

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΗΛΩΝ
DELICIOUS PILAFA ΚΑΙ GRANNY SMITH.

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Αναγνωστοπούλου Παναγιώτας**

Επιβλέπων καθηγητής: **Δρ. Μανωλοπούλου Ελένη**

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2005

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΗΛΩΝ
DELICIOUS PILAFA ΚΑΙ GRANNY SMITH.

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Αναγνωστοπούλου Παναγιώτας**

Επιβλέπων καθηγητής: **Δρ. Μανωλοπούλου Ελένη**

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2005

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ ΕΠΙΛΟΓΗΣ

ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΤΗΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΣΤΑ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΑ ΚΑΙ
ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΥΟ ΠΟΙΚΙΛΙΩΝ ΜΗΛΩΝ
DELICIOUS PILAFA ΚΑΙ GRANNY SMITH.

Πτυχιακή εργασία
της σπουδάστριας **Αναγνωστοπούλου Παναγιώτας**

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2005

ΠΡΟΛΟΓΟΣ	1
ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ (ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ)	
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ</u>	
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	2
1.1 Σύσταση των νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων	2
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ</u>	
2. ΑΝΑΠΝΟΗ	5
2.1 Εισαγωγή- Σημασία της αναπνοής	5
2.2 Σημασία της αναπνοής στη μετασυλλεκτική φυσιολογία των φυτικών οργάνων	8
2.3 Φυσιολογία και βιοχημεία της αναπνοής	9
2.4 Αναερόβια αναπνοή	12
2.5 Μέτρηση του ρυθμού αναπνοής	13
2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την αναπνοή	14
<u>ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ</u>	
3. ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ	19
3.1 Εισαγωγή	19
3.1.1 Επίδραση του αιθυλενίου στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών	19
3.2 Φυσιολογία και βιοχημεία της παραγωγής του αιθυλενίου	19
3.3 Παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν την παραγωγή αιθυλενίου	19
3.4 Βιοσύνθεση του αιθυλενίου	20
3.5 Τρόπος δράσης του αιθυλενίου	22
3.6 Επίδραση του εξωγενούς αιθυλενίου	22

3.7 Αιθυλένιο προερχόμενο από stress	23
3.8 Χρήση του αιθυλενίου μετασυλλεκτικά	23
3.9 Ανεπιθύμητες δράσεις του αιθυλενίου	24
3.10 Τρόποι προφύλαξης	25

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4.ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ–ποικιλίες μήλων <i>PILAF</i> <i>DELICIOUS</i> και <i>GRANNY SMITH</i>	27
---	----

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	29
5.1 Εισαγωγή	29
5.2 Φυσικά και ανατομικά χαρακτηριστικά των νωπών σπρωροκηπευτικών	30
5.3 Παράγοντες που επηρεάζουν την υφή	32
5.4 Μέθοδοι μέτρησης της υφής	34

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΟΥΣ-ΔΙΑΠΝΟΗ	37
6.1 Εισαγωγή	37
6.2 Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό διαπνοής και την απώλεια νερού	37
6.3 Περιορισμός της απώλειας υγρασίας	40

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7. ΧΡΩΜΑ	41
7.1 Γενικά	41
7.2 Μέτρηση του χρώματος	42

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	44
2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ	45
2.1 Πρώτη ύλη	45
2.2 Μέτρηση Αναπνευστικής δραστηριότητας	47
2.3 Μέτρηση παραγωγής Αιθυλενίου	48
2.4 Σκληρότητα-Παραμόρφωση	50
2.5 Απώλεια βάρους	51
2.6 Χρώμα	51
<u>3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	53
3.1 Αναπνοή	53
3.2 Αιθυλένιο	61
3.3 Υφή	65
3.3.1 Σκληρότητα	65
3.3.2 Παραμόρφωση	70
3.4 Απώλεια βάρους	75
3.5 Χρώμα	80
<u>4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	85
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	86
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	98

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των φυσιολογικών και των ποιοτικών χαρακτηριστικών μήλων ποικιλίας Delicious Pilafa και Granny Smith, κατά την διάρκεια της συντήρησής τους σε διαφορετικές θερμοκρασίες (0°C, 5°C, 10°C και 25°C). Συγκεκριμένα μελετήθηκαν: η αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών, η παραγωγή αιθυλενίου, η μεταβολή της υφής (αντίσταση στο τρύπημα-παραμόρφωση), η απώλεια βάρους και η μεταβολή του χρώματος κατά την διάρκεια της συντήρησης.

Στο πρώτο μέρος (θεωρητικό) παρουσιάζεται μία γενική αναφορά στα φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν καθώς και οι παράγοντες από τους οποίους επηρεάζονται.

Το δεύτερο μέρος που αποτελεί και το πειραματικό μέρος της μελέτης, αναφέρεται στα υλικά, τις μεθόδους, τα αποτελέσματα (διαγράμματα και πίνακες) και τα σχόλια αυτών.

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ : ΘΕΩΡΗΤΙΚΟ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΡΩΤΟ

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Τα φυτικά όργανα μετά τη συγκομιδή τους παραμένουν ζωντανά αφού τα κύτταρά τους συνεχίζουν να επιτελούν σύνθετες βιοχημικές διεργασίες (το σύνολο των οποίων καλείται μεταβολισμός) και να διατηρούν τα φυσιολογικά συστήματα που ήταν παρόντα όταν βρίσκονταν πάνω στο μητρικό φυτό. Αυτό ακριβώς είναι ένας παράγοντας που επηρεάζει την μετασυλλεκτική ζωή και τους χειρισμούς των φυτικών οργάνων. Τα φυτικά όργανα (φρούτα και λαχανικά) όταν αποκοπούν από το μητρικό φυτό υφίστανται μια σειρά μεταβολών που τα οδηγούν στην ωρίμανση πρώτα και τέλος στο γήρας. Η ένταση των μεταβολών αυτών επηρεάζεται από τους παράγοντες του περιβάλλοντος. Έτσι μπορεί να παρατηρηθούν σημαντικές μεταβολές της δομής ή της χημικής σύστασης των ιστών που στο τέλος οδηγούν στην απώλεια της ποιότητας των προϊόντων τα οποία τελικά χάνουν κάθε εμπορική και διατροφική αξία.

1.1 Σύσταση των νωπών οπωροκηπευτικών προϊόντων

Η σύσταση των οπωροκηπευτικών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως: την ποικιλία, το στάδιο ωριμότητας, τις κλιματολογικές συνθήκες κατά την ανάπτυξη, τη σύνθεση του εδάφους, τις τεχνικές καλλιέργειας, το χρόνο αποθήκευσης κ.α. Τα οπωροκηπευτικά θεωρούνται περισσότερο πηγή υδατανθράκων και λιγότερο πηγή πρωτεϊνών και λιπαρών υλών. Η περιεκτικότητά τους σε λίπος είναι μικρότερη του 1%, ενώ η περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες φτάνει το 2%. Αναλυτικότερα, η σύσταση των οπωροκηπευτικών είναι η εξής:

- Νερό, (70-90%). Η πραγματική περιεκτικότητα των ιστών σε νερό εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα του νερού κατά τη στιγμή της συγκομιδής. Το περιεχόμενο νερό του προϊόντος μετά τη συγκομιδή μεταβάλλεται σε συνάρτηση με τη θερμοκρασία. Στα περισσότερα προϊόντα όταν η συγκομιδή γίνει κατά την περίοδο της μέγιστης περιεκτικότητας του φυτικού ιστού σε νερό η σάρκα είναι πιο τραγανή .

- Υδατάνθρακες, (3-30%). Συνήθως απαντώνται με μορφή απλών σακχάρων, πολυσακχαριτών (άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη) και πηκτινικών ουσιών. Τα απλά σάκχαρα που απαντώνται κυρίως στους καρπούς, είναι η σακχαρόζη και τα αναγωγικά σάκχαρα γλυκόζη και φρουκτόζη, η αναλογία των οποίων εξαρτάται κυρίως από το στάδιο ωριμότητας.
- Πρωτεΐνες και άλλες αζωτούχες ενώσεις. Η περιεκτικότητα σπάνια υπερβαίνει το 1,5%.
- Λίπη. Περιέχονται σε μικρές ποσότητες (0.1-1%), σαν συστατικά κυρίως της κυτταρικής μεμβράνης και σαν προστατευτικά επιδερμικά στρώματα στην εξωτερική επιφάνεια των προϊόντων. Εξαιρέση αποτελούν η ελιά και το αβοκάντο που περιέχουν περίπου 25% λιπαρές ουσίες.
- Οργανικά οξέα. Τα περισσότερα οπωροκηπευτικά περιέχουν οργανικά οξέα σε μεγαλύτερες ποσότητες από αυτές που είναι αναγκαίες για την λειτουργία του Κύκλου του Krebs και τις άλλες μεταβολικές διαδικασίες μέσα στο φυτικό κύτταρο.
- Το πλεόνασμα αυτό γενικά αποθηκεύεται στο χυμοτόπιο μακριά από τα υπόλοιπα κυτταρικά συστατικά. Σε μερικά εσπεριδοειδή τα οργανικά οξέα περιέχονται σε ποσοστό 3% ενώ τα οξέα που συνήθως απαντώνται είναι το κιτρικό και το μηλικό. Συγκεκριμένα στα σταφύλια βρίσκουμε το τρυγικό οξύ, στο σπανάκι το οξαλικό και στα βατόμουρα το ισοκιτρικό.
- Βιταμίνες. Τα φρούτα και τα λαχανικά περιέχουν βιταμίνες που είναι απαραίτητες για την ομαλή λειτουργία του ανθρώπινου οργανισμού, σε μικρές ποσότητες. Στα περισσότερα οπωροκηπευτικά η βιταμίνη C που περιέχεται σε 100 g φυτικού ιστού μπορεί να καλύψει το 90% των ημερήσιων αναγκών. Μια άλλη σημαντική βιταμίνη είναι η βιταμίνη A που προστατεύει την όραση. Το ενεργό στοιχείο της βιταμίνης A, η ρετινόλη, δεν βρίσκεται στο προϊόν αλλά ο ανθρώπινος οργανισμός μπορεί να μετατρέψει ουσίες όπως τα β-καροτινοειδή σε ρετινόλη. Το φολικό οξύ, ένα συστατικό κυρίως των φυλλωδών λαχανικών, συμμετέχει στην σύνθεση του RNA και έλλειψή του στον ανθρώπινο οργανισμό οδηγεί σε αναιμία. Η περιεκτικότητα των προϊόντων σε βιταμίνες επηρεάζεται από το είδος, το στάδιο ωριμότητας, τον τρόπο καλλιέργειας και τους χειρισμούς μετά τη συγκομιδή.
- Ανόργανα άλατα. Περιέχονται άλλοτε σε μικρές και άλλοτε σε μεγάλες ποσότητες, ανάλογα με το προϊόν. Το κάλιο είναι από τα σημαντικότερα στοιχεία και

βρίσκεται σε ποσότητες 200 mg ανά 100g νωπού βάρους στα περισσότερα προϊόντα.

- Πτητικές ουσίες. Απαντώνται σε πολύ μικρές ποσότητες περίπου 100 μg/g νωπού προϊόντος αλλά είναι σημαντικές γιατί προσδίδουν την χαρακτηριστική γεύση και άρωμα στα φρούτα περισσότερο και σε μικρότερο βαθμό στα λαχανικά. Οι ουσίες αυτές μπορεί να είναι εστέρες, αλκοόλες, οξέα και καρβονυλικές ενώσεις
- Χρωστικές: Υπάρχουν διάφορες χρωστικές ουσίες στα φυτικά κύτταρα που δίνουν και το τελικό χρώμα στο προϊόν. Οι κυριότερες είναι οι χλωροφύλλες, τα καροτινοειδή και τα φλαβονοειδή.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΔΕΥΤΕΡΟ

2. ΑΝΑΠΝΟΗ

2.1 Εισαγωγή- Σημασία της αναπνοής

Όλοι οι ζώντες οργανισμοί χρειάζονται συνεχή προμήθεια ενέργειας. Αυτή η ενέργεια είναι απαραίτητη για τις μεταβολικές δραστηριότητες και τη διατήρηση της ακεραιότητας των κυττάρων.

Η αναπνοή είναι η κύρια πηγή ενέργειας για τα αερόβια κύτταρα και μπορεί να χαρακτηριστεί ως "η εξώθερμη, ενζυματική οξειδωτική διάσπαση σύνθετων οργανικών ουσιών που είναι αποθηκευμένες στα κύτταρα (άμυλο, σάκχαρα, οργανικά οξέα, πρωτεΐνες), σε άλλες απλούστερες ($\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$) με την σύγχρονη παραγωγή ενέργειας και άλλων μορίων" που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από το κύτταρο για αντιδράσεις σύνθεσης. Αυτές οι αντιδράσεις αποσκοπούν στη διατήρηση της κυτταρικής οργάνωσης και της ακεραιότητας των μεμβρανών των ζωντανών κυττάρων.

Ο κύριος σκοπός της αναπνοής είναι η διατήρηση των αποθεμάτων του ATP(adenosine triphosphate). Εάν εξόζες (σάκχαρα) χρησιμοποιηθούν σαν αναπνευστικό υπόστρωμα όλη η διαδικασία της αναπνοής μπορεί να παρουσιασθεί ως εξής:



Η αναπνοή λοιπόν είναι μία σύνθετη διαδικασία που περιλαμβάνει απορρόφηση οξυγόνου, μετατροπή υδατανθράκων, απελευθέρωση CO_2 και υδρατμών, παραγωγή ενέργειας (ένα μέρος της οποίας χρησιμοποιείται σε διάφορες λειτουργίες του κυττάρου), δημιουργία ενδιάμεσων προϊόντων που χρησιμοποιούνται από τα κύτταρα σε αντιδράσεις σύνθεσης και τέλος απώλεια βάρους λόγω οξείδωσης.

Περίπου 42% της παραγόμενης ενέργειας χρησιμοποιείται για βιολογικές διεργασίες ενώ το υπόλοιπο απορρίπτεται υπό μορφή θερμότητας.

Η αερόβια αναπνοή περιλαμβάνει μια σειρά αντιδράσεων κάθε μία εκ των οποίων καταλύεται από ειδικό ένζυμο που διασπά σύνθετα μόρια σε απλούστερα.

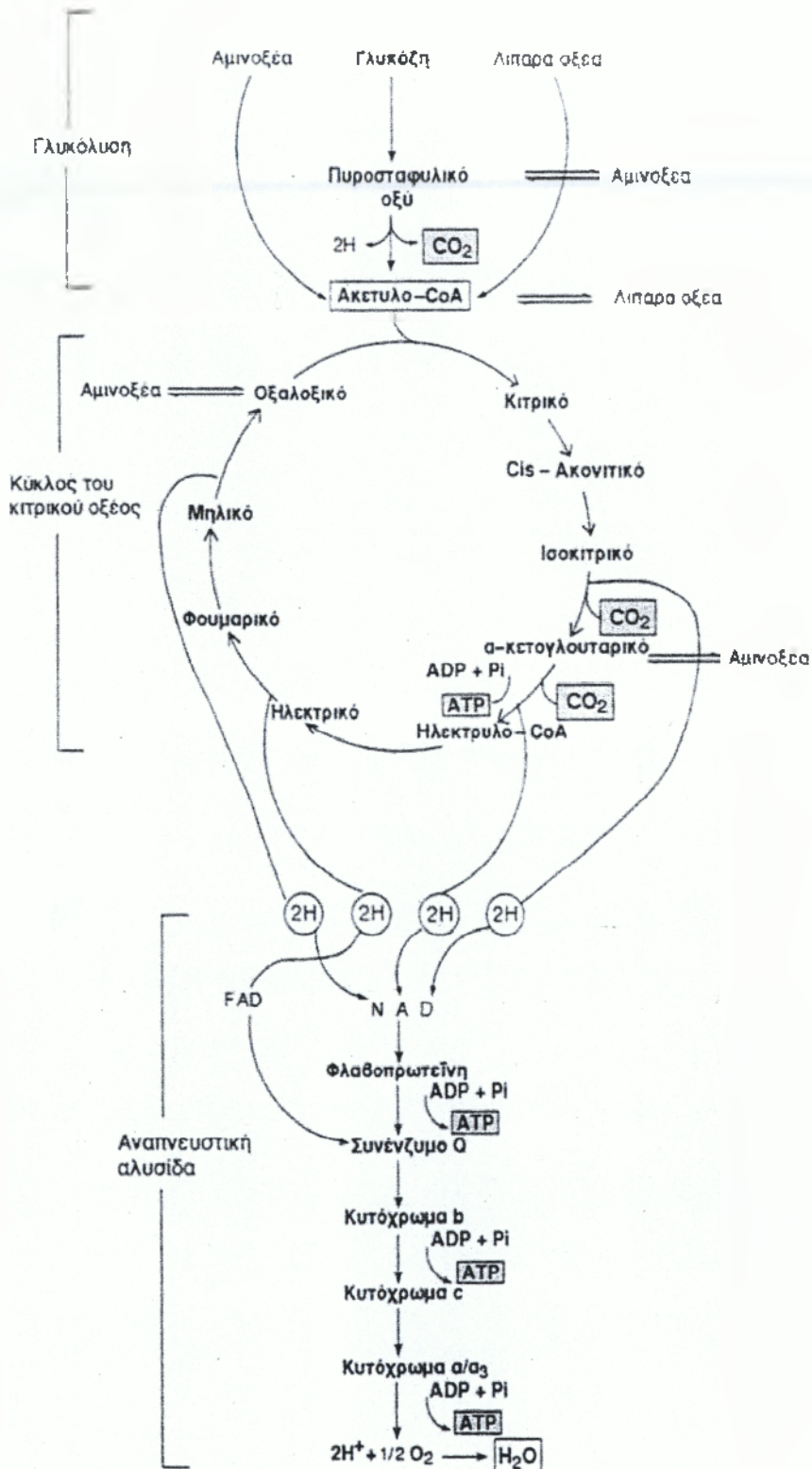
Αυτή περιλαμβάνει 3 μεταβολικές διαδικασίες:

α. **τη γλυκόλυση** δηλ. τη διάσπαση της γλυκόζης σε πυροσταφυλικό οξύ, που λαμβάνει χώρα στο κυτόπλασμα. Κύριο ένζυμο της διαδικασίας αυτής είναι η φωσφοφρουκτοκινάση (PFK)

β. **τον κύκλο του τρικαρβοξυλικού οξέος (TCA)**. Το Acetyl CoA (ακέτυλοσυνένζυμο A) που σχηματίζεται από το πυροσταφυλικό οξύ μπαίνει στον κύκλο. Κατόπιν συμπυκνώσεως με το οξαλοακετικό οξύ, το προκύπττον κίτρικό οξύ μέσω του ισοκίτρικού οξέος αντιδρά διαδοχικά οξειδούμενο και αποκαρβοξυλούμενο σε οξαλοακετικό οξύ το οποίο είναι έτοιμο να δεχθεί ένα άλλο μόριο ακετυλοσυνενζύμου A.

γ. **την αλυσσο μεταφοράς ηλεκτρονίων** όπου το νικοτινοαμίδιο-αδενινωδινουκλεοτίδιο (NAD, χαμηλής ενέργειας) ανάγεται σε NADH (υψηλής ενέργειας). Η αλυσσος αποτελείται από μια σειρά μεταλλοπρωτεϊνών, τα κυτόχρωμα που περιέχουν ενεργές μονάδες έντονα χρωματισμένες τις "αίμες" και είναι τοποθετημένα στην εσωτερική μεμβράνη των μιτοχονδρίων. Τα ηλεκτρόνια περνούν την αλυσσο μέσω των πρωτεϊνών οι οποίες ανάγονται και στη συνέχεια οξειδώνονται. Έτσι ενέργεια διατίθεται στα πρωτόνια (H^+) σχηματίζοντας ένα ηλεκτρικό δυναμικό. Τα ηλεκτρόνια που παράγονται από την οξείδωση των οξέων: ισοκίτρικού, ακετογλουταρικού και μηλικού, μεταφέρονται μέσω του NAD_{ox} , που παίζει το ρόλο του αποδέκτη και μεταφορέα. Το ζεύγος των ηλεκτρονίων του ηλεκτρικού οξέος γίνεται δεκτό από μία φλαβοπρωτεΐνη [ένζυμο οξειδωτικό που περιέχει το FAD (φλαβινο-αδενίνο-δινουκλεοτίδιο)] της οποίας η δράση σαν μεταφορέας ηλεκτρονίων είναι ανάλογη με αυτή του NAD. Ένα κύριο συστατικό της φλαβοπρωτεΐνης είναι η ριβοφλαβίνη ή βιταμίνη B_2 . Τα τρία μόρια του NAD_{red} και η FAD_{red} δίνουν τα ηλεκτρόνια τους σε μια σειρά ενζύμων που αποτελούν την αναπνευστική αλυσσο. Από τα κυτόχρωμα το τελευταίο μόνο το <<αναπνευστικό ένζυμο>> είναι ικανό να δώσει τα ηλεκτρόνια του απ' ευθείας στο μοριακό O_2 .

Αναπνοή μπορεί να υπάρξει και απουσία O_2 (αναερόβια ή ζύμωση) με ένα ποσοστό παραγόμενης ενέργειας της τάξης του 4%.



Σχήμα 1. Σχηματική απεικόνιση της αναπνοής.

2.2 Σημασία της αναπνοής στη μετασυλλεκτική φυσιολογία των φυτικών οργάνων.

Η αναπνοή παίζει σπουδαίο ρόλο στη μετασυλλεκτική ζωή των φρέσκων φρούτων και λαχανικών για τους εξής λόγους:

α. Προκαλεί μείωση των υποστρωμάτων.

Επειδή η αναπνοή χρησιμοποιεί σαν υπόστρωμα διάφορες ουσίες μπορεί να προκύψει μία ελάττωση των αποθεμάτων των ιστών και ως εκ τούτου να έχουμε μείωση της γευστικής ποιότητας (ειδικά της γλυκύτητας) και μείωση της θρεπτικής αξίας του φυτικού οργάνου για τον καταναλωτή. Για ορισμένα είδη που αποθηκεύονται για μεγάλα χρονικά διαστήματα όπως π.χ. τα κρεμμύδια, η μείωση του ξηρού βάρους που οφείλεται στην αναπνοή είναι σημαντική. Εάν σαν αναπνευστικό υπόστρωμα χρησιμοποιηθούν εξόζες τότε, 180g σακχάρων αποικοδομούνται για κάθε 264g CO₂ που παράγονται αναπνευστικά.

β. Ανάγκη σε O₂.

Για τη διατήρηση της αερόβιας αναπνοής πρέπει να είναι διαθέσιμη μία επαρκής ποσότητα οξυγόνου. Αυτό πρέπει να το έχουμε υπ' όψη μας κατά τους διάφορους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς, όπως κέρωμα της επιφάνειας των φυτικών οργάνων, χρήση πλαστικών συσκευασιών, συσκευασία κ.ά. Μείωση της συγκέντρωσης του O₂ κάτω του 10% είναι ένας τρόπος: ελέγχου του ρυθμού της αναπνοής, καθυστέρησης της ωρίμανσης και γήρανσης και έτσι αύξησης του χρόνου συντήρησης.

γ. Παραγωγή CO₂.

Η συγκέντρωση του παραγόμενου από την αναπνοή του φυτικού οργάνου CO₂ στην περιβάλλουσά του ατμόσφαιρα μπορεί να είναι ευεργετική ή επιζήμια ανάλογα με το είδος και την ευαισθησία του ιστού στα υψηλά επίπεδα CO₂. Για ορισμένα φρούτα και λαχανικά η συγκέντρωση του CO₂ σε επίπεδα γύρω από αυτά που χρησιμοποιούνται για συντήρηση με ελεγχόμενη ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι ευεργετική γιατί καθυστερεί την γήρανση και παρεμποδίζει την ανάπτυξη μυκητολογικών προσβολών.

δ. Παραγωγή θερμότητας

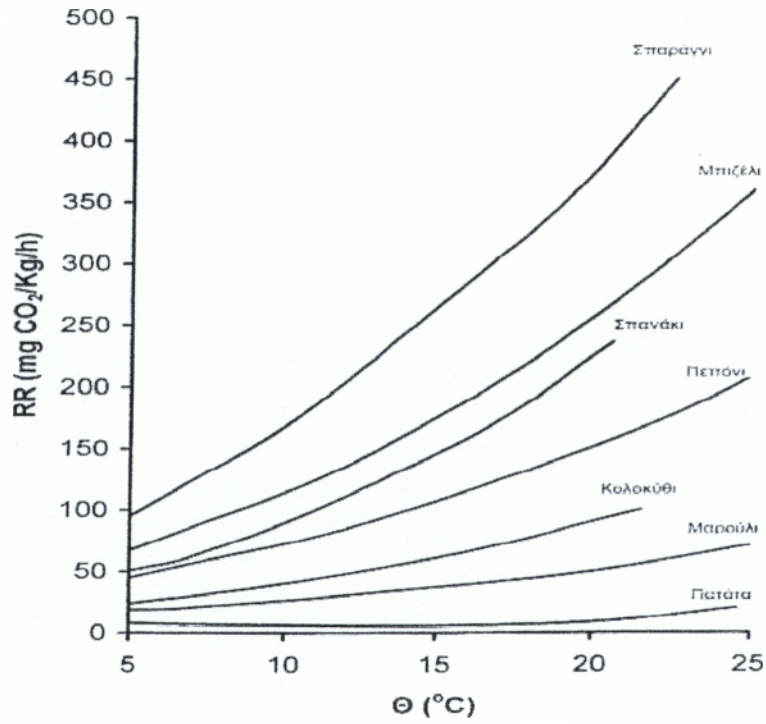
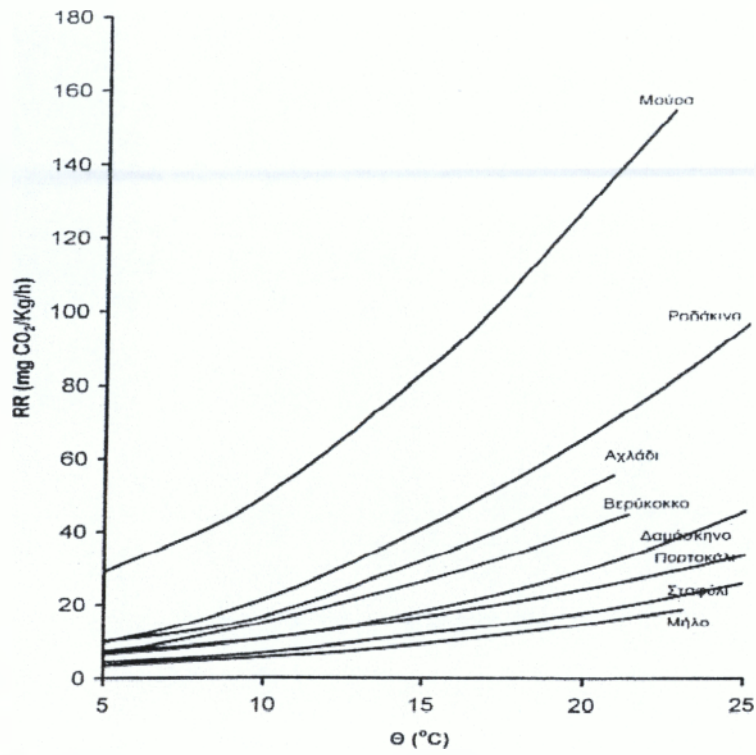
Η θερμότητα που παράγεται με την αναπνοή, 673Kcal/μόριο χρησιμοποιούμενου σακχάρου, είναι η κυριότερη αιτία που επιβάλλει την εφαρμογή ψύξης κατά τη μεταφορά και συντήρηση των φυτικών οργάνων. Κατά την επιλογή των μεθόδων πρόψυξης, συσκευασίας, στοίβαξης, ψυχοσυντήρησης πάντα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη η παραγόμενη από το είδος θερμότητα.

2.3 Φυσιολογία και βιοχημεία της αναπνοής

Η αναπνοή είναι διαδικασία ζωτικής σημασίας για το μεταβολισμό των ζωντανών κυττάρων και για την κανονική ανάπτυξη των φυτικών οργάνων τόσο πάνω στο μητρικό φυτό όσο και κατά τη συντήρηση μετά τη συγκομιδή. Η μετασυλλεκτική ζωή των φυτικών οργάνων εξαρτάται από την ένταση της αναπνευστικής δραστηριότητας η οποία ποικίλει ανάλογα με τη δομή του οργάνου και το στάδιο ανάπτυξης. Έτσι φυτικά όργανα που δεν έχουν συμπληρώσει την ανάπτυξή τους (σπαράγγι, αρακάς) έχουν έντονο μεταβολισμό και υψηλή αναπνευστική δραστηριότητα. Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα διαφόρων οπωροκηπευτικών, στο δε πίνακα 2 γίνεται μια κατάταξη των φυτικών οργάνων ανάλογα με την αναπνευστική τους δραστηριότητα.

Πρώιμες ποικιλίες αναπνέουν πολύ πιο έντονα από τις όψιμες. Επίσης η ηλικία επηρεάζει την αναπνευστική δραστηριότητα (σχήμα 2).

Η αναπνοή μπορεί να λάβει χώρα παρουσία O_2 (αερόβια) ή απουσία O_2 (αναερόβια ή ζύμωση).



Σχήμα 2. Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας διαφόρων φυτικών οργάνων συναρτήσει της θερμοκρασίας και της ηλικίας.

Πίνακας1. Αναπνευστική δραστηριότητα μερικών φρούτων και λαχανικών

Φυτικό όργανο	Θερμοκρασία	Αναπνευστική δραστηρ. mg CO ₂ /Kg/h
Αβοκάντο	20	310
Αχλάδι	20	66
Βερίκοκο	18	84
Δαμάσκηνο	20	42
Λεμόνι	21	26
Μήλο	23	32
Μπανάνα	20	128
Πορτοκάλι	21	26
Ροδάκινο	20	70
Σταφύλι	26	32
Σπαράγγι	24	692
Καρότο	24	66,2
Κολοκύθι	24	44,5
Μαρούλι	24	64,2
Αρακάς	24	394,0
Πιπεριά	24	78,8
Πατάτα	24	11,8
Σπανάκι	24	318,0
Τομάτα	24	49,6

(Biale 1960, Platenius 1942)

Πίνακας 2. Κατάταξη των οπωροκηπευτικών ανάλογα με την αναπνευστική τους δραστηριότητα

Τάξεις	Αναπν. Ένταση mg CO ₂ /Kg/h 5° C	Είδη
Πολύ χαμηλή	< 5	Χουρμάδες, αποξηραμένα φρούτα, ξηροί καρποί, πατάτα
Χαμηλή	5-10	Μήλα, εσπεριδοειδή, σταφύλια, πεπόνι, ακτινίδιο, ανανάς, λωτός, καρπούζι, καρότα, παντζάρι, λάχανο, σκόρδο, πιπεριά, κρεμμύδι, μαρούλι(καρδιά), αγγούρι, τομάτα
Μέτρια	10-20	Βερίκοκο, μπανάνα, κανταλούπα, σύκο, μάνγκο, νεκταρίνια, ελιά, ροδάκινο, αχλάδι, κουνουπίδι, φύλλα μαρουλιού, μελιτζάνα, φασόλι
Υψηλή	20-40	Αγκινάρα, μπρόκολο, λαχανάκια Βρυξελλών, πράσινα κρεμμυδάκια, μπάμια, σπανάκι, avocado
Πολύ υψηλή	40-60	Κομμένα άνθη
Εξαιρετικά υψηλή	>60	Σπαράγγι, μανιτάρι, αρακάς, καλαμπόκι

(Kader 1987, Weichmann 1992)

2.4 Αναερόβια αναπνοή

Η κανονική ατμόσφαιρα που περιβάλλει τους φυτικούς ιστούς είναι πλούσια σε O_2 και έτσι τα φυτικά όργανα έχουν απεριόριστα ποσοστά O_2 . Κάτω όμως από ορισμένες συνθήκες τα ποσοστά του οξυγόνου στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα μπορεί να είναι χαμηλά και η ποσότητα ανεπαρκής να διατηρήσει τον αερόβιο μεταβολισμό. Κάτω από αυτές τις συνθήκες οι ιστοί αναπτύσσουν αναερόβια αναπνοή, κατά την οποία η γλυκόζη μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ μέσω της EMP διαδικασίας το οποίο μεταβολίζεται σε γαλακτικό οξύ ή ακεταλδεΐδη και αιθανόλη (Manolopoulou 1985) βάσει του σχήματος:



Η συγκέντρωση του O_2 στην οποία αρχίζει η αναερόβια αναπνοή ποικίλει μεταξύ των ιστών και είναι γνωστή σαν "σημείο εξασθένησης", επηρεάζεται δε από το είδος, την ποικιλία, το στάδιο ωριμότητας και τη θερμοκρασία.

Η αναερόβια αναπνοή παράγει πολύ μικρότερα ποσοστά ενέργειας /mole γλυκόζης σε σχέση με την αερόβια αναπνοή.

Διαφορές μεταξύ Αερόβιας και Αναερόβιας αναπνοής

Οι διαφορές μεταξύ αερόβιας και αναερόβιας αναπνοής παρουσιάζονται στον πίνακα:

Πίνακας 3. Διαφορές μεταξύ αερόβιας και αναερόβιας αναπνοής.

<u>Αερόβια αναπνοή</u>	<u>Αναερόβια αναπνοή</u>
απαραίτητη η παρουσία O_2	λαμβάνει χώρα απουσία O_2
είναι κοινή σε όλους τους ζωντανούς φυτικούς ιστούς	είναι σπάνια στους ζωντανούς φυτικούς ιστούς
ελευθερώνονται μεγάλα ποσοστά ενέργειας	ελευθερώνονται μικρά ποσοστά ενέργειας
δεν είναι τοξική για τα φυτικά όργανα	είναι τοξική για τα φυτικά όργανα
οι υδρογονάνθρακες οξειδώνονται πλήρως σε CO_2 και H_2O	οι υδρογονάνθρακες οξειδώνονται ατελώς σε αιθυλική αλκοόλη και CO_2

2.5 Μέτρηση του ρυθμού αναπνοής

Η μέτρηση ή καλλίτερα η εκτίμηση του ρυθμού αναπνοής μπορεί να γίνει με προσδιορισμό α) της μείωσης του ξηρού βάρους β) του απορροφούμενου O_2 γ) του εκπεμπόμενου CO_2 δ) της παραγόμενης θερμότητας ε) της μείωσης της περιεχόμενης ενέργειας.

Ο προσδιορισμός της μείωσης του ξηρού βάρους και της περιεχόμενης ενέργειας είναι καταστροφικός για τους ιστούς και δύσκολα επιτυγχάνεται, γι' αυτό και η μέθοδος αυτή δεν χρησιμοποιείται.

Η παραγόμενη θερμότητα μπορεί να μετρηθεί με θερμιδόμετρο (calorimeter). Όμως η πιο ενδεικνυόμενη μέθοδος για τη μέτρηση της αναπνοής των ζωντανών φυτικών ιστών είναι ο προσδιορισμός του απορροφούμενου O_2 ή του εκπεμπόμενου CO_2 . Η διαδικασία που ακολουθείται είναι η εξής:

α) Κλειστό σύστημα

Το φυτικό όργανο τοποθετείται σε ένα δοχείο και κλείνεται αεροστεγώς. Η αυξανόμενη συγκέντρωση του CO_2 ή η ελαττούμενη ποσότητα του O_2 μετράται μετά από ένα ορισμένο χρονικό διάστημα (συνήθως 1h). Για ένα γνωστό λοιπόν βάρος οργάνου σε γνωστό ελεύθερο όγκο δοχείου ο ρυθμός της αναπνοής εκφραζόμενος σαν ml CO_2 ή O_2 / Kg/h μπορεί να υπολογισθεί. Το μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι το σύστημα δεν βρίσκεται σε ισορροπία και το μειούμενο O_2 ή το αυξανόμενο CO_2 καθώς και άλλα παραγόμενα πτητικά αέρια (π.χ. αιθυλένιο) μπορούν να επηρεάσουν το ρυθμό αναπνοής. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος μπορεί να ελαττωθεί ο χρόνος στο ελάχιστο δυνατόν, να χρησιμοποιηθεί KOH ή $KMnO_4$ για απορρόφηση CO_2 ή C_2H_4 ανάλογα με την περίπτωση.

β) Σύστημα συνεχούς ροής

Το φυτικό όργανο τοποθετείται πάλι σε αεροστεγώς κλειόμενο δοχείο το οποίο όμως αερίζεται με γνωστή παροχή αέρα –ελεύθερου από CO_2 -. Ο εξερχόμενος από το δοχείο αέρας περνά μέσω κολόνας που περιέχει ικανή ποσότητα ουσίας που δεσμεύει το CO_2 όπως NaOH που απορροφά το αναπνευστικό CO_2 . Το ποσοστό του CO_2 που παράγεται κατά τη διάρκεια ορισμένου χρόνου προσδιορίζεται ογκομετρικά. Η διαφορά της συγκέντρωσης μεταξύ εισερχόμενου και εξερχόμενου CO_2 μπορεί να προσδιορισθεί και ο ρυθμός της αναπνοής να υπολογισθεί λαμβάνοντας υπόψη το βάρος, την παροχή του αέρα και το $\Delta[CO_2]$ ή $\Delta[O_2]$.

2.6 Παράγοντες που επηρεάζουν την αναπνοή

A. Εσωτερικοί παράγοντες

1. Τύπος και γενότυπος

Τα φυτικά όργανα παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές ως προς την αναπνευστική δραστηριότητα (πίνακας 2). Προφανώς οι νεαροί ιστοί που έχουν έντονο μεταβολισμό αναπνέουν εντονότερα από τους ώριμους ή τα ληθαργούντα όργανα. Ριζώματα, κόνδυλοι, βολβοί έχουν χαμηλό ρυθμό αναπνοής. Φρούτα και λαχανικά που κόβονται ώριμα όπως η τομάτα, τα πεπόνια έχουν χαμηλότερο ρυθμό αναπνοής σε σύγκριση με αυτά που συλλέγονται άγουρα π.χ. πράσινα φασόλια, αρακάς, καλαμπόκι, μπάμια.

Φυτικά μέρη με βλαστικούς ή μεριστωματικούς ιστούς όπως π.χ. το σπαράγγι, το μπρόκολο, τα πράσινα κρεμμυδάκια έχουν πολύ υψηλό ρυθμό αναπνοής. Γενικά ο βαθμός της φθαρτότητας των φυτικών οργάνων είναι ανάλογος με το ρυθμό αναπνοής τους.

Διαφορές μεταξύ των φυτικών οργάνων όσον αφορά τη σχέση επιφάνεια/ όγκο και τη φύση της επιδερμίδας (πάχος της επιδερμίδας, στομάτια, φακίδια) επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά της διάχυσης των αερίων και ως εκ τούτου το ρυθμό της αναπνοής. Τέτοιες διαφορές είναι υπεύθυνες για γενοτυπικές διαφορές στην αναπνευστική δραστηριότητα ενός δοθέντος είδους.

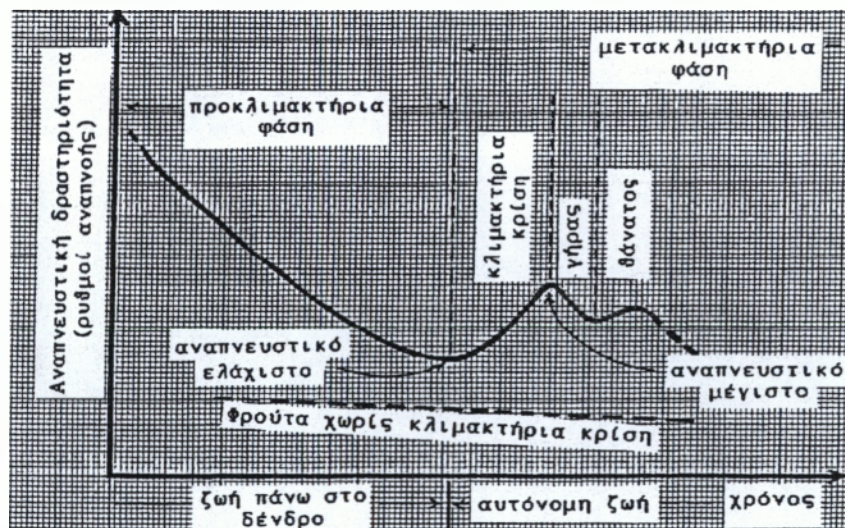
Προσυλλεκτικοί παράγοντες όπως: κλιματικές συνθήκες, καλλιεργητική πρακτική, μπορούν να επηρεάσουν μορφολογικά χαρακτηριστικά και τη σύνθεση ενός δοθέντος γενοτύπου ο οποίος με τη σειρά του επηρεάζει το ρυθμό αναπνοής.

2. Στάδιο ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή

Διαφορές στο ρυθμό της αναπνοής παρατηρούνται κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης του φυτικού οργάνου. Ο ρυθμός της αναπνοής είναι πολύ υψηλός κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης και ελαττώνεται καθώς τα φυτικά όργανα ωριμάζουν. Τα λαχανικά που συλλέγονται κατά τη φάση της έντονης ανάπτυξης όπως τα φύλλα, τα άνθη και τα άγουρα λαχανικά έχουν υψηλό ρυθμό αναπνοής. Στα ογκώδη φυτικά όργανα ο ρυθμός αναπνοής υπολογιζόμενος βάσει της μονάδας βάρους ελαττώνεται συνέχεια.

Μετά τη συγκομιδή ο ρυθμός της αναπνοής ελαττώνεται σταθερά. Η ελάττωση είναι αργή στα ώριμα φρούτα και λαχανικά γρήγορη δε στα άγουρα. Η γρήγορη πτώση του ρυθμού της αναπνοής οφείλεται στην κατανάλωση του αναπνευστικού υποστρώματος.

Εξαιρέση παρουσιάζουν ορισμένα φρούτα και λαχανικά που παρουσιάζουν μετασυλλεκτικά μια αύξηση του ρυθμού αναπνοής η οποία ονομάζεται “κλιμακτήριος κρίση” και η οποία παρουσιάζει 4 φάσεις: το προκλιμακτήριο ελάχιστο, την κλιμακτήρια αύξηση, το κλιμακτήριο μέγιστο και τη μετακλιμακτήρια φάση. Στα κλιμακτήρια φρούτα και λαχανικά η κλιμακτήριος κρίση συνδέεται με αυξημένη μεταβολική δραστηριότητα η οποία συμπίπτει με τη μεταβατική φάση από την ανάπτυξη στη γήρανση. (σχήμα 3)



Σχήμα 3. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής ενός κλιμακτηρίου φρούτου (μήλου) κατά τη διάρκεια της ζωής του.

Η κλιμακτήρια κρίση συνοδεύεται από παραγωγή C_2H_4 , αλλαγές που συνδέονται με την ωρίμανση όπως: χρώμα, μαλάκωμα, ανάπτυξη χαρακτηριστικού αρώματος και ρυθμίζεται από αλλαγές του υποστρώματος, των δραστηριοποιητών και παρεμποδιστών παρά από την εκ νέου σύνθεση ενζύμων για τη γλυκόλυση ή τη βιογένεση μιτοχονδρίων.

Τα μη κλιμακτήρια φρούτα ωριμάζουν πάνω στο δέντρο. Εάν συγκομιστούν νωρίτερα ο ρυθμός της αναπνοής ελαφρά μειώνεται.

3. Χημική σύνθεση των ιστών

Οι τιμές του αναπνευστικού πηλίκου (RQ) μεταβάλλονται ανάλογα με το αναπνευστικό υπόστρωμα. Συνήθως όταν το RQ είναι μικρότερο του 1 σαν υπόστρωμα χρησιμοποιούνται τα λιπαρά οξέα, όταν είναι ίσο με 1 χρησιμοποιούνται τα σάκχαρα και μεγαλύτερο του 1 τα οργανικά οξέα.

Η περιεχόμενη υγρασία στον ιστό επηρεάζει το ρυθμό αναπνοής. Οι σπόροι που έχουν χαμηλή περιεκτικότητα σε υγρασία (περίπου 15%) παρουσιάζουν χαμηλό ρυθμό αναπνοής. Μια αύξηση του ποσοστού υγρασίας πάνω από το 15% αυξάνει γρήγορα τον ρυθμό αναπνοής. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το νερό διευκολύνει την υδρόλυση των υδρογονανθράκων σε διαλυτά σάκχαρα και αυξάνει την δραστηριότητα των αναπνευστικών ενζύμων. Ιστοί κορεσμένοι με νερό έχουν χαμηλότερο ρυθμό αναπνοής.

4. Μέγεθος του προϊόντος

Οι μικρού μεγέθους πατάτες έχουν μεγαλύτερη αναπνευστική δραστηριότητα από τις πατάτες μεγάλου μεγέθους. Όπως και στη διαπνοή έτσι και στην αναπνοή το μέγεθος της επιφάνειας επηρεάζει το ρυθμό αναπνοής διότι οι μικρού μεγέθους καρποί παρουσιάζουν μεγαλύτερη επιφάνεια που εκτίθεται στην ατμόσφαιρα και ως εκ τούτου μπορεί να διαχυθεί περισσότερη ποσότητα O_2 .

B. Εξωτερικοί παράγοντες

1. Θερμοκρασία

Η θερμοκρασία είναι ο πιο σημαντικός περιβαλλοντικός παράγοντας για την μετασυλλεκτική ζωή των φρέσκων φρούτων και λαχανικών λόγω της δραστηκής επίδρασής της στο ρυθμό των βιολογικών αντιδράσεων. Μεταξύ $0^{\circ}C$ και $35^{\circ}C$ η ταχύτητα των βιολογικών αντιδράσεων αυξάνει 2-3 φορές για κάθε αύξηση της θερμοκρασίας κατά $10^{\circ}C$ (νόμος Van't Hoff). Ο συντελεστής θερμοκρασίας για ένα διάστημα $10^{\circ}C$ ονομάζεται Q_{10} και υπολογίζεται ως εξής:

$$Q_{10} = \left[\frac{R_2}{R_1} \right]^{10/T_2-T_1}$$

Όπου R_2 = ρυθμός αναπνοής στη θερμοκρασία T_2

R_1 = ρυθμός αναπνοής στη θερμοκρασία T_1

T_2 και T_1 = θερμοκρασία σε °C

Εάν $T_2 - T_1 = 10$ τότε:

$$Q_{10} = \frac{R_2}{R_1}$$

Οι τιμές του Q_{10} για το ρυθμό αναπνοής των λαχανικών μεταξύ των διαφόρων θερμοκρασιακών ευρών μεταβάλλονται ως εξής:

Εύρος θερμοκρασίας	Τιμές Q_{10}
0-10	2,5-4,0
10-20	2,0-2,5
20-30	1,5-2,0
30-40	1,0-1,5

(Kader, 1987)

2. Συγκέντρωση οξυγόνου

Η παρουσία του οξυγόνου είναι βασική για την αναπνοή των φυτικών οργάνων. Το O_2 είναι ο τελικός αποδέκτης των ηλεκτρονίων στην άλυσσο μεταφοράς ηλεκτρονίων. Καθώς η συγκέντρωση του O_2 ελαττώνεται κάτω από το 21% και ειδικά κάτω από το 10% παρατηρείται μία σημαντική μείωση του ρυθμού της αναπνοής. Όταν η συγκέντρωση του οξυγόνου μειωθεί κάτω από 2% (η ακριβής συγκέντρωση εξαρτάται από το είδος, τη θερμοκρασία, και τη διάρκεια) λαμβάνει χώρα αναερόβια αναπνοή και η παραγωγή του CO_2 αυξάνεται. Στην περίπτωση αυτή έχουμε και συγκέντρωση προϊόντων ζύμωσης (ακεταλδεύδη, αιθανόλη).

3. Διοξείδιο του άνθρακα

Υψηλές συγκεντρώσεις CO_2 επιμηκύνουν το χρόνο συντήρησης των φρούτων και λαχανικών γιατί παρεμποδίζουν την αναπνοή. Συγκεντρώσεις CO_2 πάνω από 20% αυξάνουν την αναερόβια αναπνοή (συσσώρευση ακεταλδεύδης, αιθανόλης) και προκαλούν βλάβες στους ιστούς. Το εύρος των βλαβών εξαρτάται από το ποσοστό

του CO₂ ή το ποσοστό του O₂ στην περιβάλλουσα το φυτικό όργανο ατμόσφαιρα καθώς και από το χρόνο έκθεσης.

4. Μονοξειδίο του άνθρακα

Συγκεντρώσεις του μονοξειδίου του άνθρακα κυμαινόμενες μεταξύ 1-10% στην περιβάλλουσα ατμόσφαιρα ή στην ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, μειώνουν την αναπνευστική δραστηριότητα των φυτικών οργάνων. Επειδή όμως το CO έχει δράση ανάλογη του αιθυλενίου, προστιθέμενο στον αέρα διεγείρει την αναπνευστική δραστηριότητα των κλιμακτήριων φρούτων. Η δράση του αυτή ελαχιστοποιείται όταν η περιεκτικότητα του οξυγόνου είναι χαμηλότερη του 5% .

5. Μηχανικές βλάβες, stress

Η επίδρασή τους εξαρτάται από την ποικιλία του φρούτου και τη σοβαρότητα της βλάβης. Ένα χτύπημα μπορεί να ερεθίσει την αναπνοή προφανώς λόγω της έμμεσης επίδρασης στην παραγωγή C₂H₄ (C₂H₄ stress). Μία ελαφρά πτώση ή χάραγμα στην επιφάνεια του φρούτου προκαλεί μεγάλη αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας.

Υδατικό stress που προκαλείται από υγρασία χαμηλότερη από την άριστη σχετική υγρασία στον περιβάλλοντα αέρα μπορεί να διεγείρει την αναπνευστική δραστηριότητα. Όμως όταν η υγρασία του φυτικού οργάνου μειωθεί περισσότερο από 5%, η αναπνευστική δραστηριότητα μειώνεται και συγχρόνως το προϊόν μαραίνεται.

6. Αιθυλένιο

Η εφαρμογή του αιθυλενίου επηρεάζει σημαντικά το χρόνο εμφάνισης της κλιμακτήριας κρίσης. Στα κλιμακτήρια φρούτα η εφαρμογή του C₂H₄ κατά το προκλιμακτήριο στάδιο επιταχύνει το χρόνο εμφάνισης της κλιμακτήριας κρίσης χωρίς να επηρεάζει τη μορφή της αναπνευστικής καμπύλης ή να επιφέρει αλλαγές σε άλλα συστατικά. Όσο υψηλότερη είναι η συγκέντρωση του C₂H₄ (πέραν του κρίσιμου σημείου) τόσο γρηγορότερα διεγείρεται η αναπνοή. Όμως είναι πιο αποτελεσματική όταν εφαρμόζεται κατά το προκλιμακτήριο στάδιο και σε υψηλή θερμοκρασία. Στα μη κλιμακτήρια φρούτα η αναπνοή μπορεί να διεγερθεί οποιαδήποτε στιγμή κατά τη μετασυλλεκτική ζωή τους. Μία αύξηση της αναπνοής παρατηρείται αμέσως μετά τη εφαρμογή του C₂H₄.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΡΙΤΟ

3. ΑΙΘΥΛΕΝΙΟ

3.1 Εισαγωγή

Το 1910 για πρώτη έγινε λόγος για ένα αέριο X που προκαλούσε την ωρίμανση των τροπικών φρούτων. Το 1934 έγινε η ταυτοποίηση του αερίου αυτού και βρέθηκε ότι ήταν το αιθυλένιο. Ο ρόλος του αιθυλενίου σαν ρυθμιστικού παράγοντα που επηρεάζει πολλές φάσεις της ανάπτυξης και της εξέλιξης του καρπού, έγινε γνωστός τα τελευταία 50 χρόνια. Η χρήση όμως του αιθυλενίου για την επιτάχυνση της ωρίμανσης ήταν γνωστή από την αρχαιότητα.

3.1.1 Επίδραση του αιθυλενίου στην αύξηση και ανάπτυξη των φυτών

Το αιθυλένιο επηρεάζει πολλές φάσεις της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών. Διεγείρει την ωρίμανση ορισμένων σπόρων που βρίσκονται σε λήθαργο, προκαλεί την πτώση των φύλλων κάτω από συνθήκες stress ξηρασίας, διεγείρει την άνθηση και προκαλεί την ωρίμανση και πτώση των καρπών.

Το αιθυλένιο θεωρείται σαν φυτική ορμόνη και αποτελεί σημαντικό παράγοντα της αύξησης και ανάπτυξης των φυτών.

3.2 Φυσιολογία και βιοχημεία της παραγωγής του αιθυλενίου

Το αιθυλένιο παράγεται από τα ανώτερα φυτά, τους μύκητες –πρώτη αναφορά γίνεται το 1940 στα *Penicillium digitatum*- και ορισμένα στελέχη βακτηρίων (*Pseudomonas solanacearum*).

Στα ανώτερα φυτά η παραγωγή αιθυλενίου επηρεάζεται από τη φύση του οργάνου και το στάδιο ανάπτυξης.

Η διαφορά της συγκέντρωσης του αιθυλενίου μεταξύ των εσωτερικών ιστών και της περιβάλλουσας ατμόσφαιρας επηρεάζεται α) από το ρυθμό παραγωγής του β) από το συντελεστή διάχυσης του αερίου γ) από το πορώδες του προϊόντος και δ) από τη διαδρομή που θα διατρέξει το αέριο (πάχος οργάνου).

3.3 Παράγοντες του περιβάλλοντος που επηρεάζουν την παραγωγή αιθυλενίου

α. Θερμοκρασία

Η άριστη θερμοκρασία για την παραγωγή του αιθυλενίου στα μήλα είναι οι 30°C. Όταν η θερμοκρασία αυξάνεται ο ρυθμός της παραγωγής μειώνεται και η

παραγωγή σταματά στους 40°C. Η παρεμπόδιση που ασκείται στην παραγωγή του αιθυλενίου στη θερμοκρασία των 40°C φαίνεται ότι είναι αντιστρεπτή γιατί μετά από 5h σε θερμοκρασία δωματίου, περίπου το 50% της παρεμπόδισης που ασκείται από τη θερμοκρασία εξαφανίζεται.

Στους 32°C όλες οι ποικιλίες ωριμάζουν κανονικά εάν εφαρμόσουμε εξωγενές αιθυλένιο γεγονός το οποίο δείχνει ότι η υψηλή θερμοκρασία παρεμποδίζει την παραγωγή του αιθυλενίου και αυτό είναι που παρεμποδίζει την ωρίμανση.

β) CO₂

Ανάλογα με τους ιστούς το CO₂ μπορεί να παρεμποδίζει, να προωθεί ή να μην έχει καμιά επίδραση στην παραγωγή του αιθυλενίου.

Στην περίπτωση των μήλων η παραγωγή αιθυλενίου παρεμποδίζεται όταν η συγκέντρωση του CO₂ κυμαίνεται μεταξύ 10% και 80%. Αυτό οφείλεται στο ότι το CO₂ παρεμποδίζει την ωρίμανση με επακόλουθο τη μείωση της παραγωγής του C₂H₄ που συνδέεται με την κλημακτήριο κρίση.

γ) Οξυγόνο

Η χαμηλή περιεκτικότητα O₂ παρεμποδίζει την παραγωγή του αιθυλενίου. Αυτό επιβεβαιώνεται από πολλές εργασίες σε μεγάλη ποικιλία ειδών. Στην περίπτωση του μήλου η παραγωγή αιθυλενίου δεν είναι δυνατή με την ενέργεια που προέρχεται από την αναερόβια αναπνοή. Απομάκρυνση του O₂ έχει σαν αποτέλεσμα μια γρήγορη μείωση του ρυθμού παραγωγής του αιθυλενίου. Σε αναερόβιες συνθήκες στους ιστούς των φυτών συγκεντρώνεται μία πρόδρομος μορφή αιθυλενίου η οποία μετατρέπεται αμέσως σε C₂H₄ παρουσία O₂.

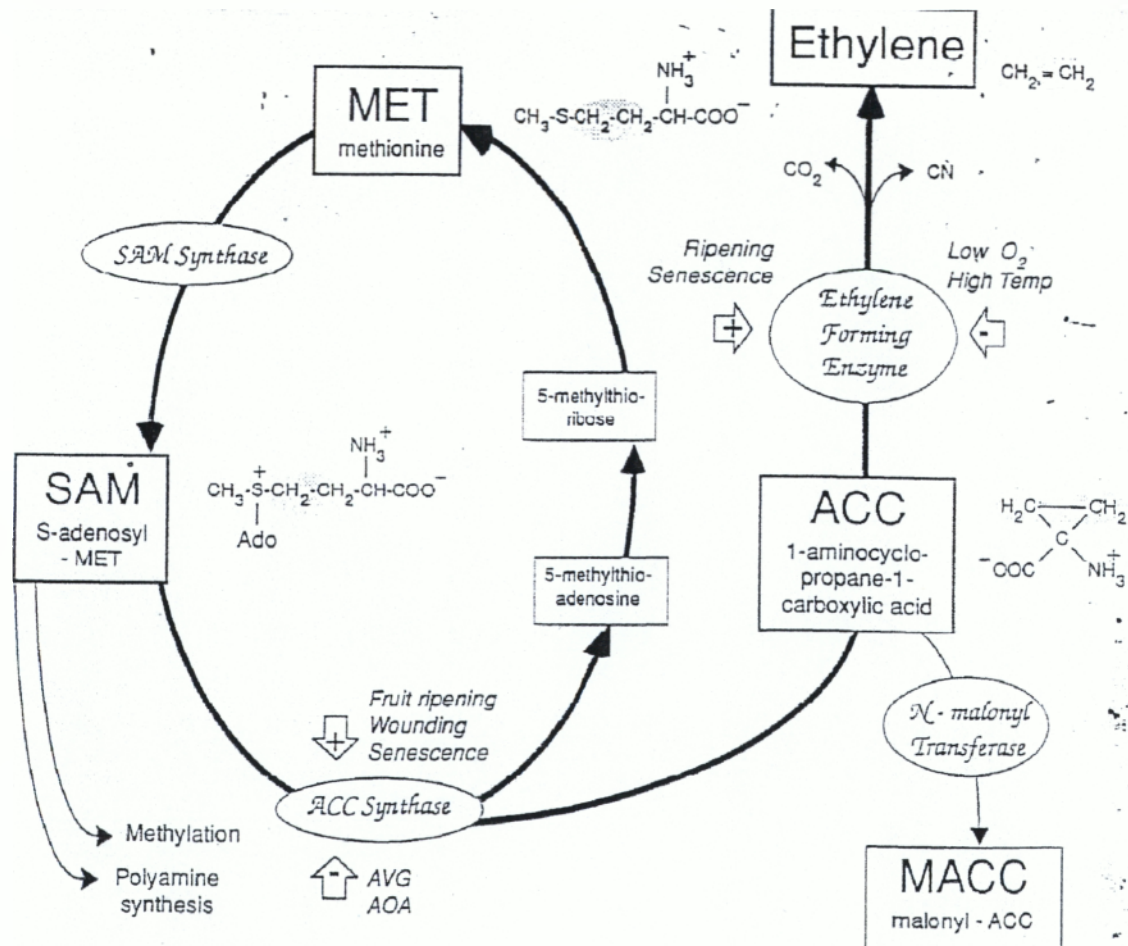
Χαμηλές συγκεντρώσεις O₂ καθυστερούν την ωρίμανση των φρούτων, είτε λόγω παρεμπόδισης της παραγωγής του αιθυλενίου (έλλειψη ενέργειας προερχόμενη από την αερόβια αναπνοή) είτε λόγω παρεμπόδισης της δράσης του λόγω χαμηλής συγκέντρωσης O₂.

3.4 Βιοσύνθεση του αιθυλενίου

Η διευκρίνιση του βιοχημικού κύκλου παραγωγής του C₂H₄ στα φυτά (σχήμα 4) είναι μία από τις πιο ενδιαφέρουσες μελέτες του περασμένου αιώνα.

Μελέτες απέδειξαν ότι από τη Μεθειονίνη προέρχεται η S-αδενοσυλ-μεθειονίνη (SAM) η οποία είναι ο δεύτερος κρίκος στον κύκλο παραγωγής αιθυλενίου. Η SAM μετατρέπεται σε ένα σπάνιο αμινοξύ το 1-αμινοκυκλοπροπάνιο-1 καρβοξυλικό οξύ (ACC) το οποίο είναι ο άμεσος πρόδρομος του αιθυλενίου. Η μετατροπή του SAM σε

ACC καταλύεται από το ένζυμο ACC-συνθετάση. Προσθήκη ACC σε προκλιμακτάρια φρούτα αυξάνει μόνο ελάχιστα την παραγωγή του αιθυλενίου γεγονός το οποίο αποδεικνύει την ύπαρξη και ενός άλλου ενζύμου για τη δημιουργία του αιθυλενίου. Το ένζυμο αυτό το οποίο αποκαλείται EFE (ethylene-forming-enzyme) μετατρέπει το ACC σε αιθυλένιο. Το ένζυμο EFE δεν έχει πλήρως προσδιοριστεί αλλά γνωρίζουμε ότι είναι ένα ένζυμο που βρίσκεται στο όριο της μεμβράνης. Παράγοντες που επηρεάζουν την δραστηριότητα του ενζύμου ACC-συνθετάση και ως εκ τούτου την ωρίμανση και υπερωρίμανση των φρούτων είναι οι αυξίνες, οι φυσικές βλάβες και οι ασθένειες ψύχους. Οι ουσίες AOA (aminoxyacetic acid) και AVG (aminoethoxyvinyl glucine) είναι ισχυροί παρεμποδιστές της δράσης του ενζύμου ACC-συνθετάση και ως εκ τούτου της παραγωγής του αιθυλενίου. Παρεμποδιστές της δράσης του ενζύμου EFE είναι η ανοξία, θερμοκρασίες υψηλότερες των 35 °C και τα ιόντα κοβαλτίου.



Σχήμα 4. Βιοχημικός κύκλος παραγωγής του C₂H₄ στα φυτά.

3.5 Τρόπος δράσης του αιθυλενίου

Το αιθυλένιο είναι μια φυτική ορμόνη η οποία πιθανώς σε συνεργασία με άλλες φυτικές ορμόνες (αυξίνες, γιββερελίνες, κινίνες) ελέγχει τη διαδικασία ωρίμανσης των φρούτων. Η σχέση του με τις άλλες ορμόνες δεν είναι ακόμα πλήρως γνωστή.

Το πιο αποδεκτό μοντέλο δράσης του αιθυλενίου είναι το εξής: Το αιθυλένιο συνδέεται με μια πρωτεΐνη –τον υποδοχέα- σχηματίζοντας έτσι ένα σύμπλοκο το οποίο ενεργοποιεί την ωρίμανση. Για τη σύνδεση πρέπει να υπάρχει μέταλλο πιθανώς χαλκός (Cu^{++}). Η ευαισθησία του υποδοχέα για το αιθυλένιο αυξάνεται από την παρουσία του O_2 και ελαττώνεται από την παρουσία του CO_2 .

Σε πολλά κλιμακτήρια φρούτα βρέθηκε σχέση μεταξύ έναρξης της ωρίμανσης και της μεταβολής του ρυθμού παραγωγής του αιθυλενίου καθώς και της εσωτερικής του συγκέντρωσης. Σε ορισμένα φρούτα όπως η μπανάνα, η τομάτα, το πεπόνι, η αύξηση της συγκέντρωσης του αιθυλενίου παρατηρείται πριν από την έναρξη της αύξησης της αναπνοής, ενώ αυτό δεν παρατηρείται στα μήλα, το avocado και το mango. Το αιθυλένιο αυξάνει την περατότητα των μεμβρανών και έτσι διευκολύνεται η επαφή του υποστρώματος με το ένζυμο.

3.6 Επίδραση του εξωγενούς αιθυλενίου

Το αιθυλένιο έχει άμεση σχέση με την αναπνευστική δραστηριότητα των φρούτων. Στον πίνακα 4 παρουσιάζεται ο τρόπος αντίδρασης κλιμακτρίων και μη φρούτων στην εφαρμογή εξωγενούς αιθυλενίου.

Πίνακας 4. Σχέση αιθυλενίου και αναπνοής

	Κλιμακτήρια	Μη-κλιμακτήρια
Αντίδραση στην εφαρμογή	Μόνο πριν από την αναπνευστική κρίση	Καθ' όλη την διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής
Εύρος απάντησης	Ανεξάρτητα της συγκέντρωσης	Συνάρτηση της συγκέντρωσης
Ενδογενή επίπεδα	Ποικίλα, χαμηλά έως υψηλά	Χαμηλά
Αυτοκατάλυση	Έντονη	Απούσα

(Biale and Yang 1981)

Στα κλιμακτήρια φρούτα η εφαρμογή εξωγενούς αιθυλενίου επιταχύνει το χρόνο εμφάνισης της κλιμακτικής κρίσης χωρίς όμως να αλλοιώνει τον τύπο της καμπύλης της αναπνοής. Για την επίτευξη του αποτελέσματος αυτού θα πρέπει η εφαρμογή να γίνεται κατά τη φάση του προκλιμακτικού σταδίου, πριν από την έναρξη παραγωγής αιθυλενίου από το ίδιο το φρούτο. Στα μη κλιμακτήρια φρούτα διέγερση της αναπνοής από τη εφαρμογή εξωγενούς αιθυλενίου παρατηρείται καθ'όλη τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής.

Μία άλλη διαφορά μεταξύ κλιμακτικών και μη φρούτων στην αντίδραση τους στο εξωγενές αιθυλένιο είναι η εξής: Στα μη κλιμακτικά εάν παύσει η εφαρμογή του εξωγενούς αιθυλενίου, η αναπνοή γυρίζει στα προ της εφαρμογής επίπεδα, ενώ στα κλιμακτικά φρούτα εάν η συγκέντρωση του αιθυλενίου ήταν αρκετή για την έναρξη της ωρίμανσης, τότε και μετά την παύση της εφαρμογής του εξωγενούς αιθυλενίου δεν έχουμε επιστροφή στα αρχικά επίπεδα αναπνοής.

3.7 Αιθυλένιο προερχόμενο από stress

Μεγάλος αριθμός μελετών απέδειξε ότι η παραγωγή του αιθυλενίου αυξάνει πολύ γρήγορα μετά από : τραύμα που προκάλεσε η εφαρμογή χημικών ουσιών, βλάβες από έντομα, βλάβες από πολύ υψηλές θερμοκρασίες, ακτινοβολία και μηχανικές βλάβες. Το παραγόμενο αιθυλένιο στην περίπτωση αυτή καλείται "αιθυλένιο από stress".

3.8 Χρήση του αιθυλενίου μετασυλλεκτικά

Το αιθυλένιο χρησιμοποιείται στα φυτά για τη ρύθμιση ενός ικανού αριθμού φυσιολογικών διεργασιών που έχουν εμπορική ή πρακτική αξία. Όμως επειδή είναι αέριο είναι δύσκολο να χρησιμοποιηθεί στον αγρό όπως συμβαίνει με άλλες ουσίες που συνήθως εφαρμόζονται με ψεκασμό (υδατικά διαλύματα).

Λόγω λοιπόν των δυσκολιών που προκαλούσε η χρήση του αερίου στον αγρό επεζητήθηκαν ουσίες οι οποίες με χημική αντίδραση ελευθερώνουν αιθυλένιο. Το etephon ή ethrel ή CEPA (2 – chloroethylphosphonic acid) είναι ο πιο αποτελεσματικός δημιουργός αιθυλενίου γι' αυτό και χρησιμοποιείται ευρέως.

Στον πίνακα 5 παρουσιάζονται οι εφαρμογές του Etephon στην Γεωργία στην Αμερική.

Πίνακας 5. Εφαρμογές του Etephon στην Αμερική.

Χρήσεις	Φυτικά όργανα
Μετασυλλεκτική ωρίμανση καρπών	Μπανάνα, τομάτα
Προσυλλεκτική ωρίμανση καρπών	Πιπεριές, τομάτες
Συλλογή καρπών	Μήλα, ελιές, κεράσια, κανταλούπες, Ταγκερίνια
Αποφύλλωση	Μήλα, βαμβάκι, τριαντάφυλλα
Ωρίμανση ή μεταβολή χρώματος	Μήλα, σύκα, σταφύλια, πιπεριά, ανανά, τομάτα
Αποπρασινισμό προσυλλεκτικά	Ταγκερίνια
Αποπρασινισμό μετασυλλεκτικά	Λεμόνια, πορτοκάλια
Χειρισμός φύλλων	Καπνός
Πρόκληση ανθοφορίας	Ανανάς
Έκφραση φύλου	Αγγούρι, κολοκύθι
Ανάπτυξη μπουμπουκιών	Μήλα
Διέγερση πλευρικής κλάδωσης	Αζαλέα, γεράνια

(Kader A. 1992)

3.9 Ανεπιθύμητες δράσεις του αιθυλενίου

Το αιθυλένιο μπορεί να προκαλέσει ορισμένες ανεπιθύμητες επιδράσεις στην ποιότητα ενός μεγάλου εύρους ειδών. Έτσι μπορεί να:

α) Επιταχύνει την γήρανση

Στους πράσινους ιστούς αποικοδομεί τη χλωροφύλλη προκαλώντας κιτρίνισμα των φύλλων (σπανάκι, μαϊντανός) ή των λαχανικών (μπρόκολο), μειώνει την περιεκτικότητα σε πρωτεΐνες και αυξάνει την ευαισθησία σε αφυδάτωση και βλάβες.

β) Επιταχύνει την ωρίμανση

Η επιτάχυνση της ωρίμανσης μπορεί να είναι επιθυμητή σε ορισμένα φρούτα είναι όμως ανεπιθύμητη στα λαχανικά όπως στην περίπτωση των αγγουριών που προκαλεί το κιτρίνισμά τους.

Η επιτάχυνση της ωρίμανσης στην περίπτωση των φρούτων έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση του χρόνου συντήρησης.

Η σκληρότητα του ακτινιδίου κατά τη συντήρηση μειώνεται δραστικά αν στο χώρο συντήρησης υπάρχει αιθυλένιο σε συγκέντρωση μεγαλύτερη των 20 ppb .

γ) Προκαλέσει βλάβες σε φυλλώδη λαχανικά

Έκθεση σε αιθυλένιο μπορεί να προκαλέσει μαύρισμα ή και την καταστροφή μέρους του φύλλου. Σημαντικό πρόβλημα δημιουργείται στην περίπτωση του μαρουλιού στα φύλλα του οποίου δημιουργούνται νεκρωτικές κηλίδες χρώματος καστανού, λόγω αύξησης της σύνθεσης φαινολικών ουσιών. Η βλάβη αυτή ονομάζεται "russet spotting".

δ) Προκαλέσει την πίκραση των καρότων

Έκθεση σε αιθυλένιο προκαλεί την βιοσύνθεση μιας πικρής ουσίας, της ισοκουμαρίνης, με αποτέλεσμα τα καρότα να γίνουν πικρά.

ε) Διεγείρει το φύτρωμα

Μπορεί να προκαλέσει το φύτρωμα ειδών που προορίζονται για κατανάλωση όπως π.χ. της πατάτας, μειώνοντας έτσι την περιεκτικότητα σε άμυλο, αυξάνοντας την απώλεια υγρασίας και οδηγώντας σε μάρανση.

στ) Προκαλέσει πτώση των φύλλων, ανθέων και καρπών

Το πρόβλημα είναι έντονο στην περίπτωση των διακοσμητικών φυτών όπου μια έκθεση σε αιθυλένιο μπορεί να προκαλέσει πτώση φύλλων και ανθέων

ζ) Προκαλέσει σκλήρυνση των σπαραγγιών

Το αιθυλένιο επιταχύνει την ξυλοποίηση των αγγείων και τη δημιουργία ινών που καθιστούν το σπαραγγί σκληρό και έτσι μειώνεται το εδώδιμο ποσοστό.

η) Προκαλέσει φυσιολογικές ανωμαλίες

Το αιθυλένιο μπορεί να δημιουργήσει ή να επιταχύνει την εμφάνιση φυσιολογικών ανωμαλιών στα συντηρούμενα είδη. Υψηλές συγκεντρώσεις C_2H_4 σε θαλάμους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας μειώνει την αποτελεσματικότητα της μεθόδου.

3.10 Τρόποι προφύλαξης

Μέλημα όσων ασχολούνται με τη συντήρηση νωπών φυτικών ειδών είναι η απομάκρυνση του αιθυλενίου από την περιβάλλουσα αυτά ατμόσφαιρα. Αυτό μπορεί να γίνει:

α) με αερισμό.

Όταν ο εξωτερικός αέρας είναι ελεύθερος αιθυλενίου, μία αλλαγή του αέρα του θαλάμου / η είναι ικανή να διατηρήσει το αιθυλένιο σε χαμηλά επίπεδα.

β) με χημική δέσμευση.

Οι ουσίες οι οποίες μπορούν να δεσμεύσουν το C_2H_4 είναι οι εξής: $KMnO_4$ (υπερμαγγανικό Κάλιο) που οξειδώνει το αιθυλένιο σε CO_2 και H_2O , όζον που παράγεται από υπεριώδεις λάμπες (το όζον είναι τοξικό για τα φρέσκα προϊόντα και πρέπει να απομακρύνεται), ενεργός άνθρακας.

γ) με καταλυτική οξείδωση.

Το αιθυλένιο σε υψηλή θερμοκρασία παρουσία ενός καταλύτη οξειδώνεται από το οξυγόνο σε CO_2 και H_2O . Η αρχή αυτή εφαρμόζεται με ειδικά μηχανήματα "scrubbers" C_2H_4 που μπορούν να μειώνουν αποτελεσματικά την περιεκτικότητα αιθυλενίου του αέρα των θαλάμων συντήρησης .

δ) με συντήρηση με μειωμένη πίεση (hyrobaric storage).

Με την τεχνική αυτή απομακρύνεται το ενδογενές αιθυλένιο και συγχρόνως επιτυγχάνεται μειωμένη συγκέντρωση O_2 στο χώρο συντήρησης.

ε) με συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα.

Χαμηλή συγκέντρωση O_2 και υψηλή συγκέντρωση CO_2 μειώνουν το μεταβολισμό των φυτικών οργάνων, μειώνοντας το ρυθμό της αναπνοής και της παραγωγής C_2H_4 . Η υψηλή επίσης συγκέντρωση του CO_2 παρεμποδίζει τη δράση του αιθυλενίου στους ιστούς.

στ) με παρεμπόδιση της βιοσύνθεσής του.

Παρεμποδιστές της βιοσύνθεσης του αιθυλενίου είναι οι ουσίες AVG και AOA που επιδρούν στην ACC συνθετάση που καταλύει τη μετατροπή του SAM σε ACC.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΤΕΤΑΡΤΟ

4. ΒΟΤΑΝΙΚΗ ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ - ΠΟΙΚΙΛΙΕΣ ΜΗΛΩΝ *PILAFA DELICIOUS* ΚΑΙ *GRANNY SMITH*.

Η μηλιά *Malus domestica*, ανήκει στην οικογένεια *Rosaceae* (υποοικογένεια *Pomoideae*). Το γένος *Malus* περιλαμβάνει περίπου 30 είδη και πάρα πολλά υποείδη τα οποία έχουν ενδιαφέρον σαν καλλωπιστικά φυτά (για την άφθονη ανθοφορία και την παραγωγή μικρών και πολύχρωμων φρούτων) ή σαν πηγή γενετικού υλικού όσον αφορά την αντοχή σε διάφορες ασθένειες. Η καλλιεργούμενη μηλιά *Malus domestica* αναφέρεται ότι προήλθε από το *Malus sylvestris* που βρέθηκε αυτοφυόμενο στις νότιες πλευρές του Καυκάσου. Το πιο πιθανό κέντρο καταγωγής της μηλιάς πιστεύεται ότι είναι η περιοχή του Καυκάσου με τις γειτονικές περιοχές της Μικράς Ασίας και της Περσίας. Τα είδη *Malus sylvestris* και *Malus prunifolia* έχουν δώσει τις περισσότερες μεγαλόκαρπες εμπορικές ποικιλίες μηλιάς. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες μηλιάς κατά το μεγαλύτερο ποσοστό τους είναι διπλοειδείς ($2n=34 \chi=17$), λίγες είναι τριπλοειδείς ($3n=51 \chi=17$) και ελάχιστες τετραπλοειδείς ($4n=34 \chi=17$).

Οι μηλιές έχουν προσαρμοστεί και καλλιεργούνται στις πιο ψυχρές περιοχές της εύκρατης ζώνης. Αντέχουν καλύτερα από όλα τα φυλλοβόλα δέντρα στις χαμηλές θερμοκρασίες του χειμώνα. Οι καλλιεργούμενες ποικιλίες χρειάζονται πολλές ώρες χαμηλών θερμοκρασιών (1200-1500 ώρες $< 7^{\circ}\text{C}$) για να διακόψουν το λήθαργο των οφθαλμών τους. Περιορισμένος αριθμός ποικιλιών καλύπτει σήμερα το μεγαλύτερο μέρος της παγκόσμιας παραγωγής μήλων από τις οποίες οι πιο σπουδαίες είναι αυτές της ομάδας των *Delicious*.

Ποικιλία *Pilafa Delicious*

Η ποικιλία *Pilafa Delicious* προέρχεται από τυχαίο σπορόφυτο της ποικιλίας *Delicious* που επισήμανε το 1920 ο Ηλίας Πιλαφάς στη Βλαχοκερασιά Τεγέας του Νομού Αρκαδίας. Το δέντρο αξιολογήθηκε το 1925. Οι πρώτοι οπωρώνες εγκαταστάθηκαν το 1939 στο Στίγκο Τεγέας και από εκεί διαδόθηκε η καινούργια πλέον ποικιλία, σε ολόκληρη την Αρκαδία.

Ο καρπός είναι μέτριος έως μεγάλος (μ.β. 220 gr) σχήματος κυδωνόμορφου. Ο φλοιός είναι τραχύς, πρασινοκίτρινος με κόκκινο επίχρωμα στο τμήμα που το βλέπει ο ήλιος. Φέρει άφθονα καστανά φακίδια ενώ η σάρκα είναι χρώματος λευκού συνεκτικής υφής. Έχει γεύση γλυκιά, ελαφρώς υπόξινη με λεπτό άρωμα. Ωριμάζει στο τέλος Οκτωβρίου και συντηρείται καλά σε ψύξη μέχρι την Άνοιξη.

Ποικιλία *Granny Smith*

Αυστραλιανή ποικιλία που επισημάνθηκε το 1868 από την κ. Thomas Smith. Ο καρπός της έχει μέτριο μέγεθος και σχεδόν σφαιρικό σχήμα. Ο φλοιός είναι παχύς και χαρακτηρίζεται από έντονο πράσινο χρώμα, όταν ωριμάζει ο καρπός γίνεται κηρώδης. Η σάρκα είναι λευκή, συνεκτική, τραγανή, χυμώδης, υπόξινη όχι πολύ αρωματική, με καλή γεύση. Είναι ευπαθής στο ωίδιο και στο φουζικλάδιο. Ωριμάζει κατά το μήνα Οκτώβριο και συντηρείται καλά στο ψυγείο μέχρι την Άνοιξη. Το δέντρο είναι ζωηρής βλάστησης, με απλωτή ανάπτυξη και όψιμη σχετικά είσοδο σε καρποφορία. Προτιμά εύκρατο, θερμό κλίμα με 200 ώρες ηλιοφάνεια το χρόνο και έχει το μεγαλύτερο βλαστικό κύκλο από τις περισσότερες ποικιλίες μήλων.



Εικόνα 1. Μήλο ποικιλίας *Granny Smith*

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΠΕΜΠΤΟ

5. ΠΟΙΟΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

5.1 Εισαγωγή

Ο πιο διαδεδομένος ορισμός της "ποιότητας " είναι αυτός που έχει δοθεί από τους Kramer και Twigg (1970), και ορίζει ότι "ποιότητα είναι το σύνολο εκείνων των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου προϊόντος, που επιτρέπουν το διαχωρισμό του και σχετίζονται άμεσα με την ικανότητα του καταναλωτή, ο οποίος χρησιμοποιώντας τα χαρακτηριστικά αυτά, είναι σε θέση να ξεχωρίζει το προϊόν και να το διακρίνει από το σύνολο ομοειδών προϊόντων".

Στα οπωροκηπευτικά, "ποιότητα" είναι το σύνολο των χαρακτήρων ή ιδιοτήτων ενός προϊόντος που αναφέρονται στη βρωσιμότητα, στην εμφάνιση και γενικά στην χρησιμότητά του και δίνουν αξία στο προϊόν για τροφή (π.χ. νωποί καρποί και λαχανικά) ή αισθητική απόλαυση (π.χ. άνθη). Η ποιότητα στα περισσότερα γεωργικά προϊόντα παραμένει σταθερή (π.χ. ξηροί καρποί, δημητριακά, λάδι κ.λ.π.). Στα ευπαθή όμως φρούτα και λαχανικά η ποιότητα μετά τη συγκομιδή μειώνεται (π.χ. κεράσια, ροδάκινα, βερίκοκα κ.λ.π.). Σε ορισμένους νωπούς καρπούς, όπως στα μήλα, αχλάδια και μπανάνες, κατά τις πρώτες εβδομάδες ή μήνες μετά τη συγκομιδή έχουμε βελτίωση της ποιότητας και ύστερα αρχίζει η υποβάθμισή της. Οι διάφοροι χειρισμοί των καρπών κατά τη συγκομιδή και διακίνηση αποβλέπουν στην καλύτερη διατήρηση της ποιότητας μέχρι τη διάθεσή τους στον καταναλωτή.

Τα χαρακτηριστικά των νωπών οπωροκηπευτικών που συνθέτουν την ποιότητα τους είναι :

A) Η γενική εμφάνιση του καρπού, δηλαδή το μέγεθος, το σχήμα, το χρώμα η στιλπνότητα, η καθαρότητα, η έλλειψη ελαττωμάτων (μωλωπισμοί, εγκαύματα κ.α.) .

B) Τα φυσικά χαρακτηριστικά, δηλαδή η υφή της σάρκας (τραγανότητα, σκληρότητα)

Γ) Η χημική σύσταση, όπως το άρωμα, η γλυκύτητα, η οξύτητα του χυμού και η αναλογία σακχάρων προς οξέα και τέλος

Δ) Η ύπαρξη ή μη υπολειμμάτων από φυτοφάρμακα ή άλλες χημικές ουσίες, που μπορεί να βλάψουν τον ανθρώπινο οργανισμό.

5.2 Φυσικά και ανατομικά χαρακτηριστικά των νωπών οπωροκηπευτικών

Οι μηχανικές ιδιότητες της σάρκας των φρούτων παίζουν σημαντικό ρόλο στο βαθμό αποδοχής των προϊόντων από τον καταναλωτή. Όροι όπως σκληρό, μαλακό, τραγανό, χυμώδες κ.λ.π. χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά των καρπών.

Η υφή εκτιμάται με αντικειμενικούς τρόπους χρησιμοποιώντας ειδικά επιστημονικά όργανα και με υποκειμενικούς τρόπους οι οποίοι βασίζονται στις πληροφορίες από προσωπικές εκτιμήσεις πεπειραμένων ατόμων που χρησιμοποιούν τις διάφορες αισθήσεις τους.

Οι εργαστηριακές μετρήσεις χρησιμοποιούνται κυρίως για να καθορίσουν τις ιδιότητες εκείνες των προϊόντων που δεν σχετίζονται άμεσα με την αποδοχή τους από τον καταναλωτή όπως για παράδειγμα το χρόνο συγκομιδής, τη δυνατότητα μεταφοράς κ.λ.π.

Επειδή οι φυτικοί ιστοί των φρούτων μπορούν να καταναλωθούν χωρίς καμία ιδιαίτερη επεξεργασία, οι ιδιότητες της υφής τους μπορούν να συσχετιστούν με τα χαρακτηριστικά των ζωντανών κυττάρων τα οποία και μεταβάλλονται λόγω των φυσιολογικών και βιοχημικών διεργασιών που λαμβάνουν χώρα κατά την αποθήκευση και την ωρίμανση των καρπών.

Λόγω της έμφυτης παραλλακτικότητας τόσο μεταξύ των φρούτων όσο και μεταξύ των δέντρων στις γραμμές φύτευσης του ίδιου οπωρώνα ο καθορισμός των χαρακτηριστικών της υφής είναι δύσκολος απαιτεί δε μεγάλο αριθμό δείγματος. Οι τιμές των μετρήσεων είναι αντιπροσωπευτικές για την δεδομένη χρονική στιγμή της ανάλυσης και δεν μπορούν να προβλέψουν μελλοντικές αντιδράσεις του καταναλωτή σε αντίθεση με τα επεξεργασμένα τρόφιμα (αποξηραμένα, κατεψυγμένα κ.λ.π.) τα οποία διατηρούν σχεδόν σταθερή την υφή τους κάτω από ιδανικές συνθήκες αποθήκευσης.

Η δυνατότητα προσδιορισμού της υφής των καρπών παίζει σημαντικό ρόλο στην μελέτη των ποιοτικών χαρακτηριστικών των φρούτων. Η ανάπτυξη των εργαστηριακών μεθόδων για την μέτρηση της υφής έχει ενισχύσει τις γνώσεις για την επίδραση που ασκούν στην υφή το περιβάλλον, οι προσυλλεκτικοί και μετασυλλεκτικοί χειρισμοί καθώς και οι γενετικοί παράγοντες.

Πρόσφατες μελέτες στις χημικές και βιοχημικές αντιδράσεις στο κυτταρικό τοίχωμα των κυττάρων των φρούτων έδωσαν σημαντικές πληροφορίες για την κατανόηση των μηχανισμών που ελέγχουν το μαλάκωμα της σάρκας των φρούτων και την μεταβολή της υφής στα διάφορα στάδια αποθήκευσης και ωρίμανσης των καρπών.

Ο όρος “υφή” καλύπτει ένα ευρύ φάσμα ιδιοτήτων που προσδιορίζουν το αποτέλεσμα της διέγερσης των αισθητηρίων οργάνων του καταναλωτή και τον τρόπο καταγραφής και μελέτης τους με την χρήση εργαστηριακών μεθόδων.

Μελέτες στην υφή νωπών φρούτων εστιάζουν κυρίως στις μηχανικές ιδιότητες των φυτικών ιστών που οδηγούν στην χρήση του όρου “συνεκτικότητα της σάρκας των φρούτων”. Ο όρος τελικά χρησιμοποιείται από τους ειδικούς για να περιγράψει τις μηχανικές ιδιότητες των φυτικών ιστών κυρίως όταν καταγράφονται με τη μορφή της δύναμης εκείνης που απαιτείται για την είσοδο ενός κυλινδρικού εμβόλου σε ένα προκαθορισμένο βάθος στη σάρκα του φρούτου.

Ο Bouigne (1979) διακρίνει δύο κατηγορίες φρούτων ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της υφής τους : την κατηγορία όπου τα φρούτα εμφανίζουν έντονο μαλάκωμα της σάρκας κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης (ροδάκινο, φράουλα) και την κατηγορία εκείνων που εμφανίζουν μέτριο μαλάκωμα (μήλο). Οι καρποί που ανήκουν στην πρώτη κατηγορία εμφανίζουν μικρή διάρκεια ζωής κατά την αποθήκευση και μικρή συσχέτιση μεταξύ της συνεκτικότητας της σάρκας κατά τη συγκομιδή και αυτής μετά την αποθήκευση. Αντίθετα στην δεύτερη κατηγορία ο χρόνος αποθήκευσης είναι μεγάλος και υπάρχει συσχέτιση μεταξύ της υφής κατά την εποχή της συγκομιδής και αυτής μετά την αποθήκευση.

Η πολύπλοκη φύση της υφής των φρούτων συνδέεται με τον μεγάλο αριθμό των χαρακτηριστικών εκείνων που απαιτούνται για να αποδοθούν πλήρως οι ιδιότητές της καθώς και με τις μεταβολές (συνήθως απρόβλεπτες) σ’ αυτά τα χαρακτηριστικά κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης.

Από βιολογική άποψη, η υφή καθορίζεται από το γενετικό υλικό, τις φυσιολογικές και βιοχημικές διαδικασίες που λαμβάνουν χώρα στους φυτικούς ιστούς κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης των φρούτων. (Dilley et al, 1993).

Πολλές μελέτες εστιάζονται κυρίως στην διαδικασία της ωρίμανσης. Η υφή ενός φρούτου μπορεί να εκτιμηθεί από βιοχημικά φαινόμενα που συμβαίνουν πριν ή κατά την έναρξη της ωρίμανσης. Τα φαινόμενα αυτά μπορούν να προσδιοριστούν με

αναλύσεις της σύστασης του κυτταρικού τοιχώματος, ανίχνευση παρουσίας ειδικών ενζύμων κ.λ.π.

5.4 Παράγοντες που επηρεάζουν την υφή

1) Γενετική σύσταση.

Τα χαρακτηριστικά της υφής όπως π.χ. η τραγανότητα, η ποσότητα χυμού ελέγχονται γενετικά, παρά το γεγονός ότι περιβαλλοντικοί παράγοντες συχνά μπορούν να τροποποιούν το βαθμό με τον οποίο εκφράζονται τα χαρακτηριστικά αυτά. Η επίδραση όμως του περιβάλλοντος είναι πολύ μικρή σε σχέση με τη γενετική βάση της υφής.

2) Περιβαλλοντικοί παράγοντες.

Οι περιβαλλοντικοί παράγοντες σε συνδυασμό με το κλίμα, τις καλλιεργητικές φροντίδες και τις λιπάνσεις ασκούν έντονη επίδραση στην ποιότητα γενικά των νωπών καρπών. Επεμβάσεις όπως π.χ. το αραιώμα των καρπών στα αρχικά στάδια της καρποφορίας μπορούν να αυξήσουν το βαθμό σκληρότητας της σάρκας παρά την αύξηση του μεγέθους των καρπών και την χαμηλή περιεκτικότητα σε ασβέστιο, παράγοντες που ελαττώνουν τη σκληρότητα των καρπών.

Το 1991 ο Autio μελέτησε την επίδραση που ασκεί το υποκείμενο στα μήλα ποικιλίας Delicious. Κατέληξε στο συμπέρασμα ότι το υποκείμενο επιδρά στην δυνατότητα αποθήκευσης των καρπών καθώς και στην ωρίμανση και στην περιεκτικότητα των καρπών σε ασβέστιο. Το υποκείμενο επιδρά στο μέγεθος του καρπού, χαρακτηριστικό που συνδέεται στενά με την υφή και τα επίπεδα του ασβεστίου.

3) Φωτεινή ακτινοβολία

Έκθεση των καρπών σε έντονη ηλιακή ακτινοβολία, (ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία) συχνά προκαλεί βλάβη γνωστή ως ηλιοέγκαυμα (sunscald ή sunburn) η οποία είναι δύσκολο να ξεχωριστεί από την βλάβη που προκαλείται λόγω επίδρασης υψηλών θερμοκρασιών. Μήλα όταν βρεθούν σε θερμοκρασία 30 °C τότε σε βάθη 5-10mm κάτω από την επιδερμίδα τους αναπτύσσεται θερμοκρασία μέχρι και 43 °C . Η έκθεση των καρπών σε έντονη ηλιακή ακτινοβολία σε συνδυασμό με τις αυξημένες θερμοκρασίες στη σάρκα τους επηρεάζει τελικά την υφή τους.

4) Μεταλλικά στοιχεία

Μελέτες στα μήλα έδειξαν ότι η υπερβολική αζωτούχος λίπανση σε συνδυασμό με άρδευση και εντατικές καλλιεργητικές τεχνικές μπορούν να μειώσουν το βαθμό σκληρότητας της σάρκας επηρεάζοντας και τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά της υφής. (Blanpied et al. 1978 ; Hipps and Perring 1989 ;Neilsen et al. 1984).

Ο φώσφορος (P), επιδρά θετικά στην υφή των μήλων ενώ σε χαμηλές συγκεντρώσεις αυξάνει την ευαισθησία τους σε φυσιολογικές ασθένειες (mealy breakdown).

Το ασβέστιο παίζει σημαντικό ρόλο στην ενίσχυση του κυτταρικού τοιχώματος. Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί με Ca (εμβάπτιση ή διήθηση) επιτρέπουν την διατήρηση της υφής των καρπών κατά την διάρκεια της αποθήκευσης σε πολλά είδη φρούτων όπως στα μήλα, στα ακτινίδια κ.λ.π. Το Ca ⁺⁺ επηρεάζει την υφή των φυτικών οργάνων γιατί επιδρά στους πολυσακχαρίτες του κυτταρικού τοιχώματος, μειώνει την περατότητα των μεμβρανών και διατηρεί την δομή του κυτταρικού τοιχώματος.

5) Το μέγεθος του καρπού

Οι μεγάλοι μεγέθους καρποί γενικά εμφανίζουν πιο μαλακή σάρκα από τους μικρότερους . Το μέγεθος του φρούτου σχετίζεται με τον αριθμό και το μέγεθος των κυττάρων. Τα μεγάλα φρούτα έχουν μεγαλύτερα κύτταρα αλλά ο αριθμός τους ανά μονάδα όγκου μπορεί να είναι μικρότερος. Το ποσοστό των κυτταρικών τοιχωμάτων και ο αριθμός των εν επαφή κυττάρων είναι μικρότερος πράγμα που μειώνει την αντοχή των μεγάλων σε σύγκριση με τα μικρά.

6) Η διαδικασία της ωρίμασης

Κατά τη διάρκεια της ωρίμασης των καρπών παρατηρείται μαλάκωμα της σάρκας σε βαθμό ανάλογα με το είδος του καρπού. Έτσι υπάρχουν καρποί που εμφανίζουν έντονο μαλάκωμα της σάρκας κατά τη διάρκεια της ωρίμασης όπως το ακτινίδιο, το μάνγκο, η τομάτα κ.α. και καρποί που διατηρούν τη σκληρότητα της σάρκας τους και μαλακώνουν ελάχιστα όπως π.χ. το μήλο.

Σε ορισμένα φρούτα, οι διάφοροι φυτικοί ιστοί στο εσωτερικό του καρπού παρουσιάζουν διαφορετική υφή. Έτσι χάνουν την σκληρότητά τους με διαφορετικό ρυθμό ο καθένας (π.χ. φράουλα, ακτινίδιο, τομάτα) με αποτέλεσμα να υπάρχει

ανομοιομορφία στην υφή της σάρκας και το προϊόν να μην γίνεται τελικά αποδεκτό από τον καταναλωτή.

7) Θερμοκρασία

Υπάρχουν τρεις τρόποι με τους οποίους η χαμηλή θερμοκρασία μπορεί να επιδράσει στην υφή: μια γρήγορη και αναστρέψιμη φυσική επίδραση της θερμοκρασίας στην υφή των φυτικών ιστών, μια γενική παρεμπόδιση των μεταβολικών διαδικασιών που συχνά ελαχιστοποιεί τις μεταβολές στην υφή κατά τη διάρκεια μακρόχρονης αποθήκευσης και μια καταστροφή της υφής όταν η αποθήκευση γίνεται σε θερμοκρασίες που ευνοούν την εμφάνιση ασθενειών ψύχους.

Η φυσική επίδραση της χαμηλής θερμοκρασίας μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσα σε λίγα λεπτά μεταβάλλοντας την υφή ενώ ταυτόχρονα μπορεί να υπάρχει μικρή ή ελάχιστη μεταβολή στην συγκέντρωση των πηκτινών.

Η εφαρμογή χαμηλών θερμοκρασιών κατά την αποθήκευση είναι η πιο διαδεδομένη μέθοδος για την διατήρηση της ποιότητας των νωπών καρπών. Τα φρούτα πρέπει να αποθηκεύονται στις χαμηλές εκείνες θερμοκρασίες που δεν προκαλούν απώλειες. Η ελάχιστη αυτή θερμοκρασία ποικίλει ανάλογα με το είδος του καρπού.

8) Θερμική επεξεργασία

Πρόσφατες μελέτες έδειξαν ότι χειρισμοί των μήλων με υψηλή θερμοκρασία μπορούν να καθυστερήσουν το μαλάκωμα της σάρκας και τις άλλες μεταβολές που σχετίζονται με την ωρίμανση. Ο μηχανισμός που διατηρεί την σκληρότητα της σάρκας είναι άγνωστος. Μετά από 10 μέρες αποθήκευσης στους 17°C η συγκέντρωση της αδιάλυτης πηκτίνης στα θερμικά επεξεργασμένα μήλα ήταν μεγαλύτερη ενώ ήταν μικρότερη η συγκέντρωση της διαλυτής πηκτίνης και το ποσοστό της αραβινόζης και ξυλόζης στα κυτταρικά τοιχώματα.

5.5 Μέθοδοι μέτρησης της υφής

Η μέτρηση της υφής των καρπών είναι σημαντική για πολλούς τομείς της έρευνας όπως επίσης και για την αξιολόγηση της ποιότητας των φρούτων στο εμπόριο. Για τους καλλιεργητές αποτελεί σημαντικό εφόδιο στην επιλογή του

κατάλληλου χρόνου συγκομιδής των προϊόντων αφού προσδιορίζει σε συνδυασμό και με άλλα κριτήρια το στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας των φρούτων.

Μια αρχική καταγραφή της υφής μπορεί να επιτευχθεί με την χρήση απλών οργάνων όπως τα πιεσόμετρα, penetrometer κ.λ.π. τα οποία καταγράφουν το βαθμό σκληρότητας της σάρκας που χρησιμοποιείται ως κριτήριο ωριμότητας.

Πολλές βιομηχανίες τροφίμων ακολουθούν κανόνες που βασίζονται στις μετρήσεις των χαρακτηριστικών της υφής προκειμένου να οργανώσουν και να διαθέσουν τα προϊόντα τους στην αγορά. Οι ποιοτικές αυτές προδιαγραφές θεσπίζονται από διεθνείς οργανισμούς και στόχο έχουν να διασφαλίσουν:

- την ενιαία υψηλή ποιότητα των προϊόντων που καταλήγουν στον καταναλωτή, ιδιαίτερα όταν γίνεται προσπάθεια ανάπτυξης σχέσης μεταξύ καταναλωτή-παραγωγού/ εμπορικής ονομασίας.
- το μέγιστο δυνατό όφελος από τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς κατά την αποθήκευση. Η συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα μπορεί να αποφέρει το μέγιστο δυνατό κέρδος μόνο αν τα προϊόντα που θα τοποθετηθούν στα ψυγεία είναι άριστης ποιότητας.
- την ποιότητα του προϊόντος μετά από οποιαδήποτε μετασυλλεκτική μεταχείριση στο σύστημα διακίνησης του είδους, με στόχο την επιμήκυνση του ενεργού χρόνου εμπορίας.

Ο βαθμός σκληρότητας ή το μαλάκωμα της σάρκας του καρπού εκτιμάται με διάφορους τρόπους. Οι περισσότερες από αυτές τις μεθόδους στηρίζονται στην θεωρία ότι οι φυτικοί ιστοί επιδεικνύουν ελαστικότητα και παχύρρευστη μορφή με αποτέλεσμα η μηχανική τους συμπεριφορά να εξαρτάται από το χρόνο. Αν για παράδειγμα ένας φυτικός ιστός συμπιεστεί και διατηρηθεί σε μια σταθερή παραμόρφωση, η δύναμη τότε που απαιτείται για να διατηρηθεί αυτή η παραμόρφωση βαθμιαία θα ελαττωθεί.

Η εκτίμηση με πίεση των δακτύλων χρησιμοποιείται στην έρευνα κυρίως όταν δεν υπάρχουν τα κατάλληλα όργανα για ακριβείς μετρήσεις. Στην περίπτωση αυτή οι ερευνητές ταξινομούν τους καρπούς και αξιολογούν μόνο εκείνα με μαλακή σάρκα.

Προσδιορισμός των χαρακτηριστικών της υφής μπορεί να γίνει με την χρήση κατάλληλων επιστημονικών οργάνων όπως π.χ. τα πιεσόμετρα. Δύο κυρίως τύποι πιεσόμετρων είναι διαδεδομένοι, το Magness-Taylor και το Effegi. Το Magness-Taylor αποτελείται από ένα δυναμόμετρο που φέρει ένα έμβολο με διάμετρο 5/16"

(7,9 mm) ή 7/16 (11mm) ανάλογα με το προς μέτρηση φυτικό όργανο. Το έμβολο βυθίζεται σε μια πλευρά του καρπού, σε σημείο από όπου συνήθως έχει αφαιρεθεί ο φλοιός, σε ορισμένο βάθος μέσα στη σάρκα και παίρνεται η ένδειξη του δυναμόμετρου σε λίμπρες (rounds). Το Effegi είναι πιο εύχρηστο, αποτελείται από ένα περιστροφικό δυναμόμετρο μικρών διαστάσεων και η πίεση μετριέται σε Kg. Το όργανο είναι φορητό αλλά οι μετρήσεις του παρουσιάζουν αποκλίσεις +/- 0,5 Kg. Στα μήλα και στα αχλάδια συνήθως γίνονται 2 μετρήσεις σε κάθε καρπό, περιμετρικά σε ίσες περίπου αποστάσεις και στο μέσο μεταξύ των δύο άκρων κάλυκα και ποδίσκου. Για μετρήσεις ακριβείας χρησιμοποιούνται εργαστηριακά πιεσόμετρα τα οποία είναι εφοδιασμένα με δυναμόμετρα μεγάλης ακριβείας (Chatillon) και δίνουν μετρήσεις με μικρότερες αποκλίσεις +/- 0,2 Kg. Οι μετρήσεις που προκύπτουν αφορούν την μέθοδο του τρυπήματος, μια διαδικασία μέτρησης της δύναμης που απαιτείται για την διείδυση ενός κυλινδρικού εμβόλου με κυρτό άκρο στην σάρκα ενός νωπού καρπού σε σταθερό βάθος.

Οι ενδείξεις του πιεσόμετρου αποτελούν ένα σχετικά σταθερό κριτήριο για τον προσδιορισμό της σκληρότητας της σάρκας για πολλά είδη νωπών καρπών. Εντούτοις, ορισμένοι παράγοντες είναι δυνατόν να επηρεάζουν τις μετρήσεις ή να δημιουργούν παραλλακτικότητα στις τιμές των μετρήσεων, μειώνοντας έτσι την αξιοπιστία της μεθόδου. Η ταχύτητα με την οποία βυθίζεται το έμβολο στη σάρκα, η θερμοκρασία του καρπού κατά τη μέτρηση και η σπαργή των κυττάρων του καρπού είναι δυνατόν να δημιουργούν παραλλακτικότητα στις μετρήσεις, που μπορεί να κυμαίνεται από 10 έως 30% (Haller 1941).

Μια άλλη μέθοδος προσδιορισμού της υφής είναι η συμπίεση ολόκληρου του νωπού καρπού ανάμεσα σε δύο παράλληλα τοποθετημένες πλάκες με την εφαρμογή σταθερής δύναμης και καταγραφή της προκαλούμενης παραμόρφωσης. Επίσης μπορεί να γίνει μέτρηση της δύναμης που απαιτείται για την παραμόρφωση του καρπού σε μια προκαθορισμένη απόσταση όπως και μέτρηση της δύναμης εκείνης μέχρι το σημείο διάρρηξης του καρπού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΚΤΟ

6. ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΟΥΣ-ΔΙΑΠΝΟΗ

6.1 Εισαγωγή

Διαπνοή είναι η απώλεια νερού υπό μορφή υδρατμών από τους φυτικούς ιστούς και αποτελεί μία από τις κύριες φυσιολογικές λειτουργίες που επηρεάζουν την εμπορική και φυσιολογική φθορά των νωπών φρούτων και λαχανικών. Η κίνηση των υδρατμών ακολουθεί περίπου την κίνηση των αερίων της αναπνοής μέσω των διαφόρων ανοιγμάτων της επιδερμίδας, το δε επιδερμικό στρώμα των κυττάρων ευθύνεται για την απώλεια υγρασίας. Η επιδερμίδα αποτελείται από τα κύτταρα της εφυμενίδας, τα φλοιοτρήματα, τα στομάτια και το τρίχωμα. Η εφυμενίδα καλύπτεται εξωτερικά με φυσικούς κηρούς που ενισχύουν το φλοιό και παρεμβάλλουν ένα φράγμα στην κίνηση των υδρατμών. Το πάχος και η κατασκευή της εφυμενίδας εξαρτάται από το είδος του προϊόντος και το στάδιο της συλλεκτικής ωριμότητας.

Τα φυτικά όργανα όταν είναι πάνω στο μητρικό φυτό αναπληρώνουν την απώλεια υγρασίας με τη μεταφορά νερού από τις ρίζες. Μετά τη συγκομιδή τα προϊόντα αυτά συνεχίζουν να διαπνέουν χωρίς όμως να μπορούν να προσλάβουν το νερό από το μητρικό φυτό οπότε η απώλεια υγρασίας με τη διαπνοή προκαλεί μείωση των υδατικών αποθεμάτων.

Η απώλεια υγρασίας συνεπάγεται όχι μόνο ποσοτικές απώλειες (απώλεια βάρους) αλλά και ποιοτικές απώλειες στην εμφάνιση (ξηράνση και συρρίκνωση), στην υφή (μαλάκωμα, απώλεια σε τραγανότητα), στην σύσταση (απώλεια σε χυμούς) και στην θρεπτική αξία. Η εμφάνιση, που προσελκύει τον αγοραστή των νωπών καρπών, είναι δυνατόν να επηρεαστεί αρνητικά όταν η απώλεια είναι μεγαλύτερη από το 1-2% του βάρους του καρπού, όπως π.χ. συμβαίνει με τα σταφύλια τα οποία όταν χάσουν υγρασία εμφανίζουν συρρικνωμένο και μαυρισμένο ποδίσκο. Τα περισσότερα είδη φρούτων και λαχανικών χάνουν τη φρεσκάδα τους όταν οι απώλειες βάρους ξεπεράσουν το 3-10%.

6.2 Παράγοντες που επηρεάζουν το βαθμό διαπνοής και την απώλεια νερού

Ο βαθμός διαπνοής των προϊόντων εξαρτάται τόσο από εσωτερικούς παράγοντες, (μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά, σχέση επιφάνεια/ όγκο,

στάδιο συλλεκτικής ωριμότητας) όσο και από εξωτερικούς παράγοντες, (θερμοκρασία, σχετική υγρασία του περιβάλλοντα χώρου, κίνηση του αέρα). Η διαπνοή (εξάτμιση του νερού) είναι μια φυσική διεργασία που μπορεί να επηρεασθεί από διάφορους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς (κλήρωμα, περιτύλιγμα με πλαστικά φιλμ και άλλα υλικά) αλλά κυρίως από τη σχετική υγρασία του περιβάλλοντα αέρα και την κίνηση του αέρα.

A. Εσωτερικοί παράγοντες

Μορφολογικά και ανατομικά χαρακτηριστικά. Τη διαπνοή επηρεάζουν τα ανατομικά και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά κάθε φυτικού οργάνου. Όλα τα φρούτα και τα λαχανικά που συντηρούνται στις ίδιες συνθήκες περιβάλλοντος δεν χάνουν υγρασία με την ίδια ένταση. Η φύση και το μέγεθος της επιφάνειας του προϊόντος που εκτίθεται στον ελεύθερο χώρο καθώς επίσης και η φύση των προστατευτικών ουσιών που βρίσκονται στη εφυμενίδα επηρεάζουν το βαθμό διαπνοής.

Αναπνοή. Η αναπνοή επηρεάζει τη διαπνοή έμμεσα με δύο τρόπους. α) Με την οξειδωση του αναπνευστικού υποστρώματος παράγεται νερό και θερμότητα. Το νερό που παράγεται παραμένει μέσα στους ιστούς και αυξάνει έτσι τη σχετική υγρασία, ενώ το CO₂ διαφεύγει. Η απομάκρυνση του CO₂ συμβάλλει κατά ένα μικρό ποσοστό στην απώλεια βάρους του συγκομισμένου προϊόντος. Από τη συνολική απώλεια βάρους, ένα ποσοστό της τάξης του 3-5% αντιστοιχεί στην απώλεια που προκαλεί η διαφυγή του παραγόμενου CO₂. Η θερμότητα που παράγεται με την αναπνοή απομακρύνεται με μεταφορά στο περιβάλλον και με εξάτμιση νερού. β) Η θερμότητα της αναπνοής ανεβάζει τη θερμοκρασία των ιστών και έτσι έμμεσα αυξάνει τη διαπνοή.

Η επίδραση της σχέσης επιφάνεια/ όγκο. Μεγάλο ρόλο στην απώλεια υγρασίας από τη διαπνοή παίζει η επιφάνεια σε σχέση με τον όγκο του προϊόντος. Η απώλεια νερού από εξάτμιση είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερη είναι η επιφάνεια του προϊόντος σε σχέση με τη μονάδα όγκου. Οι μικροί καρποί συνήθως έχουν μεγαλύτερη απώλεια υγρασίας σε σύγκριση με τους μεγάλους καρπούς. Τα φυλλώδη λαχανικά χάνουν περισσότερη υγρασία και βάρος απ' ότι οι καρποί.

Φύση των ουσιών που καλύπτουν την επιφάνεια του προϊόντος. Το είδος της εφυμενίδας και γενικά η κατασκευή των κυττάρων που αποτελούν το φλοιό επιδρά στην απώλεια υγρασίας. Στα περισσότερα είδη καρπών ο φλοιός καλύπτεται με

κηρώδεις ουσίες που κάνουν αδιαπέραστα τα επιδερμικά κύτταρα στο νερό ή στους υδρατμούς. Μεγαλύτερη σημασία στην παρεμπόδιση της διαπνοής έχει η σύσταση της εφυμενίδας παρά το πάχος της.

Κάτω από την εφυμενίδα βρίσκονται τα επιδερμικά κύτταρα που αφήνουν ελάχιστα κενά μεταξύ τους. Η κίνηση των υδρατμών στα φύλλα γίνεται κυρίως δια μέσου των στοματίων που υπάρχουν στην επιδερμίδα. Πολλοί καρποί και κόνδυλοι αντί στομάτων έχουν φλοιοτρήματα δηλ μικρά ανοίγματα μεταξύ των φελλοποιημένων επιδερμικών κυττάρων που προστατεύουν τους εσωτερικούς ιστούς. Τα φλοιοτρήματα παραμένουν συνεχώς ανοιχτά. Έτσι η απώλεια υγρασίας δια μέσου των φλοιοτρημάτων εξαρτάται από τον αριθμό τους, από το μέγεθός τους καθώς και από τη φύση των κηρωδών ουσιών που καλύπτουν την εφυμενίδα. Στους ώριμους καρπούς συνήθως τα ανοίγματα αυτά κλείνουν με την απόθεση κηρωδών και άλλων ουσιών και έτσι περιορίζεται κατά πολύ η απώλεια υγρασίας, η κίνηση δε των υδρατμών γίνεται μόνο με διάχυση δια μέσου της εφυμενίδας.

Ζημιές από μηχανικά αίτια. Οι ζημιές από μηχανικά αίτια αυξάνουν την απώλεια υγρασίας του προϊόντος. Οι μωλωπισμοί δημιουργούν ανοίγματα στην επιφάνεια του προϊόντος, διακόπτουν την συνέχεια της εφυμενίδας και επιτρέπουν τη διαφυγή αερίων δια μέσου της πληγωμένης επιφάνειας. Οι τραυματισμοί αποκτούν ακόμη μεγαλύτερη σημασία γιατί διακόπτουν τελείως τη συνέχεια της εφυμενίδας και εκθέτουν τους εσωτερικούς ιστούς στον ατμοσφαιρικό αέρα.

B. Εξωτερικοί παράγοντες

Έλλειμμα τάσης υδρατμών. Η ταχύτητα εξάτμισης είναι ανάλογη του ελλείμματος τάσης υδρατμών (E.T.Y) που αναπτύσσεται μεταξύ της τάσης υδρατμών του αέρα και του προϊόντος. Το E.T.Y. επηρεάζεται από τη σχετική υγρασία, τη θερμοκρασία και την κίνηση του αέρα γύρω από το προϊόν.

Θερμοκρασία. Η διαπνοή είναι αποτέλεσμα της δημιουργίας ελλείμματος τάσης υδρατμών (E.T.Y.) μεταξύ των μεσοκυττάρων χώρων των ιστών του προϊόντος και του περιβάλλοντος χώρου. Το E.T.Y. επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και τη σχετική υγρασία του χώρου. Ο θερμός αέρας για να φθάσει στο σημείο κορεσμού συγκρατεί περισσότερη υγρασία σε σύγκριση με τον ψυχρό αέρα και έτσι μπορεί να αφαιρέσει μεγαλύτερα ποσά υγρασίας από το προϊόν. Η διατήρηση του προϊόντος σε χαμηλή θερμοκρασία περιορίζει δραστικά την απώλεια υγρασίας και

αποφεύγεται έτσι η υποβάθμιση της ποιότητας από συρρίκνωση και μείωση της σπαργής των κυττάρων.

Επίδραση της κίνησης του αέρα στην απώλεια υγρασίας. Η κίνηση του αέρα πάνω από το προϊόν επιταχύνει την απώλεια υγρασίας. Κατά τη συντήρηση στα ψυγεία η κίνηση του αέρα μπορεί να επιφέρει σοβαρή απώλεια υγρασίας εκτός αν ο αέρας είναι πολύ υγρός. Όσο αυξάνεται η ταχύτητα του αέρα που κινείται γύρω από το προϊόν τόσο πιο μεγάλη είναι η απώλεια υγρασίας. Η ταχύτητα του αέρα θα πρέπει να είναι τόση όση χρειάζεται για να απομακρύνεται η θερμότητα που παράγεται με την αναπνοή.

6.3 Περιορισμός της απώλειας υγρασίας

Η μόνη προσέγγιση για περιορισμό της απώλειας υγρασίας είναι η ελάττωση του ελλείμματος τάσης υδρατμών μεταξύ του προϊόντος και του περιβάλλοντος ατμοσφαιρικού αέρα. Η απώλεια υγρασίας στις χαμηλές θερμοκρασίες είναι περιορισμένη εφόσον στο χώρο των ψυγείων διατηρείται υψηλή σχετική υγρασία. Η αύξηση της σχετικής υγρασίας έχει ως συνέπεια τον περιορισμό του Ε.Τ.Υ. όμως η χρησιμοποίηση πολύ υψηλής σχετικής υγρασίας ευνοεί την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών που προκαλούν σε πολλά προϊόντα μεγάλες απώλειες και καταστροφές. Οι νωποί καρποί ωριμάζουν καλύτερα σε σχετική υγρασία τουλάχιστον 90%, όχι μόνο γιατί αποφεύγεται η συρρίκνωση της επιφάνειάς τους, αλλά γιατί βελτιώνεται η εσωτερική ποιότητα. Η συντήρηση όμως ορισμένων ποικιλιών μήλων σε υψηλή σχετική υγρασία φαίνεται, ότι ενώ περιορίζει την απώλεια βάρους, σχετίζεται με την υπερωρίμανση και την γήρανση του καρπού.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ ΕΒΔΟΜΟ

7. ΧΡΩΜΑ

7.1 Γενικά

Μεταξύ των παραγόντων που συμβάλλουν στην αντίληψη της ποιότητας ενός φυτικού οργάνου το χρώμα είναι πρωταρχικός παράγοντας. Η πρώτη εντύπωση ενός τροφίμου είναι οπτική και η προθυμία μας για κατανάλωση εξαρτάται κατά μεγάλο βαθμό από αυτό.

Το χρώμα είναι μια υποκειμενική αίσθηση η οποία προκαλείται από το φως και δεν εξαρτάται από αυτό καθ' εαυτό το φυτικό όργανο. Η ένταση του χρώματος επηρεάζει την αγοραστική αξία των προϊόντων, χρησιμοποιείται δε για τον προσδιορισμό του σταδίου ωριμότητας των φρούτων.

Η οπτική αντίληψη του χρώματος μπορεί να περιγραφεί με τις παραμέτρους φωτεινότητα (*lightness, value*), *hue* και *chroma*. Η φωτεινότητα σχετίζεται με το ποσό του ανακλώμενου από την επιφάνεια του αντικειμένου φωτός και δεν εξαρτάται μόνο από την ένταση της φωτεινής πηγής αλλά και από τη φύση της ανακλούσας επιφάνειας. *Hue* είναι η αντίληψη του χρώματος που περιγράφεται με λέξεις όπως πράσινο, μπλε, κίτρινο ή κόκκινο και εξαρτάται άμεσα από το μήκος κύματος που επικρατεί. Αντανάκλαση σε μήκη κύματος 400-500 nm περιγράφεται σαν το μπλε χρώμα. Μέγιστη αντανάκλαση σε μεσαία μήκη κύματος προσδιορίζει το πράσινο ή κίτρινο χρώμα ενώ μέγιστη αντανάκλαση σε μεγαλύτερα μήκη κύματος (600-700 nm) προσδιορίζει το κόκκινο. Κορεσμός (*chroma or saturation or purity*) αναφέρεται σε ανάκλαση σε συγκεκριμένο μήκος κύματος και δείχνει κατά πόσο ένα χρώμα διαφέρει από το γκρι ή το ποσό κατά το οποίο το επικρατούν χρώμα αναμιγνύεται με το λευκό.

Το χρώμα είναι χαρακτηριστικό για κάθε είδος και ποικιλία καρπού, επηρεάζεται από το στάδιο ωριμότητας, τις κλιματικές συνθήκες, τη θερμοκρασία και την ηλιοφάνεια.

Κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης η πιο συνηθισμένη αλλαγή είναι η αποικοδόμηση του πράσινου χρώματος. Με πολύ λίγες εξαιρέσεις π.χ. το *avocado*, το ακτινίδιο και τα μήλα ποικιλίας *Granny Smith*, τα κλιμακτήρια φρούτα παρουσιάζουν γρήγορη απώλεια του χρώματος κατά την ωρίμανση. Αλλά και μη-κλιμακτήρια φρούτα παρουσιάζουν μείωση της έντασης του πράσινου χρώματος με απώτερο σκοπό τη βελτίωση της ποιότητας προκειμένου να καταστούν κατάλληλα

για κατανάλωση, όπως π.χ. τα εσπεριδοειδή. Το πράσινο χρώμα οφείλεται στην παρουσία της χλωροφύλλης, η οποία είναι ένα οργανομαγνησιακό πολυμερές. Αποικοδόμηση του μορίου της χλωροφύλλης προκαλεί απώλεια του πράσινου χρώματος. Οι κυριότεροι παράγοντες που είναι υπεύθυνοι για αυτήν την αποικοδόμηση είναι οι αλλαγές του pH, που οφείλονται κυρίως στην έξοδο των οργανικών οξέων από το χυμοτόπιο, τα οξειδωτικά συστήματα και οι χλωροφυλλάσες. Η απώλεια του χρώματος εξαρτάται από έναν ή και από όλους τους παράγοντες οι οποίοι ενεργούν διαδοχικά για να καταστρέψουν την δομή της χλωροφύλλης.

Η εξαφάνιση της χλωροφύλλης σχετίζεται με την σύνθεση και/ή την αποκάλυψη των χρωστικών που κυμαίνονται μεταξύ κίτρινου και κόκκινου. Πολλές από αυτές τις χρωστικές είναι καροτινοειδή, σταθερές ουσίες που παραμένουν στον ιστό ακόμα και όταν αυτός υπερωριμάσει. Τα καροτινοειδή μπορεί να έχουν συντεθεί κατά την διάρκεια των σταδίων ανάπτυξης του φυτού αλλά να υπερκαλύπτονται από την παρουσία της χλωροφύλλης. Μετά την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης τα καροτινοειδή γίνονται ορατά (π.χ. μπανάνα) ενώ σε κάποιους ιστούς η σύνθεσή τους γίνεται ταυτόχρονα με την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (π.χ. τομάτα).

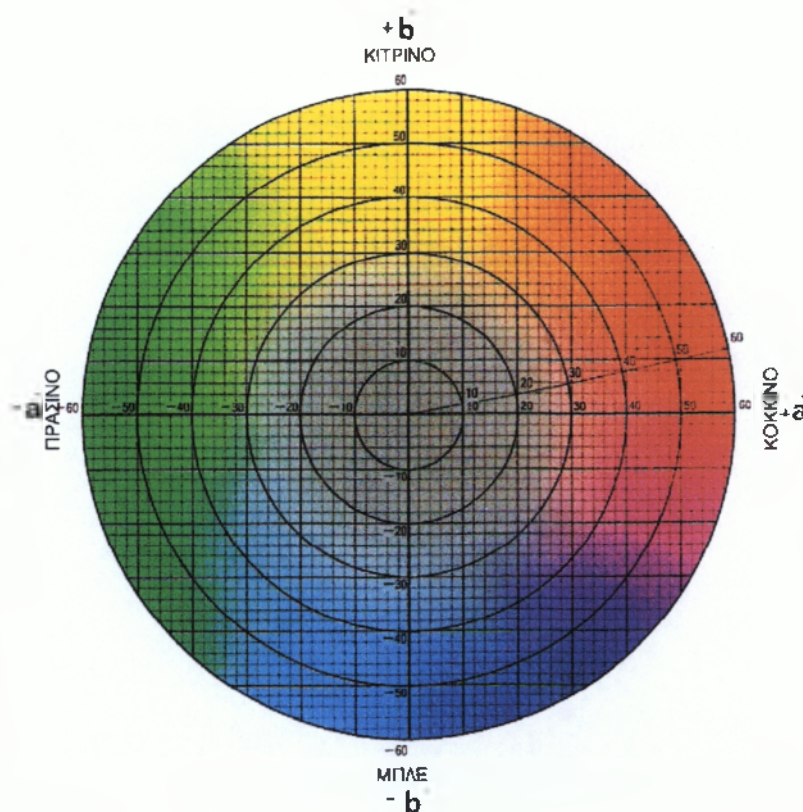
Οι ανθοκυάνες προσδίδουν τις κόκκινες και μοβ αποχρώσεις στα φρούτα και λαχανικά. Είναι διαλυτές στο νερό γι' αυτό βρίσκονται στα χυμοτόπια των κυττάρων και συχνά στα επιδερμικά στρώματα. Παράγουν έντονα χρώματα τα οποία υπερκαλύπτουν τα καροτινοειδή και την χλωροφύλλη.

Σε πολλά είδη καρπών επιζητείται το ζωηρό επίχρωμα γιατί προσελκύει τον καταναλωτή. Τα ζωηρά κόκκινα μήλα ζητούνται πολύ στις αγορές, αν και πολλές φορές το κόκκινο χρώμα δεν προσφέρει τίποτα παραπάνω στη γευστικότητα ή στη θρεπτική αξία του καρπού. Τη σύνθεση των ανθοκυανών στα μήλα επηρεάζουν πολλοί παράγοντες όπως η ποικιλία, το φως, η θερμοκρασία και οι καλλιεργητικές φροντίδες (λίπανση).

7.2 Μέτρηση του χρώματος

Η μέτρηση του χρώματος των φρούτων και των λαχανικών είναι δυνατόν να γίνει με ειδικά όργανα τα χρωματομέτρα (Hunter color meter, Minolta chroma meter) τα οποία μετρούν και αναλύουν το ανακλώμενο φως. Η λειτουργία των οργάνων αυτών βασίζεται στην τριχρωματική ευαισθησία που παρουσιάζει το ανθρώπινο μάτι να συλλαμβάνει το χρώμα με τρεις φωτοευαίσθητες ουσίες που αντιστοιχούν στα τρία

βασικά χρώματα: κόκκινο, πράσινο και μπλε (RGB). Είναι γνωστό ότι, από τα τρία αυτά χρώματα είναι δυνατόν να παραχθούν με ανάμιξη κάτω από ορισμένες αναλογίες όλα τα χρώματα. Τα χρωματομέτρα εκπέμπουν ακτινοβολία από μια φωτεινή πηγή (xenon) και το ανακλώμενο φως από την επιφάνεια του καρπού διέρχεται από τρία φίλτρα, κόκκινο, πράσινο και μπλε. Το διερχόμενο φως αναλύεται με τη βοήθεια ηλεκτρονικού υπολογιστή, συγκρίνεται με ορισμένα standards και το χρώμα δίνεται με τις τιμές X, Y και Z, όπου X αντιστοιχεί στο κίτρινο-πορτοκαλί, Y στο πράσινο και Z στο μπλε. Το χρώμα επίσης δίνεται σε τιμές L^* , a^* και b^* όπου το L^* δίνει την λαμπερότητα ή φωτεινότητα, η τιμή a^* τη διαβάθμιση του χρώματος από πράσινο ($-a^*$) έως κόκκινο ($+a^*$) και η τιμή b^* τη διαβάθμιση του χρώματος από κίτρινο ($+b^*$) σε μπλε ($-b^*$).



Σχήμα 5. Αναπαράσταση των χρωμάτων με χρωματική σφαίρα για τη μέτρηση του χρώματος με το σύστημα L^* , a^* και b^* .

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ (ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της εργασίας αυτής είναι η μελέτη των φυσιολογικών και ποιοτικών χαρακτηριστικών δύο ποικιλιών μήλων, Delicious Pilafa και Granny Smith που συντηρούνται σε τέσσερις διαφορετικές θερμοκρασίες 0°C, 5°C, 10°C και 25°C.

Τα φυσιολογικά και ποιοτικά χαρακτηριστικά που μελετήθηκαν και στις δύο ποικιλίες είναι :

- α) η αναπνευστική δραστηριότητα των καρπών και
- β) ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου (C₂H₄)
- γ) η σκληρότητα (συνεκτικότητα) των καρπών
- δ) η παραμόρφωση που υφίστανται οι καρποί κατά την εφαρμογή μιας σταθερής δύναμης
- ε) η απώλεια βάρους
- στ) η μεταβολή του χρώματος .

Κατά τη διάρκεια του πειράματος, αλλά και κατά την επεξεργασία των πειραματικών αποτελεσμάτων έγινε προσπάθεια να κατανοήσουμε όσο το δυνατόν καλύτερα εάν και κατά πόσο η θερμοκρασία συντήρησης μπορεί να επηρεάσει τη συμπεριφορά των μήλων των δύο ποικιλιών. Επίσης έγινε προσπάθεια σύγκρισης των δυο ποικιλιών.

2. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

2.1 Πρώτη ύλη

Για την πραγματοποίηση του πειράματος χρησιμοποιήθηκαν μήλα ποικιλίας Delicious Pilafa που συγκομίστηκαν από την περιοχή της Τεγέας (Αρκαδίας) στις 25 Οκτωβρίου 2002 και μήλα ποικιλίας Granny Smith που συγκομίστηκαν από την ίδια περιοχή στις 31 Οκτωβρίου 2002. Τα μήλα αμέσως μετά τη συλλογή μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο μετασυλλεκτικών/ μετασυγκομιστικών χειρισμών φυτ. προϊόντων του Τ.Ε.Ι Καλαμάτας όπου έγινε η διαλογή. Απομακρύνθηκαν καρποί προσβεβλημένοι, χτυπημένοι, πολύ μεγάλοι ή πολύ μικροί, πολύ ώριμοι ή πολύ άγουροι. Στη συνέχεια δημιουργήθηκαν 4 ομάδες/ ποικιλία που συντηρήθηκαν στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C.



Εικόνα 1. Μήλα Pilafa Delicious και Granny Smith κατά τη διάρκεια συντήρησης μέσα στον ψυκτικό θάλαμο.

Η καταγραφή/μέτρηση των συνθηκών θερμοκρασίας και σχετικής υγρασίας των θαλάμων πραγματοποιήθηκε με φορητά όργανα καταγραφής (Hobo) και παρουσιάζεται στον παρακάτω πίνακα:

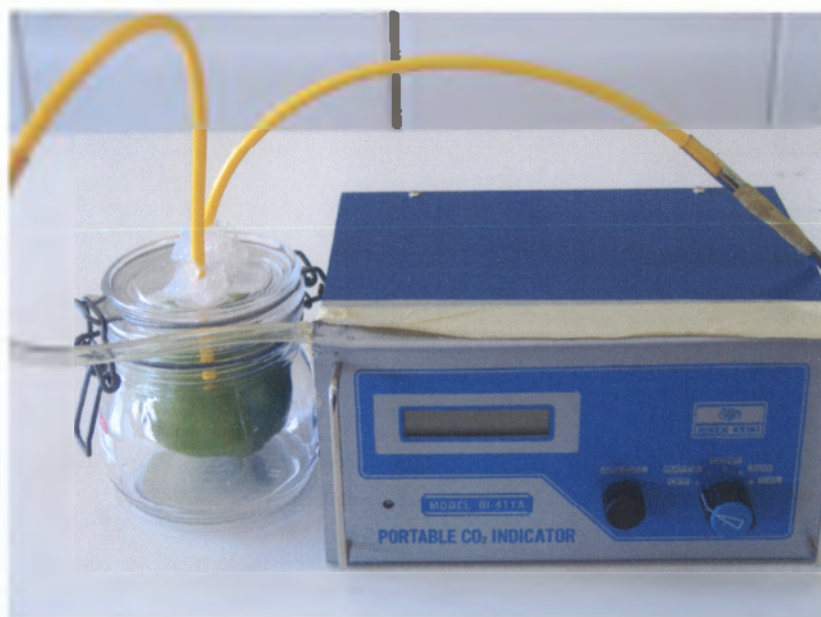
Πίνακας 6. Αποτελέσματα καταγραφής των Hobo (καταγραφικά θερμοκρασίας και υγρασίας).

Θερμοκρασία	0°C	5°C	10°C	25°C
Μέση θερμοκρασία θαλάμου (°C)	1	4	9,5	18-20
Σχετική υγρασία (%)	90-95	85-95	70-75	45-50

2.2 Μέτρηση Αναπνευστικής δραστηριότητας

Η μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας τόσο των Pilafa Delicious όσο και των Granny Smith γινότανε ατομικά σε 7 καρπούς ανά ποικιλία και θερμοκρασία. Οι μετρήσεις γίνονταν ανά δύο ή τέσσερις ημέρες ανάλογα με τη θερμοκρασία συντήρησης και η αναπνευστική δραστηριότητα εκφράσθηκε σε ml CO₂/h/100 g.

Για τη μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας το κάθε μήλο τοποθετείτο σε αναπνευστικό θάλαμο χωρητικότητας 682 ml. Η μέτρηση του παραγόμενου CO₂ έγινε με τη φορητή συσκευή RICLOS (Μητρόπουλος κ.α. 2000) η οποία αποτελείται από ένα ανιχνευτή IR (απορρόφηση στο υπέρυθρο) της εταιρείας Riken-Keiki (Model RI-411A). Η συσκευή είναι συνδεδεμένη εν σειρά με τον αναπνευστικό θάλαμο έτσι ώστε να αποτελούν κλειστό κύκλωμα (εικ 2).



Εικόνα 2. Συσκευή RICLOS

Η κλίμακα μέτρησης του κυμαίνεται από 0 έως 5000 ppm. Η διακριτική ικανότητα του οργάνου είναι 25 ppm ενώ η ακρίβεια του είναι +- 2% της πλήρους κλίμακας. Το αποτέλεσμα της μέτρησης εμφανίζεται σε ψηφιακή μορφή, το όργανο όμως διαθέτει και αναλογική έξοδο συνεχούς τάσης, οπότε το αποτέλεσμα της μέτρησης μπορεί να εκφράζεται γραμμικά σε κλίμακα 0-100mV και να καταγράφεται.

Ο ρυθμός αναπνοής των καρπών δίνεται από τη σχέση:

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

Όπου RR: ρυθμός αναπνοής σε ml CO₂/h/100 gr καρπού
ΔC: συγκέντρωση CO₂ σε ppm
ΔC=C_f-C_i: μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂
V=V_c-V_{fr}: όγκος αέρα κυκλώματος σε ml
V_c: συνολικός όγκος κυκλώματος συσκευής
V_{fr}: όγκος καρπού
t : χρόνος σε h
m: μάζα του καρπού σε gr
i: αρχική κατάσταση
f: τελική κατάσταση

2.3 Μέτρηση παραγωγής Αιθυλενίου

Η μέτρηση γινότανε ατομικά σε 7 μήλα ανά ποικιλία και θερμοκρασία με τη βοήθεια αέριου χρωματογράφου Perkin Elmer(Autosystem XL). Το κάθε φρούτο κλεινότανε για μία ώρα σε αναπνευστικό θάλαμο χωρητικότητας 682 ml που έφερε ειδική διάταξη από σιλικόνη για τη λήψη δείγματος. Με τη βοήθεια στεγανής σύριγγας ελαμβάνετο αέριο δείγμα 1ml που εγχέετο στον ειδικό υποδοχέα του χρωματογράφου. Η ανίχνευση του C₂H₄ γινότανε με ανιχνευτή FID (flame ionization detector). Ο χρωματογράφος ήταν εφοδιασμένος με κολώνα alumina activate μήκους 1,83μ. Το φέρον αέριο ήταν He.



Εικόνα 3. Αέριος χρωματογράφος για τη μέτρηση αιθυλενίου .

Η σχέση που χρησιμοποιήθηκε ήταν η εξής:

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

όπου

E= ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου σε nmoles/h/Kg

C= συγκέντρωση αιθυλενίου σε ppm

C= τιμή Area % (από διάγραμμα) x 0,0296 (συντελεστής)

V= όγκος δοχείου σε lit (0,682 lit)

p= όγκος του φρούτου σε lit

Δh= χρόνος σε h (1 hour)

2.4 Σκληρότητα-Παραμόρφωση

Για την μέτρηση της συνεκτικότητας των καρπών χρησιμοποιήθηκε το όργανο Texture Analyser (TA-XT2i). Η συνεκτικότητα των καρπών παρουσιάζεται με δύο τρόπους α) με την αντίσταση που παρουσιάζει η σάρκα στην είσοδο του εμβόλου και β) με την παραμόρφωση που παρουσιάζει ο καρπός στην εφαρμογή σταθερής δύναμης.



Εικόνα 4. Όργανο μέτρησης της υφής των μήλων.

Για τη μέτρηση της αντίστασης στην είσοδο του εμβόλου χρησιμοποιήθηκε έμβολο κυλινδρικό στο κάτω μέρος, διαμέτρου 11mm. Το έμβολο εκκινείτο με σταθερή ταχύτητα 2m/sec και εισήρχετο σε βάθος 2cm. Οι μετρήσεις γινόντουσαν σε 10 καρπούς που είχαν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος, σε δύο εκ διαμέτρου αντίθετα σημεία. Η δύναμη εκφράζεται σε Newton (N).

Για τη μελέτη της παραμόρφωσης χρησιμοποιήθηκε πλάκα διαμέτρου 7cm η δε δύναμη που εφαρμοζόταν ήταν 20Kg. Οι μετρήσεις γινόντουσαν σε 10 φρούτα που είχαν τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος και το αποτέλεσμα εκφράστηκε σε επί τοις % παραμόρφωση του καρπού.

2.5 Απώλεια βάρους

Η απώλεια βάρους μετρήθηκε με ζυγό ακριβείας ($d=0,001$) για τους καρπούς της ποικιλίας Delicious Pilafa και με ζυγό ($d=0,01$) για τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith.

Και για τις δύο ποικιλίες η απώλεια εκφράστηκε % του αρχικού βάρους.

2.6 Χρώμα

Το χρώμα των μήλων μετρήθηκε με χρωματόμετρο Minolta (Model CR-300). Πριν από κάθε μέτρηση το όργανο ρυθμιζόταν σε μια standard λευκή πλάκα ($Y=92,6$ $X=0,3135$ $\Psi=0,3193$). Η χρωματική κλίμακα που χρησιμοποιήθηκε ήταν η $L^* a^* b^*$ CIE (Commission Internationale de l'Éclairage). (εικόνα 5)



Εικόνα 5. Χρωματόμετρο Minolta. Μέτρηση χρώματος σε μήλο Gr. Smith

Οι μετρήσεις για την ποικιλία Delicious Pilafa γινόντουσαν σε δύο σημεία α(πράσινη πλευρά) και β(κόκκινη πλευρά) που είχαν προκαθοριστεί αμέσως μετά την διαλογή. Η ίδια διαδικασία καθορισμού 2 σημείων α και β σε αντίθετες πλευρές του καρπού ακολουθήθηκε και για τα μήλα της Granny Smith τα οποία όμως έχουν ομοιόμορφο πράσινο χρώμα γεγονός που μας επέτρεψε την ομαδοποίηση των δεδομένων.

Τελικά καταγράφηκαν με τη σειρά οι τιμές των παραμέτρων :

L^* = φωτεινότητα (0=μαύρο, 100=λευκό)

a^* = κόκκινο (θετικές τιμές), πράσινο (αρνητικές τιμές)

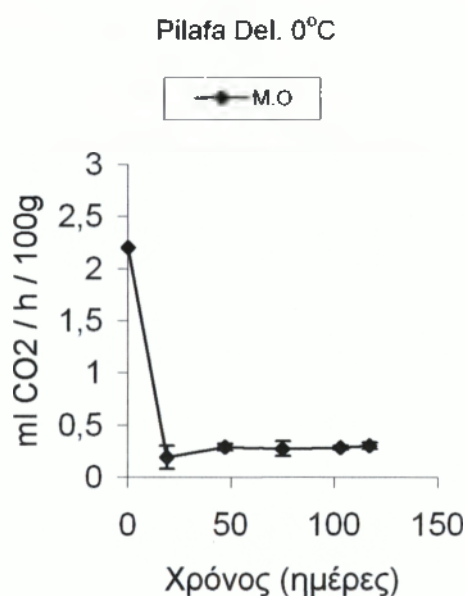
b^* = κίτρινο (θετικές τιμές), μπλε (αρνητικές τιμές)

από τις οποίες υπολογίστηκε ο μέσος όρος των L^* a^* b^* σε κάθε μέτρηση του χρώματος στους δέκα καρπούς. Οι μετρήσεις γίνονταν σε 10 καρπούς πάντα τους ίδιους.

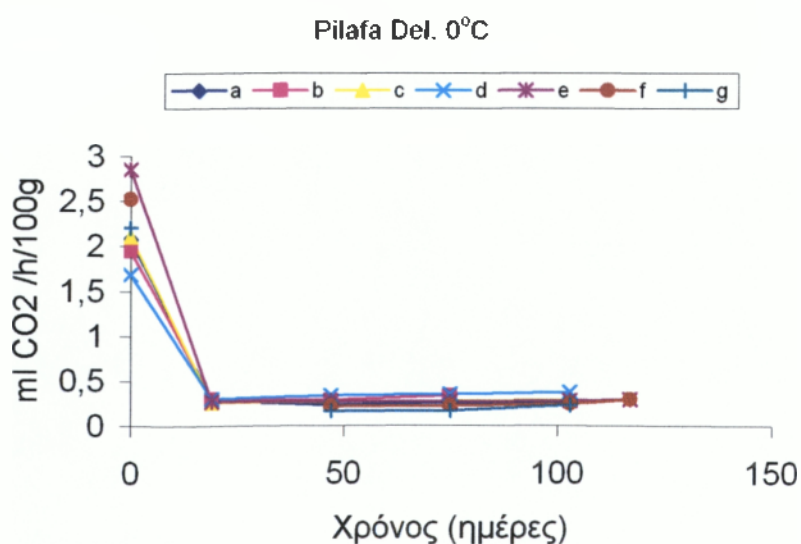
3. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

3.1 Αναπνοή

Η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των μήλων ποικιλίας Delicious Pilafa παρουσιάζεται στα παρακάτω σχήματα.

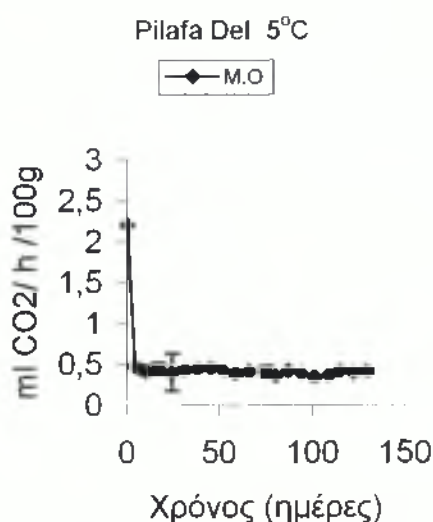


Σχήμα 1.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Delicious Pilafa που συντηρήθηκαν στους 0°C (Μέσος όρος -M.O - από 7 δείγματα).

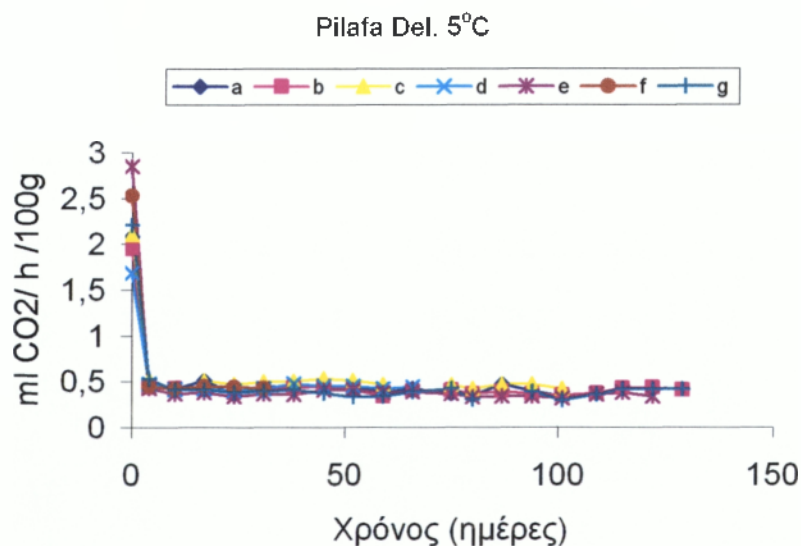


Σχήμα 1.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 0°C.

Από τα σχήματα 1.α,1.β παρατηρούμε ότι στους 0°C η αναπνευστική δραστηριότητα διατηρήθηκε σε χαμηλά επίπεδα μέχρι την 120^η ημέρα (τέλος της συντήρησης) χωρίς την εμφάνιση κλιμακτηρίου κρίσης. Η ίδια παρατήρηση ισχύει και για τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 5°C (σχ. 2α, 2β) τα οποία όμως παρουσίασαν υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα σε σχέση με τους 0°C χωρίς όμως και αυτά να παρουσιάσουν αναπνευστική κρίση.

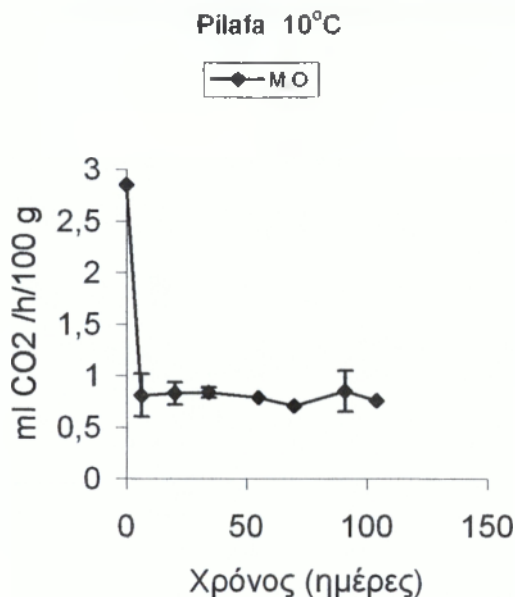


Σχήμα 2.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Delicious Pilafa που συντηρήθηκαν στους 5°C (Μέσος όρος -M.O - από 7 δείγματα).

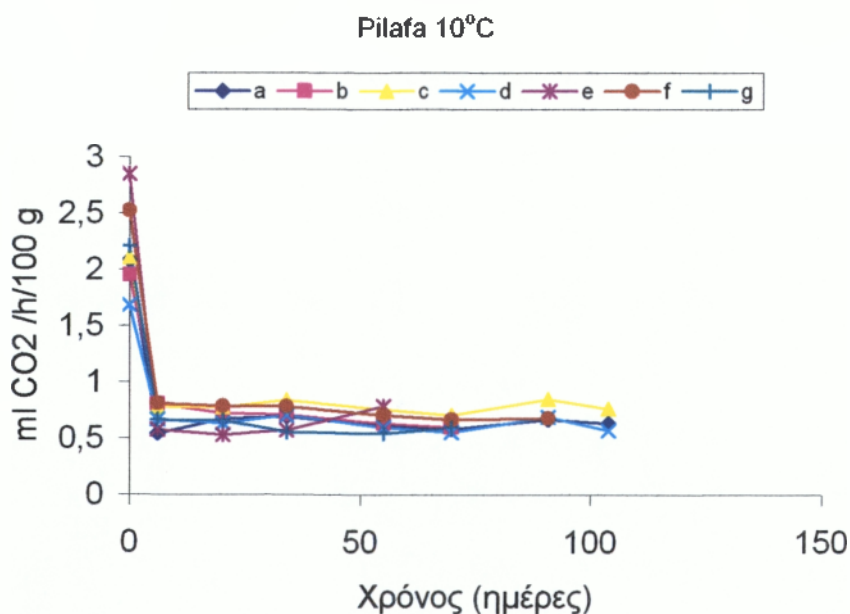


Σχήμα 2.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 5°C.

Στους 10°C παρατηρούμε ότι η αναπνοή είναι υψηλότερη σε σχέση με αυτή των 0°C και 5°C. Ίσως να υπήρχε κάποια κρίση γύρω στην 90^η ημέρα αλλά λόγω του μεγάλου χρονικού διαστήματος μεταξύ των δύο μετρήσεων να μην προσδιορίστηκε σαφώς (σχ 3α, 3β).

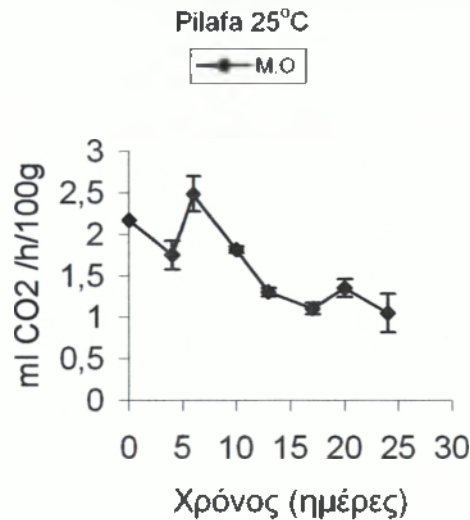


Σχήμα 3.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Delicious Pilafa που συντηρήθηκαν στους 10°C (Μέσος όρος -Μ.Ο - από 7 δείγματα).

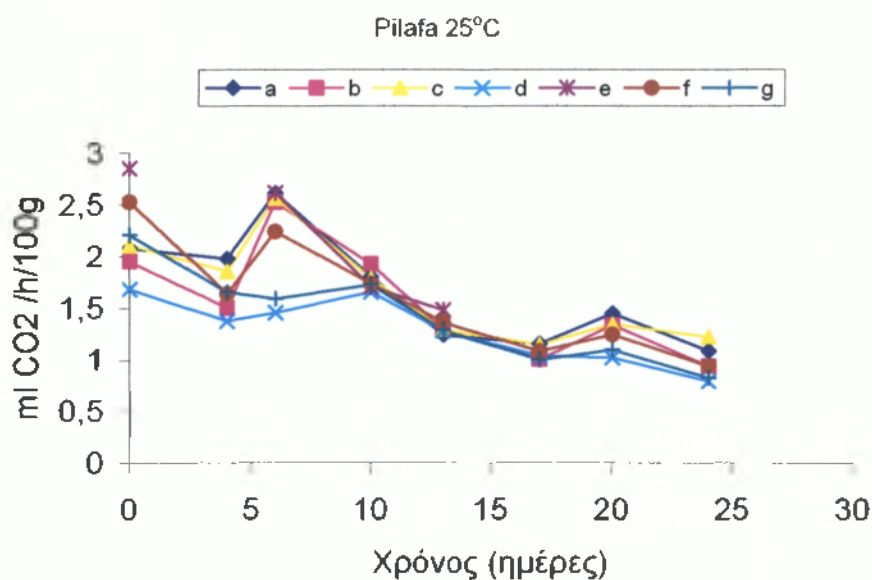


Σχήμα 3.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 10°C.

Όσον αφορά τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 25°C (σχ4α,4β) παρατηρούμε ότι η καμπύλη της αναπνοής είναι τυπική καμπύλη κλιμακτηρίων φρούτων η οποία παρουσιάζει μέγιστο κλιμακτήριο την 6^η ημέρα (2,48 ml CO₂/h/100g) και ελάχιστο την 17^η ημέρα (1,1 ml CO₂/h/100g).

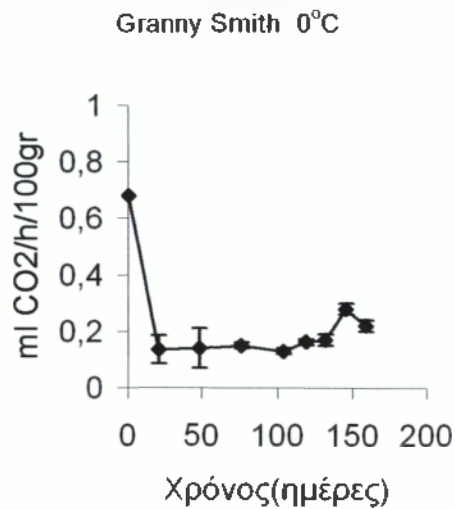


Σχήμα 4.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Delicious Pilafa που συντηρήθηκαν στους 25°C (Μέσος όρος -M.O - από 7 δείγματα).

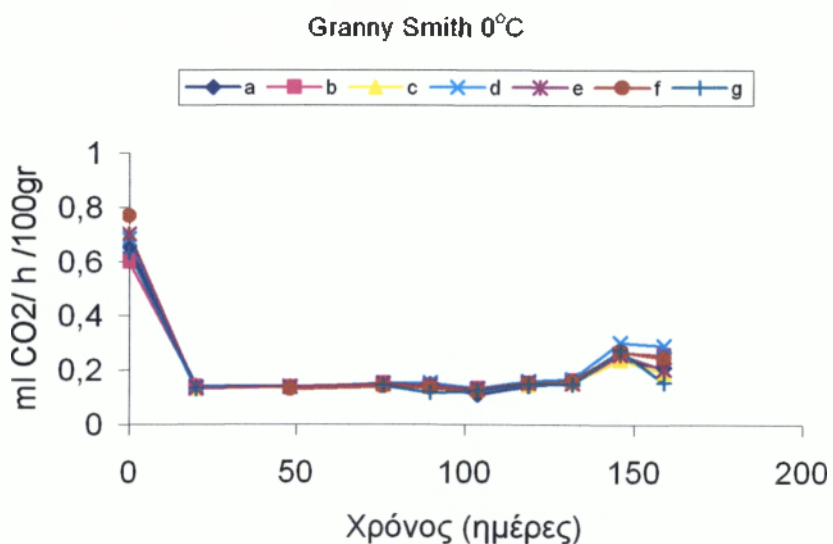


Σχήμα 4.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 25°C.

Τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 0°C εμφάνισαν την αναπνευστική τους κρίση την 146^η ημέρα (0,28 ml CO₂/h/100g). Η μεταβολή της αναπνοής, που διατηρήθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα, παρουσιάζεται στα σχήματα 5α, 5β.

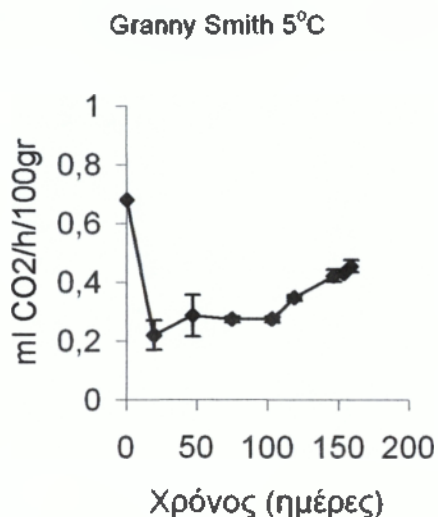


Σχήμα 5.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 0°C (Μέσος όρος -Μ.Ο - από 7 δείγματα).

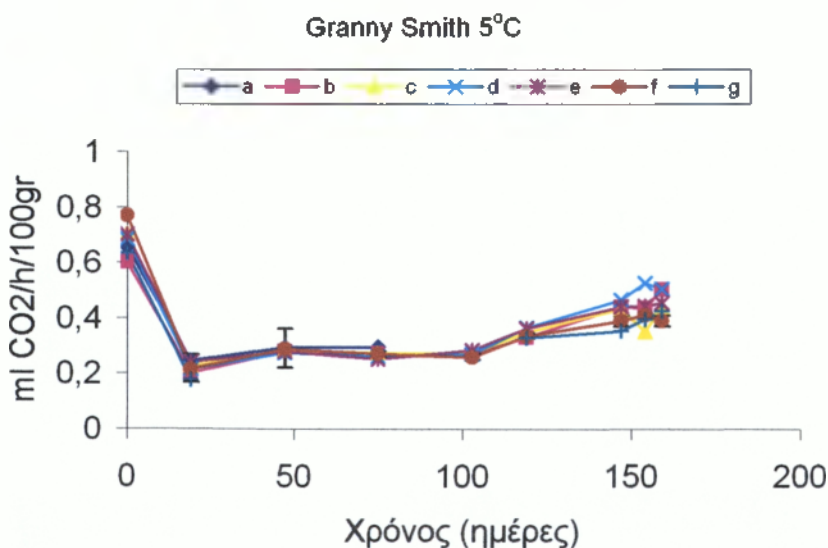


Σχήμα 5.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 0°C.

Στους 5°C (σχ. 6α, 6β) ο ρυθμός αναπνοής είναι εντονότερος απ' ότι στους 0°C. Από την 119^η ημέρα εκδηλώνεται μια αύξηση του ρυθμού αναπνοής χωρίς όμως μέχρι το τέλος της συντήρησης (159^η ημέρα) να έχει παρουσιασθεί το μέγιστο κλιμακτήριο.

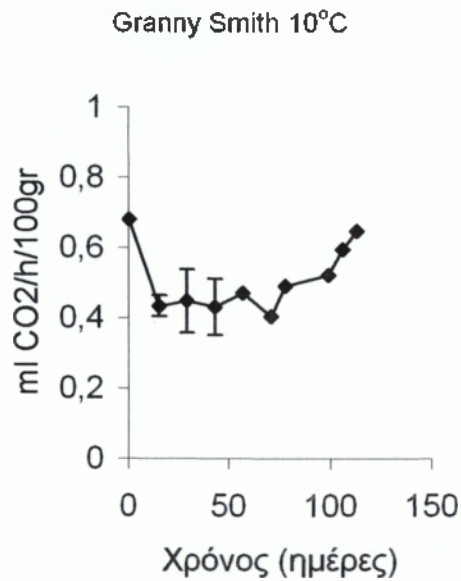


Σχήμα 6.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 5°C (Μέσος όρος -Μ.Ο - από 7 δείγματα).

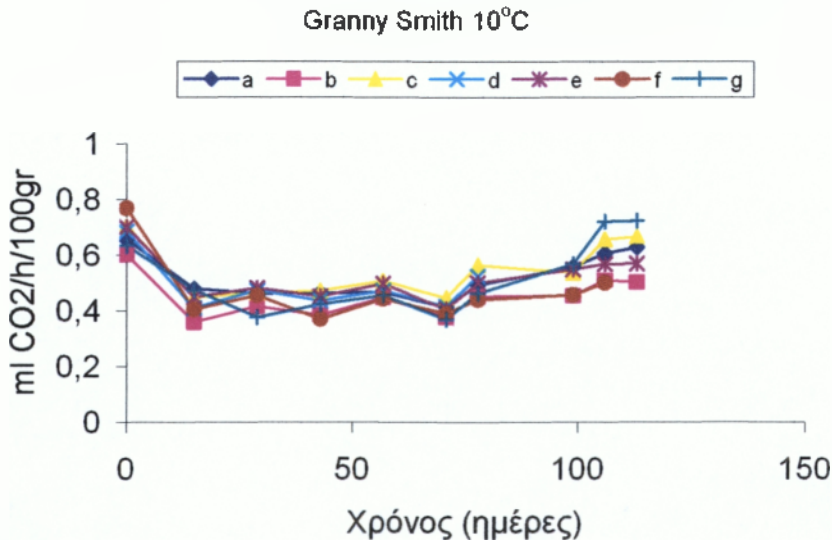


Σχήμα 6.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 5°C.

Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 10°C παρουσίασαν υψηλότερους ρυθμούς αναπνοής απ' ό τι τα μήλα των δύο προηγούμενων θερμοκρασιών (σχ.7α,7β) Παρατηρείται αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας από την 71^η ημέρα συντήρησης όμως μέχρι το τέλος της συντήρησης (113^η ημέρα) δεν παρουσιάστηκε αναπνευστική κρίση.

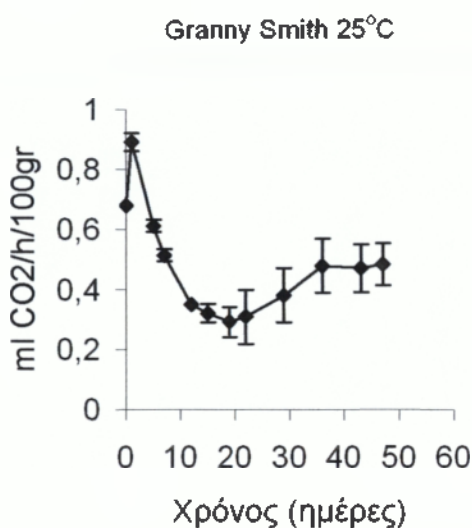


Σχήμα 7.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 10°C (Μέσος όρος -Μ.Ο - από 7 δείγματα).

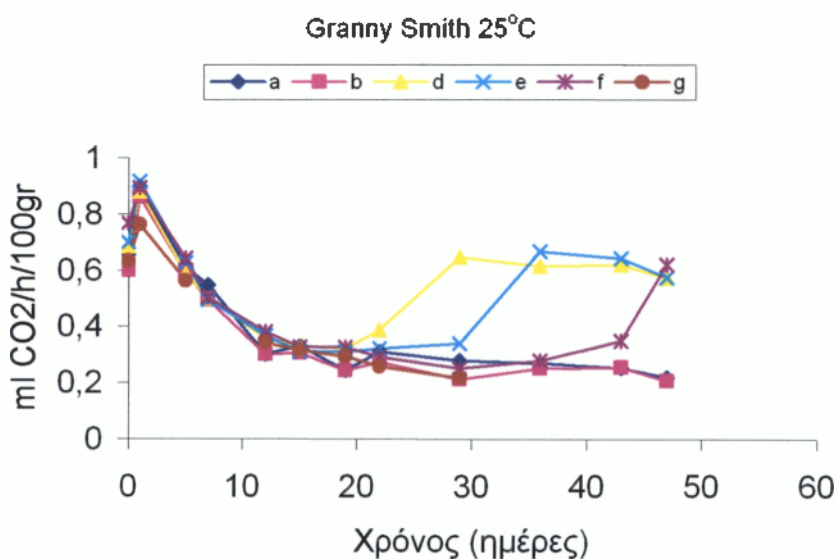


Σχήμα 7.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 10°C.

Τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 25°C (σχ.8α, 8β) παρουσίασαν αναπνευστική κρίση (0,89 ml CO₂/h/100g) από την αρχή κιόλας της συντήρησης (1^η ημέρα).



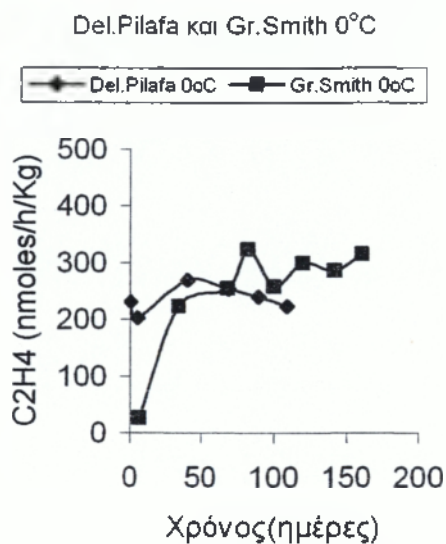
Σχήμα 8.α. Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής μήλων Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 25°C (Μέσος όρος -Μ.Ο - από 7 δείγματα).



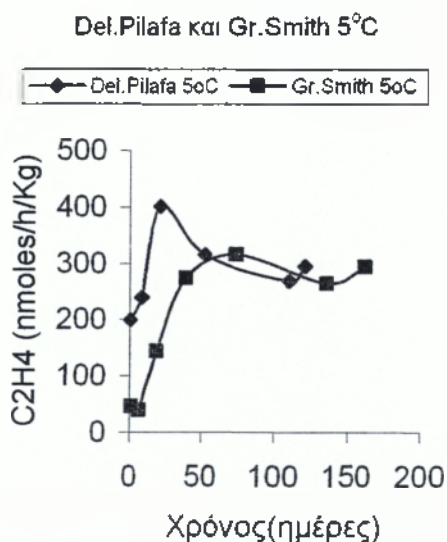
Σχήμα 8.β. Ατομική καταγραφή της αναπνευστικής δραστηριότητας των 7 δειγμάτων στους 25°C.

3.2 Αιθυλένιο

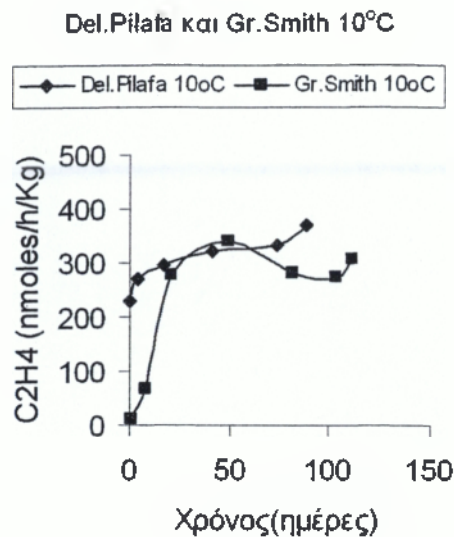
Η εκπομπή αιθυλενίου από τα μήλα Del. Pilafa και Granny Smith στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C παρουσιάζεται στα σχήματα 9,10,11 και 12 από όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:



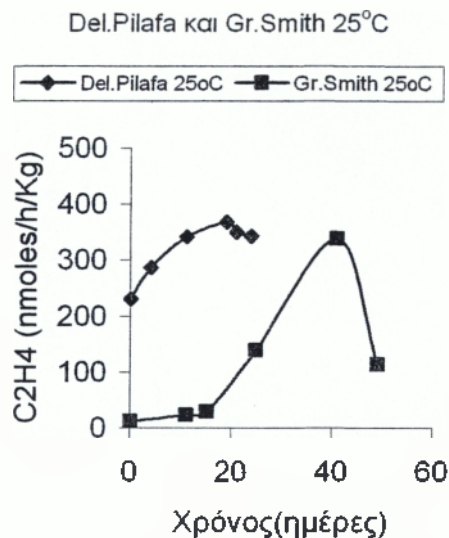
Σχήμα 9. Παραγωγή αιθυλενίου (Del. Pilafa και Granny Smith) στους 0°C



Σχήμα 10. Παραγωγή αιθυλενίου (Del. Pilafa και Granny Smith) στους 5°C



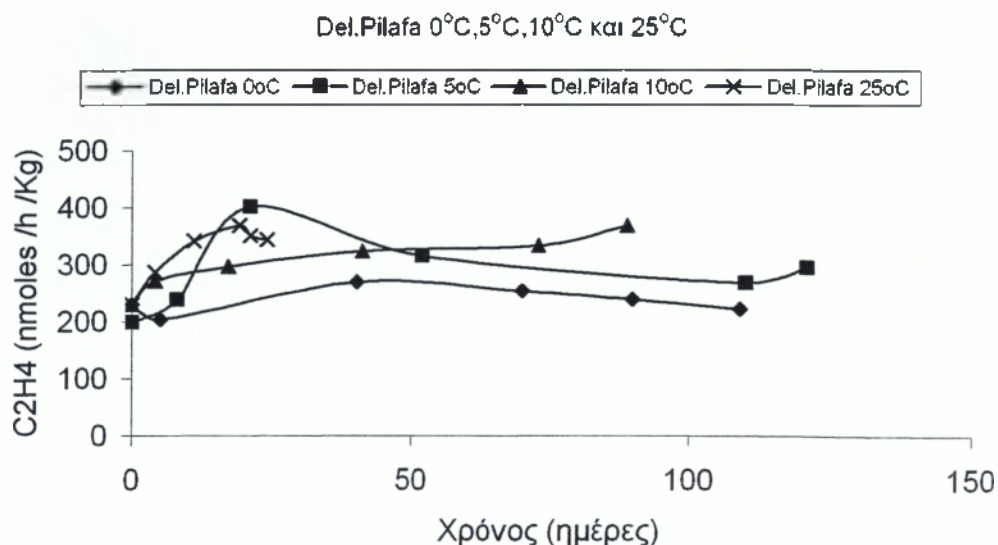
Σχήμα 11. Παραγωγή αιθυλενίου (Del. Pilafa και Granny Smith) στους 10°C



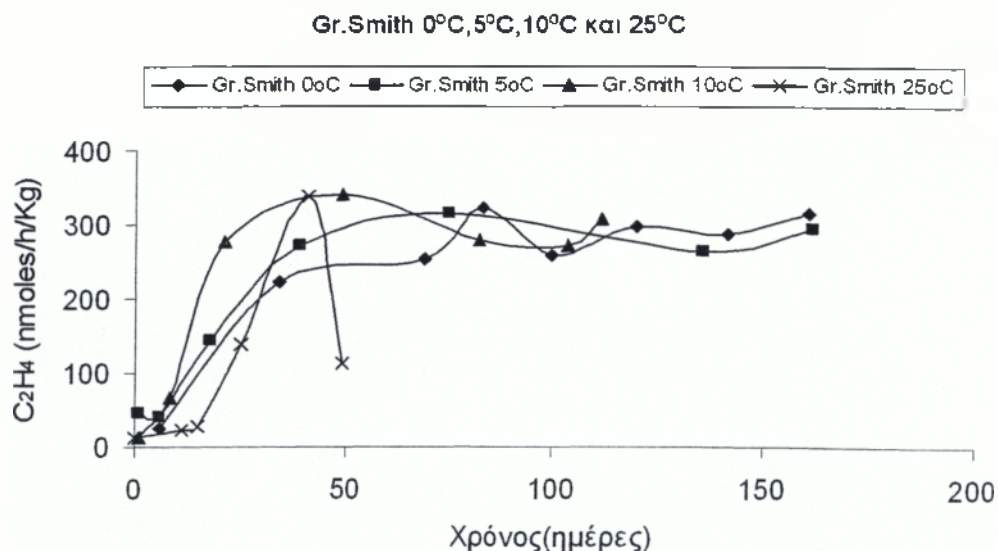
Σχήμα 12. Παραγωγή αιθυλενίου (Del. Pilafa και Granny Smith) στους 25°C

- σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης η ποικιλία Delicious Pilafa παράγει μεγαλύτερες ποσότητες αιθυλενίου
- το μέγιστο της παραγωγής αιθυλενίου παρουσιάζεται γρηγορότερα στην ποικιλία Delicious Pilafa και συγκεκριμένα , στους 0°C η ποικιλία Del. Pilafa παρουσιάζει τη μέγιστη παραγωγή την 40^η ημέρα ενώ η Granny Smith την 83^η ημέρα, στους 5°C η

ποικιλία Del. Pilafa παρουσιάζει τη μέγιστη παραγωγή την 21^η ημέρα έναντι της 73^{ης} ημέρας, στην περίπτωση της ποικιλίας Granny Smith, στους 10°C η ποικιλία Del. Pilafa έχει παρουσιάσει το μέγιστο τις πρώτες ημέρες της συντήρησης ενώ η Gr. Smith την 49^η ημέρα και τέλος στους 25°C το μέγιστο στην ποικιλία Del. Pilafa παρουσιάσθηκε την 19^η ημέρα ενώ στην Gr. Smith την 41^η ημέρα.



Σχήμα 13. Παραγωγή αιθυλενίου μήλων Del. Pilafa στους 0°C,5°C,10°C και 25°C



Σχήμα 14. Παραγωγή αιθυλενίου μήλων Granny Smith στους 0°C,5°C,10°C και 25°C

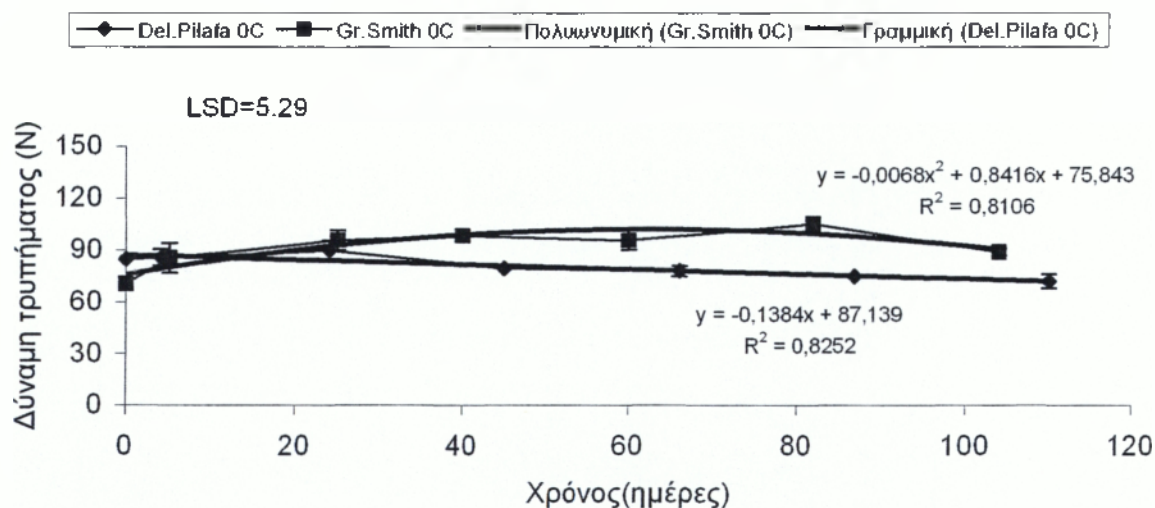
Στα σχήματα 13 και 14 παρουσιάζεται η εκπομπή αιθυλενίου της ποικιλίας Del. Pilafa (σχ.13) και Gr. Smith (σχ.14) συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης. Έτσι παρατηρείται ότι η εκπομπή αιθυλενίου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία συντήρησης, όσο μικρότερη η θερμοκρασία τόσο μικρότερη η εκπομπή και τόσο πιο αργά η εμφάνιση του μέγιστου της εκπομπής. Στην περίπτωση της ποικιλίας Del. Pilafa η μεγαλύτερη εκπομπή C_2H_4 που παρουσιάζεται στους $5^{\circ}C$ πιθανόν να οφείλεται στην ετερογένεια της α' ύλης.

3.3 Υφή

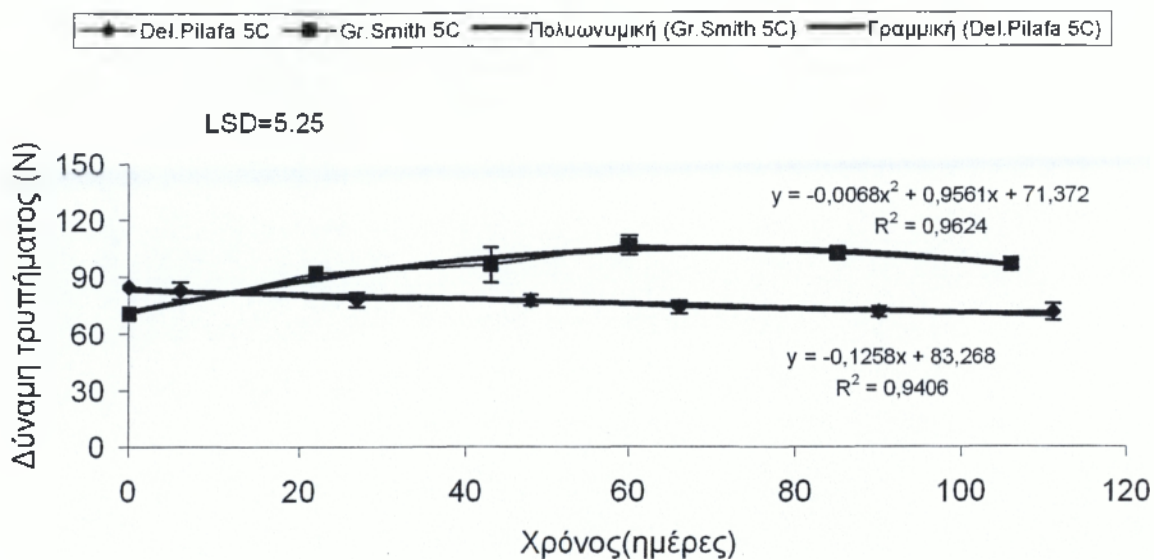
Η μεταβολή της υφής των μήλων κατά τη διάρκεια της συντήρησης στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C παρουσιάζεται με δύο τρόπους α. με την αντίσταση στο τρύπημα και β. με την παραμόρφωση που υφίσταται ο καρπός όταν του εφαρμοστεί σταθερή δύναμη.

3.3.1 Σκληρότητα (αντίσταση στο τρύπημα)

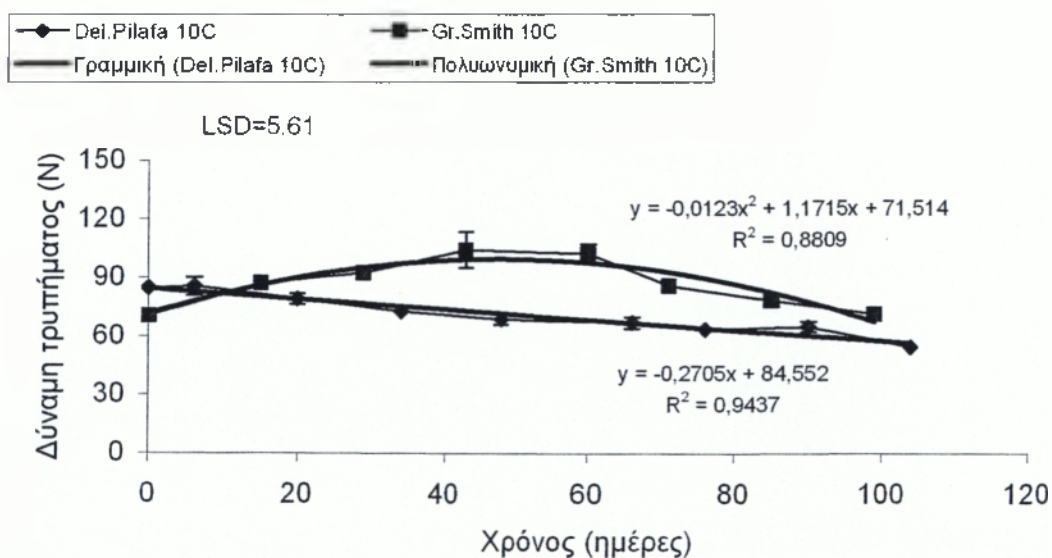
Η αντίσταση της σάρκας των καρπών των δύο ποικιλιών (Del. Pilafa και Granny Smith) στις διάφορες θερμοκρασίες συντήρησης παρουσιάζεται στα σχήματα 15 έως 18 απ' όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:



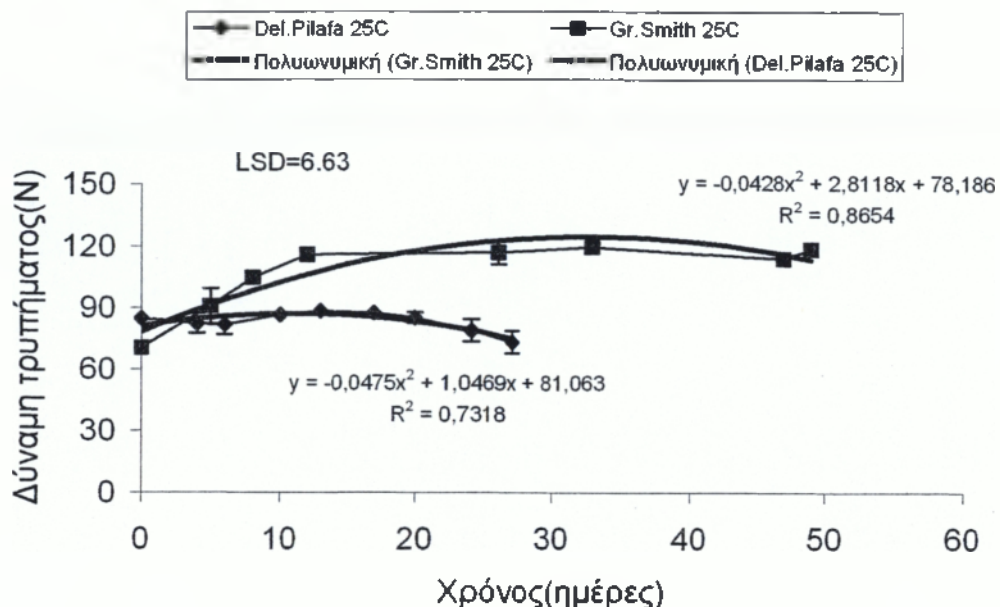
Σχήμα15. Μεταβολή της δύναμης τρυπήματος στα μήλα Del. Pilafa και Granny Smith στους 0°C.



Σχήμα16. Μεταβολή της δύναμης τρυπήματος στα μήλα Del. Pilafa και Granny Smith στους 5°C

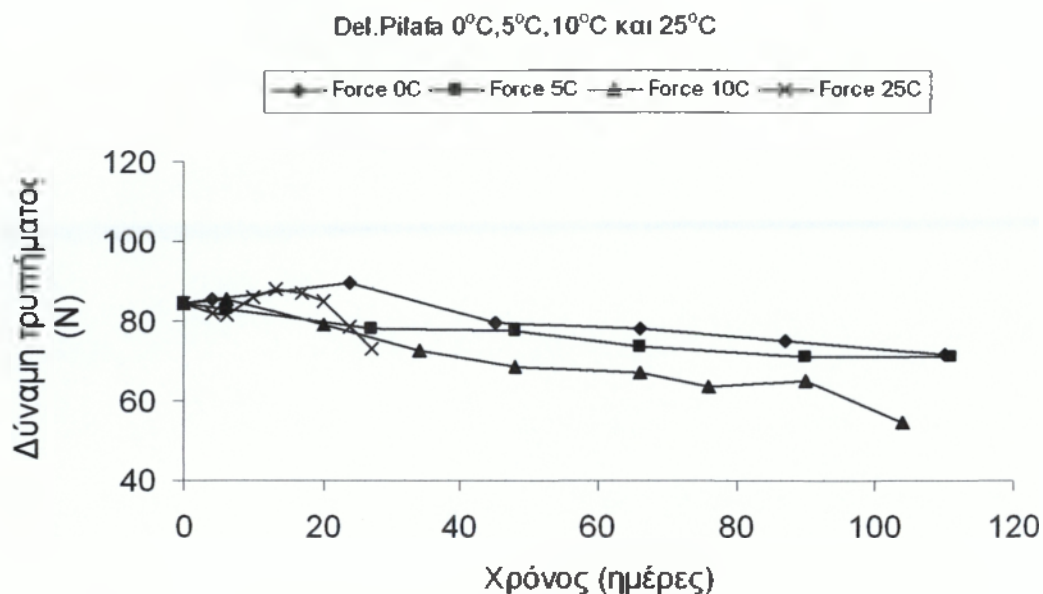


Σχήμα17. Μεταβολή της δύναμης τρυπήματος στα μήλα Del. Pilafa και Granny Smith στους 10°C



Σχήμα18. Μεταβολή της δύναμης τρυπήματος στα μήλα Del. Pilafa και Granny Smith στους 25 °C

- Τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith παρουσιάζουν υψηλότερη αντίσταση στο τρύπημα σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης. Η διαφορά αυτή είναι στατιστικά σημαντική.
- Η μεταβολή της υφής συναρτήσει του χρόνου συντήρησης για τα μήλα ποικιλίας Delicious Pilafa στις θερμοκρασίες 0°C, 5°C και 10°C είναι γραμμική, της μορφής : $Υφή = At + B$ με $R^2 = 0,825$ για τους 0°C και 0,94 για τους 5°C και 10°C. Στη θερμοκρασία των 25°C η μεταβολή της υφής είναι πολυωνυμική της μορφής $Υφή = At^2 + Bt + Γ$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 = 0,73$.
- Η μεταβολή της υφής συναρτήσει του χρόνου συντήρησης για τα μήλα ποικιλίας Granny Smith σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης είναι πολυωνυμική της μορφής $Υφή = At^2 + Bt + Γ$ με συντελεστή συσχέτισης R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,81 και 0,96.

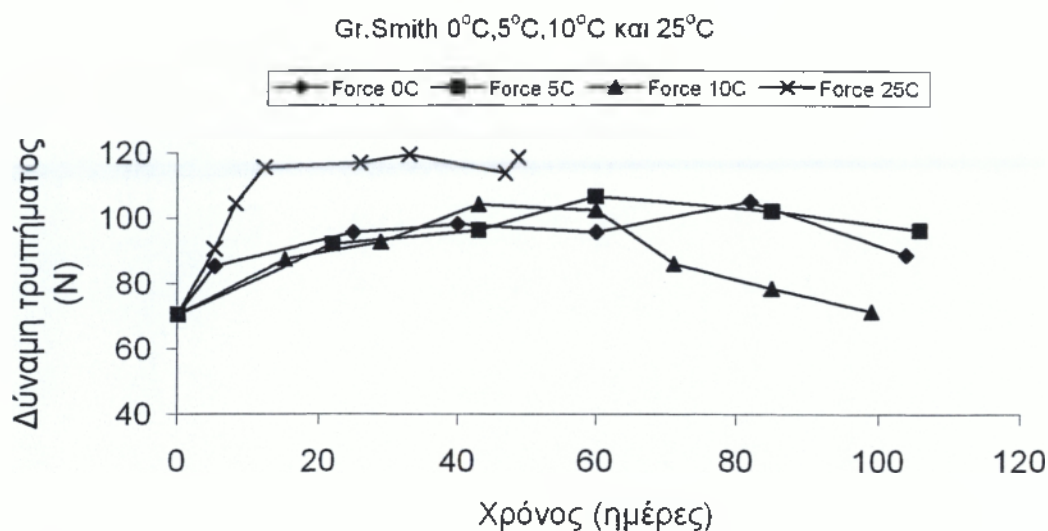


Σχήμα 19. Μεταβολή της δύναμης τρυπήματος στα μήλα Del. Pilafa στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C.

Συγκρίνοντας τη μεταβολή της υφής των μήλων ποικιλίας Delicious Pilafa στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C (σχ.19) παρατηρούμε ότι η μεταβολή της υφής των μήλων που συντηρήθηκαν στους 10°C είναι μικρότερη σε σύγκριση με αυτή των 0°C και 5°C. Από τη στατιστική μελέτη βρέθηκε ότι υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ της μεταβολής στους 10°C και αυτής των 0°C και 25°C, ενώ δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των 5°C και 10°C.

Στατιστική ανάλυση μεταξύ 4 θερμοκρασιών		
Θερμοκρασία	Σύγκριση	Σύγκριση μεταξύ των θερμοκρασιών
10°C	X	0-5°C
5°C	X X	(*) 0-10°C
0°C	X	0-25°C
25°C	X	5-10°C
		5-25°C
		(*) 10-25°C

(*)=στατιστικά σημαντική διαφορά



Σχήμα 20. Μεταβολή της δύναμης τρυπήματος στα μήλα Granny Smith στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C.

Στο σχήμα 20 παρουσιάζεται η μεταβολή της υφής στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C των μήλων Granny Smith. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η αντίσταση στο τρύπημα που παρουσιάζεται στους 25°C είναι η μεγαλύτερη ενώ αυτή στους 10°C η μικρότερη μετά την 60^η ημέρα συντήρησης. Η στατιστική επεξεργασία απέδειξε ότι δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 0°C, 5°C και 10°C.

Στατιστική ανάλυση μεταξύ 4 θερμοκρασιών		
Θερμοκρασία	Σύγκριση	Σύγκριση μεταξύ των θερμοκρασιών
10°C	X	0-5°C
0°C	X	0-10°C
5°C	XX	(*) 0-25°C
25°C	X	5-10°C
		5-25°C
		(*) 10-25°C

(*)=στατιστικά σημαντική διαφορά

Η υφή των φρούτων επηρεάζεται από το βαθμό ωριμότητας και την αφυδάτωση. Όσο προχωρά η ωρίμανση λαμβάνουν χώρα φυσικές και χημικές αλλαγές. Οι μεγαλύτερες ποσοτικά αλλαγές που λαμβάνουν χώρα είναι η διάσπαση των πολυσακχαριτών και πιο ειδικά η αποικοδόμηση του αμύλου και η μετατροπή

των πρωτοπηκτινών (αδιάλυτων στο νερό) σε πηκτίνες διαλυτές στο νερό. Ο βαθμός μετατροπής των ουσιών αυτών είναι άμεσα συνδεδεμένος με το ρυθμό μαλακώματος των φρούτων.

Η θερμοκρασία επηρεάζει το ρυθμό ωρίμανσης των φρούτων. Στους 0°C και 5°C η ωρίμανση καθυστερεί ενώ στους 10°C και κυρίως στους 25°C η ωρίμανση επιταχύνεται. Για το λόγο αυτό στους 0°C και 5°C η υφή των μήλων διατηρείται σε καλλίτερα επίπεδα σε σύγκριση με τις άλλες δύο θερμοκρασίες. Σπουδαίο ρόλο στην υφή παίζει και ο ρυθμός αφυδάτωσης. Στα μήλα ποικιλίας Delicious Pilafa τα οποία χάνουν πιο εύκολα υγρασία υπάρχει γραμμική συσχέτιση μεταξύ μεταβολής της υφής και απώλειας υγρασίας της μορφής: Μεταβολή υφής= A-B*απώλεια βάρους. Ο συντελεστής συσχέτισης R^2 κυμαίνεται μεταξύ 0,86-0,96.

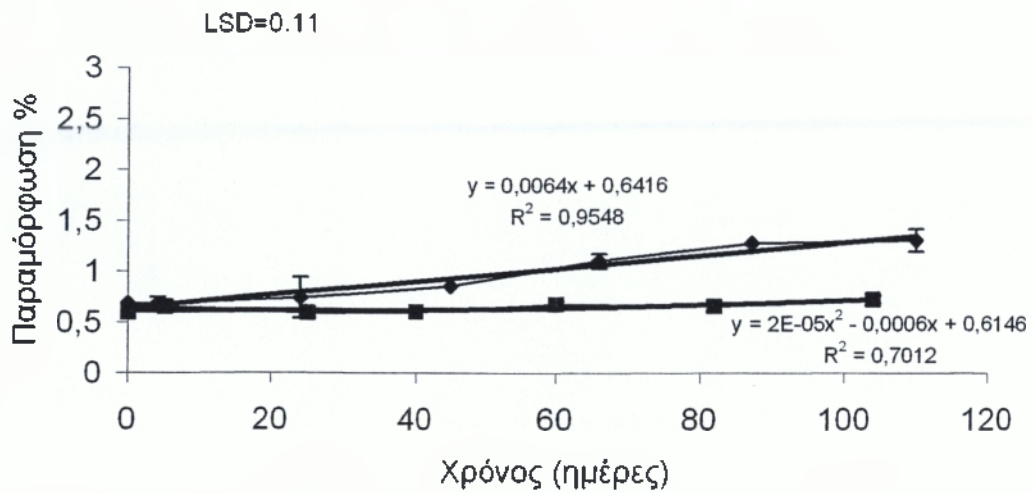
Στην περίπτωση των μήλων Granny Smith των οποίων η ωρίμανση καθυστερεί και η απώλεια υγρασίας είναι πολύ μικρή λόγω κατασκευής του καρπού δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ των δύο παραγόντων (υφή- απώλεια βάρους).

3.3.2 Παραμόρφωση

Η παραμόρφωση την οποία παρουσίασαν τα μήλα Del. Pilafa και Granny Smith στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C όταν σε αυτά εφαρμόστηκε σταθερή δύναμη 20Kg, παρουσιάζεται στα σχήματα 21, 22, 23 και 24 απ' όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

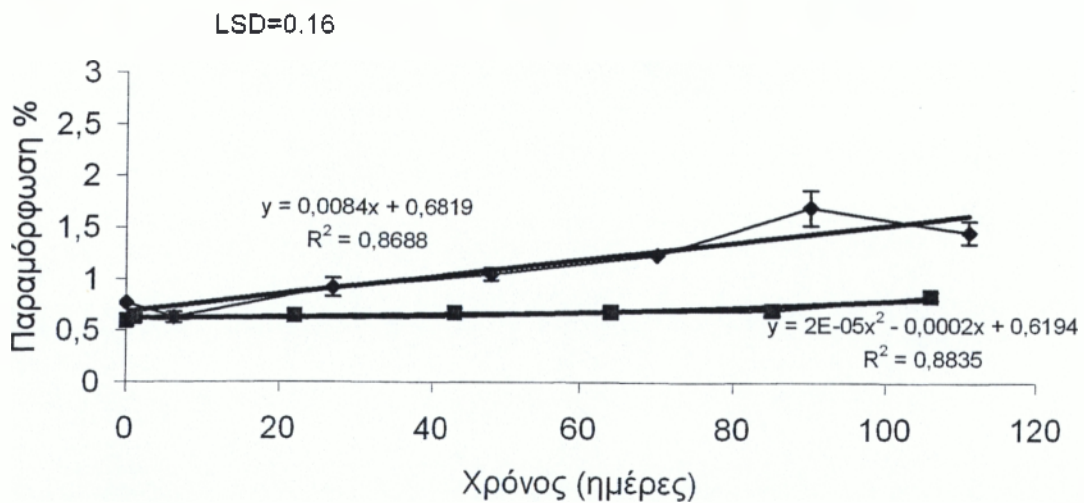
- Σε όλες τις θερμοκρασίες τα μήλα ποικιλίας Delicious Pilafa παρουσιάζουν μεγαλύτερη παραμόρφωση. Η διαφορά είναι στατιστικά σημαντική ($p=0.05$).
- Μετά από συντήρηση περίπου 110 ημερών στους 0°C, 5°C και 10°C τα μήλα Delicious Pilafa παρουσιάζουν αντίστοιχα 1,8 – 1,7 και 1,6 φορές μεγαλύτερη παραμόρφωση σε σύγκριση με τα μήλα Granny Smith.
- Η παραμόρφωση των μήλων Pilafa Delicious στο τέλος της συντήρησης στους 25°C είναι τριπλάσια αυτής των Granny Smith.
- Η παραμόρφωση των μήλων Pilafa Delicious είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου του τύπου: Παραμόρφωση = $At+B$ με $R^2=0.95$ για τους 0°C, 0.87 για τους 5°C, 0.92 για τους 10°C και 0.97 για τους 25°C.

Del.Pilafa 0C Gr.Smith 0C Γραμμική (Del.Pilafa 0C) Πολυωνυμική (Gr.Smith 0C)

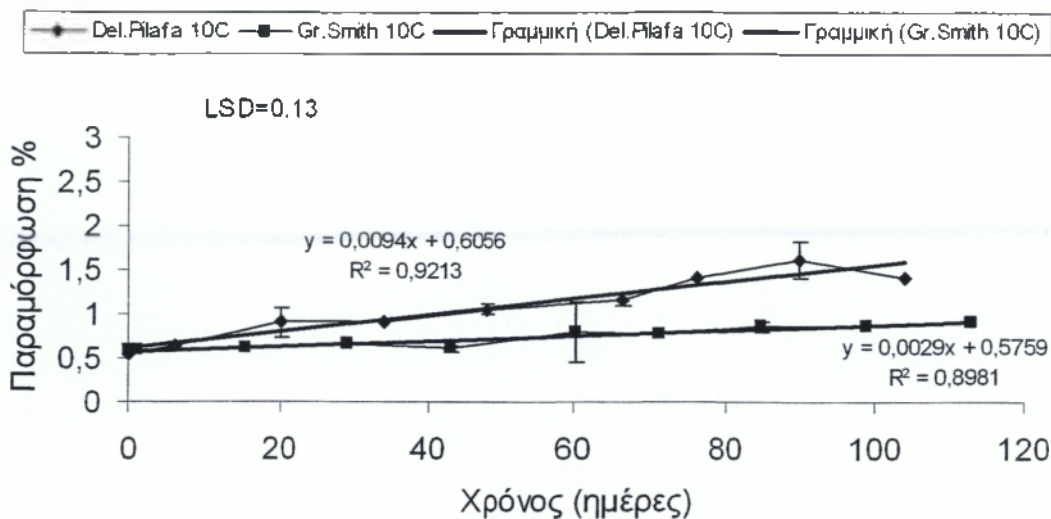


Σχήμα 21. Παραμόρφωση μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 0°C

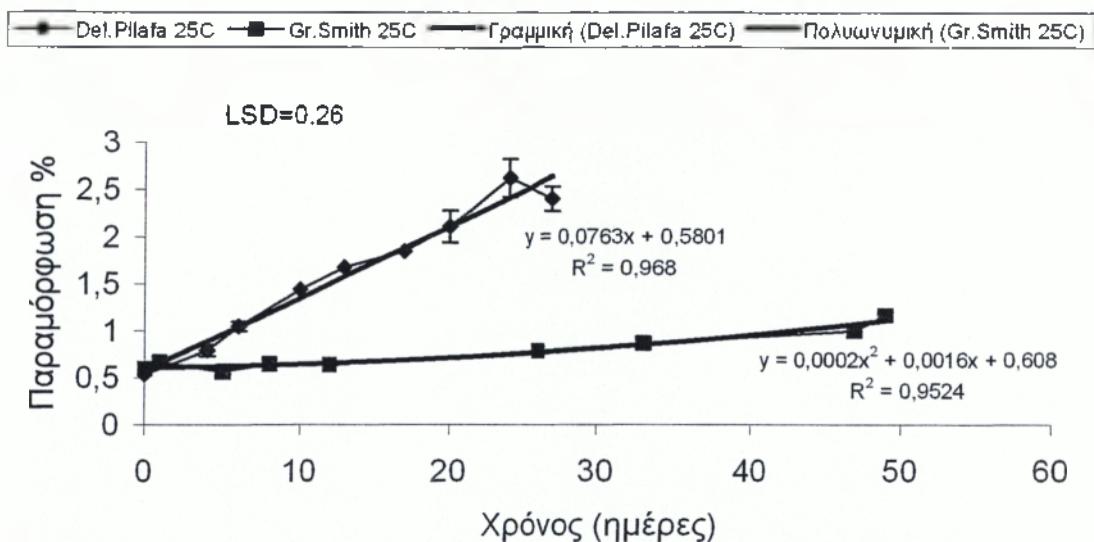
Del.Pilafa 5C Gr.Smith 5C Γραμμική (Del.Pilafa 5C) Πολυωνυμική (Gr.Smith 5C)



Σχήμα 22. Παραμόρφωση μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 5°C



Σχήμα 23. Παραμόρφωση μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 10°C

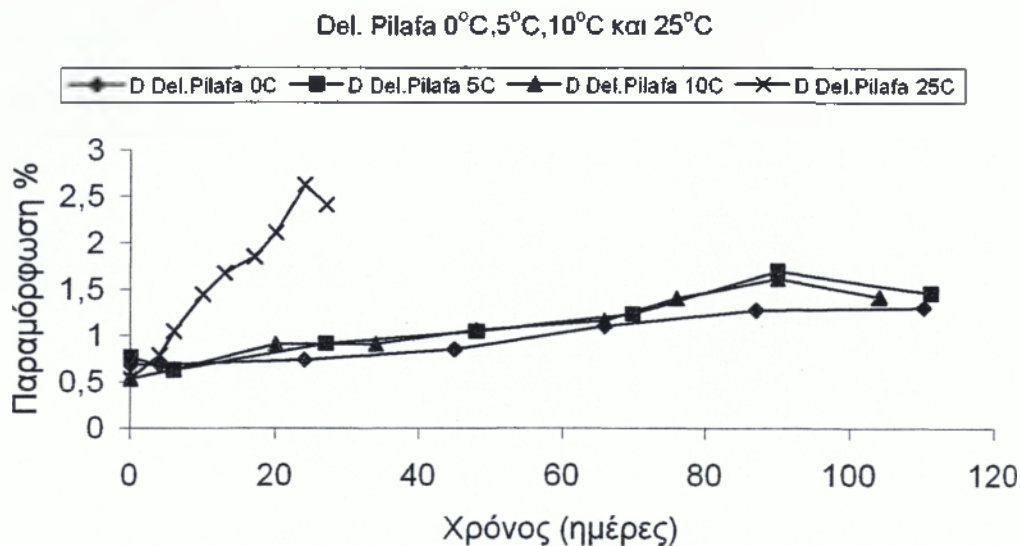


Σχήμα 24. Παραμόρφωση μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 25°C

- Η παραμόρφωση των μήλων Granny Smith μόνο στους 10°C είναι γραμμική συνάρτηση του χρόνου με $R^2 = 0,90$.

Στα σχήματα 25 και 26 παρουσιάζεται η παραμόρφωση των μήλων Pilafa Delicious (σχ.25) και Granny Smith (σχ.26) στις θερμοκρασίες 0°C, 5°C, 10°C και 25°C. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι:

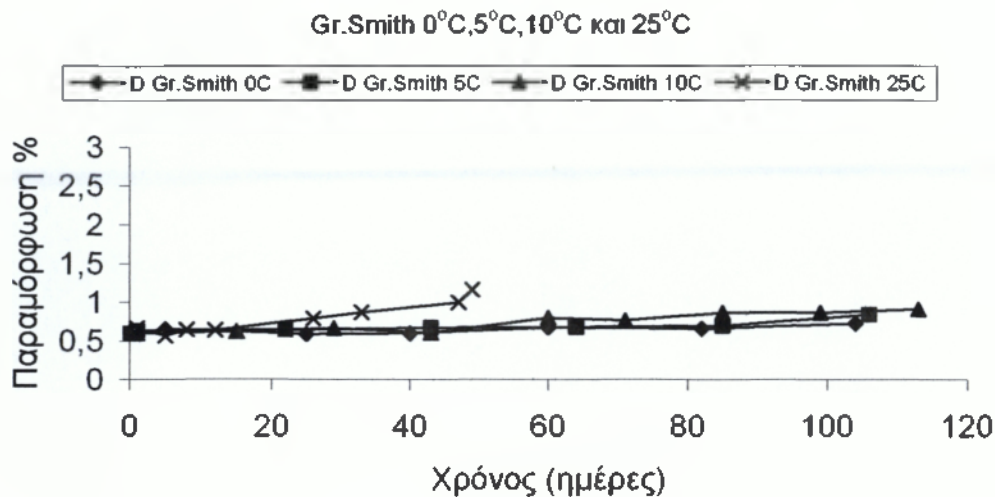
- Δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ 0°C, 5°C και 10°C
- Η παραμόρφωση στους 25°C διαφέρει στατιστικά αυτής των άλλων θερμοκρασιών.



Σχήμα 25. Παραμόρφωση μήλων Del. Pilafa στους 0°C, 5°C, 10°C και 25°C

Στατιστική ανάλυση μεταξύ 4 θερμοκρασιών		
Θερμοκρασία	Σύγκριση	Σύγκριση μεταξύ των θερμοκρασιών
0°C	X	0-5°C
10°C	X	0-10°C
5°C	X	(*) 0-25°C
25°C	X	5-10°C
		(*) 5-25°C
		(*) 10-25°C

(*)=στατιστικά σημαντική διαφορά



Σχήμα 26. Παραμόρφωση μήλων Granny Smith στους 0°C,5°C,10°C και 25°C

Στατιστική ανάλυση μεταξύ 4 θερμοκρασιών		
Θερμοκρασία	Σύγκριση	Σύγκριση μεταξύ των θερμοκρασιών
0°C	X	0-5°C
5°C	X	0-10°C
10°C	X	(*) 0-25°C
25°C	X	5-10°C
		(*) 5-25°C
		(*) 10-25°C

(*)=στατιστικά σημαντική διαφορά

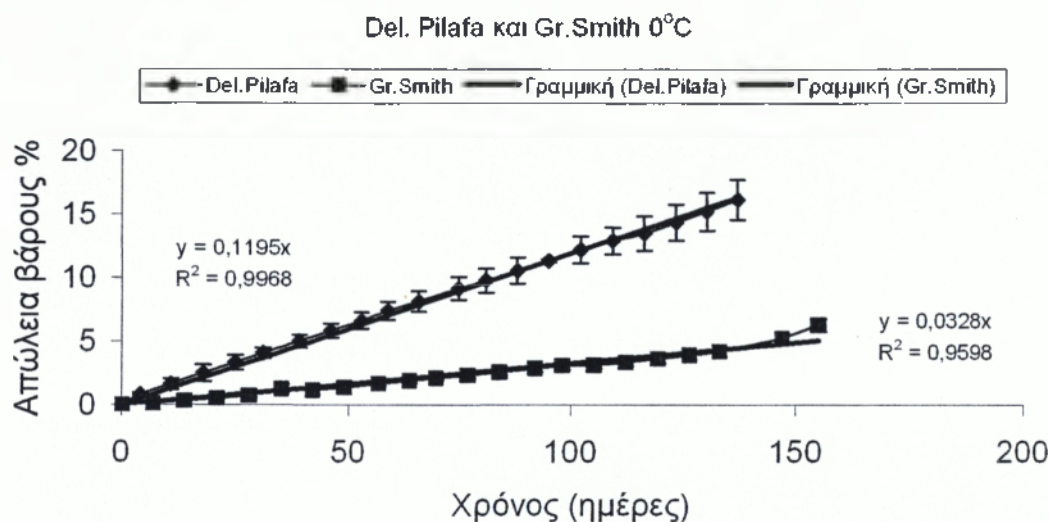
Η υφή των φρούτων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως γενετικούς, καλλιεργητικούς, θρέψης, βαθμού ωριμότητας, περιεκτικότητα σε νερό, θερμοκρασία συντήρησης, συνθήκες συντήρησης (ελεγχ. ατμ.) κ.α. Η απώλεια υγρασίας είναι η κύρια αιτία υποβάθμισης της ποιότητας των φυτικών οργάνων γιατί επηρεάζει την εμφάνιση των φρούτων αλλά και την υφή τους.

Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η παραμόρφωση των μήλων Pilafa Delicious σε όλες τις θερμοκρασίες είναι γραμμική συνάρτηση της απώλειας βάρους του τύπου $\Delta = A \cdot L + B$ (Δ = παραμόρφωση, L = απώλεια βάρους) με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,90 και 0,99. Στην περίπτωση των μήλων Granny Smith η παραμόρφωση στους 0°C,10°C και 25°C είναι πολυωνυμική συνάρτηση της απώλειας βάρους του

τύπου $\Delta = A \cdot L + B \cdot L + \Gamma$ με R^2 κυμαινόμενο μεταξύ 0,80 -0,90 και μόνο στους 5°C είναι γραμμική συνάρτηση με $R^2=0,91$.

3.4 Απώλεια βάρους

Η απώλεια βάρους των μήλων Pilafa Delicious και Granny Smith που συντηρήθηκαν στους 0°C παρουσιάζεται στο σχήμα 27 από το οποίο μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:



Σχήμα 27. Απώλεια Βάρους μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 0°C

- Η απώλεια βάρους και στις δύο ποικιλίες παρουσιάζει γραμμική μεταβολή συναρτήσει του χρόνου, της μορφής $A \cdot B \% = At$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 > 0,90$ (οι τιμές των A και R^2 παρουσιάζονται στο σχήμα 27).

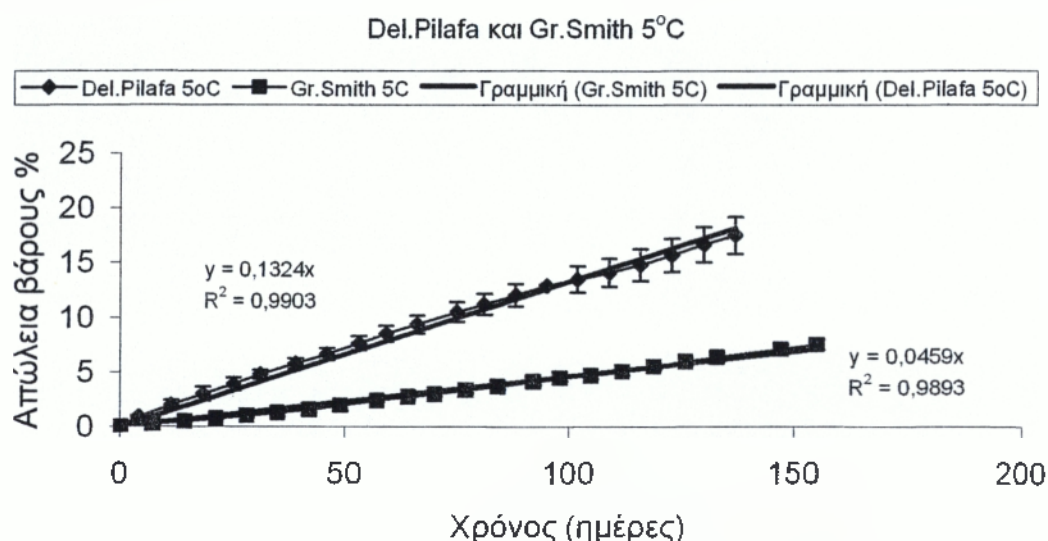
- τα μήλα Pilafa Delicious παρουσιάζουν μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε σύγκριση με τα Granny Smith.

- Μετά από 150 ημέρες στους 0°C τα Pilafa Delicious παρουσίασαν απώλεια βάρους της τάξης του 16% ενώ τα Granny Smith παρουσίασαν απώλεια βάρους της τάξης του 6%. Δηλ. τα Pilafa Delicious παρουσίασαν απώλεια βάρους 2,5 φορές παραπάνω από τα Granny Smith.

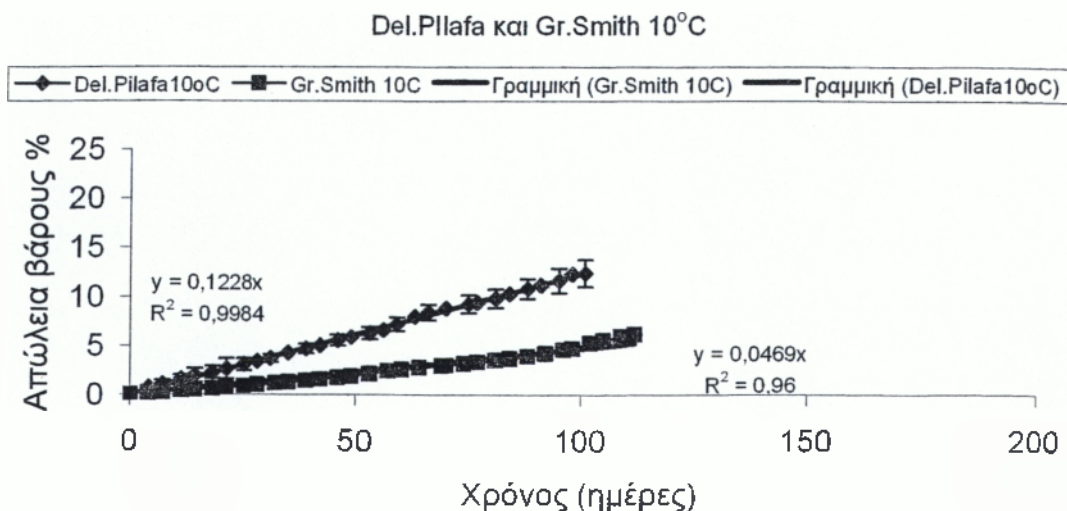
Στα σχήματα 28, 29 και 30 παρουσιάζεται η απώλεια βάρους των μήλων και των δύο ποικιλιών που συντηρήθηκαν στους 5°C, 10°C και 25°C.

Από τα σχήματα αυτά προκύπτουν τα εξής:

- Η απώλεια βάρους και των δύο ποικιλιών σε όλες τις θερμοκρασίες παρουσιάζει γραμμική μεταβολή συναρτήσει του χρόνου, της μορφής $A \cdot B \% = A t$ με συντελεστή συσχέτισης $R^2 > 0,90$ (οι τιμές των A και R^2 παρουσιάζονται στα αντίστοιχα σχήματα).

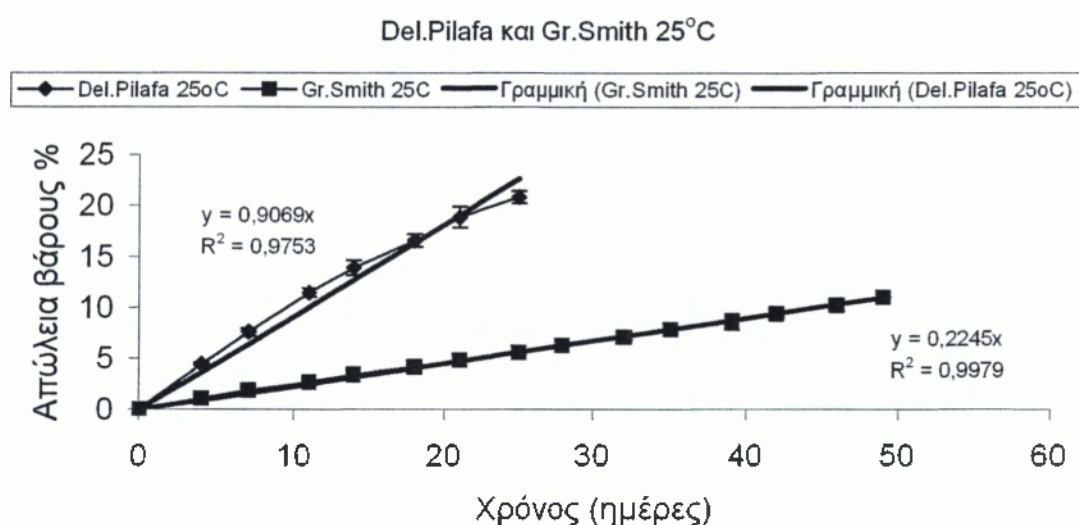


Σχήμα 28. Απώλεια Βάρους μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 5°C



Σχήμα 29. Απώλεια Βάρους μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 10°C

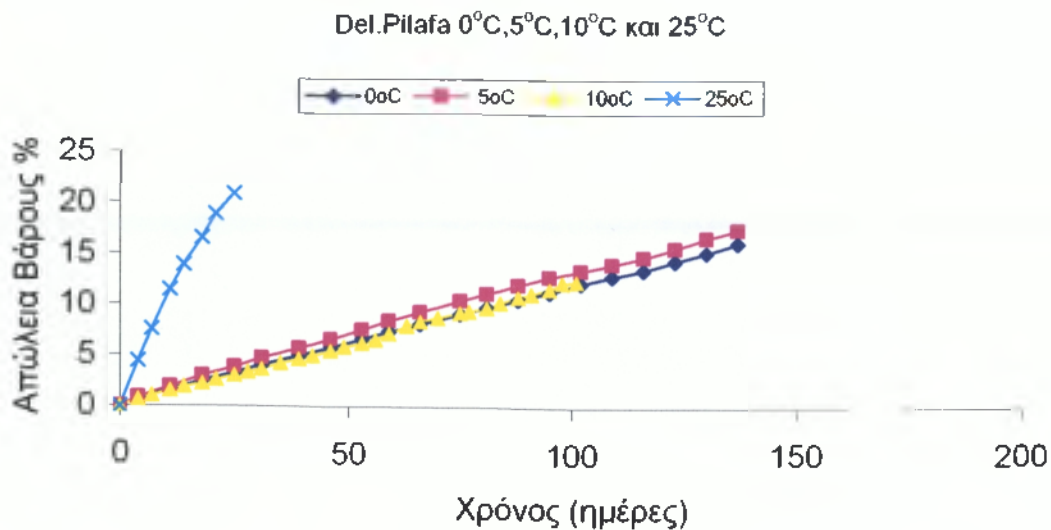
- Η ποικιλία Pilafa Delicious παρουσιάζει σαφώς μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε όλες τις θερμοκρασίες συγκριτικά με την ποικιλία Granny Smith.
- Μετά από 150 ημέρες στους 5°C η ποικιλία Pilafa Delicious παρουσίασε μια απώλεια βάρους της τάξης του 17,5 % έναντι 7,5% της ποικιλίας Granny Smith, δηλ 2,3 φορές μεγαλύτερη απώλεια βάρους.
- Στο τέλος της συντήρησης στους 10°C (100-110^η ημέρα) η ποικιλία Pilafa Delicious παρουσίασε απώλεια βάρους της τάξης του 12,4% έναντι 6,15% της ποικιλίας Granny Smith δηλ διπλάσια απώλεια βάρους



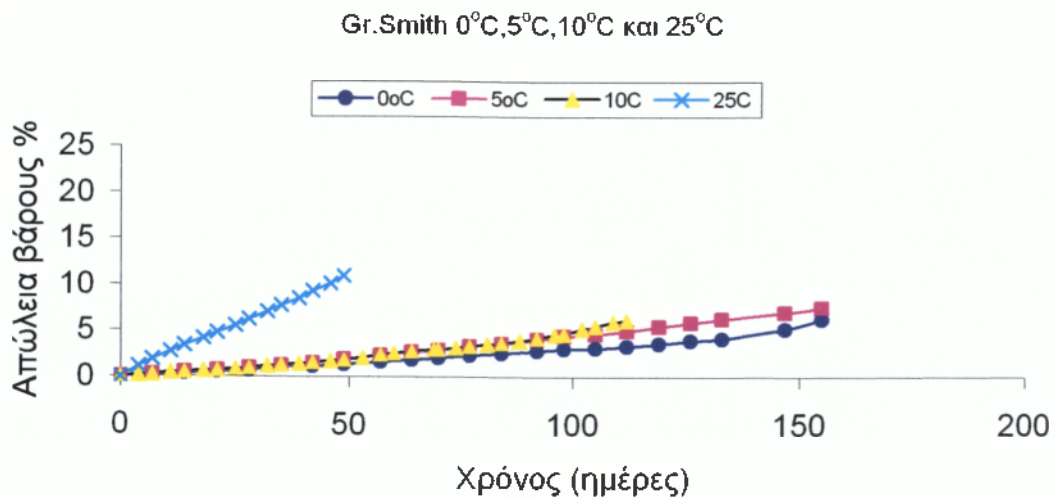
Σχήμα 30. Απώλεια Βάρους μήλων Del. Pilafa και Granny Smith στους 25°C

- Μετά από συντήρηση 25 ημερών στους 25°C η ποικιλία Pilafa Delicious παρουσίασε απώλεια βάρους της τάξης του 20,8%, ενώ η ποικιλία Granny Smith παρουσίασε απώλεια βάρους της τάξης του 11% μετά από 49 ημέρες, χρόνο διπλάσιο σε σύγκριση με την Granny Smith. Η ποικιλία Pilafa Delicious παρουσίασε απώλεια βάρους 1.9 φορές μεγαλύτερη από αυτήν της ποικιλίας Granny Smith

Συγκρίνοντας την απώλεια βάρους των μήλων Pilafa Delicious στις θερμοκρασίες 0°C, 5°C, 10°C και 25°C (σχ.31) μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι δεν υπάρχει σαφής διαφορά μεταξύ των θερμοκρασιών 0°C, 5°C και 10°C και μόνο στους 25°C η απώλεια βάρους είναι σαφώς μεγαλύτερη και μάλιστα είναι περίπου εξαπλάσια αυτής των άλλων θερμοκρασιών.



Σχήμα 31. Απώλεια Βάρους μήλων Del. Pilafa στους 0°C,5°C,10°C και 25°C



Σχήμα 32. Απώλεια Βάρους μήλων Granny Smith στους 0°C,5°C,10°C και 25°C

Στο σχήμα 32 παρουσιάζεται η απώλεια βάρους των μήλων Granny Smith στους 0°C,5°C,10°C και 25°C. Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι η απώλεια βάρους των μήλων στους 25°C είναι σαφώς μεγαλύτερη σε σύγκριση με τις άλλες θερμοκρασίες από την αρχή κιόλας της συντήρησης. Στις θερμοκρασίες 0°C,5°C και 10°C μέχρι την 60^η περίπου ημέρα δεν υπάρχει διαφορά μεταξύ των τριών θερμοκρασιών μετά όμως από το χρονικό αυτό διάστημα υπάρχει διαφορά μεταξύ

των μήλων που συντηρήθηκαν στους 0°C –τα οποία παρουσίασαν και τη μικρότερη απώλεια- και των μήλων που συντηρήθηκαν στους 5°C και 10°C και τα οποία μέχρι το τέλος της συντήρησης δεν παρουσίασαν διαφορά. Η απώλεια βάρους που παρουσίασαν τα μήλα στο τέλος της συντήρησης στους 25°C είναι περίπου 6 φορές μεγαλύτερη αυτής που παρουσίασαν τα μήλα στους 0°C.

Η απώλεια βάρους των μήλων οφείλεται στη διαπνοή και κατά ένα μικρό ποσοστό στην αναπνοή.

Οι παράγοντες που επηρεάζουν την διαπνοή είναι εσωτερικοί παράγοντες που σχετίζονται με τη μορφολογία και ανατομία του φυτικού οργάνου και εξωτερικοί παράγοντες που επηρεάζουν το έλλειμμα τάσης υδρατμών όπως η σχετική υγρασία του αέρα, η θερμοκρασία και η κίνηση του αέρα γύρω από το προϊόν.

Η αναπνοή επηρεάζει έμμεσα τη διαπνοή με το νερό που παράγεται και τη θερμότητα. Το νερό παραμένει στους ιστούς και αυξάνει τη σχετική υγρασία ενώ το CO₂ που παράγεται φεύγει και αντιστοιχεί κατά ένα μικρό μέρος στην απώλεια βάρους. Η θερμότητα της αναπνοής αυξάνει τη θερμοκρασία των ιστών και έμμεσα αυξάνει τη διαπνοή.

Το είδος της εφυμενίδας και γενικά η κατασκευή του φλοιού επιδρά στην απώλεια υγρασίας. Στα περισσότερα είδη καρπών ο φλοιός καλύπτεται με κηρώδεις ουσίες που εμποδίζουν την απώλεια υγρασίας.

Η ποικιλία Granny Smith χαρακτηρίζεται από την ύπαρξη κηρώδους επίστρωσης που εμποδίζει την διαπνοή και την ύπαρξη μικρού αριθμού φακιδίων ($3 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{cm}^2$) (Λαμπρινός, Μανωλοπούλου 1998) τα οποία δεν λειτουργούν κατά το στάδιο της ωριμότητας (Hall et al. 1958). Η περατότητα των μήλων Granny Smith στα αέρια μεταβάλλεται πολύ λίγο συναρτήσει της θερμοκρασίας και δεν μεταβάλλεται κατά την ωρίμανση (Marcellin 1974) , ο δε κάλυκας τους είναι κλειστός και έτσι δεν υπάρχει ανταλλαγή αερίων με την εξωτερική ατμόσφαιρα. Αντίθετα η ποικιλία Pilsa Delicious στερείται κηρώδους επίστρωσης και διαθέτει μεγάλο αριθμό φακιδίων ($53 \times 10^{-3} \text{cm}^2/\text{cm}^2$) (Λαμπρινός, Μανωλοπούλου 1998) γεγονός που την καθιστά πολύ ευαίσθητη στην απώλεια υγρασίας.

Η διαφορετική δομή των επιφανειακών στρώσεων των δύο ποικιλιών μπορεί να εξηγήσει την διαφορετική συμπεριφορά τους ως προς την απώλεια βάρους.

3.5 Χρώμα

Η μεταβολή του χρώματος των μήλων Pilafa Delicious και Granny Smith αποδίδεται με τη φωτεινότητα L^* και τις χρωματικές παραμέτρους a^* και b^* και παρουσιάζεται στους πίνακες 7-12.

Στον πίνακα 7 παρουσιάζεται η μεταβολή της φωτεινότητας L^* συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης (0°C , 5°C , 10°C και 25°C) μήλων Pilafa Delicious σε δύο μέρη του καρπού ήτοι το πράσινο μέρος (πλευρά α) και το κόκκινο μέρος (πλευρά β). Παρατηρούμε ότι στο τέλος της συντήρησης η φωτεινότητα των καρπών στις θερμοκρασίες 0°C , 5°C και 25°C μειώθηκε ενώ στους 10°C παρέμεινε σταθερή. Από την στατιστική μελέτη ($p=0.05$) προκύπτει ότι στο κόκκινο μέρος του καρπού οι τέσσερις θερμοκρασίες δεν διαφέρουν μεταξύ τους.

Πίνακας 7. Μεταβολή φωτεινότητας L^* στα μήλα Pilafa Del. συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Φωτεινότητα L^*								
Χρόνος	Θερμοκρασία συντήρησης							
	0°C		5°C		10°C		25°C	
	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β
Αρχή συντήρησης	59.46	43.14	61.20	44.04	62.321	41.318	61.811	42.49
Τέλος συντήρησης	(137 ⁿ ημέρα)		(137 ⁿ ημέρα)		(101 ⁿ ημέρα)		(25 ⁿ ημέρα)	
	54.21 ab	38.381 a	58.881 bc	41.391 a	62.461 c	41.99 a	53.8 a	40.40 a

Μέσοι όροι ανά θερμοκρασία στην αυτή γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους ($p=0.05$).

Πίνακας 8. Μεταβολή φωτεινότητας L* μήλων Granny Smith συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Φωτεινότητα L*				
Χρόνος	0°C	5°C	10°C	25°C
Αρχή συντήρησης	63.222	62.245	62.486	62.806
Τέλος συντήρησης	(159 ^η ημέρα)	(159 ^η ημέρα)	(112 ^η ημέρα)	(49 ^η ημέρα)
	62.00 ab	62.147 ab	60.911 a	63.229 b

Μέσοι όροι ανά θερμοκρασία στην αυτή γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους ($p=0.05$).

Στον πίνακα 8 παρουσιάζεται η μεταβολή της φωτεινότητας στο τέλος της συντήρησης μήλων Granny Smith. Από την μελέτη των στοιχείων προκύπτει ότι σε όλες τις θερμοκρασίες δεν παρατηρήθηκε μεταβολή της αρχικής φωτεινότητας. Συγκρίνοντας τη φωτεινότητα των καρπών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης παρατηρούμε ότι διαφέρουν μόνο οι καρποί που συντηρήθηκαν στους 10 °C και 25 °C.

Στον πίνακα 9 παρουσιάζεται η μεταβολή της παραμέτρου a* στα δύο μέρη του καρπού (πράσινο-κόκκινο) συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης. Παρατηρούμε ότι στο πράσινο μέρος του καρπού οι τιμές αυξήθηκαν σημαντικά πράγμα που σημαίνει ότι έχουμε μείωση του πράσινου χρώματος και μεταβολή του προς το κόκκινο. Στο τέλος της συντήρησης δεν υπάρχει στατιστικά σημαντική διαφορά μεταξύ των τεσσάρων θερμοκρασιών. Στο κόκκινο μέρος του καρπού παρατηρείται επίσης μια αύξηση της τιμής της χρωματικής παραμέτρου a* και στο τέλος της συντήρησης οι θερμοκρασίες 10 °C και 25 °C διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους

Πίνακας 9. Μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* (κόκκινο-πράσινο) μήλων Pilafa Delicious συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Παράμετρος a^*								
Χρόνος	Θερμοκρασία συντήρησης							
	0°C		5°C		10°C		25°C	
	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β
Αρχή συντήρησης	2.155	22.844	-3.695	19.42	-3.044	19.83	-1.15	21.553
Τέλος συντήρησης	(137 ^η ημέρα)		(137 ^η ημέρα)		(101 ^η ημέρα)		(25 ^η ημέρα)	
	5.891 a	23.47 ab	5.508 a	22.07 a	5.487 a	25.118 b	5.965 a	18.35 a

Μέσοι όροι ανά θερμοκρασία στην αυτή γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους ($p=0.05$).

Πίνακας 10. Μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* μήλων Granny Smith συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Παράμετρος a^*				
Χρόνος	0°C	5°C	10°C	25°C
Αρχή συντήρησης	-19.629	-19.742	-19.286	-19.415
Τέλος συντήρησης	(159 ^η ημέρα)	(159 ^η ημέρα)	(112 ^η ημέρα)	(49 ^η ημέρα)
	15.27 a	-7.110 b	1.805 c	-15.041 a

Μέσοι όροι ανά θερμοκρασία στην αυτή γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους ($p=0.05$).

Από τον πίνακα 10 προκύπτει ότι τη μεγαλύτερη μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου a^* τα μήλα Granny Smith παρουσίασαν στους 0 °C και 10 °C ενώ στους 5 °C και 25 °C τη μικρότερη.

Πίνακας 11. Μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου b^* (κίτρινο) μήλων Pilafa Delicious συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Παράμετρος b^*								
Χρόνος	Θερμοκρασία συντήρησης							
	0°C		5°C		10°C		25°C	
	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β	πλ.α	πλ.β
Αρχή συντήρησης	35.54	21.347	40.503	21.106	38.507	18.531	39.798	20.771
Τέλος συντήρησης	(137 ^η ημέρα)		(137 ^η ημέρα)		(101 ^η ημέρα)		(25 ^η ημέρα)	
	39.45 a	20.148 a	42.52 ab	22.285 a	45.348 b	23.977 a	40.916 a	22.189 a

Μέσοι όροι ανά θερμοκρασία στην αυτή γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους ($p=0.05$).

Όσον αφορά τη μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου b^* (κίτρινο) των μήλων Pilafa Delicious από τον πίνακα 11 μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι στο τέλος της συντήρησης στο πράσινο μέρος του καρπού παρουσιάζεται μια αύξηση χωρίς σημαντικές μεταβολές μεταξύ των θερμοκρασιών, ενώ στο κόκκινο μέρος δεν παρουσιάζεται σημαντική μεταβολή από τις αρχικές τιμές αλλά ούτε και μεταξύ των θερμοκρασιών.

Τέλος στα μήλα Granny Smith (πίνακας 12) στο τέλος της συντήρησης η μεταβολή της χρωματικής παραμέτρου b^* στους 10 °C διαφέρει στατιστικά αυτής των άλλων θερμοκρασιών.

Πίνακας 12. Παράμετρος b* μήλων Granny Smith συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Παράμετρος b*				
Χρόνος	0°C	5°C	10°C	25°C
Αρχή συντήρησης	40.752	40.92	39.806	40.593
Τέλος συντήρησης	(159 ^η ημέρα)	(159 ^η ημέρα)	(112 ^η ημέρα)	(49 ^η ημέρα)
	44.077 a	42.979 a	39.199 b	42.148 a

Μέσοι όροι ανά θερμοκρασία στην αυτή γραμμή ακολουθούμενοι από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά μεταξύ τους (p=0.05)

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Η αναπνευστική δραστηριότητα των μήλων Delicious Pilafa είναι μεγαλύτερη από αυτήν των μήλων Granny Smith.
- Η αναπνευστική δραστηριότητα είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας συντήρησης.
- Σε όλες τις θερμοκρασίες η ποικιλία Delicious Pilafa παράγει μεγαλύτερες ποσότητες αιθυλενίου σε σύγκριση με την ποικιλία Granny Smith.
- Η παραγωγή αιθυλενίου επηρεάζεται από τη θερμοκρασία συντήρησης, όσο μικρότερη η θερμοκρασία τόσο μικρότερη η εκπομπή και τόσο πιο αργά η εμφάνιση του μέγιστου της εκπομπής.
- Η ποικιλία Delicious Pilafa παρουσιάζει μικρότερη αντίσταση στο τρύπημα και μεγαλύτερη παραμόρφωση από την ποικιλία Granny Smith σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης.
- Τα μήλα της ποικιλίας Delicious Pilafa παρουσιάζουν σαφώς μεγαλύτερη απώλεια βάρους σε όλες τις θερμοκρασίες συντήρησης συγκριτικά με τα μήλα της ποικιλίας Granny Smith. Η διαφορετική συμπεριφορά εξηγείται από την διαφορά στο είδος και τον αριθμό των φακιδίων στο φλοιό των μήλων κάθε ποικιλίας και στην ύπαρξη κηρώδους επιφανειακής επίστρωσης στα μήλα Granny Smith.
- Η φωτεινότητα του χρώματος διατηρήθηκε στα αρχικά περίπου επίπεδα σε όλες τις θερμοκρασίες στην περίπτωση των μήλων Granny Smith ενώ η ποικιλία Delicious Pilafa διατήρησε την φωτεινότητα μόνο στους 10°C.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακες Αναπνοής μήλων Pilafa Delicious

ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 0°C	LSD 0°C Pilafa		ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 5°C	LSD 5°C Pilafa
0	2,2			0	2,203671793	
19	0,19	0,11		4	0,480320268	0,02
47	0,29	0,03		10	0,413359597	0,04
75	0,2733	0,07		17	0,448027689	0,07
103	0,2835	0,02		24	0,401092661	0,23
117	0,3	0,03		31	0,428241107	0,03
				38	0,441996941	
				45	0,449877687	0,03
				52	0,431068966	
				59	0,391087777	0,03
				66	0,41118757	
				75	0,406921003	0,07
				80	0,357150457	
				87	0,423698397	
				94	0,393286528	
				101	0,348230627	0,02
				109	0,366498667	
				115	0,41368506	0,02
				122	0,399347442	
				129	0,415460047	0,03
ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 10°C	LSD 10°C Pilafa		ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 25°C	LSD 25°C Pilafa
0	2,85			0	2,17	
6	0,81	0,21		4	1,747	0,17
20	0,83	0,11		6	2,487	0,21
34	0,84	0,05		10	1,8137	0,04
55	0,79			13	1,3	0,05
70	0,71			17	1,1032	0,07
91	0,85	0,2		20	1,35	0,11
104	0,76			24	1,05	0,23

Πίνακες ατομικής καταγραφής αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious

RR Del.Pil. 0°C							
ΗΜΕΡΕΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	2,082912	1,954628	2,107764	1,685935	2,854643	2,530239	2,209581
19	0,283047	0,304842	0,271137	0,308269	0,275061		
47	0,23539	0,29321	0,269764	0,345073	0,280982	0,224788	0,173063
75	0,261239	0,343815	0,27642	0,359564	0,26976	0,227857	0,174131
103	0,264555		0,293704	0,376042	0,282589	0,251171	0,233071
117					0,301513	0,301337	

RR Del.Pil. 5°C

HMEPEΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	2,082912	1,954628	2,107764	1,685935	2,854643	2,530239	2,209581
4	0,496312	0,442838	0,522962	0,479995	0,429961	0,456604	0,53357
10	0,416423	0,433366		0,418092	0,372674	0,429024	0,410579
17	0,519023	0,420647	0,517722	0,427361	0,3832	0,456193	0,412048
24	0,364868	0,385225	0,475801	0,407923	0,339288	0,448541	0,386002
31	0,44796	0,424109	0,499091	0,422737	0,372979	0,431905	0,398905
38	0,450228	0,437685	0,505915	0,48108	0,362765		0,41431
45	0,46031	0,456202	0,53961	0,454166	0,409132		0,379847
52	0,451084	0,419067	0,517119	0,456375	0,409579		0,33319
59	0,382421	0,338926	0,473293	0,424649	0,383305		0,343933
66	0,426652	0,403792		0,44533	0,38769		0,392473
75	0,367216	0,409744	0,4669		0,366617		0,424127
80	0,350466	0,370418	0,42792		0,33215		0,304798
87	0,475735	0,400169	0,475628		0,343262		
94	0,396072	0,369	0,471942		0,338531		0,390888
101	0,341222	0,355481	0,425551		0,320433		0,298466
109	0,366336	0,377264			0,360139		0,362255
115	0,422567	0,433664			0,380272		0,418238
122		0,436315			0,344658		0,417069
129		0,411407					0,419513

RR Del.Pil. 10C

HMEPEΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	2,082912	1,954628	2,107764	1,685935	2,854643	2,530239	2,209581
6	0,546386	0,80428	0,780181	0,667935	0,577248	0,815007	0,663824
13	0,594234	0,683206	0,736695	0,613977	0,528616	0,791018	0,617411
20	0,675487	0,729711	0,777317	0,635304	0,535714	0,824658	0,658409
27	0,625611	0,672999	0,775627	0,643944	0,513747	0,785514	0,618506
34	0,693863	0,712541	0,841273	0,707223	0,571498	0,745651	0,557535
41	0,601245	0,668064	0,739786	0,605318	0,621282	0,708917	0,565381
48	0,533018	0,551276	0,658646	0,545624	0,610588	0,612479	0,513126
55	0,612002	0,638689	0,762974	0,602255	0,79139		0,546768
63	0,597253	0,574025	0,742063	0,609126	0,879687	0,670108	0,645192
70	0,583754	0,603917	0,707689	0,559102		0,650004	0,594931
76	0,593074	0,668091	0,742963	0,569781		0,679646	0,681281
83	0,566671	0,640524	0,680762	0,564724			
91	0,670841		0,854266	0,692679			
98	0,636304		0,786401	0,641598			
104	0,637156		0,764719	0,575489			

RR Del.Pil. 25C

HMEPEΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	2,082912	1,954628	2,107764	1,685935	2,854643	2,530239	2,209581
4	1,980902	1,504705	1,861441	1,380474		1,643455	1,655874
6	2,614419	2,526389	2,567137	1,459868	2,617238	2,241826	1,592241
10	1,802086	1,926464	1,789848	1,657042	1,70584	1,736721	1,72519
13	1,24581	1,299162	1,294986	1,284755	1,483944	1,368144	1,286824
17	1,160622	1,008635	1,154925	1,045567		1,088584	1,004904
20	1,453963	1,342044	1,352878	1,027842		1,250189	1,101646
24	1,092649	0,945654	1,227814	0,800406		0,945897	0,830667

Πίνακες Αναπνοής μήλων Granny Smith

HΜΕΡΕΣ	Granny Smith 0C	LSD		HΜΕΡΕΣ	Granny Smith 5C	LSD
0	0,68			0	0,679722444	
20	0,137	0,05		19	0,219669338	0,05
48	0,14	0,07		47	0,285932073	0,07
76	0,15	0,01		75	0,273205639	0,01
104	0,13	0,01		103	0,272908861	0,01
119	0,163	0,01		119	0,346864466	0,01
132	0,17	0,02		147	0,422771352	0,02
146	0,28	0,02		154	0,429655928	
159	0,22	0,02		159	0,455397136	0,02
HΜΕΡΕΣ	Granny Smith 10C	LSD		HΜΕΡΕΣ	Granny Smith 25C	LSD
0	0,679722444			0	0,679722444	
15	0,433106689	0,03		1	0,891154584	0,03
29	0,448832847	0,09		5	0,611743772	0,02
43	0,430746141	0,08		7	0,514132546	0,02
57	0,470773594			12	0,351266184	
71	0,403507011			15	0,321591077	0,03
78	0,491301246			19	0,292220347	0,05
99	0,521526375			22	0,309264524	0,09
106	0,594582281			29	0,380439357	0,09
113	0,648144002			36	0,478459179	0,09
				43	0,47056865	0,08
				47	0,483139604	0,07

Πίνακες ατομικής καταγραφής αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Granny Smith

RR Gr.S 0C							
HΜΕΡΕΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	0,657844	0,602242	0,704401	0,68553	0,702109	0,770492	0,635441
20	0,143039	0,141107	0,133858	0,139994	0,134286		0,132169
48	0,142158	0,139171	0,138794	0,13952	0,141378	0,131566	
76	0,145623	0,153658	0,147217	0,152835	0,149961	0,140714	0,143131
90	0,15195	0,14545	0,138434	0,154687	0,145167	0,135795	0,118262
104	0,110275	0,134047	0,126702	0,135195	0,131416	0,121767	0,124948
119	0,144838	0,155507	0,147764	0,162529	0,155046	0,153557	0,149701
132	0,155971	0,164577	0,156219	0,170543	0,152706	0,159669	0,1488
146	0,240381	0,265551	0,240966	0,304991	0,258871	0,271126	0,273385
159	0,212938	0,259297	0,194331	0,29213	0,205459	0,248327	0,156379
RR Gr.S 5C							
HΜΕΡΕΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	0,657844	0,6022416	0,704401	0,68553	0,702109	0,770492	0,635441
19	0,247676	0,2033555	0,229769	0,217217	0,242842	0,218162	0,178664
47	0,29545	0,2819992	0,28749	0,277467	0,281745	0,291442	
75	0,298807	0,2749554	0,276964	0,264084	0,253037	0,271387	
103		0,2701908	0,274813	0,271584	0,286068	0,261889	
119		0,3319103	0,350754	0,366337	0,364206	0,337339	0,330641
147		0,4432358	0,436452	0,467744	0,442279	0,392177	0,354741
154		0,4396194	0,353901	0,527735	0,446733	0,41268	0,397266
159		0,5059647	0,441761	0,509177	0,456695	0,391786	0,426999

RR Gr.S 10C

ΗΜΕΡΕΣ	a	b	c	d	e	f	g
0	0,657844	0,602242	0,704401	0,68553	0,702109	0,770492	0,635441
15	0,480083	0,360225	0,448852	0,410563	0,45034	0,406891	0,474793
29	0,464072	0,417846	0,466473	0,475305	0,483428	0,456874	0,377833
43	0,465797	0,387342	0,47392	0,438506	0,453314	0,371834	0,424509
57	0,467021	0,449178	0,508064	0,472623	0,498262	0,444072	0,456195
71	0,414238	0,37823	0,447274	0,416743	0,406928	0,391488	0,369648
78	0,494171	0,452234	0,564753	0,524303	0,500402	0,440786	0,462459
99	0,558222	0,455249	0,539017		0,550298	0,458001	0,568372
106	0,607034	0,510462	0,65784		0,569399	0,501725	0,721033
113	0,629588	0,50366	0,667987		0,571048		0,723952

RR Gr.S 25C

ΗΜΕΡΕΣ	a	b	d	e	f	g
0	0,657844	0,602242	0,68553	0,702109	0,770492	0,635441
1	0,899882	0,864313	0,880688	0,918092	0,895922	0,765277
5	0,612041	0,59162	0,590784	0,628966	0,64453	0,564217
7	0,549738	0,495797	0,500533	0,496664	0,505928	
12	0,30352	0,301845	0,35963	0,368629	0,38212	0,343152
15	0,331748	0,307784	0,332018	0,311205	0,329038	0,317753
19	0,245396	0,245639	0,324079	0,312231	0,328951	0,297027
22	0,311078	0,276611	0,390233	0,324248	0,293681	0,259737
29	0,279286	0,214192	0,648378	0,340871	0,253022	0,219605
36	0,272028	0,252803	0,61696	0,66961	0,279153	
43	0,255464	0,258098	0,62234	0,644125	0,350165	
47	0,220928	0,209222	0,573501	0,575453	0,622309	

Τίνακες Αιθυλενίου μήλων Pilafa Delicious

ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 0°C		ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 5°C
0	230,58		0	199
5	202,93		8	238,68
40	269,54		21	401,48
70	253,91		52	315,56
90	239,53		110	268,7
109	222,4		121	295,46
ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 10°C		ΗΜΕΡΕΣ	Del. Pilafa 25°C
0	230,58		0	230,58
4	270,28		4	286,49
17	296,6		11	341,75
41	323,7		19	368,1
73	334		21	350,26
89	369,06		24	343,38
104	390,3			

Πίνακες ατομικής καταγραφής Αιθυλενίου μήλων Pilafa Delicous

Ethyl Del.Pil. 0C											
ΗΜΕΡΕΣ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	ΗΜΕΡΕΣ	g
0	199,67	0	206,13	0	273,77	0	204,62	0	252,3	0	219,69
5	152,68	5	191,69	5	233,54	5	233,55	5	220,89	5	190,5
48	203,37	40	251,64	48	337,86	48	297,53	48	254,26	40	277,35
70	189,46	75	270,1	70	317,13	70	263,94	70	240,59		
82	204,36	96	229,91	96	285,18	89	314,21	89	263,77		
124	209,67	124	268,95	104	331,05	96	291,67	96	240,66		

Ethyl Del.Pil. 5C										
ΗΜΕΡΕΣ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	
0	199,67	0	206,13	0	273,77	0	204,62	0	252,3	
10	249,11	7	234,39	7	218,67	7	266,25	7	225	
21	293,23	24	269,14	24	299,42	21	401,48	24	287,89	
42	296,55	45	275,47	39	320,22	35	405,2	35	308,75	
56	299,16	56	288,15	49	300,4	49	384,01	49	306,09	
66	275,11	75	290,14	66	297,75	63	408,23	75	313,11	
87	291,36	87	295,06	84	294,56	84	393,62	98	317,28	
109	152,05	109	289,44	98	312,6			122	320,73	
		119	301,59	109	278,8			137	306	

Ethyl Del.Pil. 10C													
ΗΜΕΡΕΣ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	ΗΜΕΡΕΣ	f	ΗΜΕΡΕΣ	g
0	199,67	0	206,13	0	273,77	0	204,62	0	252,3	0	257,91	0	219,69
4	204,34	4	240,52	4	425,55	4	300,84	4	307,1	4	227,59	4	186,05
45	251,84	45	268,77	42	508,25	42	344,27	40	380,56	40	272,29	49	254,41
75	233,09	70	240,25	66	495,68	70	350,68	75	359,2	75	284,66	77	255,15
91	271,09	82	272,14	91	522,56	96	358,37	91	403,62				
104	239,84			101	538,4	105	364,07	105	419,07				

Ethyl Del.Pil. 25C													
ΗΜΕΡΕΣ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	ΗΜΕΡΕΣ	f	ΗΜΕΡΕΣ	g
0	199,67	0	206,13	0	273,77	0	204,62	0	252,3	0	257,91	0	219,69
4	253,31	4	257,59	4	293,6	4	294,13	4	283,9	4	283,88	4	339,03
11	300,74	11	295,24	11	342,15	10	326,81	11	317,17	11	306,07	11	395,44
17	286,83	18	327,98	17	335,56	17	329,3	17	288,07	18	341,9	18	431,99
19	329,28	21	308,05	19	386,66	19	354,08	19	331	21	323,5	21	417,8
21	299,56			21	362,25	21	350,05	21	322,56				

Τίνακες Αιθυλενίου μήλων Granny Smith

ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 0°C		ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 5°C
6	26,17		1	46,16
34	222,96		6	40,05
69	254,67		18	143,72
83	323,76		39	272,8
100	258,33		75	315,94
120	298,5		136	263,87
142	285,96		162	294,2
161	315,15			
ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 10°C		ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 25°C
1	12,8		0	11,96
8	67,06		11	22,68
21	276,25		15	29,16
49	340,17		25	139,02
82	280,17		41	338,14
104	272,55		49	113,36
112	308,7			

Τίνακες ατομικής καταγραφής Αιθυλενίου μήλων Granny Smith

Ethyl Gr. Smith 0C													
ΗΜΕΡΕ Σ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	ΗΜΕΡΕΣ	f	ΗΜΕΡΕ Σ	g
6	33,35699	6	24,79247	6	38,37385	6	13,69544	34	206,0048	6	18,05607	6	28,55382
34	248,8515	49	235,7422	34	215,6598	34	195,4847	69	260,9151	34	205,9147	34	265,8272
64	288,7131	69	242,027	69	241,8676	69	233,0193	90	267,5485	69	218,3925	69	297,7441
83	362,9278	83	212,7319	83	262,161	83	245,9036	125	320,9231	106	231,6153	106	264,0116
98	290,6087	106	247,0786	106	266,6382	106	249,9894	146	257,7696	125	279,962	125	325,6541
118	327,931	125	279,6798	125	291,6319	125	263,9601	161	302,2376	134	237,9951	146	324,6027
134	437,9516	146	229,4992	146	267,5834	146	246,2753			161	255,6203	161	342,9156
161	431,878	161	290,5633	161	286,5162	161	296,2991						

Ethyl Gr.Smith 5C

ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	ΗΜΕΡΕΣ	f
1	43,93948	1	41,24341	1	42,38638	1	40,55095	1	43,97593
18	126,9487	18	131,8368	18	143,049	18	157,4989	18	160,0368
29	216,7	29	207,36	29	241,1	29	248,79	29	258,9
57	293,3476	57	262,6196	60	317,4081	60	314,2063	57	328,6489
88	268,0388	78	289,0347	78	347,4151	78	322,5842	78	339,8411
116	307,8225	116	259,1039	116	318,3961	113	339,7222	113	351,3407
131	257,2771	131	284,7623	131	311,5196	131	304,409	131	342,5185
162	287,7614	162	302,5761	162	266,6553	162	300,9388	162	337,03

Ethyl Gr.Smith 10C

ΗΜΕΡΕΣ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e	ΗΜΕΡΕΣ	f	ΗΜΕΡΕΣ	g
1	15,1893	1	23,77	1	11,47	1	9,66	1	12,56	1	7,99	1	8,74
53	284,41	48	367,08	48	371,62	48	293,33	48	408,7	48	344,31	48	311,73
74	274,01	74	341,8	74	350,68	74	279,63	74	381,27	74	318,69	74	289,36
83	290,25	90	359,73	85	366,16	85	288,39	85	398,22	92	352,97	92	295,64
103	249	106	336,9	106	350,1	99	277,4	103	338,71	106	327,37	112	264,16

Ethyl Gr.Smith 25C

ΗΜΕΡΕΣ	a	ΗΜΕΡΕΣ	b	ΗΜΕΡΕΣ	c	ΗΜΕΡΕΣ	d	ΗΜΕΡΕΣ	e
0	9,8	0	15,74	0	7,9	0	11,46	0	10,82
6	15,02	8	17,31	6	9,75	6	17,03	6	10,87
13	20,41	13	22,47	15	20,05	15	29,35	18	26,39
15	28,71	15	29,38	25	113,62	25	43,33	29	41,86
20	18,7	19	31,85	34	339,22	36	395,82	36	30,99
27	15,91	26	24	43	328,19	47	385,51	49	16,44
34	18,59	34	29,08						
40	32,69	40	38,06						
47	19,17	47	25,86						
49	10,93	49	20,83						

Πίνακες Μ.Ο δύναμης τρυπήματος στα μήλα Pilafa Delicious

ΗΜΕΡΕΣ	Del.Pilafa 0C	LSD		ΗΜΕΡΕΣ	Del.Pilafa 5C	LSD
0	84,7122533			0	84,7122533	
4	85,5637946	4,68		6	82,9838519	4,68
24	89,5671222	5,47		27	78,0099627	3,9
45	79,337727			48	77,5124664	2,84
66	77,7874469	2,98		66	73,712522	3,34
87	74,7695257			90	71,2456733	2,76
110	71,7289993	4,1		111	70,9226856	4,32
ΗΜΕΡΕΣ	Del.Pilafa 10C	LSD		ΗΜΕΡΕΣ	Del.Pilafa 25C	LSD
0	84,7122533			0	84,7122533	
6	85,5980315	4,68		4	82,1629271	4,68
20	79,2068087	2,67		6	81,5042396	4,68
34	72,727674			10	86,2322554	
48	68,681051	2,7		13	88,0337814	
66	66,9427613	2,98		17	87,0315482	
76	63,5446093			20	84,9012728	2,67
90	64,9091804	2,67		24	78,7061391	5,47
104	54,560537			27	73,0506192	5,51

Πίνακες Μ.Ο δύναμης τρυπήματος στα μήλα Granny Smith

ΗΜΕΡΕΣ	Gr.Smith 0C	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	Gr.Smith 5C	LSD
0	70,4506087		0	70,4506087	
5	85,2590171	8,64	22	91,9835459	
25	95,5032871	5,8	43	96,142192	9,169
40	98,056063		60	106,435667	5,1
60	95,5641231	5,4	85	102,086124	3,07
82	104,95		106	96,1616024	2,06
104	88,6573308	2,11			
ΗΜΕΡΕΣ	Gr.Smith 10C	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	Gr.Smith 25C	LSD
0	70,4506087		0	70,4506087	
15	87,3175838		5	90,6047249	8,64
29	92,5469794		8	104,395113	
43	104,160163	9,169	12	115,349248	
60	102,275618	4,97	26	116,728529	5,8
71	85,8921535		33	119,343939	
85	78,4615469	2,9	47	113,665305	
99	71,4151775		49	118,394182	

Πίνακες Μ.Ο παραμόρφωσης μήλων Pilafa Delicious

Πίνακες Μ.Ο παραμόρφωσης μήλων Granny Smith

HMEPEΣ	D Del.Pilafa 0C	LSD	HMEPEΣ	D Del.Pilafa 5C	LSD	HMEPEΣ	D Gr.Smith 0C	LSD	HMEPEΣ	D Gr.Smith 5C	LSD
0	0,683950162		0	0,768153669		0	0,592929845		0	0,592929845	
4	0,683823343	0,06	6	0,625314205	0,05	5	0,650850669	0,026	1	0,631156841	0,027
24	0,736052379	0,2	27	0,914096077	0,09	25	0,587688865	0,048	22	0,637664334	
45	0,852082211		48	1,042919239	0,06	40	0,596580261		43	0,669929926	0,039
66	1,099204099	0,07	70	1,230242126		60	0,671854092	0,037	64	0,678298408	
87	1,270909249		90	1,693000214	0,17	82	0,654767581		85	0,694922319	0,051
110	1,299902116	0,11	111	1,452333957	0,11	104	0,721401446	0,04	106	0,836513227	0,04
HMEPEΣ	D Del.Pilafa 10C	LSD	HMEPEΣ	D Del.Pilafa 25C	LSD	HMEPEΣ	D Gr.Smith 10C	LSD	HMEPEΣ	D Gr.Smith 25C	LSD
0	0,534596241		0	0,534596241		0	0,592929845		0	0,592929845	
6	0,633994766	0,05	4	0,788194551	0,06	1	0,599774517	0,03	1	0,665852954	0,03
20	0,906355713	0,17	6	1,044923846	0,05	15	0,619671779		5	0,565256054	0,024
34	0,908559625		10	1,438027738		29	0,66419346		8	0,644916822	
48	1,055991201	0,06	13	1,672041445		43	0,602352439	0,032	12	0,636741653	
66	1,155969695	0,07	17	1,84542149		60	0,79502393	0,33	26	0,787184166	0,043
76	1,399789513		20	2,106979855	0,17	71	0,764170956		33	0,864686139	
90	1,610488809	0,2	24	2,622802558	0,2	85	0,862166304	0,057	47	0,996284857	
104	1,416158901		27	2,402847158	0,13	99	0,86083508		49	1,161350907	
						113	0,909434823				

Συσχέτιση Παραμόρφωσης-Απώλειας Βάρους Pilafa Delicious

Pilafa Del.				Granny Smith			
D=A*L+B				D=AL ² +BL+Γ			
0°C	5°C	10°C	25°C	0°C	5°C	10°C	25°C
R ² =0.94	R ² =0.90	R ² =0.94	R ² =0.99	R ² =0.68	R ² =0.91	R ² =0.71	R ² =0.82

Τίνακας Απώλειας Βάρους μήλων Pilafa Delicious

LSD	ΗΜΕΡΕΣ	0οC	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	5οC	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	10οC	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	25οC
	0	0		0	0		0	0		0	0
0,15	4	0,803698	0,15	4	0,885383	0,15	4	0,674176	0,15	4	4,424667
0,43	11	1,633977	0,43	11	1,964457	0,37	7	1,072039	0,37	7	7,566676
0,64	18	2,520424	0,64	18	2,981835	0,43	11	1,544688	0,43	11	11,43761
0,6	25	3,349475	0,6	25	3,895679	0,73	14	1,925961	0,73	14	13,9043
0,4	31	4,083087	0,4	31	4,771922	0,64	18	2,270426	0,64	18	16,56926
0,49	39	5,020801	0,49	39	5,766935	1,02	21	2,637561	1,02	21	18,88705
0,56	46	5,857159	0,56	46	6,631202	0,6	25	3,066967	0,6	25	20,8438
0,64	53	6,646026	0,64	53	7,611698		28	3,393858			
0,71	59	7,412761	0,71	59	8,485782	0,4	31	3,696486			
0,8	66	8,158851	0,8	66	9,34148		35	4,259255			
0,9	75	9,171395	0,9	75	10,46582	0,49	39	4,693389			
0,95	81	9,792987	0,95	81	11,17398		42	5,015187			
1,03	88	10,58275	1,03	88	12,02085	0,56	46	5,524419			
0,12	95	11,34779	0,12	95	12,8611		49	5,865519			
1,07	102	12,21165	1,2	102	13,44224	0,64	53	6,271424			
1,07	109	12,91677	1,28	109	14,07358		56	6,583057			
1,36	116	13,51975	1,45	116	14,79924	0,71	59	7,185781			
1,43	123	14,38874	1,52	123	15,66847		63	7,957453			
1,5	130	15,24213	1,6	130	16,64731	0,8	66	8,39432			
1,57	137	16,1785	1,68	137	17,48664		70	8,799588			
						0,9	75	9,244501			
							77	9,411828			
						0,95	81	9,797515			
							84	10,29432			
						1,03	88	10,81258			
							91	11,16812			
						1,25	95	11,63059			
							98	12,28071			
						1,39	101	12,38757			

Τίνακας Απώλειας Βάρους μήλων Granny Smith

ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 0C	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 5C	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 10C	LSD	ΗΜΕΡΕΣ	Gr. Smith 25C	LSD
0	0		0	0		0	0		0	0	
7	0,125667479	0,04	7	0,237099106	0,04	4	0,149423411	0,06	4	1,107481211	0,06
14	0,339298593	0,07	14	0,470737024	0,07	7	0,238073951	0,04	7	1,901340834	0,04
21	0,527395452	0,1	21	0,732666154	0,1	11	0,438149851	0,09	11	2,692188519	0,09
28	0,72175203	0,15	28	1,001421575	0,15	14	0,491470357	0,07	14	3,400514857	0,07
35	1,270977208	0,34	35	1,26049463	0,34	18	0,624734946	0,17	18	4,178719093	0,17
42	1,172495702	0,34	42	1,562270879	0,34	21	0,724190731	0,1	21	4,84021898	0,1
49	1,399832657	0,52	49	1,948702759	0,52	25	0,866487601	0,17	25	5,594845621	0,17
57	1,700295361	0,16	57	2,381939222	0,16	28	1,003133943	0,15	28	6,267102105	0,15
64	1,917796542	0,17	64	2,711173794	0,17	32	1,166855796	0,25	32	7,090847783	0,25
70	2,111507244	0,19	70	2,967574788	0,19	35	1,293926405	0,34	35	7,84638447	0,34
77	2,360458791	0,21	77	3,330744206	0,21	39	1,455807007	0,76	39	8,623728973	0,76
84	2,566966261	0,23	84	3,657748164	0,23	42	1,585346442	0,34	42	9,418206245	0,34
92	2,888636949	0,28	92	4,125593853	0,28	46	1,751815646	0,6	46	10,22569735	0,6
98	3,093647464	0,31	98	4,460384142	0,31	49	1,87640099	0,52	49	11,00236241	0,52
105	3,134572005	0,28	105	4,654483325	0,28	53	2,126757179				
112	3,369411889	0,32	112	5,041960386	0,32	57	2,428418209	0,16			
119	3,652985613	0,34	119	5,516216689	0,34	60	2,596234855				
126	3,949895018	0,36	126	5,956374089	0,36	64	2,771514255	0,17			
133	4,212659088	0,38	133	6,372326866	0,38	69	2,970342248				
147	5,257777228	0,43	147	7,078761547	0,43	70	3,012799251	0,19			
155	6,305375958	0,49	155	7,516550466	0,49	74	3,167171597				
						77	3,352466407	0,21			
						81	3,552445086				
						84	3,708750423	0,23			
						88	3,918876921				
						92	4,23064594	0,28			
						96	4,58147853				
						98	4,708778014	0,31			
						102	5,271684642				
						105	5,538382687	0,28			
						109	5,971831443				
						112	6,152623426	0,32			

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Autio, W.R.1991.Rootstocks affect ripening and other qualities of "Delicious" apples. J. Amer. Soc. Hort.Sci.116.pp.378-382.
2. Abeles F.B 1966, Sakai,S. and Imaseki, H.1971, Singo, S and Imaseki 1971. In Ethylene in Plant Biology, Abeles, F. Academic Press pp.58-86
3. Biale J.(1960). Respiration of fruits. Hanbuch der Pflanzenphysiologie encyclopedia of plant physiology, XII/2, pp.536-592.
4. Biale and Yang (1981) [Biale and Yang E R 1981. In: (Respiration and Ripening in fruits – Retrospect and prospect. Recent Advances in the Biochemistry of fruit and vegetables. Friend and Rhodes ed. Academic Press, pp1-37]
5. Blanpied, G.D., W.J.Bramlage, D.H.Dewey, R.L.Lobelle, L.M.Massey Jr., G.E.Maltus, W.C.Hiles and A.E.Watada.1978. A standardized method for collecting apple pressure test data. Bul.74 Cornell Expt. Ha
6. Blanpied, G.D.,J.A. Bartson and J.R. Turk. 1985. A commercial programme for low ethylene controlled atmosphere storage of apples. In : Ethylene and Plant Development (Eds. Roberts, J.A and G.A. Tucker) Butterworths, London, pp 393-404.
7. Bourne, M.C.1979. Texture of temperate fruits. J. Text. Stud.10pp.25-44
8. Δριβα Α.(2004): <<Σύγκριση της συμπεριφοράς κατά τη συντήρηση δύο ποικιλιών μήλων Delicious Pilafa και Granny Smith >> Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ Καλαμάτας.
9. Dilley, D.R., I.D.Wilson, J.Kuai, L.Poneleif Y.Zhu, and Y.Pekker.1993. Molecular biology of ponne fruit ripening and senescence: concepts, perspectives and future prospects. Acta Hort. 326 pp 325-334.
10. Hall, E.G. ,Huolin, F., Bain, M.Y.1958. Les échanges gazeux dans les pommes Granny Smith. Fruit 10,No 4 pp. 149-155
11. Haller, M. H., 1941. Fruit pressure testers and their practical application. U. S. A. Dept. Agr.C.627
12. Hansen, E. 1946 Plant Physiology, V.21 pp.588-592.
13. Kader, A.A. 1987. Respiration and gas exchange of vegetables. In postharvest Physiology of vegetables. Marcel Dekker Inc, pp.25-43.

14. Kader A.A. (ed) (1992). Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, Division Of Agriculture and Natural Resources, Publication No.3311. pp.296
15. Kramer,A. and B.A. Twigg,1970.Quality control of the food Industry, Vol. 1, Fundamentals, 3rd ed., Westport, Conn. AVI
16. Λαμπρινός, Γ., Μανωλοπούλου, Ε. (1998).<< Αφυδάτωση των μήλων κατά την αποθήκευση με έμφαση στα μήλα Delicious Pilafa>>.Πρακτικά του 5ου Πανελληνίου Συνεδρίου Τεχνολογίας Τροφίμων. Αθήνα 15-17 Νοεμβρίου. σσ. 322-328.
17. Μητρόπουλος Δ, Κοζής Γ, Μανωλοπούλου Ε, Λαμπρινός Γ, (2000) : <<Εκτίμηση του χρόνου συλλογής με μέτρηση της αναπνοής στον αγρό>> Πρακτικά 2ου Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Βόλος. σσ : 425-431.
18. Manolopoulou. E.1985. Le comportement des pommes Granny Smith lors des traitements thermiques. Les effects de la méthode dite " choc de fruit " Reune Generale du Fruit. pp.191-196
19. Marcellin, P.1974. Conditions physiques de la circulation des gaz respiratoires a travers la masse des fruits en maturation. Coll. Int. C.N.R.S. No 238 pp. 241-251.
20. Mazza, G and E. Miniati, 1993. Anthocyanins in Fruits, Vegetables and Grains. CRC Press, London.
21. Πρωιμάδη Ε.(2001).<<Καλλιέργεια μηλιάς στο νομό Αρκαδίας προβλήματα και προοπτικές >> Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ Καλαμάτας.
22. Platenius, H.1942. Plant Physiology. 17,pp 179-197.
23. Σφακιωτάκης Ε.,(1995).<<Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων.>>, τυρο Man, Θεσσαλονίκη,σ : 69-71,85-130, 191-204
24. Σφακιωτάκης Ε.,(2005).<<Μετασυλλεκτική Φυσιολογία και Τεχνολογία Νωπών Οπωροκηπευτικών Προϊόντων.>>, τυρο Man, Θεσσαλονίκη,σ :120
25. Wiley J and Sons,(1997). Horticultural Reviews V.20. Inc.N.Y. edited by Jules Janick
26. Wills R.B.H, McGlasson W.B., Graham D., Lee T.H. and Hall E.G. <<Postharvest. An Introduction to the Physiology and Handling of Fruit and Vegetables>> pp 8-16
27. Weichmann, J. 1987. Postharvest Physiology of vegetables. Marcel Dekker, Inc. N.York and Basel. pp.25-45.

28. Φιλίππου Ι.(2001):<< Μελέτη της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious με ή χωρίς πλαστική συσκευασία σε διάφορες θερμοκρασίες και επίδραση αυτής στα διάφορα φυσικοχημικά χαρακτηριστικά>> Πτυχιακή εργασία. ΤΕΙ Καλαμάτας.
29. Yang, S.F. 1987. Regulation of biosynthesis and action of ethylene. *Acta Horticulture* 201; pp 53-59.
30. Hipps, N.A., and M.A. Perring. 1989. Effects of soil management systems and nitrogen fertiliser on the firmness and mean fruit weight of Cox's Orange pippin apples at harvest. *J. Sci. Food Agric.* 48 pp.507-510.
31. Nielsen, G.H., M.Meherick, and E.J.Hogue. 1984. The affect of orchard floor management and nitrogen fertilization on nutrient uptake and fruit quality of "Golden Delicious" apple trees. *Hortscience* 19. pp.547-550.