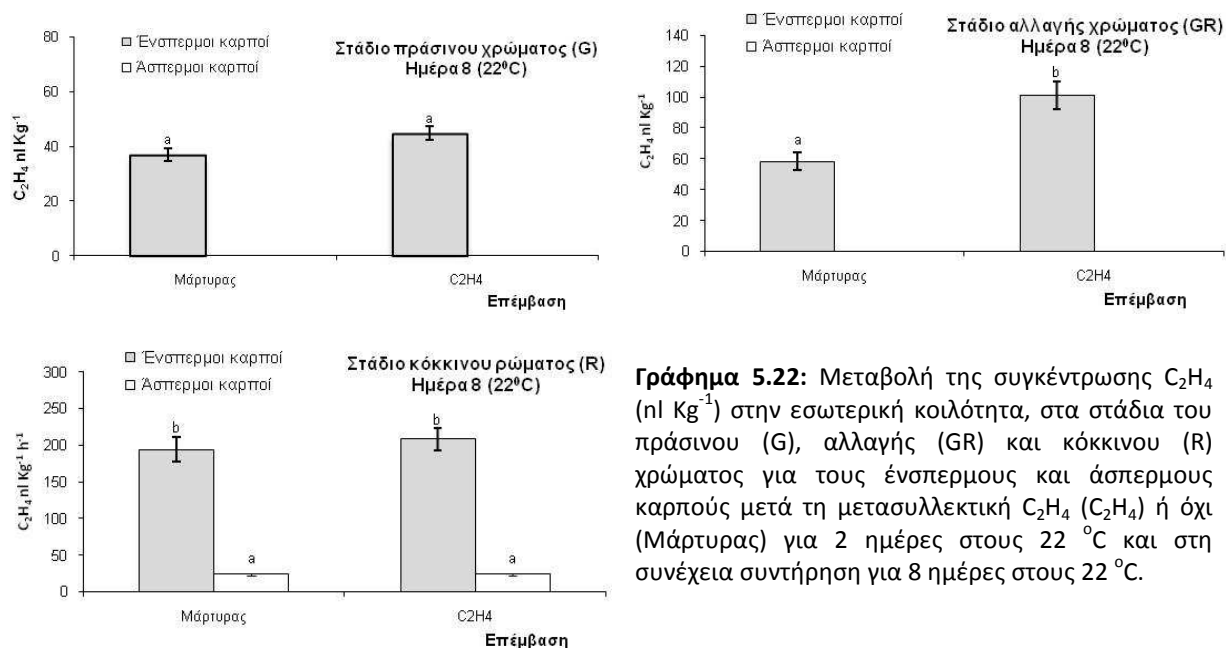
Η αύξηση της συγκέντρωσης C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων καρπών εξηγεί και την αύξηση του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 για το ίδιο διάστημα συντήρησης (Γράφημα 5.17) ως αποτέλεσμα της επίδρασης C_2H_4 .



Γράφημα 5.21: Μεταβολή της συγκέντρωσης C_2H_4 (nl Kg^{-1}) στην εσωτερική κοιλότητα, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς από τη συγκομιδή μέχρι το τέλος του διαστήματος της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) των 2 ημερών στους 22 °C.

Μεταβολή της συγκέντρωσης C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C

Η συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C, δίνει μετρήσιμες τιμές C_2H_4 για όλους τους ένσπερμους καρπούς και μόνο για τους κόκκινους άσπερμους καρπούς, καθώς στα υπόλοιπα 2 στάδια συγκομιδής (G και GR) η συγκέντρωση είναι χαμηλή και μη μετρήσιμη με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6).



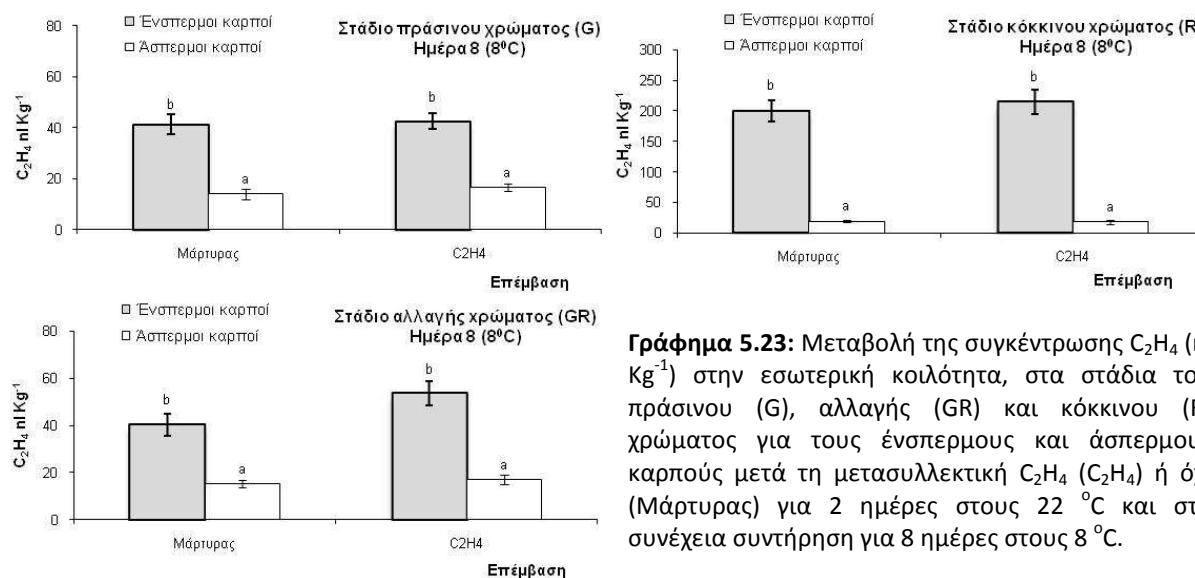
Γράφημα 5.22: Μεταβολή της συγκέντρωσης C_2H_4 (nl Kg^{-1}) στην εσωτερική κοιλότητα, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και στη συνέχεια συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C.

Στο τέλος της συντήρησης, η συγκέντρωση C_2H_4 εσωτερικά των ένσπερμων καρπών αυξάνεται με αύξηση του σταδίου ανάπτυξης, αποκτώντας τη μέγιστη τιμή στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Η επέμβαση των ένσπερμων καρπών με C_2H_4 πριν από τη συντήρηση δεν έχει κάποια επίδραση στη συγκέντρωση C_2H_4 για τα στάδια του πράσινου (G) και κόκκινου χρώματος (R), παρά μόνο στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, όπως ακριβώς συμβαίνει και με το ρυθμό παραγωγής C_2H_4 (Γράφημα 5.18). Επίσης, η προηγούμενη εφαρμογή C_2H_4 δεν επηρεάζει καθόλου και τη συγκέντρωση C_2H_4 που καταγράφηκε στους κόκκινους παρθενοκαρπικούς καρπούς (Γράφημα 5.22).

Μεταβολή της συγκέντρωσης C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους $22^\circ C$ και συντήρηση για 8 ημέρες στους $8^\circ C$

Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών, που παραμένουν στο θάλαμο συντήρησης των $8^\circ C$ για 8 ημέρες, παρουσιάζει μετρήσιμες τιμές, τόσο για τους παρθενοκαρπικούς, όσο και για τους ένσπερμους καρπούς, όπως ακριβώς συμβαίνει και για την περίοδο των 2 ημερών αμέσως μετά τη συγκομιδή (Γράφημα 5.23).

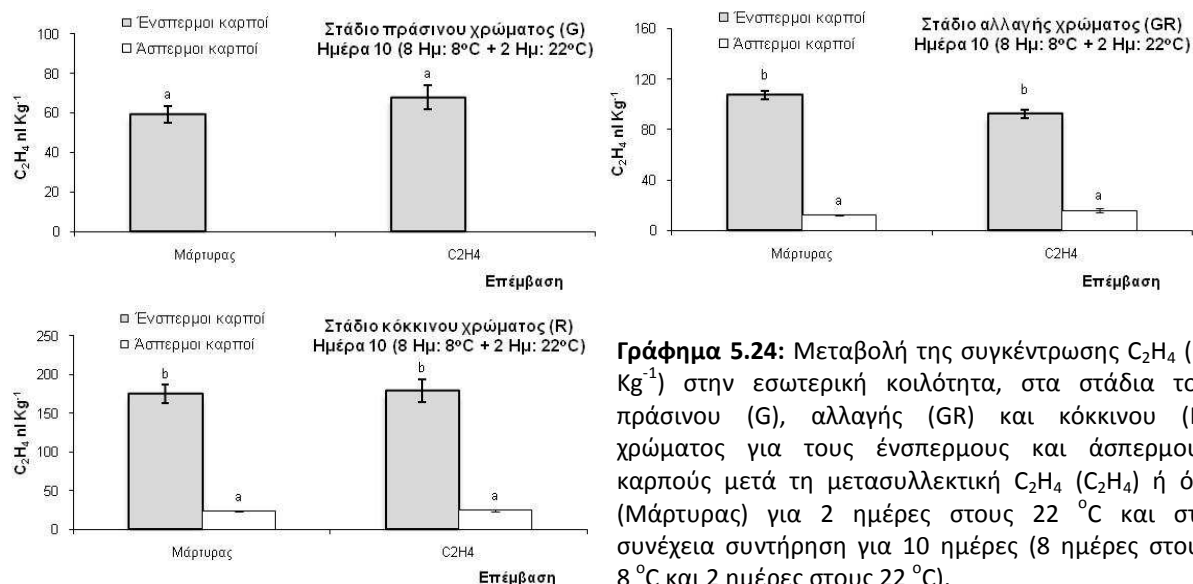
Οι ένσπερμοι καρποί εμφανίζουν υψηλότερη συγκέντρωση από τους άσπερμους καρπούς. Επιπλέον, η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων καρπών παραμένει χαμηλή από το στάδιο του πράσινου χρώματος και μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (40 nl Kg^{-1}), ενώ στη συνέχεια αυξάνεται σημαντικά μέχρι και τα 200 nl Kg^{-1} στο στάδιο του κόκκινου χρώματος. Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, η συγκέντρωση C_2H_4 παραμένει σταθερή στα $16\text{-}20 \text{ nl Kg}^{-1}$ ανεξάρτητα από το στάδιο συγκομιδής. Η εφαρμογή C_2H_4 πριν από τη συντήρηση δεν επηρεάζει καθόλου τη συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών στο τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους $8^\circ C$.



Μεταβολή της συγκέντρωσης C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους $22^\circ C$ και συντήρηση για 10 ημέρες ($8^\circ C$ και 2 ημέρες στους $22^\circ C$)

Στο τέλος της συντήρησης στους $22^\circ C$, αμέσως μετά τη συντήρηση στους $8^\circ C$ για 8 ημέρες, η συγκέντρωση C_2H_4 παρουσιάζει μετρήσιμες τιμές για τους ένσπερμους καρπούς και στα 2 τελευταία στάδια συγκομιδής (GR και R) των παρθενοκαρπικών καρπών.

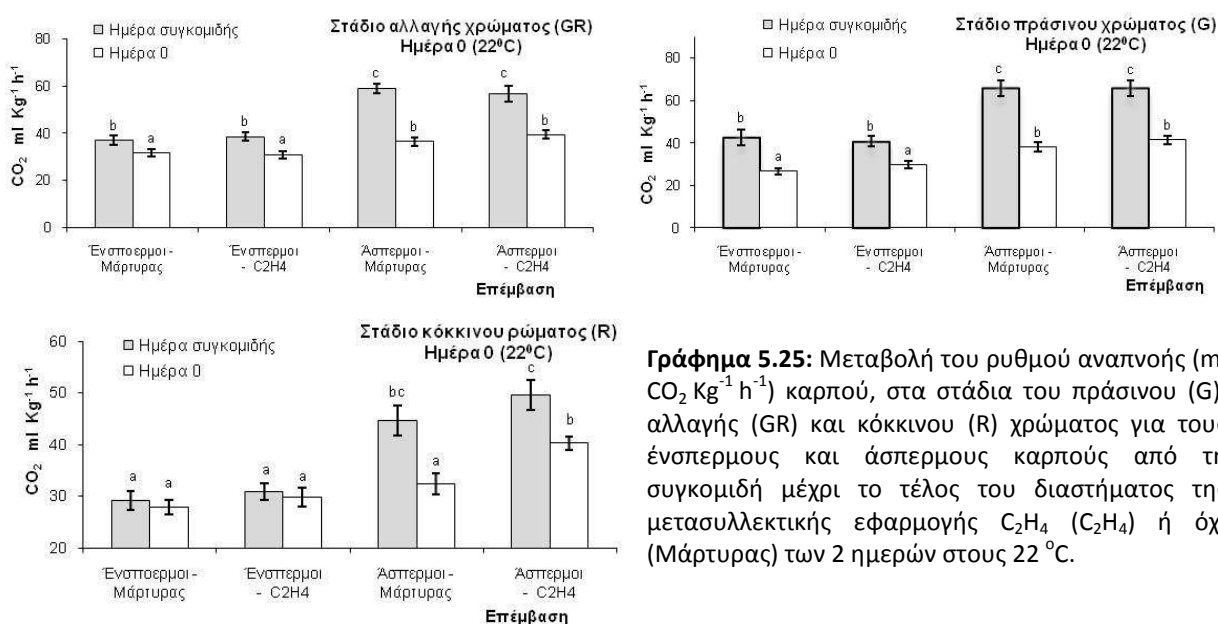
Η συγκέντρωση C_2H_4 για τους ένσπερμους καρπούς αυξάνεται σημαντικά κατά την ανάπτυξη του καρπού, αποκτώντας τη μέγιστη τιμή στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (180 nl Kg^{-1}), αλλά επιπλέον είναι σημαντικά μεγαλύτερη από τη συγκέντρωση των άσπερμων καρπών, όπου στα στάδια της αλλαγής του χρώματος, αλλά και του κόκκινου χρώματος δεν ξεπερνάει τα 25 nl Kg^{-1} . Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 πριν από τη συντήρηση δεν έχει καμία επίδραση πάνω στη συγκέντρωση C_2H_4 , ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων (Γράφημα 5.24).



5.3.7. Επίδραση του αιθυλενίου στο ρυθμό αναπνοής του καρπού

Ρυθμός αναπνοής καρπού μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους 22°C

Ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών εμφανίζεται κυρίως υψηλότερος από το ρυθμό των ένσπερμων καρπών, τόσο πριν, όσο και μετά το τέλος της περιόδου των 2 ημερών στους 22°C (Γράφημα 5.25).

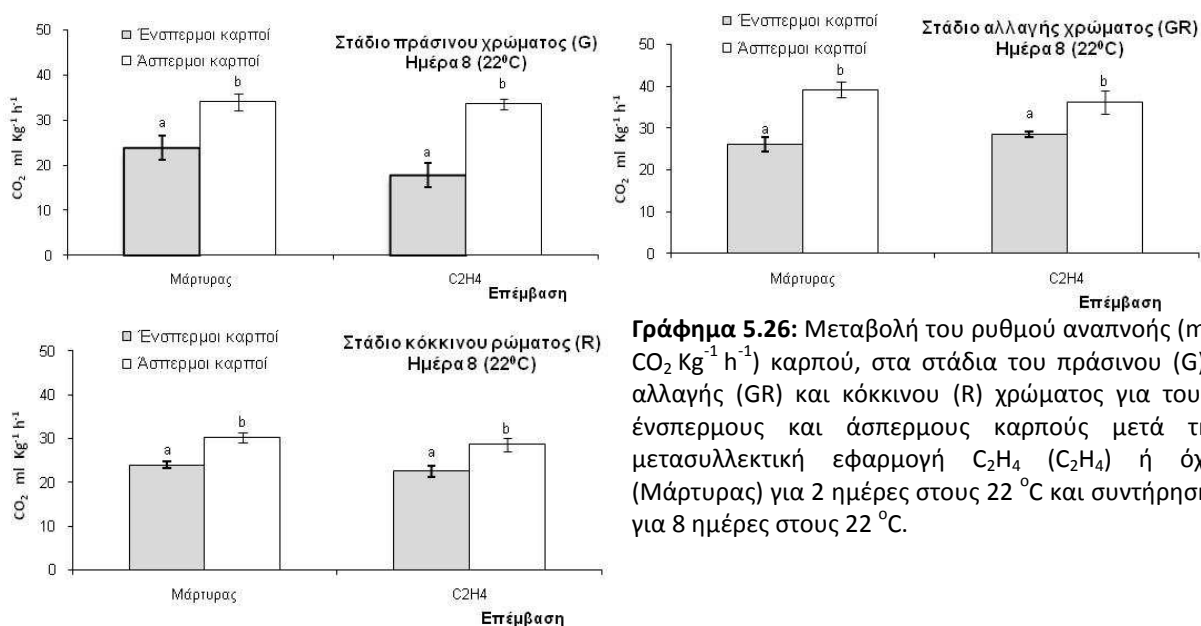


Στη μέτρηση αμέσως μετά τη συγκομιδή, ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών έχει στατιστικά σημαντικά μεγαλύτερη τιμή από τους ένσπερμους καρπούς. Μετά την περίοδο των 2 ημερών, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται για τα στάδια πράσινου (G) και αλλαγής του χρώματος (GR), αλλά και πάλι παραμένει υψηλότερος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, χωρίς κάποια επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄. Στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), ο αντίστοιχος ρυθμός αναπνοής για τους άσπερμους καρπούς διατηρείται σε υψηλότερες τιμές, αλλά μόνο για εκείνους που δέχθηκαν πριν από τη συντήρηση εφαρμογή C₂H₄ ενώ οι παρθενοκαρπικοί καρποί χωρίς προηγούμενη εφαρμογή C₂H₄ παρουσιάζουν παρόμοιο ρυθμό αναπνοής με τους ένσπερμους καρπούς.

Ρυθμός αναπνοής καρπού μετά από επέμβαση των καρπών με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C

Ο υψηλότερος ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών διαπιστώνεται σε όλα τα στάδια συγκομιδής μετά από τη συντήρηση των 8 ημερών στους 22 °C και χωρίς κάποια σημαντική επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄.

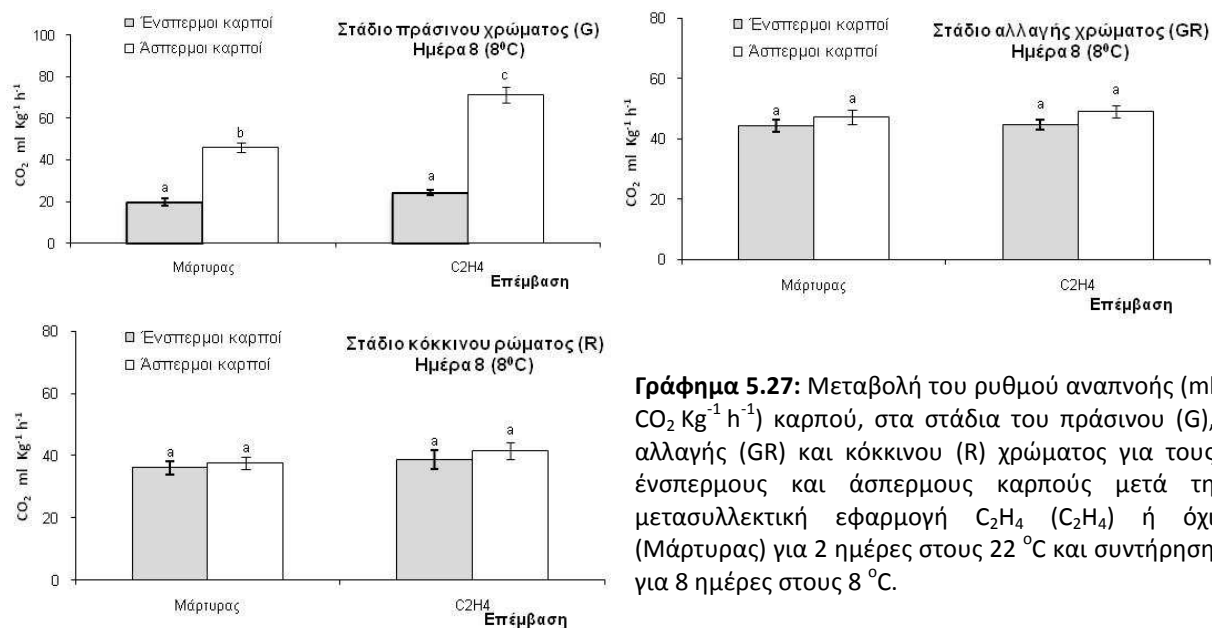
Ο ρυθμός αναπνοής των ένσπερμων καρπών παραμένει σταθερός (20-25 ml Kg⁻¹ h⁻¹) σχεδόν σε όλα τα στάδια συγκομιδής, ενώ ο ρυθμός των άσπερμων καρπών σημειώνει μικρή μείωση από τα 34-38 ml Kg⁻¹ h⁻¹ στα στάδια G και GR, μέχρι τα 30 ml Kg⁻¹ h⁻¹ στο στάδιο R. Η διαφορά στο ρυθμό αναπνοής μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών μειώνεται με το στάδιο ανάπτυξης του καρπού και παρουσιάζει τη μικρότερη τιμή (7-8 ml Kg⁻¹ h⁻¹) στο στάδιο R (Γράφημα 5.26).



Ρυθμός αναπνοής μετά από επέμβαση των καρπών με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

Μετά τη συντήρηση στους 8 °C για 8 ημέρες, οι άσπερμοι καρποί σημειώνουν τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής μόνο στο στάδιο πράσινου χρώματος, όπου η εφαρμογή C₂H₄ πριν από τη συντήρηση αυξάνει το ρυθμό αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών από τα 46 στα 71 ml Kg⁻¹ h⁻¹, ενώ δεν επηρεάζει καθόλου τον αντίστοιχο ρυθμό των ένσπερμων καρπών (19-24 ml Kg⁻¹ h⁻¹). Στο στάδια GR ο ρυθμός αναπνοής παραμένει σταθερός

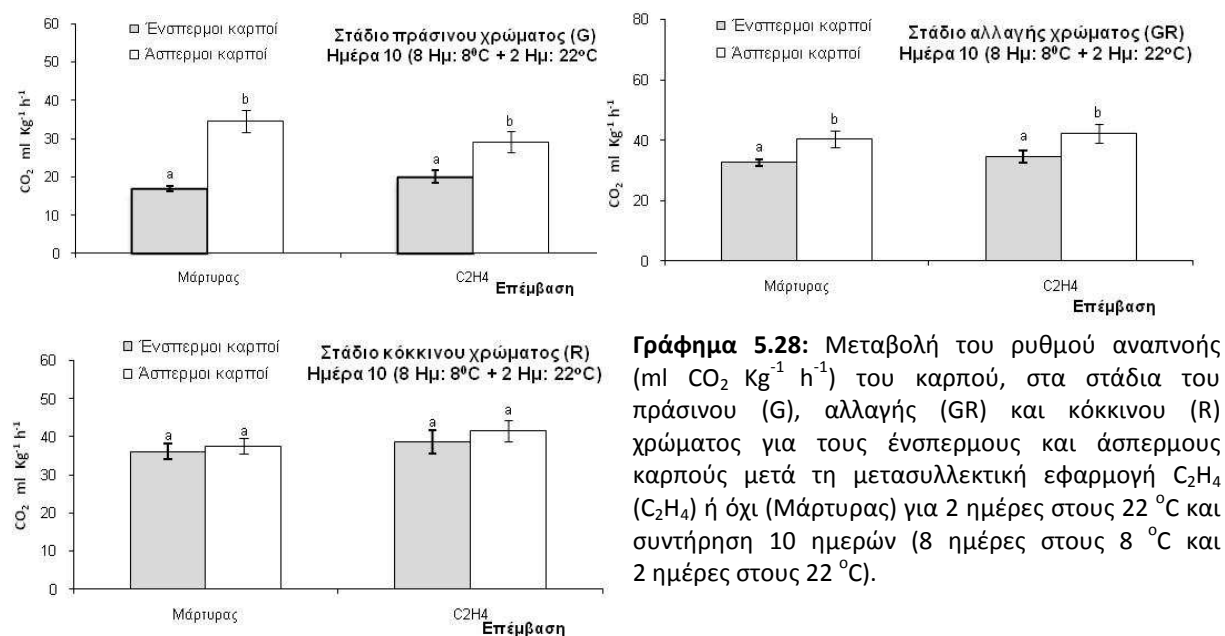
(46-47 ml Kg⁻¹ h⁻¹), ενώ στο στάδιο R σημειώνεται μείωση στα 40 ml Kg⁻¹ h⁻¹, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων, αλλά και την εφαρμογή με C₂H₄ (Γράφημα 5.26).



Γράφημα 5.27: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής (ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C.

Ρυθμός αναπνοής μετά από επένδυση των καρπών με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C)

Μετά την παραμονή των καρπών για 2 ημέρες στους 22 °C, σε συνέχεια της συντήρησης για 8 ημέρες στους 8 °C, ο ρυθμός αναπνοής των καρπών παρουσιάζει παρόμοια αποτελέσματα με τη συντήρηση στους 8 °C, με τη μεγαλύτερη τιμή για τους άσπερμους καρπούς στα στάδια ανάπτυξης G και GR. Η διαφορά αυτή είναι μεγαλύτερη (10-18 ml Kg⁻¹ h⁻¹) για το στάδιο G και μειώνεται σημαντικά (6-8 ml Kg⁻¹ h⁻¹) στο στάδιο GR.



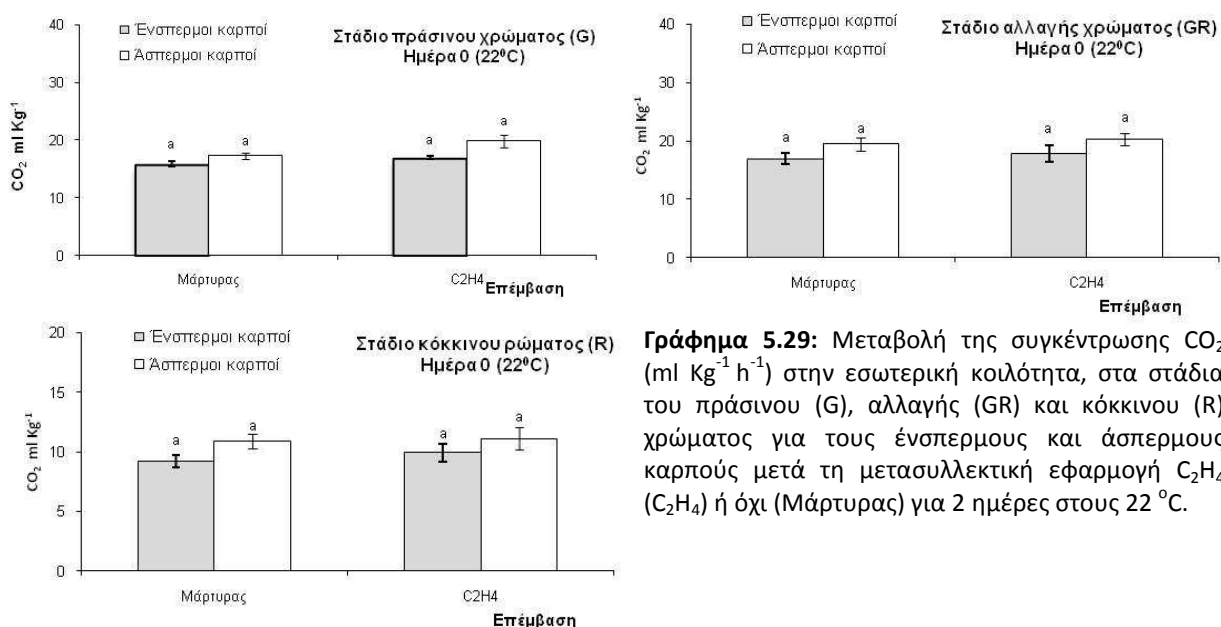
Γράφημα 5.28: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής (ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) του καρπού, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους 8 °C και 2 ημέρες στους 22 °C).

Για τους κόκκινους καρπούς, ο ρυθμός αναπνοής δε διαφέρει μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών (περίπου $37 \text{ ml Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$). Η επίδραση C_2H_4 δεν έχει σημαντική επίδραση πάνω στο ρυθμό αναπνοής (Γράφημα 5.28).

5.3.8. Επίδραση του αιθυλενίου στη συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα

Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους 22°C

Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μειώνεται σημαντικά από τα στάδια ανάπτυξης G και GR (περίπου τιμές $17\text{-}19 \text{ ml Kg}^{-1}$) στο στάδιο ανάπτυξης R (περίπου $10\text{-}11 \text{ ml Kg}^{-1}$), χωρίς σημαντική επίδραση από την παρουσία των σπόρων και τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 (Γράφημα 5.29).



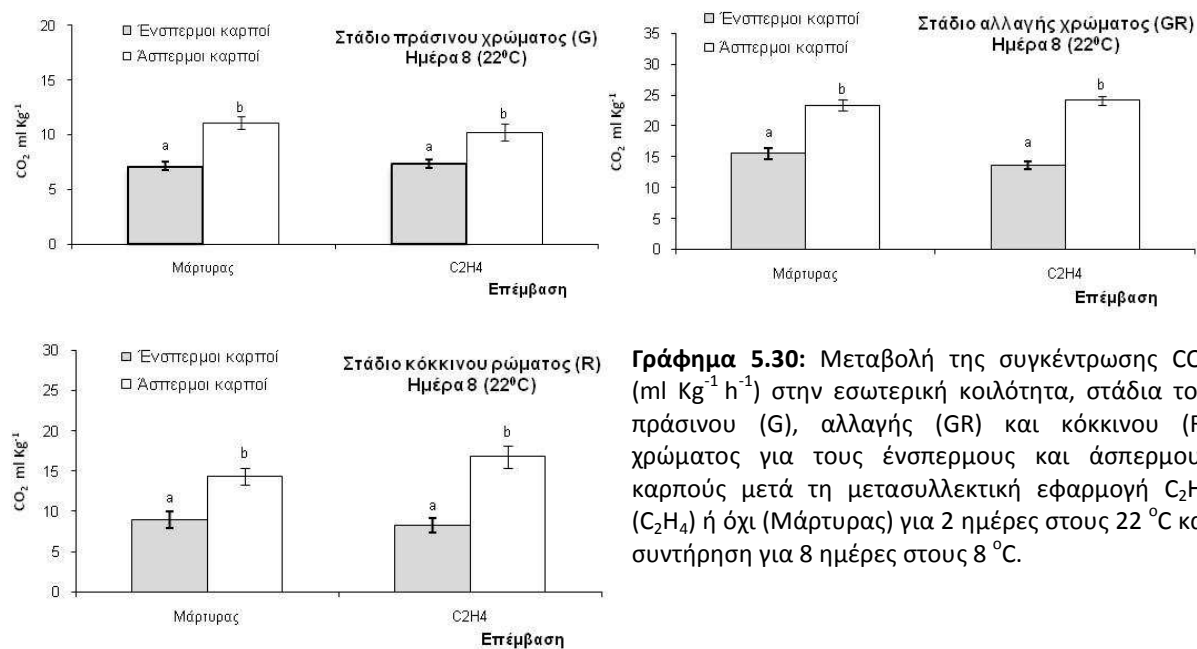
Γράφημα 5.29: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 ($\text{ml Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα, στα στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22°C .

Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους 22°C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22°C

Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα των άσπερμων καρπών παρουσιάζεται υψηλότερη από την αντίστοιχη των ένσπερμων καρπών στο τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους 22°C , χωρίς κάποια επίδραση των σπόρων και της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C_2H_4 πριν από τη συντήρηση.

Για τους ένσπερμους καρπούς η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα αυξάνεται από 7 ml Kg^{-1} (στάδιο G) στα 15 ml Kg^{-1} (στάδιο GR) και ακολούθως μειώνεται στα 8 ml Kg^{-1} (στάδιο R). Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς οι αντίστοιχες συγκεντρώσεις είναι $11, 23 \text{ ml Kg}^{-1}$ και 16 ml Kg^{-1} (Γράφημα 5.30).

Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς

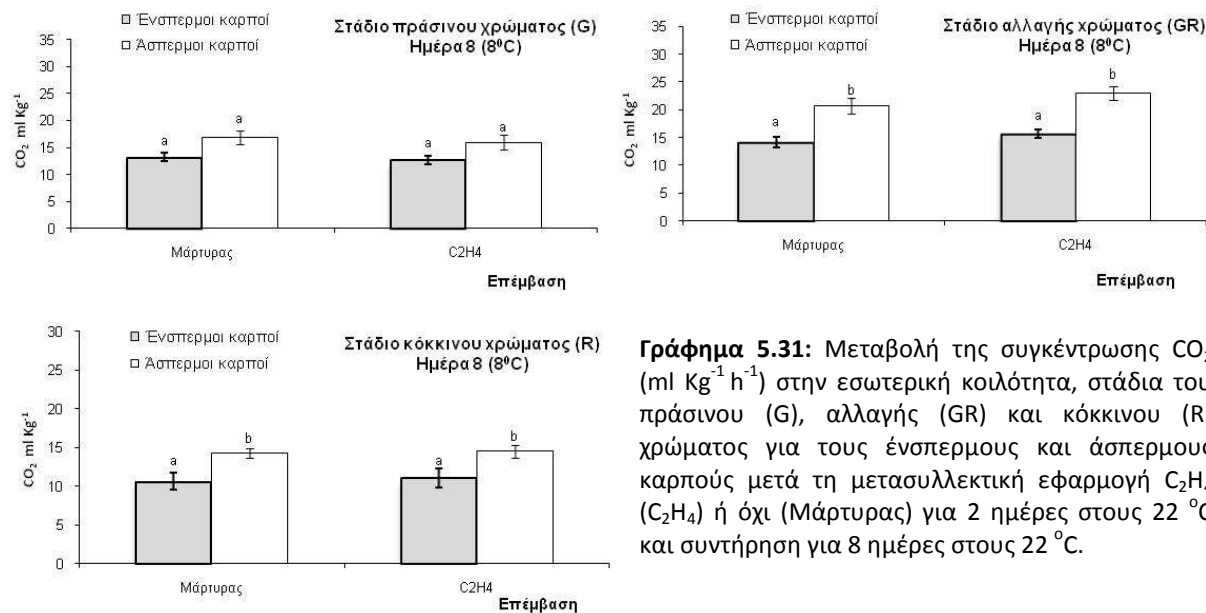


Γράφημα 5.30: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹ h⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα, στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C.

Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα μετά από επέμβαση με C₂H₄ για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 8 °C

Μετά τη συντήρηση των καρπών στους 8 °C για 8 ημέρες, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν μεγαλύτερη συγκέντρωση CO₂ στα στάδια ανάπτυξης GR και R, ενώ στο στάδιο G δεν σημειώνεται κάποια επίδραση από την απουσία των σπόρων. Η διαφορά μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών παραμένει μικρή, μόλις 6-7 ml Kg⁻¹ για το στάδιο GR και 3-4 ml Kg⁻¹ για το στάδιο R.

Η μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ δεν είναι σημαντική για τα 3 στάδια ανάπτυξης. Για τους ένσπερμους καρπούς η συγκέντρωση κυμαίνεται στα 13-15 ml Kg⁻¹ για τα στάδια G και GR και 11 ml Kg⁻¹ για το στάδιο R. Στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών οι τιμές είναι 16-20 ml Kg⁻¹ για τα στάδια G και GR και 14 ml Kg⁻¹ για το στάδιο R.

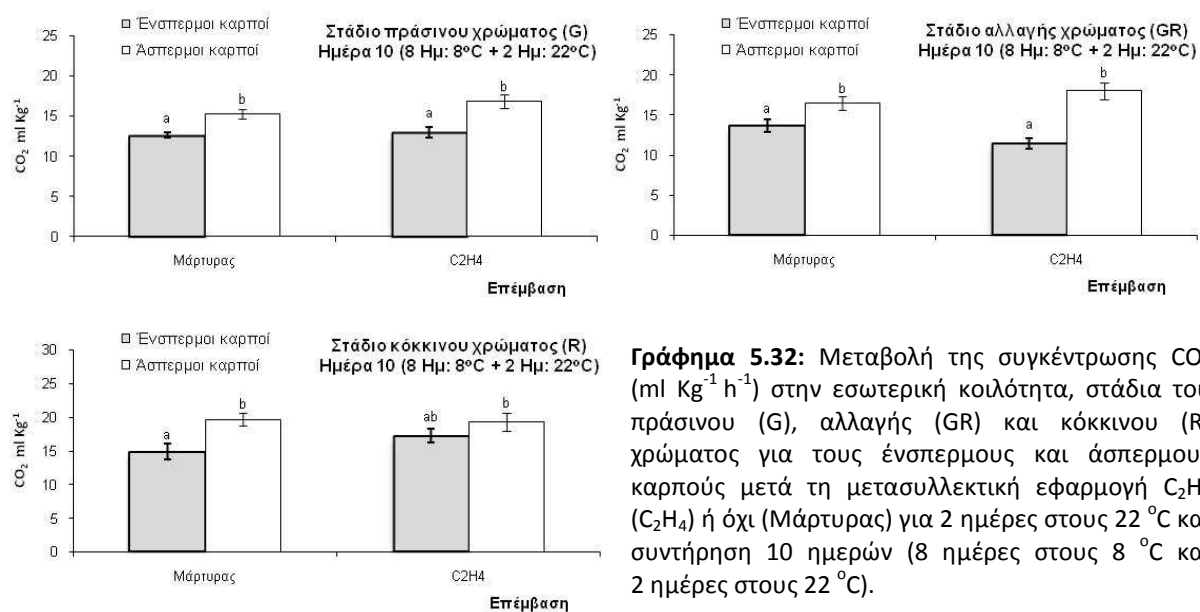


Γράφημα 5.31: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ (ml Kg⁻¹ h⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα, στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (C₂H₄) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους 22 °C και συντήρηση για 8 ημέρες στους 22 °C.

Επίσης, η εφαρμογή C_2H_4 πριν από τη συντήρηση δεν έχει καμία επίδραση στη συγκέντρωση CO_2 εσωτερικά των καρπών, τόσο για τους παρθενοκαρπικούς, όσο και για τους ένσπερμους καρπούς (Γράφημα 5.31).

Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα μετά από επέμβαση με C_2H_4 για 2 ημέρες στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους $8\text{ }^\circ\text{C}$ και 2 ημέρες στους $22\text{ }^\circ\text{C}$)

Η συντήρηση των καρπών για 10 ημέρες (8 ημέρες στους $8\text{ }^\circ\text{C}$ και 2 ημέρες στους $22\text{ }^\circ\text{C}$) έχει παρόμοια αποτελέσματα με τη συντήρηση στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ και $8\text{ }^\circ\text{C}$ για 8 ημέρες, δηλαδή τη μεγαλύτερη συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού κάτω από την απουσία των σπόρων. Η διαφορά αυτή παραμένει σημαντική, τόσο για καρπούς που έχουν δεχτεί εφαρμογή C_2H_4 , όσο και για τους μάρτυρες στα στάδια ανάπτυξης G και GR. Στο στάδιο όμως R, οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν αύξηση της συγκέντρωσης μετά την εφαρμογή C_2H_4 , ώστε δε σημειώνεται διαφορά τους παρθενοκαρπικούς μετά το τέλος της συντήρησης των 2 ημερών στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ (Γράφημα 5.32).



Γράφημα 5.32: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 ($ml\ Kg^{-1}\ h^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα, στάδια του πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος για τους ένσπερμους και άσπερμους καρπούς μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 (C_2H_4) ή όχι (Μάρτυρας) για 2 ημέρες στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ και συντήρηση 10 ημερών (8 ημέρες στους $8\text{ }^\circ\text{C}$ και 2 ημέρες στους $22\text{ }^\circ\text{C}$).

5.4. Συζήτηση

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά διαπιστώνεται και στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder, καθώς δεν παρουσιάζουν αύξηση του ρυθμού αναπνοής και η μικρή αύξηση του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 δεν είναι ικανή να προκαλέσει την αυτοκαταλυτική παραγωγή C_2H_4 κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού. Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 αμέσως μετά τη συγκομιδή για το διάστημα των 2 ημερών στους 22 °C δε φαίνεται να επηρεάζει σημαντικά τη συμπεριφορά των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών (απώλεια νωπού βάρους καρπού, χρώμα περικαρπίου) και κυρίως δεν επηρεάζει τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά τους.

Η απώλεια του νωπού βάρους καρπού φαίνεται ότι εξαρτάται περισσότερο από την παρουσία ή απουσία των σπόρων και λιγότερο από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 πριν από τη συντήρηση. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν υψηλή απώλεια του νωπού βάρους καρπού για τη συντήρηση των 8 ημερών, όπου ακόμα και στη θερμοκρασία των 8 °C, που βρίσκεται στο προτεινόμενο εύρος συντήρησης των 7-10 °C (Kader, 1992), η απώλεια φτάνει τα επίπεδα του μέγιστου επιτρεπτού ποσοστού 7 % (Ben-Yehoshua, 1987). Η απουσία των σπόρων έχει σημαντική επίδραση στο % ποσοστό του ξηρού βάρους περικαρπίου, καθώς παρουσιάζεται υψηλότερη για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, τόσο αμέσως μετά τη συγκομιδή, όσο και μετά το τέλος της συντήρησης στους 8 °C ή 22 °C και ανεξάρτητα από την προηγούμενη εφαρμογή C_2H_4 .

Η εφαρμογή C_2H_4 αμέσως μετά τη συγκομιδή δε σημειώνει σημαντική επίδραση πάνω στο νωπό βάρος καρπού και το ξηρό βάρος περικαρπίου των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Μόνο στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος παρουσιάζεται αύξηση της απώλειας του νωπού βάρους καρπού στο τέλος της συντήρησης για 8 ημέρες στους 22 °C έπειτα από την εφαρμογή με C_2H_4 . Η συγκεκριμένη περίπτωση δεν επαληθεύτηκε σε κανένα άλλο στάδιο συγκομιδής ή αμέσως μετά την εφαρμογή C_2H_4 στους 22 °C ή τη συντήρηση στους 8 °C και ίσως να οφείλεται στην έντονη μεταβολική δραστηριότητα των συγκεκριμένων καρπών σε συνδυασμό με την παραμονή για 8 ημέρες στους 22 °C. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί δείχνουν να επηρεάζονται μόνο αμέσως μετά την εφαρμογή με C_2H_4 , σημειώνοντας αύξηση στην απώλεια του νωπού βάρους στα στάδια πράσινου χρώματος και αλλαγής χρώματος και καμία επίδραση κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 8 °C ή 22 °C.

Η πιπεριά ως μη κλιμακτηριακός καρπός ανταποκρίνεται στην επέμβαση με C_2H_4 μόνο κατά τη διάρκεια της εφαρμογής (Lu *et al.*, 1990). Στην περίπτωση των καρπών της Yolo Wonder του πειράματος, η μέτρηση αμέσως μετά το τέλος της εφαρμογής C_2H_4 για 2 ημέρες (8 ώρες μετά τη τελευταία εφαρμογή) δεν παρουσιάζει οποιαδήποτε μεταβολή στο ρυθμό αναπνοής και τη συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα και κατά συνέπεια και στα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, όπως την απώλεια του νωπού βάρους καρπού και το ποσοστό του ξηρού βάρους του περικαρπίου ή εάν παρουσιάζεται (απώλεια νωπού βάρους άσπερμων καρπών) μειώνεται κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Η θερμοκρασία και η διάρκεια συντήρησης αποτελούν τους βασικότερους παράγοντες στη διατήρηση της καλής ποιότητας των καρπών μετασυλλεκτικά. Σύμφωνα με τους Bosland and Votava (2003) και Kader (1995), οι καρποί πιπεριάς διατηρούν θαυμάσια την καλή ποιότητα τους στο εύρος θερμοκρασιών 7-10 °C, ενώ, όσο αυξάνεται το χρονικό διάστημα συντήρησης, τόσο μειώνεται και η ποιότητα των καρπών. Στο παρόν πείραμα, οι ένσπερμοι καρποί, που διατηρήθηκαν στους 22 °C για 2 ημέρες παρουσιάζουν μικρή απώλεια της τάξης του 1,5-2 % για όλα τα στάδια συγκομιδής, ενώ η επέκταση του χρόνου

συντήρησης κατά 8 ημέρες και στην ίδια θερμοκρασία (22 °C) αυξάνει την απώλεια για τα στάδια του πράσινου χρώματος και αλλαγής χρώματος (12-15 %), που μειώνεται στη συνέχεια στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (2 %) (Villavicencio *et al.*, 1999). Η μείωση της θερμοκρασίας στους 8 °C για το ίδιο χρονικό διάστημα των 8 ημερών μειώνει την απώλεια στο 7-10 %, ενώ η παραμονή για 2 ημέρες στους 22 °C (“shelf-life”) μετά από τη συντήρηση στους 8 °C αυξάνει την απώλεια νωπού βάρους στο 10-12 %.

Αντίστοιχα, οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν μικρό ποσοστό απώλειας (μόλις 4-6 %) για το διάστημα των 2 ημερών στους 22 °C, ενώ για μεγαλύτερο διάστημα στην ίδια θερμοκρασία παρατηρείται αύξηση του ποσοστού στο 24-27 % (πράσινοι καρποί) και 5-6 % (στάδιο κόκκινου χρώματος). Στους 8 °C για 8 ημέρες, η απώλεια φτάνει το 16 % και κατά την παραμονή τους στη συνέχεια στους 22 °C για 2 ημέρες (εξέταση “shelf-life”) το ποσοστό αυξάνεται σημαντικά στο 21-27 %.

Η μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας για τους άσπερμους καρπούς παρατηρήθηκε και στα πειράματα που περιγράφονται στο κεφάλαιο 4, αλλά και από τους Diaz-Perez *et al.* (2007), που παρατήρησαν μεγαλύτερη απώλεια ανάλογη με το μέγεθος του καρπού και πιο συγκεκριμένα ανάλογα με την εξωτερική επιφάνεια. Η συντήρηση των ώριμων πράσινων καρπών πιπεριάς τύπου Habanero σε θερμοκρασία 7 °C προκάλεσε μικρή απώλεια σε σύγκριση με την δεκαπλάσια απώλεια που σημειώθηκε κατά τη μεταφορά τους σε θερμοκρασία 22 °C για 10-12 ημέρες αμέσως μετά την έξοδο από τους 7 °C (Gonzalez *et al.*, 2005).

Η φωτεινότητα του χρώματος των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών της Yolo Wonder δεν επηρεάζεται σημαντικά, τόσο από τη διάρκεια της συντήρησης, όσο και από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄. Οι πράσινοι ένσπερμοι καρποί μόνο φαίνεται ότι παρουσιάζουν υψηλότερη φωτεινότητα πριν από τη συντήρηση, αλλά και μετά από το διάστημα των 2 ημερών στους 22 °C σε σχέση με τη φωτεινότητα στο τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους 8 °C ή 22 °C. Αντίστοιχα, οι Gonzalez *et al.* (2005), δεν παρατήρησαν οποιαδήποτε μεταβολή της φωτεινότητας του χρώματος κατά τη συντήρηση των ώριμων πράσινων καρπών πιπεριάς τύπου Habanero, στους 7 °C για 20 ημέρες ή ακόμα και μετά από διάστημα των 10-12 ημερών που ακολούθησε στους 22 °C

Το χρώμα των καρπών της Yolo Wonder κάτω από την επίδραση της επέμβασης με C₂H₄ ή της παρουσίας ή απουσίας των σπόρων επηρεάζεται σημαντικά από το εξεταζόμενο στάδιο συγκομιδής. Οι κόκκινοι καρποί διατηρούν την ένταση του κόκκινου χρώματος στα αρχικά επίπεδα, ανεξάρτητα εάν η συντήρηση πραγματοποιείται στους 22 °C και 8 °C ή εάν ακόμα επιλεγεί χρονικό διάστημα των 2 ημερών σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C αμέσως μετά τη συντήρηση στους 8 °C. Ταυτόχρονα, η μετασυλλεκτική εφαρμογή με C₂H₄ των κόκκινων καρπών πριν από τη συντήρηση στις προηγούμενες συνθήκες δεν παρουσιάζει οποιαδήποτε επίδραση στην ένταση του κόκκινου χρώματος.

Στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, οι ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν ομοιόμορφη αύξηση του κόκκινου χρώματος ανεξάρτητα από την προηγούμενη επέμβαση με C₂H₄. Η απουσία των σπόρων δεν έχει καμία επίδραση στην απόκτηση του κόκκινου χρώματος σε διάστημα των 8 ημερών (στους 8 °C ή 22 °C) ή ακόμα και για 2 ημέρες στους 22 °C αμέσως μετά τη συντήρηση στους 8 °C. Σε μικρό διάστημα συντήρησης των 2 ημερών στους 22 °C, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν περισσότερο κόκκινο χρώμα από τους ένσπερμους καρπούς και χωρίς οποιαδήποτε επίδραση της επέμβασης με C₂H₄. Οι Gonzalez *et al.* (2005) αναφέρουν ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος από τις 3-4 πρώτες ημέρες της συντήρησης στους 22 °C καρπών της πιπεριάς τύπου Habanero στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος.

Σημαντικότερες διαφορές παρουσιάζονται στους πράσινους καρπούς, όπου η παρουσία των σπόρων και η μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 ασκούν σημαντική επίδραση στη μεταβολή του χρώματος του περικαρπίου. Στο μικρό διάστημα των 2 ημερών σε θερμοκρασία $22\text{ }^\circ\text{C}$ το πράσινο χρώμα διατηρείται σταθερό στις αρχικές τιμές (αμέσως μετά τη συγκομιδή), ενώ η αύξηση της διάρκειας συντήρησης κατά 8 ημέρες αυξάνει σημαντικά τον κόκκινο χρωματισμό των ένσπερμων καρπών, ενώ σε συνθήκες απουσίας των σπόρων ο πράσινος χρωματισμός μειώνεται λιγότερο ώστε το ισοζύγιο πράσινου - κόκκινου χρώματος να είναι μηδενικό (συντελεστής $a = 0$). Η επιλογή θερμοκρασίας συντήρησης $8\text{ }^\circ\text{C}$ επιδρά θετικά στην καλή διατήρηση του πράσινου χρώματος στα αρχικά επίπεδα πριν από τη συγκομιδή, ακόμα και εάν ακολουθήσει περίοδος 2 ημερών στους $22\text{ }^\circ\text{C}$. Αντίστοιχα, οι Gonzalez *et al.* (2005) αναφέρουν ότι η αύξηση της διάρκειας παραμονής των καρπών στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ σε 10-12 ημέρες μετά από συντήρηση στους $7\text{ }^\circ\text{C}$ συντελεί στην ανάπτυξη ομοιόμορφου κόκκινου χρώματος.

Το στάδιο ανάπτυξης των πράσινων καρπών παίζει σημαντικό ρόλο στην ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος κατά τη συντήρηση. Οι πράσινοι καρποί τύπου Habanero στο στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος σχηματίζουν ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό κατά την παραμονή τους στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ για 15 ημέρες, ενώ αποτυγχάνουν να αναπτύξουν κόκκινο χρώμα όταν βρίσκονται στο στάδιο του άγουρου πράσινου χρώματος (Gonzalez *et al.*, 2005).

Η επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής με C_2H_4 παρουσιάζεται έντονη για τους πράσινους καρπούς. Αμέσως μετά την εφαρμογή των 2 ημερών, ο πράσινος χρωματισμός των πράσινων ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών διατηρείται σταθερός στις αρχικές τιμές πριν από τη συντήρηση. Όταν ακολουθεί συντήρηση στους $22\text{ }^\circ\text{C}$, $8\text{ }^\circ\text{C}$ ή στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ για 2 ημέρες μετά τη συντήρηση στους $8\text{ }^\circ\text{C}$, ο κόκκινος χρωματισμός αναπτύσσεται ομοιόμορφα για άσπερμους και ένσπερμους καρπούς και ίσως με μεγαλύτερη επίδραση στους παρθενοκαρπικούς καρπούς (τέλος συντήρησης στους $8\text{ }^\circ\text{C}$).

Σε αντίστοιχες μελέτες, οι πράσινοι καρποί pimienta (Knave and Kemp, 1973) και τύπου φλάσκας (Lockwood and Vines, 1972) απέτυχαν να σχηματίσουν ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό περικαρπίου μετά από εφαρμογή C_2H_4 ($500\text{ }\mu\text{l l}^{-1}$) ή ethephon ($1000\text{ }\mu\text{l l}^{-1}$). Από την άλλη μεριά, οι Pretel *et al.* (1995) αναφέρουν αύξηση του κόκκινου χρώματος κατά την παραμονή των ώριμων πράσινων καρπών στους $22\text{ }^\circ\text{C}$ για 8 ημέρες, ανεξάρτητα εάν είχε προηγηθεί μετασυλλεκτική επέμβαση με προπυλένιο ή STS (ανταγωνιστής του C_2H_4).

Η επιτυχία στην ανάπτυξη του κόκκινου χρώματος των καρπών πιπεριάς μετά από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή με C_2H_4 , πιθανόν σχετίζεται με τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως το πάχος επιδερμίδας (Lockwood and Vines, 1972), το στάδιο συγκομιδής όπου εφαρμόζεται η επέμβαση (Gonzalez *et al.*, 2005), την χρησιμοποιούμενη ποικιλία (Fox *et al.*, 2005), αλλά και από τις συνθήκες εφαρμογής του C_2H_4 (Fox *et al.*, 2005).

Οι Krajayklang *et al.* (2000) αναφέρουν ανάπτυξη ομοιόμορφου κόκκινου χρωματισμού μετά από εφαρμογή C_2H_4 σε καρπούς πάπρικας και chilli στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος, που δε διέφερε από τον αντίστοιχο κόκκινο χρωματισμό των καρπών που ωρίμασαν φυσιολογικά πάνω στο φυτό.

Η συγκομιδή των καρπών των 2 ποικιλιών Triple 4 (κόκκινη) και Kelvin (κίτρινη) σε στάδια με 10 έως 30 % αλλαγής του χρώματος και στη συνέχεια έκθεση αυτών στους $20\text{ }^\circ\text{C}$ και σχετική υγρασία 90 % προκάλεσε ομοιόμορφη ανάπτυξη του ώριμου χρώματος ανεξάρτητα από τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 ή όχι (Molinari *et al.*, 2000).

Οι Fox *et al.* (2005) παρατήρησαν ότι οι καρποί πιπεριάς τύπου φλάσκας και ποικιλίας Robusta που συγκομίστηκαν με 10 % ή περισσότερο κόκκινο χρώμα είχαν και τη μεγαλύτερη ανταπόκριση στην ολοκλήρωση του κόκκινου χρωματισμού κατά τη

μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ (20 °C και σχετική υγρασία 90 %) με συνεχή ροή C₂H₄ (100 ml l⁻¹). Αντίθετα, οι πράσινοι καρποί δεν κατάφεραν να συμπληρώσουν ομοιόμορφο κόκκινο χρωματισμό και κατά συνέπεια καλή εμπορική αξία μετά το τέλος της εφαρμογής C₂H₄.

Σύμφωνα με τους Minguez-Mosquera and Hornero-Mendez (1994), ο χρωματισμός των καρπών στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης οφείλεται σε αποδόμηση των χλωροπλαστών και σε δημιουργία από την αρχή (de novo) keto-carotenoids capsanthin, capsorubin, xanthophylls και carotenoids. Η ανάπτυξη του κόκκινου χρωματισμού στους καρπούς πάνω στο φυτό γίνεται με τη συμμετοχή και άλλων ορμονών εκτός από το C₂H₄ και την παρουσία ουσιών πρόδρομων των χρωστικών που αλληλεπιδρούν με το αιθυλένιο, ενώ στους συγκομισμένους καρπούς οφείλεται κυρίως στην αποδόμηση των χλωροπλαστών (Krajayklang *et al.*, 2000).

Οι Fox *et al.* (2005) σημείωσαν ότι η θετική επίδραση C₂H₄ στην ωρίμανση των καρπών της πιπεριάς οφείλεται στη συνεχή ροή της ορμόνης κατά τη διάρκεια της εφαρμογής. Με τον τρόπο αυτό επιταχύνεται η διαδικασία διάσπασης της χλωροφύλλης κατά τη διάρκεια της σύνθεσης των καροτενοειδών. Στην περίπτωση διακοπής της παροχής C₂H₄, ο ρυθμός ωρίμανσης και αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο μειώνεται. Αντίστοιχη διαδικασία συνεχούς εφαρμογής C₂H₄ συμβαίνει και κατά τον αποπρασινισμό των εσπεριδοειδών (μη κλιμακτηρικός καρπός) (Grierson *et al.*, 1986). Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ και η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα των παρθενοκαρπικών καρπών είναι αρκετά χαμηλή και μη ανιχνεύσιμη με τη συγκεκριμένη μέθοδο που χρησιμοποιήθηκε (βλέπε κεφάλαιο 2.6).

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί και των 3 σταδίων ανάπτυξης (G, GR και R) έχουν πολύ μικρό ρυθμό παραγωγής C₂H₄, που είναι μη ανιχνεύσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6), ακόμα και εάν έχει προηγηθεί μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄. Για τους ένσπερμους καρπούς η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ αυξάνει (τριπλασιάζει) το ρυθμό παραγωγής C₂H₄, ενώ μετά το τέλος της συντήρησης στους 22 °C, 8 °C ή στους 22 °C για 2 ημέρες αμέσως μετά τη συντήρηση στους 8 °C που ακολουθεί τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ μειώνεται στα φυσιολογικά επίπεδα χωρίς να ξεπερνάει τα 100 nl Kg⁻¹ h⁻¹ στο στάδιο του πράσινου χρώματος ή κυμαίνεται στα 200 nl Kg⁻¹ h⁻¹ για το στάδιο της αλλαγής χρώματος και 300 nl Kg⁻¹ h⁻¹ για το στάδιο κόκκινου χρώματος. Η μόνη περίπτωση όπου παρουσιάστηκε επίδραση της προηγούμενης μετασυλλεκτικής επέμβασης με C₂H₄ είναι κατά τη συντήρηση των καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος στους 22 °C για 8 ημέρες, όπου σημειώνεται αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄.

Σε αντίστοιχα πειράματα, ο Salveit (1997) δεν παρατήρησε καμία μεταβολή στο ρυθμό παραγωγής C₂H₄ των πράσινων καρπών της Yolo Wonder μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή προπυλενίου 500 ppm για 48 h. Οι Krajayklang *et al.* (2000) αναφέρουν αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ των καρπών στα στάδια πράσινου και αλλαγής χρώματος κατά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄, ενώ ακολούθως ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ μειώνεται χωρίς σημαντικές διαφορές με τους καρπούς που δεν είχαν δεχθεί καμία προηγούμενη επέμβαση με C₂H₄ και παρά το γεγονός ότι αυξήθηκε ο κόκκινος χρωματισμός των καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος μετά την επέμβαση C₂H₄.

Η αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ στο τέλος της περιόδου (48 ώρες) της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ και η μείωση του ρυθμού στη συνέχεια επηρεάζεται από τις συνθήκες εφαρμογής του αερίου ή άλλων ουσιών που εκλύουν αιθυλένιο, αλλά και την ποικιλία. Οι Krajayklang *et al.* (2000) αναφέρουν αύξηση κατά 400 με 900 (ανάλογα με το

στάδιο συγκομιδής) φορές του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 των καρπών, μετά από εφαρμογή $100 \mu l l^{-1}$, στα στάδια πράσινου και αλλαγής χρώματος κατά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 , ενώ οι Pretel *et al.*, 1995) αναφέρουν ότι η μεταχείριση καρπών με 5 ml διαλύματος 1 mM STS (1 mM $AgNO_3$ και 4 mM $Na_2S_2O_3$) αυξάνει κατά 10 φορές το ρυθμό παραγωγής C_2H_4 .

Η εφαρμογή προπυλενίου με συνεχή ροή ($0,5 l h^{-1}$) για 24 h σε ώριμους πράσινους καρπούς πιπεριάς τύπου φλάσκας ποικιλίας California, δεν επηρέασε το ρυθμό παραγωγής C_2H_4 , καθώς παρέμεινε σε χαμηλά επίπεδα ($0,3 - 0,4 nl g^{-1} h^{-1}$) για 14 ημέρες μετά τη μεταχείριση (Pretel *et al.*, 1995).

Οι πράσινοι καρποί, που είχαν δεχθεί προηγουμένως εφαρμογή με STS, παρουσίασαν αύξηση του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 και αύξηση της συνολικής ACC για τις 8 πρώτες ημέρες μετά την εφαρμογή, ενώ στη συνέχεια μέχρι τη 14η ημέρα συντήρησης δε σημειώθηκε οποιαδήποτε διαφορά από τους καρπούς χωρίς μεταχείριση (control). Αυτό σύμφωνα με τους Pretel *et al.* (1995), οφείλεται στη φυσιολογική καταπόνηση των καρπών καθώς οι σπόροι παρουσίασαν καφέτιασμα και το περικάρπιο από την εσωτερική πλευρά του σημείωσε μαύρο μεταχρωματισμό. Ανάλογη καταπόνηση παρουσιάζεται και σε καρπούς κερασιάς μετά τη μεταχείριση με STS (Reid *et al.*, 1985). Ανάλογη συμπεριφορά έχει παρατηρηθεί και σε καρπούς κλιμακτηριακούς και φυτικούς ιστούς, κάτω από την επίδραση διαφόρων μορφών καταπόνησης (Yang and Hoffman, 1984, Hyodo *et al.*, 1985).

Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού είναι σημαντική ακόμα και για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, αλλά σε πολύ μικρότερη τιμή σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς. Οι ένσπερμοι καρποί σημειώνουν μεγαλύτερη συγκέντρωση για τους κόκκινους καρπούς (περίπου $200 nl Kg^{-1}$) σε σύγκριση με τους πράσινους καρπούς (περίπου $40 nl Kg^{-1}$). Η συγκέντρωση των τελευταίων αυξάνεται αμέσως μετά τη μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 , ενώ στο τέλος της συντήρησης στους $22^\circ C$, $8^\circ C$ και $22^\circ C$ μετά από τη συντήρηση στους $8^\circ C$ μειώνεται στα αρχικά χαμηλά επίπεδα. Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα κυμαίνεται στα $10-20 nl Kg^{-1}$ για όλα τα στάδια συγκομιδής στο τέλος της συντήρησης στους $22^\circ C$, $8^\circ C$ και $22^\circ C$ μετά από τη συντήρηση στους $8^\circ C$, χωρίς να επηρεάζονται από την προηγούμενη μετασυλλεκτική επέμβαση με C_2H_4 .

Η εφαρμογή C_2H_4 μετασυλλεκτικά στα πειράματα των Krajayklang *et al.* (2000) παρουσίασε σημαντική απορρόφηση C_2H_4 από τους καρπούς, καθώς η στάθμη του C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα αμέσως μετά το τέλος της εφαρμογής ήταν 400-900 φορές μεγαλύτερη. Ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών παραμένει υψηλότερος από τον αντίστοιχο των ένσπερμων καρπών, τόσο αμέσως μετά τη συγκομιδή, όσο και κατά τη συντήρηση. Μετά την έξοδο των κόκκινων καρπών και των καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος από το θάλαμο συντήρησης για 8 ημέρες στους $8^\circ C$ δεν παρουσιάστηκε διαφορά μεταξύ των άσπερμων και ένσπερμων καρπών. Παρόμοια στο τέλος της συντήρησης των 2 ημερών στους $22^\circ C$ μετά από περίοδο 8 ημερών στους $8^\circ C$ δε συναντάται διαφορά μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων κόκκινων καρπών.

Πριν από τη συντήρηση, ο ρυθμός αναπνοής των ένσπερμων καρπών μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος ($40 ml Kg^{-1} h^{-1}$) μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος ($20 ml Kg^{-1} h^{-1}$) και διατηρείται σε χαμηλότερα επίπεδα από τον αντίστοιχο ρυθμό των παρθενοκαρπικών καρπών, ο οποίος παραμένει σταθερός ($60 ml Kg^{-1} h^{-1}$) μεταξύ των 3 σταδίων συγκομιδής.

Ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών εξακολουθεί να εμφανίζεται υψηλότερος από το ρυθμό των ένσπερμων καρπών, τόσο στο διάστημα των 2 ημερών ή του επιπλέον διαστήματος των 8 ημερών στους $22^\circ C$, ενώ στη συντήρηση των 8 ημερών στους

8 °C ή των 2 ημερών στους 22 °C αμέσως μετά την περίοδο των 8 ημερών στους 8 °C παραμένει υψηλότερος μόνο για τους πράσινους καρπούς ή τους καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος.

Αμέσως μετά τη συντήρηση στους 22 °C για 2 ημέρες ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, ενώ οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν μείωση εκτός από την περίπτωση των κόκκινων καρπών που δεν παρουσιάζουν καμία μεταβολή.

Η συντήρηση των ένσπερμων καρπών στη θερμοκρασία των 22 °C για επιπλέον χρονικό διάστημα των 8 ημερών μειώνει ακόμα περισσότερο το ρυθμό αναπνοής (20-25 ml Kg⁻¹ h⁻¹ για όλα τα στάδια συγκομιδής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον έχει το γεγονός ότι στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C για 8 ημέρες, ο ρυθμός των ένσπερμων καρπών διατηρείται στα 20 ml Kg⁻¹ h⁻¹ για το στάδιο του πράσινου χρώματος, ενώ αυξάνεται για τα υπόλοιπα στάδια

Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος (40 ml Kg⁻¹ h⁻¹) στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (30 ml Kg⁻¹ h⁻¹) στο τέλος της περιόδου των 2 ημερών στους 22 °C ή διατηρεί σταθερό το ρυθμό αναπνοής στα 40 ml Kg⁻¹ h⁻¹ και για τα 3 στάδια συγκομιδής στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C ή της συντήρησης για 2 ημέρες στους 22 °C μετά από περίοδο 8 ημερών στους 8 °C.

Επιπλέον, η επέμβαση με C₂H₄ δεν προκαλεί καμία μεταβολή στο ρυθμό αναπνοής των ένσπερμων καρπών, τόσο αμέσως μετά την εφαρμογή, όσο και στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C ή 22 °C, με μοναδική εξαίρεση την περίπτωση των άσπερμων καρπών όπου μετά τη συντήρηση στις 8 ημέρες στους 8 °C παρουσιάζουν αύξηση του ρυθμού.

Ο Salveit (1997) παρατήρησε ότι η εφαρμογή προπυλενίου 500 ppm για 48 h μετά τη συγκομιδή ώριμων πράσινων καρπών ποικιλίας Yolo Wonder είχε ως αποτελέσματα την αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ αμέσως μετά το τέλος της εφαρμογής, ενώ στη συνέχεια κατά τη συντήρηση για επιπλέον 9 ημέρες ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ δε διέφερε με τους καρπούς, που δεν είχαν δεχθεί καμία εφαρμογή.

Ο ρυθμός αναπνοής για τους πράσινους καρπούς και τους καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος πιπεριάς, τύπου πάπρικας και pimiento δεν επηρεάστηκε καθόλου από την εφαρμογή C₂H₄ μετασυλλεκτικά για 2 ημέρες μετά τη συγκομιδή και στη συνέχεια εφαρμογή συντήρησης στους 22 °C για 7-10 ημέρες (Krajayklang *et al.*, 2000). Σημειώνεται ακόμα ότι οι πράσινοι καρποί δεν κατάφεραν να σχηματίσουν πλήρη κόκκινο χρωματισμό, ενώ οι καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος απέκτησαν κόκκινο χρώμα μετά από εφαρμογή C₂H₄. Στα πειράματα των Pretel *et al.* (1995), οι ώριμοι πράσινοι καρποί ποικιλίας California μετά την εφαρμογή προπυλενίου για 24 h μετασυλλεκτικά παρουσίασαν παρόμοιο ρυθμό αναπνοής (30 g CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) με τους καρπούς που δεν είχαν δεχθεί αντίστοιχη μεταχείριση (control), ενώ στη συνέχεια σημείωσαν μείωση και έφτασαν την τιμή των 20 g CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹, ανεξάρτητα από την προηγούμενη εφαρμογή προπυλενίου. Η μεταχείριση όμως των καρπών του ίδιου σταδίου ανάπτυξης με τον ανταγωνιστή C₂H₄ STS προκάλεσε αύξηση του ρυθμού αναπνοής σε 50 g CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ από τα 30 g CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹, που αφορά τους μάρτυρες, ενώ μετά την 6η ημέρα συντήρησης έπεσε στο ίδιο επίπεδο με τους καρπούς μάρτυρες μέχρι το τέλος της συντήρησης των 14 ημερών.

Η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού δεν παρουσιάζει σημαντική διαφορά κάτω από την επίδραση της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄. Αμέσως μετά τη συγκομιδή η συγκέντρωση δεν παρουσιάζει καμία επίδραση από την παρουσία των σπόρων, καθώς ένσπερμοι και παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν παρόμοια τιμή. Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζονται και για το χρονικό διάστημα των 2 ημερών στους 22 °C, ενώ στη συνέχεια στο τέλος της συντήρησης των 8 ημερών στους 8 °C ή 22 °C και στο τέλος της συντήρησης των 2 ημερών στους 22 °C μετά από περίοδο 8 ημερών στους 8 °C η

συγκέντρωση των παρθενοκαρπικών καρπών παρουσιάζεται υψηλότερη από την αντίστοιχη των ένσπερμων καρπών. Επιπλέον, η μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών (ένσπερμων και παρθενοκαρπικών) διαπιστώνεται και κατά τη διάρκεια συντήρησης, με τη μείωση ή τη σταθεροποίηση της συγκέντρωσης CO₂ από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Με βάση τα αποτελέσματα από το κεφάλαιο 3, όπου η παρουσία των σπόρων συνδέεται με τη συγκέντρωση του CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα, η υψηλότερη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα των παρθενοκαρπικών καρπών υποδηλώνει τη συμμετοχή και του περικαρπίου στην παραγωγή του συγκεκριμένου αερίου. Καθώς το μικρότερο μέγεθος των παρθενοκαρπικών καρπών στην πιπεριά οφείλεται κυρίως στο μικρότερο μέγεθος των κυττάρων, διατηρώντας σταθερό τον αριθμό τους με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση (Bunger-Kibler and Bangerth, 1983, Heuvelink and Korner, 2001), είναι λογική η μεγαλύτερη συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα. Το συμπέρασμα αυτό σε συνδυασμό με την αποδεδειγμένη κυκλοφορία του CO₂ σε υψηλό ποσοστό μέσω του ποδίσκου, 80-90 % (Bower *et al.*, 2000, Blanke and Holthe, 1997, Diaz-Perez *et al.*, 2007) εξηγούν τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών.

5.5. Συμπεράσματα

Η μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών από φυσιολογικές συνθήκες γονιμοποίησης του άνθους και των παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder διαπιστώνεται και κατά τη συντήρηση για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών. Η μείωση του ρυθμού αναπνοής μεταξύ των σταδίων πράσινου και κόκκινου χρώματος ή η διατήρηση του ρυθμού αναπνοής σε σταθερές τιμές αποκαλύπτουν τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των ένσπερμων και άσπερμων καρπών της ποικιλίας Yolo Wonder κατά τη συντήρηση στην προτεινόμενη θερμοκρασία των 8 °C (Kader, 1992), στους 22 °C και στους 22 °C για 2 ημέρες έπειτα από περίοδο 8 ημερών στους 8 °C (shelf life). Παρόμοια στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, η συγκέντρωση C₂H₄ παρουσιάζει μικρή αύξηση από τους πράσινους μέχρι τους κόκκινους καρπούς σε μικρότερα όμως επίπεδα από την πρόκληση της αυτοκαταλυτικής παραγωγής C₂H₄ και η συγκέντρωση CO₂ μειώνεται μεταξύ των σταδίων του πράσινου και κόκκινου χρώματος κατά τη διάρκεια της συντήρησης.

Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ δεν παρουσιάζει σημαντική επίδραση πάνω στα χαρακτηριστικά και στην ωρίμανση ενός μη κλιμακτηριακού καρπού, όπως η πιπεριά. Παρόμοια αποτελέσματα παρατήρησαν οι Pretel *et al.* (1995) με εφαρμογή προπυλενίου και STS (ανταγωνιστής C₂H₄) με μετασυλλεκτικές μεταχειρίσεις των καρπών τύπου φλάσκα και οι Reid *et al.* (1985) στους μη κλιμακτηριακούς καρπούς κερασιού. Ο έλεγχος όμως του ρυθμού ωρίμανσης τους μπορεί να επιτευχθεί και με τη χρήση και άλλων ορμονών, όπως το ABA (Pretel *et al.*, 1995).

Χαρακτηριστικές επιδράσεις της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ είναι α) η αύξηση της συγκέντρωσης C₂H₄ των ένσπερμων καρπών αμέσως μετά την επέμβαση, ενώ στη συνέχεια κατά τη συντήρηση επανέρχεται η συγκέντρωση στα αρχικά χαμηλά επίπεδα και β) η μείωση του πράσινου χρωματισμού των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο στάδιο του πράσινου χρώματος.

Κατά τη σύγκριση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών, προκύπτει ότι η απουσία των σπόρων συνδέεται με την άμεση και μεγάλη απώλεια του νωπού βάρους καρπού και τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής, που όπως προκύπτει είναι προφανώς αποτέλεσμα της υψηλότερης συγκέντρωσης CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα και της περατότητας του κάλυκα στο συγκεκριμένο αέριο (Bower *et al.*, 2000).

Στο μικρό χρονικό διάστημα συντήρησης των 8 ημερών, η επιλογή της θερμοκρασίας των 22 °C ή 8 °C ή ακόμα και παραμονή των καρπών για 2 ημέρες στους 22 °C μετά τη συντήρηση των 8 ημερών στους 8 °C δεν έχει σημαντική επίδραση σε χαρακτηριστικά όπως ο ρυθμός αναπνοής, η συγκέντρωση C₂H₄ και η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού ή ακόμα και στον χρωματισμό.

6. Εξέταση της Παρθενοκαρπίας σε Καρπούς Πιπεριάς Τύπου Κέρατο και Τύπου Φλάσκας

6.1. Εισαγωγή

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί για την ποικιλία Yolo Wonder, τύπου φλάσκας, χαρακτηρίζονται από το μικρότερο μέγεθος, παρόμοιο σχήμα, υψηλότερο ρυθμό αναπνοής, πολύ χαμηλό ρυθμό παραγωγής C_2H_4 και διατήρηση της μη κλιμακτηριακής συμπεριφοράς τόσο κατά την ανάπτυξη όσο και κατά τη συντήρηση σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς. Στο πείραμα που αναλύεται σε αυτό το κεφάλαιο (6) εξετάστηκε ο σχηματισμός παρθενοκαρπικών καρπών σε διαφορετικούς γονότυπους τύπου φλάσκας, σε γονότυπους τύπου κέρατο και σε γονότυπους που ανήκουν σε διαφορετικό είδος (*Capsicum frutescens* L.).

Στα πλαίσια του σχεδιασμού των πειραμάτων επιλέχθηκαν καρποί τύπου φλάσκας (ποικιλίας Tomson: με τετράγωνους κόκκινους καρπούς, ποικιλία Golden California Wonder: με καρπούς κίτρινου-πορτοκαλί χρώματος), καρποί τύπου κέρατο, με επιμήκεις καρπούς (ποικιλία Φλωρίνης, και Σταυρός και τα υβρίδια Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as, Picora και Bounty Lenor), καρποί με διαφορετικά επίπεδα καυστικότητας (ποικιλία Σταυρός με έντονη καυστικότητα και υβρίδιο Hot Chili-as: με μέτρια καυστικότητα καρπού) και καρποί από το διαφορετικό είδος *Capsicum frutescens* L. (υβρίδιο Hot Chili-as). Επίσης, εξετάστηκε η ανάπτυξη, ωρίμανση και η μετασυλλεκτική συμπεριφορά των καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων και των παρθενοκαρπικών καρπών.

Για την ποικιλία Tomson έγινε έλεγχος της ικανότητας σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών και της ανταπόκρισης του άνθους και του καρπού πάνω στην επίδραση της αυξητικής ορμόνης καρπόδεσης (Ortomone). Παράλληλα συγκρίνονται τα μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των ένσπερμων και των παρθενοκαρπικών καρπών, τόσο αμέσως μετά τη συγκομιδή, όσο και κατά τη συντήρηση για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών σε θερμοκρασία 22 °C. Για την ποικιλία Golden California Wonder εξετάζεται μόνο η ικανότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών με τη χρήση της ορμόνης καρπόδεσης (Ortomone) και τα χαρακτηριστικά αυτών.

Στην περίπτωση των καρπών πιπεριάς, τύπου κέρατο παρουσιάζονται τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών και των καρπών, και επιπλέον εξετάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα του καρπού και ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 καρπού για την κατάταξη στους κλιμακτηριακούς ή μη καρπούς. Παράλληλα, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της επίδρασης του ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης στο σχηματισμό άσπερμων καρπών, αλλά και η σύγκριση των μορφολογικών και των φυσιολογικών χαρακτηριστικών των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών, αμέσως μετά τη συγκομιδή και στο τέλος της συντήρησης στους 22 °C.

6.2. Υλικά και μέθοδοι

6.2.1. Φυτικό υλικό

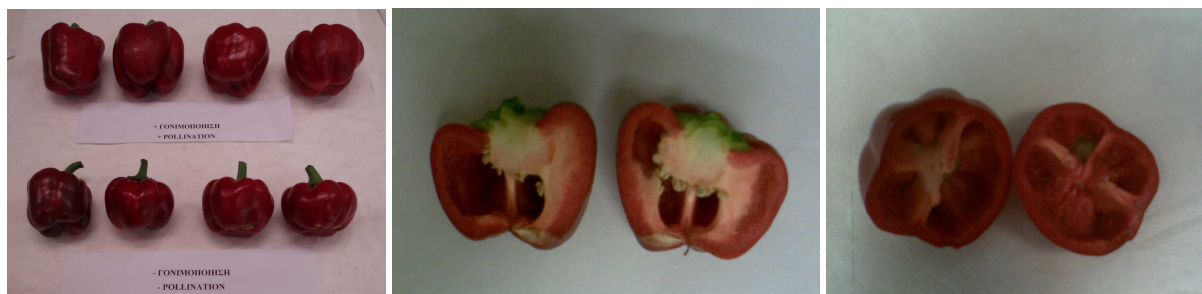
Για τις ανάγκες του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν καρποί διαφορετικών τύπων πιπεριάς, αλλά και διαφορετικών χαρακτηριστικών, όπως η καυστικότητα περικαρπίου. Συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκαν οι ποικιλίες και υβρίδια, που περιγράφονται αναλυτικά στο κεφάλαιο 2.1.1:

- Πιπεριά τύπου φλάσκα, ποικιλίας Tomson (*Capsicum annuum* L.).
- Πιπεριά τύπου φλάσκα, ποικιλίας Golden California Wonder με καρπούς κίτρινου-πορτοκαλί χρώματος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (*Capsicum annuum* L.).
- Πιπεριά τύπου κέρατο, ποικιλίας Σταυρός και καρπούς με έντονη καυστικότητα (*Capsicum annuum* L.).
- Πιπεριά τύπου κέρατο, υβριδίου Long Yellow Jumbo (*Capsicum annuum* L.).
- Πιπεριά τύπου κέρατο, υβριδίου Bounty F1 (Lenor) (*Capsicum annuum* L.).
- Πιπεριά τύπου κέρατο, υβριδίου Picora με επιμήκεις καρπούς (*Capsicum annuum* L.).
- Πιπεριά τύπου κέρατο, υβριδίου Hot Chili-as με καρπούς μέτριας καυστικότητας (*Capsicum frutescens* L.).
- Πιπεριά τύπου κέρατο, ποικιλίας Φλωρίνης (Long Red Sweet) με καρπούς γλυκιά γεύση (*Capsicum annuum* L.).

6.2.2. Πειραματικός σχεδιασμός και μέθοδοι

Η σπορά πραγματοποιήθηκε το μήνα Μάρτιο του 2008 σε κιβώτια σποράς και ακολούθησε μεταφύτευση μετά από 17 ημέρες σε ατομικά γλαστράκια (0.1 L) και δεύτερη μεταφύτευση μετά από 22 ημέρες από την πρώτη μεταφύτευση (δηλαδή 39 ημέρες μετά τη σπορά) σε γλάστρες χωρητικότητας 11 l. Το υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών, τόσο στο σπορείο, όσο και στις τελικές θέσεις περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.1.2.

Από κάθε ποικιλία χρησιμοποιήθηκαν 8 φυτά, εκ των οποίων στα μισά επιδιώχθηκε ο σχηματισμός άσπερμων καρπών με τον καθημερινό ψεκασμό των ανθέων, που είχαν προηγουμένως δεχθεί απομάκρυνση των ανθέρων, με το εμπορικό ορμονικό διάλυμα Ortomone 5 EC, β-NOA 5 %, (όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.2.3). Στα υπόλοιπα φυτά, ο σχηματισμός των καρπών πραγματοποιήθηκε κάτω από φυσιολογικές συνθήκες γονιμοποίησης. Σε κάθε φυτό παρέμεινε σταθερός αριθμός καρπών (6-8).



Εικόνα 6.1: Ένσπερμοι καρποί στην πάνω σειρά και παρθενοκαρπικοί καρποί στην κάτω σειρά (αριστερά), κάθετη τομή ένσπερμου καρπού (κέντρο) και οριζόντια τομή παρθενοκαρπικού καρπού (δεξιά) της ποικιλία Tomson.

Οι καρποί συγκομίστηκαν σε 3 στάδια ανάπτυξης: στάδιο ώριμου πράσινου χρώματος (G), στάδιο αλλαγής του χρώματος από πράσινο σε κόκκινο χρώμα (ή άλλο χρώμα ανάλογα με την ποικιλία ή υβρίδιο) (GR) και στάδιο κόκκινου χρώματος (ή άλλου χρώματος ανάλογα με την ποικιλία) (R).

Από τις περιπτώσεις των καρπών τύπου κέρατο, που εξετάστηκαν, το υβρίδιο Bounty F1 (Lenor) και η ποικιλία Φλωρίνης σχημάτισαν πολύ μικρό αριθμό καρπών και στα αποτελέσματα παρουσιάζονται μόνο τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του φυτού, του άνθους και του καρπού, αλλά όχι μετρήσεις σχετικά με τη συντήρηση των καρπών και σύγκριση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Κάτω από τις συγκεκριμένες συνθήκες ανάπτυξης των φυτών και των καρπών, η ποικιλία Σταυρός δε σχημάτισε ικανοποιητικό αριθμό παρθενοκαρπικών καρπών και κατά συνέπεια δεν παρουσιάζονται αποτελέσματα σχετικά με τη σύγκριση ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Οι συγκρίσεις των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών παρουσιάζονται για τα υβρίδια Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora.



Εικόνα 6.2: Ώριμοι κόκκινοι καρποί του υβριδίου Long Yellow Jumbo: i) ένσπερμοι (αριστερά και κέντρο) και ii) παρθενοκαρπικοί (δεξιά).



Εικόνα 6.3: Ώριμοι κόκκινοι καρποί του υβριδίου Hot Chili-as: i) ένσπερμοι (αριστερά) και ii) παρθενοκαρπικοί (δεξιά).

Η πιπεριά τύπου φλάσκας Golden California Wonder), προμηθεύτηκε δοκιμαστικά και λόγω του μικρού αριθμού φυτών (συνολικά 3), δεν υπήρξε ικανοποιητικός αριθμός καρπών για την πραγματοποίηση όλων των μετρήσεων και την εξέταση όλων των παραμέτρων, όπως συμβαίνει με τους καρπούς των υπολοίπων πιπεριών. Εξετάστηκε μόνο η ανταπόκριση των ανθέων στο σχηματισμό παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο και έγιναν μετρήσεις των μορφολογικών χαρακτηριστικών των άσπερμων καρπών. Τα αποτελέσματα που παρουσιάζονται ενδεικτικά, λόγω του μη ικανοποιητικού αριθμού επαναλήψεων και αποσκοπούν αποκλειστικά και μόνο στην εξέταση περισσότερων γονοτύπων πιπεριάς στην ικανότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο (εφαρμογή ορμονικού διαλύματος).



Εικόνα 6.2: Ωριμοί κίτρινο - πορτοκαλί καρποί της ποικιλίας Golden California Wonder: i) ένσπερμος καρπός (αριστερά), ii) παρθενοκαρπικός καρπός (κέντρο) και κάθετη τομή παρθενοκαρπικού καρπού (δεξιά).

Για την εξέταση της αναπνευστικής συμπεριφοράς των πιπεριών με επιμήκεις καρπούς, εξετάστηκε η μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 και C_2H_4 κατά τη διάρκεια της παραμονής των καρπών εντός κλειστού γυάλινου βάζου (ένας καρπός σε κάθε βάζο). Τα βάζα τοποθετήθηκαν σε σταθερή θερμοκρασία $22\text{ }^\circ\text{C}$ και σε συνθήκες φυσικού φωτισμού για 108 συνολικά ώρες (σχεδόν 5 ημέρες) και ανά τακτά χρονικά διαστήματα (1, 12, 24, 36, 60, 84 και 108 ώρες) πραγματοποιήθηκε λήψη ποσότητας 1 ml από την εσωτερική ατμόσφαιρα του βάζου από ειδική υποδοχή στο καπάκι (αναλυτική περιγραφή στο κεφάλαιο 2.3).



Εικόνα 6.3: Συγκομισμένοι πράσινοι καρποί της ποικιλίας Σταυρός, προερχόμενοι από συνθήκες φυσιολογικής γονιμοποίησης, παρουσιάζονται αμέσως μετά τη συγκομιδή (αριστερά) και κατά την παραμονή τους μέσα σε γυάλινο βάζο με ειδική κατασκευή στο καπάκι για την εξέταση της σύστασης της ατμόσφαιρας εσωτερικά του βάζου.

Για τον έλεγχο της συμπεριφοράς των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά τη συντήρησή τους, εξετάστηκε η μεταβολή των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών τους κατά την παραμονή των καρπών εντός πλαστικών συσκευασιών (όπως περιγράφονται στο κεφάλαιο 2.4) σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C για το χρονικό διάστημα των 8 ημερών.

Μετρήσεις:

Για τις πιπεριές με επιμήκεις καρπούς, πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις:

- Χαρακτηριστικά ανάπτυξης των φυτών, αλλά και των καρπών.
 - Χαρακτηριστικά ανάπτυξης του φυτού και του άνθους.
 - Μήκος και διάμετρος καρπού, χρωματισμός περικαρπίου, νωπό βάρος καρπού και περικαρπίου, συνολικός και εσωτερικός όγκος καρπού, αριθμός σπόρων ανά καρπό και νωπό βάρος 1000 σπόρων.
- Εξέταση της κλιμακτηριακής συμπεριφοράς σε συνδυασμό με άλλα χαρακτηριστικά του καρπού.
 - Απώλεια νωπού βάρους, μεταβολή ασκορβικού οξέως, μεταβολή της συνεκτικότητας, του ρυθμού αναπνοής, του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και των συγκεντρώσεων CO₂ και C₂H₄.
 - Εξέταση της συγκέντρωσης O₂ μέσα στην ατμόσφαιρα του γυάλινου βάζου (έλεγχος τυχόν συνθηκών αναερόβιας αναπνοής).
- Συντήρηση των καρπών για 8 ημέρες στους 22 °C.
 - Απώλεια νωπού βάρους, μεταβολή της συνεκτικότητας, του ρυθμού αναπνοής, του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και των συγκεντρώσεων CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα.
- Σύγκριση ένσπερμων και άσπερμων (παρθενοκαρπικών) καρπών.
 - Νωπό βάρος καρπού και περικαρπίου, συνολικός και εσωτερικός όγκος καρπού, διαστάσεις (μήκος και διάμετρος) καρπού, του ρυθμού αναπνοής, του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και των συγκεντρώσεων CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα.

Για την ποικιλία Tomson με καρπούς τύπου φλάσκας πραγματοποιήθηκαν οι εξής μετρήσεις:

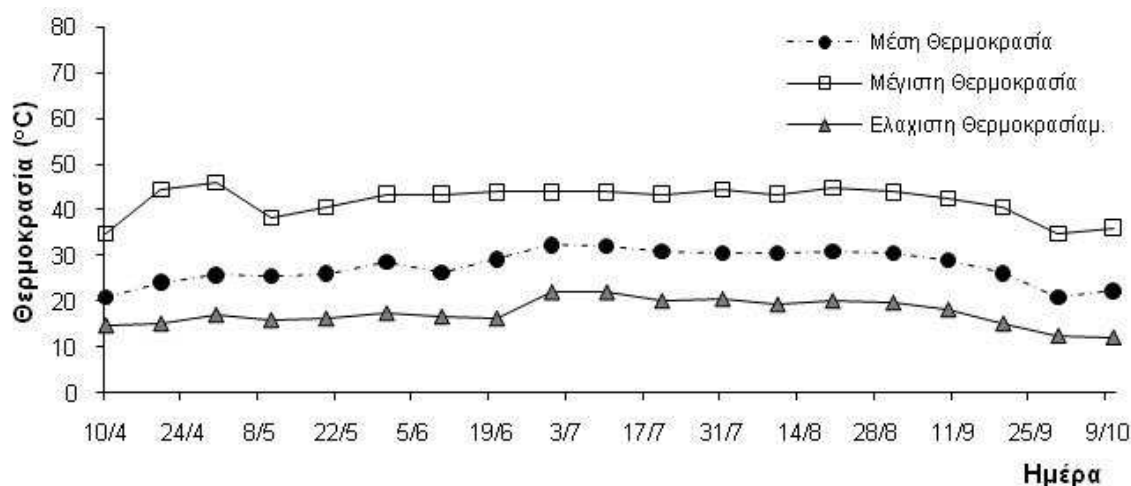
- Ικανότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών και η αντίστοιχη σύγκριση των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των ένσπερμων και άσπερμων (παρθενοκαρπικών) καρπών.
 - Νωπό βάρος καρπού και περικαρπίου, εσωτερικός και συνολικός όγκος καρπού, μήκος και διάμετρος καρπούς, χρωματισμός περικαρπίου, συνεκτικότητα καρπού, ρυθμός αναπνοής, ρυθμός παραγωγής C₂H₄ και η συγκέντρωση CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα.
- Συντήρηση ένσπερμων και άσπερμων (παρθενοκαρπικών) καρπών για 8 ημέρες στους 22 °C.
 - Απώλεια νωπού βάρους, μεταβολή χρωματισμού περικαρπίου, μεταβολή της συνεκτικότητας, του ρυθμού αναπνοής, του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και των συγκεντρώσεων CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού.

- Επίδραση ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης Ortomone πάνω στην ανάπτυξη των καρπών.
 - ο Μήκος και διάμετρος καρπού κατά την ανάπτυξη πάνω στο φυτό, νωπό βάρος καρπού και περικαρπίου στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, συνολικός και εσωτερικός όγκος καρπού στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης και αριθμός σπόρων ανά καρπό και νωπό βάρος 1000 σπόρων στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Για την ποικιλία Golden California Wonder με καρπούς κίτρινο-πορτοκαλί χρώματος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης εξετάστηκαν τα ακόλουθα:

- Ικανότητα σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών.
- Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά των παρθενοκαρπικών καρπών.

Η μέση ημερήσια, μέγιστη και ελάχιστη θερμοκρασία κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των φυτών εντός του θαλάμου του θερμοκηπίου και εκτέλεσης των πειραμάτων παρουσιάζονται στο γράφημα 6.0.



Γράφημα 6.0: Διακύμανση της μέσης, μέγιστης και ελάχιστης ημερήσιας θερμοκρασίας (°C) κατά τη διάρκεια εξέλιξης των πειραμάτων (Απρίλιος - Οκτώβριος 2008).

6.3. Αποτελέσματα

6.3.1. Πιπεριές με επιμήκεις καρπούς

6.3.1.1. Μορφολογικά χαρακτηριστικά των γονοτύπων τύπου κέρατο

Τα χαρακτηριστικά ανάπτυξης του φυτού, του άνθους και του καρπού των ποικιλιών (Φλωρίνης και Σταυρός) και των υβριδίων (Hot Chili-as, Long Yellow Jumbo, Bounty F1 Lenor και Picora) με επιμήκεις καρπούς, όπως καταγράφηκαν κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του πειράματος παρουσιάζονται στους πίνακες 6.1 και 6.2.

Οι καρποί και των έξι (6) χρησιμοποιούμενων γονοτύπων έχουν ανοικτό ή σκούρο πράσινο χρώμα στο άγουρο στάδιο ανάπτυξης και κόκκινο ή σκούρο κόκκινο χρώμα στο ώριμο στάδιο ανάπτυξης. Η ποικιλία Σταυρός παρουσιάζει καρπούς με το μικρότερο μήκος, ενώ τα υβρίδια Long Yellow Jumbo, Bounty F1 (Lenor) και Picora δίνουν καρπούς με το μεγαλύτερο μήκος. Η μέση διάμετρος των καρπών έχει τη μεγαλύτερη τιμή για τις πιπεριές Φλωρίνης, Σταυρός και Long Yellow Jumbo. Το νωπό βάρος καρπού δεν ξεπερνά τα 14 g για τις πιπεριές Φλωρίνης, Hot Chili-as, Σταυρός και Bounty F1 (Lenor), ενώ έφτασε τα 19 g για την Picora και τα 24,5 g για την Long Yellow Jumbo. Ο όγκος καρπού ακολούθησε παρόμοια διαφοροποίηση μεταξύ των έξι γονοτύπων, όπως ακριβώς συμβαίνει και με το νωπό βάρος καρπού.

Αν και το νωπό βάρος των 1000 σπόρων δε διέφερε σημαντικά μεταξύ των 6 γονοτύπων, ο αριθμός των σπόρων ανά καρπό είναι υψηλότερος για το υβρίδιο *Long Yellow Jumbo* και την ποικιλία Φλωρίνης.

Πίνακας 6.1: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του φυτού και του άνθους των ποικιλιών και υβριδίων με επιμήκεις καρπούς (Φλωρίνης, Hot Chili-as, Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Bounty F1 Lenor και Picora).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ		Φλωρίνης (Long Red Sweet)	Long Hot Chili-as	Σταυρός	Long Yellow Jumbo	Bounty F1 (Lenor)	Picora
Φύλλωμα	Πυκνό	X	X	X (μικρά φύλλα)	X		
	Αραιό					X	X (μικρά φύλλα)
Άνθος	Αριθμός / Γόνατο	1	1	1	1	1	1
	Κατεύθυνση προς						
Άνθος	Πάνω						
	Κάτω	X	X	X	X	X	X
Άνθος	Αριθμός Ανθήρων	6	6	6	6	6	6
	Χαμηλότερα						
Άνθος	Ίδιο επίπεδο	X	X		X		
	Υψηλότερα	X	X	X		X	X
Χρώμα	Υπέρου	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο
	Στίγματος	Κίτρινο	Πράσινο	Πράσινο	Πράσινο	Πράσινο	Κίτρινο
	Στημόνων	Σκούρο καφέ	Σκούρο καφέ	Σκούρο καφέ	Σκούρο καφέ	Σκούρο καφέ	Σκούρο καφέ
	Ανθήρων	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο	Κίτρινο

Πίνακας 6.2: Μορφολογικά χαρακτηριστικά του καρπού των ποικιλιών και υβριδίων με επιμήκεις καρπούς (Φλωρίνης, Hot Chili-as, Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Bounty F1 (Lenor) και Picora).

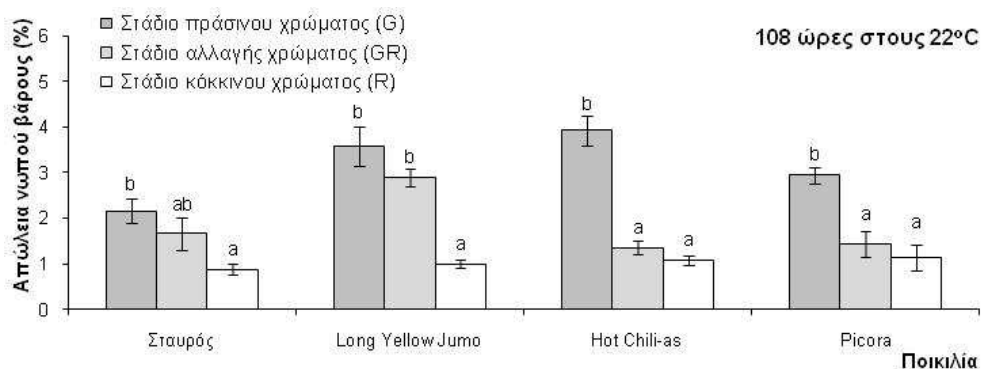
ΠΟΙΚΙΛΙΑ		Φλωρίνης (Long Red Sweet)	Long Hot Chili-as	Σταυρός	Long Yellow Jumbo	Bounty F1 (Lenor)	Picora
Σχήμα	Φλάσκα						
	Μακρύς	X	X	X	X	X	X
Εμφάνιση	Ρυτιδωμένος			X			
	Λείος	X	X		X	X	X
Χρώμα περικαρπίου	Άγουρος	Σκούρο πράσινο	Πράσινο	Κίτρινο-πράσινο / Ανοιχτό πράσινο	Ανοιχτό πράσινο	Κίτρινο-πράσινο / Ανοιχτό πράσινο	Πράσινο
	Αλλαγή χρώματος	Πράσινο - κόκκινο	Κίτρινο - πορτοκαλί	Πράσινο - Κόκκινο	Ανοιχτό πράσινο - Κόκκινο	Κίτρινο - πορτοκαλί	Πράσινο - Κόκκινο
	Ώριμος	Σκούρο κόκκινο	Κόκκινο	Σκούρο κόκκινο	Κόκκινο	Κόκκινο	Σκούρο κόκκινο
Διαστάσεις	Μήκος (cm)	8,81	9,47	6,12	11,95	10,05	11,15
	Διάμετρος (cm)	2,83	2,33	2,74	2,67	2,31	2,29
Νωπό βάρος	Καρπού (g)	13,87	13,46	13,33	24,49	12,46	18,91
	Περικαρπίου (g)	10,16	11,52	10,92	20,23	9,38	15,91
Όγκος	Εξωτερικός (ml)	28,2	28,7	33	41,7	21,36	31,5
	Εσωτερικός (ml)	13,4	12,4	15,2	18,5	8,75	13,25
Σπόροι (Όριμο καρπό)	Αριθμός / καρπό	74,6	37,75	60,33	97,3	52,25	42,5
	Νωπό βάρος 1000 σπόρων (g)	11,49	10,95	10,59	11,74	10,37	12,6

6.3.1.2. Εξέταση της κλιμακτηριακής συμπεριφοράς των πιπεριών με επίμηκες καρπούς

Για την εξέταση της κλιμακτηριακής συμπεριφοράς των καρπών με επίμηκες σχήμα, οι καρποί παρέμειναν μέσα σε γυάλινο βάζο για το χρονικό διάστημα 108 ωρών (σχεδόν 5 ημέρες) σε σταθερή θερμοκρασία 22 °C με ταυτόχρονη καταγραφή της μεταβολής της συγκέντρωσης των αερίων CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική ατμόσφαιρα του γυάλινου βάζου, αλλά και των μορφολογικών χαρακτηριστικών των καρπών στην αρχή και στο τέλος της συγκεκριμένης μέτρησης.

Απώλεια νωπού βάρους καρπού

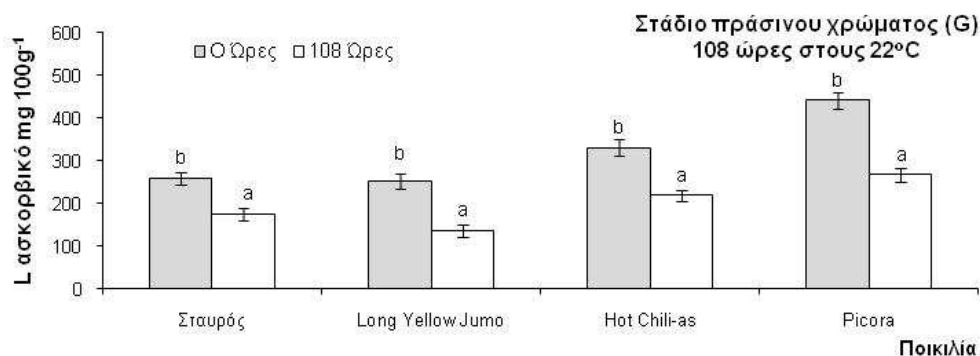
Η διατήρηση των καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση των γονοτύπων Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora μέσα σε γυάλινο βάζο για 108 ώρες, έχει ως αποτέλεσμα τη μεγαλύτερη απώλεια του νωπού βάρους για τους καρπούς στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G). Για τους καρπούς των υβριδίων Hot Chili-as και Picora, οι πράσινοι καρποί (G) έχουν στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη απώλεια από τα υπόλοιπα 2 στάδια ανάπτυξης, ενώ μεταξύ των σταδίων της αλλαγής του χρώματος (GR) και κόκκινου χρώματος (R) δε σημειώνεται κάποια διαφορά. Για τους καρπούς των γονοτύπων Σταυρός και Long Yellow Jumbo, το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) σημειώνει στατιστικώς σημαντικά μεγαλύτερη απώλεια νωπού βάρους μόνο στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R) (Γράφημα 6.1).



Γράφημα 6.1: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%) κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε ποικιλία ή υβρίδιο ξεχωριστά.

Βιταμίνη C (ασκορβικό οξύ)

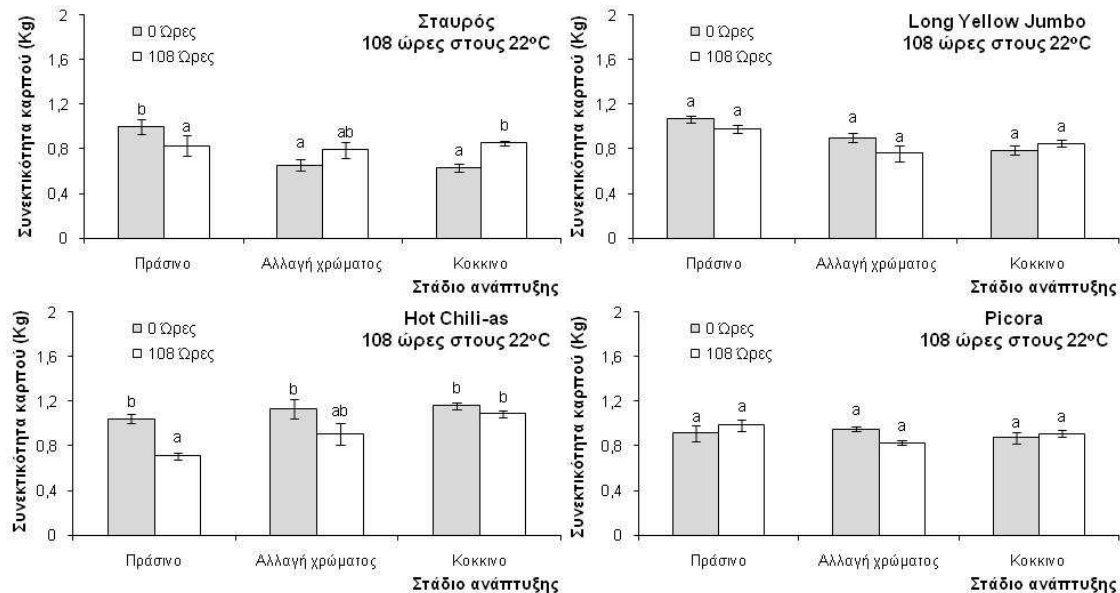
Η συγκέντρωση της βιταμίνης C παρουσιάζεται χαμηλότερη μετά την περίοδο των 108 ωρών και για τους τέσσερις γονότυπους (Γράφημα 6.2). Η διαφορά μεταξύ αρχικής (αμέσως μετά τη συγκομιδή) και τελικής τιμής (108 ώρες μέσα στο βάζο) είναι σχεδόν η ίδια για τους καρπούς των Σταυρός, Long Yellow Jumbo και Hot Chili-as, ενώ αυξάνεται σημαντικά στην περίπτωση των καρπών της Picora. Συγκρίνοντας τις αρχικές και τις τελικές τιμές, προκύπτει ότι οι καρποί του υβριδίου Picora σημειώνουν τη μεγαλύτερη συγκέντρωση ασκορβικού οξέως (Γράφημα 6.2).



Γράφημα 6.2: Μεταβολή της συγκέντρωσης της Βιταμίνης C (L-ασκορβικό οξύ) (mg 100 g⁻¹) κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε ποικιλία ή υβρίδιο ξεχωριστά.

Συνεκτικότητα

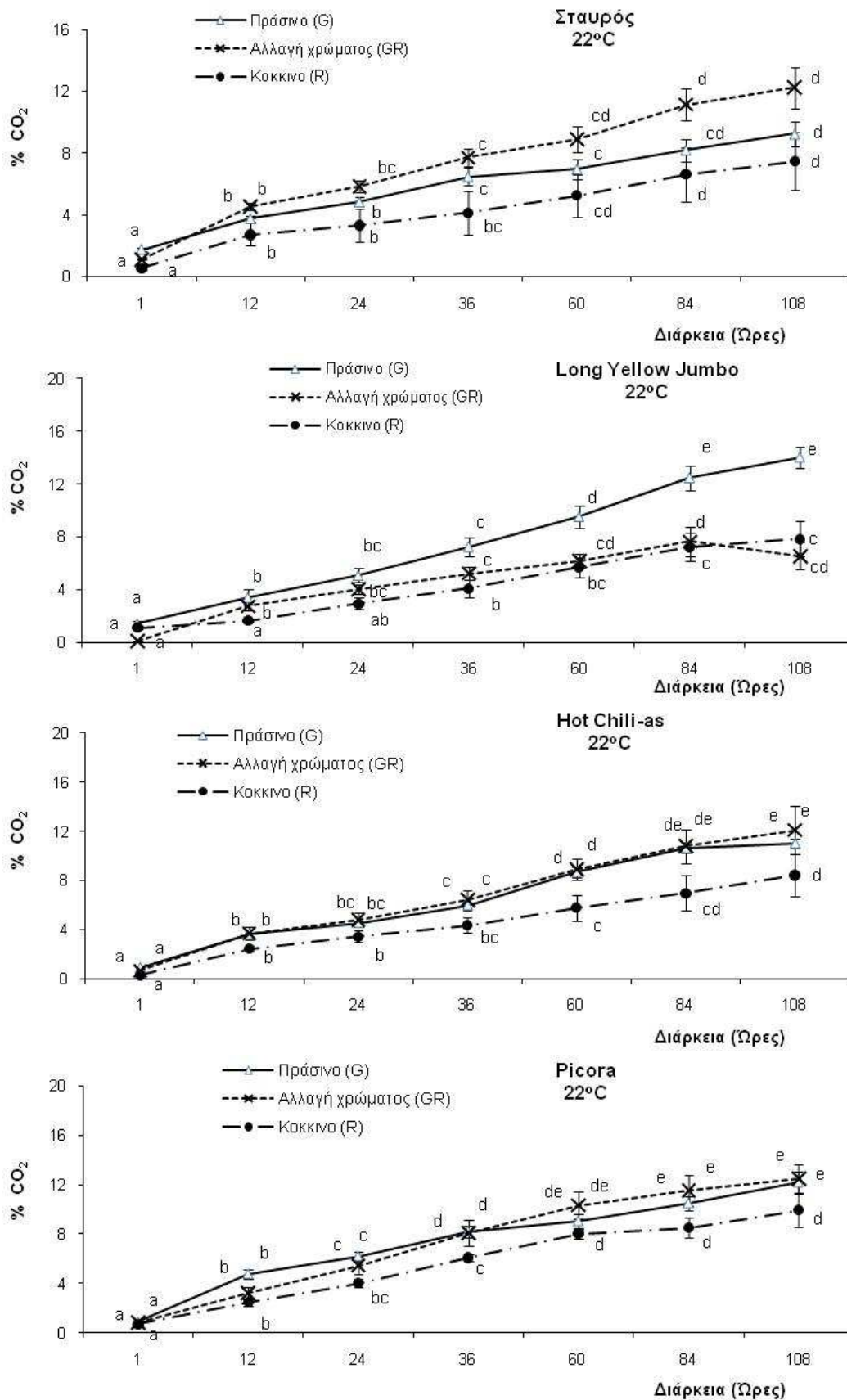
Εξετάζοντας τη συνεκτικότητα καρπού δεν προκύπτουν αξιοσημείωτες μεταβολές μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης. Αυτή η παρατήρηση δείχνει ότι το χρονικό διάστημα των 108 ωρών σε θερμοκρασία 22 °C δεν είναι αρκετό για να μεταβάλει τη συνεκτικότητα του περικαρπίου των συγκεκριμένων καρπών. Εξάιρεση αποτελούν οι κόκκινοι καρποί της ποικιλίας Σταυρός, όπου η συνεκτικότητα αυξάνεται, ως πιθανή συνέπεια της αύξησης της ελαστικότητας του περικαρπίου. Οι πράσινοι καρποί των καυτερών πιπεριών Σταυρός και Hot Chili-as παρουσιάζουν μείωση της συνεκτικότητας για το διάστημα των 108 ωρών (Γράφημα 6.3).



Γράφημα 6.3: Μεταβολή της συνεκτικότητας (Kg) καρπού κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα

Κατά τη διάρκεια των 108 ωρών, η συγκέντρωση CO₂ στην ατμόσφαιρα μέσα στο βάζο αυξάνεται λόγω της διαρκούς αναπνοής των καρπών (Γράφημα 6.4).



Γράφημα 6.4: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ (%) εντός του βάζου, κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των χρονικών διαστημάτων για κάθε στάδιο ανάπτυξης.

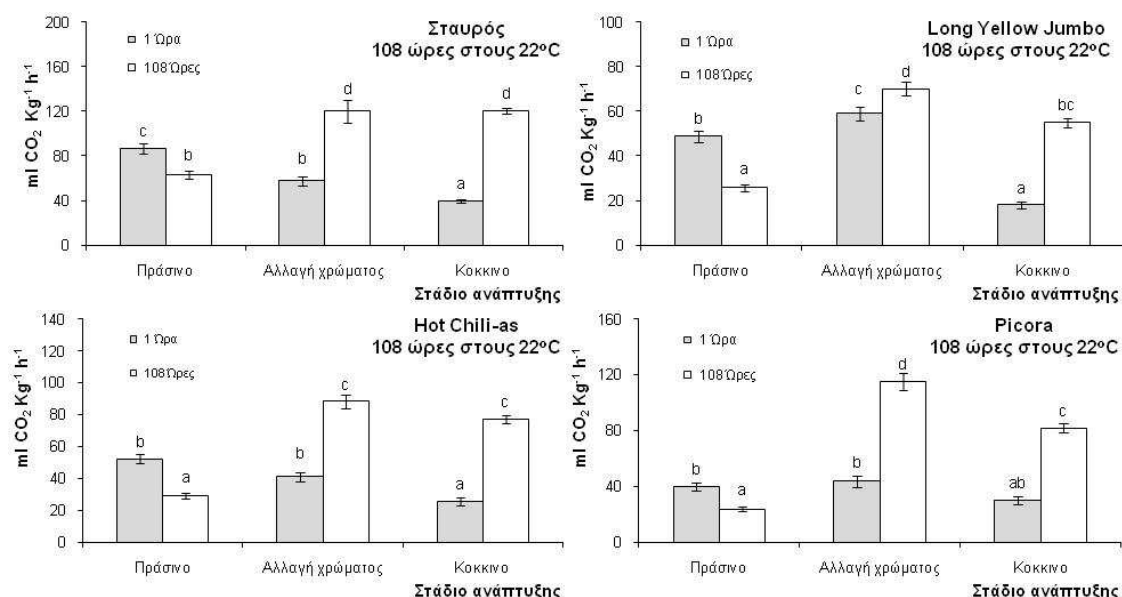
Η αύξηση είναι εμφανής για όλα τα στάδια ανάπτυξης των καρπών και έχει μικρότερες τιμές κυρίως για το στάδιο του κόκκινου χρώματος (R). Το στάδιο του πράσινου χρώματος (G), είτε έχει παρόμοια αύξηση με το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) (υβρίδια Hot Chili-as και Picoira), είτε μικρότερη αύξηση από το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) (ποικιλία Σταυρός) ή μεγαλύτερη αύξηση από το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) (υβρίδιο Long Yellow Jumbo).

Για τους καρπούς της καυτερής ποικιλίας Σταυρός, η συγκέντρωση CO₂ αυξάνεται σημαντικά για τους καρπούς στα στάδια του της αλλαγής του χρώματος, φτάνοντας το ποσοστό του 12,25 % την 108η ώρα. Για τους πράσινους καρπούς (G), το ποσοστό φτάνει τα 9,25 % κατά την τελευταία μέτρηση. Ενώ για τους κόκκινους καρπούς η αύξηση είναι αρκετά μικρότερη και δεν ξεπερνάει τα 7,48 % στο τέλος των 108 ωρών.

Στο υβρίδιο Long Yellow Jumbo, η αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ είναι σταθερή και μικρή για τα στάδια ανάπτυξης αλλαγής χρώματος (GR) και κόκκινου χρώματος (R) με τιμή 6,5 % και 7,8 % αντίστοιχα στο τέλος της περιόδου των 108 ωρών. Στην περίπτωση των πράσινων καρπών (G), η αύξηση είναι της τάξης του 14 % κατά την τελευταία μέτρηση.

Για το υβρίδιο Hot Chili-as, η συγκέντρωση CO₂ μέσα στο γυάλινο βάζο αυξάνεται κατά παρόμοιο τρόπο, όπως και στους προηγούμενους καρπούς, αλλά η αύξηση είναι παρόμοια για τα στάδια πράσινου χρώματος (G) και αλλαγής του χρώματος (GR) και με τιμή περίπου 11-12 % στην τελευταία μέτρηση. Στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), η αύξηση είναι μικρότερη και κατά συνέπεια η τελευταία μέτρηση δείχνει ποσοστό μόλις 8,5 % για το CO₂.

Στην περίπτωση του υβριδίου Picoira, η συγκέντρωση CO₂ αυξάνεται με παρόμοιο τρόπο και για τα 3 στάδια ανάπτυξης. Η τελευταία μέτρηση δείχνει ποσοστό περίπου 12,5 % για τα στάδια του πράσινου χρώματος (G) και αλλαγής του χρώματος (GR) και 10 % για το στάδιο του κόκκινου χρώματος (R).

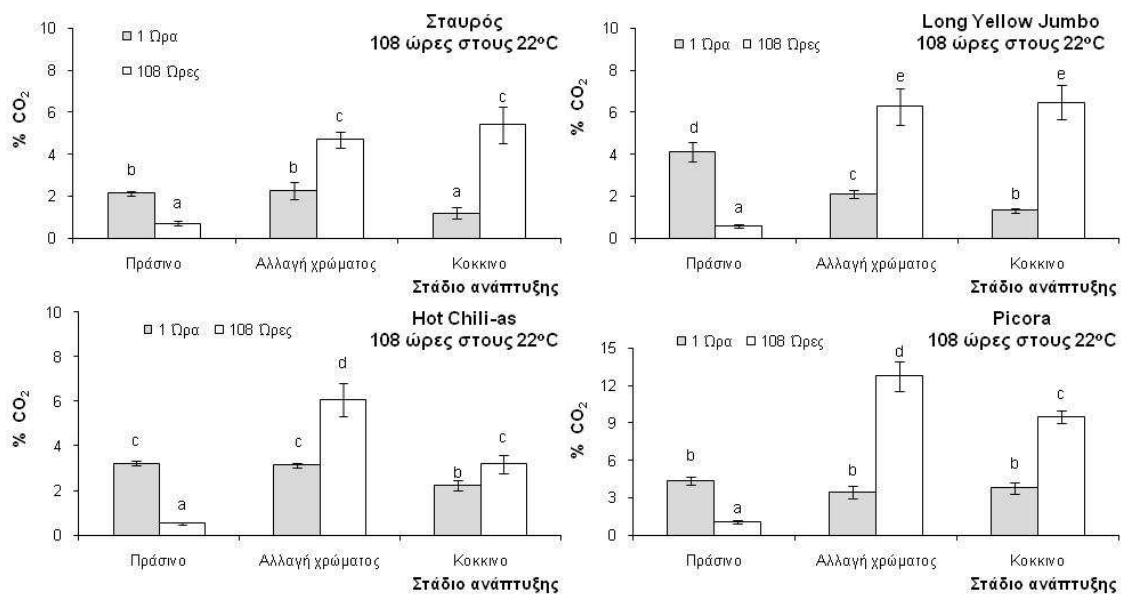


Γράφημα 6.5: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής (ml Kg⁻¹ h⁻¹) του καρπού κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picoira. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Η εξέταση του ρυθμού αναπνοής στην αρχή (1 ώρα), αλλά και στο τέλος της περιόδου των 108 ωρών (108η ώρα) παρουσιάζει υψηλό ρυθμό αναπνοής των καρπών και για τα 3 στάδια συγκομιδής. Ο ρυθμός σημειώνει μείωση από την πρώτη μέχρι την τελευταία μέτρηση για τους πράσινους καρπούς (G) και αντίστοιχη αύξηση για τα στάδια αλλαγής του χρώματος (GR) και κόκκινου χρώματος (R). Στην αρχή της συντήρησης ο ρυθμός φαίνεται να μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος, ενώ στο τέλος της περιόδου των 108 ωρών ο ρυθμός αναπνοής αυξάνεται από τους πράσινους καρπούς μέχρι τα υπόλοιπα 2 στάδια ανάπτυξης (Γράφημα 6.5).

Η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα μετριέται αμέσως μετά τη συγκομιδή στο τέλος της συντήρησης των 108 ωρών. Η αρχική μέτρηση (1 ώρα) παρουσιάζει μείωση της συγκέντρωσης από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος. Στις 108 ώρες και παρόμοια με το ρυθμό αναπνοής, η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα αυξάνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) μέχρι το στάδιο της αλλαγής (GR) και του κόκκινου χρώματος (R) (Γράφημα 6.6).

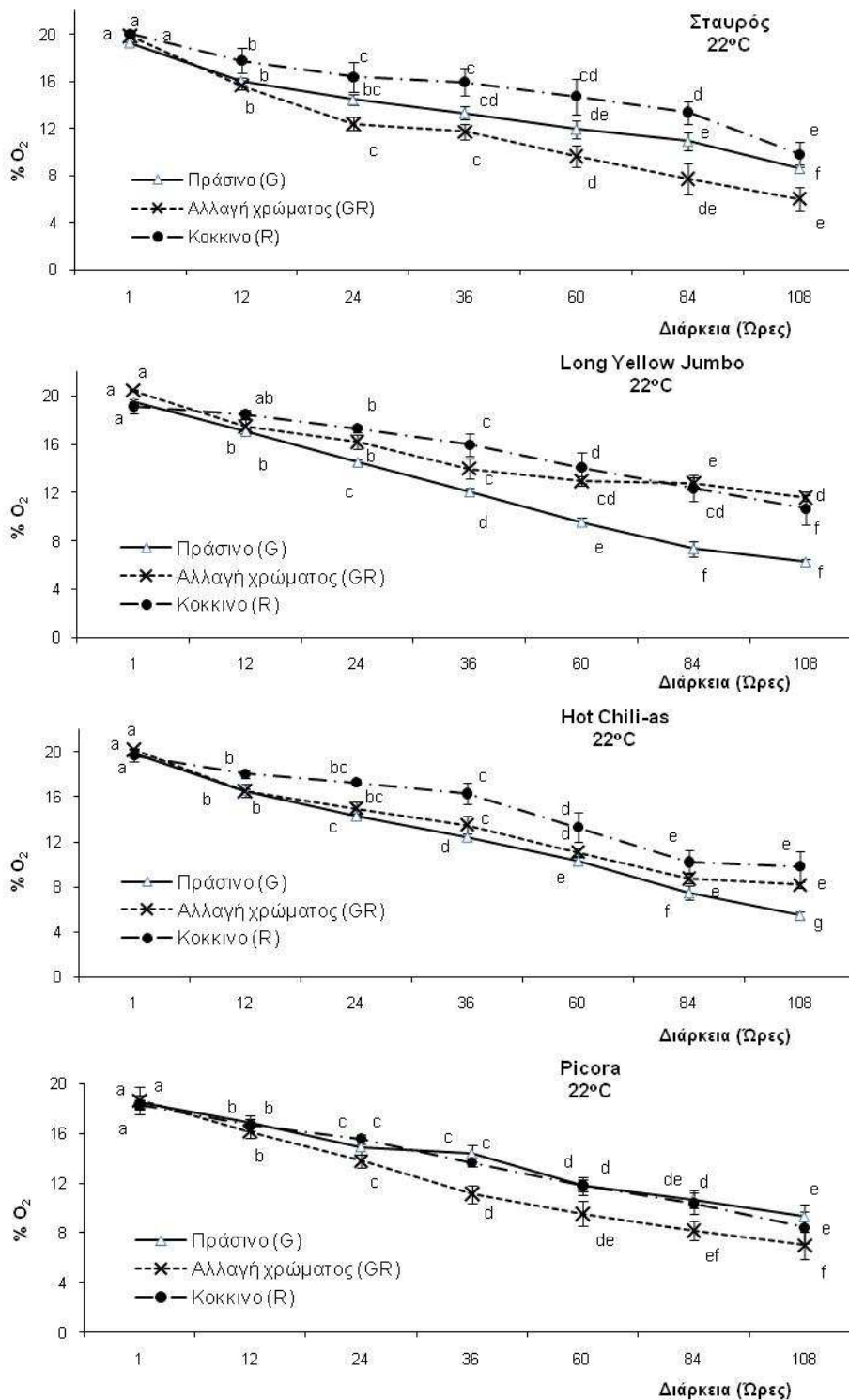
Η μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ πριν και μετά τις 108 ώρες παρουσιάζει ομοιότητες μεταξύ των διαφόρων γονοτύπων. Στο στάδιο του πράσινου χρώματος, η συγκέντρωση σε CO₂ μειώνεται στο χρονικό διάστημα των 108 ωρών και αυξάνεται στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος και του κόκκινου χρώματος. Τα αποτελέσματα αυτά επαληθεύονται και στους τέσσερις γονοτύπους, με εξαίρεσή τους κόκκινους καρπούς της Hot Chili-as, όπου η αύξηση δεν είναι στατιστικά σημαντική. Οι μεταβολές της συγκέντρωσης CO₂ εξηγούν και τις αντίστοιχες μεταβολές του ρυθμού αναπνοής, όπως την αύξηση την αύξηση του ρυθμού αναπνοής στα στάδια της αλλαγής του χρώματος και κόκκινου χρώματος.



Γράφημα 6.6: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ (%) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Συγκέντρωση οξυγόνου μέσα στο γυάλινο βάζο

Η συγκέντρωση O₂ που καταγράφεται μέσα στο γυάλινο βάζο μειώνεται κατά τη διάρκεια των 108 ωρών και στην τελευταία μέτρηση φτάνει το ποσοστό 5,5-11,5 %, που κρίνεται ικανοποιητικό για την αποφυγή της αναερόβιας αναπνοής των καρπών.



Γράφημα 6.7: Μεταβολή της συγκέντρωσης O₂ (%) εντός του βάζου, κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22 °C) για τις πιπεριές Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των χρονικών διαστημάτων για κάθε στάδιο ανάπτυξης.

Σύμφωνα με τους Kader (1992), το ποσοστό του O₂ μέσα στη συσκευασία κατά τη συντήρηση των καρπών της πιπεριάς δεν πρέπει να πέφτει κάτω από το όριο του 3-5 % (Γράφημα 6.7). Η συγκέντρωση O₂ μέσα στο γυάλινο βάζο μειώνεται κατά διαφορετικό τρόπο μεταξύ των 3 σταδίων συγκομιδής και για τις τέσσερις γονότυπους. Για τους καρπούς των Long Yellow Jumbo και Hot Chili-as, η μείωση είναι μεγαλύτερη για τους πράσινους καρπούς (G), είτε από την αρχή της παραμονής των καρπών μέσα στο βάζο, είτε προς το τέλος των 108 ωρών. Για την Picoρα και Σταυρό, η μείωση είναι μεγαλύτερη για τους καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR). Η συγκέντρωση O₂ μέσα στο γυάλινο βάζο παρουσιάζει τη μεγαλύτερη τιμή (αντίστοιχα μικρότερη κατανάλωση) κυρίως για τους κόκκινους καρπούς.

Στην καυτερή ποικιλία Σταυρός, η συγκέντρωση O₂ μέσα στο γυάλινο βάζο είναι χαμηλότερη για το στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR), που αντίστοιχα παρουσιάζει και την υψηλότερη συγκέντρωση CO₂ (Γράφημα 6.3). Για το συγκεκριμένο στάδιο συγκομιδής, η συγκέντρωση O₂ στο τέλος της περιόδου των 108 ωρών φτάνει το 6 %. Τα αντίστοιχα ποσοστά την ίδια χρονική στιγμή για τα υπόλοιπα 2 στάδια συγκομιδής είναι 8,6 % (στάδιο G) και 9,8 % (στάδιο R).

Για τους καρπούς της Long Yellow Jumbo, η συγκέντρωση O₂ μέσα στο γυάλινο βάζο μειώνεται κατά παρόμοιο τρόπο για τα στάδια αλλαγής του χρώματος (GR) και κόκκινου χρώματος (R), φτάνοντας το ελάχιστο ποσοστό του 10,6-11,5 % την 108η ημέρα. Στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G), η συγκέντρωση O₂ μέσα στο γυάλινο βάζο μειώνεται περισσότερο και στην 108η ημέρα πέφτει στο 6,2 %.

Η συγκέντρωση O₂ μέσα στο γυάλινο βάζο με τους καρπούς της Hot Chili-as φτάνει τα ποσοστά των 5,5 %, 8,2 % και 9,8 % για τα στάδια πράσινου (G), αλλαγής (GR) και κόκκινου (R) χρώματος αντιστοίχως. Σε όλη τη διάρκεια των 108 ωρών, οι κόκκινοι καρποί (R) σημειώνουν τη μικρότερη κατανάλωση O₂ στο εσωτερικό του γυάλινου βάζου, ενώ οι πράσινοι καρποί (G) και οι καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) έχουν παρόμοιες τιμές για τη συγκέντρωση O₂ (εκτός από την 108η ώρα), όπως παρατηρείται και με τη συγκέντρωση CO₂ (Γράφημα 6.4).

Κατά την παραμονή των καρπών του υβριδίου Picoρα μέσα στο γυάλινο βάζο, η συγκέντρωση O₂ παραμένει σε υψηλότερα επίπεδα για τα στάδια πράσινου και κόκκινου χρώματος σε όλη τη διάρκεια των 108 ωρών και με ποσοστό 8-9 % κατά την τελευταία μέτρηση (108η ώρα). Οι καρποί στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) παραμένει σε χαμηλότερα επίπεδα κατά τη διάρκεια των 108 ωρών και φτάνει στο ποσοστό του 7 % στην τελευταία μέτρηση.

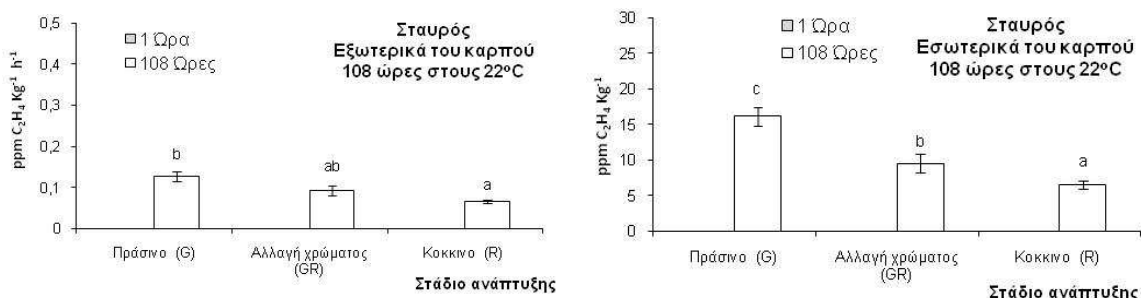
Συγκέντρωση αιθυλενίου

Στους καρπούς τύπου κέρατο, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ του καρπού και η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα περιορίζονται σε χαμηλά επίπεδα και σε κάποιες περιπτώσεις δεν είναι μετρήσιμα με τη εφαρμοζόμενη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6), όπως συμβαίνει με τους καρπούς τύπου φλάσκα.

Οι μετρήσεις αμέσως μετά τη συγκομιδή δείχνουν αρκετά μικρό ρυθμό παραγωγής C₂H₄ (μη μετρήσιμος για όλους τους καρπούς) και μετρήσιμες συγκεντρώσεις στην εσωτερική κοιλότητα για τους καρπούς των Long Yellow Jumbo και Picoρα. Κατά την εξέταση όμως της κλιμακτηρίου κατά την παραμονή των καρπών μέσα στο γυάλινο βάζο (ατομικά ο κάθε καρπός) καταγράφονται τιμές για το ρυθμό παραγωγής και για τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα και για τους τέσσερις εξεταζόμενους γονοτύπους (Γραφήματα 6.8, 6.9, 6.10 και 6.11).

Στο τέλος των 108 ωρών, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 κατά την ανάπτυξη των καρπών μειώνεται (υβρίδιο Picoqa και καυτερές πιπεριές: Σταυρός και Hot Chili-as) ή αυξάνεται (Long Yellow Jumbo). Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα μεταξύ των πράσινων και κόκκινων καρπών μειώνεται στο τέλος των 108 ωρών, παρουσιάζοντας μικρή και μη ανιχνεύσιμη τιμή αμέσως μετά τη συγκομιδή (καυτερές πιπεριές: Σταυρός και Hot Chili-as), παραμένει σταθερή αμέσως μετά τη συγκομιδή και αυξάνεται μετά την περίοδο των 108 ωρών (Long yellow Jumbo) ή παραμένει σταθερή, τόσο αμέσως μετά τη συγκομιδή, όσο και μετά από 108 ώρες.

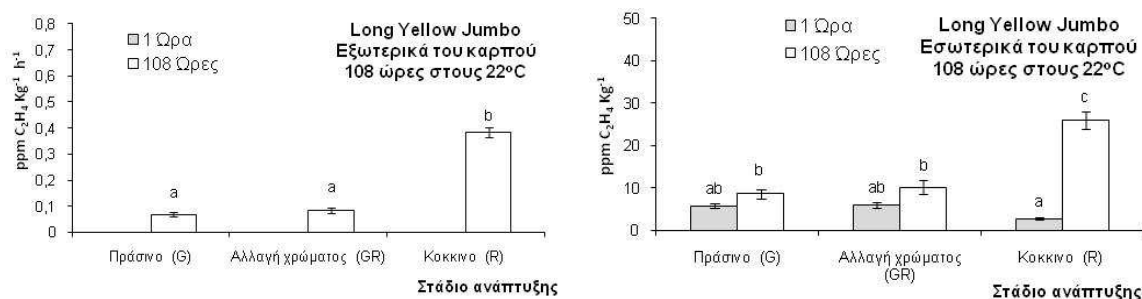
Για τους καρπούς της ποικιλίας Σταυρός, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 για το χρονικό διάστημα των 108 ωρών μέσα στο γυάλινο βάζο είναι μικρότερος από $0,13 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ και μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος (GR). Για τη συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα, η μείωση είναι μεταξύ $16 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1}$ (στάδιο πράσινου χρώματος) και $6,5 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1}$ (στάδιο κόκκινου χρώματος) (Γράφημα 6.8).



Γράφημα 6.8: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($\text{ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) (αριστερά) και της συγκέντρωσης C_2H_4 ($\text{ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22°C) για την ποικιλία Σταυρός.

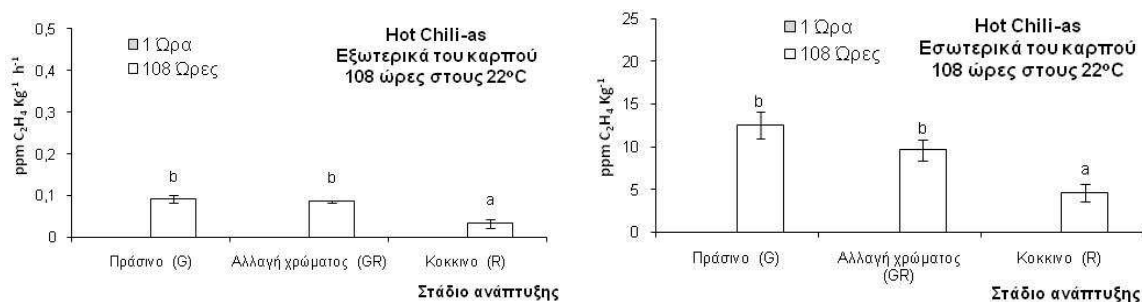
Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Στο υβρίδιο Long Yellow Jumbo, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 για τις 108 ώρες είναι μικρότερος από $0,1 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ στα στάδια πράσινου (G) και αλλαγής (GR) του χρώματος και τη συνέχεια τετραπλασιάζεται στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (R). Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση C_2H_4 των πράσινων καρπών (G) και των καρπών στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) παραμένει σταθερή για το διάστημα των 108 ωρών ($10 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), ενώ στους κόκκινους καρπούς σχεδόν τετραπλασιάζεται για το διάστημα των 108 ωρών (Γράφημα 6.9).



Γράφημα 6.9: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($\text{ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) (αριστερά) και της συγκέντρωσης C_2H_4 ($\text{ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22°C) για το υβρίδιο Long Yellow Jumbo. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

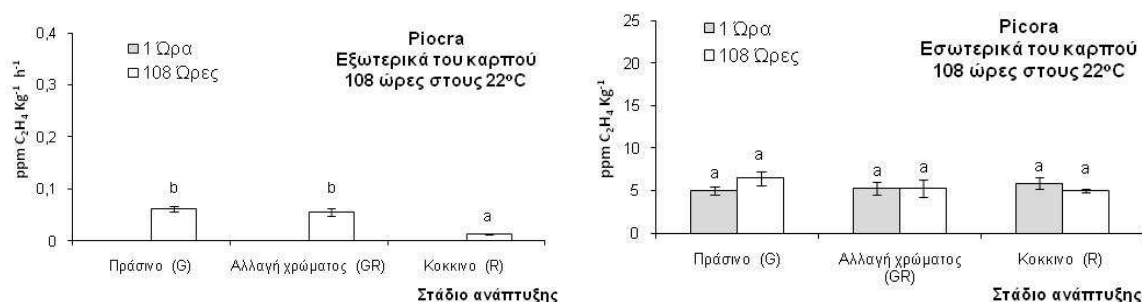
Στην περίπτωση της Hot Chili-as παρουσιάζονται παρόμοια αποτελέσματα με την ποικιλία Σταυρός, δηλαδή ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι αρκετά χαμηλός και μη μετρήσιμος αμέσως μετά τη συγκομιδή και το ίδιο συμβαίνει και με τη συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα. Στο τέλος της περιόδου των 108 ωρών μέσα στο γυάλινο βάζο, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 και η συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα μειώνονται κατά την ανάπτυξη. Οι μέγιστες τιμές στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) είναι $0,1 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ για το ρυθμό παραγωγής και $12,5 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1}$ για τη συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα (Γράφημα 6.10).



Γράφημα 6.10: μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($\text{ppm } \text{Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) (αριστερά) και της συγκέντρωσης C_2H_4 ($\text{ppm } \text{Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22°C) για το υβρίδιο Hot Chili-as.

Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Για τους καρπούς της Pícora, ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 την 108η ώρα είναι μικρότερος από $0,1 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (πράσινοι καρποί) και μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος (R). Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα, μετά την έξοδο των καρπών από το βάζο παρουσιάζει παρόμοια τιμή, περίπου $5 \text{ ppm } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1}$, μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης αμέσως μετά τη συγκομιδή και χωρίς διαφορές με τις μετρήσεις στο τέλος του διαστήματος των 108 ωρών (Γράφημα 6.11).



Γράφημα 6.11: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 ($\text{ppm } \text{Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) (αριστερά) και της συγκέντρωσης C_2H_4 ($\text{ppm } \text{Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (108 ώρες μέσα σε γυάλινο βάζο στους 22°C) για το υβρίδιο Pícora.

Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

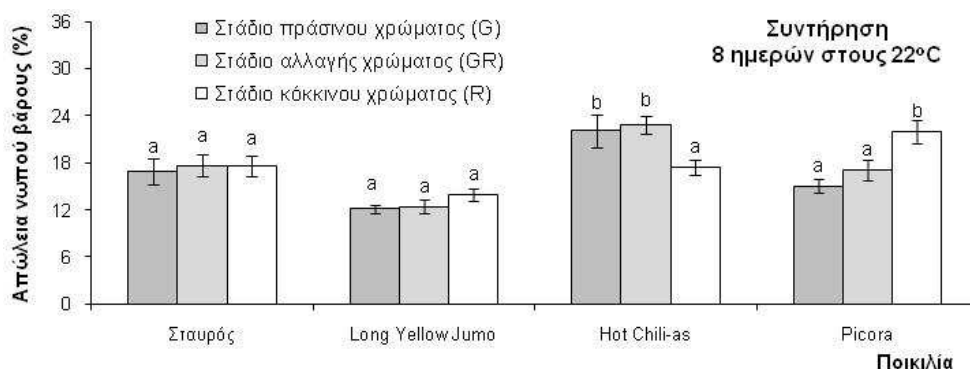
6.3.1.3. Συντήρηση πιπεριών σε επιμήκεις καρπούς (8 ημέρες στους 22°C)

Απώλεια νωπού βάρους καρπού

Η απώλεια του νωπού βάρους καρπού κατά τη συντήρηση των καρπών για 8 ημέρες στους 22°C μέσα σε πλαστικές συσκευασίες, είναι παρόμοια μεταξύ των 3 σταδίων συγκομιδής για τα 3 υβρίδια και τη 1 ποικιλία, σε αντίθεση με τα

αποτελέσματα κατά την εξέταση της κλιμακτηρίου (μέσα σε γυάλινο βάζο για 108 ώρες στους 22 °C). Η απώλεια του νωπού βάρους είναι υψηλότερη (περίπου 17-23 %) σε σύγκριση με την απώλεια βάρους για 108 ώρες εντός του γυάλινου βάζου.

Για την ποικιλία Σταυρός και το υβρίδιο Long Yellow Jumbo δε σημειώνεται διαφορά μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης του καρπού, όπου η μείωση του νωπού βάρους καρπού φτάνει το ποσοστό 16-17 % για τους καρπούς της ποικιλίας Σταυρός και 12-13 % για τους καρπούς του υβριδίου Long Yellow Jumbo (Γράφημα 6.12).



Γράφημα 6.12: Απώλεια του νωπού βάρους καρπού σε ποσοστό επί τοις εκατό (%), κατά τη συντήρηση των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C των Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Ρίκορα. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης για το κάθε υβρίδιο και ποικιλία.

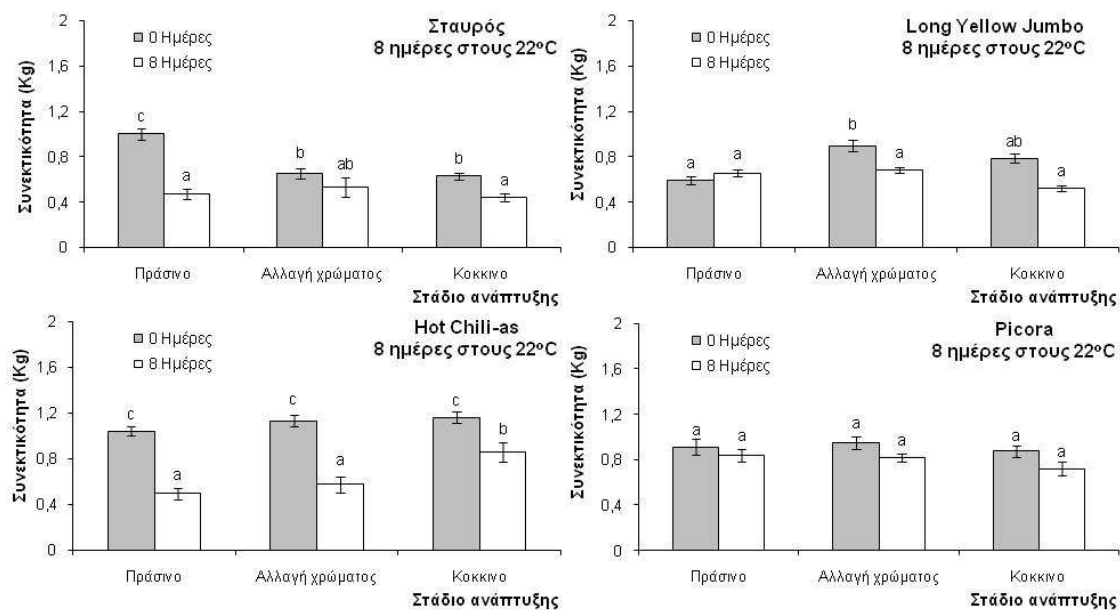
Για τις Hot Chili-as και Ρίκορα, παρατηρείται διαφορά μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης, λόγω της διαφορετικής συμπεριφοράς των κόκκινων καρπών. Για τους κόκκινους καρπούς της Hot Chili-as, η απώλεια είναι της τάξης του 17 %, σε αντίθεση με την απώλεια του 22-23 % για τους καρπούς των υπόλοιπων 2 σταδίων συγκομιδής. Οι κόκκινοι καρποί της Ρίκορα, παρουσιάζουν μεγαλύτερη απώλεια (22 %) σε σύγκριση με τους καρπούς των υπολοίπων σταδίων ανάπτυξης (G και GR) (15-17 %).

Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα των καρπών κυρίως μειώνεται κατά τη συντήρηση των καρπών στους 22 °C για 8 ημέρες.

Για το υβρίδιο Ρίκορα, η συνεκτικότητα του περικαρπίου δε μεταβάλλεται σημαντικά κατά τη συντήρηση και για τα 3 στάδια συγκομιδής (περίπου 0,9 Kg). Στην ποικιλία Σταυρός, οι καρποί σημειώνουν μείωση της συνεκτικότητας στα στάδια της του πράσινου (G) και κόκκινου (R) χρώματος και καλή διατήρηση της συνεκτικότητας στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (GR) (Γράφημα 6.13).

Για τους καρπούς του υβριδίου Long Yellow Jumbo, η συνεκτικότητα διατηρείται σταθερή για το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) και μειώνεται για τα υπόλοιπα στάδια συγκομιδής. Τέλος, για το υβρίδιο Hot Chili-as, οι καρποί παρουσιάζουν μείωση της συνεκτικότητας του περικαρπίου κατά τη διάρκεια της συντήρησης για 8 ημέρες και ανεξάρτητα από το στάδιο συγκομιδής.



Γράφημα 6.13: Μεταβολή της συνεκτικότητας (Kg) του περικαρπίου, κατά τη συντήρηση των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C των Σταυρός, *Long Yellow Jumbo*, *Hot Chili-as* και *Picora*. Τα λατινικά γράμματα αντιστοιχούν σε συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Ρυθμός αναπνοής καρπού και συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική κοιλότητα

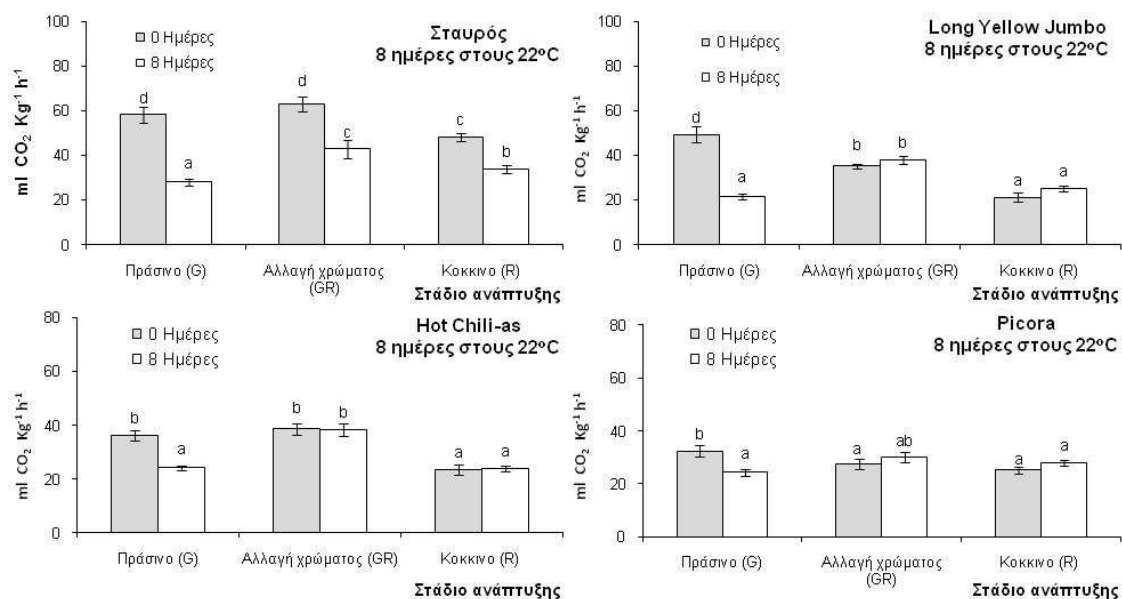
Η συντήρηση των καρπών μέσα σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες σε θερμοκρασία 22 °C παρουσιάζει, είτε μείωση (κυρίως για τους πράσινους καρπούς), είτε δε σημειώνει κάποια μεταβολή (κυρίως στάδια αλλαγής χρώματος και κόκκινου χρώματος), ανάλογα με την εξεταζόμενη ποικιλία ή υβρίδιο (Γράφημα 6.14).

Για την ποικιλία Σταυρός, ο ρυθμός αναπνοής κατά τη διάρκεια της συντήρησης μειώνεται για όλα τα στάδια συγκομιδής. Ο ρυθμός αναπνοής πριν από τη συντήρηση μειώνεται από 60 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ για τους πράσινους καρπούς στα 50 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ για τους κόκκινους καρπούς. Στο τέλος της συντήρησης, ο ρυθμός αναπνοής αυξάνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος και του κόκκινου χρώματος, παρουσιάζοντας αντίστοιχη αύξηση του ρυθμού αναπνοής με αυτή που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της παραμονής των καρπών μέσα στο γυάλινο βάζο για 108 ώρες (Γράφημα 6.4).

Για τα υβρίδια *Long Yellow Jumbo* και *Hot Chili-as*, ο ρυθμός αναπνοής πριν από τη συντήρηση μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος (*Long Yellow Jumbo*: 50 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ και *Hot Chili-as*: 36 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (21-23 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹). Στο τέλος της συντήρησης, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται για τους πράσινους καρπούς και παραμένει αμετάβλητος για τους καρπούς στα στάδια της αλλαγής του χρώματος και τους κόκκινους καρπούς. Η σύγκριση μεταξύ των 3 σταδίων συγκομιδής στο τέλος της συντήρησης παρουσιάζει αύξηση του ρυθμού αναπνοής μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος και στη συνέχεια μείωση μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος.

Ο ρυθμός παραγωγής CO₂ πριν από τη συντήρηση των καρπών του υβριδίου *Picora* μειώνεται κατά την ανάπτυξη, ενώ στο τέλος της συντήρησης, δε σημειώνεται σημαντική διαφορά μεταξύ των 3 σταδίων συγκομιδής (G, GR και R). Κατά τη συντήρηση των καρπών, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται για τους πράσινους καρπούς

και δεν παρουσιάζει καμία διαφορά μεταξύ αρχικής τιμής (Ημέρα 0) και τελική τιμής (Ημέρα 8) για τα στάδια αλλαγής του χρώματος και κόκκινου χρώματος.



Γράφημα 6.14: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) καρπού, κατά τη συντήρηση των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22°C των Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης πριν και μετά τη συντήρηση.

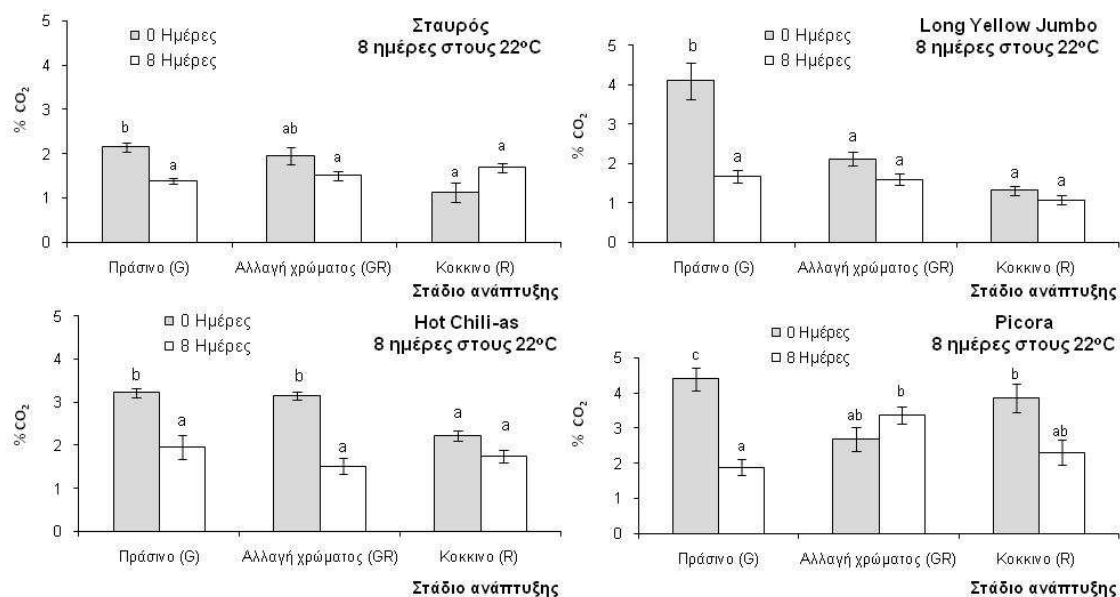
Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μειώνεται ή παραμένει σταθερή κατά τη διάρκεια της συντήρησης των 8 ημερών στους 22°C για τα 3 στάδια ανάπτυξης (Γράφημα 6.15).

Για την ποικιλία Σταυρός, η συγκέντρωση CO_2 σημειώνει μείωση (από 2 σε 1,5 %) για τους πράσινους καρπούς και καμία μεταβολή για τους καρπούς στα στάδια της αλλαγής και του κόκκινου χρώματος. Αντίστοιχα, ο ρυθμός αναπνοής δείχνει μείωση κατά τη συντήρηση, αλλά μεγαλύτερη μεταβολή για τους πράσινους καρπούς. Για το υβρίδιο Long Yellow Jumbo η μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 συμφωνεί απόλυτα με το ρυθμό αναπνοής, όπου μειώνεται για τους πράσινους καρπούς και παραμένει σταθερό για τα υπόλοιπα δύο στάδια ανάπτυξης.

Για το υβρίδιο Hot Chili-as, η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού μειώνεται για τα στάδια πράσινου χρώματος και αλλαγής του χρώματος και δε μεταβάλλεται για το στάδιο του κόκκινου χρώματος. Αντίστοιχα, οι καρποί του υβριδίου Picora σημειώνουν μείωση της εσωτερικής συγκέντρωσης CO_2 για τα στάδια του πράσινου και κόκκινου χρώματος, αν και ο ρυθμός αναπνοής σημειώνει μείωση μόνο για τους πράσινους καρπούς.

Πριν από τη συντήρηση, η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος. Στη συνέχεια, στο τέλος της συντήρησης, η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα δε μεταβάλλεται μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης για τους καρπούς των Σταυρός, Long Yellow Jumbo και Hot Chili-as, ενώ στην Picora αυξάνεται μέχρι το στάδιο της αλλαγής του χρώματος και στη συνέχεια μειώνεται μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Μορφολογικά και φυσιολογικά χαρακτηριστικά του καρπού πιπεριάς

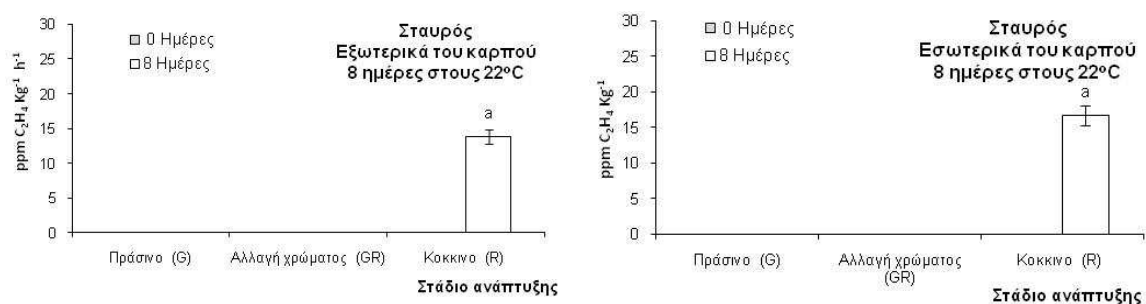


Γράφημα 6.15: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂ (%) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, κατά τη συντήρηση των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C των Σταυρός, Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Ρίσορα. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης πριν και μετά τη συντήρηση.

Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου και συγκέντρωση αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα

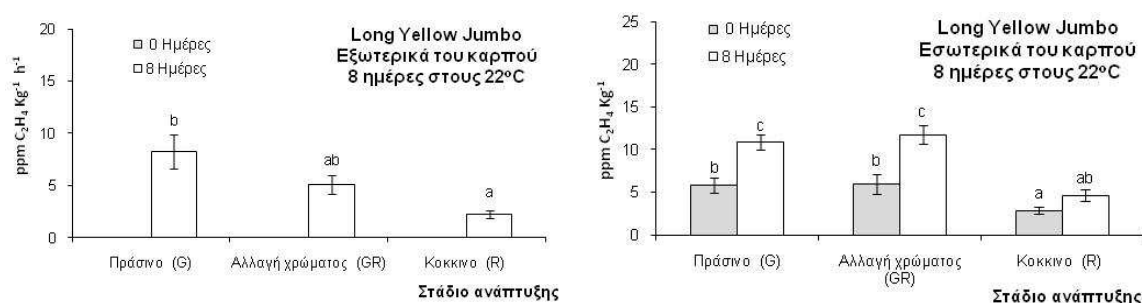
Τα αποτελέσματα σχετικά με το ρυθμό παραγωγής C₂H₄ και τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού κατά τη συντήρηση μέσα σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C, παρουσιάζουν ομοιότητες με τους καρπούς που παρέμειναν μέσα στο γυάλινο κλειστό βάζο για 108 ώρες στους 22 °C. Πριν από τη συντήρηση, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ είναι μικρός και πρακτικά μη μετρήσιμος με την εφαρμοζόμενη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6) και η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα καταγράφεται μόνο για την περίπτωση των υβριδίων Long Yellow Jumbo και Ρίσορα. Ακόμα, δεν προκύπτει ένδειξη C₂H₄ για όλα τα στάδια ανάπτυξης της ποικιλίας Σταυρός και του υβριδίου Ρίσορα μετά το τέλος της συντήρησης.

Για την ποικιλία Σταυρός, μόνο οι κόκκινοι καρποί παρουσιάζουν μετρήσιμη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών στο τέλος της συντήρησης (17 ppm C₂H₄ Kg⁻¹) (Γράφημα 6.16).



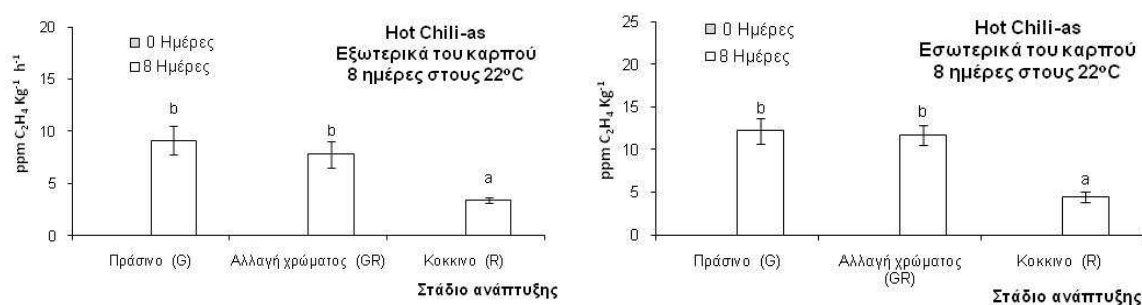
Γράφημα 6.16: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ (ppm Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού (αριστερά) και της συγκέντρωσης C₂H₄ (ppm Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά τη μέτρηση πριν και στο τέλος της συντήρησης των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C της καυτερής ποικιλίας Σταυρός.

Για τους καρπούς της Long Yellow Jumbo, καταγράφεται ρυθμός παραγωγής C₂H₄ και συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα στο τέλος της συντήρησης, ενώ πριν από τη συντήρηση καταγράφεται C₂H₄ μόνο στην εσωτερική κοιλότητα. Συγκρίνοντας τη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα πριν και μετά το τέλος της συντήρησης, σημειώνεται αύξηση για τα στάδια του πράσινου χρώματος και της αλλαγής του χρώματος (από 6 σε 12 ppm C₂H₄ Kg⁻¹) και καμία μεταβολή για τους κόκκινους καρπούς (3-5 ppm C₂H₄ Kg⁻¹). Στο τέλος της συντήρησης, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ και η συγκέντρωση C₂H₄ μειώνονται κατά την ανάπτυξη των καρπών (από το στάδιο πράσινου στο στάδιο κόκκινου χρώματος), όπως αντίστοιχα μειώνεται ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ πριν από τη συντήρηση (Γράφημα 6.17).



Γράφημα 6.17: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ (ppm Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού (αριστερά) και της συγκέντρωσης C₂H₄ (ppm Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά τη μέτρηση πριν και στο τέλος της συντήρησης των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C του υβριδίου Long Yellow Jumbo. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης πριν και μετά τη συντήρηση.

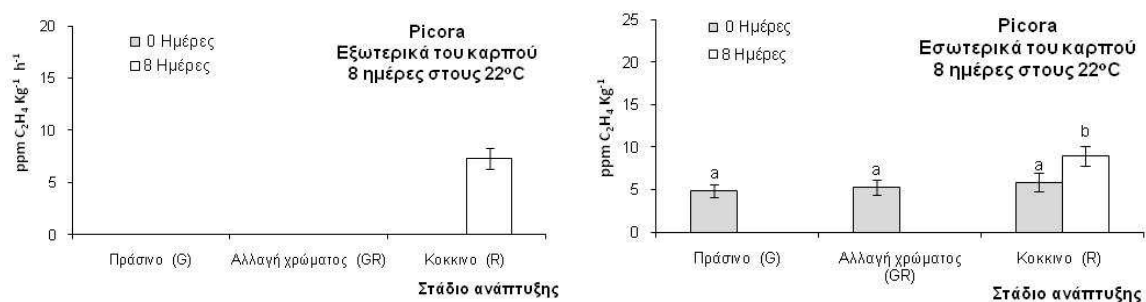
Οι καρποί της Hot Chili-as παρουσιάζουν στο τέλος της συντήρησης μείωση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και της συγκέντρωσης C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα από το στάδιο του πράσινου μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος μόνο στο τέλος της συντήρησης (Γράφημα 6.18).



Γράφημα 6.18: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ (ppm Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού (αριστερά) και της συγκέντρωσης C₂H₄ (ppm Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά τη μέτρηση πριν και στο τέλος της συντήρησης των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C του υβριδίου Hot Chili-as. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης πριν και μετά τη συντήρηση.

Για το υβρίδιο Picora, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ είναι μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο στο στάδιο του κόκκινου χρώματος μετά το τέλος της συντήρησης. Η συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα είναι παραμένει σταθερή μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης κατά τη μέτρηση πριν από τη συντήρηση, ενώ στο

τέλος της συντήρησης η συγκέντρωση για τους κόκκινους καρπούς αυξάνεται και οι συγκεντρώσεις για τους πράσινους και τους καρπούς στο στάδιο αλλαγής του χρώματος είναι μικρή και μη μετρήσιμη (Γράφημα 6.19).



Γράφημα 6.19: Μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ (ppm Kg⁻¹ h⁻¹) καρπού (αριστερά) και της συγκέντρωσης C₂H₄ (ppm Kg⁻¹) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού (δεξιά), κατά τη μέτρηση πριν και στο τέλος της συντήρησης των καρπών σε πλαστικές συσκευασίες για 8 ημέρες στους 22 °C του υβριδίου Picora. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης πριν και μετά τη συντήρηση.

6.3.1.4. Παρθενοκαρπία σε πιπεριές με επιμήκεις καρπούς

Από τα αποτελέσματα του συγκεκριμένου πειράματος προκύπτει ότι οι ποικιλίες με επιμήκεις καρπούς έχουν περιορισμένη ανταπόκριση στο σχηματισμό άσπερμων καρπών με τεχνητό τρόπο. Η τεχνητή παρθενοκαρπία πραγματοποιήθηκε με τον τρόπο 3 (όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.2.3), δηλαδή με απομάκρυνση των ανθών λίγο πριν το άνοιγμα του άνθους και ακολούθως εφαρμογή του εμπορικού ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης Ortomone με καθημερινούς ψεκασμούς μέχρι το δέσιμο του καρπού. Αμέσως μετά την απομάκρυνση των ανθών και την εφαρμογή του ορμονικού διαλύματος σημειώθηκε σε υψηλό ποσοστό απόρριψη των ανθέων.

Από τους χρησιμοποιούμενους γονότυπους (ποικιλίες και υβρίδια) έδωσε πολύ μικρός αριθμός (της τάξης του 10-15 % των συνόλου των ανθέων που απομακρύνθηκαν οι ανθήρες και εφαρμόστηκε ορμονικό διάλυμα) παρθενοκαρπικών καρπών για τις πιπεριές Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as και Picora, ενώ για την ποικιλία Σταυρός σημειώθηκε πλήρη αποτυχία στο σχηματισμό παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο. Η σχέση του μεγέθους (όγκος και νωπό βάρος) των παρθενοκαρπικών καρπών με τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση των ανθέων εξαρτάται από την εξεταζόμενη ποικιλία ή υβρίδιο. Ακόμα, ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ και η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα παραμένει μικρή και μη μετρήσιμη με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6).

Καθώς ο αριθμός των σχηματιζόμενων παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο είναι μικρός (περίπου 10-12 καρποί ανά υβρίδιο), πραγματοποιήθηκαν μόνο συγκρίσεις μεταξύ των μορφολογικών και φυσιολογικών χαρακτηριστικών των ένσπερμων και άσπερμων καρπών στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (κόκκινου χρώματος). Επιπλέον, λόγω του μικρού αριθμού καρπών δεν εξετάστηκε η συμπεριφορά των άσπερμων καρπών κατά τη συντήρηση.

Υβρίδιο Picora: Στάδιο κόκκινου χρώματος

Το σχήμα καρπού επηρεάζεται από την παρουσία των σπόρων, καθώς το μήκος και η διάμετρος καρπού έχουν μεγαλύτερη τιμή για τους ένσπερμους καρπούς σε

σύγκριση με τους άσπερμους καρπούς. Οι ένσπερμοι καρποί έχουν μεγαλύτερη τιμή για το λόγο μήκους προς διάμετρος, δηλαδή παρουσιάζουν περισσότερο επίμηκες σχήμα (Πίνακας 6.3).

Το μέγεθος καρπού είναι σημαντικά μικρότερο για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, όπου το νωπό βάρος και ο όγκος (συνολικός όγκος) έχουν σχεδόν διπλάσια τιμή για τους ένσπερμους καρπούς. Συγκρίνοντας το ποσοστό περικαρπίου προς το νωπό βάρος καρπού, αλλά και του εσωτερικού όγκου προς το συνολικό όγκο καρπού προκύπτουν παρόμοιες τιμές ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη των σπόρων. Αυτό οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι το ποσοστό του όγκου (και του νωπού βάρους) του πλακούντα παραμένει σταθερό, το ποσοστό του όγκου και του νωπού βάρους των σπόρων είναι αρκετά μικρό και το διπλάσιο νωπό βάρος των ένσπερμων καρπών οφείλεται κυρίως στο μεγαλύτερο μέγεθος (νωπό βάρος) του περικαρπίου. Το περικάρπιο των καρπών με και χωρίς σπόρους διατηρεί τη συνεκτικότητά του σταθερή, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων.

Ο ρυθμός αναπνοής είναι σημαντικά μεγαλύτερος περίπου κατά 50 % για τους άσπερμους καρπούς σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς, όπως έχει αποδειχθεί και για τους καρπούς τύπου φλάσκας. Επιπλέον, ο μικρός ρυθμός παραγωγής C₂H₄ του καρπού δεν είναι μετρήσιμος από τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6).

Πίνακας 6.3: Χαρακτηριστικά των κόκκινων ένσπερμων και άσπερμων καρπών του υβριδίου Ρίσογα. στην τελευταία στήλη δεξιά απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) (*= στατιστική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Υβρίδιο: Ρίσογα (Στάδιο Κόκκινου χρώματος)			Ένσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Άσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Συγκρίσεις
Διαστάσεις	Μήκος	(cm)	10,79	7,91	*
	Διάμετρος	(cm)	2,26	2,01	*
Νωπό βάρος	Καρπού	(g)	13,09	7,20	*
	Περικάρπιο / καρπό	(%)	87,53	88,52	ns
Όγκος	Εξωτερικός	(ml)	21,75	13,64	*
	Εσωτερικός / Εξωτερικό	(%)	43,84	42,82	ns
Συνεκτικότητα		(Kg)	0,87	0,89	ns
Ρυθμός αναπνοής		ml CO ₂ Kg ⁻¹ h ⁻¹	30,23	47,07	*
Ρυθμός παραγωγής C ₂ H ₄		ppm C ₂ H ₄ Kg ⁻¹ h ⁻¹	-	-	-
Εσωτερική κοιλότητα καρπού	Συγκέντρωση CO ₂	%	3,93	1,61	*
	Συγκεντρωση C ₂ H ₄	ppm C ₂ H ₄ Kg ⁻¹	5,88	-	-

Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση CO₂ παρουσιάζεται χαμηλότερη για τους άσπερμους καρπούς. Καθώς ο ρυθμός αναπνοής είναι υψηλότερος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, προκύπτει το συμπέρασμα ότι η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα σχετίζεται άμεσα με την παρουσία των σπόρων και ο υψηλότερος ρυθμός αναπνοής των άσπερμων καρπών οφείλεται κυρίως στο

περικάρπιο. Η συγκέντρωση CO₂ των ένσπερμων καρπών είναι σχεδόν διπλάσια από εκείνη των άσπερμων καρπών. Τέλος, η παρουσία C₂H₄ σε μικρή συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων καρπών δείχνει την άμεση συσχέτιση των σπόρων με τη συγκέντρωση CO₂ και C₂H₄.

Υβρίδιο Long Yellow Jumbo: Στάδιο κόκκινου χρώματος

Η απουσία των σπόρων στους καρπούς του υβριδίου Long Yellow Jumbo δεν επηρεάζει το σχήμα καρπού παρά μόνο μειώνει τις διαστάσεις. Συγκεκριμένα, το μήκος και η διάμετρος των άσπερμων καρπών έχουν μικρότερη τιμή, ενώ ο λόγος μήκους προς διαμέτρου παραμένει σταθερός με μέση τιμή 4,49 για τους ένσπερμους καρπούς και 4,56 για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς (Πίνακας 6.4).

Το μικρότερο μέγεθος των άσπερμων καρπών διαπιστώνεται από το μικρότερο όγκο και νωπό βάρος τους. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί αν και έχουν μικρότερο μήκος κατά 2 cm σε σχέση με τους ένσπερμους, παρουσιάζουν μικρότερο εξωτερικό όγκο και νωπό βάρος καρπού κατά περίπου 60 %. Το ποσοστό (%) του περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού, αλλά και του εσωτερικού όγκου επί του εξωτερικού όγκου δεν διαφοροποιούνται ανάλογα με την παρουσία των σπόρων ή όχι. Δηλαδή το ποσοστό του νωπού βάρους του πλακούντα επί του συνολικού βάρους καρπού δε μεταβάλλεται, το ποσοστό του νωπού βάρους των σπόρων δεν επηρεάζει σημαντικά το νωπό βάρος καρπού και το περικάρπιο είναι ανάλογο του μεγέθους του καρπού χωρίς διαφοροποίηση στο πάχος του μεταξύ των άσπερμων και ένσπερμων καρπών.

Πίνακας 6.4: Χαρακτηριστικά των κόκκινων ένσπερμων και άσπερμων καρπών του υβριδίου Long Yellow Jumbo. στην τελευταία στήλη δεξιά απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) (*= στατιστική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Υβρίδιο: Long Yellow Jumbo (Στάδιο Κόκκινου χρώματος)			Ένσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Άσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Συγκρίσεις
Διαστάσεις	Μήκος	(cm)	11,95	8,98	*
	Διάμετρος	(cm)	2,67	1,97	*
Νωπό βάρος	Καρπού	(g)	24,49	9,93	*
	Περίκαρπιο / καρπό	(%)	83,10	89,00	ns
Όγκος	Εξωτερικός	(ml)	41,70	17,00	*
	Εσωτερικός / Εξωτερικό	(%)	44,56	49,81	ns
Συνεκτικότητα		(Kg)	0,79	0,89	ns
Ρυθμός αναπνοής		ml CO ₂ Kg ⁻¹ h ⁻¹	16,88	59,11	*
Ρυθμός παραγωγής C ₂ H ₄		ppm C ₂ H ₄ Kg ⁻¹ h ⁻¹	–	–	–
Εσωτερική κοιλότητα καρπού	Συγκέντρωση CO ₂	%	1,29	1,33	ns
	Συγκεντρωση C ₂ H ₄	ppm C ₂ H ₄ Kg ⁻¹	2,83	–	–

Η διαπίστωση ότι η παρουσία των σπόρων επηρεάζει κυρίως το μέγεθος του καρπού, ενώ δεν έχει σημαντική επίδραση πάνω στο περικάρπιο, επιβεβαιώνεται και από τη συνεκτικότητα του περικαρπίου, όπου δεν παρουσιάζεται κάποια διαφοροποίηση μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών.

Ο ρυθμός αναπνοής των άσπερμων καρπών είναι σχεδόν 3,5 φορές υψηλότερος από τον αντίστοιχο των ένσπερμων. Η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα δεν παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των άσπερμων και των ένσπερμων καρπών, παρά την υψηλότερη τιμή του ρυθμού αναπνοής των άσπερμων καρπών. Το αποτέλεσμα αυτό πιθανόν εξηγείται από το χαμηλό ρυθμό αναπνοής των ώριμων σπόρων, όπως προέκυψε και για την ποικιλία Yolo Wonder (βλέπε κεφάλαιο 4.3.1.10), αλλά και την πιθανή διαφορά στην περατότητα του καρπού στα αέρια των ένσπερμων και άσπερμων καρπών, κυρίως μέσω του ποδίσκου και του κάλυκα (Bower *et al.*, 2000).

Για το C₂H₄ παρουσιάζονται παρόμοια αποτελέσματα με τους κόκκινους καρπούς του υβριδίου Picoza, δηλαδή μικρή μόνο συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων καρπών.

Υβρίδιο Hot Chili-as: Στάδιο κόκκινου χρώματος

Για το υβρίδιο Hot Chili-as, το σχήμα του καρπού επηρεάζεται από την απουσία των σπόρων, όπου μειώνεται το μήκος και δεν επηρεάζεται σημαντικά η διάμετρος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, οι καρποί του υβριδίου Hot Chili-as να είναι περισσότερο επιμήκεις κάτω από την παρουσία των σπόρων. Ο λόγος μήκους προς διάμετρο του καρπού επιβεβαιώνει αυτή την παρατήρηση καθώς παρουσιάζει τιμή 4,1 για τους ένσπερμους καρπούς και 3,2 για τους άσπερμους καρπούς (Πίνακας 6.5).

Πίνακας 6.5: Χαρακτηριστικά των κόκκινων ένσπερμων και άσπερμων καρπών του υβριδίου Hot Chili-as. στην τελευταία στήλη δεξιά απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) (*= στατιστική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Υβρίδιο: Hot Chili-as (Στάδιο Κόκκινου χρώματος)			Ένσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Άσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Συγκρίσεις
Διαστάσεις	Μήκος	(cm)	9,47	7,81	*
	Διάμετρος	(cm)	2,33	2,44	ns
Νωπό βάρος	Καρπού	(g)	13,46	11,32	ns
	Περικάρπιο / καρπό	(%)	85,62	91,46	*
Όγκος	Εξωτερικός	(ml)	28,67	26,25	ns
	Εσωτερικός / Εξωτερικό	(%)	43,23	43,25	ns
Συνεκτικότητα		(Kg)	1,16	1,10	ns
Ρυθμός αναπνοής		ml CO ₂ Kg ⁻¹ h ⁻¹	41,05	69,48	*
Ρυθμός παραγωγής C ₂ H ₄		ppm C ₂ H ₄ Kg ⁻¹ h ⁻¹	-	-	-
Εσωτερική κοιλότητα καρπού	Συγκέντρωση CO ₂	%	2,27	2,03	ns
	Συγκεντρωση C ₂ H ₄	ppm C ₂ H ₄ Kg ⁻¹	-	-	-

Σε αντίθεση με το σχήμα καρπού, οι καρποί της Hot Chili-as δεν παρουσιάζουν διαφορά στο νωπό βάρος και το συνολικό όγκο καρπού κάτω από την επίδραση της απουσίας των σπόρων. Το νωπό βάρος περικαρπίου των άσπερμων καρπών εμφανίζεται αυξημένο (μεγαλύτερο πάχος περικαρπίου ή αύξηση του εσωτερικού τμήματος του περικαρπίου), καθώς το ποσοστό του περικαρπίου επί του νωπού βάρους καρπού σημειώνεται αυξημένο για τους άσπερμους καρπούς και το νωπό βάρος καρπού παραμένει σταθερό.

Παρόμοια με τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του καρπού, οι σπόροι δε φαίνονται ικανοί να επηρεάσουν και τη συνεκτικότητα του περικαρπίου, παρά το γεγονός ότι στους άσπερμους καρπούς καταγράφεται μεγαλύτερο νωπό βάρος περικαρπίου.

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί, χωρίς να παρουσιάζουν κάποια διαφορά στο μέγεθος (νωπό βάρος και όγκο) από τους ένσπερμους καρπούς, σημειώνουν μεγαλύτερο ρυθμό αναπνοής. Επιπλέον, η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα δεν παρουσιάζει διαφορές ανάλογα με την παρουσία των σπόρων, λόγω του μικρού ρυθμού αναπνοής των σπόρων και της περατότητας του καρπού στα συγκεκριμένα αέρια με πιθανό διαφορετικό τρόπο (όπως εξηγήθηκε και για την περίπτωση του υβριδίου Long Yellow Jumbo).

Μετρήσεις C₂H₄ σημειώνονται μόνο στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων καρπών, ενώ ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ είναι χαμηλός και μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6).

6.3.2. Πιπεριές με καρπούς τύπου φλάσκα

6.3.2.1. Παρθενοκαρπία για την ποικιλία Tomson

Για τη συγκεκριμένη ποικιλία Tomson εξετάστηκε η ανάπτυξη παρθενοκαρπικών καρπών με τη βοήθεια της καρποδετικής ορμόνης Ortomone, η επίδραση της εφαρμογής του ορμονικού διαλύματος αυξίνης πάνω στην ανάπτυξη των καρπών και η κλιμακτηριακή συμπεριφορά των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών, δηλαδή μεταβολή του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ και του ρυθμού αναπνοής κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών.

6.3.2.1.1. Σύγκριση ένσπερμων και άσπερμων καρπών

Η ποικιλία Tomson ανταποκρίνεται θετικά στο σχηματισμό παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο, έπειτα από την αφαίρεση των ανθέρων και τον ψεκασμό τους με ορμονικό διάλυμα καρπόδεσης. Κάτω από αυτές τις συνθήκες, ο σχηματισμός άσπερμων καρπών παρουσιάζει πλήρη επιτυχία σε υψηλό ποσοστό, καθώς ελάχιστα άνθη μετά την επέμβαση έπεσαν.

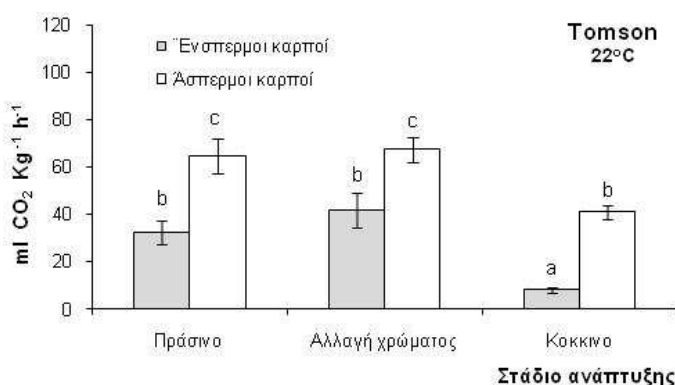
Οι παρθενοκαρπικοί καρποί ακολουθούν το ίδιο μοντέλο ανάπτυξης σε σχέση με τους ένσπερμους καρπούς των υπολοίπων ποικιλιών τύπου φλάσκα, σημειώνοντας στατιστικά σημαντικά μικρότερο νωπό βάρος, όγκο και διαστάσεις (μήκος και διάμετρο) σε όλα τα στάδια συγκομιδής (ώριμου πράσινου χρώματος, στάδιο αλλαγής χρώματος και στάδιο ώριμου πράσινου χρώματος) (Πίνακας 6.6).

Πίνακας 6.6: Μορφολογικά χαρακτηριστικά των ένσπερμων και άσπερμων καρπών της ποικιλίας Tomson. στην τελευταία στήλη δεξιά απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) (*= στατιστική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Ποικιλία: Tomson			Ένσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Άσπερμοι καρποί (Μ.Ο.)	Συγκρίσεις
Χρώμα περικαρπίου	Στάδιο πράσινου χρώματος (G)	Συντελεστής L	38,25	41,09	ns
		Συντελεστής a	-13,15	-15,07	ns
	Στάδιο αλλαγής χρώματος (GR)	Συντελεστής L	33,91	33,74	ns
		Συντελεστής a	4,38	9,78	ns
	Στάδιο κόκκινου χρώματος (R)	Συντελεστής L	34,86	34,04	ns
		Συντελεστής a	27,00	26,72	ns
Διαστάσεις (Στάδιο R)	Μήκος (cm)	6,10	4,47	*	
	Διάμετρος (cm)	6,95	5,39	*	
Νωπό βάρος (Στάδιο R)	Καρπού (g)	85,84	40,83	*	
	Περικαρπίου (g)	73,81	34,33	*	
Όγκος (Στάδιο R)	Εξωτερικός (ml)	190,00	84,40	*	
	Εσωτερικός (ml)	74,12	33,50	*	
Συνεκτικότητα	Στάδιο πράσινου χρώματος - G (Kg)	1,75	1,33	*	
	Στάδιο αλλαγής χρώματος - GR (Kg)	1,62	1,30	*	
	Στάδιο κόκκινου χρώματος - R (Kg)	1,34	1,12	*	
Σπόροι (Στάδιο R)	Αριθμός / καρπό	102,00	--	--	
	Νωπό βάρος 1000 σπόρων (g)	11,13	--	--	

Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά διαπιστώνεται και στην περίπτωση των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Tomson. Ο ρυθμός αναπνοής των ένσπερμων καρπών είναι μικρότερος από το ρυθμό αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών και για τα 3 στάδια ανάπτυξης.



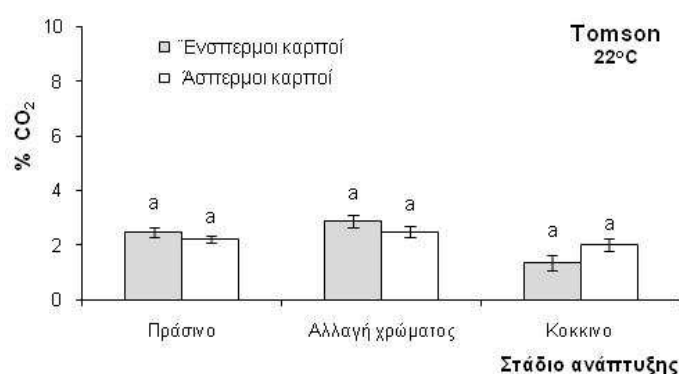
Γράφημα 6.20: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής (ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) των ένσπερμων και άσπερμων καρπών κατά τη συγκομιδή σε τρία στάδια ανάπτυξης (Πράσινου, Αλλαγής και Κόκκινου χρώματος) της ποικιλίας Tomson. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων, ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση, με τη μικρότερη τιμή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Η μείωση του ρυθμού αναπνοής είναι στατιστικά σημαντική μεταξύ των σταδίων

αλλαγής του χρώματος (GR) και πλήρους ωρίμανσης (R). Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 είναι μικρός και μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6), ανεξάρτητα από την παρουσία ή μη των σπόρων (Γράφημα 6.20).

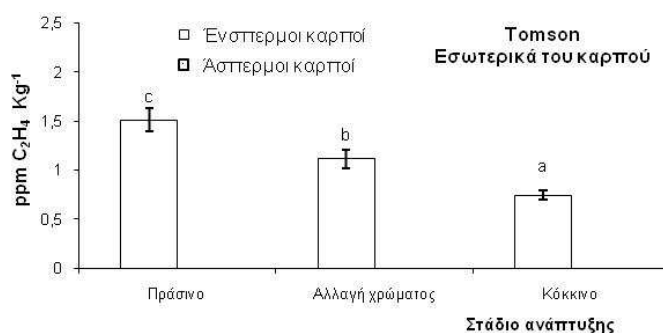
Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού δε σημειώνει διαφορές μεταξύ των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών και παραμένει σταθερή κατά την ανάπτυξη του καρπού. Τα αποτελέσματα αυτά επαναλαμβάνονται και για τα 3 στάδια ανάπτυξης των καρπών και δείχνουν ότι παρά τους υψηλούς ρυθμούς αναπνοής του καρπού, η περατότητα του καρπού σε CO_2 έχει περίπου τις ίδιες τιμές για τους ένσπερμους και παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η συγκέντρωση CO_2 κυμαίνεται στο 2 % (Γράφημα 6.21).



Γράφημα 6.21: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 (%) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και άσπερμων καρπών, κατά τη συγκομιδή σε τρία στάδια ανάπτυξης (Πράσινου, Αλλαγής και Κόκκινου χρώματος) της ποικιλίας Tomson. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, όπως έχει αποδειχτεί και από τις μετρήσεις για την ποικιλία Yolo Wonder (βλέπε κεφάλαια 4 και 5), συνδέεται άμεσα με την παρουσία των σπόρων και παρουσιάζει μείωση κατά την ανάπτυξη του καρπού (από το στάδιο του πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος). Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς η συγκέντρωση είναι αρκετά μικρή και μη μετρήσιμη με τη συγκεκριμένη μέθοδο (Γράφημα 6.22).



Γράφημα 6.22: Μεταβολή της συγκέντρωσης C_2H_4 (ppm Kg^{-1}) στην εσωτερική κοιλότητα των ένσπερμων και άσπερμων καρπών κατά τη συγκομιδή σε τρία στάδια ανάπτυξης (Πράσινου, Αλλαγής και Κόκκινου χρώματος) της ποικιλίας Tomson. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

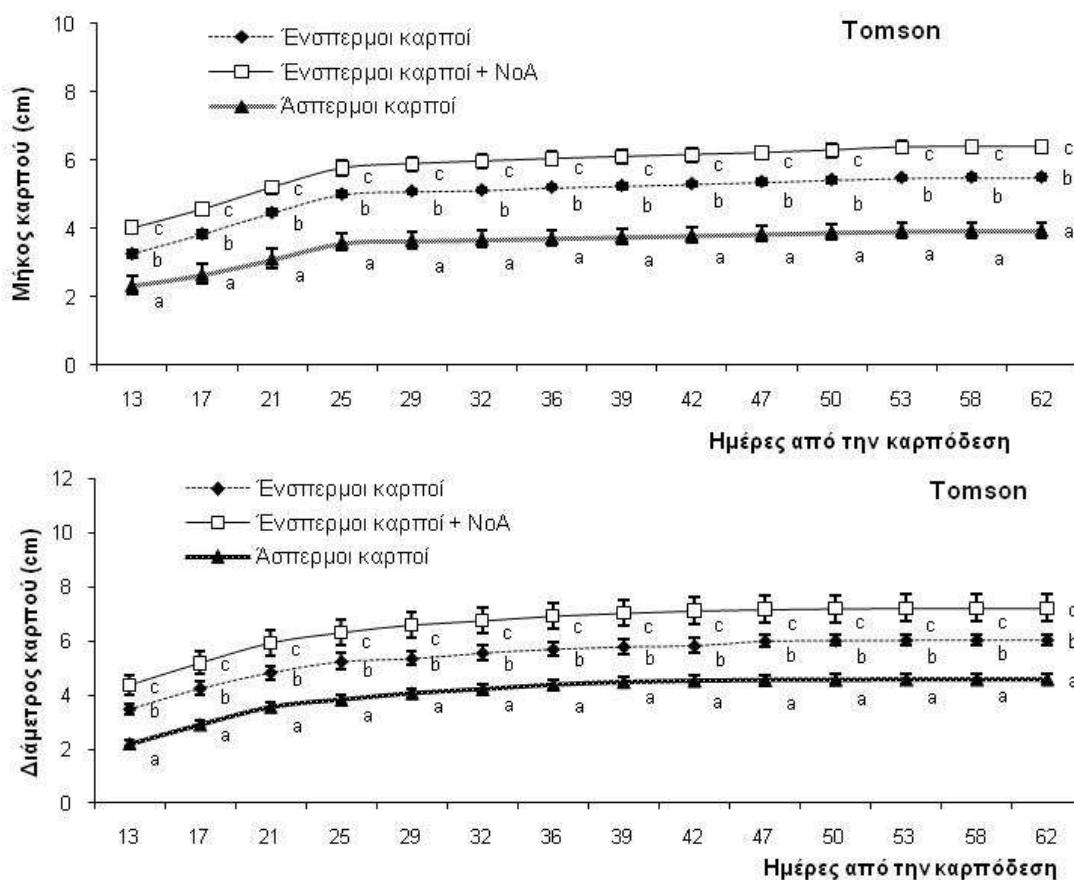
6.3.2.1.2. Επίδραση της αυξίνης στην ανάπτυξη του καρπού

Κατά την εξέταση της επέμβασης του ορμονικού διαλύματος, μελετήθηκε, τόσο η επίδραση πάνω στο σχηματισμό παρθενοκαρπικών καρπών μετά τον ψεκάσμο των ανθέων, όπου είχαν απομακρυνθεί οι ανθήρες, όσο και η επίδραση πάνω σε καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση. Στη δεύτερη περίπτωση ο ψεκάσμος πραγματοποιήθηκε στο στάδιο της άνθησης και της καρπόδεσης.

Διαστάσεις καρπού

Οι διαστάσεις του καρπού επηρεάζονται σημαντικά από την παρουσία των σπόρων, αλλά και την εφαρμογή του ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης. Το μήκος και η διάμετρος του καρπού είναι στατιστικά σημαντικά μικρότερη για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Οι καρποί που αναπτύχθηκαν κάτω από φυσιολογικές συνθήκες γονιμοποίησης του άνθους και ταυτόχρονα ψεκάστηκαν με ορμονικό διάλυμα καρπόδεσης παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες διαστάσεις (Γράφημα 6.23).

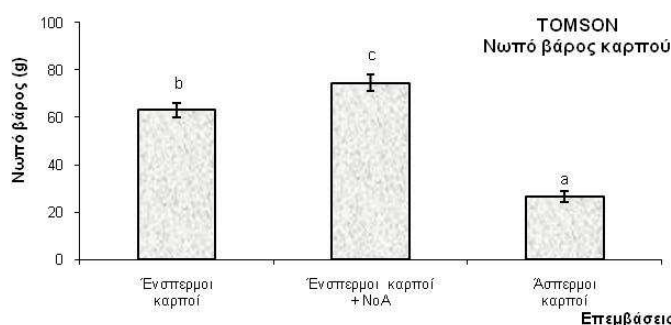
Τα αποτελέσματα αυτά δείχνουν σημαντική επίδραση του ορμονικού διαλύματος πάνω στο σχηματισμό και την ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών (από άνθη, όπου είχαν αφαιρεθεί οι ανθήρες), αλλά και σημαντική επίδραση στην αύξηση του μεγέθους του καρπού, όταν η εφαρμογή συνδυάζεται από την παρουσία των σπόρων, δηλαδή εφαρμόζεται πάνω σε άνθη από φυσιολογική γονιμοποίηση.



Γράφημα 6.23: Μεταβολή του μέσου μήκους (cm) και της μέσης διαμέτρου (cm) καρπού, κατά την ανάπτυξη των ένσπερμων καρπών, ένσπερμων καρπών με ταυτόχρονη εφαρμογή ορμονικού διαλύματος και των παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Tomson. Το λατινικό γράμμα αντιστοιχούν στη στατιστική σύγκριση κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε μέτρηση.

Νωπό βάρος καρπού (κατά τη συγκομιδή)

Κατά τη συγκομιδή στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης, το νωπό βάρος καρπού παρουσιάζει παρόμοια διαφοροποίηση μεταξύ των 3 μεταχειρίσεων όπως ακριβώς συμβαίνει και με τις διαστάσεις καρπού. Οι καρποί από φυσιολογική γονιμοποίηση με ταυτόχρονη εφαρμογή του ορμονικού διαλύματος καρπόδεσης σημειώνουν το μεγαλύτερο νωπό βάρος, που είναι ελάχιστα μεγαλύτερο από το νωπό βάρος των καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν το μικρότερο νωπό βάρος καρπού, που είναι το μισό από το αντίστοιχο νωπό βάρος των καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση (Γράφημα 6.24).



Γράφημα 6.24: Μεταβολή του νωπού βάρους καρπού (g) κατά την ανάπτυξη των ένσπερμων καρπών, ένσπερμων καρπών με ταυτόχρονη εφαρμογή ορμονικού διαλύματος και των παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Tomson.

Αριθμός και νωπό βάρος σπόρων

Η επέμβαση στα άνθη και τους σχηματισμένους καρπούς με το ορμονικό διάλυμα καρπόδεσης (Ένσπερμοι καρποί + NoA) προκαλεί αύξηση του αριθμού των σπόρων ανά καρπό. Καθώς το νωπό βάρος των 1000 σπόρων διατηρείται σταθερό για τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση και τους ένσπερμους με επέμβαση με ορμονικό διάλυμα καρπόδεσης, το νωπό βάρος ανά σπόρο δεν επηρεάζεται για την περίπτωση των καρπών που εφαρμόστηκε ορμόνη σε συνδυασμό με τη φυσιολογική γονιμοποίηση του άνθους (Πίνακας 6.7).

Πίνακας 6.7: Αριθμός και νωπό βάρος 1000 σπόρων των ένσπερμων καρπών με και χωρίς εφαρμογή ορμονικού διαλύματος NoA για την ποικιλία Tomson. στην τελευταία στήλη δεξιά απεικονίζονται οι συγκρίσεις μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών κατά ΕΣΔ (P= 5 %) (*= στατιστική διαφορά, ns= μη στατιστικά σημαντική διαφορά).

Ποικιλία Tomson	Ένσπερμοι καρποί	Ένσπερμοι καρποί + NoA	Συγκρίσεις
Αριθμός σπόρων / καρπό	107,88	71,00	*
Νωπό βάρος 1000 σπόρων (g)	9,60	10,67	ns

6.3.2.1.3. Συντήρηση ένσπερμων και άσπερμων καρπών

Μορφολογικά χαρακτηριστικά

Η φωτεινότητα του χρώματος του καρπού δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές κατά τη διάρκεια της συντήρησης στις 8 ημέρες στους 22 °C, με εξαίρεση τη μείωση της φωτεινότητας του χρώματος για τους πράσινους παρθενοκαρπικούς καρπούς.

Το πράσινο χρώμα φαίνεται να μειώνεται περισσότερο κατά τη συντήρηση για τους ένσπερμους καρπούς, ενώ στα υπόλοιπα στάδια ανάπτυξης (στάδιο αλλαγής του χρώματος και στάδιο κόκκινου χρώματος) η αύξηση του κόκκινου χρωματισμού γίνεται κατά παρόμοιο τρόπο μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών (Πίνακας 6.8).

Οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν μεγαλύτερη μείωση του νωπού βάρους καρπού σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς για τα στάδια της αλλαγής του χρώματος και κόκκινου χρώματος. Για τους καρπούς όμως στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) δε σημειώνεται κάποια διαφορά ανάλογα με την παρουσία ή απουσία των σπόρων.

Η συνεκτικότητα του περικαρπίου μειώνεται σημαντικά κατά τη διάρκεια της συντήρησης για τους ένσπερμους καρπούς και για όλα τα στάδια ανάπτυξης. Για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς, η συνεκτικότητα του περικαρπίου διατηρείται σταθερή για τα στάδια αλλαγής του χρώματος και κόκκινου χρώματος.

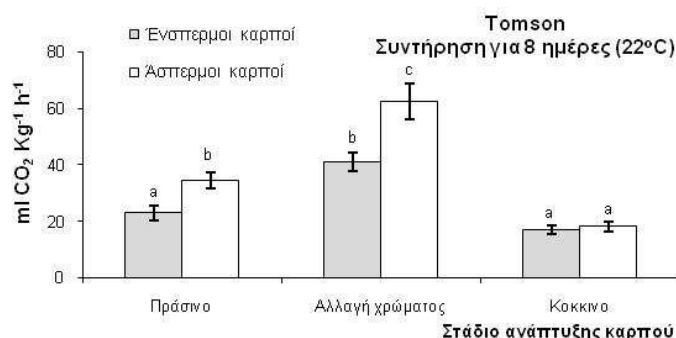
Πίνακας 6.8: Μορφολογικά χαρακτηριστικά των ένσπερμων και άσπερμων καρπών της ποικιλίας Tomson. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ (P= 5 %) για κάθε ένα μορφολογικό χαρακτηριστικό (για κάθε μία γραμμή).

ΠΟΙΚΙΛΙΑ Tomson				Ένσπερμοι καρποί				Άσπερμοι καρποί			
				Ημέρα 0		Ημέρα 8		Ημέρα 0		Ημέρα 8	
Καρπός	Χρώμα περικαρπίου	Στάδιο πράσινου χρώματος (G)	Συντελεστής L	40,59	ab	37,35	a	42,62	b	37,72	a
			Συντελεστής a	-13,80	ab	-4,38	c	-15,86	a	-11,15	b
		Στάδιο αλλαγής χρώματος (GR)	Συντελεστής L	36,20	a	35,79	a	38,41	a	37,86	a
			Συντελεστής a	4,33	a	27,99	b	-0,22	a	31,89	b
		Στάδιο κόκκινου χρώματος (R)	Συντελεστής L	32,68	a	36,34	a	35,23	a	34,56	a
			Συντελεστής a	26,87	a	27,67	a	29,76	a	28,86	a
	Απώλεια νωπού βάρους	Στάδιο πράσινου χρώματος - G (%)			8,60	a			9,19	a	
		Στάδιο αλλαγής χρώματος - GR (%)			7,07	a			9,62	b	
		Στάδιο κόκκινου χρώματος - R (%)			6,58	a			11,03	b	
	Συνεκτικότητα	Στάδιο πράσινου χρώματος - G (Kg)	1,75	c	0,90	a	1,33	b	1,04	a	
		Στάδιο αλλαγής χρώματος - GR (Kg)	1,62	c	0,99	a	1,30	b	1,37	b	
		Στάδιο κόκκινου χρώματος - R (Kg)	1,34	b	0,94	a	1,12	ab	0,97	a	

Ρυθμός αναπνοής και ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου καρπού

Στο τέλος της συντήρησης στις 8 ημέρες στους 22 °C ο ρυθμός αναπνοής των άσπερμων καρπών παρουσιάζει υψηλότερη τιμή για τα στάδια ανάπτυξης του πράσινου (G) και της αλλαγής του χρώματος (GR).

Αντίθετα στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), δε σημειώνεται καμία διαφορά μεταξύ των ένσπερμων και των παρθενοκαρπικών καρπών. Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ καρπού είναι χαμηλός και μη μετρήσιμος με τη συγκεκριμένη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6) (Γράφημα 6.25).

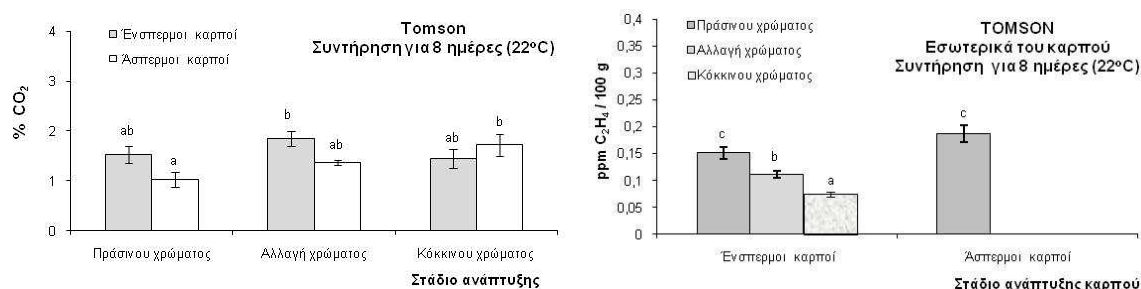


Γράφημα 6.25: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής ($\text{ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) των ένσπερμων και άσπερμων καρπών της ποικιλίας Tomson, κατά τη συντήρηση στους 22°C για 8 ημέρες. Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Συγκέντρωση διοξειδίου του άνθρακα και αιθυλενίου στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού

Η συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού δεν παρουσιάζει σημαντικές διαφορές μεταξύ των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών στο τέλος της συντήρησης. Επιπλέον, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν μικρή αύξηση από το στάδιο του πράσινου χρώματος (G) μέχρι το στάδιο του κόκκινου χρώματος (R), ενώ για τους ένσπερμους καρπούς δε σημειώθηκε καμία διαφορά μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

Η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα των καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση μειώνεται κατά την ανάπτυξη, όπως προκύπτει από το γράφημα 6.26. Αντίθετα, για τους άσπερμους καρπούς αν και δεν καταγράφεται ένδειξη C_2H_4 πριν από τη συντήρηση, την 8η ημέρα της συντήρησης η συγκέντρωση C_2H_4 είναι σημαντική στο στάδιο του πράσινου χρώματος (G) (Γράφημα 6.26).



Γράφημα 6.26: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO_2 (%) (αριστερά) και C_2H_4 ($\text{ppm } 100 \text{ g}^{-1}$) (δεξιά) στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού, κατά τη συντήρηση των ένσπερμων και των άσπερμων καρπών της ποικιλίας Tomson για 8 ημέρες στους 22°C . Τα λατινικά γράμματα αφορούν τις συγκρίσεις κατά ΕΣΔ ($P=5\%$) μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης.

6.3.2.2. Παρθενοκαρπία για την ποικιλία Golden California Wonder

Παράλληλα με την ποικιλία Tomson, χρησιμοποιήθηκε και η ποικιλία Golden California Wonder, τύπου φλάσκα, με καρπούς κίτρινου-πορτοκαλί χρώματος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Η συγκεκριμένη ποικιλία χρησιμοποιήθηκε δοκιμαστικά και οι μετρήσεις στηρίχτηκαν κυρίως στην εξέταση της παρθενοκαρπίας.

Ο σχηματισμός και η ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο (αφαίρεση ανθέρων και ακόλουθη επέμβαση - ψεκασμός ορμονικού διαλύματος

NoA) είχε 100 % επιτυχία. Οι καρποί παρέμειναν πάνω στο φυτό μέχρι την πλήρη ωρίμανση (απόκτηση χρώματος κίτρινου - πορτοκαλί), Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό των καρπών ήταν το μεγάλο μέγεθος, παρά την απουσία σπόρων στο εσωτερικό τους.

Ενδεικτικά, οι ώριμοι κίτρινοι - πορτοκαλί άσπερμοι καρποί εμφανίζουν ελάχιστη μείωση του μεγέθους καρπού κατά 15 - 20 %, με νωπό βάρος καρπού 50 - 80 g και όγκο καρπού 120 - 160 ml. Κάτω από την επίδραση των σπόρων, οι καρποί αποκτούν μήκος περίπου 5 - 6 cm και διάμετρο 7 - 8 cm, σε αντίθεση με το ελάχιστο μικρότερο μήκος (4,8 - 5,4 cm) και τη μικρή μείωση στη διάμετρο (5,6 - 7,3 cm). Η βιταμίνη C μετρήθηκε στα 238 mg ασκορβικού οξέως 100 g^{-1} νωπού βάρους περικαρπίου και η συνεκτικότητα περικαρπίου στα 0,42 Kg, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων.

Ο ρυθμός αναπνοής των ώριμων καρπών της Golden California Wonder κυμαίνεται σε υψηλότερα επίπεδα. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν υψηλότερο ρυθμό αναπνοής (περίπου $310 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) κατά 25 % από τους ένσπερμους καρπούς ($225 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$), όπως ακριβώς συμβαίνει και με τους άσπερμους καρπούς των υπολοίπων ποικιλιών και υβριδίων που (Yolo Wonder, Picora, Long Yellow Jumbo και Hot Chili-as). Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση CO_2 παρουσιάζει μικρές διαφορές μεταξύ των ένσπερμων (περίπου 110 ml Kg^{-1}) και των παρθενοκαρπικών καρπών (περίπου 130 ml Kg^{-1}). Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 και η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα παρουσιάζουν χαμηλές τιμές, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων και είναι μη μετρήσιμη με τη συγκεκριμένη μέθοδο.

6.4. Συζήτηση

Οι πιπεριές τύπου κέρατο (*Capsicum annuum* L.: Long Yellow Jumbo, Bounty F1 Lenor, Σταυρός, Φλωρίνης και Picora και *Capsicum frutescens* L.: Hot Chili-as), με επιμήκεις καρπούς σχηματίζουν παρθενοκαρπικούς καρπούς με τεχνητό τρόπο αρκετά δύσκολα, καθώς σε μεγαλύτερο ποσοστό τα άνθη αμέσως μετά την αφαίρεση των ανθέρων και τον ταυτόχρονο ψεκασμό με ορμονικό διάλυμα (αυξίνη) σημειώνουν ανθόπτωση σε αρκετά υψηλό ποσοστό. Η παρατήρηση αυτή επαληθεύεται και σε ποικιλίες με ιδιαίτερη αποδοχή στην ελληνική αγορά, όπως η ποικιλία Φλωρίνης, με τους μακρόστενους και γλυκούς καρπούς με ιδιαίτερη σημασία στη μεταποίηση, η ποικιλία Σταυρός με έντονη καυστικότητα των καρπών, αλλά και των υβριδίων Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as, Bounty F1 (Lenor) και Picora.

Από την άλλη μεριά οι πιπεριές τύπου φλάσκα (Tomson, Golden California Wonder) σημειώνουν ιδιαίτερα υψηλά ποσοστά σχηματισμού παρθενοκαρπικών καρπών με τεχνητό τρόπο και κατά απόλυτη συμφωνία με τα αποτελέσματα των υπολοίπων ποικιλιών τύπου φλάσκας, που χρησιμοποιήθηκαν στη συγκεκριμένη ερευνητική μελέτη (π.χ. Yolo Wonder). Παρά το μικρό αριθμό ανθέων για την Golden California Wonder (λόγω του μικρού αριθμού φυτών), όλα τα άνθη που δέχθηκαν επέμβαση με ορμόνη σχημάτισαν παρθενοκαρπικούς καρπούς.

Η ανάπτυξη παρθενοκαρπικών καρπών, μετά από την απομάκρυνση των ανθέρων, επηρεάζεται σημαντικά από τον χρησιμοποιούμενο γονότυπο, καθώς κάποιες ποικιλίες και υβρίδια παρουσιάζουν μεγαλύτερα ποσοστά σχηματισμού τέτοιων καρπών (Tiwari *et al.*, 2007), ως αποτέλεσμα των υψηλότερων συγκεντρώσεων των ενδογενών αυξινών μέσα στο άνθος (Fos *et al.*, 2003).

Η διαφορά στην ανάπτυξη και το τελικό μέγεθος των παρθενοκαρπικών καρπών πιθανόν να οφείλεται στις διαφορές που εντοπίζονται στα ενδογενή ποσοστά των αυξινών ή / και των γιββεριλλινών στην ωοθήκη (άνθος) και στον πλακούντα (καρπός) (Tiwari *et al.*, 2011). Για τις πιπεριές με επιμήκεις καρπούς, οι παρθενοκαρπικοί καρποί αποκτούν μικρότερες διαστάσεις για την περίπτωση των υβριδίων Picora και Long Yellow Jumbo, αλλά δε συμβαίνει το ίδιο για το υβρίδιο Hot Chili-as, όπου η απουσία των σπόρων δεν έχει σχεδόν καμία επίδραση στο νωπό βάρος και τον όγκο καρπού. Πιθανή εξήγηση αυτής της διαφορετικής συμπεριφοράς μπορεί να αποτελεί το γεγονός, ότι το υβρίδιο Hot Chili-as ανήκει στο είδος *Capsicum frutescens* L..

Για τις χρησιμοποιούμενες ποικιλίες τύπου φλάσκας, τα αποτελέσματα για τις διαστάσεις καρπού διαφοροποιούνται, ανάλογα με το γονότυπο. Για την ποικιλία Tomson, οι ένσπερμοι καρποί έχουν διπλάσιο όγκο και νωπό βάρος από τους παρθενοκαρπικούς καρπούς. Η ανάπτυξη όμως των παρθενοκαρπικών καρπών της ποικιλίας Golden California Wonder προκαλεί ιδιαίτερο ενδιαφέρον καθώς το τελικό μέγεθος τους είναι μόλις 15-20 % μικρότερο από το τελικό μέγεθος (νωπό βάρος και όγκο) των ένσπερμων καρπών. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί διατηρούν πολύ καλά το σχήμα καρπού της ποικιλίας, χωρίς ιδιαίτερη πλάτυνση (λόγος μήκους προς διάμετρο: παρθενοκαρπικοί - 0,76 και ένσπερμοι - 0,83) και σε συνδυασμό με το μεγάλο μέγεθος τους κρίνονται αποδεκτοί από την αγορά.

Η εφαρμογή του ορμονικού διαλύματος αυξίνης Ortomone για την τεχνητή παρθενοκαρπία καταφέρνει να επηρεάσει και το σχήμα του καρπού, εξετάζοντας το λόγο μήκους προς διάμετρο. Για τους καρπούς της ποικιλίας Tomson, οι άσπερμοι καρποί εμφανίζονται περισσότερο πεπλατυσμένοι και το ίδιο συμβαίνει για τους

άσπερμους καρπούς των υβριδίων Picora και Long Yellow Jumbo. Στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών της πιπεριάς Hot Chili-as, το μήκος παρουσιάζει μικρή μείωση, η διάμετρος καμία διαφορά και ο τελικός όγκος καρπού εμφανίζεται χωρίς μεγάλες διαφορές από τον όγκο των ένσπερμων καρπών. Αντίστοιχη παραμόρφωση των καρπών αναφέρεται και από τη διεθνή βιβλιογραφία μετά την εφαρμογή φυτορρυθμιστικών ουσιών (αυξινών) για την καρπόδεση, προκαλώντας κυρίως μείωση του μήκους και αύξηση της διαμέτρου (Pressman *et al.*, 1998, Aloni *et al.*, 1995).

Η επίδραση του ορμονικού διαλύματος συσχετίζεται θετικά με το μέγεθος των ένσπερμων καρπών από φυσιολογική γονιμοποίηση, όπου ο ψεκασμός των ανθέων κατά τη διάρκεια της καρπόδεσης προκαλεί σημαντική αύξηση των διαστάσεων του καρπού, αλλά μειώνει ελαφρώς τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό χωρίς να επηρεάζει το νωπό βάρος 1000 σπόρων και κατά συνέπεια και το μέσο νωπό βάρος σπόρου για την ποικιλία Tomson.

Η σύγκριση των ώριμων κόκκινων ένσπερμων και των παρθενοκαρπικών καρπών των πιπεριών τύπου κέρατο επιβεβαιώνει τις παρατηρήσεις από προηγούμενα πειράματα αυτής της μελέτης, όπου η απουσία των σπόρων έχει ως συνέπεια την καταγραφή υψηλότερου ρυθμού αναπνοής για τους άσπερμους καρπούς, ανεξάρτητα από το γονότυπο. Η διαφορά του ρυθμού παραγωγής CO₂ μεταξύ άσπερμων και ένσπερμων καρπών εξαρτάται ιδιαίτερα από την ποικιλία και το υβρίδιο και μπορεί να είναι σχεδόν διπλάσια (ποικιλία Tomson), τριπλάσια (υβρίδιο Long Yellow Jumbo) ή μεγαλύτερη κατά 50-60 % (υβρίδια Picora και Hot Chili-as).

Στην εσωτερική κοιλότητα των παρθενοκαρπικών καρπών, η συγκέντρωση CO₂, είτε μειώνεται (Picora), είτε παρουσιάζεται στα ίδια επίπεδα με τους ένσπερμους καρπούς (Long Yellow Jumbo, Hot Chili-as, Tomson και Golden California Wonder). Οι διαφορές που προκύπτουν από τη σύγκριση των κόκκινων ένσπερμων και άσπερμων καρπών πιθανόν να οφείλονται στις διαφορές στην περατότητα σε CO₂ του καρπού, μέσω του κάλυκα (Bower *et al.*, 2000, Blanke and Holthe, 1997) και στο ρυθμό αναπνοής των σπόρων και του περικαρπίου. Καθώς στο στάδιο της ωρίμανσης οι σπόροι έχουν ολοκληρώσει την ανάπτυξη και ωρίμανσή τους, ο ρυθμός αναπνοής των σπόρων πιθανόν να μειώνεται, όπως προέκυψε για την ποικιλία Yolo Wonder (βλέπε κεφάλαιο 4) και το περικάρπιο να αποτελεί την κύρια πηγή αύξησης της συγκέντρωσης CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα. Για τις πιπεριές με το ίδιο ή ελάχιστο μικρότερο μέγεθος παρθενοκαρπικών καρπών, η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα παραμένει σταθερή και κατά συνέπεια η αύξηση του ρυθμού αναπνοής πιθανόν να οφείλεται στην υψηλότερη παραγόμενη συγκέντρωση από το περικάρπιο σε συνδυασμό με τη διαφορά στην περατότητα του κάλυκα. Η υπόθεση αυτή ενισχύεται ακόμα περισσότερο στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών με τη μεγαλύτερη μείωση του μεγέθους (Picora: 40 %, Tomson: 50 % και Long Yellow Jumbo: 60 %), όπου το μέγεθος του κάλυκα δε φαίνεται να μειώνεται αρκετά, αλλά πολύ πιθανόν να διαφέρει η περατότητα του στο CO₂.

Ο ρυθμός παραγωγής C₂H₄ καρπού και η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα δεν καταγράφηκαν με τη συγκεκριμένη μέθοδο (όπως περιγράφεται στο κεφάλαιο 2.6) για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών, τύπου φλάσκα ή τύπου κέρατο, ενισχύοντας τα αποτελέσματα των προηγούμενων πειραμάτων.

Οι γονότυποι τύπου κέρατο, αλλά και τύπου φλάσκα (όπως Tomson) επιβεβαιώνουν τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά της πιπεριάς, όπου ο ρυθμός

παραγωγής C_2H_4 είναι αρκετά μικρός και μη μετρήσιμος, ενώ η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα, είτε μειώνεται για τύπου φλάσκας, είτε παρουσιάζει σταθερότητα μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης για τύπου κέρατο. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το γεγονός ότι η συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα είναι αρκετά μικρή και μη μετρήσιμη για τους καρπούς με έντονη (Σταυρός) ή μέτρια καυστικότητα (Hot Chili-as).

Παρόμοια, σε άλλες μελέτες η καυτερή ποικιλία Changjiao επιβεβαιώνει τη μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών, καθώς δε σημειώνεται οποιαδήποτε αύξηση του ρυθμού παραγωγής CO_2 (Lu *et al.*, 1990). Για την καυτερή ποικιλία Chogaesong, οι συγκομισμένοι ώριμοι πράσινοι καρποί παρουσίασαν κλιμακτηριακή συμπεριφορά κατά τη συντήρηση, αυξάνοντας το ρυθμό αναπνοής μόλις απέκτησαν κόκκινο χρωματισμό κατά 50 % και διατηρώντας τη συγκέντρωση C_2H_4 σε χαμηλά επίπεδα (Gross *et al.*, 1986).

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών με επίμηκες σχήμα, αλλά και της ποικιλίας Tomson, διαπιστώνεται και από τη μείωση του ρυθμού αναπνοής κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης, με εξαίρεσή τους καρπούς του υβριδίου Picora που παρουσιάζουν μικρή αύξηση από το στάδιο της έναρξης του κόκκινου χρωματισμού μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης. Ο ρυθμός αναπνοής μπορεί να παρουσιάζει διαφορετική μεταβολή κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση των καρπών, καταγράφοντας ανάλογα με το γονότυπο, είτε μείωση μέχρι την πλήρη ωρίμανση, είτε μείωση και στη συνέχεια αύξηση από την έναρξη εμφάνισης του κόκκινου χρώματος μέχρι το αρχικό στάδιο της απόκτησης κόκκινου χρώματος σε ολόκληρο το περικάρπιο (όχι στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης) (Villavicencio *et al.*, 2001). Αύξηση του ρυθμού αναπνοής και του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 αναφέρουν και οι Krajayklang *et al.*, 2000) κατά τη διάρκεια της έναρξης εμφάνισης του κόκκινου χρώματος σε καρπούς πάπρικας.

Κατά τη διάρκεια της συντήρησης σε πλαστικές συσκευασίες στους 22 °C για 8 ημέρες, οι καρποί τύπου κέρατο παρουσιάζουν κλιμακτηρική αύξηση του ρυθμού αναπνοής στο στάδιο της έναρξης της εμφάνισης του κόκκινου χρωματισμού. Μετά τη διάρκεια 108 ωρών μέσα στο γυάλινο βάζο (χωρίς επικοινωνία με τον εξωτερικό ατμοσφαιρικό αέρα), ο ρυθμός αναπνοής των καρπών αυξάνεται στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος και διατηρείται υψηλός μέχρι την πλήρη ωρίμανση, χωρίς να μειωθεί η συγκέντρωση O_2 σε επίπεδα αναεροβίωσης. Το ίδιο μοντέλο αύξησης παρατηρείται και για τη συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα. Οι Krajayklang *et al.* (2000) αναφέρουν σε καρπούς πάπρικας αντίστοιχη αύξηση του ρυθμού αναπνοής στο στάδιο της εμφάνισης του κόκκινου χρωματισμού, χωρίς όμως αυτό να διαπιστώνεται κατά τη συντήρηση.

Το C_2H_4 (ρυθμός και συγκέντρωση στην εσωτερική κοιλότητα) στο τέλος της συντήρησης μειώνεται από το στάδιο του πράσινου χρώματος και όσο προχωράει η εμφάνιση του κόκκινου χρώματος. Σε κάποιες περιπτώσεις όμως, είτε καταγράφεται μόνο στο στάδιο του κόκκινου χρώματος (ποικιλία Σταυρός, υβρίδιο Picora), είτε αυξάνεται ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 με την απόκτηση του κόκκινου χρώματος (υβρίδιο Long Yellow Jumbo για 108 ώρες μέσα στο κλειστό γυάλινο βάζο). Ομοίως, σε άλλες μελέτες φαίνεται ότι ο κάθε γονότυπος συμπεριφέρεται διαφορετικά στην παραγωγή C_2H_4 κατά τη συντήρηση, με αύξηση της συγκέντρωσης στην εσωτερική κοιλότητα πιπεριών τύπου φλάσκας (Lurie *et al.*, 1986) ή με την εμφάνιση τυπικής μη

κλιμακτηριακής συμπεριφοράς (καμία αύξηση του ρυθμού παραγωγής C₂H₄ στο στάδιο εμφάνισης του κόκκινου χρώματος) (Villavicencio *et al.*, 1999).

Παρόμοια, οι καρποί της ποικιλίας Tomson στο τέλος της συντήρησης παρουσιάζουν αύξηση του ρυθμού αναπνοής στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος και μείωση στη συνέχεια. Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά διαπιστώνεται κατά τη συντήρηση των ένσπερμων καρπών, καθώς η συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα μειώνεται από το στάδιο πράσινου χρώματος μέχρι το στάδιο της απόκτησης του κόκκινου χρώματος. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί της Tomson παρά την απουσία των σπόρων σημειώνουν αντίστοιχη αύξηση του ρυθμού αναπνοής μεταξύ των σταδίων πράσινου και εμφάνισης του κόκκινου χρώματος και την υψηλότερη συγκέντρωση C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα στο στάδιο πράσινου χρώματος.

Κατά τη συντήρηση, η απώλεια του νωπού βάρους του καρπού επηρεάζεται διαφορετικά, ανάλογα με το γονότυπο. Στους καρπούς τύπου κέρατο, η απώλεια του νωπού βάρους αυξάνεται, μειώνεται ή δεν παρουσιάζει καμία διαφορά μεταξύ των 3 σταδίων ανάπτυξης. Η διαφορά στην απώλεια του νωπού βάρους καρπού κατά τη συντήρηση των καρπών σε 3 διαφορετικά στάδια ανάπτυξης οφείλεται πιθανόν στη διαφορετική σύσταση του κεριού στην εξωτερική επιφάνεια του περικαρπίου μεταξύ των διαφόρων ποικιλιών (Lownds *et al.*, 1993), αλλά και στις διαφορές στην απώλεια υγρασίας μέσω του κάλυκα (Diaz-Perez *et al.*, 2007, Blanke and Holthe, 1997).

Ακόμα, το μικρότερο μέγεθος του καρπού λόγω της απουσίας των σπόρων (ποικιλία Tomson) φαίνεται ότι επηρεάζει διαφορετικά τις απώλειες σε νωπό βάρος. Οι ένσπερμοι καρποί παρουσιάζουν μικρότερη απώλεια νωπού βάρους στο στάδιο της απόκτησης ομοιόμορφου κόκκινου χρώματος, ενώ κατά την απουσία των σπόρων οι απώλειες αυξάνονται, όσο ωριμάζει ο καρπός. Κατά τη διάρκεια της συντήρησης, τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά, όπως η συνεκτικότητα και η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέως του περικαρπίου κυρίως μειώνονται. Η συνεκτικότητα του περικαρπίου δε σημειώνει σημαντικές διαφορές κατά την παραμονή των καρπών μέσα στο κλειστό γυάλινο βάζο για μικρότερο χρονικό διάστημα, ενώ στην περίπτωση της συντήρησης για 8 ημέρες στους 22 °C σημειώνεται μείωση. Οι παρθενοκαρπικοί καρποί της ποικιλίας Tomson διατηρούν καλύτερη της συνεκτικότητας τους κατά τη συντήρηση σε σχέση με τους ένσπερμους καρπούς, ως συνέπεια του μεγαλύτερου ξηρού βάρους (Heuvelink and Korner, 2001) που εμφανίζουν συνήθως οι άσπερμοι καρποί λόγω της διατήρησης σταθερού του αριθμού κυττάρων σε σχέση με τους ένσπερμους καρπούς (Diaz-Perez *et al.*, 2007).

6.5. Συμπεράσματα

Η καρπόδεση και η ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών, έπειτα από την απομάκρυνση των ανθών και την εφαρμογή αυξίνης επηρεάζεται σημαντικά από το γονότυπο. Οι ποικιλίες τύπου φλάσκας εμφανίζονται να έχουν αρκετά υψηλό ποσοστό σχηματισμού και ανάπτυξης παρθενοκαρπικών καρπών, με μέγεθος μικρότερο ανάλογα με το γονότυπο και κυρίως με τη συγκέντρωση των ενδογενών αυξινών ή / και των γιββεριλλινών στο άνθος (Tiwari *et al.*, 2011). Οι ποικιλίες και τα υβρίδια τύπου κέρατο (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.) παρουσιάζουν αρκετά χαμηλό ποσοστό ανάπτυξης παρθενοκαρπικών καρπών, καθώς τα περισσότερα άνθη μετά την απομάκρυνση των ανθών πέφτουν. Το μέγεθος όμως των παρθενοκαρπικών καρπών των ποικιλιών και των υβριδίων τύπου κέρατο είναι, είτε μικρότερο (Picora, Long Yellow Jumbo), είτε δεν παρουσιάζει καμία διαφορά (Hot Chili-as) σε σχέση με το μέγεθος των ένσπερμων καρπών, γεγονός που έχει ιδιαίτερη εμπορική σημασία.

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών διαπιστώθηκε σε όλους τους χρησιμοποιούμενους γονότυπους, καθώς ο ρυθμός αναπνοής μειώνεται κατά την ανάπτυξη και ωρίμανσή τους. Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 έχει αρκετά χαμηλή τιμή και δεν ανιχνεύτηκε με τη χρησιμοποιούμενη μέθοδο (βλέπε κεφάλαιο 2.6). Στην εσωτερική κοιλότητα ανιχνεύτηκε C_2H_4 μόνο σε μερικούς γονοτύπους (Long Yellow Jumbo, Picora), χωρίς ιδιαίτερη μεταβολή στη συγκέντρωση κατά την ανάπτυξη των καρπών. Αντίστοιχα, η απουσία των σπόρων δεν κρίνεται ικανός παράγοντας για να προκαλέσει οποιαδήποτε αλλαγή στο ρυθμό παραγωγής C_2H_4 κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση.

Καθώς αρκετές μελέτες αναφέρουν διαφορετική συμπεριφορά των ποικιλιών στο ρυθμό αναπνοής των καρπών κατά τη συντήρηση, ανάλογα με το γονότυπο, η αντίστοιχη εξέταση αυτής της μελέτης έδειξε κυρίως αύξηση του ρυθμού αναπνοής με την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος στην εξωτερική επιφάνεια του καρπού. Η μη κλιμακτηριακή όμως συμπεριφορά των καρπών και στο τέλος της συντήρησης προκύπτει και από την αποτυχία αύξησης του ρυθμού παραγωγής C_2H_4 .

Παράγοντες, όπως η καυστικότητα του καρπού (πχ ποικιλία Σταυρός) ή ακόμα και το είδος (*Capsicum frutescens* L.: Hot Chili-as), δεν παρουσιάζουν κάποια σημαντική επίδραση πάνω στο ρυθμό αναπνοής και τη συγκέντρωση C_2H_4 στην εσωτερική κοιλότητα.

Η απουσία των σπόρων από το εσωτερικό των καρπών συνδέεται με τον υψηλότερο ρυθμό αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών, όπως παρουσιάζεται και στα αποτελέσματα για την ποικιλία Yolo Wonder (βλέπε κεφάλαια 4 και 5). Η διαφορά μεταξύ των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών επηρεάζεται από το γονότυπο, το ρυθμό αναπνοής του περικαρπίου και ιδιαίτερα από την περατότητα του κάλυκα σε CO_2 καθώς σημειώνονται και διαφορές (μεταξύ ένσπερμων και άσπερμων καρπών) στη συγκέντρωση CO_2 στην εσωτερική κοιλότητα.

7. Γενική Συζήτηση Αποτελεσμάτων

7.1. Σύνθεση των αποτελεσμάτων

Η ανάπτυξη, ωρίμανση και μετασυλλεκτική συμπεριφορά των καρπών πιπεριάς υπό την επίδραση του ανταγωνισμού μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών, της θερμοκρασίας κατά την ανάπτυξη του καρπού, της παρουσίας των σπόρων, της μετασυλλεκτικής εφαρμογής C₂H₄ και της συντήρησης περιγράφονται και αναλύονται διεξοδικά στα προηγούμενα πειράματα.

Οι καρποί τύπου φλάσκας σημειώνουν διαφορετικά χαρακτηριστικά κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού ή των κλιματολογικών συνθηκών (θερμοκρασία). Ποικιλίες, όπως οι Yolo Wonder και E84066 κάτω από την επίδραση του ανταγωνισμού σχηματίζουν υψηλότερο ποσοστό καρπών με μεγαλύτερο αριθμό σπόρων, όταν επικρατούν φυσιολογικές συνθήκες θερμοκρασίας κατά τη άνθηση και καρπόδεση. Υπάρχουν ακόμα και περιπτώσεις, όπου η θερμοκρασία και ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών δεν έχει σημαντική επίδραση πάνω στον αριθμό σπόρων ανά καρπό (ποικιλία California Wonder).

Ο αριθμός των σπόρων επηρεάζει θετικά το νωπό βάρος καρπού και τον όγκο καρπού, στις περισσότερες εξεταζόμενες περιπτώσεις. Οι ποικιλίες Yolo Wonder και California Wonder παρουσιάζουν την καλύτερη συσχέτιση μεταξύ αριθμού και νωπού βάρους σπόρων με το μέγεθος του καρπού. Αντίθετα, δε διαπιστώνεται πάντα αντίστοιχη συσχέτιση για την περίπτωση της ποικιλίας E84066.

Από τις διαστάσεις του καρπού, η διάμετρος δε φαίνεται να επηρεάζεται από τον αριθμό των καρπών ανά φυτό και τη θερμοκρασία κατά την καρπόδεση και ανάπτυξη του καρπού. Το μήκος όμως καρπού, είτε μειώνεται (Yolo Wonder και E84066), είτε δεν επηρεάζεται καθόλου (California Wonder) από τον ανταγωνισμό μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών πάνω στο φυτό. Η ανάπτυξη των καρπών σε χαμηλή θερμοκρασία (φθινοπωρινή περίοδος) επιδρά θετικά στην επιμήκυνση των καρπών ανεξάρτητα από το γονότυπο.

Ο ανταγωνισμός επηρεάζει ιδιαίτερα την ανάπτυξη του κόκκινου χρωματισμού των καρπών και προκαλεί καθυστέρηση κατά 5-9 ημέρες, ανάλογα με την ποικιλία. Όταν οι καρποί αναπτύσσονται κάτω από συνθήκες χαμηλότερης θερμοκρασίας (φθινόπωρο) σε συνδυασμό με τις συνθήκες ανταγωνισμού μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών, τότε η καθυστέρηση της ανάπτυξης του κόκκινου χρωματισμού φτάνει τις 30 ημέρες για όλες τις ποικιλίες.

Τα φυσιολογικά και βιοχημικά χαρακτηριστικά των καρπών, όπως η συγκέντρωση του ασκορβικού οξέως (βιταμίνης C), αλλά και της χλωροφύλλης, δεν επηρεάζονται σχεδόν καθόλου από τον αριθμό των καρπών, που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό. Από την άλλη μεριά, η μείωση της θερμοκρασίας (φθινόπωρο) καθυστερεί τη μείωση της χλωροφύλλης, καθώς ακολουθείται αντιστοιχία με το ρυθμό μείωσης του πράσινου χρώματος και εμφάνισης του κόκκινου χρώματος κατά την ωρίμανση του καρπού.

Ο σχηματισμός των παρθενοκαρπικών καρπών κάτω από συνθήκες χαμηλής θερμοκρασίας, δηλαδή θερμοκρασία κάτω από 18 °C αντιστοιχεί σε πολύ μικρούς

καρπούς που πρακτικά είναι μη εμπορεύσιμοι (όπως αναφέρεται στο κεφάλαιο 2.2.2). Για την ανάπτυξη άσπερμων καρπών κάτω από ευνοϊκές συνθήκες για τη γονιμοποίηση του άνθους, απαιτείται η αφαίρεση των ανθέρων και η ταυτόχρονη εφαρμογή αυξητικής ορμόνης καρπόδεσης (αυξίνης), καθώς μετά την αφαίρεση των ανθέρων μειώνεται η συγκέντρωση των αυξινών και αυξάνεται η συγκέντρωση C_2H_4 , συμβάλλοντας έτσι στην πτώση του άνθους. Η εφαρμογή αυξίνης, είτε με τη μορφή πάστας λανολίνης πάνω στον ύπερο, είτε με απευθείας ψεκασμό των ανθέων με ποικίλους αριθμούς εφαρμογών δεν έχει κάποια διαφορετική επίδραση.

Η ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών ελέγχεται από το γονότυπο, αλλά και πιθανόν από τα επίπεδα των ενδογενών αυξινών στο άνθος, όπως προκύπτει από τα συμπεράσματα του κεφαλαίου 6. Κατά συνέπεια, σε κάποιες ποικιλίες (π.χ. ποικιλία Yolo Wonder) η εφαρμογή της αυξίνης να επηρεάζει θετικά το σχηματισμό των άσπερμων καρπών, χωρίς όμως ιδιαίτερη επίδραση πάνω στο μέγεθος του καρπού. Από την άλλη μεριά, κατά τον έλεγχο των ένσπερμων καρπών της πιπεριάς τύπου φλάσκας (Tomson) στην ανταπόκριση στο εμπορικό σκεύασμα της ορμόνης καρπόδεσης (Ortomone), προκύπτει αύξηση του μεγέθους καρπού (μήκος και διάμετρο). Δηλαδή, η επίδραση των ορμονικών διαλυμάτων με αυξίνες μπορεί να επηρεάσουν το μέγεθος του καρπού ανάλογα με το γονότυπο, αλλά και κατά το συνδυασμό με την παρουσία των σπόρων, που αποτελούν πηγές και άλλων ορμονών, όπως γιββεριλλινών.

Το θέμα της παρθενοκαρπίας έχει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για την περίπτωση της πιπεριάς, καθώς κατά την εξέταση των διαφόρων τύπων (φλάσκας και κέρατο) και ειδών (*Capsicum annuum* L. και *Capsicum frutescens* L.) προκύπτουν διαφορετικά αποτελέσματα. Οι ποικιλίες τύπου φλάσκας σχηματίζουν πολύ μικρούς παρθενοκαρπικούς καρπούς για την περίπτωση της ποικιλίας Yolo Wonder (90 % μείωση του όγκου καρπού), μικρούς καρπούς για την ποικιλία Tomson (μείωση κατά 50 % του όγκου καρπού) και σχεδόν τον ίδιο όγκο για την περίπτωση της ποικιλίας Golden California Wonder (μείωση κατά 15-20 % του όγκου καρπού).

Οι πιπεριές με επιμήκεις καρπούς σχηματίζουν δυσκολότερα παρθενοκαρπικούς καρπούς (με ποσοστό επιτυχίας 10-15 %) από τις ποικιλίες τύπου φλάσκας, καθώς σημειώνουν αρκετά υψηλό ποσοστό ανθόπτωσης αμέσως μετά την αφαίρεση των ανθέρων και την εφαρμογή της αυξίνης. Το μικρό ποσοστό ανάπτυξης άσπερμων καρπών προφανώς οφείλεται στον άμεσο σχηματισμό της ζώνης αποκοπής μετά την αφαίρεση των ανθέρων και την ταυτόχρονη αύξηση της απελευθέρωσης C_2H_4 σε σχέση με τα επίπεδα των ενδογενών αυξινών, με συνέπεια την πτώση του άνθους σε μικρό χρονικό διάστημα. Στο τέλος της πλήρους ωρίμανσης, οι παρθενοκαρπικοί καρποί αποκτούν μικρότερο μέγεθος από τους ένσπερμους καρπούς, αλλά η μείωση δεν είναι αρκετά μεγάλη, όπως συνέβη στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών τύπου φλάσκας. Για παράδειγμα, η μείωση του όγκου είναι 60 % (Long Yellow Jumbo), 40 % (Picora) και μηδενική στην περίπτωση του υβριδίου Hot Chili-as.

Το σχήμα των παρθενοκαρπικών καρπών φαίνεται ότι επηρεάζεται κατά διαφορετικό τρόπο από το γονότυπο. Για τις ποικιλίες τύπου φλάσκας (Yolo Wonder, Tomson, Golden California Wonder) δε σημειώνεται καμία διαφορά στο σχήμα των παρθενοκαρπικών καρπών, καθώς ο λόγος μήκους προς διάμετρο παραμένει σταθερός. Για τις πιπεριές με επιμήκεις καρπούς όμως καταγράφονται διαφορές, με τους παρθενοκαρπικούς καρπούς να εμφανίζονται λιγότερο επιμήκεις για το υβρίδιο Picora, να διατηρούν το σχήμα τους για το υβρίδιο Long Yellow Jumbo και να

παρουσιάζουν μικρότερο μήκος για το υβρίδιο Hot Chili-as (παρά το γεγονός ότι έχουν τον ίδιο όγκο με τους ένσπερμους καρπούς).

Το χρώμα του περικαρπίου επηρεάζεται από την απουσία των σπόρων ανάλογα με το στάδιο ανάπτυξης του καρπού, αλλά και από τον γονότυπο. Έπειτα από τη συγκομιδή στο ίδιο χρονικό διάστημα από την καρπόδεση, οι παρθενοκαρπικοί καρποί έχουν χαμηλότερη ένταση πράσινου χρώματος στο στάδιο του πράσινου χρώματος και εντονότερο κόκκινο χρωματισμό στο στάδια της αλλαγής του χρώματος και του κόκκινου χρώματος για την ποικιλία Yolo Wonder. Στην ποικιλία Tomson και στους γονότυπους τύπου κέρατο δεν επαληθεύτηκε κάτι τέτοιο και κατά συνέπεια δεν είναι ασφαλές χαρακτηριστικό μεταξύ άσπερμων και ένσπερμων καρπών.

Ο ρυθμός αναπνοής των παρθενοκαρπικών καρπών εμφανίζεται σημαντικά μεγαλύτερος από τον αντίστοιχο των ένσπερμων καρπών, παρουσιάζοντας μεγαλύτερη αύξηση του ρυθμού αναπνοής, όσο μικραίνει το μέγεθος των παρθενοκαρπικών καρπών από το φυσιολογικό μέγεθος της ποικιλίας και του υβριδίου. Για την ποικιλία Yolo Wonder, ο ρυθμός είναι 3-5 φορές υψηλότερος και για την ποικιλία Tomson είναι λιγότερο από διπλάσιος μέχρι και την αλλαγή του χρώματος και τετραπλάσιος για τους ώριμους κόκκινους καρπούς. Για τις πιπεριές με επιμήκεις καρπούς, οι άσπερμοι καρποί παρουσιάζουν μεγαλύτερο ρυθμό κατά 50 % στα υβρίδια Picora και Hot Chili-as και τετραπλάσιο για το υβρίδιο Long Yellow Jumbo. Ακόμα επηρεάζεται από τον αριθμό των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό και από την εποχή καλλιέργειας κατά την ανάπτυξη του καρπού, καθώς και οι 2 παράγοντες μειώνουν το ρυθμό αναπνοής για τις μεγαλόκαρπες ποικιλίες (California Wonder και E84066) ή δεν προκαλούν καμία επίδραση σε καρπούς τύπου φλάσκας με μικρότερο μέγεθος καρπών (Yolo Wonder).

Ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 στις περισσότερες περιπτώσεις είναι αρκετά χαμηλός και κάτω από το όριο ανίχνευσης της συγκεκριμένης μεθόδου που εφαρμόστηκε (βλέπε κεφάλαιο 2.6), ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων στο εσωτερικό του καρπού. Εξάιρεση αποτελούν οι καρποί της ποικιλίας Yolo Wonder, όπου ο ρυθμός παραγωγής C_2H_4 παρουσιάζεται μετρήσιμος στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης.

Η σύσταση της εσωτερικής συγκέντρωσης των αερίων CO_2 και C_2H_4 παρουσιάζει θετική συσχέτιση με τον αριθμό των σπόρων. Η συγκέντρωση του CO_2 δε φαίνεται ότι επηρεάζεται από τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών, παρά το γεγονός ότι ο ανταγωνισμός μειώνει τον όγκο καρπού και ο όγκος καρπού σχετίζεται στις περισσότερες περιπτώσεις (Yolo Wonder και California Wonder) με τον αριθμό των σπόρων. Από την άλλη μεριά, η συγκέντρωση C_2H_4 , αν και σημειώνει κάποια συσχέτιση με τον αριθμό των σπόρων ανά καρπό φαίνεται να μειώνεται από τον ανταγωνισμό μεταξύ των καρπών. Η συγκέντρωση C_2H_4 μειώνεται ακόμα περισσότερο κατά την ανάπτυξη των καρπών σε χαμηλότερη θερμοκρασία (φθινοπωρινή καλλιέργεια) και ίσως αυτό εξηγείται και από την καθυστέρηση στην ωρίμανση του καρπού.

Στην εσωτερική κοιλότητα, η συγκέντρωση CO_2 μειώνεται για την ποικιλία Yolo Wonder κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Η συγκέντρωση όμως C_2H_4 αρχίζει να αυξάνεται από την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος, χωρίς όμως να είναι ικανή να προκαλέσει αυτοκαταλυτική παραγωγή C_2H_4 και κατά συνέπεια κλιμακτηριακή συμπεριφορά για τους καρπούς. Η συγκέντρωση του CO_2 συνδέεται άμεσα με την παρουσία των σπόρων και έτσι οι ένσπερμοι εμφανίζουν στατιστικά μεγαλύτερη τιμή. Για τους καρπούς των Picora

(μακρόστενος καρπός), Hot Chili-as (μακρόστενος καρπός με μέτρια καυστικότητα) και Tomson (καρπός φλάσκας) δεν παρουσιάζεται διαφορά στη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα, ενώ για τους καρπούς του υβριδίου Long Yellow Jumbo, οι παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν υψηλότερη συγκέντρωση. Αντίστοιχα, η συγκέντρωση C₂H₄ καταγράφεται μόνο για την περίπτωση των ένσπερμων καρπών των πιπεριών Tomson, Picoza, Long Yellow Jumbo και Hot Chili-as.

Καθώς παρουσιάζονται διαφορές στο ρυθμό αναπνοής καρπού (υψηλότερος για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς), αλλά και διαφορές στη συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα μεταξύ ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών (μεγαλύτερη συγκέντρωση των παρθενοκαρπικών καρπών: Yolo Wonder, Long Yellow Jumbo, παρόμοια συγκέντρωση: Picoza, Hot Chili-as), προκύπτει ότι η συγκέντρωση CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα του καρπού επηρεάζεται από τα διαφορετικά τμήματα του καρπού και επιπλέον η περατότητα του καρπού στο CO₂ είναι διαφορετική. Στα πρώτα στάδια ανάπτυξης των καρπών της Yolo Wonder, η συγκέντρωση C₂H₄ οφείλεται κυρίως στους σπόρους, ενώ μετά την εμφάνιση του κόκκινου χρώματος του περικαρπίου, η συγκέντρωση οφείλεται κυρίως στο περικάρπιο. Αντίστοιχα, ο ρυθμός αναπνοής σπόρων και περικαρπίου παρουσιάζει μείωση κατά την ανάπτυξη και ωρίμανσή τους. Οι διαφορές στο ρυθμό αναπνοής πιθανόν να οφείλονται σε διαφορετική περατότητα του καρπού στο συγκεκριμένο αέριο.

Κατά τη συντήρηση των καρπών στους 8 °C για 1, 2 ή 3 εβδομάδες σημειώνεται έντονη μεταβολική δραστηριότητα για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς των ποικιλιών τύπου φλάσκας (Yolo Wonder και Tomson), που έτσι και αλλιώς παρουσιάζεται και αμέσως μετά τη συγκομιδή. Χαρακτηριστικό είναι ακόμα ότι οι παρθενοκαρπικοί καρποί σημειώνουν και τη μεγαλύτερη απώλεια του νωπού βάρους καρπού. Τα χαμηλότερα επίπεδα της απώλειας νωπού βάρους για τους καρπούς μεγαλύτερου μεγέθους ίσως να εξηγείται από την υπόθεση ότι η μείωση του μεγέθους του καρπού οφείλεται στη μείωση του μεγέθους των κύτταρων και όχι στη μείωση του αριθμού των κυττάρων των παρθενοκαρπικών καρπών.

Ακόμα, η ένταση του πράσινου χρώματος για τους πράσινους καρπούς και η ένταση του κόκκινου χρώματος για τους κόκκινους καρπούς δεν παρουσιάζει σημαντικές μεταβολές κατά τη συντήρηση, ενώ για τους καρπούς στο στάδιο της αλλαγής του χρώματος (απόκτηση 30-50 % του κόκκινου χρώματος) σημειώνεται αύξηση του κόκκινου χρώματος με το τέλος της συντήρησης και ιδιαίτερη αύξηση για την περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών.

Εξετάζοντας τη συσκευασία για τη συντήρηση των καρπών της Yolo Wonder, η κάλυψη των καρπών με πλαστική μεμβράνη (πολυαιθυλενίου) διατηρεί την πολύ καλή ποιότητα των καρπών, εξασφαλίζοντας απώλεια υγρασίας σε χαμηλά επίπεδα κάτω από το 7 % για το μικρό διάστημα συντήρησης της μίας εβδομάδας στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών και μέχρι το ποσοστό του 8,5 % ακόμα και σε μεγαλύτερο διάστημα 3 εβδομάδων για τους καρπούς από φυσιολογική γονιμοποίηση του άνθους. Πλαστικές συσκευασίες με ατμοσφαιρικό αέρα στο εσωτερικό μπορούν να έχουν σχετικά καλά αποτελέσματα με την κάλυψη των καρπών, αλλά μόνο στην περίπτωση των ένσπερμων καρπών, καθώς οι μικρότερου μεγέθους παρθενοκαρπικοί καρποί παρουσιάζουν σημαντικές απώλειες σχεδόν από την πρώτη εβδομάδα συντήρησης, που πλησιάζουν ακόμα και την ανοικτή συσκευασία.

Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ αμέσως μετά τη συγκομιδή σε ένσπερμους και παρθενοκαρπικούς καρπούς της ποικιλίας Yolo Wonder σε ποσότητα 100 μl l⁻¹ δεν

έχει καμία επίδραση πάνω στη συμπεριφορά των καρπών στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C ή 22 °C. Ο ρυθμός αναπνοής και οι συγκεντρώσεις C₂H₄, και CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα διατηρούν σταθερή τιμή σε σύγκριση με τους ένσπερους και άσπερους καρπούς, που δεν είχαν δεχθεί καμία εφαρμογή C₂H₄ προηγουμένως.

Αν και η μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών της πιπεριάς παρουσιάζεται με μείωση του ρυθμού αναπνοής κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού, στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C ή 22 °C, ο ρυθμός αναπνοής παρουσιάζει, είτε μείωση από το στάδιο της εμφάνισης του κόκκινου χρώματος μέχρι το στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (κυρίως Yolo Wonder), είτε αύξηση στο στάδιο της εμφάνισης του χρώματος και μείωση στη συνέχεια με την ανάπτυξη ομοιόμορφου κόκκινου χρωματισμού και ωρίμανσης του καρπού. Η αύξηση του ρυθμού αναπνοής συνοδεύεται και από αντίστοιχη αύξηση της συγκέντρωσης CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα και αποδεικνύει τη διαφορετική συμπεριφορά των συγκεκριμένων πιπεριών αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά από τη συντήρηση.

Η απουσία των σπόρων από τους καρπούς φλάσκας (Tomson, Yolo Wonder) δείχνει αύξηση του ρυθμού αναπνοής στο στάδιο εμφάνισης του κόκκινου χρώματος, όπως ακριβώς συμβαίνει και με τους ένσπερους καρπούς.

7.2. Γενικό συμπέρασμα

Στα πλαίσια της εξέτασης των παραγόντων που επιδρούν στην ανάπτυξη, ωρίμανση και αποθήκευση των καρπών πιπεριάς, η συγκεκριμένη ερευνητική εργασία συμβάλει στη δημιουργία και τον έλεγχο της παρθενοκαρπίας σε γονότυπους τύπου φλάσκα και τύπου κέρατο, με διαφορετικό χρώμα στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (κόκκινο ή κίτρινο-πορτοκαλί) και διαφορετικές περιπτώσεις καυστικότητας. Κατά την εξέταση της ανάπτυξης και της μετασυλλεκτικής συμπεριφοράς των καρπών πιπεριάς, τα αποτελέσματα εστιάζουν ιδιαίτερα στην αναπνευστική δραστηριότητα και κατά συνέπεια στον έλεγχο της κλιμακτηρίου όλων των ποικιλιών και υβριδίων που χρησιμοποιήθηκαν. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των αναπτυσσόμενων καρπών πάνω στο φυτό, η επίδραση των κλιματολογικών συνθηκών κατά την ανάπτυξη, η επίδραση των σπόρων και ο σχηματισμός παρθενοκαρπικών καρπών, η μετασυλλεκτική εφαρμογή C_2H_4 και οι συνθήκες συντήρησης, αποτελούν τους κύριους παράγοντες που μελετήθηκαν και εξετάστηκαν διεξοδικά στην παρούσα διδακτορική διατριβή.

Η ανάπτυξη και η ωρίμανση των καρπών ελέγχονται σημαντικά από τον αριθμό των καρπών που αναπτύσσονται ταυτόχρονα πάνω στο φυτό και τις κλιματολογικές συνθήκες, που επικρατούν κατά τη διάρκεια της καρπόδεσης, ανάπτυξης και ωρίμανσης. Ο ανταγωνισμός μεταξύ των καρπών επιδρά αρνητικά (μειώνει) κυρίως το μήκος καρπού και περιορίζει το μέγεθος του καρπού, προκαλώντας ταυτόχρονα καθυστέρηση στην ωρίμανση των καρπών. Από την άλλη μεριά, ο συνδυασμός ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών και των φθινοπωρινών συνθηκών ανάπτυξης του καρπού (χαμηλότερα επίπεδα θερμοκρασίας), αυξάνει το μέγεθος (επιδρώντας κυρίως στο μήκος καρπού), και το νωπό βάρος καρπού και καθυστερεί σημαντικά την ωρίμανση, αλλά και την εμφάνιση του ομοιόμορφου κόκκινου χρώματος.

Η ανταπόκριση των ανθέων της πιπεριάς στο δέσιμο άσπερμων καρπών με τεχνητό τρόπο είναι παρόμοιος για όλες τις εφαρμοζόμενες πρακτικές, π.χ. εφαρμογή πάστας λανολίνης με αυξίνη, ψεκάσμος με διάλυμα αυξίνης (NAA) ή εφαρμογή του εμπορικού ορμονικού διαλύματος Ortomone σε μια ή περισσότερες εφαρμογές. Ο σχηματισμός των παρθενοκαρπικών καρπών θα πρέπει να στηριχτεί αποκλειστικά και μόνο στη σωστή επιλογή του γονοτύπου, καθώς η επίδραση της ορμόνης θεωρείται σταθερή ανεξάρτητα από τον εφαρμοζόμενο τρόπο και τα επίπεδα των ενδογενών ορμονών στο άνθος διαφέρουν από ποικιλία σε ποικιλία.

Η απουσία των σπόρων από το εσωτερικό του καρπού κατά την ανάπτυξη των παρθενοκαρπικών καρπών ελέγχονται από το γονότυπο, αλλά ευνοείται περισσότερο για την περίπτωση των ποικιλιών τύπου φλάσκα. Για τους γονότυπους τύπου κέρατο, ο σχηματισμός των παρθενοκαρπικών καρπών με αφαίρεση των ανθέρων και ταυτόχρονα την εφαρμογή αυξίνης κυμαίνεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα (πιθανόν λόγω των χαμηλών επιπέδων των ενδογενών ορμονών στο άνθος), αλλά η ανάπτυξη τέτοιων καρπών δε μειώνει σημαντικά το μέγεθος του καρπού, που γενικά κρίνεται αποδεκτό από την αγορά.

Τα άνθη της πιπεριάς τύπου φλάσκα (*Capsicum annuum* L.) σχηματίζουν πολύ εύκολα παρθενοκαρπικούς καρπούς μετά από την εφαρμογή της αυξίνης. Οι άσπερμοι καρποί διατηρούν σταθερό το σχήμα καρπού, ενώ το μέγεθος τους είναι αρκετά μικρότερο για την περίπτωση των μικρόκαρπων πιπεριών (Yolo Wonder) ή

παρουσιάζει μικρή διαφορά από το αντίστοιχο μέγεθος των ένσπερμων καρπών (Golden California Wonder). Η εξέταση της ωρίμανσης των άσπερμων καρπών της Yolo Wonder έδειξε απόκτηση των τελικών διαστάσεων των καρπών από το στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος και συντόμηση του χρόνου ωρίμανσης σε σύγκριση με τους ένσπερμους καρπούς. Για τους γονότυπους τύπου κέρατο, τα άνθη μετά την απομάκρυνση των ανθέρων και την εφαρμογή της αυξίνης παρουσίασαν σε υψηλό ποσοστό ανθόπτωση. Η απουσία των σπόρων στους καρπούς με επίμηκες σχήμα δεν επηρεάζει το σχήμα καρπού ή μειώνει το μήκος καρπού και δεν έχει σημαντική επίδραση πάνω στην ανάπτυξη του χρώματος και κατά συνέπεια και την ωρίμανσή τους.

Μη κλιμακτηριακή συμπεριφορά των καρπών της πιπεριάς διαπιστώνεται σε όλες τις ποικιλίες και τα υβρίδια που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή τη μελέτη, και παρουσιάζεται με μείωση του ρυθμού αναπνοής και της συγκέντρωσης CO₂ στην εσωτερική κοιλότητα, αλλά και τη μικρή μείωση ή αύξηση της συγκέντρωσης C₂H₄ (όχι όμως ικανή να προκαλέσει αυτοκαταλυτική παραγωγή C₂H₄) στην εσωτερική κοιλότητα κατά την ανάπτυξη και ωρίμανση του καρπού. Στο τέλος της συντήρησης στους 8 °C (προτεινόμενη θερμοκρασία από τη διεθνή βιβλιογραφία) ή 22 °C, παρουσιάζεται μικρή αύξηση του ρυθμού αναπνοής με την έναρξη εμφάνισης του κόκκινου χρώματος, δηλαδή αντίστοιχη συμπεριφορά με εκείνη των κλιμακτηριακών καρπών ή ακόμα και μείωση από τα στάδια της έναρξης εμφάνισης του κόκκινου χρώματος μέχρι την πλήρη ωρίμανση (Yolo Wonder).

Η μετασυλλεκτική εφαρμογή C₂H₄ σε διάφορα στάδια ανάπτυξης του καρπού (στάδιο πράσινου χρώματος, στάδιο αλλαγής χρώματος και στάδιο κόκκινου χρώματος) αμέσως μετά τη συγκομιδή δεν είναι ικανή να αλλάξει το ρυθμό αναπνοής, το ρυθμό παραγωγής C₂H₄, τις συγκεντρώσεις CO₂ και C₂H₄ στην εσωτερική κοιλότητα ακόμα και όταν ακολουθήσει συντήρηση ή χρησιμοποιηθούν άσπερμοι καρποί. Μόνο οι καρποί στο στάδιο του ώριμου πράσινου χρώματος παρουσιάζουν μείωση του πράσινου χρωματισμού μετά από το συνδυασμό εφαρμογής C₂H₄ και συντήρησης.

Οι διάφοροι παράμετροι (διάρκεια, θερμοκρασία και τύπος συσκευασίας) του παράγοντα της συντήρησης επιδρούν σημαντικά πάνω στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά (αποθήκευση) των ένσπερμων και παρθενοκαρπικών καρπών. Η μείωση της ποιότητας των καρπών (π.χ. απώλεια νωπού βάρους) αυξάνεται με το χρόνο συντήρησης από 1 έως 3 εβδομάδες στους 8 °C και είναι ιδιαίτερα σημαντική για τους παρθενοκαρπικούς καρπούς από την πρώτη κιόλας εβδομάδα. Σε μικρό διάστημα συντήρησης (8 ημερών), η επιλογή της θερμοκρασίας (8 °C ή 22 °C) για την αποθήκευση των καρπών πιπεριάς δεν έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς η υποβάθμιση της ποιότητας του καρπού της πιπεριάς είναι μικρή, ανεξάρτητα από την παρουσία των σπόρων. Ακόμα, η επιλογή της συσκευασίας έχει ιδιαίτερη σημασία, καθώς η πλαστική συσκευασία χωρίς κενό χώρο στο εσωτερικό (π.χ. τύλιγμα των καρπών) διατηρεί αρκετά καλά την ποιότητα των καρπών, ακόμα και στην περίπτωση των παρθενοκαρπικών καρπών που σημειώνουν ιδιαίτερα υψηλή απώλεια νωπού βάρους καρπού.

Βιβλιογραφία

- Abeles, F.B., Morgan, P.W. and Salveit M.E. (1992). Ethylene in Plant Biology. Academic Press. San Diego pp: 182-187, 204-210, 214-219
- Adams, D.O. and Yang, S.F. (1979). Ethylene biosynthesis: Identification of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid as an intermediate in the conversion of methionine to ethylene. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA* **76**: 170-174
- Aguirre, I., Gutierrez, M.C. and Cuartero, J. (1995). Ethylene production during sweet pepper flowering. *Acta Horticulturae* **412**: 479-483
- Albrigo, L.G. (1972). Distribution of stomata and epicuticular wax on oranges as related to stem and rind breakdown and water loss. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **97**: 220-223
- Ali, A.M. and Kelly, W.C. (1992). The effects of interfruit competition on the size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruits, *Scientia Horticulturae* **52**: 69-76
- Ali, A.M. and Kelly, W.C. (1993). Effect of pre-anthesis temperature on the size and shape of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) fruit. *Scientia Horticulturae* **54**: 97-105
- Aloni, B., Karni, L. and Daie, J. (1992). Effect of heat stress on the growth, root sugars, acid invertase and protein profile of pepper seedlings following transplantation. *Journal of Horticultural Science* **67**: 717-725
- Aloni, B., Karni, L. and Rylski, I. (1995). Inhibition of heat induced pepper (*Capsicum annuum*) flower abscission and induction of fruit malformation by STS. *Journal of Horticultural Science* **70 (2)**: 215-220
- Aloni, B., Karni, L., Zaidman, Z., Riov, Y., Huberman, M. and Gorren, R. (1994). The susceptibility of pepper (*Capsicum annuum*) to heat induced flower abscission: possible involvement of ethylene. *Journal of Horticultural Science*. **69**: 923-928
- Aloni, B., Pressman E. and Karni L. (1999). The effect of fruit load, defoliation and night temperature on the morphology of pepper flowers and on fruit shape. *Annals of Botany* **83**: 529-534
- Alonso, J.M, Camarro, J. and Granell, A. (1995). A non-photosynthetic ferredoxin gene is induced by ethylene in citrus organs. *Plant Molecular and Biology* **29**: 1211-1221
- Armitage, A.M. (1989). Promotion of fruit ripening of ornamental peppers by ethephon. *HortScience* **24 (6)**: 962-964
- Arnon, I. D. (1949). Copper Enzymes in Isolated Chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. *Plant Physiology* **24**: 1-15

- Autio W.R. and Bramlage W.J. (1986). Chilling sensitivity of tomato fruit in relation to ripening and senescence. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **111**: 201-204
- Baer, J. and Smeets, L. (1978). Effect of relative humidity on fruit set and seed set in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Netherlands Journal of Agricultural Science* **26 (1)**: 59-63
- Bajaj, K.L. and Kaur, G. (1981). Spectrophotometric determination of L-ascorbic acid in vegetables and fruits. *Analyst* **106 (1258)**: 117-120
- Bakker, J.C. (1989). The effect of air humidity on flowering, fruit set and fruit growth of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* **40 (1)**: 1-8
- Bangerth, F. (1989). Dominance among fruits/sinks and the search for a correlative signal. *Physiologia Plantarum* **76 (4)**: 608-614
- Banks, N.H. and Nicholson, E.S. (2000). Internal atmosphere composition and skin permeance to gases of pepper fruit. *Postharvest Biology and Technology* **18 (1)**: 33-41
- Barrera, J.A., Hernandez, M.S., Melgarejo, L.M. and Fernandez-Trujillo, J.P. (2005). Physiological changes in amazonic hot pepper accessions during growth, ripening and storage. *Acta Horticulturae* **682**: 2207-2214
- Barth, M.M. and Zhuang, H. (1996). Packaging design affects antioxidant retention and quality of broccoli florets during postharvest storage. *Postharvest Biology and Technology* **9 (2)**: 141-150
- Barth, M.M., Kerbel, E.L., Perry, A.K., and Schmidt, S.J. (1993). Modified atmosphere packaging affects ascorbic acid, enzyme activity and market quality of broccoli. *Journal of Food Science* **58 (1)**: 140-143
- Batal, K.M. and Granberry, D.M. (1982). Effects of growth regulators on ripening and abscission of pimento and pepper fruit. *HortScience* **17**: 944-946
- Bedding, A.J. (1971). Supplementary illumination - an economically sound proposition. In Rylski, I. and Spigelman, M. (1986). Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation. *Scientia Horticulturae* **29**: 31-35
- Ben-Yehoshua, S. (1987). Transpiration, water stress and gas exchange, in Postharvest Physiology of Vegetables. In: Diaz-Perez, C.J., Muy-Rangel, D.M. and Mascorro, G.A. (2007). Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **87**: 68-73
- Ben-Yehoshua, S., Shapiro, B., Chen, Z.E. and Lurie, S. (1983). Mode of action of plastic film in extending life of lemon and bell pepper fruits by alleviation of water stress. *Plant Physiology* **73**: 87-93
- Beyer, E. M.J. and Quebedeaux, B. (1974). Parthenocarpy in cucumber: mechanism of action of auxin transport inhibitors. *HortScience* **99**: 385-390.
- Biale, J.B. (1948). Respiration of citrus fruit in relation to metabolism of fungi - II. Effects of emanations of *Penicillium digitatum*, Sacc. on lemons at different stages

- of ripeness, *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **52**: 187-191
- Biale, J.B. and Young, R.E. (1981). Respiration and ripening in fruits. Retrospect and prospect. In: Pretel, M.T., Serrano, M., Amoros, A., Riquelme, F. and Romojaro, F. (1995). Non-involvement of ACC and ACC oxidase activity in pepper fruit ripening, *Postharvest Biology and Technology* **5 (4)**: 295-302
- Biles, C.L., Wall, M.M. and Blackstone, K. (1993). Morphological and physiological changes during maturation of New Mexican type peppers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **118 (4)**: 476-480
- Bisaria, A.K. and Bisaria, Jr.A.K. (1976). Effect of chlorflurenol on sex expression, fruit-set and yield in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Journal of Experimental Botany* **27 (2)**: 337-340
- Bisaria, A.K. and Prakash, U. (1978). Growth, sex expression, pollen germination and yield in pepper as affected by chlorflurenol. *Scientia Horticulturae* **9 (1)**: 15-20
- Blanke, M.M. and Holthe, P.A. (1997). Bioenergetics, maintenance, respiration and transpiration of pepper fruits. *Journal of Plant Physiology* **150 (3)**: 247-250
- Blasiak, J., Kuang, A., Farhangi, S.C and Musgrave, E.M. (2006). Roles of Intra-fruit Oxygen and Carbon Dioxide in Controlling Pepper (*Capsicum annuum* L.) Seed Development and Storage Reserve Deposition. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **13 (1)**: 164-173
- Bosland, P.W. and Votava, E.J. (2003). Peppers: Vegetable and Spice *Capsicum* Crop Production Science in Horticulture Series, No 12, CABI Publishing, UK, pp: 14-64
- Bower, J. Patterson, B.D. and Jobling, J.J. (2000). Permeance to oxygen of detached *Capsicum annuum* fruit. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **40 (3)**: 457-463
- Boyette, M.D., Wilson, L.G. and Estes, E.A. (1990). Postharvest cooling and handling of peppers. In: Bosland, P.W. and Votava, E.J. (2003). Peppers: Vegetable and Spice *Capsicum* Crop Production Science in Horticulture Series, No 12, CABI Publishing, UK, pp: 14-64
- Bunger-Kibler S. and Bangerth F. (1983). Relationship between cell number, cell size and fruit size of seeded fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and those induced parthenocarpically by the application of plant growth regulators. *Plant Growth Regulation* **1**: 143-154
- Burg, S.P. (1962). The physiology of ethylene formation. *Annual Review of Plant Physiology* **13**: 265-302
- Cameron, A.C. and Yang, S.F. (1982). A simple method for the determination of resistance to gas diffusion in plant organs. *Plant Physiology* **70**: 21-23
- Cantliffe, D.J. (1977). The induction of fruit set in cucumbers by use of chlorflurenol with or without pollination. *HortScience* **12**: 58
- Cantliffe, D.J. and Goodwin, P. (1975). Red color enhancement of pepper fruits by multiple applications of ethephon. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **100 (2)**: 157-161

- Cantliffe, D.J., Robinson, R.W. and Shannon, S. (1972). Promotion of cucumber fruit-set and development by chlorflurenol. *HortScience* **7**: 416-418
- Chien, Y.W. (1997). Chilling and Freezing Injury. Produce Quality and Safety Laboratory, USDA, ARS. In: Li, X., Yun, J., Fan, X., Xing, Y. and Tang, Y. (2011). Effect of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere packaging on chilling injury and antioxidative defensive mechanism of sweet pepper. *African Journal of Biotechnology* **10 (34)**: 6581-6589
- Concellon, A., Anon, M.C. and Chaves, A.R. (2005). Effect of chilling on ethylene production in eggplant fruit. *Food Chemistry* **92 (1)**: 63-69
- Conrad, R.S. and Sundstrom, F.J. (1987). Calcium and ethephon effects on tabasco pepper leaf and fruit retention and fruit color development. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **112 (3)**: 424-426
- Dainello, F.J., Heineman, R.R. (1980). Postharvest ripening of jalapeno peppers as influenced by preharvest application of ethephon and storage duration. In: Villavicencio, L., Blankenship, M.S., Sanders, C.D. and Swallow, H.W. (1999). Ethylene and carbon dioxide production in detached fruit of selected pepper cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **124(4)**: 402-406
- Deli, J., Molnar, P., Matus, Z. and Toth G. (2001). Carotenoid composition in the fruits of red paprika (*Capsicum annuum* var. *lycopersiciforme rubrum*) during ripening: Biosynthesis of carotenoids in red paprika. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **49 (3)**: 1517-1523
- Deli, Y. and Tiessen, H. (1969). Interaction of temperature and light intensity on flowering of *Capsicum frutescens* var. *grossum* cv California Wonder. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **94 (4)**: 349-351
- Dempsey, W.H. and Boynton, J.E. (1965). Effect of seed number on tomato fruit size and maturity. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **86**: 575-581
- Dennis, Jr.G.F. (1967). Apple fruit-set: evidence for a specific role of seeds. *Science* **156 (3771)**: 71-73
- Diaz-Perez, C.J., Muy-Rangel, D.M. and Mascorro, G.A. (2007). Fruit size and stage of ripeness affect postharvest water loss in bell pepper fruit (*Capsicum annuum* L.). *Journal of the Science of Food and Agriculture* **87**: 68-73
- Dikii, S.P. and Anikeenko, V.S. (1975). The induction of male sterility in eggplant and pepper. In: Saimbhi, M.S. and Brar, J.S. 1978). A review of the practical use of gametocides in vegetable crops. *Scientia Horticulturae* **8 (1)**: 11-17
- Edgerton, L.J. and Blanpied, G.D. (1968). Regulation of growth and fruit maturation with 2-chloroethanephosphonic acid. *Nature* **219**: 1064-1065
- Elassar, G., Rudich, J. and Kedar N. (1974). Parthenocarpic fruit development in muskmelon induced by growth regulators. *HortScience* **9 (3)**: 579-580
- Erickson, N.A. and Markhart, H.A. (2001). Flower production, fruit set and physiology of bell pepper during elevated temperature and vapor pressure deficit. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **126 (6)**: 697-702

- Erwin, A.T. (1931). Anthesis and pollination of the *Capsicum*. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **28**: 309
- Fos, M., Proano, K., Alabadi, D., Nuez, F., Carbonell, J. and Garcia-Martinez, J.L. (2003). Polyamine metabolism is altered in un-pollinated parthenocarpic pat-2tomato ovaries. *Plant Physiology* **131** (1): 359-366
- Fox, A.J., Pozo-Insfran, D.D., Lee, J.H., Sargent, S.A., Talcott, S.T. (2005). Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure. *HortScience* **40** (3): 732-736
- Gaye, M.M., Eaton, G.W. and Joliffe, P.A. (1992). Rowcovers and plant architecture influence development and spatial distribution of bell pepper fruit. *HortScience* **27** (5): 397-399
- Ghoushury, B. and George, P.V. (1962). Preliminary trials on the induction of the male sterility in brinjal (*Solanum melongena* L.). *Indian Journal of Horticulture* **19**: 140-142
- Gomez, R., Oardo, J.E., Navarro, F., Varon, R. (1998). Colour differences in paprika pepper varieties (*Capsicum annuum* L.) cultivated in a greenhouse and in the open air. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **77** (2): 268-272
- Gonzalez, M., Centurion, A., Sauri, E., Latoumerie, L. (2005). Influence of refrigerated storage on the quality and shelf life of "Habanero" chili peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). *Acta Horticulturae* **682**: 1297-1302
- Grierson, W., Cohen, E. and Kitagawa, H. (1986) Fresh citrus fruit. In: Fox, A.J., Pozo-Insfran, D.D., Lee, J.H., Sargent, S.A., Talcott, S.T. (2005). Ripening-induced chemical and antioxidant changes in bell peppers as affected by harvest maturity and postharvest ethylene exposure. *HortScience* **40** (3): 732-736
- Gross, K.C. Watada, E.A., Kang, D.S., Kim, D.S. and S.W. Lee (1986). Biochemical changes associated with the ripening of hot pepper fruit. *Physiologia Plantarum* **66**: 31-36
- Gustrafson, F.G. (1939). The cause of natural parthenocarpy. *American Journal of Botany* **26**: 135-138
- Gustrafson, F.G. (1942). Parthenocarpy: natural and artificial. *Botanical Review* **8**: 598-654
- Hedden, P. and Hoad, G.V. (1985). Hormonal regulation of fruit growth and development. In: Marcelis, L.F.M. and Baan Hofman-Eijer, L.R. (1997). Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. *Annals of Botany* **79**: 687-693
- Heuvelink, E. (1997). Effect of fruit load on dry matter partitioning in tomato. *Scientia Horticulturae* **69** (1-2): 51-59
- Heuvelink, E. and Korner, O. (2001). Parthenocarpic fruit growth reduces yield fluctuation and blossom-end rot in sweet pepper. *Annals of Botany* **88** (1): 69-74
- Heuvelink, E., Marcelis, L.F.M. and Korner, O. (2002). How to reduce yield fluctuations in sweet pepper? *Acta Horticulturae* **633**: 349-355

- Howard, F.D. and Yamaguchi, M. (1957). Respiration and the oxidative activity of particulate fraction from developing pepper fruits (*Capsicum annuum* L.). *Plant Physiology* **32 (5)**: 418-423
- Howard, L.R. and Hernandez-Brenes, C. (1998). Antioxidant content and market quality of jalapeno pepper rings as affected by minimal processing and modified atmosphere packaging. *Journal of Food Quality* **21 (4)**: 317-327
- Hyodo, H., Tanaka, K. and Yoshisaka, J. (1985). Induction of 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid synthase in wounded mesocarp tissue squash fruit and the effects of ethylene. *Plant and Cell Physiology* **26 (1)**: 161-167
- Imanishi, S. and Hiura, L. (1977). Relationship between fruit weight and seed content in the tomato (II). In: Bakker, J. C. (1989). The effect of air humidity of flowering, fruit set and fruit growth of glasshouse sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae* **40**: 1-8
- Iwahori, F.D. and Lyons, J.M. (1970). Maturation and quality of tomatoes with pre-harvest treatment of 2-chloroethylphosphonic acid. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **95**: 88-91
- Jovicich, E., Cantliffe, J.D. and Stofella, J.P. (2004). Fruit yield and quality of greenhouse-grown bell pepper as influenced by density, container and trellis system. *HortTechnology* **14 (4)**: 507-513
- Kacperska, A. (1997). Ethylene synthesis and a role in plant responses to different stressors. In: Kanellis, A.K., Chang, C., Kende, H., Grierson, D. (Eds.) *Biology and Biotechnology of Plant Hormone Ethylene*. Netherlands Kluwer Academic Publishers. pp. 207-216
- Kader, A.A. (1986). Biochemical and biophysical basis for effects of controlled and modified atmosphere of fruits and vegetables. *Food Technology* **40**: 99-104
- Kader, A.A. (1992). Modified atmospheres during transport and storage. In: Kader A.A. (Ed.) *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, 2nd ed. University of California, Division of Agriculture and National resources. Publication 3311. pp. 85-92
- Kader, A.A. (1995). Regulation of fruit physiology by controlled / modified atmospheres. *Acta Horticulturae* **398**: 59-70
- Kader, A.A., Zagory, D. and Kerbel, E.L. (1989). Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition* **28**: 1-30
- Kato, K. (1989). Flowering and fertility of forced green peppers at lower temperatures. *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science* **58(1)**: 113-121
- Kato, T. and Tanaka M. (1971). Studies on the fruit setting and development of sweet peppers. I. Fruiting behavior. *Journal of the Japanese Society of Horticultural Science* **40**: 359-366
- Khah, E.M. and Passam, C.H. (1992). Flowering, fruit set and development of the fruit and seed of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) cultivated under conditions of high ambient temperature. *Journal of Horticultural Science* **67 (2)**: 251-258

- Knave, D.E. and Kemp, T.R. (1973). Ethephon and CPTA on colour development in bell pepper fruits. *HortScience* **8 (5)**: 403-404
- Kohli, U.K., Dua, L.S. and Saini, S.S. (1981). Gibberellic acid as an androecide for bell pepper. *Scientia Horticulturae* **15 (1)**: 17-22
- Krajayklang, M., Klieber, A. and Dry G.R. (2000). Colour at harvest and post-harvest behavior influence paprika and chilli spice quality. *Postharvest Biology and Technology* **20 (3)**: 269-278
- Krajayklang, M., Klieber, A., Wills, R.B.H. and Dry, P.R. (1999). Effects of ethephon on fruit yield, colour and pungency of cayenne and paprika peppers. *Australian Journal of Experimental Agriculture* **39 (1)**: 81-86
- Lavee S. and Nir G. (1986). Grape in CRC Handbook of Fruit Set and Development, Monselise, S.P. (Ed.), Boca Raton FL. pp. 167-191
- Lederman, I.E., Zauberman, G., Weksler, A., Rot, I. and Fuchs, Y. (1997). Ethylene-forming capacity during cold storage and chilling injury development in "Keitt" mango fruit. *Postharvest Biology and Technology* **10 (1)**: 107-112
- Lockwood, D. and Vines, H.M. (1972). Red color enhancement of pimiento peppers with (2-chloroethyl)phosphonic acid. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **97 (2)**: 192-197
- Lownds, N.K, Banaras, M. and Bosland, P.W. (1993). Relationships between postharvest water-loss and physical-properties of pepper fruit (*Capsicum annuum* L). *HortScience* **28 (12)**: 1182-1184
- Lownds, N.K, Banaras, M. and Bosland, P.W. (1994). Postharvest water loss and storage quality of nine pepper quality (*Capsicum*) cultivars. *HortScience* **29 (3)**: 191-193
- Lu, G., Yang, C., Liang, H. and Lu, Z. (1990). Changjiao hot peppers are nonclimacteric. *HortScience* **25 (7)**: 807
- Lurie, S., Shapiro, B. and Ben-Yehoshua, S. (1986). Effects of water stress and degree of ripeness on rate of senescence of harvested bell pepper fruit. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **111**: 880-885
- Mao, C. and Motsenbocker, C.E. (2002). Effects of ethephon on tabasco pepper fruit ripening and abscission at the fruit-receptacle junction. *Scientia Horticulturae* **93 (3-4)**: 357-365
- Marcelis, L.F.M. (1992). The dynamics of growth and dry matter distribution in cucumber. *Annals of Botany* **69 (6)**: 487-492
- Marcelis, L.F.M. (1993). Effect of assimilate supply on the growth of individual cucumber fruits. *Physiologia Plantarum* **87 (3)**: 313-320
- Marcelis, L.F.M. and Baan Hofman-Eijer, L.R. (1997). Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L.. *Annals of Botany* **79 (6)**: 687-693
- Marcelis, L.F.M. and Ho, L.C. (1999). Blossom-end rot in relation to growth and calcium content in fruits of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Experimental Botany* **50 (332)**: 357-363

- McGlasson, W.B., Wade, N.L. and Adato, I. (1978). Phytohormone and fruit ripening. In *Phytohormones and Related Compounds*, D.S. Letham, Goowin, P.B. and Higgins, T.J.V. (Eds.), Elsevier / North Holland Biomedical Press, Amsterdam Vol. II, pp. 447-493
- McGregor, S.E. (1976). Pepper, green. In: *Insect Pollination of Cultivated Crop Plants*. USDA. ARS, Washington, pp. 292-295
- McMurchie, E.J., McGlasson, W.B. and Eaks, I.L. (1972). Treatment of fruit with propylene gives information about the biogenesis of ethylene. *Nature* **237 (5352)**: 235-236
- Meir, S., Rosenberger, I., Aharon, Z. and Grinberg, S., Fallik, E. (1995). Improvement of the postharvest keeping quality and colour development of bell pepper (cv. 'Maor') by packaging with polyethylene bags at a reduced temperature. *Postharvest Biology and Technology* **5 (4)**: 303-309
- Miccolis, V., Candido, V. and Marano, V. (1999). Influence of harvest time on yield of some sweet pepper cultivars grown in greenhouses. *Acta Horticulturae* **491**: 205-208.
- Mikal, E. and Salveit, M.E. (1993). Internal carbon dioxide and ethylene levels in ripening tomato fruit attached or detached from the plant. *Physiologia Plantarum* **89 (1)**: 204-210
- Miller, C.H., McCollum, E.R. and Claimon, S. (1979). Relationship between growth of bell peppers (*Capsicum annuum* L.) and nutrient accumulation during ontogeny in field environments. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **104 (6)**: 852-857
- Miller, W.R., Spalding, D.H. Risse, L.A. and Chew, V. (1984). The effect of an imazalil to control decay of bell pepper. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* **97**: 108-111
- Minguez-Mosquera, M.I. and Hornero-Mendez, D. (1994). Comparative study of the effect of paprika processing on the carotenoids in peppers (*Capsicum annuum*) of the *Bola* and *Agridulce* varieties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **42**: 1555-1560
- Molinari, F.A., De Castro, R. L., Antoniali, S., Pornchaloempong, P., Fox, A.J., Sargent, A.S. and Lamb, M.E. (2000). The potential for bell pepper harvest before full color development. *Proceedings of the Florida State of Horticultural Society* **112**: 143-144
- Mosquera, M.I.M. and Mendez, D.H. (1994). Formation and transformation of pigments during the fruit ripening of *Capsicum annuum* cv *Bola* and *Agridulce*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **42**: 38-44
- Motsenbocker, C.E. and Arancibia, R.A. (2000). Tabasco pepper flower abscission at the pedicel-stem zone. *Acta Horticulturae* **514**: 213-218
- Naqvi, S.S.M., Muntaz, S. and Adam S.M. (1991). Cobalt and silver ions as potent inhibitors of flower abscission in *Capsicum annuum*. *Pakistan Journal of Botany* **23**: 11-14

- Nitsch, J.P. (1950). Growth and morphogenesis of the strawberry as related to auxin. *American Journal of Botany* **37 (3)**: 211-215
- Odland, M.L. and Porter, A.M. (1941). A study of natural crossing in peppers (*Capsicum frutescens*). *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **36**: 647-657
- Oetiker, J.H. and Yang, S.F. (1995). The role of ethylene in fruit ripening. *Acta Horticulturae* **398**: 167-178
- Osborne, D.J. and Went, F.W. (1953). Climatic factors influencing parthenocarpy and normal fruit-set in tomatoes. *Botanical Gazette* **114**: 321-322
- Osterli, P.P., Rice, K.M. and Dunster, K.W. (1975). Effect of ethephon on bell pepper fruit ripening. *California Agriculture* **29 (7)**: 3
- Paradis, C., Castaigne, F., Desrosieers, T., Fortin, J., Rodrique, N. and Willemot, C. (1996). Sensory, nutrient and chlorophyll changes in broccoli florets during controlled atmosphere storage. *Journal of Food Quality* **19 (4)**: 303-316
- Picken, A.J.F. (1984). A review of pollination and fruit set in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Journal of Horticultural Science* **59**: 1-13
- Polowick, P.L. and Sawhney, V.K. (1985). Temperature effects on male fertility and flower and fruit development in *Capsicum annuum* L. *Scientia Horticulturae* **25**: 117-127
- Pressman, E., Moshkovitch, H., Rosenfeld, K., Shaked, R., Gamliet, B., and Aloni, B. (1998). Influence of low night temperatures on sweet pepper flower quality and the effect of repeated pollinations, with viable pollen, on fruit setting. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **73 (1)**: 131-136
- Pretel, M.T., Serrano, M., Amoros, A., Riquelme, F. and Romojaro, F. (1995). Non-involvement of ACC and ACC oxidase activity in pepper fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology* **5 (4)**: 295-302
- Rehm, S. (1952). Male sterile plants by chemical treatment. *Nature* **170 (4314)**: 38-39
- Reid, M.S., Pech, J.C. and Latche, A. (1985) Non-intervention de l'ethylene endogene dans la maturation de la cerise, fruits non-climacterique. *Fruits* **40**: 197-203
- Rhodes, M.j.C. (1980). The maturation and ripening of fruit. In: Senescence in Plant. Thimann K.V. (Ed.) CRC Press, Florida pp. 157-205
- Risse, L. A., Chun, D. and Miller, W.R. (1987). Chilling injury and decay of film-wrapped and conditioned bell peppers during cold storage. *Tropical Science* **27 (2)**: 85-90.
- Robinson, J.E., Browne, K.M. and Burton, W.G. (1975). Storage characteristics of some vegetables and soft fruits. *Annals of Applied Biology* **81 (3)**: 399-408
- Robinson, R.W., Cantliffe, D.J. and Shannon, S. (1971). Morphactins-induced parthenocarpy in the cucumber. *Science* **171 (3977)**: 1551-1552
- Ryall, A.L. and Lipton, W.J. (1979). Handling, Transportation and Storage of Fruits and Vegetables vol.1. Vegetables and Melons. 2nd Ed. AVI, Westport, Conn. pp: 11-14

- Rylski, I. (1973) Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of the American Society for Horticultural Science* **98**: 149-152
- 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 Horticultural Science* **104**: 835-838
- Rylski, I. and Halevy, A.H. (1974). Optimal environment for set and development of sweet pepper fruit. *Acta Horticulturae* **42**: 55-62.
- Rylski, I. and Spigelman, M. (1982). Effects of different diurnal temperature combination on fruit set of sweet pepper. *Scientia Horticulturae* **17 (2)**: 101-106
- Rylski, I. and Spigelman, M. (1986a). Effect of shading on plant development, yield and fruit quality of sweet pepper grown under conditions of high temperature and radiation. *Scientia Horticulturae* **29 (1-2)**: 31-35
- Rylski, I. and Spigelman, M. (1986b). Use of shading to control the time of harvest of red-ripe pepper fruits during the winter season in a high-radiation desert climate. *Scientia Horticulturae* **29 (1-2)**: 37-45
- Rylski, I., Aloni, B., Karni, L. and Zaidman, Z. (1994). Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. *Acta Horticulturae* **366**: 45-56
- Salveit, M.E. (1997). Carbon dioxide, ethylene and color development in ripening mature green bell peppers. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **102**: 523-525
- Salveit, M.E. and Morris, L.L. (1990). Overview in chilling injury of horticultural crops. In: Gonzalez, M., Centurion, A., Sauri, E. and Latoumerie, L. (2005). Influence of refrigerated storage on the quality and shelf life of Habanero chili peppers (*Capsicum chinense* Jacq.). *Acta Horticulturae* **682**: 1297-1302
- Sanchez, M.V., Sundstrom, J.F. and Lang, S.N. (1993). Plant size influences bell pepper seed and yield. *HortScience* **28 (8)**: 809-811
- Sawamura, M., Knecht, E. and Bruinsma, J. (1978). Levels of endogenous ethylene, carbon dioxide and soluble pectin and activities of pectin methylesterase and polygalacturonase in ripening tomato fruits. *Plant and Cell Physiology* **19 (6)**: 1061-1069
- Sawhney, V.K. (1981). Abnormalities in pepper (*Capsicum annuum*) flowers induced by gibberellic acid. *Canadian Journal of Botany* **59 (1)**: 8-16
- Sawhney, V.K. (1983). The role of temperature and its relationship with gibberellic acid in the development of floral organs of tomato (*Lycopersicon esculentum*). *Canadian Journal of Botany* **61 (4)**: 1258-1265
- Sawhney, V.K. and Dabbs, D.H. (1978). Gibberellic acid induced multilocular fruit in tomato and the role of locule number and seed number in fruit size. *Canadian Journal of Botany* **56 (22)**: 2831-2835

- Schneider, G. (1970). Morphactins: Physiology and performance. *Annual Review of Plant Physiology* **21 (1)**: 499-536
- Schoch, P.G. (1972). Effects of shading on structural characteristics of the leaf and yield of fruit in *Capsicum annuum* L. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **97**: 461-464
- Serrano, M., Martinez-Madrid, M.C., Pretel, M.T., Riquelme, F. and Romojaro, F. (1997). Modified atmosphere packaging minimizes increases in putrescine and abscisic acid levels caused by chilling injury in pepper fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* **45 (5)**: 1668-1672
- Serrano, R.A. and Guerra-Sanz, M.J. (2006). Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumblebee pollination. *Scientia Horticulturae* **110 (2)**: 160-166
- Shaked, R., Rosenfeld, K. and Pressman, E. (2004). The effect of low night temperatures on carbohydrates metabolism in developing pollen grains of pepper in relation to their number and functioning. *Scientia Horticulturae* **102 (1)**: 29-36
- Shannon, S. and Robinson, R.W. (1976). The use of chlorflurenol in production of pickling cucumbers. *HortScience* **11 (5)**: 476-478
- Shellie, K.C. and Saltveit, Jr.M.E. (1993). The lack of respiratory rise in muskmelon fruit ripening on the plant challenges the definition of climacteric behavior. *Journal of Experimental Botany* **44 (8)**: 1403-1406
- Shifriss, C. and Eidelman, E. (1986). An approach to parthenocarpy in peppers. *HortScience* **21 (6)**: 1458-1459
- Shifriss, C., Zacks, J. and Goldman, A. (1989). Some notes on the association between fruit dimensions and fruit weight in *Capsicum annuum* L. *Euphytica* **43 (3)**: 275-277
- Shipp, J.L., Whitfield, G.H. and Papadopoulos, A.P. (1994). Effectiveness of the bumblebee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. *Scientia Horticulturae* **57 (1-2)**: 29-39
- Showalter, R.K. (1973). Handling and processing section: Factors affecting pepper firmness. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* **86**: 230-232
- Silveira, L.H., Aguiar, L., Leitao, A. and Taborda, L.M. (1986). Effects of growth regulators for fruit setting on pepper (*Capsicum annuum* L.) production. *Acta Horticulturae* **191**: 189-197
- Sims, W.L., Collins, H.B. and Gledhill, B.L. (1970). Ethrel effects on fruit ripening of peppers. *California Agriculture* **24 (2)**: 4-5
- Sjut, V. and Bangerth, F. (1982/83). Induced parthenocarpy - A way of changing the levels of endogenous hormones in tomato fruits (*Lycopersicon esculentum* Mill.). 1. Extractable hormones. *Plant Growth Regulators* **1 (4)**: 49-56
- Staudt, G., Schneider, W. and Leidel, J. (1986). Phases of berry growth in *Vitis vinifera*. *Annals of Botany* **58 (6)**: 789-800
- Stephenson, C.A., Devlin, B. and Horton, B.J. (1988). The effects of seed number and prior fruit dominance on the pattern of fruit production in *Cucurbita pepo* (Zucchini squash). *Annals of Botany* **62 (6)**: 653-661

- Taborda, M.L., Silveira, H.L., Fernades, E., Aguiar, L. and Leitao, A. (1984). Action des auxines dans la culture du poivron en serre. In: Silveira, L.H., Aguiar, L., Leitao, A. and Taborda, L.M. (1986). Effects of growth regulators for fruit setting on pepper (*Capsicum annuum* L.) production. *Acta Horticulturae* **191**: 189-197
- Tiwari, A., Dassen, H. and Heuvelink, E. (2007). Selection of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes for parthenocarpic fruit growth. *Acta Horticulturae* **761**: 135-140
- Tiwari, A., Vivian-Smith, A., Voorrips, E.R., Habets, E.J.M., Xue, B.L., Offringa, R. and Heuvelink, E. (2011). Parthenocarpic potential in *Capsicum annuum* L. is enhanced by carpelloid structures and controlled by a single recessive gene. *BMC Plant Biology* **11**: 143-158
- Tucker, G.A. (1987). Fruit ripening. In "The Biochemistry of Plant: A Comprehensive Treatise". Davies, D.D. (Ed.). Academic Press, San Diego. pp. 265-312
- Vendrell, M., Dominguez-Puigjaner, E. and Liop-Tous, I. (2001). Climacteric versus non climacteric physiology. *Acta Horticulturae* **553**: 345-349
- Verkerk, K. (1957). The pollination of tomatoes. *Netherlands Journal of Agricultural Science* **5 (1)**: 37-54
- Villavicencio, L., Blankenship, M.S., Sanders, C.D. and Swallow, H.W. (1999) Ethylene and carbon dioxide production in detached fruit of selected pepper cultivars. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **124 (4)**: 402-406
- Villavicencio, L.E., Blankenship, M.S., Sanders, C.D. and Swallow, H.W. (2001). Ethylene and carbon dioxide concentrations in attached fruits of pepper cultivars during ripening. *Scientia Horticulturae* **91 (1-2)**: 17-24
- Wang, C.Y. (1983). Postharvest responses of Chinese cabbage to high CO₂ treatment or low O₂ storage. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **108 (1)**: 125-129
- Wang, C.Y. (1987). Changes of polyamine and ethylene in cucumber seedlings in response to chilling stress. *Physiologia Plantarum* **69 (2)**: 253-257
- Wang, C.Y. and Adams, D.O. (1982). Chilling-induced ethylene production in cucumbers (*Cucumis sativus* L.). *Plant Physiology* **69**: 424-427
- Wang, Z., Wand, D. and Xylin, H. (1982). The effects of flower thinning on fruit and seed setting of sweet pepper. In Sanchez, M.V., Sundstrom, J.F. and Lang, S.N. (1993). Plant size influences bell pepper seed and yield. *HortScience* **28 (8)**: 809-811
- Watata, E.A., Kim, S.D., Kim, K.S. and Harris, T.C. (1987). Quality of green beans, bell peppers and spinach stored in polyethylene bags. *Journal of Food Science* **52 (6)**: 1637-1641
- Weichmann, J. (1986). The effect of controlled atmosphere storage on the sensory and nutritional quality of fruits and vegetables. *Horticultural Reviews* **8**: 101-127
- Wien, H.C. (1990). Screening pepper cultivars for resistance in flower abscission: A comparison of techniques. *HortScience* **25 (12)**: 1634-1636

- Wien, H.C. (1997). *The Physiology of Vegetable Crops*. Cab International, Wallingford, Oxon, U.K. pp. 259-293
- Wien, H.C. and Zhang, Y. (1991) Prevention of flower abscission in bell pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **116 (3)**: 516-519
- Wien, H.C., Turner, A.D. and Yang, S.F. (1989). Hormonal basis for low light intensity-induced flower bud abscission of pepper. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **114 (6)**: 981-985
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham, D., McGlasson, W.B. and Hall, E.G. (1981a). Physiology and biochemistry. In: *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. AVI, Westport Conn. pp: 17-37
- Wills, R.B.H., Lee, T.H., Graham, D., McGlasson, W.B. and Hall, E.G. (1981b). Water loss and humidity. In: *Postharvest: An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables*. AVI, Westport Conn. pp: 52-59
- Worku, Z, Herner, R.C. and Carolus, R.L. (1975). Effect of stage ripening and ethephon treatment on color content of paprika pepper. *Scientia Horticulturae* **3 (3)**: 239-245
- Yang, S.F. and Hoffman, N.E. (1984). Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. *Annual Review of Plant Physiology* **35**: 155-189
- Σφακιωτάκης, Μ.Ε. (1995). Μετασυλλεκτική φυσιολογία και τεχνολογία νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων. Εκδόσεις τυρο ΜΑΝ Μ. Μανουσάκης Θεσσαλονίκη, σελ. 198-207

Παράρτημα

Δημοσιεύσεις / Ανακοινώσεις σε Εθνικά Επιστημονικά Συνέδρια με Κριτές

Θανόπουλος Χ., Πάσσαμ Χ.Κ. (2011). Η μετασυλλεκτική συμπεριφορά της πιπεριάς υπό διαφορετικές περιόδους συντήρησης και διαφορετικούς τύπους συσκευασίας. 25ο Συνέδριο Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, Κύπρος. Περίληψεις ανακοινώσεων (Υπό δημοσίευση στα πρακτικά του συνεδρίου)

Θανόπουλος Χ., Ακουμιανάκης, Κ. Πάσσαμ Χ.Κ. (2009). Η επίδραση του ανταγωνισμού μεταξύ των καρπών και της εφαρμογής του GA₃ στη βλαστικότητα των σπόρων σε καρπούς πιπεριάς. Πρακτικά 24ου Συνεδρίου Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 20-23 Οκτωβρίου, Βέροια, σελ. 529-534

Θανόπουλος Χ., Πάσσαμ Χ.Κ., Μπουράνης Δ., Ράπτης Κ. (2007). Η επίδραση του αριθμού καρπών στην ανάπτυξη και τα μορφολογικά χαρακτηριστικά τους σε τρεις ποικιλίες πιπεριάς. Πρακτικά 23ου Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών, 23-26 Οκτωβρίου, Χανιά. Τόμος Β' σελ. 779-782

Δημοσιεύσεις σε Διεθνή Επιστημονικά Περιοδικά

Thanopoulos, C. and Passam, H.C. (2012). The effect of inter-fruit competition and cultivation season on the fruit growth and maturation of bell pepper (In preparation)

Thanopoulos, C., Bouranis, D. and Passam H.C. (2012). Comparative development and maturation of seedless and seed-containing bell pepper fruits. (In preparation)

Karapanos, C.I., Mahmood, S. and Thanopoulos, C. (2008). Fruit set in Solanaceous Vegetable Crops as affected by floral and environmental factors, The European Journal of Plant Science and Biotechnology, 2 (Special Issue 1): 88-103.