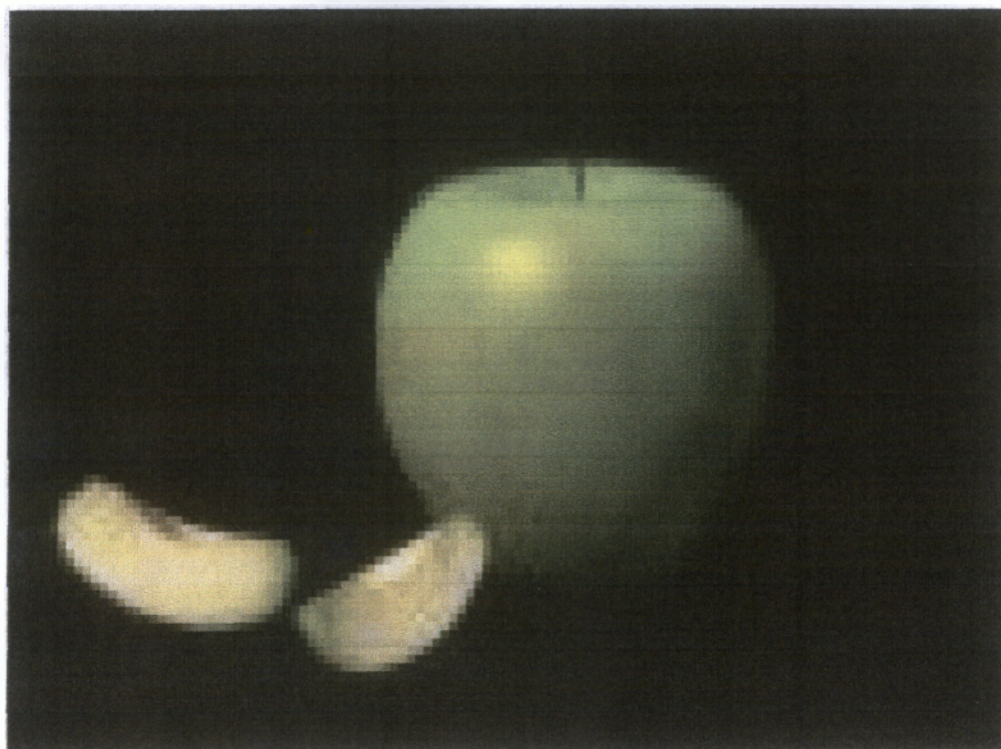


Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΪΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΟΜΜΕΝΟΥ ΜΗΛΟΥ**



Του σπουδαστή
Κορατζόπουλου Δημοσθένη

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008

Τ.Ε.Ι. ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΡΓΙΚΩΝ ΠΡΟΙΟΝΤΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

**ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΟΜΜΕΝΟΥ ΜΗΛΟΥ**

Του Σπουδαστή
Κορατζόπουλου Δημοσθένη

Εισηγητής Καθηγητής
κ. Μανωλοπούλου Ελένη

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2008

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:
ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΠΟΙΚΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ
ΣΤΗΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΚΟΜΜΕΝΟΥ ΜΗΛΟΥ

**Αφιερωμένο στους γονείς μου,
που με βοήθησαν να σπουδάσω.
Ένα μεγάλο ευχαριστό στην κ.Μανωλοπούλου
για την πολύτιμη βοήθεια της**

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Μέρος πρώτο θεωρητικό

	Σελ.
1. : Εισαγωγή	1
2. : Φυσιολογία προϊόντων "ελάχιστης επεξεργασίας".	1
3. : Αλλοιώσεις των ελαφρώς 'επεξεργασμένων νωπών φυτικών προϊόντων.	3
3.1. : Φυσιολογικές αλλαγές.	3
3.2. : Χημικές αλλαγές	4
3.3. : Αλλαγή στην υφή	4
3.4. : Αλλαγές στο χρώμα	4
3.4.1. : Ενζυματική καστάνωση	4
3.4.2. : Παράγοντες που επιδρούν στην εμφάνιση ενζυματικής καστάνωσης	5
3.4.2.1. : Παράγοντες πριν από τη συγκομιδή	5
3.4.2.2. : Παράγοντες επεξεργασίας	6
4. : Μικροοργανισμοί που συνδέονται με τα ελάχιστα επεξεργασμένα προϊόντα	7

Μέρος δεύτερο πειραματικό

Κεφάλαιο 1^ο : Υλικά και μεθόδοι	8
1.1. : Προετοιμασία του κομμένου προϊόντος	8
1.2. : Μέτρηση αναπνευστικής δραστηριότητας	8
1.3. : Εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των κομμένων μήλων.	9

1.4. : Απώλεια βάρους.	9
1.5. : Χρώμα.	10
1.6. : Υφή.	10
1.7. : Ολικά διαλυτά στερεά συστατικά (Brix).	10
1.8. : Στατιστική ανάλυση	10

Κεφάλαιο 2. : Αποτελέσματα-Συζήτηση

2.1. : Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρων και κομμένων μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious	11
2.1.1. : Αμέσως μετά τη συγκομιδή	11
2.1.2. : Μετά από 30 ημέρες συντήρησης στους 0°C.	12
2.1.3. : Μετά από 60 ημέρες συντήρησης στους 0°C	13
2.1.4. : Μετά από 90 ημέρες συντήρησης στους 0°C.	14
2.1.5. : Μετά από 120 ημέρες συντήρησης στους 0°C.	16
2.2. : Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρων και κομμένων μήλων ποικιλίας Granny Smith.	18
2.2.1. : Αμέσως μετά τη συγκομιδή	18
2.2.2. : Μετά από 30 ημέρες συντήρησης στους 0°C.	19
2.2.3. : Μετά από 60 ημέρες συντήρησης στους 0°C	20
2.2.4. : Μετά από 90 ημέρες συντήρησης στους 0°C.	22

2.2.5. : Μετά από 120 ημέρες συντήρησης στους 0°C	23
2.3. : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της αναπνευστικής δραστηριότητας των κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith και Pilafa Delicious.	25
Κεφάλαιο 3° : Μεταβολή του χρώματος	
3.1. : Μεταβολή του χρώματος κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith	30
3.2. : Μεταβολή του χρώματος κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious	35
3.3. : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής του χρώματος των κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith και Pilafa Delicious	39
Κεφάλαιο 4° : Μεταβολή της υφής	
4.1. : Μεταβολή της υφής κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious	53
4.2. : Μεταβολή της υφής κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith.	54
Κεφάλαιο 5° : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών	
5.1. : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious.	56
5.2. : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith.	57
Κεφάλαιο 6° : Συμπέρασμα - Συζήτηση	58
Περιεχόμενα	59

Μέρος πρώτο (θεωρητικό)

1. Εισαγωγή

Η καταναλωτική ζήτηση για υψηλής ποιότητας τρόφιμα που απαιτούν ελάχιστη προσπάθεια και χρόνο για την προετοιμασία τους έχει οδηγήσει στη δημιουργία των "έτοιμων προς κατανάλωση" ψυχοσυντηρούμενων τροφίμων. Τα "ελάχιστα επεξεργασμένα" φρούτα και λαχανικά αποτελούνται από φρεσκοκομμένα προϊόντα, τα οποία έχουν υποβληθεί σε μια ελάχιστη επεξεργασία όπως είναι η αποφλοιώση, το κόψιμο υπό μορφή φέτας ή ο τεμαχισμός ώστε να καταστούν έτοιμα προς χρήση. Η ελάχιστη επεξεργασία των νωπών φρούτων έχει δυο σκοπούς. Πρώτον, να κρατηθούν τα προϊόντα φρέσκα, αλλά κατάλληλα για κατανάλωση χωρίς απώλεια της θρεπτικής αξίας τους, δεύτερον, η διάρκεια συντήρησης του προϊόντος να είναι αρκετή για να καταστεί εφικτή η διανομή του μέσα στην περιοχή της κατανάλωσης. Η οργανοληπτική και θρεπτική αξία του προϊόντος και το μικροβιακό φορτίο του πρέπει να διατηρηθούν σε ικανοποιητικά επίπεδα για 4-7 μέρες τουλάχιστον, αλλά κατά προτίμηση για ακόμα περισσότερο, ανάλογα με την αγορά. Επειδή τα προϊόντα αυτά παράγονται χωρίς καμία θερμική επεξεργασία, οι σπορογόνοι και οι μη σπορογόνοι παθογόνοι μικροοργανισμοί θεωρούνται πιθανοί κίνδυνοι.

Τα φρούτα και τα λαχανικά είναι ελκυστικά στον καταναλωτή εξαιτίας του πλούτου χρωμάτων που περιέχουν. Η συντήρηση της χλωροφύλλης στα λαχανικά, οι κόκκινες προς μοβ και οι κιτρινοπορτοκαλί χρωστικές στα φρούτα και τα λαχανικά είναι ζωτικής σημασίας στη διατήρηση της ποιότητας. Οι αλλαγές του χρώματος στα νωπά προϊόντα μπορεί να έχουν διαφορετικές αιτίες, για παράδειγμα υποβάθμιση του πράσινου χρώματος στο μαρούλι μπορεί να προέρχεται από γήρανση, έκθεση σε θερμότητα ή από οξειδωση. Ο αποχρωματισμός ή το καστανώμα των κομμένων μανιταριών, των μήλων και των αχλαδιών οφείλεται στη δράση των πολυφαινολοξειδασών.

2. Φυσιολογία προϊόντων "ελάχιστης επεξεργασίας"

Οι πληγές που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας των φρεσκοκομμένων φρούτων προκαλούν πολλές φυσικές και φυσιολογικές αλλαγές που επιταχύνουν την απώλεια της ποιότητας των προϊόντων αυτών. (Brecht, 1995). Μεταξύ αυτών είναι η αφαίρεση της προστατευτικής επιδερμίδας ή και η έκθεση των εσωτερικών κυττάρων.

Οι αλλαγές αυτές όχι μόνο διευκολύνουν την απώλεια ύδατος αλλά και παρέχουν μια εύκολη είσοδο για τους παθογόνους μικροοργανισμούς και τους χημικούς μολυσματικούς παράγοντες.

Οι ιστοί των φρούτων συνεχίζουν να αναπνέουν, χρησιμοποιώντας τα διαθέσιμα αποθηκευμένα σάκχαρα και οργανικά οξέα. Η ποιοτική απώλεια που συμβαίνει μετά τη συγκομιδή οφείλεται στη λειτουργία της αναπνοής, στην πρόοδο της ωρίμασης (κλιμακτήρια φρούτα), στην απώλεια ύδατος, στον αποχρωματισμό των κομμένων επιφανειών και στη μηχανική ζημιά κατά τη διάρκεια της προετοιμασίας (χειρισμοί-επεξεργασίες) (Schlimme και Rooney, 1994 Watada et Al 1996). Φυσικές αλλαγές και πιθανές χαμηλές περιεκτικότητες σε O_2 στις συσκευασίες μπορούν να δημιουργήσουν σημαντικές ανεπιθύμητες αλλαγές στη γεύση, το άρωμα και την υφή. Υπάρχουν αλληλεπιδράσεις μεταξύ των πολυάριθμων παραγόντων όπως, η ποικιλία, το αρχικό στάδιο ωριμότητας, η ποιότητα των οργάνων επεξεργασίας του εξοπλισμού τεμαχισμού και κοπής, η θερμοκρασία κατά τη διάρκεια των χειρισμών και τη συντήρηση. Η συνδυασμένη επίδραση αυτών των παραγόντων μπορεί να έχει αρνητικές συνέπειες στη συντήρηση και την ποιότητα.

Τα κριτήρια συγκομιδής που χρησιμοποιούνται για μια σωστή συντήρηση των ολόκληρων φρούτων μπορεί να μην είναι κατάλληλα για τα φρούτα που πρόκειται να υποβληθούν σε επεξεργασία. Ο προσδιορισμός του σταδίου ωριμότητας των φρούτων ενδείκνυται να γίνεται πριν την κοπή. Καθοριστικός παράγοντας για την εμπορική διατήρηση είναι η οπτική εμφάνιση.

Το μαλάκωμα των ιστών είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που μπορεί να περιορίσει τη διάρκεια συντήρησης στα φρεσκοκομμένα προϊόντα. Η σταθερότητα των νωπών φρούτων είναι μια σημαντική ποιοτική ιδιότητα που μπορεί να επηρεαστεί από τα ένζυμα των κυττάρων που είναι παρόντα στον ιστό των φρούτων και από τη μειωμένη σπαργή λόγω της απώλειας ύδατος. Η εμβάπτιση των φρεσκοκομμένων προϊόντων σε διαλύματα χλωριούχου ασβεστίου 0,5-1,0% είναι πολύ αποτελεσματική στη διατήρηση της υφής (Ponting et Al, 1971 Ponting et Al ,1972)

Ένα σημαντικό ζήτημα στην επεξεργασία φρεσκοκομμένων φρούτων είναι ο έλεγχος του αποχρωματισμού (κοκκίνισμα ή μαύρισμα) ή της κασάνωσης στις κομμένες επιφάνειες. Η οξειδωτική κασάνωση προκαλείται συνήθως από το ένζυμο πολυφαινολο-οξειδάση (PPO) το οποίο παρουσία O_2 μετατρέπει τις φαινολικές ενώσεις στα φρούτα και τα λαχανικά σε σκούρες χρωστικές ουσίες. Η συσκευασία του φρεσκοκομμένου προϊόντος πρέπει να μπορεί να διατηρήσει τη κατάλληλη περιεκτικότητα σε O_2 . Τα υψηλά επίπεδα O_2 σε μια συσκευασία μπορούν να προκαλέσουν την εμφάνιση αποχρωματισμού στην επιφάνεια ενώ μικρή συγκέντρωση O_2 μπορεί να προκαλέσει αναερόβιο μεταβολισμό.

Το άριστο pH για τη δράση της πολυφαινολοξειδάσης (PPO) είναι το όξινο έως ουδέτερο. Σε πολλά φρούτα και λαχανικά το pH κυμαίνεται γύρω στο 6.0-6.5. Σε pH γύρω στο 4,5 παρατηρείται μειωμένη δράση ενώ σε pH=3 παρατηρείται αδρανοποίηση του ενζύμου (Nicolas et al 1994). Το ασκορβικό οξύ ή το erythorbate (ένα ισομερές του ασκορβικού οξέος) είναι δυο ενώσεις που χρησιμοποιούνται από τη βιομηχανία τροφίμων για την αποτροπή του αποχρωματισμού και της αμαύρωσης, στην επιφάνεια κοπής.

Στην περίπτωση των λαχανικών οι τυχόν ελαφριές μεταβολές της γεύσης και του χρώματος καλύπτονται από τις σάλτσες και τα καρυκεύματα και το πρόβλημα δεν είναι τόσο έντονο όπως στην περίπτωση των φρούτων που τρώγονται ωμά.

Τα περισσότερα φρούτα είναι πολύ ευαίσθητα στο μωλωπισμό και το μηχανικό τραυματισμό. Η επεξεργασία κοπής καταργεί το φυσικό εμπόδιο της επιδερμίδας των φρούτων, επιτρέπει τη διάχυση των αερίων και τη μικροβιακή εισβολή. Η καταστροφή του ιστού προκαλεί συχνά αυξανόμενη αναπνοή και παραγωγή αιθυλενίου, απώλεια ύδατος και μικροβιακή αποσύνθεση. Όλοι αυτοί οι παράγοντες μπορούν να συμβάλλουν στη μειωμένη διάρκεια διατήρησης μέσω της κασάνωσης, του μαλακώματος, του αποχρωματισμού, και της αποσύνθεσης (Bolin et Al,1977 Bolin and Huxsoll,1991)

3. Αλλοιώσεις των ελαφρώς επεξεργασμένων νωπών φυτικών προϊόντων.

3.1. : Φυσιολογικές αλλαγές

Η απώλεια ύδατος και η καταστροφή των κυττάρων στην επιφάνεια των τομών μπορούν να αλλάξουν την εμφάνιση των προϊόντων. Οι φυσιολογικές μεταβολές που δημιουργούνται από την πληγή προκαλούν την αύξηση της αναπνοής, την παραγωγή του αιθυλενίου, την επιτάχυνση της ωρίμασης των κλιμακτηρίων φρούτων και τη συσσώρευση φαινολικών ουσιών που συμβάλλουν στην κασάνωση των ιστών. Οι αλλαγές αυτές ρυθμίζονται με τη χρήση χαμηλών θερμοκρασιών, χαμηλών συγκεντρώσεων O_2 ή και αυξημένων συγκεντρώσεων CO_2 και την εφαρμογή ανασταλτικών παραγόντων των συγκεκριμένων χημικών αντιδράσεων. Η αύξηση της αναπνοής που παρουσιάζεται στους κομμένους ιστούς είναι πιθανή συνέπεια της αυξημένης συγκέντρωσης αιθυλενίου, το οποίο διεγείρει την αναπνοή. Η μετατροπή του αμύλου ενισχύεται και ενεργοποιούνται ο κύκλος του τρικαρβοξυλικού οξέος καθώς και η αλυσίδα μεταφοράς ηλεκτρονίων. Η ένταση της αναπνοής των κλιμακτηρίων φρούτων μπορεί να επηρεαστεί από την πληγή. Τα ποσοστά αναπνοής των τεμαχισμένων

φρούτων μπορούν να αυξηθούν μέχρι και 100% σε σχέση με το ολόκληρο προϊόν. (Chambray 1989). Μερικές ακόμη συνέπειες της αύξησης της αναπνευστικής δραστηριότητας είναι αυτή της γρήγορης εξάντλησης των αποθεμάτων, της υψηλής απορρόφησης O₂, της έντονης παραγωγής CO₂ και της έκλυσης ενός σημαντικού ποσού θερμικής ενέργειας το οποίο προκαλεί την αύξηση της θερμοκρασίας των οργάνων προκαλώντας προβλήματα στην ψυχροσυντήρηση.

3.2. : Χημικές αλλαγές

Οι δυο σημαντικές χημικές αλλαγές που εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης των τροφίμων και συμβάλλουν στην υποβάθμιση της οργανοληπτικής τους ποιότητας, είναι η οξείδωση των λιπών και η μη ενζυματική καστάνωση. Οι χημικές αυτές αλλαγές είναι υπεύθυνες για τις αλλαγές στο χρώμα και στη γεύση των τροφίμων κατά τη διάρκεια της επεξεργασίας και της αποθήκευσης.

3.3. : Αλλαγή στην υφή

Το μαλάκωμα των ιστών είναι ένα σοβαρό πρόβλημα που εμφανίζεται κατά την επεξεργασία των φρούτων με αποτέλεσμα να μειώνει τον εμπορικό χρόνο τους. Το φαινόμενο αυτό είναι άκρως θεαματικό στην περίπτωση του ακτινιδίου και της μπανάνας όπου έχουμε μείωση της σκληρότητας έως και 50%. Η μεταβολή αυτή οφείλεται στην επίδραση του τεμαχισμού όπου λόγω της καταστροφής των κυττάρων τα πηκτινολυτικά και πρωτεολυτικά ένζυμα, έρχονται σε επαφή με το υπόστρωμα. Εδώ θα πρέπει να τονισθεί και ο ρόλος του αιθυλενίου αφού επιταχύνει τη γήρανση των κυττάρων, αυξάνει την περατότητα των μεμβρανών και πιθανώς δρα περιοριστικά στη σύνθεση των φωσφολιπιδίων, που είναι απαραίτητα για τη δομή και την ακεραιότητα των μεμβρανών (Watada, A.E. and L.Qi 1999)

3.4. : Αλλαγές στο χρώμα

3.4.1. : Ενζυματική καστάνωση

Η ενζυματική καστάνωση είναι ένας από τους πιο περιοριστικούς παράγοντες συντήρησης των νωπών προϊόντων. Κατά τη διάρκεια των

σταδίων προετοιμασίας των προϊόντων, τα κύτταρα καταστρέφονται, τα ένζυμα ελευθερώνονται και έρχονται σε επαφή με το υπόστρωμα. Η ενζυματική καστανώση είναι ο αποχρωματισμός των ιστών που οφείλεται στη δράση των ενζύμων της ομάδας των πολυφαινολοξειδασών (PPO) που υπάρχει σε όλα τα φυτικά όργανα αλλά στα μανιτάρια, μήλα, αχλάδια, πατάτα, avocado και βερίκοκα υπάρχει σε εξαιρετικά μεγάλες ποσότητες. Το καστανώμα δεν πρέπει να συγχέεται με το μη ενζυματικό καστανώμα το οποίο προέρχεται από τη θέρμανση. Διάφοροι τύποι μη ενζυματικών καστανώσεων είναι η αντίδραση Malliard και η οξειδωση του ασκορβικού οξέος.

Η ενζυματική καστανώση είναι μια διαδικασία που μπορεί να διαιρεθεί σε δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος δημιουργούνται ο-κινόνες (ελαφρά χρωματισμένες) οι οποίες μέσω μη ενζυματικών αντιδράσεων οδηγούν στο σχηματισμό χρωστικών καφετί χρώματος. Οι ο-κινόνες μπορούν γρήγορα να οξειδωθούν και να πολυμερισθούν. Οι ορθοκινόνες αντιδρούν με άλλα φαινολικά συστατικά, με την ομάδα των πρωτεϊνών, με πεπτίδια και αμινοξέα, με αρωματικές αμίνες, ασκορβικό οξύ κλπ (Nicolas 1993, Whitacker and Lee 1995)

Οι συνέπειες του καστανώματος δεν περιορίζονται μόνο στον αποχρωματισμό αλλά και σε ανεπιθύμητες γεύσεις, υποβάθμιση της ποιότητας και της θρεπτικής αξίας (Vammos and Vignyzo 1981). Η PPO θεωρείται ένα από τα πιο καταστροφικά ένζυμα για τη διατήρηση της ποιότητας των νωπών προϊόντων (Tong, C.B.S. and K.B. Hicks. 1991)

3.4.2. : Παράγοντες που επιδρούν στην εμφάνιση της ενζυματικής καστανώσης

3.4.2.1. : Παράγοντες πριν τη συγκομιδή

Πολλοί παράμετροι μπορεί να συντελούν στην ανάπτυξη του ενζυματικού καστανώματος. Αγροτικές πρακτικές, το έδαφος, τα φυτοφάρμακα, το κλίμα και οι συνθήκες συγκομιδής επηρεάζουν τη τελική ποιότητα των προϊόντων ελάχιστης επεξεργασίας (Ahmevenanep 1996). Υψηλά ποσοστά νιτρικών σχετίζονται με μεγαλύτερη συχνότητα στην εμφάνιση καστανώματος στην πατάτα (1979, Mondy). Η ευαισθησία των νωπών προϊόντων στην καστανώση μπορεί να διαφέρει από σοδιά σε σοδιά. Μερικοί ιστοί παρουσιάζουν μεγάλη δραστηριότητα PPO με αποτέλεσμα κάτω από κατάλληλες συνθήκες να οδηγούνται σε καστανώμα. Στα αχλάδια βρέθηκε ότι παρόλο που η περιεκτικότητα σε φαινολικές ουσίες έτεινε να μειωθεί όσο καθυστερούσε η στιγμή της συγκομιδής τα επίπεδα φαινόλης δεν συνέπιπταν πάντα με την επιδεκτικότητα για καστανώση (Amio 1995). Γενικά μεγάλες

συγκεντρώσεις φαινολικών συστατικών βρίσκονται στα νεαρά φρούτα. Ενώ στις μπανάνες η δραστηριότητα της ΡΡΟ είναι μεγαλύτερη στη σάρκα παρά στο φλοιό, στο αχλάδι και στο μήλο συμβαίνει το αντίθετο. (Macheix 1995) Η δραστηριότητα της ΡΡΟ μπορεί να ποικίλλει πολύ μεταξύ των ποικιλιών του αυτού είδους αλλά διαφορετικού σταδίου ωριμότητας. Για την παραγωγή ελάχιστα επεξεργασμένων προϊόντων πρέπει να επιλέγονται ποικιλίες με χαμηλά επίπεδα ΡΡΟ ή φαινολικών συστατικών ή και των δυο. Νέες ποικιλίες με επιθυμητά χαρακτηριστικά για την παραγωγή έτοιμων φρεσκοκομμένων προϊόντων μπορούν να παραχθούν με τις κλασικές μεθόδους γενετικής βελτίωσης ή με τη βιοτεχνολογία. Παρόλα αυτά πρέπει να σημειώσουμε ότι δεν είναι σημαντική μόνο η δράση της ΡΡΟ και η συγκέντρωση των φαινολικών συστατικών αλλά και το γεγονός ότι ξεχωριστά φαινολικά συστατικά επιδεικνύουν διαφορετικούς βαθμούς καστανώματος και ο ρόλος του ενζυματικού καστανώματος επηρεάζεται από άλλα συστατικά πολυφαινόλης που εμφανίζονται στον ιστό. (Lee 1982)

3.4.2.2. : Παράγοντες επεξεργασίας

Διάφοροι χειρισμοί (όπως πλύσιμο, τρίψιμο, καθάρισμα, κόψιμο, τεμαχισμός και αποφλοιώση) πριν από την επεξεργασία μπορούν να προκαλέσουν φυσιολογικές και βιοχημικές αντιδράσεις στα μέρη των τραυματισμένων ιστών (Saltveit 1997). Η αποφλοιώση και η καταστροφή των ιστών και των κυττάρων διευκολύνει τη μικροβιακή μόλυνση. Επιπλέον η καταστροφή της διαμερισματοποίησης των κυττάρων έχει σαν αποτέλεσμα την επαφή των ενζύμων με το υπόστρωμα με καταστροφικές συνέπειες. Οι ζωντανοί ιστοί είναι φυσιολογικά ενεργοί και αντιδρούν στον τραυματισμό. Οι πρώτες αντιδράσεις στο μηχανικό τραυματισμό συνδέονται με την αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας και πιθανόν με την αύξηση της παραγωγής αιθυλενίου. Γενικά ο ρυθμός αναπνοής είναι αντιστρόφως ανάλογος με τη διάρκεια της ζωής του προϊόντος στο ράφι. Η καταστροφή της ποιότητας μπορεί να προέρχεται από αυξημένη παραγωγή αιθυλενίου η οποία μπορεί να εισάγει εντονότερο κυτταρικό μεταβολισμό και μεγαλύτερη ενζυματική δραστηριότητα (Reyes 1996). Ανάμεσα στα ένζυμα που ίσως έχουν καταστροφικά αποτελέσματα η ΡΡΟ είναι, το πιο καταστροφικό όσον αφορά τον αποχρωματισμό των ιστών (Whitaker and Lee 1985)

Κατά τη διάρκεια του ξεφλουδίσματος και του τεμαχισμού εάν ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται δεν είναι στη καλύτερη δυνατή κατάσταση για παράδειγμα παλιά μαχαίρια και λεπίδες, υπάρχει κίνδυνος καταστροφής περισσότερων στρωμάτων ιστών (Bulling 1997).

Καρότα που αποφλοιώθηκαν με το χέρι παρουσίασαν αύξηση του ρυθμού αναπνοής κατά 15% σε σύγκριση με τα μη καθαρισμένα. Το βούρτσισμα οδήγησε σε διπλασιασμό του ρυθμού αναπνοής σε σύγκριση με το καθάρισμα στο χέρι γιατί είναι πιο καταστροφικό. Το τεμαχισμένο μαρούλι παρουσιάζει μια αύξηση του ρυθμού αναπνοής της τάξης του 35-40%. Ο τύπος του εξοπλισμού που χρησιμοποιείται για τον τεμαχισμό επηρεάζει τη φυσιολογική αντίδραση του, έτσι από πειράματα απεδείχθη ότι οι οδοντωτές κοφτερές λεπίδες έδωσαν καλύτερο αποτέλεσμα στο κόψιμο του μαρουλιού δηλ. μικρότερο ρυθμό αναπνοής και χαμηλότερη συσσώρευση μικροβίων κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης από ότι συνέβη με τις κοφτερές ευθείες λεπίδες (Obeirne 1995). Έχει αποδειχθεί ότι η αντίδραση των ιστών στο μηχανικό τραυματισμό τους είναι πιο έντονη όταν στο προϊόν γίνεται τραυματισμός μεγάλου εύρους όπως στην περίπτωση των τριμμένων καρότων αντίθετα με τα τεμαχισμένα καρότα. Επίσης η κατεύθυνση του κοψίματος επηρεάζει την αντίδραση του ιστού στον τραυματισμό του (Zhou, Y-F., Abe and Iwata, T. 1992).

4. Μικροοργανισμοί που συνδέονται με τα ελάχιστα επεξεργασμένα προϊόντα

Η παρουσία μικροοργανισμών συμπεριλαμβανομένων των κολοβακτηριδίων είναι ανησυχητική επειδή καταστρέφει τα προϊόντα. Αν και το πλύσιμο μπορεί να μειώσει το 99% των μικροοργανισμών ωστόσο στην επιφάνεια μπορεί να αναπτυχθεί μεγάλος αριθμός βακτηριδίων και μετά την επεξεργασία με χλωριωμένο νερό. Η παρουσία αυτών των μικροοργανισμών δημιουργεί προβλήματα για την ποιότητα και την ασφάλεια των προϊόντων.

Η υψηλή υγρασία μέσα στη συσκευασία και η μεγάλη επιφάνεια που παρουσιάζουν τα προϊόντα αυτά είναι παράγοντες που δημιουργούν ένα ιδανικό περιβάλλον για την αύξηση των μικροοργανισμών. Το ποσοστό αύξησης των μικροοργανισμών επηρεάζεται από τη θερμοκρασία των προϊόντων.

Μέρος δεύτερο πειραματικό

1. : ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη της επίδρασης της ποικιλίας, της θερμοκρασίας και της διάρκειας συντήρησης στην ποιότητα κομμένου μήλου ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith* που συντηρήθηκαν στον αέρα σε θερμοκρασία 0°C, 5°C, 10°C, και 20°C και Σ.Υ. 90%, στο σκοτάδι.

Η διάρκεια της συντήρησης ήταν 5 μήνες (Νοέμβριος-Μάρτιος) η παραγωγή κομμένου έτοιμου προϊόντος και η ποιοτική εκτίμηση του γινόταν κάθε μήνα, προκειμένου να προσδιορίσουμε το μέγιστο χρόνο συντήρησης των μήλων για τη συγκεκριμένη χρήση. Μια ποικιλία για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την παραγωγή "κομμένου προϊόντος" θα πρέπει να συντηρείται καλά και να είναι διαθέσιμη για μεγάλο χρονικό διάστημα. Με τον τρόπο αυτό μελετήθηκε η ποιότητα κομμένου μήλου που προερχόταν από ολόκληρα μήλα προκλιμακτηριακά, στην κλιμακτιριακή κρίση και μετακλιμακτιριακά.

1.1. : Προετοιμασία του κομμένου προϊόντος

Τα μήλα μετά από διαλογή ως προς το μέγεθος, την ύπαρξη ελαττωμάτων ή βλαβών πλύθηκαν και απολυμάνθηκαν με διάλυμα NaOCl (100ppm) για δυο λεπτά. Στη συνέχεια στέγνωσαν, καθαρίστηκε ο φλοιός με κοφτερό μαχαίρι, απομακρύνθηκαν τα καρπόφυλλα και κόπηκαν σε οκτώ ίσα τεμάχια τα οποία αμέσως τοποθετήθηκαν σε παγωμένο νερό. Στη συνέχεια οι φέτες του κομμένου μήλου εμβαπτίστηκαν για δυο λεπτά σε διάλυμα θερμοκρασίας 5°C που περιείχε 1% ασκορβικό οξύ, 0,5% κιτρικό οξύ και 1% CaCl₂ προκειμένου να μειωθεί η κασάνωση και να διατηρηθεί η σκληρότητα του καρπού.

1.2. : Μέτρηση αναπνευστικής δραστηριότητας

Προκειμένου να προσδιορισθεί: το στάδιο ωριμότητας της α΄ ύλης, η επίδραση της προετοιμασίας (καθάρισμα, κόψιμο) και η επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης, στην αναπνευστική δραστηριότητα του κομμένου μήλου μελετήθηκε η αναπνευστική δραστηριότητα του ολόκληρου και κομμένου μήλου στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

Έξι ολόκληρα μήλα ανά ποικιλία και θερμοκρασία, γνωστού βάρους και όγκου τοποθετήθηκαν σε έξι αναπνευστικές αίθουσες όγκου 600ml κάθε μια.

Για το κομμένο μήλο δημιουργήθηκαν 6 ομάδες των 150 gr περίπου ανά θερμοκρασία και ποικιλία που τοποθετήθηκαν σε αναπνευστικές αίθουσες των 600ml κάθε μια. Η μέτρηση του εκπεμπόμενου CO₂ γινόταν με τη βοήθεια της συσκευής RICKLOS (Mitropoulos et al 2000) και υπολογίστηκε βάσει του τύπου:

$$RR = \frac{[C_f \times (V_t - V_p) - C_{int} \times (V_t - V_c) - C_o \times (V_c - V_p)]}{\Delta t \times m \times 10^{-4}}$$

RR=ρυθμός αναπνοής σε ml CO₂/h/100g

V_t=συνολικός όγκος κλειστού κυκλώματος σε ml

V_p=όγκος προϊόντος σε ml

V_c=όγκος αναπνευστικού θαλάμου σε ml

C_o=αρχική ένδειξη μετρητή CO₂ σε ppm

C_{int}=ενδιάμεση ένδειξη μετρητή CO₂ σε ppm

C_t=τελική ένδειξη μετρητή CO₂ σε ppm

Δt=χρόνος σε h

M=μάζα προϊόντος g

Οι μετρήσεις γινόντουσαν καθημερινά

1.3. : Εκτίμηση των ποιοτικών χαρακτηριστικών των κομμένων μήλων

Ποσότητα περίπου 200g κομμένων μήλων ανά θερμοκρασία και ποικιλία τοποθετήθηκε σε 6 γυάλινα βάζα όγκου 600 ml και τοποθετήθηκε στους 0°C , 5°C , 10°C και 20°C . Τα βάζα κλείστηκαν επάνω με PVC. Οι παράγοντες που μελετήθηκαν ήταν:

1.4. : Απώλεια βάρους

Ο προσδιορισμός γινότανε σε έξι δείγματα των 200g ανά θερμοκρασία και ποικιλία και εκφράστηκε % του αρχικού βάρους.

1.5. : Χρώμα

Ο προσδιορισμός του χρώματος έγινε με χρωματόμετρο Minolta CR-300 απευθείας πάνω στις κομμένες φέτες.

Προσδιορίστηκε η φωτεινότητα L^* (0=μαύρο,100=λευκό), το C^* (chroma) το οποίο εκφράζεται από τη σχέση $C^*_{ab}=(a^2+b^2)^{1/2}$ και προσδιορίζει την ένταση του χρώματος και τέλος το $h^*_{ab}=\sigma\phi\beta/a$ (0° =κόκκινο, 90° =κίτρινο, 180° =πράσινο, 270° =μπλε)

Οι μετρήσεις γινόντουσαν κάθε δυο ημέρες σε έξι δείγματα (πάντα τα ίδια) ανά θερμοκρασία και ποικιλία.

1.6. : Υφή

Η υφή προσδιορίστηκε με το όργανο Texture Analyzer TAXT 2i. Οι φέτες τοποθετήθηκαν σε μια υποδοχή με κλίση 45° ώστε η επιφάνεια της φέτας να είναι οριζόντια. Η υφή προσδιορίστηκε με την αντίσταση που παρουσίαζε η σάρκα στην είσοδο εμβόλου διαμέτρου 7mm σε ένα βάθος 10mm με ταχύτητα κίνησης 1mms^{-1} . Η μέγιστη δύναμη υπολογίσθηκε και εκφράστηκε σε Newton(N)

Οι μετρήσεις γινόντουσαν σε έξι δείγματα ανά θερμοκρασία και ποικιλία κάθε δυο ημέρες.

1.7. : Brix

Ο προσδιορισμός των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών γινότανε σε χυμό, που λαμβάνετο με τη βοήθεια μικρής συσκευής που χρησιμοποιείται για την πολτοποίηση του σκόρδου. Για τον προσδιορισμό χρησιμοποιήθηκε φορητό ψηφιακό διαθλασίμετρο (Abbe refradometer Ast Co). Ο προσδιορισμός γινότανε σε έξι δείγματα χωριστά ανά θερμοκρασία και ποικιλία

1.8. : Στατιστική ανάλυση

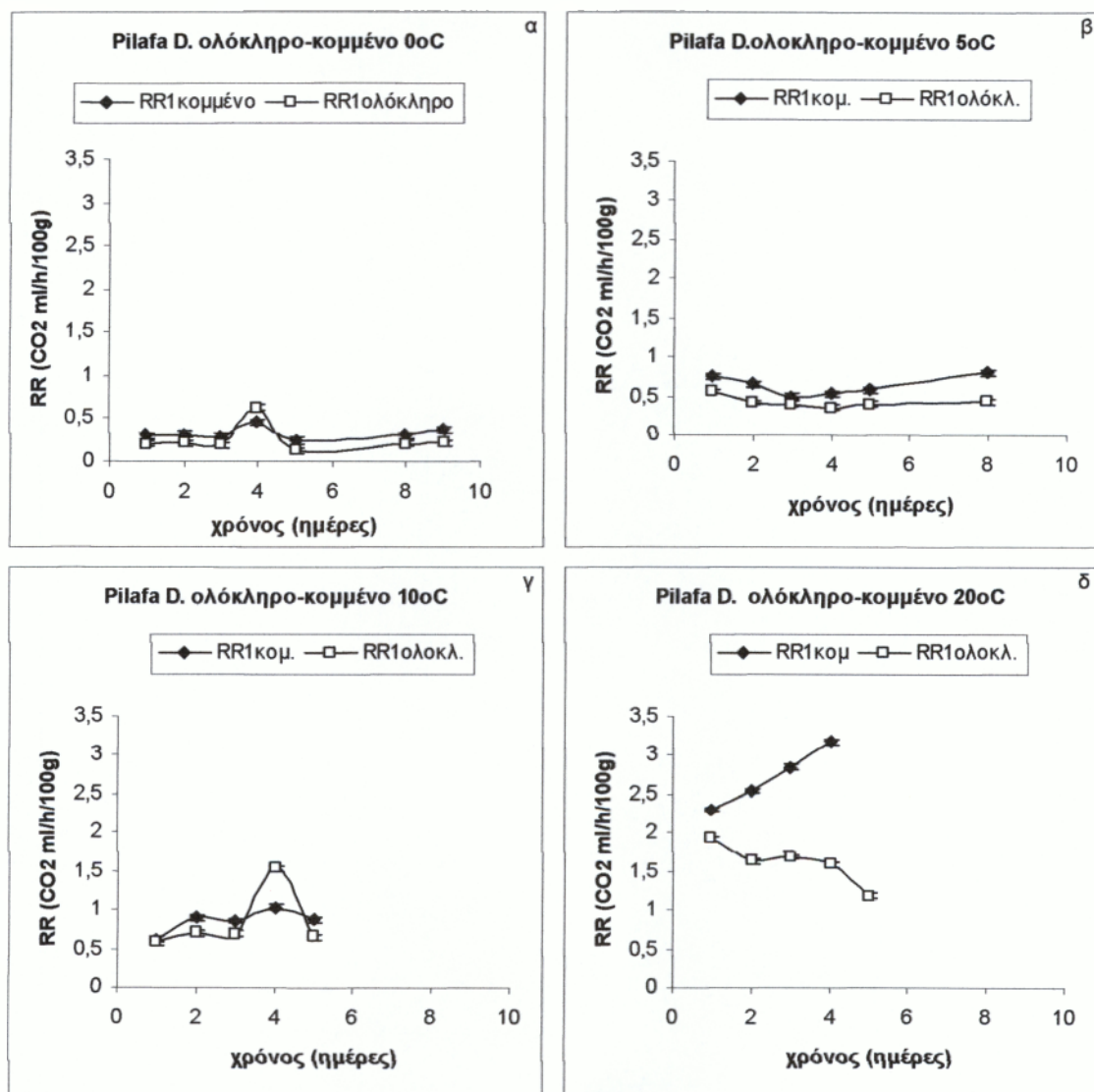
Η στατιστική ανάλυση της διακύμανσης των δεδομένων έγινε με το στατιστικό πακέτο Stat graphics 4.0. Η σύγκριση των M.O. έγινε με την ελάχιστη σημαντική διαφορά (LSD) σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

2. : Αποτελέσματα-Συζήτηση

2.1. : Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρων και κομμένων μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious*.

2.1.1. : Αμέσως μετά τη συγκομιδή (0 ημέρες συντήρησης)

Η αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C παρουσιάζεται στο σχήμα 1 (α, β, γ, δ) απ' όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:



Σχήμα 1. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, αμέσως μετά την συγκομιδή, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας *Pilafa Delicious*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C

-στους 0°C (σχήμα 1α) δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων. Και στις δυο περιπτώσεις παρατηρείται κλιμακτηριακή κρίση την 4^η μέρα πιο έντονη στα ολόκληρα φρούτα.

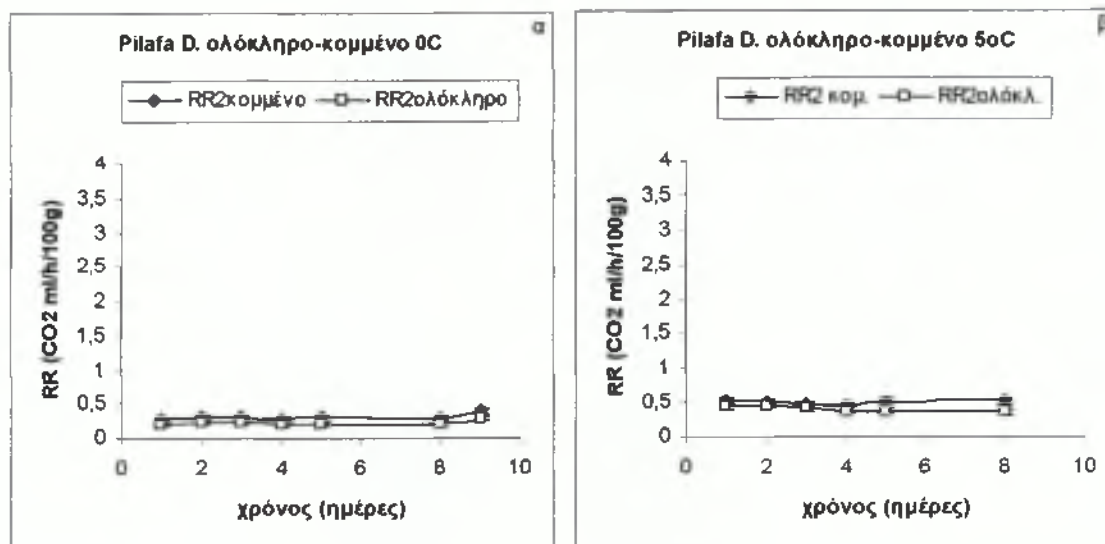
-στους 5°C (σχήμα 1β) υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο χειρισμών, οι φέτες του μήλου παρουσίασαν εντονότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα ολόκληρα μήλα και η διαφορά αυτή γίνεται εντονότερη μετά τη 5^η μέρα πιθανώς λόγω ανάπτυξης μικροοργανισμών.

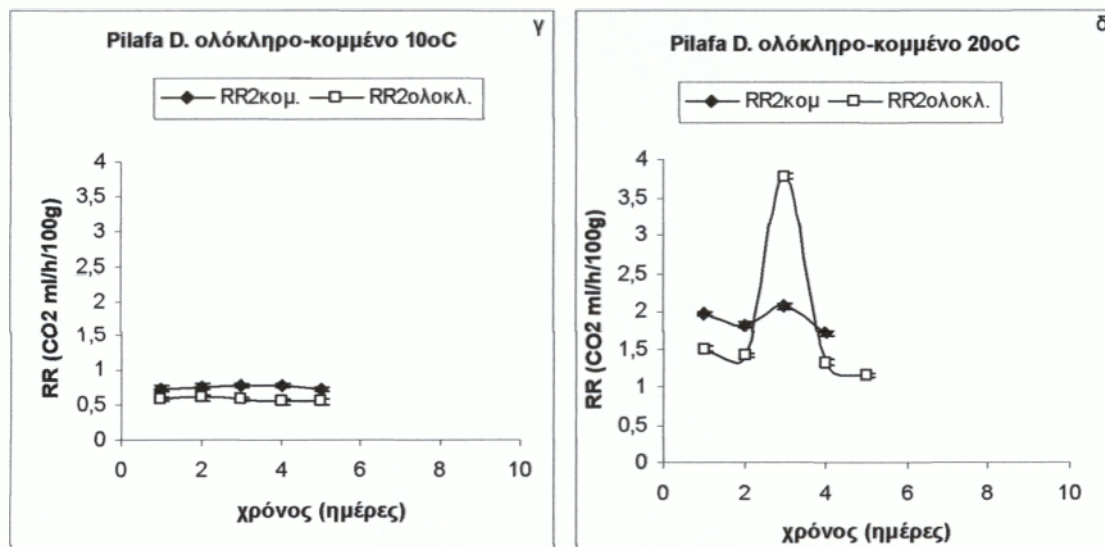
-στους 10°C (σχήμα 1γ) δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ ολόκληρων και κομμένων μήλων μέχρι την 3^η μέρα. Την 4^η ημέρα παρουσιάστηκε κλιμακτηριακή κρίση σαφώς εντονότερη στην περίπτωση των ολόκληρων φρούτων.

-στους 20°C (σχήμα 1δ) η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων ήταν υψηλότερη αυτής των ολόκληρων ($p=0,05$).

2.1.2. : Μετά από 30 ημέρες συντήρησης στους 0°C

Η αναπνευστική δραστηριότητα στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C των ολόκληρων και κομμένων μήλων που είχαν συντηρηθεί ένα μήνα στους 0°C παρουσιάζεται στο σχήμα 2 (α, β, γ, δ) απ' όπου προκύπτει ότι :





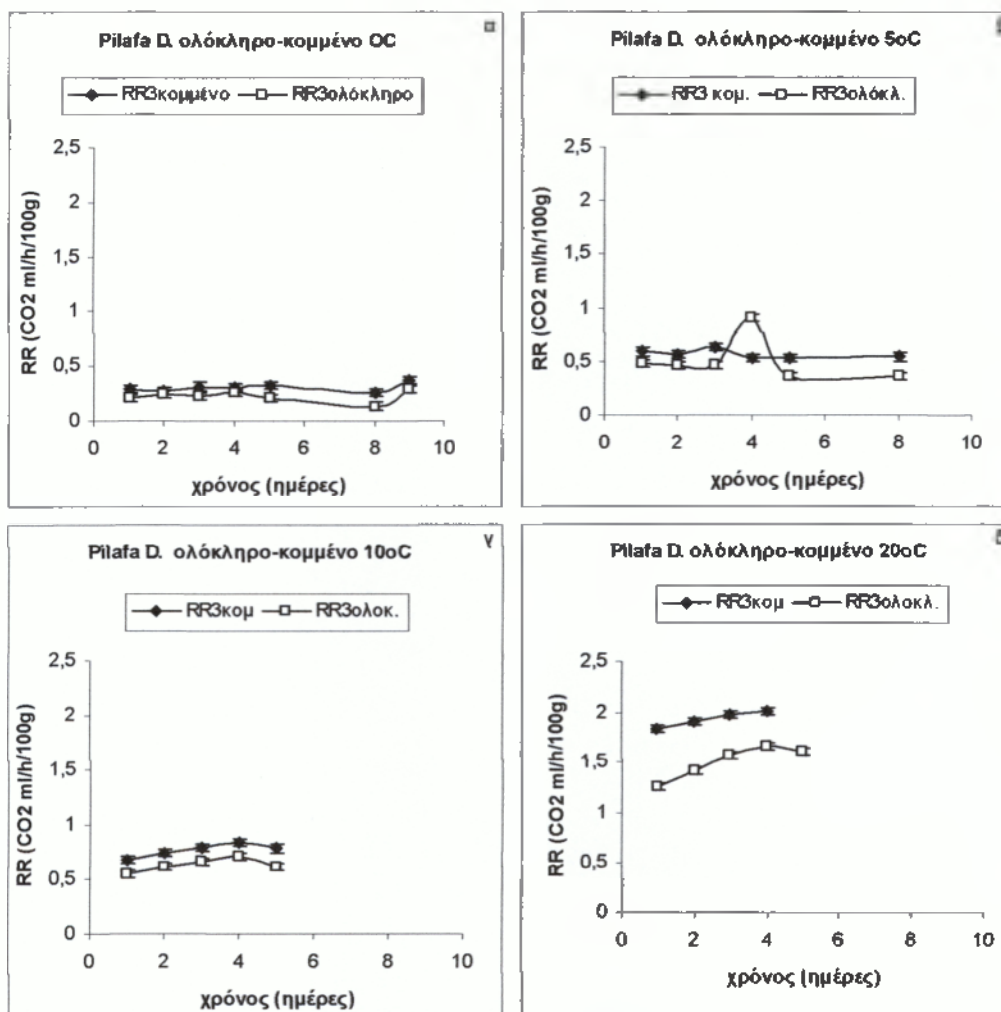
Σχήμα 2. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 30 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας Pilafa Delicious, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

-στους 0°C, 5°C, 10°C (σχήμα 2 α, β, γ,) δεν παρατηρείται καμία διαφορά στην αναπνευστική δραστηριότητα μεταξύ των κομμένων και ολόκληρων μήλων ($p=0,05$) .

-στους 20°C (σχήμα 2δ) τα κομμένα μήλα παρουσιάζουν εντονότερη αναπνευστική δραστηριότητα ($p=0,05$) αυτής των ολόκληρων. Την 3^η ημέρα και τα ολόκληρα και τα κομμένα μήλα παρουσίασαν κλιμακτηριακή κρίση, η οποία ήταν πολύ εντονότερη στην περίπτωση των ολόκληρων μήλων

2.1.3. : Μετά από 60 ημέρες συντήρησης στους 0°C

Η αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C μετά από μια συντήρηση δυο μηνών στους 0°C παρουσιάζεται στο σχήμα 3 (α, β, γ, δ) από το οποίο παρατηρούμε τα εξής :



Σχήμα 3.: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 60 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας Pilafa Delicious, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

-στους 0°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στην αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων.

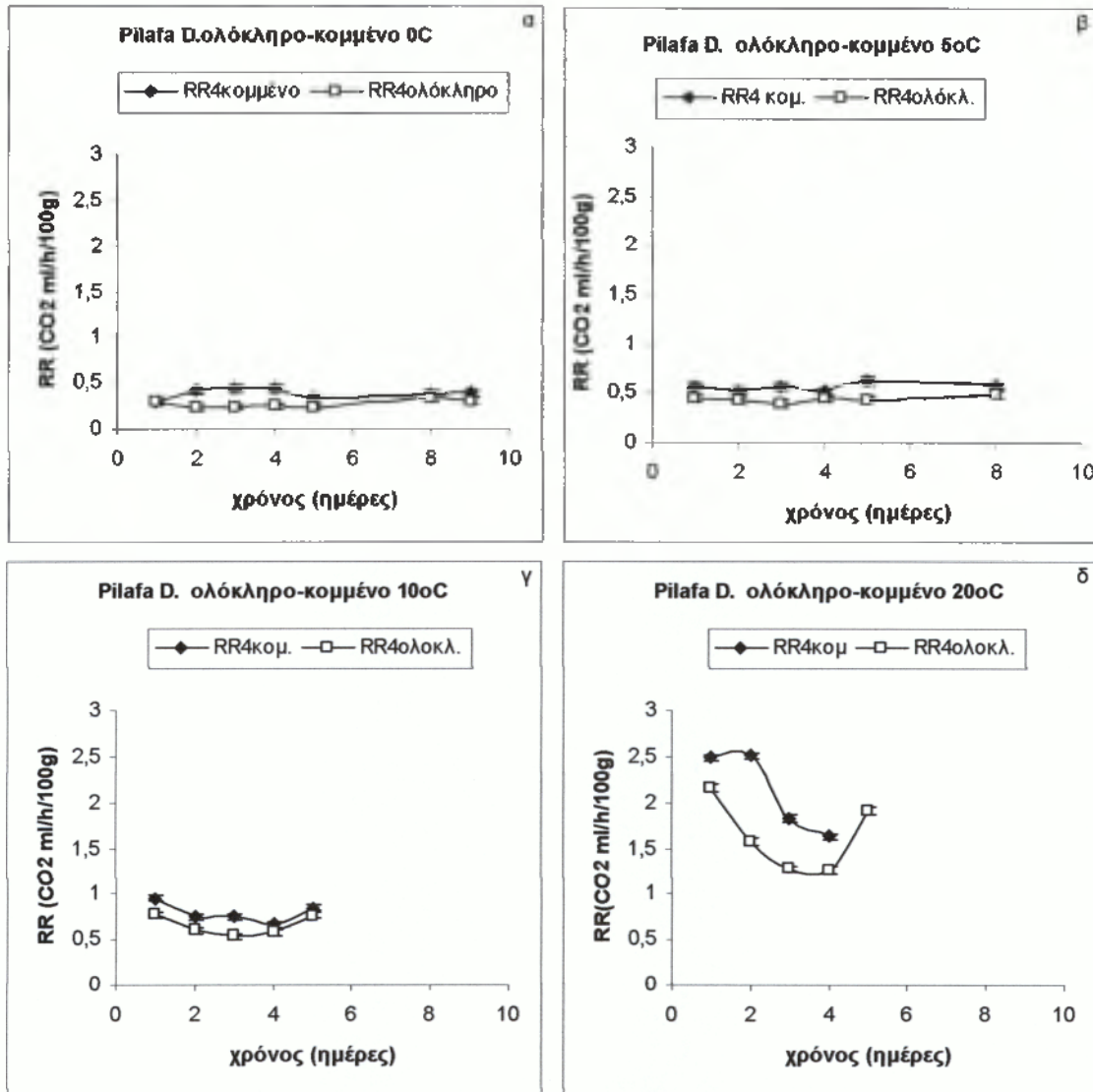
-στους 5°C τα κομμένα μήλα παρουσιάζουν κλιμακτηριακή κρίση την 3^η ημέρα ενώ τα ολόκληρα την 4^η. Υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο χειρισμών.

-στους 10°C τα κομμένα μήλα παρουσιάζουν υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα από τα ολόκληρα γεγονός που παρατηρείται και στους 20°C όπου η διαφορά είναι σαφώς εντονότερη.

2.1.4. : Μετά από 90 ημέρες συντήρησης στους 0°C.

Στο σχήμα 4 (α, β, γ, δ) παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων στους 0°C, 5°C,

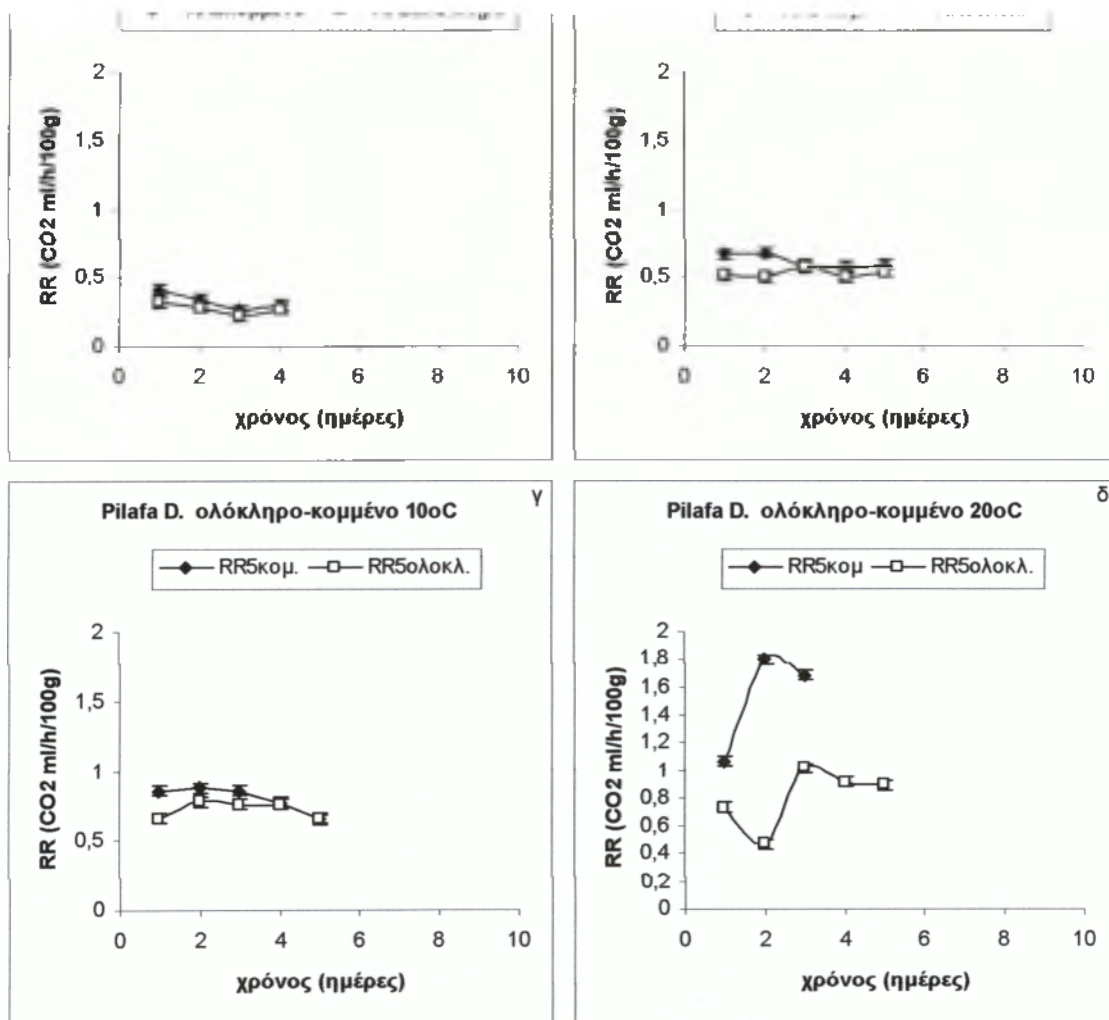
10 °C και 20 °C, μετά από συντήρηση 3 μηνών στους 0 °C. Παρατηρούμε τα εξής:



Σχήμα 4. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 90 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας Pilafa Delicious, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

-Στους 0 °C, 5 °C και 10 °C, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ολόκληρων και κομμένων μήλων.

-Στους 20 °C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων είναι υψηλότερη αυτής των ολόκληρων ($p=0,05$)



Σχήμα 5. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 120 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας Pilafa Delicious, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

2.1.5.: Μετά από 120 ημέρες συντήρησης στους 0 C

Στο σχήμα 5 (α, β, γ, δ) παρουσιάζεται σε 4 διαφορετικές θερμοκρασίες (0 C, 5 C, 10 C και 20 C) η αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων μετά από συντήρηση 4 μηνών στους 0 C. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

Pilafa D. ολόκληρο-κομμένο 0o C ^α	Pilafa D. ολόκληρο-κομμένο 5oC ^β
--	---

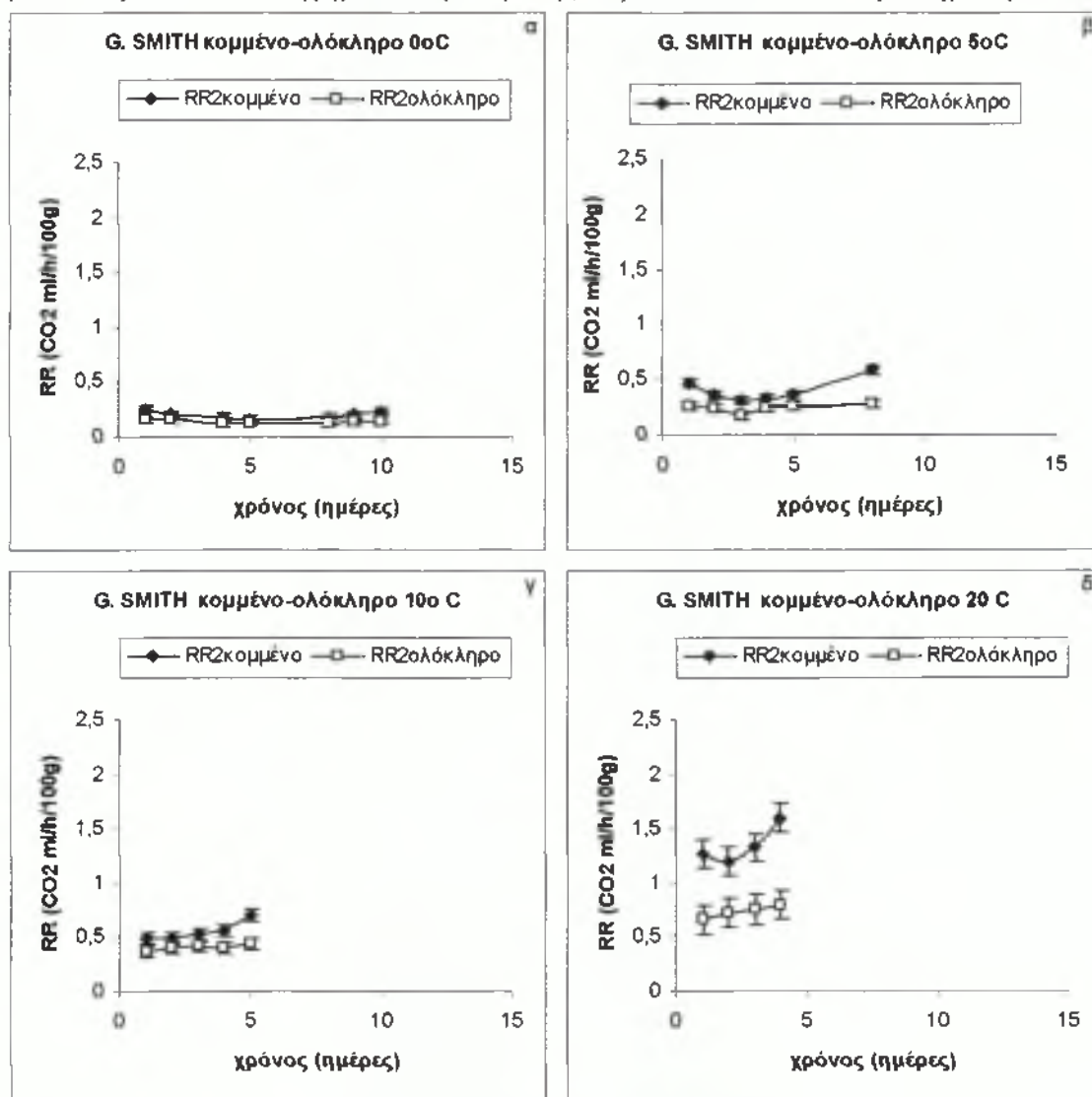
Στις θερμοκρασίες 0°C, 5°C, και 10°C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων ήταν ελαφρά υψηλότερη των ολόκληρων χωρίς να υπάρχει πάντα στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο χειρισμών

Στους 20°C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων ήταν σαφώς υψηλότερη αυτής των ολόκληρων μήλων.

2.2. : Αναπνευστική δραστηριότητα ολόκληρων και κομμένων μήλων ποικιλίας *Granny Smith*

2.2.1. : Αμέσως μετά τη συγκομιδή.(0 ημέρες σύντηξης)

Η αναπνευστική δραστηριότητα τόσο των κομμένων όσο και των ολόκληρων μήλων *Granny Smith* στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C παρουσιάζεται στο σχήμα 6 (α, β, γ, δ) από όπου παρατηρούμε ότι:



Σχήμα 6. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, αμέσως μετά την συγκομιδή, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

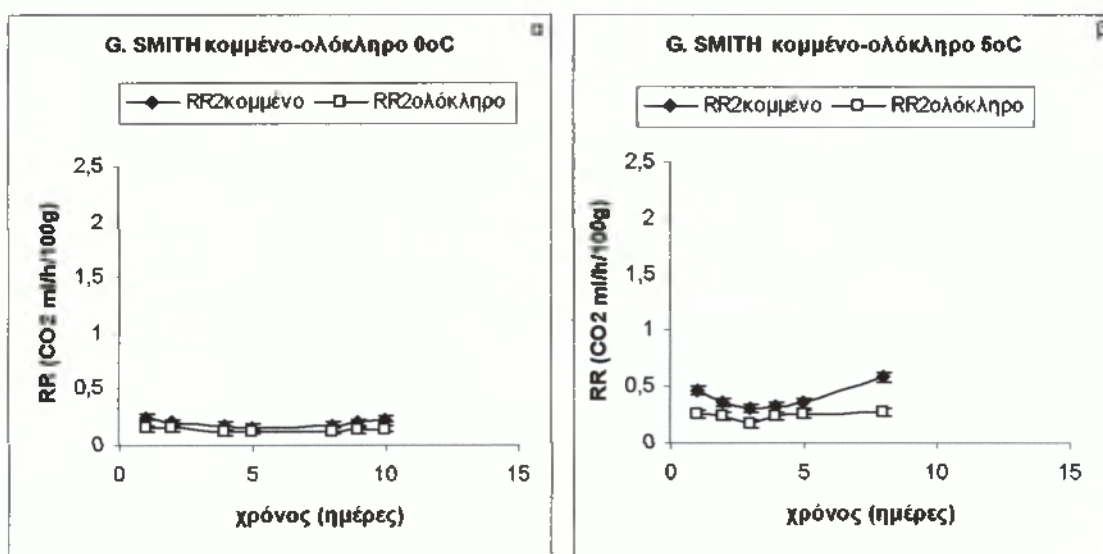
-Στους 0°C, 5°C, και 10°C πρακτικά δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των ολόκληρων και των κομμένων μήλων.

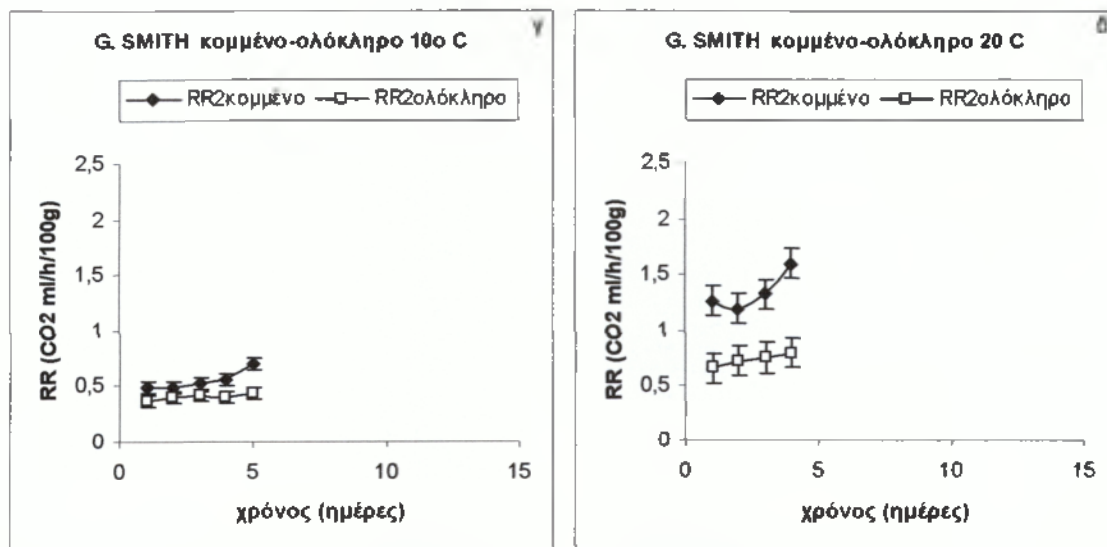
-Η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας των κομμένων μήλων που παρατηρείται στο τέλος της συντήρησης στους 5°C, και 10°C μπορεί να αποδοθεί στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

-Στους 20°C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων είναι σαφώς υψηλότερη αυτής των ολόκληρων.

2.2.2. : Μετά από 30 ημέρες συντήρησης στους 0°C

Η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των ολόκληρων και κομμένων μήλων στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C παρουσιάζεται στο σχήμα 7 (α, β, γ, δ) από όπου προκύπτει ότι :





Σχήμα 7.: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 30 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

-στους 0°C (σχήμα 7α) δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο χειρισμών

-στους 5°C (σχήμα 7β) τα κομμένα μήλα στην αρχή (1-3 ημέρα) και στο τέλος της συντήρησης (8^η ημέρα) παρουσιάζουν υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα ολόκληρα, η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική.

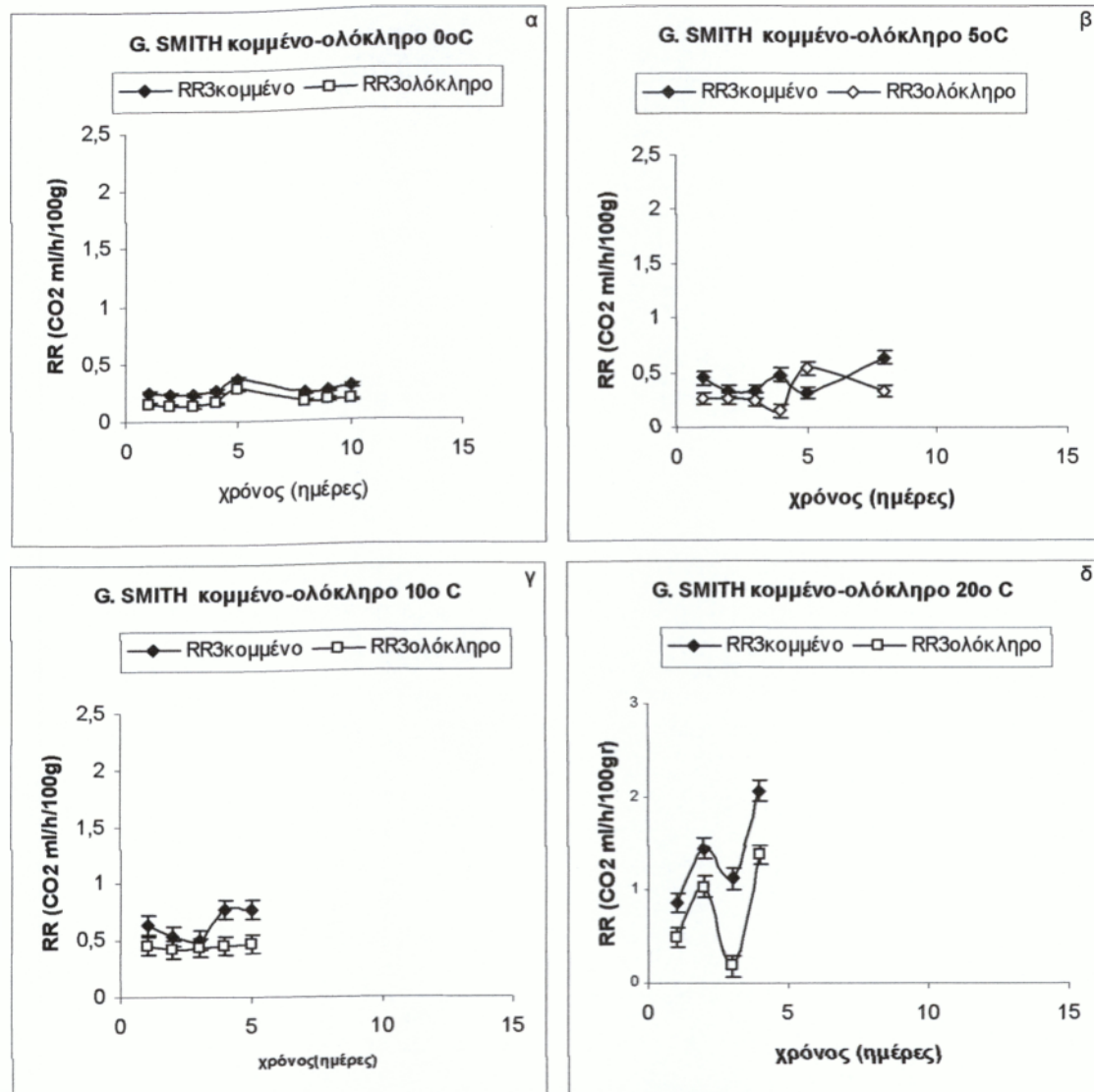
-στους 10°C (σχήμα 7γ) μέχρι την 3^η ημέρα δεν παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 2 χειρισμών από την 4^η ημέρα και μετά τα κομμένα μήλα παρουσιάζουν υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα η οποία μπορεί να οφείλεται και στην ανάπτυξη μικροοργανισμών.

-στους 20°C (σχήμα 7δ) τα κομμένα μήλα παρουσιάζουν σαφώς εντονότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα ολόκληρα μήλα.

2.2.3. Μετά από 60 ημέρες συντήρησης στους 0°C

Στο σχήμα 8 (α, β, γ, δ) παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων σε φέτες μήλων *Granny Smith* στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C μετά από συντήρηση 2 μηνών στους 0°C.

Από το σχήμα 8 προκύπτουν οι εξής παρατηρήσεις:



Σχήμα 8.: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 60 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας Granny Smith, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

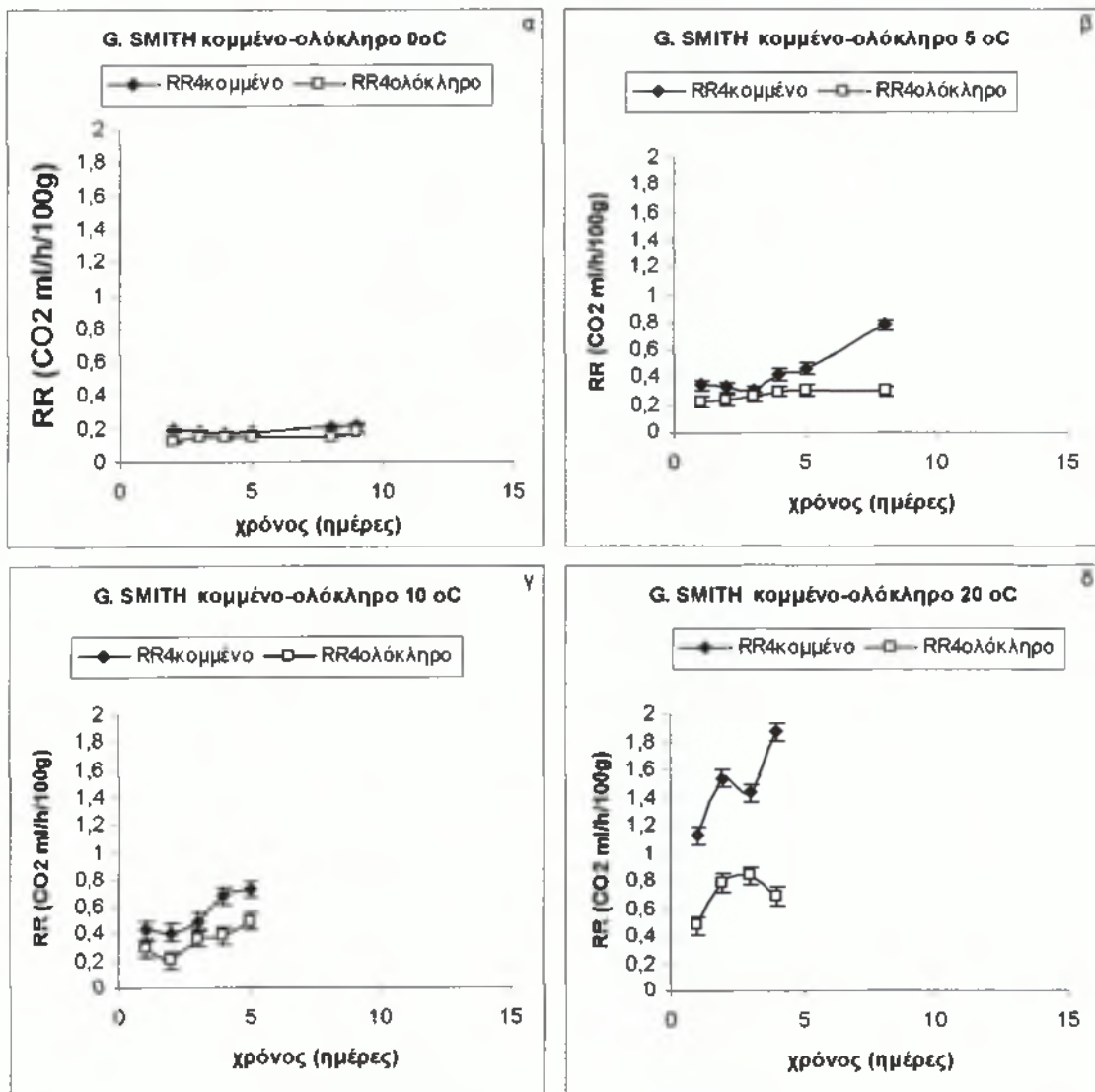
-στους 0°C, 5°C και 10°C δεν παρατηρούνται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 χειρισμών ιδίως τις πρώτες ημέρες της συντήρησης. Προς το τέλος της συντήρησης μπορεί να παρατηρείται υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα στα κομμένα μήλα (σχήμα 8β, 8γ) που μπορεί να αποδοθεί στην ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών.

-στους 20°C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων είναι υψηλότερη των ολόκληρων. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

2.2.4. : Μετά από 90 ημέρες συντήρησης στους 0°C

Στο σχήμα 9 (α, β, γ, δ) παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα τόσο των ολόκληρων όσο και των κομμένων μήλων *Granny Smith* στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C μετά από συντήρηση 3 μηνών στους 0°C.

Από το σχήμα παρατηρούμε τα εξής:



Σχήμα 9. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 90 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

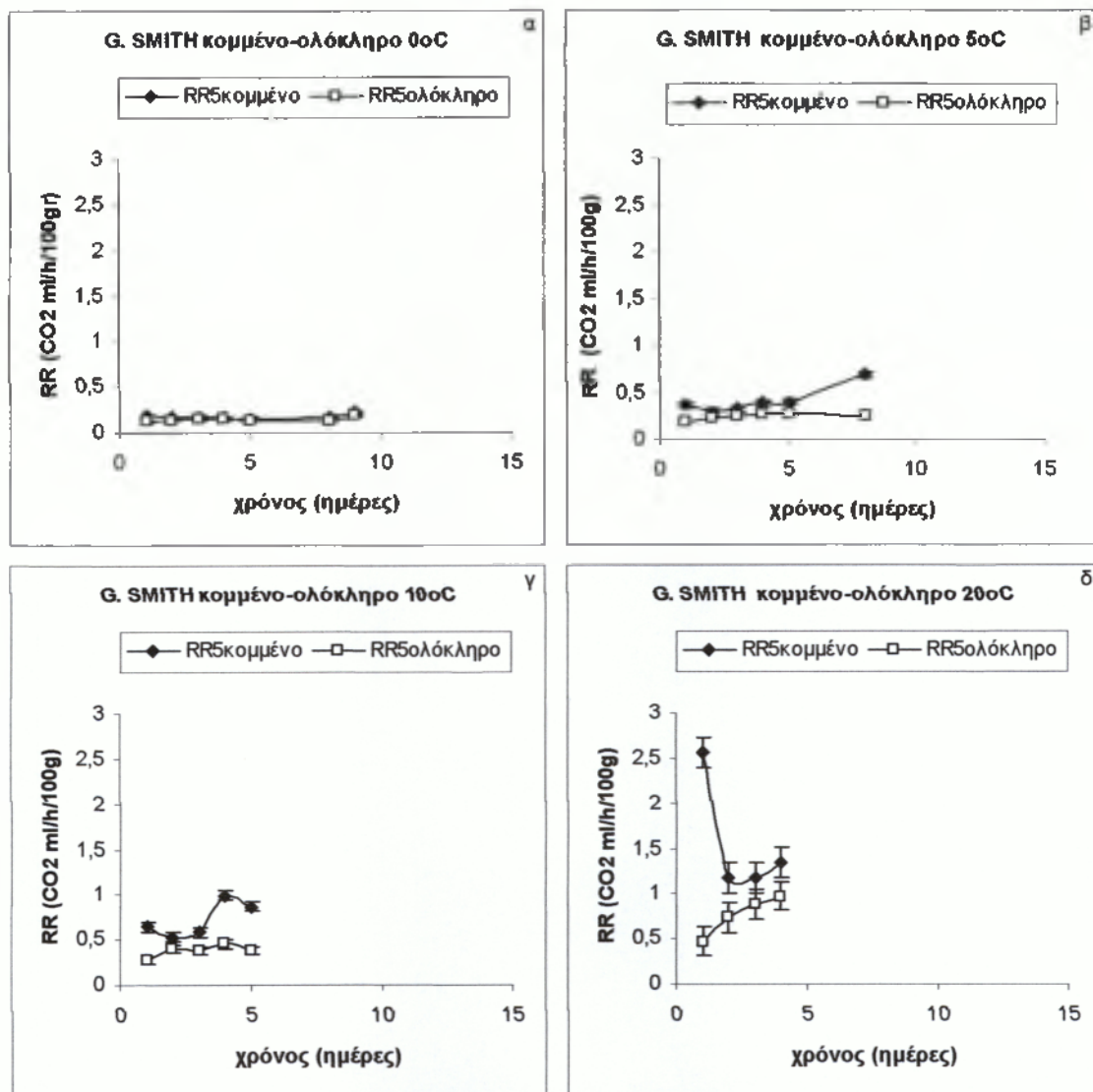
-στους 0°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο χειρισμών ($p=0,05$)

-στους 5 C και 10 C είναι εντονότερη η αναπνευστική δραστηριότητα αυτής των κομμένων μήλων. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική.

-στους 20 C τα κομμένα μήλα παρουσιάζουν πολύ πιο έντονη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα ολόκληρα μήλα.

2.2.5. : Μετά από 120 μέρες συντήρησης στους 0 C

Η αναπνευστική δραστηριότητα των ολόκληρων και κομμένων μήλων *Granny Smith* σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες (0 C, 5 C, 10 C και 20 C) παρουσιάζεται στο σχήμα 10 (α, β, γ, δ) απ' όπου προκύπτουν τα εξής:



Σχήμα 10. : Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 120 ημέρες συντήρησης, ολόκληρου και κομμένου μήλου ποικιλίας *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

-στους 0 C και 5 C (σχήμα 10 α, β) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο χειρισμών ($p=0,05$).

-στους 10 C (σχήμα 10γ) η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων είναι υψηλότερη αυτής των ολόκληρων πράγμα που παρατηρείται και στους 20 C (σχήμα 10δ).

Ανακεφαλαιώνοντας θα μπορούσαμε να πούμε ότι στην περίπτωση της ποικιλίας *Pilafa Delicious*, ανεξάρτητα του χρόνου συντήρησης των μήλων στους 0 C, τα κομμένα μήλα που συντηρήθηκαν στους 0 C δεν παρουσιάζουν υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα ολόκληρα, στους 5 C παρουσιάζουν ελαφρώς υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα χωρίς η διαφορά να είναι πάντα στατιστικά σημαντική. Η διαφορά μεταξύ κομμένων και ολόκληρων μήλων γίνεται πιο έντονη στους 10 C ενώ στους 20 C τα κομμένα μήλα έχουν πολύ υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα συγκριτικά με τα ολόκληρα.

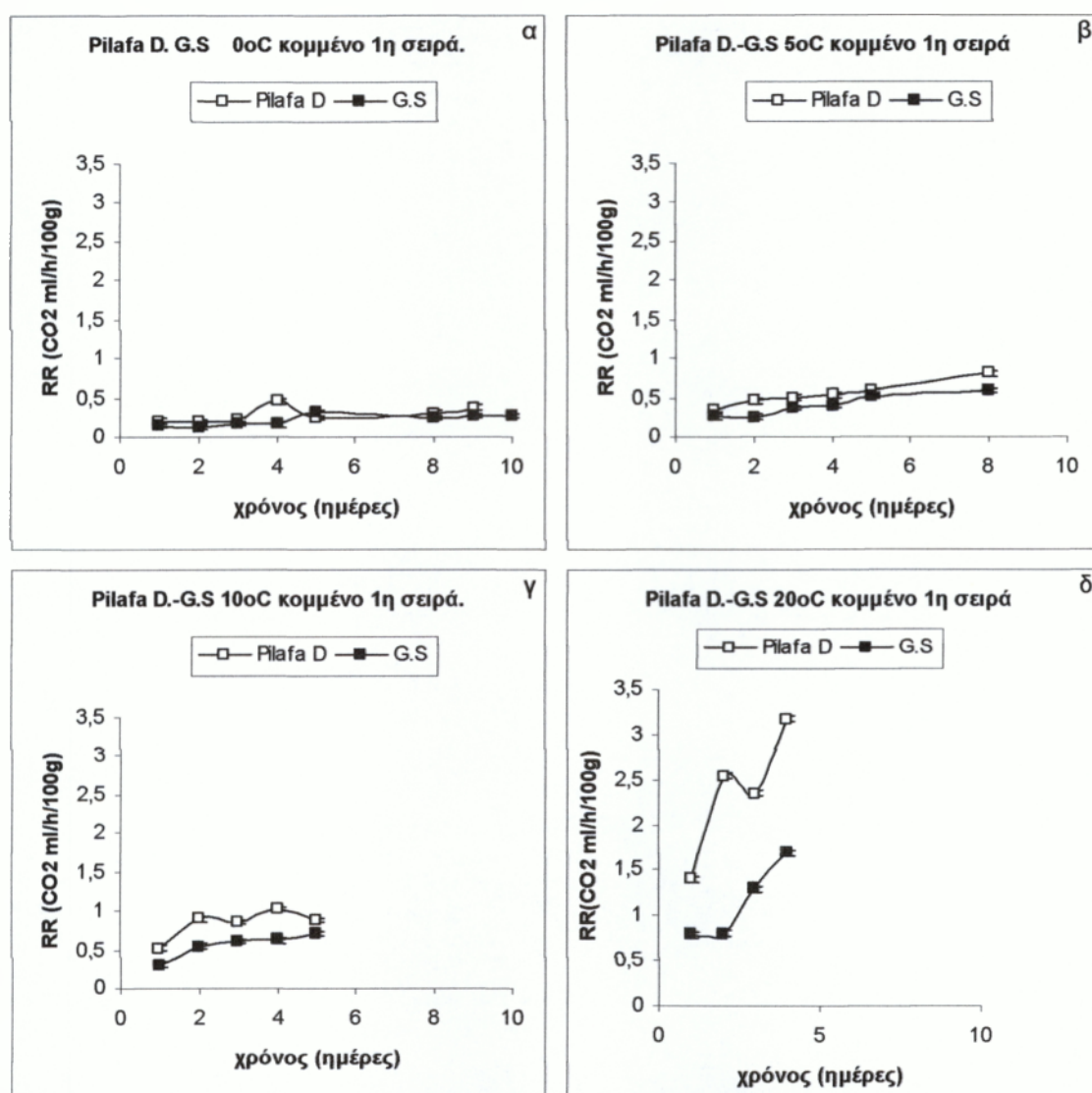
Στην περίπτωση των μήλων *Granny Smith* θα μπορούσαμε να πούμε ότι ανεξάρτητα του χρόνου συντήρησης τους στους 0 C, δεν παρατηρούνται διαφορές στην αναπνευστική δραστηριότητα μεταξύ των δυο χειρισμών στους 0 C και στους 5 C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων είναι ελαφρώς υψηλότερη και η διαφορά γίνεται εντονότερη όσο αυξάνεται η θερμοκρασία (10 C, 20 C).

Οι παρατηρήσεις αυτές είναι σύμφωνες με τις παρατηρήσεις του Watada et al (1999) οι οποίοι αναφέρουν ότι πολλά ελαφρώς επεξεργασμένα φυτικά όργανα παρουσιάζουν αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας τους και η αύξηση αυτή είναι αισθητή μόνο σε υψηλές θερμοκρασίες συντήρησης. Ο τραυματισμός (κόψιμο) προκαλεί αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας η οποία σύμφωνα με το Asahi (1978) οφείλεται στην αύξηση της αερόβιας αναπνοής. Αυτό αποδεικνύεται από τις αλλαγές που παρατηρούνται στη δομή των μιτοχονδρίων και την αύξηση του αριθμού τους και της λειτουργίας τους.

Η αναπνευστική δραστηριότητα συνδέεται με τη διάρκεια ζωής των φυτικών οργάνων, υψηλή αναπνευστική δραστηριότητα, συνεπάγεται σύντομη διάρκεια ζωής (Kader, 1999). Σύμφωνα με μια άλλη θεωρία η αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας των κομμένων φυτικών οργάνων μπορεί να εξηγηθεί με την απομάκρυνση των εμποδίων (επιδερμίδα) στην ανταλλαγή των αερίων. (Toivonen and De Ell 2002).

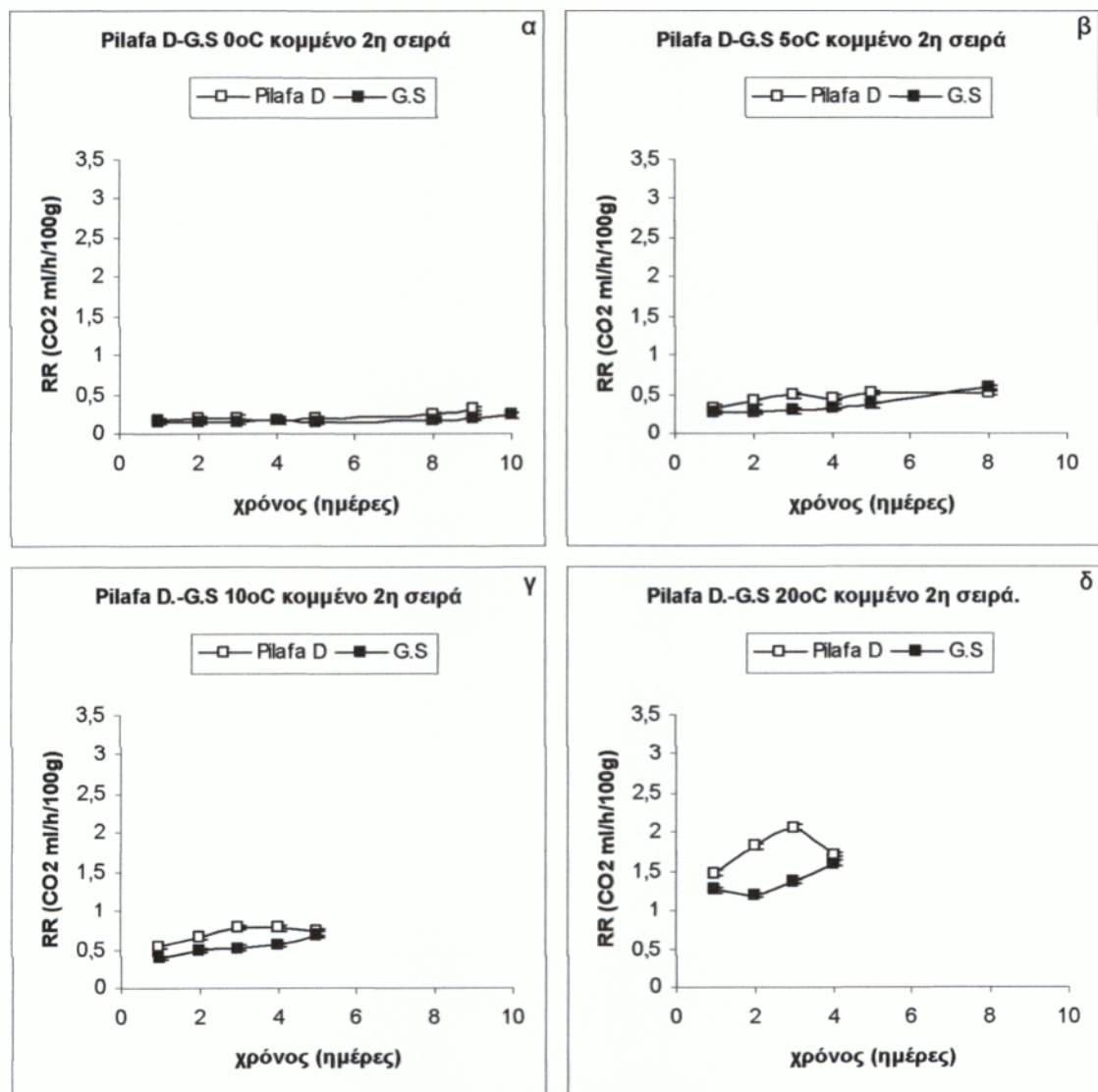
2.3. : Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας των κομμένων μήλων των δυο ποικιλιών *Pilafa Delicious* και *Granny smith*.

Στα σχήματα 11-15 γίνεται σύγκριση της αναπνευστικής δραστηριότητας κομμένων μήλων *Pilafa Delicious* και *Granny Smith* σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες 0 C, 5 C, 10 C και 20 C. Η μελέτη έγινε σε μήλα αμέσως μετά τη συγκομιδή (σχήμα 11), μετά 30 ημέρες συντήρησης στους 0 C (σχήμα 12), μετά 60 ημέρες συντήρησης στους 0 C (σχήμα 13), μετά 90 ημέρες συντήρησης στους 0 C (σχήμα 14) και τέλος μετά 120 ημέρες (σχήμα 15) στους 0 C.



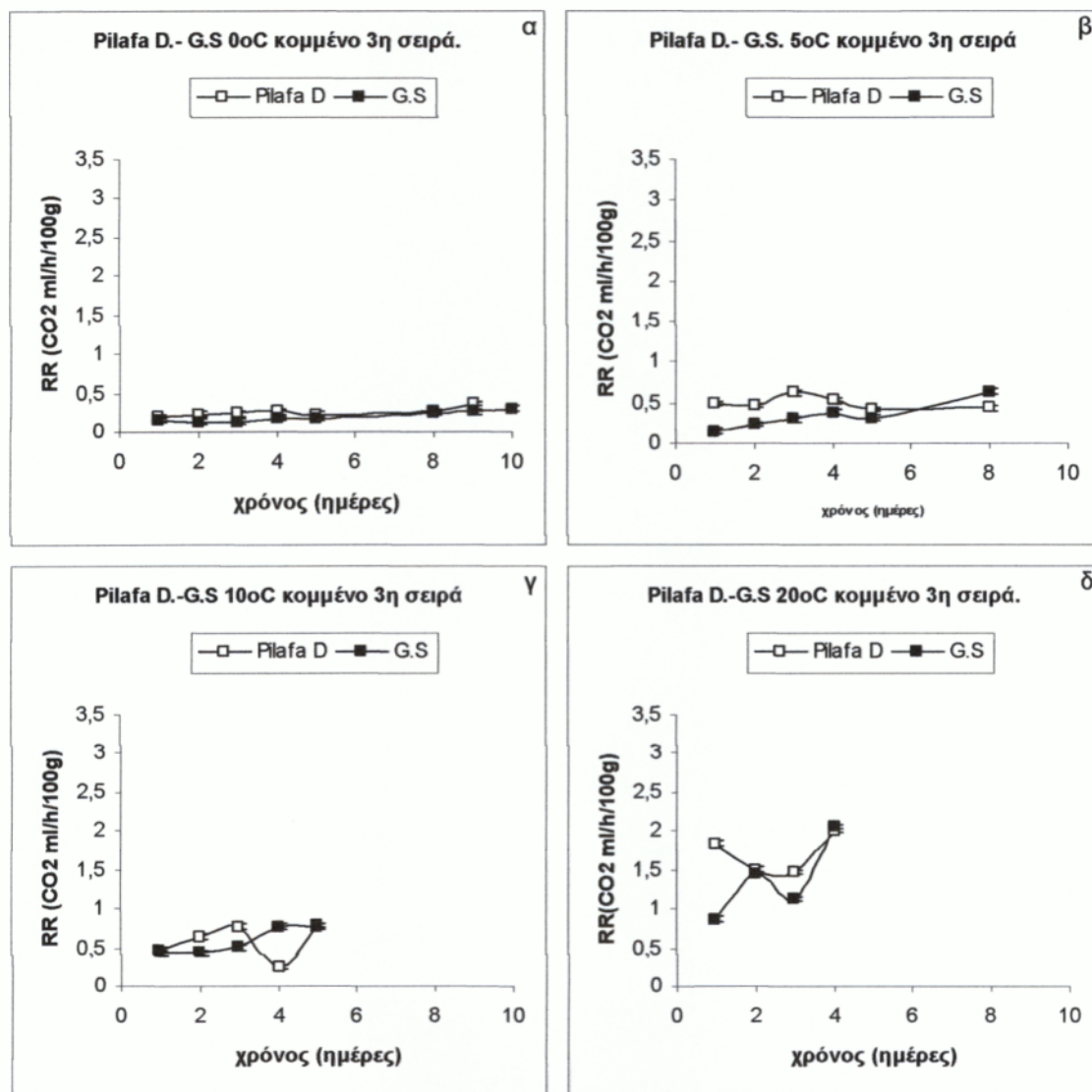
Σχήμα 11. : Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας, αμέσως μετά την συγκομιδή, κομμένου μήλου ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

Αμέσως μετά τη συγκομιδή (σχήμα 11), παρατηρούμε ότι στις θερμοκρασίες των 0°C και 5°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ποικιλιών, σε υψηλότερες όμως θερμοκρασίες, 10°C και 20°C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων της ποικιλίας *Pilafa Delicious* είναι πολύ υψηλότερη αυτής των μήλων *Granny Smith*. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p=0,05$)



Σχήμα 12.: Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 30 ημέρες συντήρησης, κομμένου μήλου ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

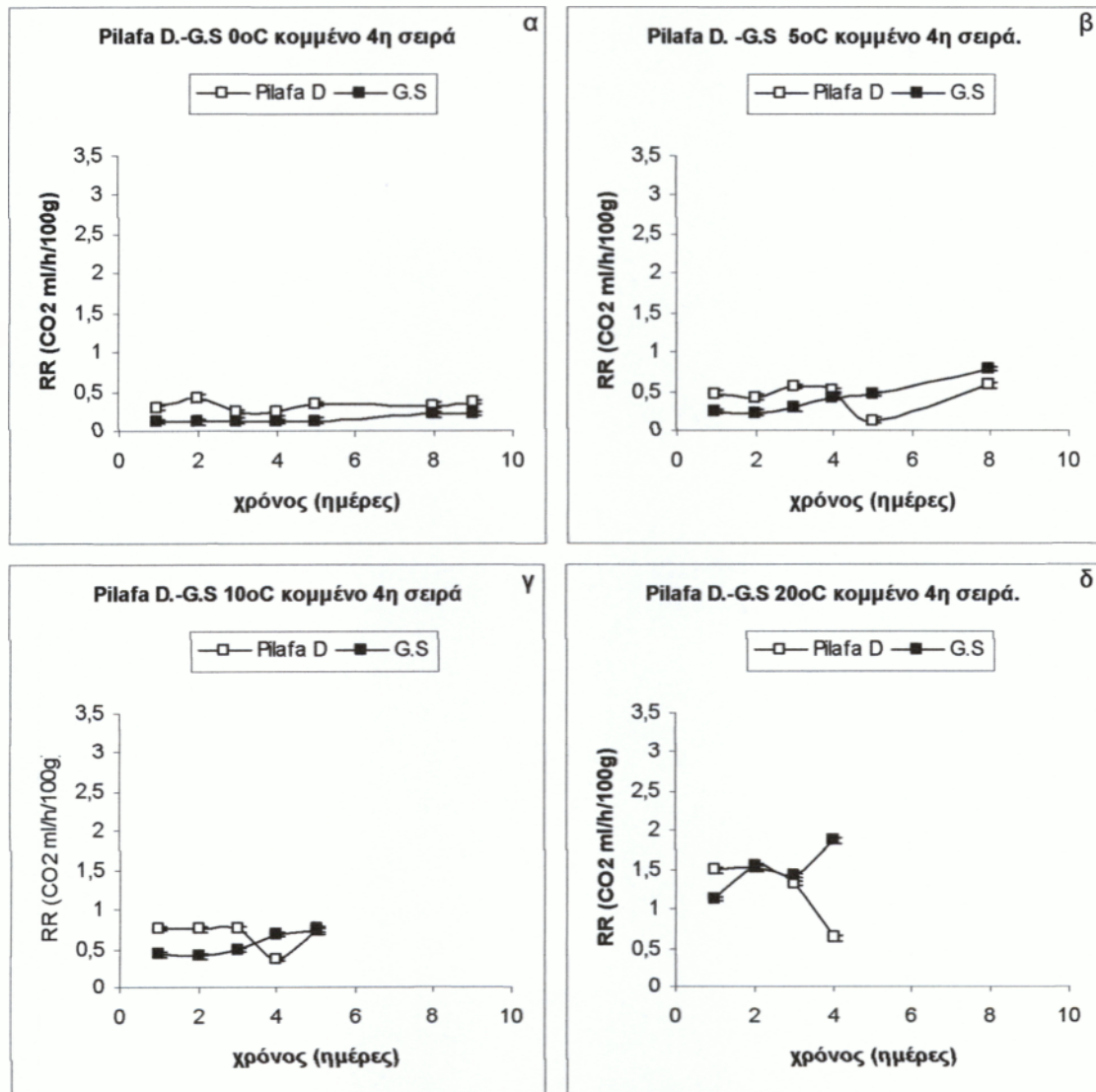
Μετά συντήρηση 30 ημερών στους 0°C (σχήμα 12) παρατηρούμε ότι, δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στην αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων των δυο ποικιλιών στους 0°C και 5°C, ενώ υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά στη θερμοκρασία των 10°C και 20°C.



Σχήμα 13.: Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 60 ημέρες συντήρησης, κομμένου μήλου ποικιλίας Pilafa Delicious και Granny Smith, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

Μετά συντήρηση 60 ημερών στους 0°C (σχήμα 13) η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων των δυο ποικιλιών *Pilafa Delicious* και *Granny Smith* δεν παρουσιάζει καμιά στατιστικά

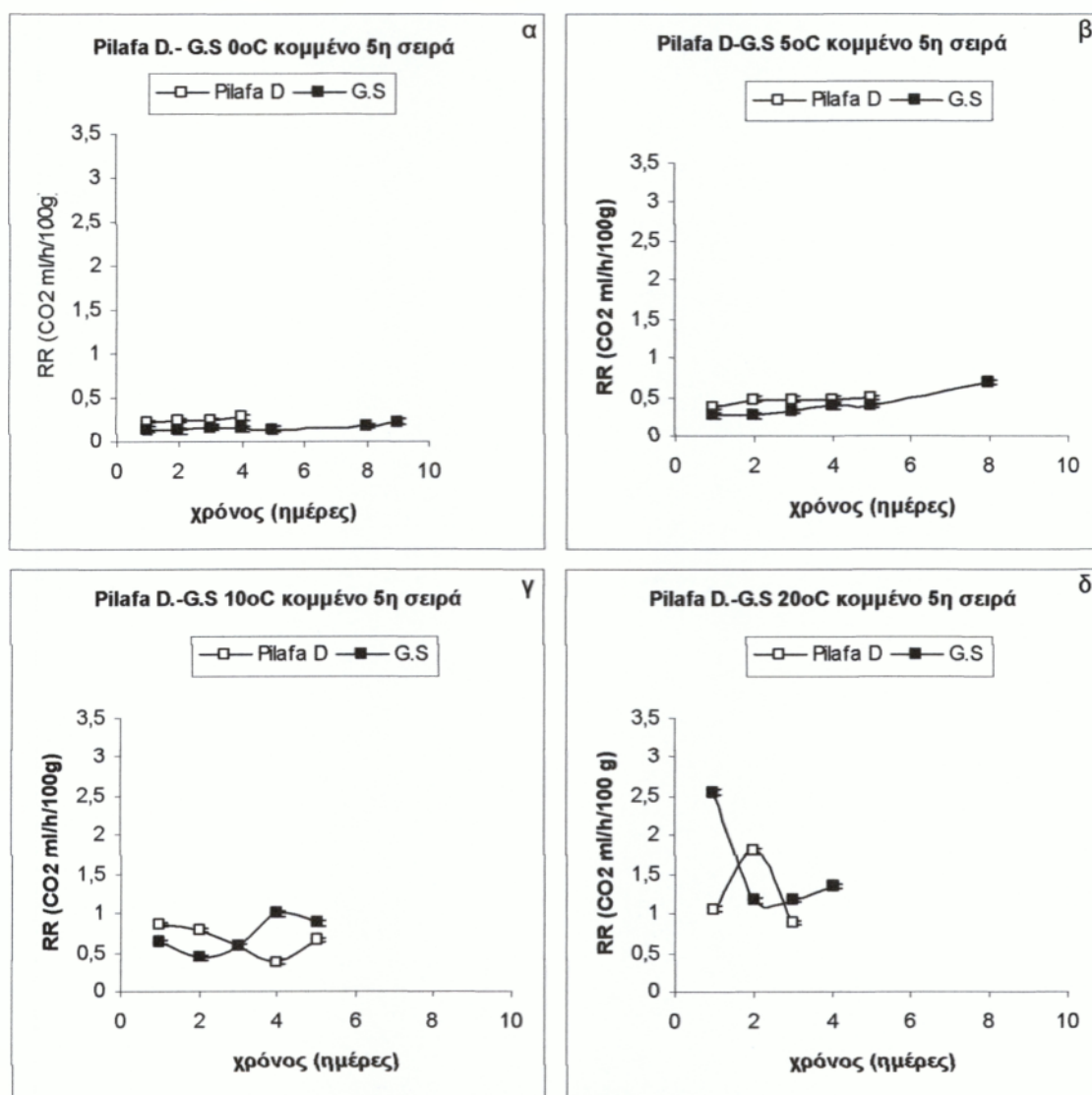
σημαντική διαφορά στους 0°C και 5°C. Στους 10°C παρουσιάζεται στατιστικά σημαντική διαφορά τις 4 πρώτες μέρες της συντήρησης ενώ στους 20°C η αναπνευστική δραστηριότητα των μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* είναι σαφώς εντονότερη και μόνο την τελευταία ημέρα (4^η) ταυτίζεται με αυτή των μήλων ποικιλίας *Granny Smith*.



Σχήμα 14.: Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 90 ημέρες συντήρησης, κομμένου μήλου ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

Μετά από συντήρηση 90 ημερών στους 0°C, (σχήμα 14) η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* στους 0°C δεν παρουσιάζει στατιστικά σημαντική διαφορά από

αυτήν των *Granny Smith* στους 5°C και 10°C είναι υψηλότερη τις πρώτες 3 ημέρες ενώ στους 20°C είναι υψηλότερη μόνο την πρώτη ημέρα.



Σχήμα 15 : Συγκριτική μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας, μετά από 120 ημέρες συντήρησης, κομμένου μήλου ποικιλίας Pilafa Delicious και Granny Smith, στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C.

Τέλος μετά από συντήρηση 120 ημερών στους 0°C (σχήμα 15) δεν παρατηρείται διαφορά μεταξύ των δυο ποικιλιών στους 0°C και 5°C. Στους 10°C η αναπνευστική δραστηριότητα των κομμένων μήλων *Pilafa Delicious* είναι υψηλότερη τις δυο πρώτες ημέρες και στη συνέχεια γίνεται μικρότερη αυτής των *Granny Smith* ενώ στους 20°C τα *Granny Smith* την πρώτη ημέρα παρουσιάζουν πολύ υψηλότερη αναπνευστική

δραστηριότητα από τα *Pilafa Delicious* η οποία στην συνέχεια ελαττώνεται σημαντικά. Η διαφορά των δυο ποικιλιών είναι στατιστικά σημαντική. ($p=0,05$)

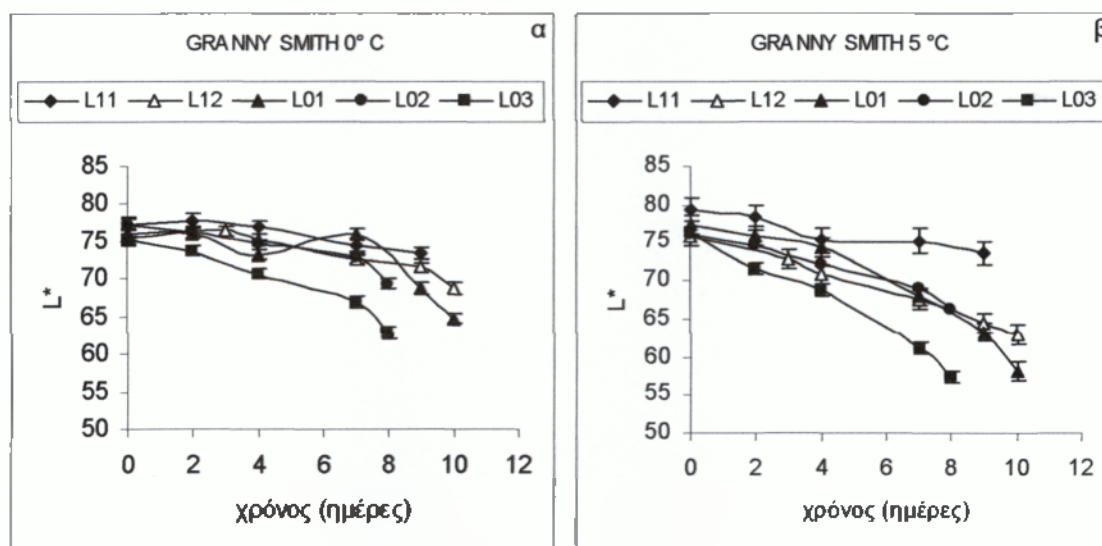
3. : Μεταβολή του χρώματος

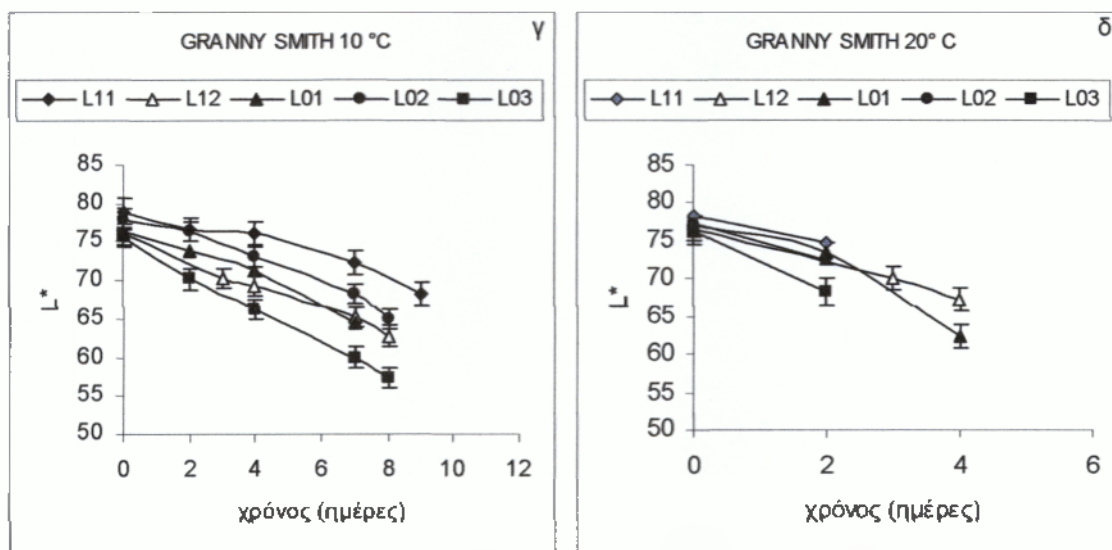
Σημαντικό ποιοτικό κριτήριο των κομμένων φρέσκων φρούτων είναι ο αποχρωματισμός ή καστάνωση των κομμένων επιφανειών. Η οξειδωτική καστάνωση οφείλεται στη δράση του ενζύμου πολυφαινολοξειδάση (PPO) το οποίο παρουσία O_2 μετατρέπει τα φαινολικά συστατικά του φρούτου σε σκούρου χρώματος χρωστικές. Για τον προσδιορισμό του βαθμού καστάνωσης των κομμένων επιφανειών των μήλων μετρήσαμε την μεταβολή της φωτεινότητας L^* , της έντασης του χρώματος C^* και της χροιάς h^* .

3.1. : Μεταβολή του χρώματος κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Granny Smith*

Στα σχήματα 16, 17, 18 παρουσιάζεται η μεταβολή της φωτεινότητας L^* , της έντασης C^* και της χροιάς h^* κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Granny Smith* που παρασκευάστηκαν από α' ύλη που είχε συντηρηθεί στους $0^\circ C$ για διάφορα χρονικά διαστήματα.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:





Σχήμα 16 : Μεταβολή της φωτεινότητας L^* συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith μετά από 0(L11), 1(L12), 2(L01), 3(L02), 4(L03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

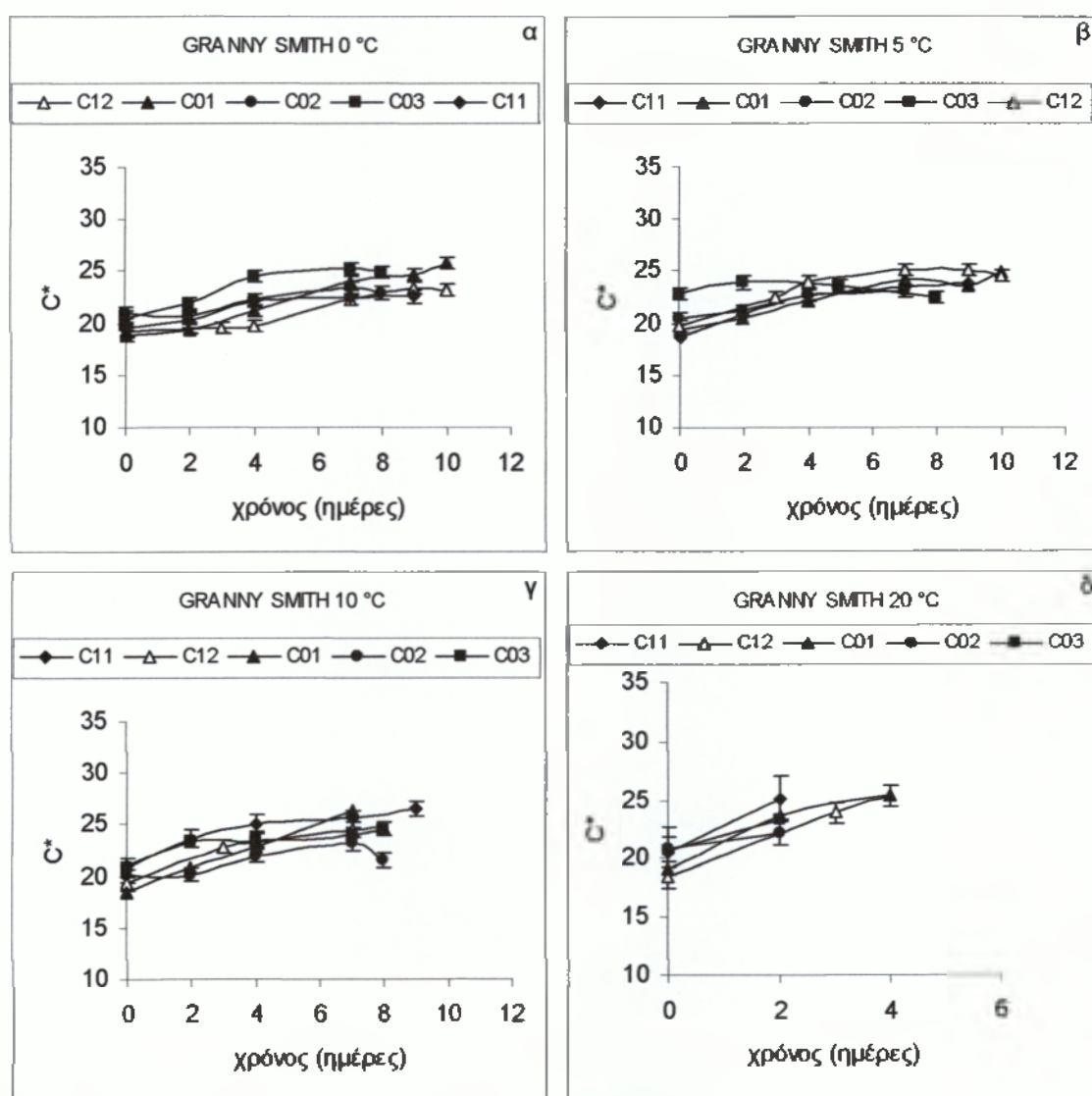
-Δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά την μηδενική ημέρα (αρχή) στη φωτεινότητα (L^*) (σχήμα 16α) στα κομμένα σε φέτες μήλα που είχαν παρασκευασθεί από α' ύλη που είχε συντηρηθεί διαφορετικούς χρόνους στους 0°C, δηλ. η συντήρηση δεν επηρέασε το εσωτερικό χρώμα των μήλων.

-Η μεταβολή της φωτεινότητας L^* των κομμένων μήλων, συναρτήσει του χρόνου επηρεάζεται από το χρόνο συντήρησης του κομμένου προϊόντος, τη θερμοκρασία συντήρησης και το στάδιο ωριμότητας της α' ύλης. Έτσι στους 0°C παρατηρούνται οι μικρότερες μεταβολές γεγονός που σημαίνει ότι το έτοιμο προϊόν παρουσιάζει το μικρότερο βαθμό αποχρωματισμού. Μείωση των τιμών της φωτεινότητας (L^*) είναι ένδειξη καστανώσης (Bolin and Steele 1987, Sappers et al 1989)

Στους 0°C και 5°C συντήρησης του έτοιμου προϊόντος μέχρι τη 4^η ημέρα, δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στη μεταβολή της φωτεινότητας L^* μεταξύ των διαφορετικών σταδίων ωριμότητας της α' ύλης, ούτε σημαντική απόκλιση από τις αρχικές τιμές. Αντίθετα οι Rocha and Morais (2003) σε κομμένα σε φέτες μήλα ποικιλίας Jonagored που συντηρήθηκαν στους 4°C παρατήρησαν απότομη πτώση της φωτεινότητας κατά τη διάρκεια των τριών πρώτων ημερών και στη συνέχεια μια σταθεροποίηση. Ανάλογες παρατηρήσεις αναφέρονται και σε πολλές ποικιλίες μήλων (Kim et al 1993) όχι όμως σε *Granny Smith*. Στην δική μας περίπτωση παρατηρείται γραμμική μεταβολή της φωτεινότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης σε όλες τις περιπτώσεις του τύπου $L^*=A-\beta X$ με R^2 κυμαινόμενο από 0,88-0,99. Το έτοιμο προϊόν που παρασκευάστηκε από μήλα που συντηρήθηκαν 4

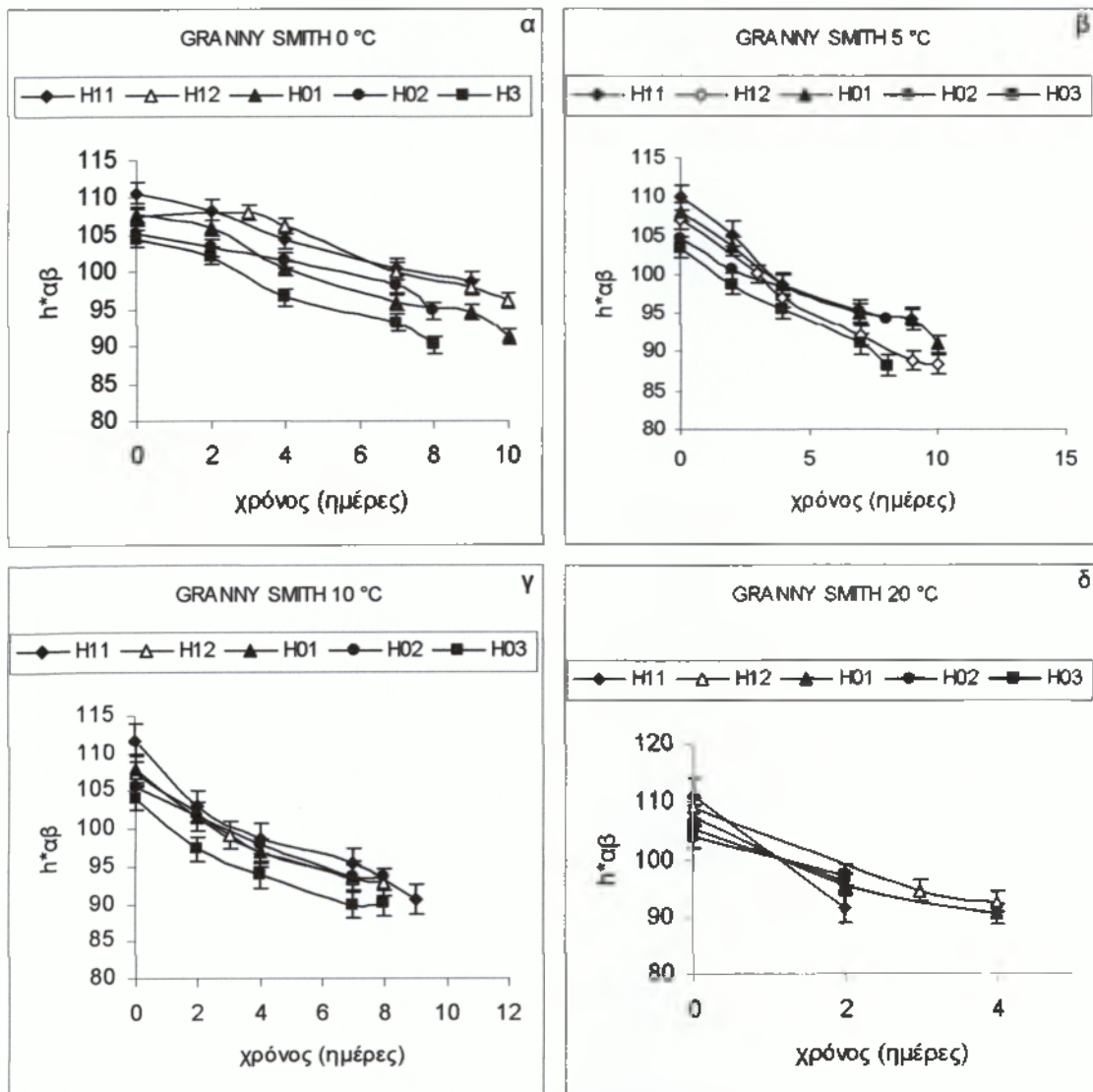
μήνες στους 0°C παρουσίασε γρηγορότερα και εντονότερο αποχρωματισμό σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησής του. Το στάδιο ωριμότητας της α' ύλης επηρεάζει σημαντικά ($p < 0,05$) την καστανύωση του κομμένου προϊόντος γεγονός που συμφωνεί και με άλλους ερευνητές (Soliva-Forlung et al 2002)

Θεωρώντας τη μεταβολή της φωτεινότητας L^* περιοριστικό παράγοντα της εμπορικής ζωής των κομμένων σε φέτες μήλων (Vasantha Rupasinghe et al 2005) θα μπορούσαμε να πούμε στην περίπτωση των μήλων *Granny Smith* ότι η ιδανικότερη θερμοκρασία συντήρησης είναι οι 0°C, η διάρκεια συντήρησης επτά ημέρες και η διάρκεια συντήρησης της α' ύλης όχι παραπάνω από τρεις μήνες.



Σχήμα 17 : Μεταβολή της έντασης C^* συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Granny Smith* μετά από 0(C11), 1(C12), 2(C01), 3(C02), 4(C03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C

Οι τιμές της έντασης του χρώματος C^* σε όλες τις θερμοκρασίες παρουσιάζουν μια αύξηση τις 4 πρώτες μέρες και μετά σταθεροποιούνται (σχήμα 17 α, β, γ, δ). Ανάλογες παρατηρήσεις έχουν γίνει και από άλλους ερευνητές σε διάφορες ποικιλίες μήλων (Red Delicious, Stayman Winesap) στους 4°C (Sapers and Douglas 1987). Δεν παρουσιάστηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ($p=0,05$) μεταξύ των μήλων που συντηρήθηκαν διαφορετικό χρόνο στους 0°C.

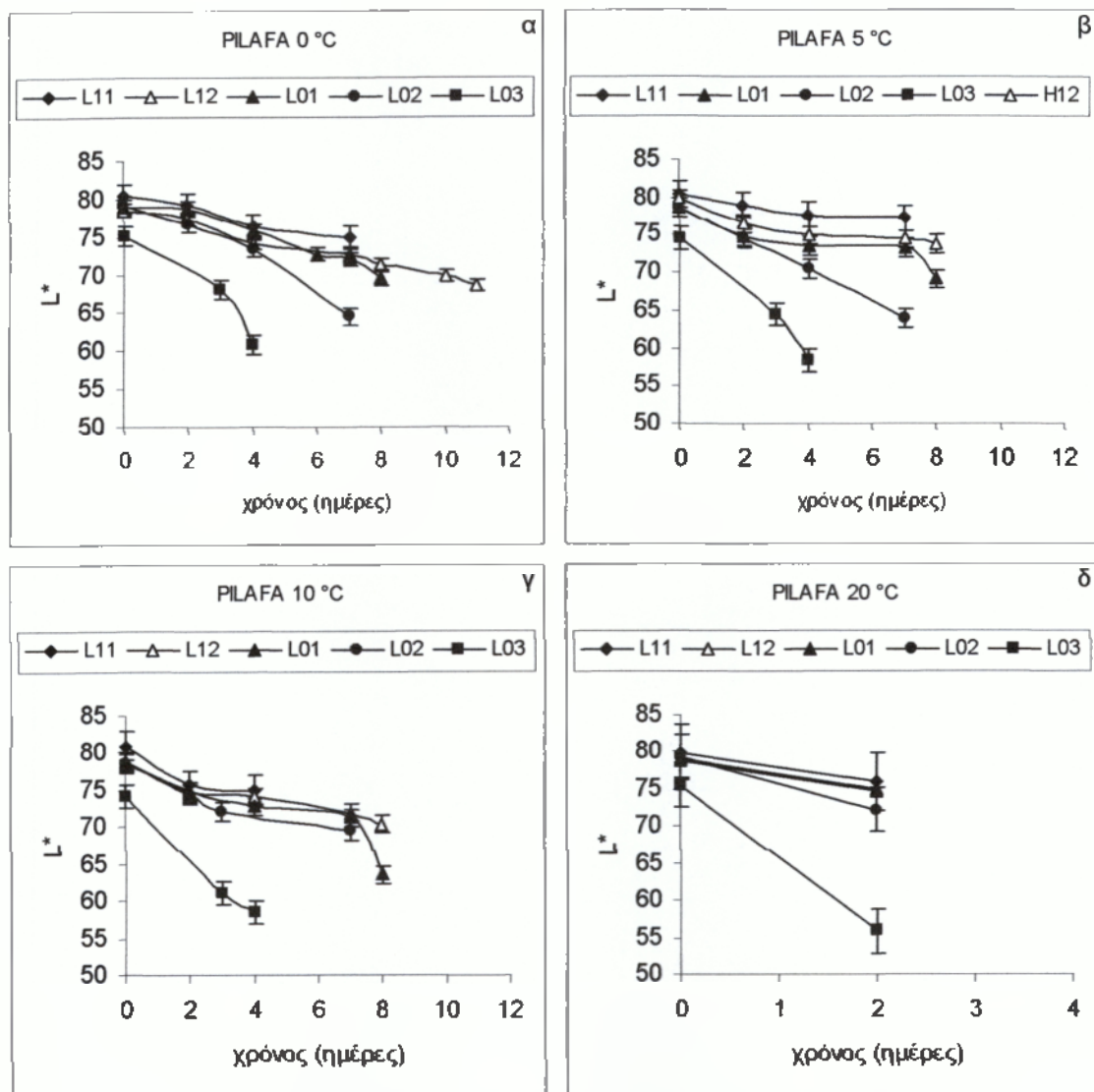


Σχήμα 18 : Μεταβολή της χροιάς (h^*ab) συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith μετά από 0(H11), 1(H12), 2(H01), 3(H02), 4(H03) μήνες συντήρησης στους 0°C.

Όσον αφορά τη μεταβολή της χροιάς $h^*_{αβ}$ μπορούμε να παρατηρήσουμε μια μείωση από τις πρώτες κιόλας ημέρες της συντήρησης σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης του κομμένου προϊόντος και σε όλα τα στάδια ωριμότητας της α΄ ύλης γεγονός που αποδεικνύει ότι, η επιφάνεια των κομμένων μήλων είναι πιο σκούρα και λιγότερο πράσινη συγκρίνοντας τη με την αρχική κατάσταση (ημέρα 0). Τα αποτελέσματα αυτά συμφωνούν με αυτά άλλων ερευνητών σε άλλες ποικιλίες μήλων.

Όσον αφορά την επίδραση του σταδίου ωριμότητας της α΄ ύλης στον αποχρωματισμό του τελικού προϊόντος μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι όσο πιο ώριμη είναι η πρώτη ύλη τόσο μεγαλύτερες μεταβολές παρατηρούνται στις τιμές των παραμέτρων L^* και $h^*_{αβ}$

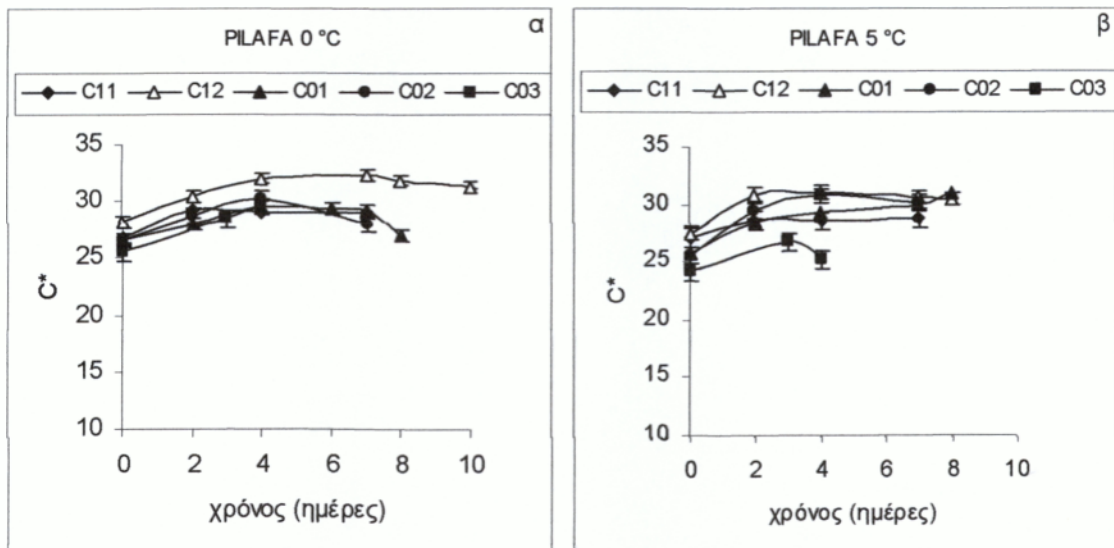
3.2. : Μεταβολή του χρώματος κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious*

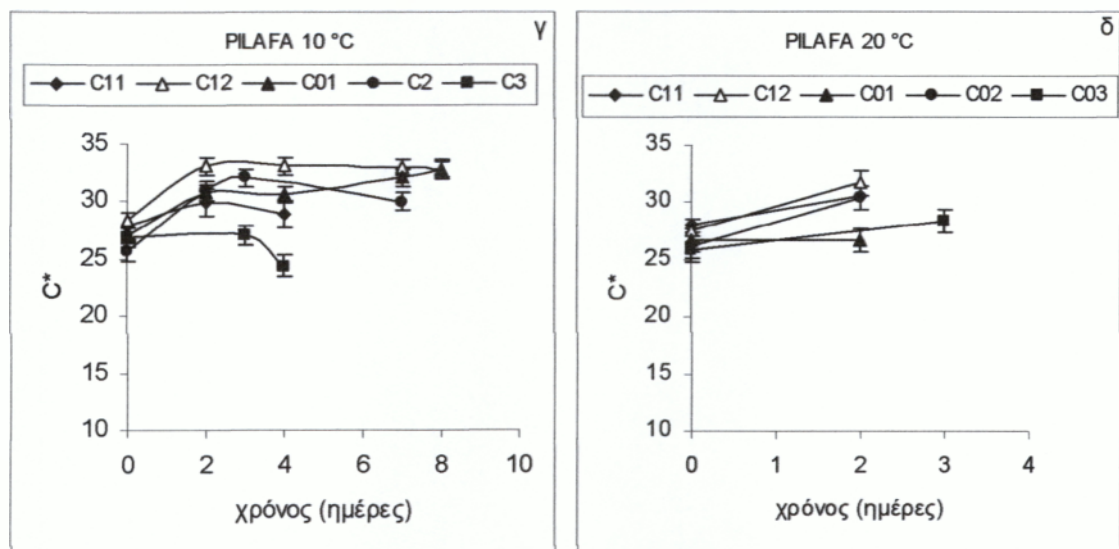


Σχήμα 19 : Μεταβολή της φωτεινότητας L^* συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* μετά από 0(L11), 1(L12), 2(L01), 3(L02), 4(L03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

Στα σχήματα 19, 20, 21 παρουσιάζεται η μεταβολή της φωτεινότητας L^* , της έντασης του χρώματος C^* και της χροιάς h^*_{ab} κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* που συντηρήθηκαν στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C και παρασκευάστηκαν από α' ύλη διαφόρων σταδίων ωριμότητας (συντήρηση στους 0°C μέχρι 4 μήνες). Μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής όσον αφορά τη

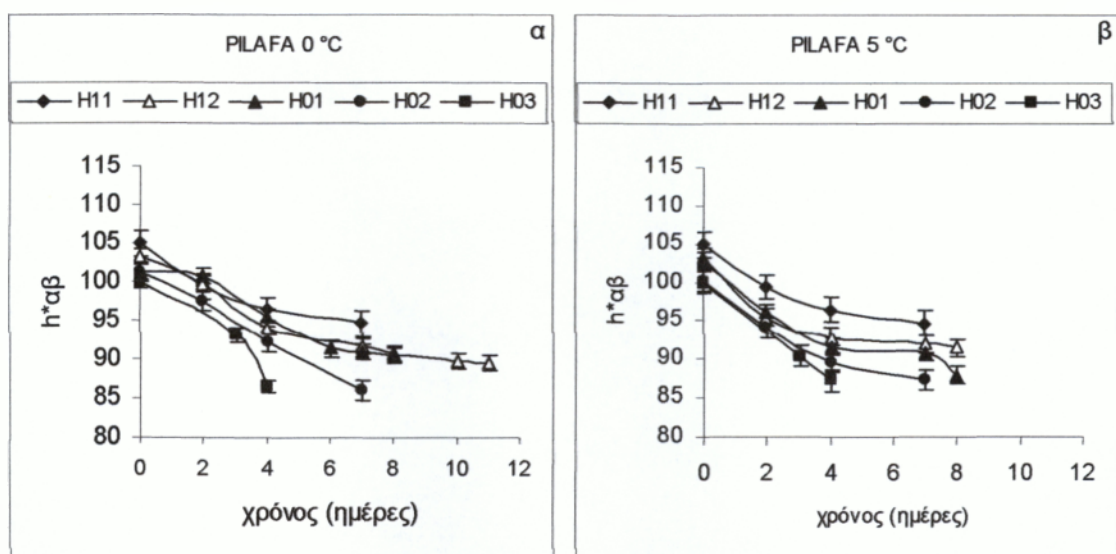
μεταβολή της φωτεινότητας L^* (σχήμα 19). Σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται μια μείωση της φωτεινότητας από τις πρώτες κιόλας ημέρες της συντήρησης. Η μείωση αυτή είναι γραμμική του τύπου $L^*=A-\beta X$ με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,90-0,98 και επηρεάζεται από το στάδιο ωριμότητας της α' ύλης. Έτσι το κομμένο προϊόν που παρασκευάστηκε από μήλα που είχαν συντηρηθεί 3 και 4 μήνες στο ψυγείο (0°C) παρουσίασαν στους 0°C και 5°C τη μεγαλύτερη μείωση της τιμής L^* ενώ στους 10°C και 20°C μόνο το προϊόν που παρασκευάστηκε από μήλα που είχαν συντηρηθεί 4 μήνες στο ψυγείο (L03) παρουσίασε κάθετη πτώση των τιμών L^* . Στην περίπτωση των μήλων που συντηρήθηκαν 4 μήνες στο ψυγείο, παρατηρείται και μείωση της φωτεινότητας, (στατιστικά σημαντική διαφορά) την ημέρα 0 (αρχή της συντήρησης).

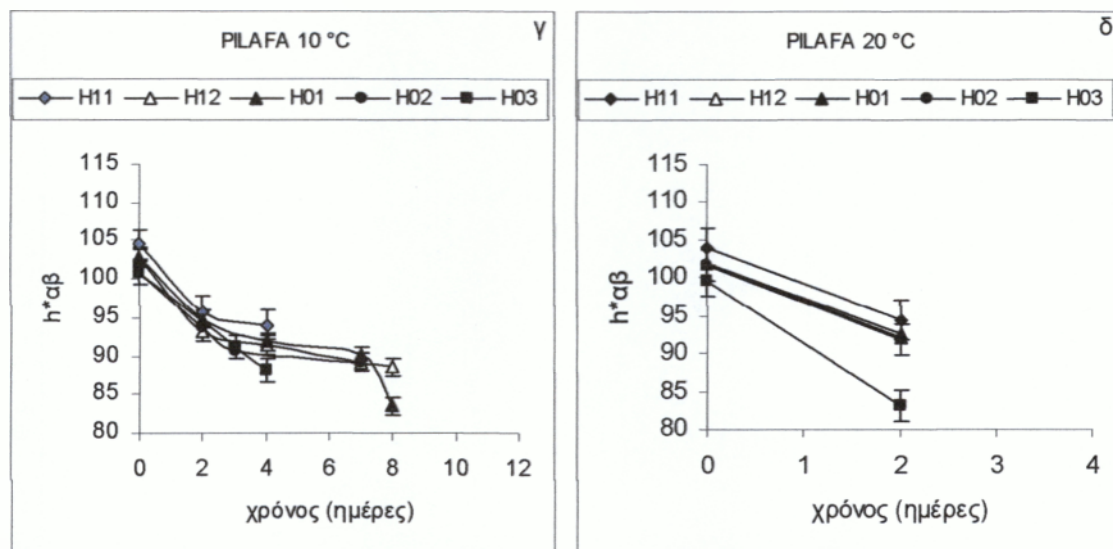




Σχήμα 20 : Μεταβολή της έντασης C* συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious. Η α' ύλη είχε συντηρηθεί 0(C11), 1(C12), 2(C01), 3(C02), 4(C03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

Όσον αφορά την ένταση του χρώματος C* σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται μια απότομη αύξηση (σχ. 20) από την πρώτη κιόλας ημέρα με σημαντικές διαφορές μεταξύ των 5 σταδίων ωριμότητας της α' ύλης. Η αύξηση είναι έντονη μέχρι την 4^η ημέρα στους 0°C, 5°C και 10°C και τη 2^η ημέρα στους 20°C στη συνέχεια παρατηρείται μια σταθερότητα. Οι παρατηρήσεις αυτές συμφωνούν με όσα αναφέρουμε στην περίπτωση των μήλων *Granny Smith* στη μελέτη μας αλλά και με παρατηρήσεις άλλων ερευνητών σε άλλες ποικιλίες μήλων (Sapers and Douglas 1987)





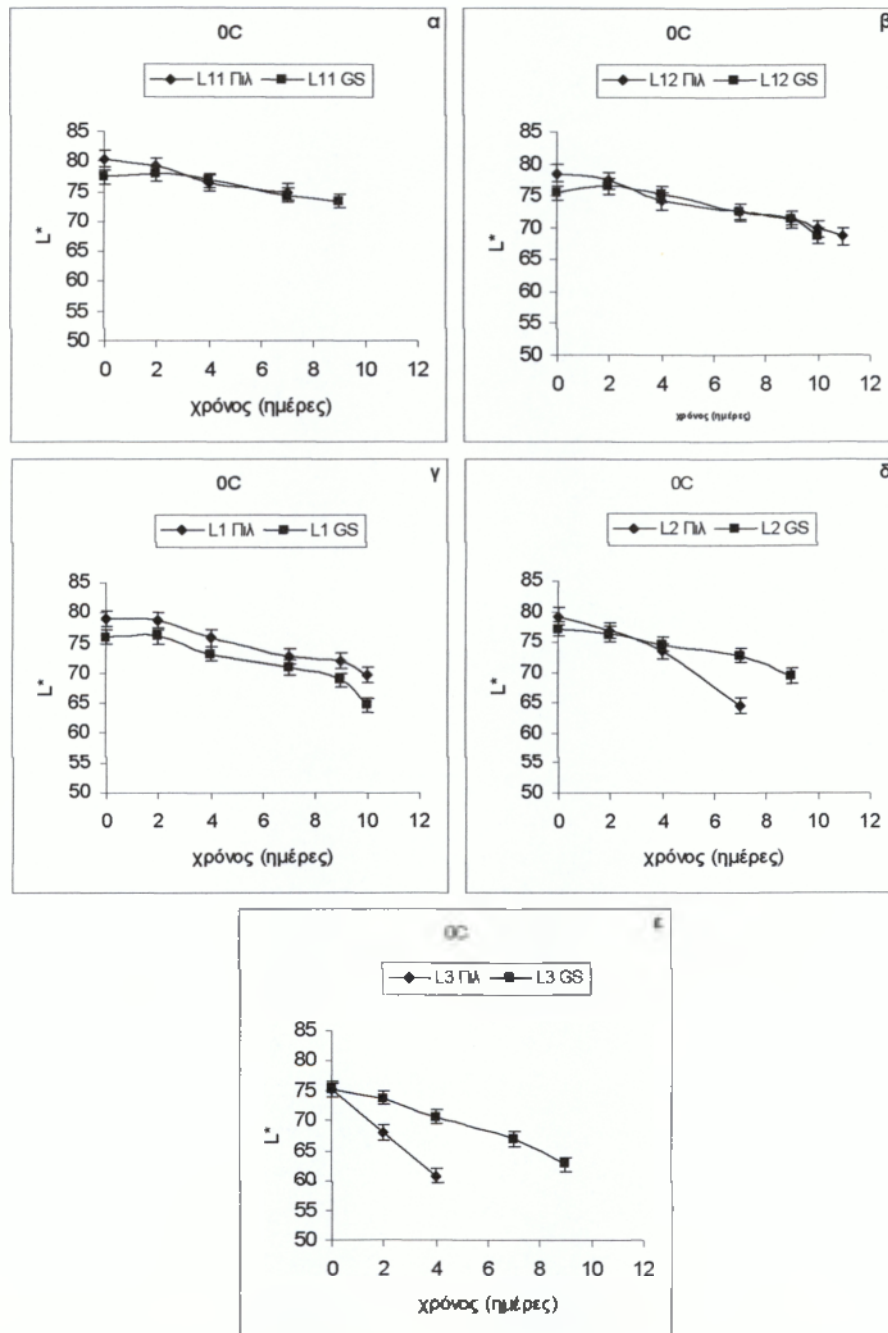
Σχήμα 21 : Μεταβολή της χροιάς (h^*_{ab}) συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious μετά από 0(H11), 1(H12), 2(H01), 3(H02), 4(H03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

Και στην περίπτωση των μήλων *Pilafa Delicious* όπως και στην περίπτωση των μήλων *Granny Smith* παρατηρείται μια απότομη πτώση των τιμών της χροιάς h^*_{ab} (σχ. 21) σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης. Η μείωση των τιμών του h^*_{ab} δείχνει έντονο αποχρωματισμό του κομμένου προϊόντος.

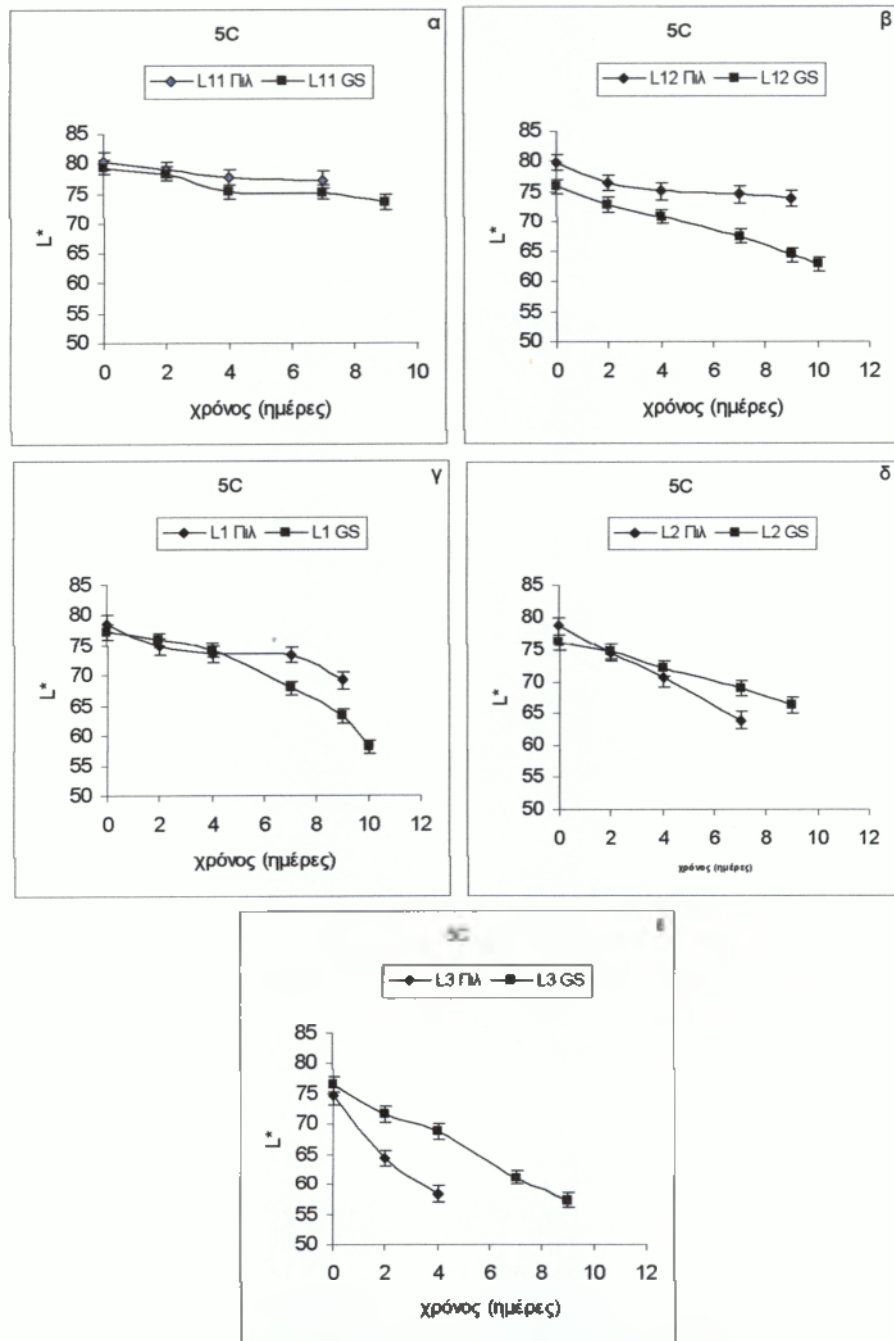
Το στάδιο ωριμότητας της α' ύλης επηρεάζει σαφώς το βαθμό αποχρωματισμού. Έτσι οι φέτες των μήλων που παρασκευάστηκαν από α' ύλη προχωρημένου σταδίου ωριμότητας (3 ή 4 μήνες συντήρησης 0°C) παρουσιάζουν τη μεγαλύτερη μεταβολή του h^*_{ab} στους 0°C και 5°C συντήρησης του κομμένου προϊόντος ενώ δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στους 10°C.

Θεωρώντας ότι η μεταβολή του χρώματος όπως αυτή αποδίδεται από τη μεταβολή της φωτεινότητας L^* , της έντασης C^* και της χροιάς h^*_{ab} αποτελεί περιοριστικό παράγοντα της εμπορικής ζωής του προϊόντος, θα μπορούσαμε να πούμε ότι στην περίπτωση της ποικιλίας *Pilafa Delicious* η ιδανικότερη θερμοκρασία συντήρησης είναι οι 0°C, η διάρκεια συντήρησης 4-6 περίπου ημέρες και η διάρκεια συντήρησης της α' ύλης στους 0°C δεν πρέπει να ξεπερνά τους 2 μήνες.

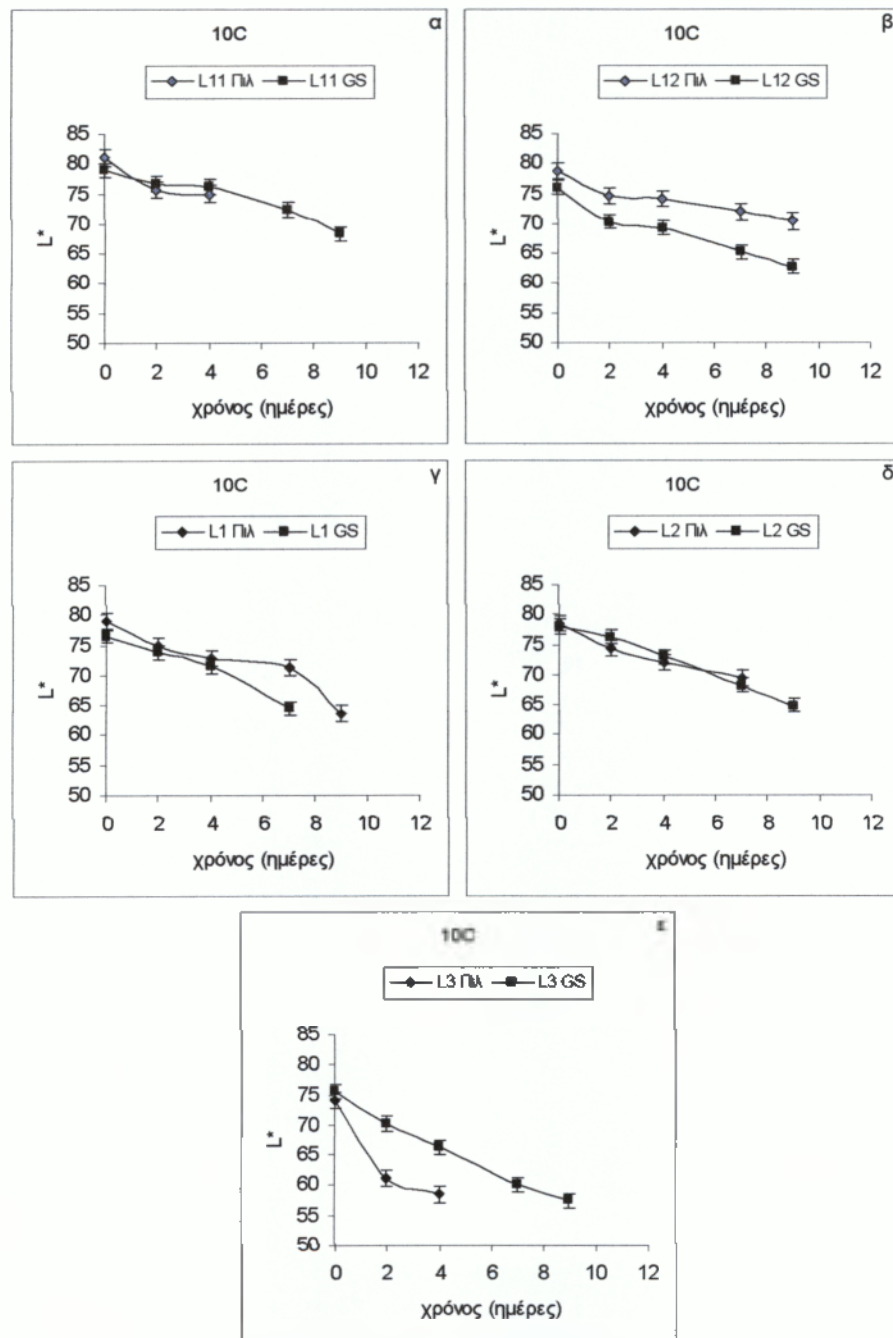
3.3. : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής του χρώματος των κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας *Granny Smith* και *Pilafa Delicious*



Σχήμα 22 (α, β, γ, δ, ε) : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της φωτεινότητας L* στους 0°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (L11), 1 (L12), 2 (L01), 3 (L02), 4 (L03) μήνες στους 0°C.



Σχήμα 23 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της φωτεινότητας L* στους 5°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (L11), 1 (L12), 2 (L01), 3 (L02), 4 (L03) μήνες στους 0°C.



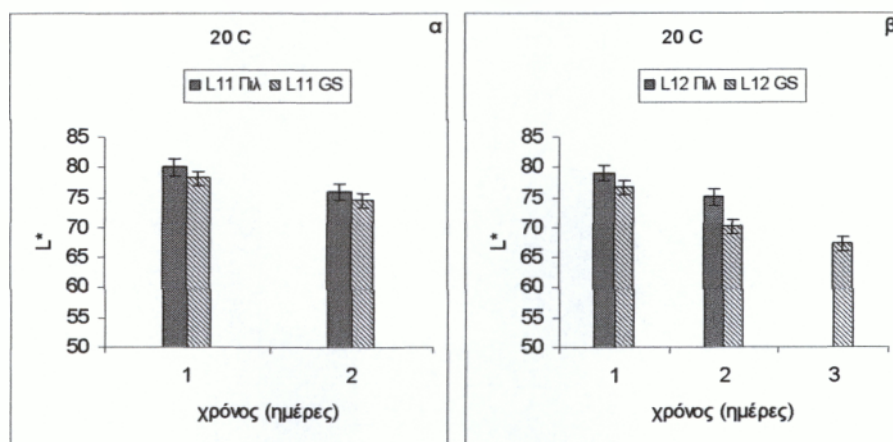
Σχήμα 24 (α, β, γ, δ, ε) : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της φωτεινότητας L^* στους 10°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (L11), 1 (L12), 2 (L01), 3 (L02), 4 (L03) μήνες στους 0°C.

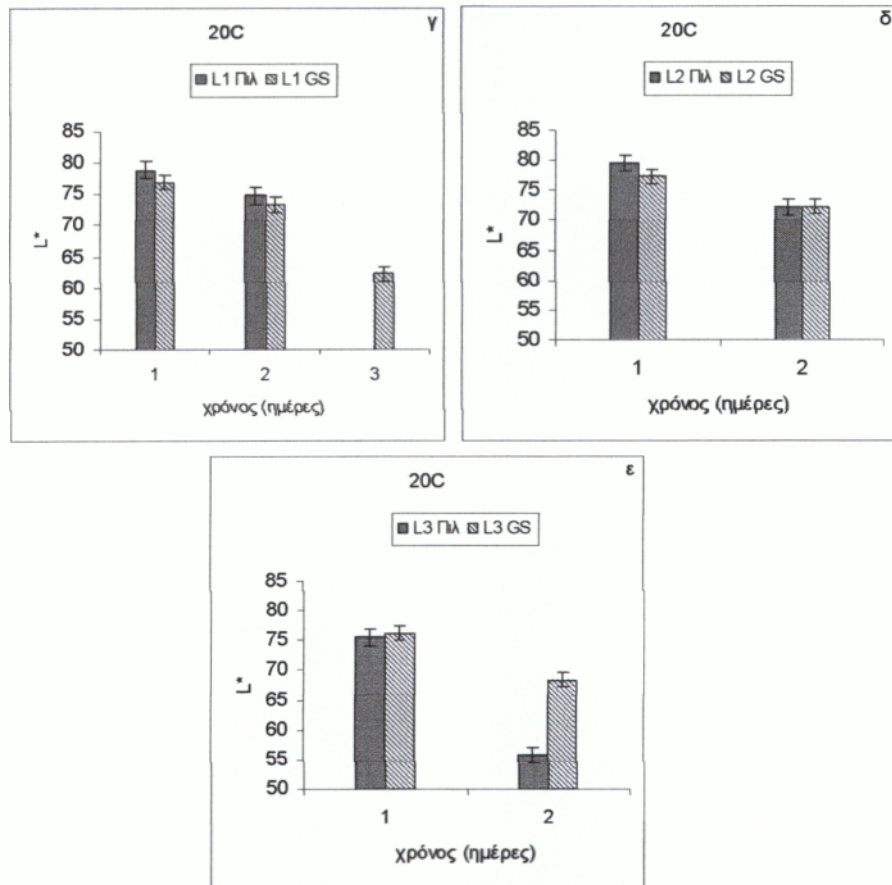
Στα σχήματα 22(α, β, γ, δ, ε), 23(α, β, γ, δ, ε), 24(α, β, γ, δ, ε), 25(α, β, γ, δ, ε) γίνεται μια σύγκριση της μεταβολής της φωτεινότητας L^* του έτοιμου προϊόντος που παρασκευάστηκε από δυο διαφορετικές ποικιλίες μήλων και από α' ύλη διαφορετικών σταδίων ωριμότητας και

συντηρήθηκε στους 0°C, 5°C, 10°C και 20°C. Παρατηρούμε ότι στους 0°C συντήρησης (σχήμα 22), μεταξύ των 2 ποικιλιών δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές στις τιμές του L* όταν η πρώτη ύλη είχε συντηρηθεί 0 και 1 μήνα στους 0°C. Όταν η α' ύλη συντηρήθηκε 2 μήνες στους 0°C η ποικιλία *Granny Smith* παρουσίασε μεγαλύτερη μείωση της φωτεινότητας ενώ κατά τον 3 και 4 μήνα συντήρησης η ποικιλία *Pilafa Delicious* παρουσίασε τη μεγαλύτερη μείωση της φωτεινότητας άρα και εντονότερη καστάνωση.

Στους 5°C συντήρησης (σχήμα 23) αμέσως μετά τη συγκομιδή δεν παρατηρείται σημαντική διαφορά μεταξύ των δυο ποικιλιών, μετά από ένα και δυο μήνες συντήρησης στους 0°C η ποικιλία *Pilafa Delicious* παρουσίασε μικρότερη μείωση της φωτεινότητας, άρα μικρότερη καστάνωση. Όταν όμως η συντήρηση της α' ύλης επεκτάθηκε στους 3 και 4 μήνες η ποικιλία *Pilafa Delicious* παρουσίασε μεγαλύτερη απώλεια της φωτεινότητας του κομμένου προϊόντος.

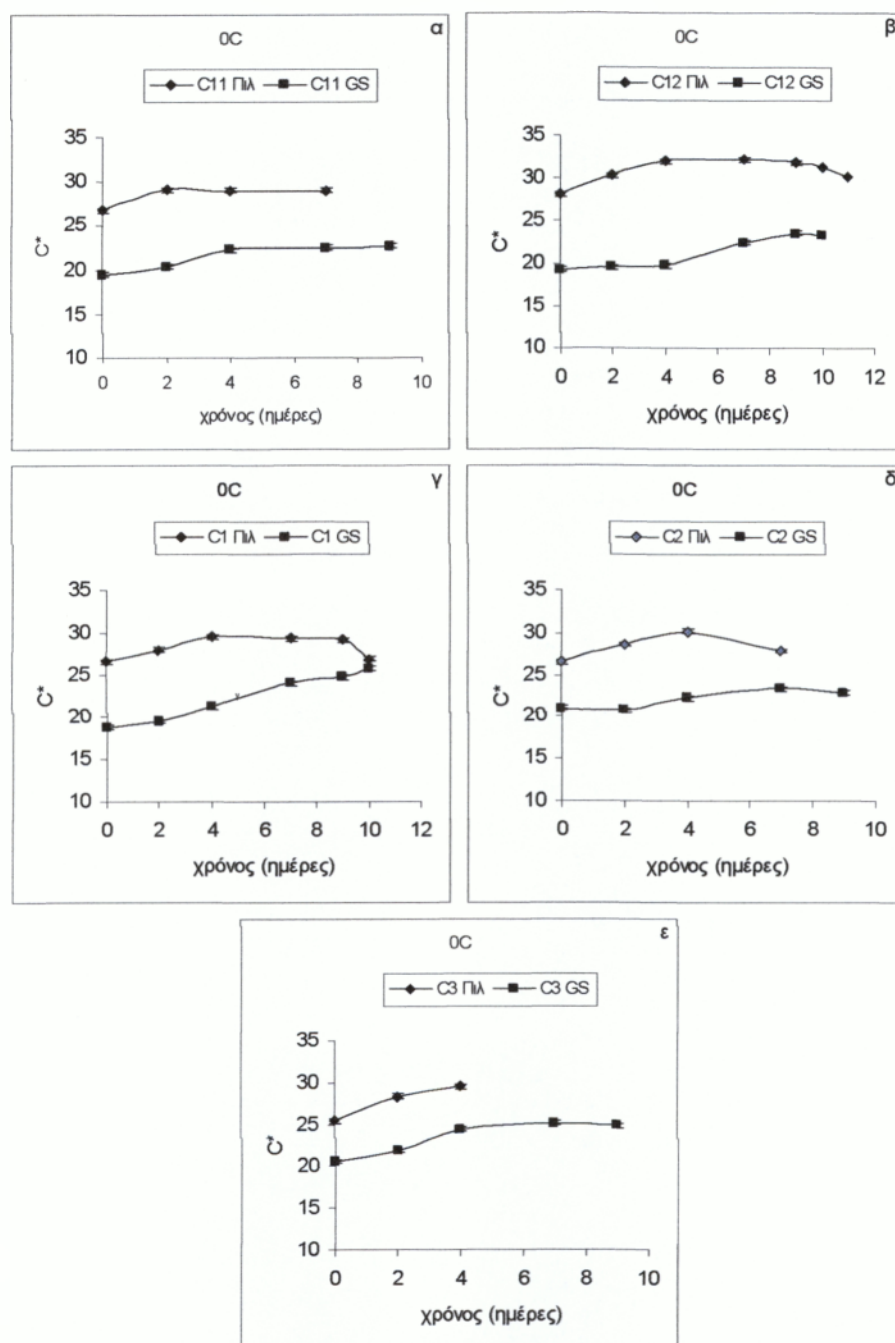
Όταν το κομμένο προϊόν συντηρήθηκε στους 10°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά στη μείωση της φωτεινότητας μεταξύ των δυο ποικιλιών αμέσως μετά τη συγκομιδή και μετά από 2 και 3 μήνες συντήρησης της α' ύλης στους 0°C. Η ποικιλία *Pilafa Delicious* διατηρεί καλύτερα τη φωτεινότητα άρα παρουσιάζει μικρότερη καστάνωση όταν το κομμένο προϊόν παρασκευασθεί μετά από ένα μήνα συντήρησης της α' ύλης στους 0°C, όταν όμως η συντήρηση παραταθεί για 4 μήνες τότε σαφώς η ποικιλία *Granny Smith* δίνει προϊόν με μικρότερη καστάνωση.



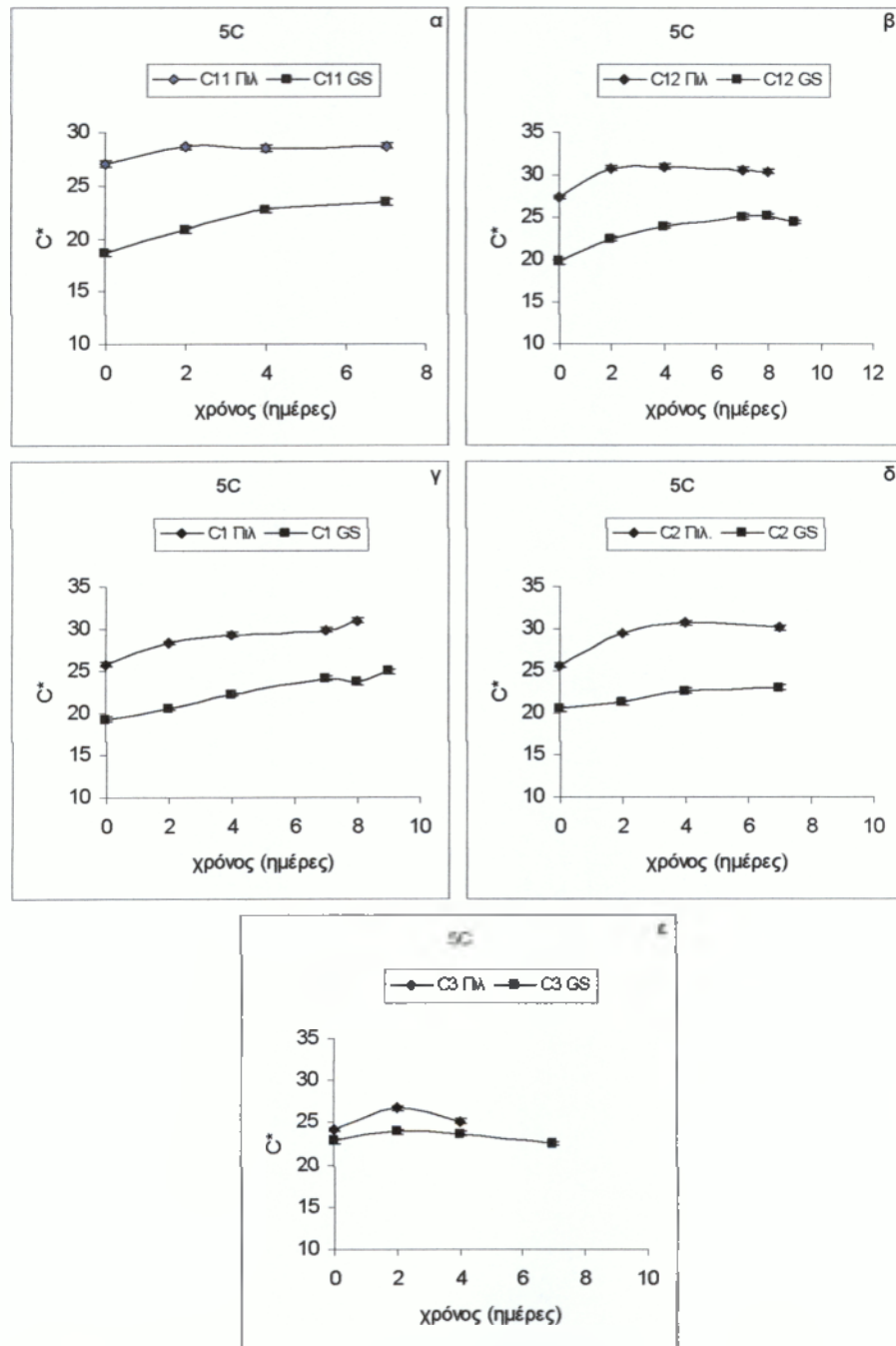


Σχήμα 25 (α, β, γ, δ, ε) : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της φωτεινότητας L^* στους 20°C φετών μήλων ποικιλίας *Pifafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (L11), 1 (L12), 2 (L01), 3 (L02), 4 (L03) μήνες στους 0°C.

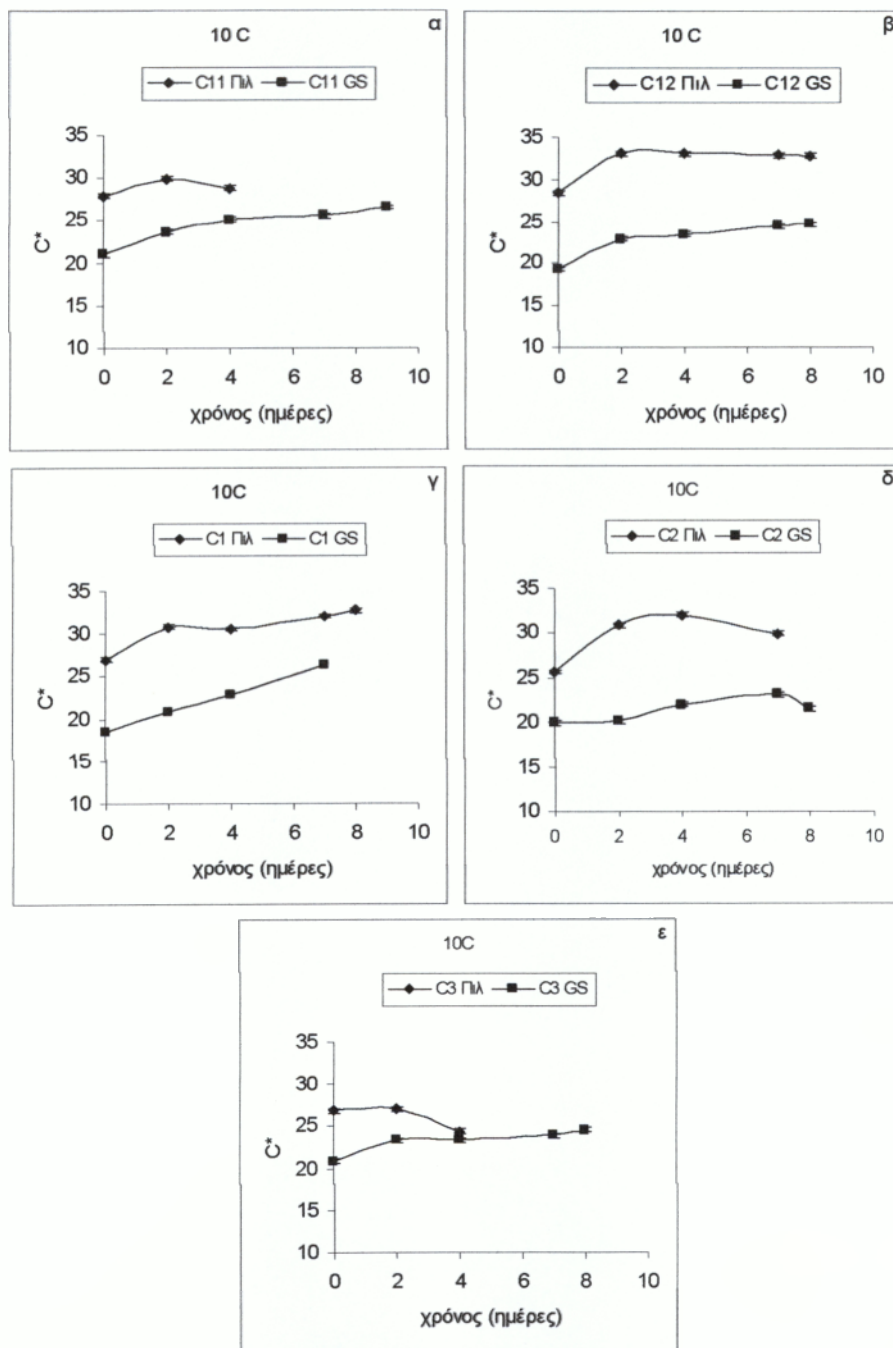
Τέλος στους 20°C μετά από συντήρηση 4 μηνών στους 0°C έδωσε ένα κομμένο προϊόν που παρουσίασε τη δεύτερη μέρα σαφώς μικρότερη τιμή φωτεινότητας (σχήμα 25 α, β, γ, δ, ε) συγκριτικά με την ποικιλία *Granny Smith*.



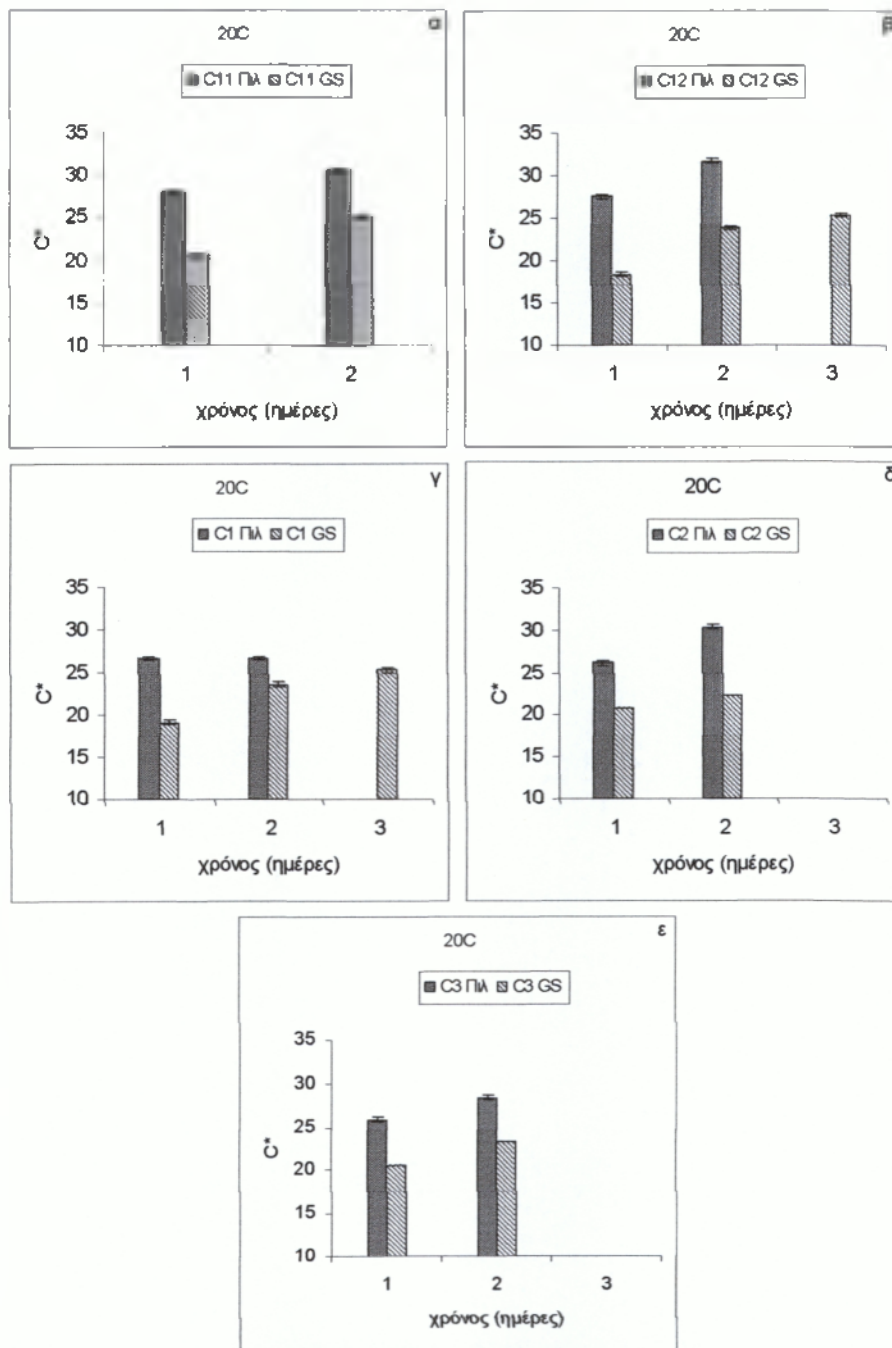
Σχήμα 26 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της έντασης C* στους 0°C φετών μήλων ποικιλίας *Pirafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (C11), 1 (C12), 2 (C01), 3 (C02), 4 (C03) μήνες στους 0°C.



Σχήμα 27 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της έντασης C* στους 5°C φετών μήλων ποικιλίας *Pifafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (C11), 1 (C12), 2 (C01), 3 (C02), 4 (C03) μήνες στους 0°C.

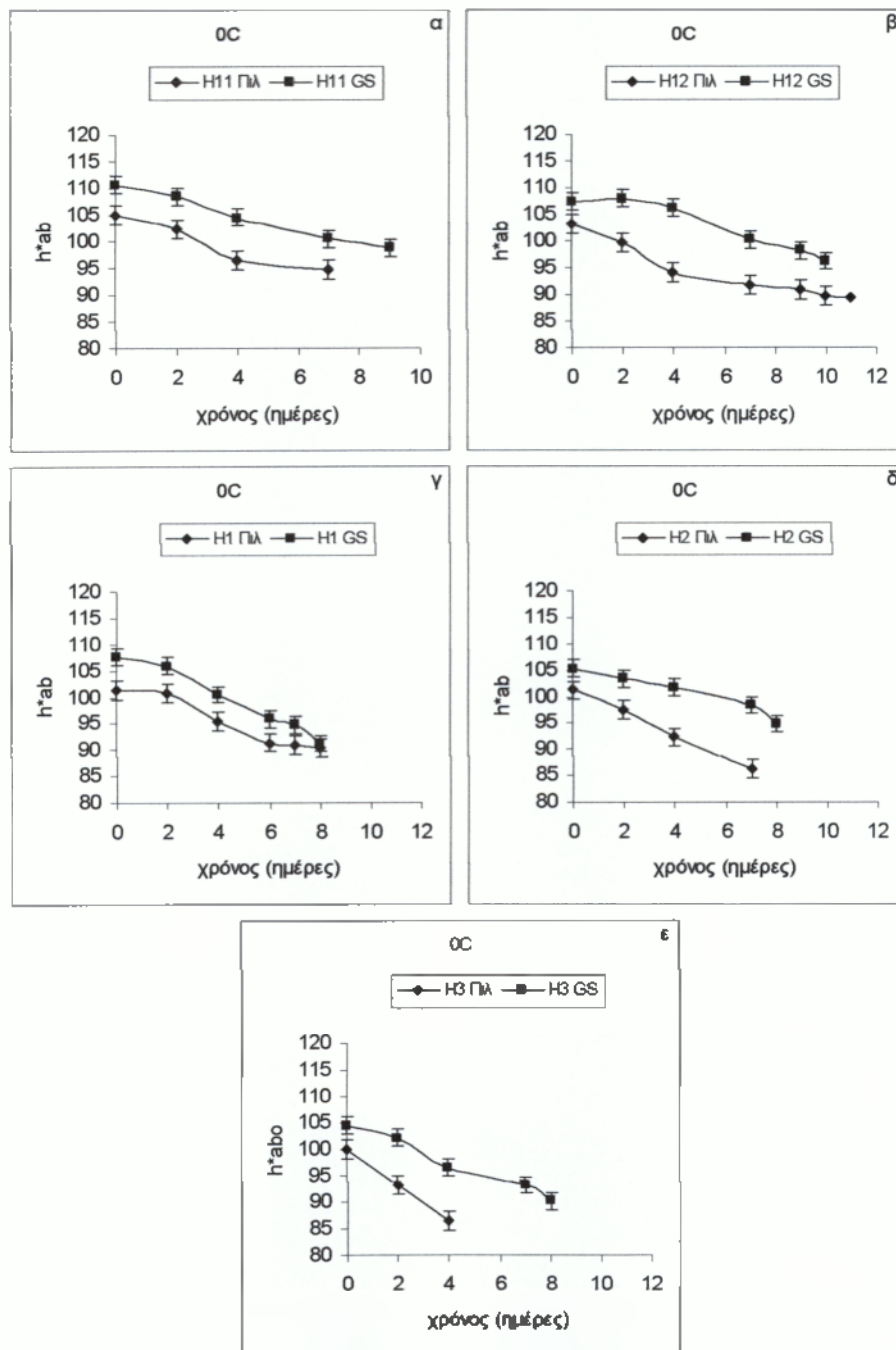


Σχήμα 28 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της έντασης C* στους 10°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (C11), 1 (C12), 2 (C01), 3 (C02), 4 (C03) μήνες στους 0°C.

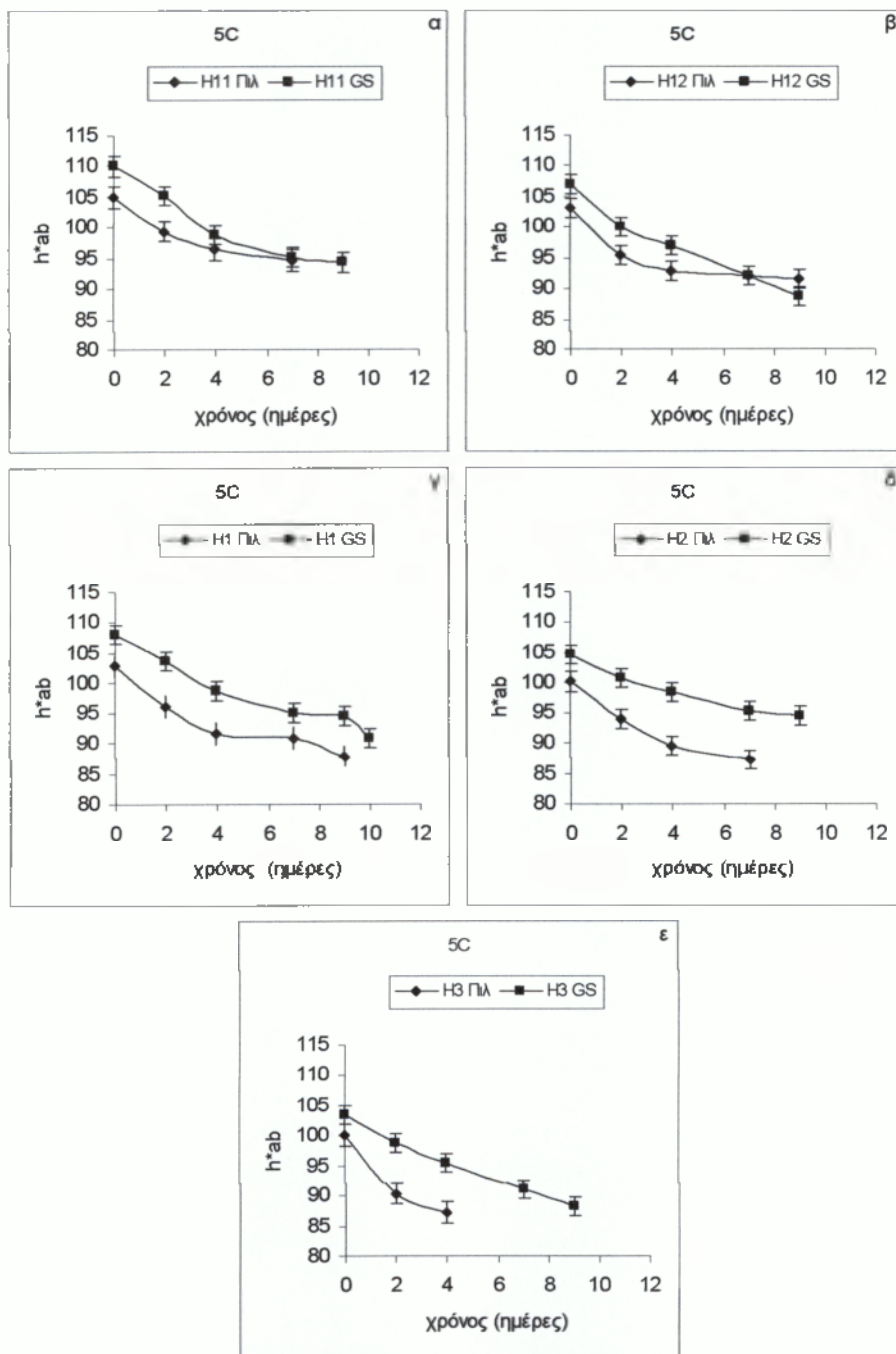


Σχήμα 29 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της έντασης C* στους 20°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (C11), 1 (C12), 2 (C01), 3 (C02), 4 (C03) μήνες στους 0°C.

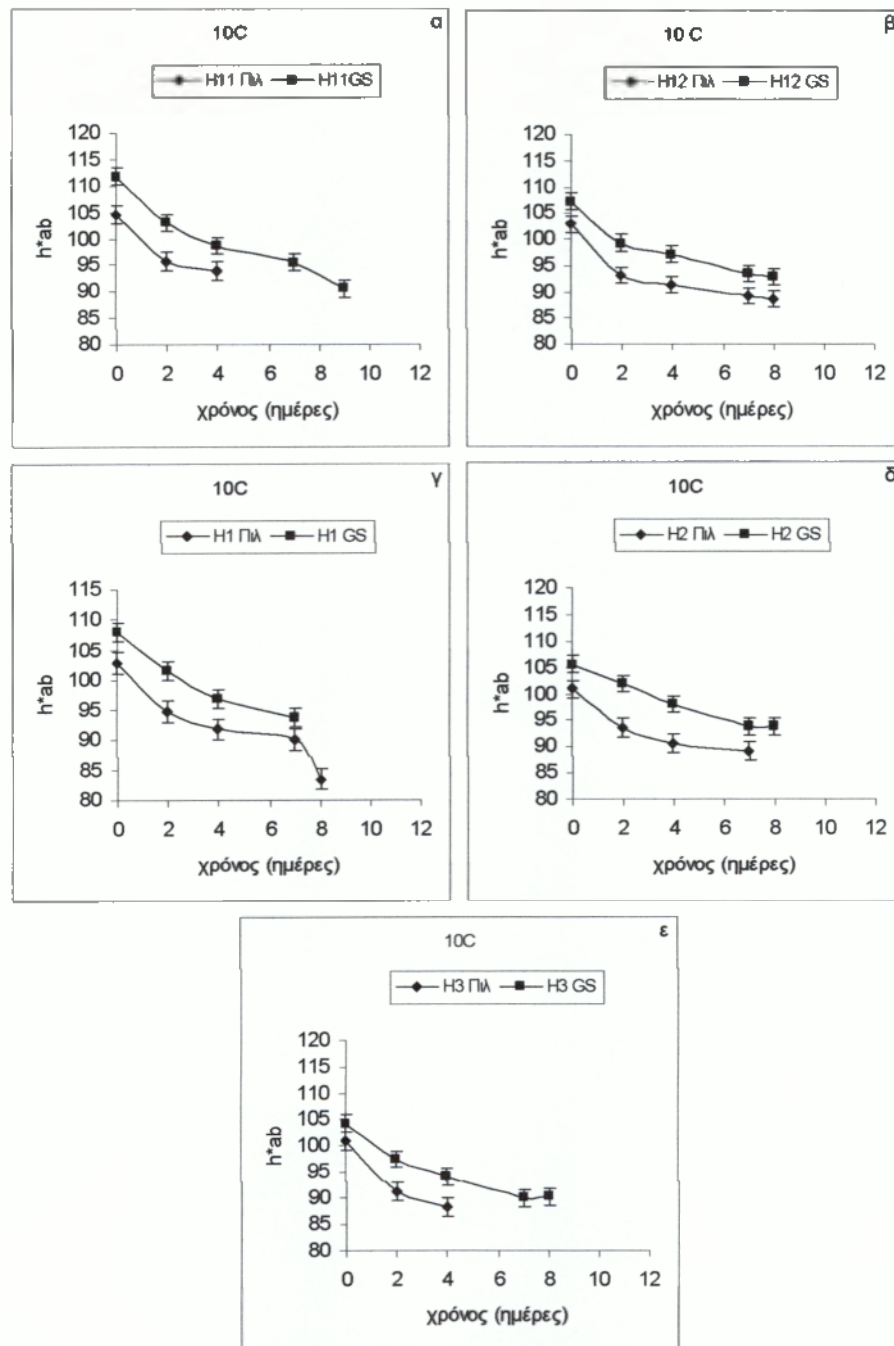
Στα σχήματα 26(α, β, γ, δ, ε), 27(α, β, γ, δ, ε), 28(α, β, γ, δ, ε), 29(α, β, γ, δ, ε) παρουσιάζεται η μεταβολή της έντασης C* στις διάφορες θερμοκρασίες συντήρησης του έτοιμου προϊόντος και για τα διάφορα στάδια ωριμότητας της α' ύλης.



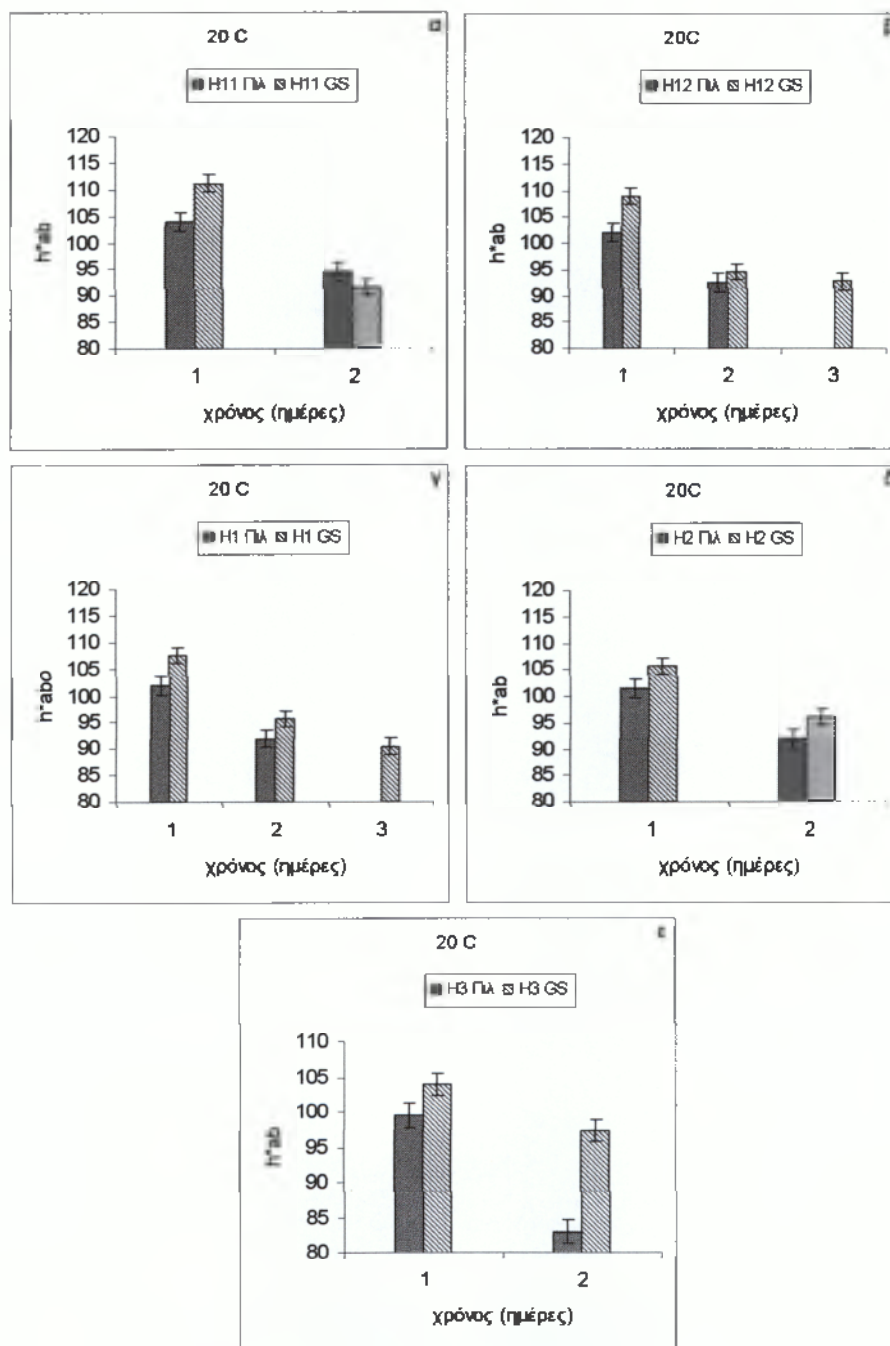
Σχήμα 30 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της χροιάς Hue* στους 0°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (H11), 1 (H12), 2 (H01), 3 (H02), 4 (H03) μήνες στους 0°C.



Σχήμα 31 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της χροιάς h^* στους 5°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (H11), 1 (H12), 2 (H01), 3 (H02), 4 (H03) μήνες στους 0°C.



Σχήμα 32 (α, β, γ, δ, ε) . : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της χροιάς h^* στους 10°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (H11), 1 (H12), 2 (H01), 3 (H02), 4 (H03) μήνες στους 0°C.



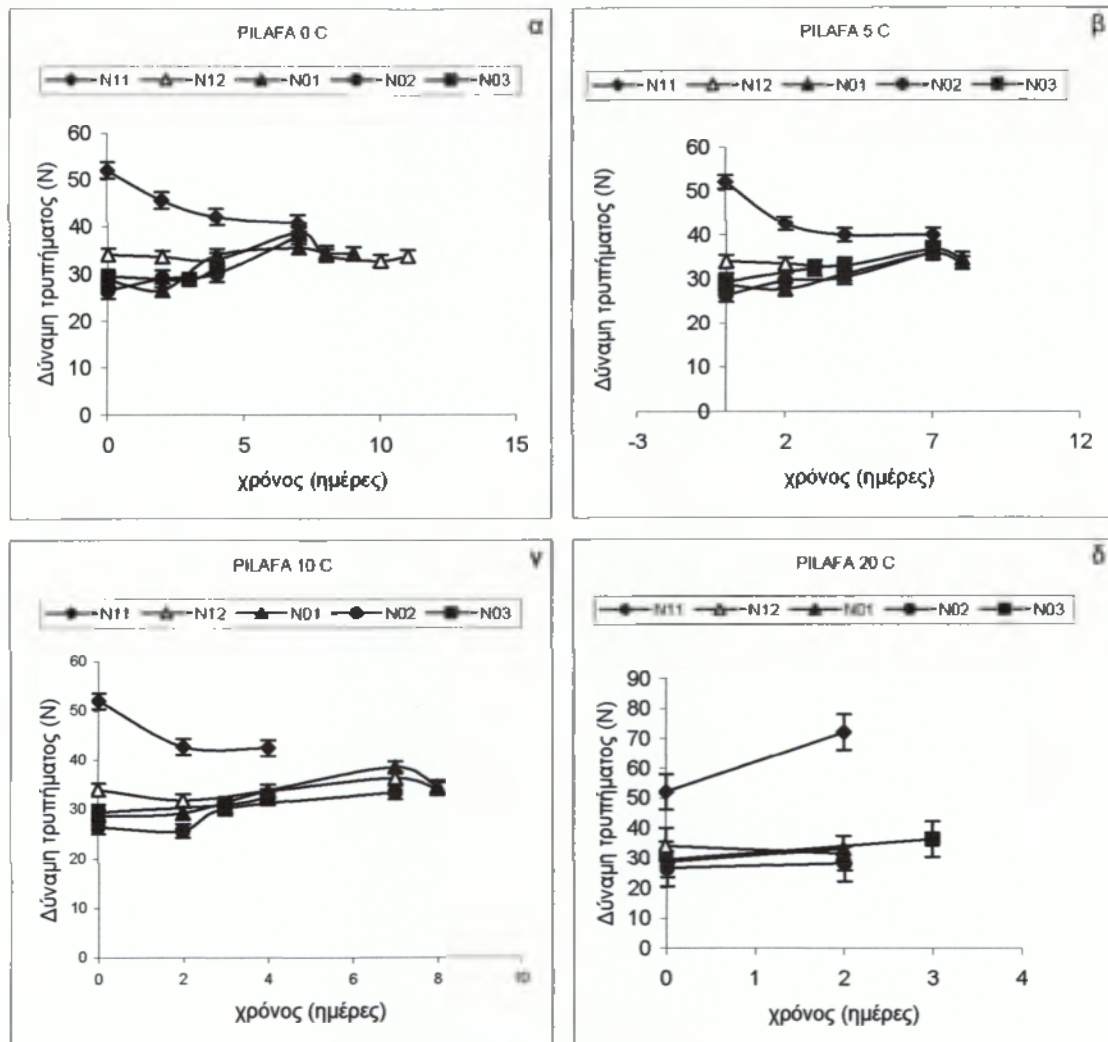
Σχήμα 33 (α, β, γ, δ, ε) : Συγκριτική μελέτη της μεταβολής της χροιάς h^* στους 20°C φετών μήλων ποικιλίας *Pilafa Delicious* και *Granny Smith*. Η πρώτη ύλη έχει συντηρηθεί 0 (H11), 1 (H12), 2 (H01), 3 (H02), 4 (H03) μήνες στους 0°C.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι σε όλες τις θερμοκρασίες και σε όλα τα στάδια ωριμότητας της α΄ ύλης η ποικιλία *Pilafa Deliculous* παρουσίασε υψηλότερες τιμές. Τέλος όσον αφορά τη μεταβολή της χροιάς $h^*_{αβ}$ σχήμα 30(α, β, γ, δ, ε), 31(α, β, γ, δ, ε), 32(α, β, γ, δ, ε), 33(α, β, γ, δ, ε) η ποικιλία *Pilafa Deliculous* παρουσίασε μικρότερες τιμές σε όλες τις περιπτώσεις.

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω θα μπορούσε να πει κανείς ότι η ποικιλία *Granny Smith* προσφέρεται καλλίτερα για την παρασκευή έτοιμων κομμένων σε φέτες μήλων γιατί μπορεί να δώσει ένα έτοιμο προϊόν με υψηλότερες τιμές L^* χαμηλότερες τιμές $C^*_{αβ}$ και υψηλότερες τιμές $h^*_{αβ}$ δηλ. μικρό ποσοστό καστανώσης μετά από μεγάλο χρόνο συντήρησης (4 μήνες) στους 0°C.

4. Μεταβολή της υφής

4.1.: Μεταβολή της υφής κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious



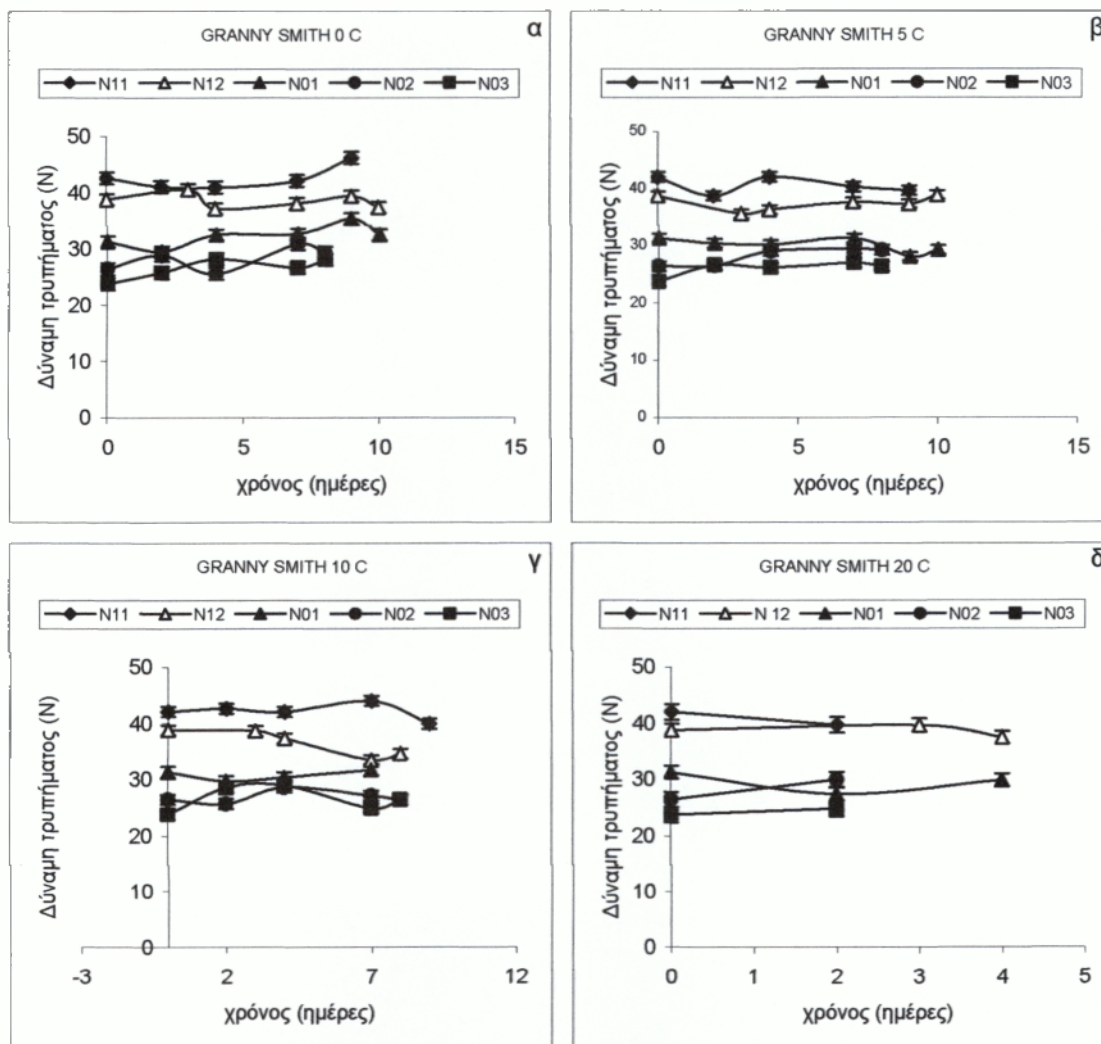
Σχήμα 34 : Μεταβολή της υφής συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious μετά από 0(N11), 1(N12), 2(N01), 3(N02), 4(N03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

Στην ποικιλία Pilafa Delicious (σχήμα 34 α, β, γ, δ, ε) η υφή του κομμένου προϊόντος αμέσως μετά τη συγκομιδή (N11) παρουσιάζει υψηλότερες τιμές συγκριτικά με τις τιμές που παρουσιάζει το κομμένο μήλο που προήλθε από α' ύλη που συντηρήθηκε από 1-4 μήνες στους 0°C.

-Η παρατήρηση αυτή ισχύει για όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης (0°C, 5°C, 10°C και 20°C του κομμένου προϊόντος.

-Δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των κομμένων μήλων που προήλθαν από α' ύλη που συντηρήθηκε στους 0°C για διαφορετικούς χρόνους.

4.2.: Μεταβολή της υφής κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith



Σχήμα 35 : Μεταβολή της υφής συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith μετά από 0(N11), 1(N12), 2(N01), 3(N02), 4(N03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

-Όσον αφορά την ποικιλία *Granny Smith* (σχήμα 35) ο χρόνος συντήρησης της α' ύλης στους 0°C επηρεάζει την υφή του κομμένου προϊόντος.

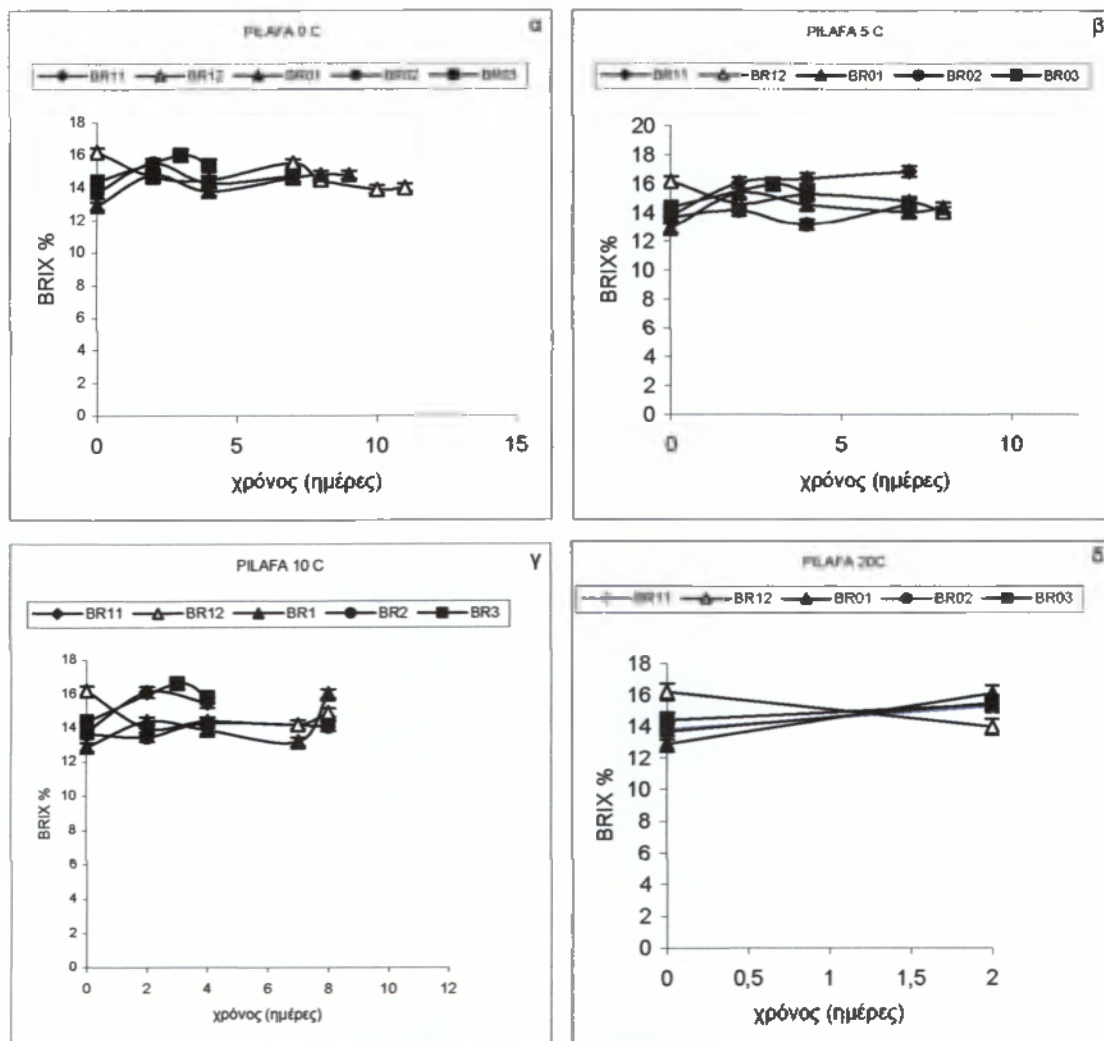
-Το προϊόν που προήλθε από α' ύλη αμέσως μετά τη συγκομιδή και ένα μήνα συντήρησης στους 0°C, παρουσίασε τις υψηλότερες τιμές σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης (0°C, 5°C, 10°C και 20°C)

-Δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές στην υφή του κομμένου προϊόντος που προήλθε από α' ύλη που είχε συντηρηθεί 2, 3 ή 4 μήνες στους 0°C

-Σε όλες τις περιπτώσεις η υφή διατηρήθηκε στα αρχικά της επίπεδα.

5. : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών

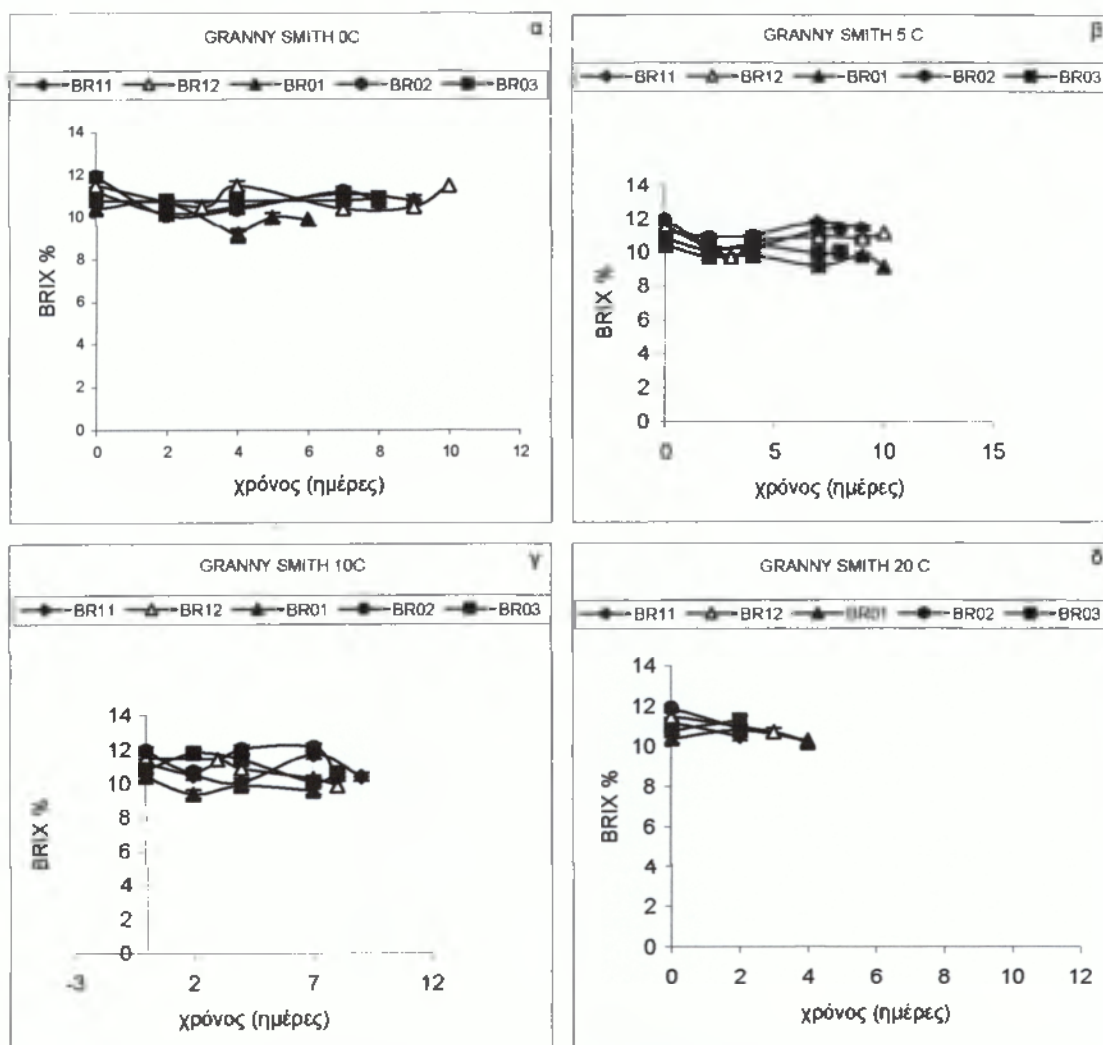
5.1. : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών Pilafa Delicious



Σχήμα 37 : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Pilafa Delicious μετά από 0(BR11), 1(BR12), 2(BR01), 3(BR02), 4(BR03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

Από το σχήμα 37 προκύπτει ότι ο χρόνος συντήρησης της α' ύλης επηρεάζει την περιεκτικότητα των ολικών διαλυτών συστατικών. Καθ' όλη τη διάρκεια συντήρησης του κομμένου προϊόντος στους 0°C δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διαφόρων χειρισμών. Στους 5°C και 10°C οι διαφορές γίνονται εντονότερες.

5.2. : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών Granny Smith



Σχήμα 38 : Μεταβολή των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°, 5°, 10° και 20°C κομμένων σε φέτες μήλων ποικιλίας Granny Smith μετά από 0(BR11), 1(BR12), 2(BR01), 3(BR02), 4(BR03) μήνες που συντηρήθηκαν στους 0°C.

Από το σχήμα 38 προκύπτει ότι στους 0°C δεν παρατηρείται στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών του κομμένου μήλου που προήλθε από α' ύλη που συντηρήθηκε διαφορετικό χρόνο στους 0°C. Στους 5°C μετά τη 5^η ημέρα συντήρησης τα Brix των κομμένων μήλων που προήλθαν από α' ύλη που είχε συντηρηθεί 2 και 4 μήνες στους 0°C παρουσίασαν

μια μείωση στους 10°C και 20°C δεν παρατηρήθηκαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των διάφορων χειρισμών.

6.: Συμπέρασμα

Συνεπώς κατά τη συντήρηση των δυο αυτών ποικιλιών διαπιστώνουμε ότι η ποικιλία *Granny Smith* είναι πιο ανθεκτική στη συντήρηση από τα *Pilafa Delicious*. Αυτό αποδεικνύεται από:

A)τη μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας

Η διαφορά είναι εμφανής αμέσως μετά τη συγκομιδή. Τα μήλα *Pilafa Delicious* παρουσιάζουν εντονότερη αναπνευστική δραστηριότητα από τα *Granny Smith* το πρώτο μήνα συντήρησης στους 10°C και 20°C ενώ όσο περνά ο χρόνος συντήρησης (60,90,120 ημέρες) παρατηρείται και στις μικρότερες θερμοκρασίες, στους 5°C αλλά και 0°C

B)τη μεταβολή του χρώματος

Στη φωτεινότητα (L^*) παρατηρούμε ότι στις θερμοκρασίες 0°C, 5°C, 10°C και 20°C μετά από ένα μήνα συντήρησης η ποικιλία *Pilafa Delicious* παρουσιάζει μεγαλύτερη φωτεινότητα, από το 3^ο μήνα και μέχρι το τέλος της συντήρησης είναι ξεκάθαρη η σημαντική μείωση της φωτεινότητας, από εκείνη των *Granny Smith*. Σημαντική είναι η διαφορά στην ένταση (C^*), η ποικιλία *Pilafa Delicious* σε όλη την περίοδο της συντήρησης παρουσίασε τις μεγαλύτερες τιμές, όπως και η διαφορά της χροιάς h_{ab} , η ποικιλία *Pilafa Delicious* παρουσίασε τις μικρότερες τιμές.

Γ)Μεταβολή της υφής

Στην υφή παρατηρούμε ότι ο χρόνος συντήρησης (30,60,90,120 ημέρες)επηρέασε αρκετά την ποικιλία *Pilafa Delicious*.

Ανακεφαλαιώνοντας καταλήγουμε στο γεγονός ότι η ποικιλία *Granny Smith* προσφέρεται για την παρασκευή έτοιμων κομμένων σε φέτες μήλων, γιατί μπορεί να δώσει έτοιμο προϊόν με μικρό ποσοστό καστανώσης ύστερα από μεγάλο χρόνο συντήρησης.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. A.M.C.N. Rocha ,Ammb, Morais 2003. Shelflife of minimally processed apple (ov.Jonagored) determined by colour changes . Food control 14:13-20.
2. Amiot, M.J., Tacchini, M., S.Y. and Oleszek, W.1995. Influence of cultivar, maturity stage, and storage conditions on phenolic composition and enzymatic browning of pear fruits. J. Agric. Food Chem. 43(5):1132-1137.
3. Andrich G., A. Zinnai, S. BALZINI, S. Silvestri and R. Fiorentini, 1995. Respiration rate of Golden Delicious apples as a function of temperature of storage cell. Proceedings of the 19th International Congress of Refrigeration. The Hauge. The Netherlands. Vol. II, pp. 129-136.
4. Andrich G., A. Zinnai, S. Balzini, S. Silvestri and R. Fiorentini, 1994a. Anaerobic respiration rate of Golden Delicious apples controlled by environmental PCO₂. Proceedings of Refrigeration Science and Technology Congress. New application of refrigeration to fruit and vegetables processing. Istabul (Turkey), June 8-10, 233-239.
5. Andrich G., A. Zinnai, S. Balzini, S. Silvestrini and R. Fiorentini, 1994b. The kinetic effect of P_{CO₂} on the respiration rate of Golden Delicious apple. Acta Horticulturae. 368. 374-381.
6. Andrich G., R. Fiorentini, A. Tuci, A. Zinnai and G. Sommovigo, 1991. A tentative model to describe the respiration of stored

apples. *Journal of the American Society for Horticultural science*. 116(3):478-481.

7. Avena-Bustillos, R.D.J. J.M. Krochta, and M.E. Saltveit . 1997. Water vapor-resistance of red delicious apples and celery sticks coated with edible caseinate-acetylated monoglyceride films *J. Food Sci.*
8. Bolin, H.R. and Steele, R.J. 1987 Nonezymatic browning in dried apples during storage. *J Food Sci* 52;1654..
9. Bolin, H.R., Stafford, A.E. ,King Jr., A.D. and Huxsoll, C.G.1977. Factors affecting the storage stability of shredded lettuce . *J. Food Sci.*42(5):1319-1321.
10. Bolin, H.R. and Huxsoll ,C.C.1991. Effect of preparation and storage parameters on quality retention of salad-cut lettuce . *J. Food Sci* 56:60-62,67.
11. Brecht P. E., 1980. Use of controlled atmospheres to retard deterioration of fresh produce. *Food Technology*. 34(3):45-50.
12. Bohling H. and Hansen H., 1985. Influence of extremely low oxygen storage atmospheres on the respiration behaviour of apples . *Acta Horticulturae*. 157:283-294.
13. Bracket R.E. 1994. Microbiological spoilage and pathogens in minimally processed refrigerated fruits and vegetables, In: *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables* (edited by Wiley , R.C.) Pp 269-312. New York: Chapman and Hall.

14. Brecht, J.K. 1995. Physiology of lightly processed fruits and vegetables. Hort Science 30(1):18-22.
15. Chambray, Y. 1989. Physiologie et temperature des produit frous de coupes. Reune Generale du Froid. V.3 pp 78-81.
16. Danzie B. K., N. H. Banks, D. J. Cleland and E. W. Hewett, 1996. Changes in respiration and ethylene production of apples in response to internal and external oxygen partial pressures. Postharvest Biology and Technology. 9:297-309.
17. In: R.C. Wiley (ed) Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables, Chapman and Hall, U.K.
18. Kader A.A. 1999. Fruit maturity, ripening and quality relationships. Acta Horticulturae. 485:203-207.
- 19 Kader A. A., 2002. Controlled Atmosphere Storage in "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks". U.S.D.A. Agricultural Handbook Number 66.
20. Kim, D.M., Smith, N.L. and Lee, C.Y. 1993 Quality of minimally processed apple slices from selected cultivars. Journal of food Science V58, No5 1115-1117.
21. Kole N. K. and Prasad S., 1994. Respiration rate and heat of respiration of some fruits under controlled atmosphere conditions. International Journal of Refrigeration. 17:199-204.
22. Lee L, Arul L, Lencki R Castaigne F. 1982. A review on preservation of fresh and vegetables: physiological basiss and practical aspects- part 1. Packaging Technol Sci 8: 315-31.

23. Lee, C.Y. 1992. Enzymatic oxidation of phenolic compounds in fruits. In Ho, C-T., Lee C.Y. and Huang, M-T., eds. Phenolic compounds in food and their effects on health I. Analysis, occurrence and chemistry. Acs Symp. Ser 506, Washington, pp305-317.
24. Macheix, J.J., Fleuriet, A. and Billaud, J. 1990. Fruit phenolics. CRC Press, Boca Raton, 378p.
25. Mondy, N.I., Koch, R.L. and Chandra, S. 1979. Influence of nitrogen fertilization on potato discoloration in relation to chemical composition. Phenols and ascorbic acid, J. Agric. Food Chem. 27(2):418-420.
26. Mir N. and R. M. Beaudry, 2002. Modified Atmosphere Packaging in "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks". U.S.D.A. Agricultural Handbook Number 66.
27. Nicolas, J.J., Richard-Forget, F.C., Goupy, P.M. Amiot, M-J. and Aubert, S.Y. 1994. Enzymatic browning reactions in apple and apple products. Crit.Rev.Food Sci. Nutr. 34(2):109-157
28. Nicoli, M.C., M. Anese and C. Severini. 1994. Combined effects in preventing enzymatic browning reactions in minimally processed fruit. J. Food Qual. 17:221-229.
29. O'Beirne, D. Influence of raw material and processing on quality of minimally processed vegetables. Progress Highlight C/95 "improvement of the safety and quality of refrigerated ready-to-eat foods using novel mild preservation techniques" AIR1-CT92-0125 project group.

30. Ponting, J.D., R. Jackson and G. Watters. 1972. Refrigerated apple slices: preservative effects of ascorbic acid, calcium and sulfites. *J. Food Sci.* 37:434-435.
31. Ponting, J.D., R. Jackson and G. Walters. 1971. Refrigerated apple slices: effects of pH, sulfites and calcium on texture. *J. Food Sci.* 36:449-450..
32. Reyes, V.G. 1996: Improved preservation systems of minimally processed vegetables. *Food Austr.*48(2):87-90.
33. Rocha, A.M.C.N., C.M. Brochado, R. Kirby and A.M.M.B. Morais. 2003. Shelf-life of chilled cut apple determined by sensory quality. *Food Control.* 6:317-322.
34. Saltveit, M.E. 1997. Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In: F.A. Tomas-Barberan and R.J. Robins (eds) *Phytochemistry of Fruits and Vegetables*, Claredon Press, pp. 205-220.
35. Saltveit M. E., 2002. Respiratory Metabolism in "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks". U.S.D.A. Agricultural Handbook Number 66.
36. Sapers, G.H., Hicks, K.B, Phillips, J.S., Garzarella, L., Pondish, B.L, Matnlaitis, R.M, Mc Cormack. J.J., Sondey, J.M, Seile, P,A and El-Atawy Y.S. 1989. Control of enzymatic browning in apple with ascorbic acid derivatives, polyphenoloxide inhibitors, and complexing agents , *J.Food Sci* 52:997.

37. Sapers, G.M. and Douglas Je. F.W. 1987. Measurement of enzymatic browning at cut surfaces and in juice of raw apple and pear fruits. *Journal of Food Science* 52, 1258-1285.
38. Sapers, G.M. and M.A. Zoilkowski. 1987. Comparison of erythorbic and ascorbic acids as inhibitors of enzymatic browning in apple. *J. Agric. Food Chem.* 52:1732-1733-1747.
39. Schlimme, D.V. and M.L. Rooney. 1994. Packaging of minimally processed fruits and vegetables. In: Wiley RC (ed) *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, Chapman and Hall, pp. 135-182.
40. Soliva_Fortuny, R.C G.Oms-Oline and O.Martin-Belloso 2002 Effects of ripeness stages on the storage atmosphere, colour and Textural properties of minimally processed apple slices, *J. of food Science*, V67 No5 1958-1963.
41. Song J. and F. Bangerth, 1996. The effect of harvest day on aroma compound production from Golden Delicious apple fruit and relationship to respiration and ethylene production. *Postharvest Biology and Technology.* 8:259-269.
42. Song, J., R. Leepipattanawit, W. Deng and R.M. Beaudry. 1996. Hexanal vapor is a natural, metabolizable fungicide: Inhibition of fungal activity and enhancement of aroma biosynthesis in apple slices. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:937-942.
43. Tong, C.B.S. and K.B. Hicks. 1991. Sulfated polysaccharides inhibit browning of apple juice and diced apples. *J. Agric. Food Chem.* 39:1719-1722.

44. Vámos-Vigyázó, L. 1981. Polyphenol oxidase and peroxidase in fruits and vegetables. *CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 15:49-127.
45. Vasantha Rupasinghe, H.P, D.P Muzz, J.R. De Ell and J.Odnmenn 2005, Influence of 1-Methylcyclopropene and natureseal on the quality of fresh cut "EMPIRE" and "Crispin" apples *J. Food Quality* 28, 289-307.
46. Watada, A.E., N.P. Ko and D.A. Minott. 1996. Factors affecting quality of fresh-cut horticultural products. *Postharv. Biol. Technol.* 9:115-125.
47. Watada, A.E. and L. Qi. 1999. Quality of fresh-cut produce. *Postharv. Biol. Technol.* 15:201-205.
48. Watkins C. B., E. Kupferman and D. A. Rosenberger, 2002. Apple in "The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, and Florist and Nursery Stocks". U.S.D.A. Agricultural Handbook Number 66.
49. Whitacker. J.R. and Lee, C.Y. 1995. Recent advances in chemistry of enzymatic browning: an overview. In C.Y. Lee and J.R. Whitacker, eds., *Enzymatic browning and its preservation*. Washington, ACS Symp. Ser. 600, pp 2-7.
50. Wiley, R.C. 1994. *Minimally Processed Refrigerated Fruits and Vegetables*, Chapman and Hall, London, U.K.
51. Wong, D.W.S., S.J. Tillin, J.S. Hudson and A.E. Pavlath. 1994. Gas exchange in cut apples with bilayer coatings. *J. Agric. Food Chem.* 42:2278-2285.

52. Zhou, Y-F., Abe and Iwata, T. 1992. Effect of shredding modes on the deterioration of the quality of partially processed pepper fruits. *Nippon Shokuhin Kogyo Gakkaishi* 39:141-166.

53. Σφακιωτάκης Ε., 2004. Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων. Τυρομπαν. Θεσσαλονίκη.