

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΜΗΛΩΝ
ΡΙΛΑΦΑ DELICIOUS ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ
ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΥΤΗΣ
ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Πτυχιακή εργασία

της σπουδάστριας Ιωάννας Φιλιππούλου

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2001

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (Τ.Ε.Ι.)

ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ

ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑΣ ΜΗΛΩΝ
ΡΙΛΑΦΑ DELICIOUS ΜΕ Ή ΧΩΡΙΣ ΠΛΑΣΤΙΚΗ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ
ΣΕ ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΕΣ ΚΑΙ ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΑΥΤΗΣ
ΣΤΑ ΔΙΑΦΟΡΑ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ**

Πτυχιακή εργασία

της σπουδάστριας Ιωάννας Φιλιππούλου

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Ελένη Μανωλοπούλου

Καλαμάτα, Οκτώβριος 2001

1901

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΝΙΚΟ

	ΣΕΛ.
1. ΤΑ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥΣ	1
1.1 Εισαγωγή	1
1.2 Σύσταση των οπωροκηπευτικών	1
1.3 Φυσικές και χημικές μεταβολές στο φυτικό ιστό μετά τη συγκομιδή και κατά την ωρίμανση	2
1.4 Αναπνοή	3
1.5 Συντήρηση των οπωροκηπευτικών σε κοινή ψύξη	5
1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντήρηση	6
1.6.1 Οικολογικοί και καλλιεργητικοί παράγοντες	6
1.6.2 Φυσιολογικοί παράγοντες	7
1.6.3 Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί	8
1.6.4 Συνθήκες ψυχοσυντήρησης	9
1.7 Συντήρηση των οπωροκηπευτικών σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα	11
1.8 Συντήρηση των οπωροκηπευτικών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και εύκαμπτα πλαστικά φύλλα.	14
1.8.1 Γενικά	14
1.8.2 Απαραίτητες ιδιότητες της συσκευασίας	15
1.8.3 Μεταβολή της ατμόσφαιρας στις συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας	16
1.8.4 Υλικά που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συσκευασιών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.	17

1.8.5	Ασθένειες, μη παρασιτικές, που οφείλονται στη σύνθεση της ατμόσφαιρας	18
1.9	Ποικιλία PILAFA DELICIOUS	18

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

2.1	Εισαγωγή – Σκοπός της μελέτης	20
2.2	Βιβλιογραφική ανασκόπηση	20
2.3	Υλικά και μέθοδοι	22
2.3.1	Πρώτη ύλη	22
2.3.2	Πλαστικές συσκευασίες	22
2.3.3	Παράμετροι που μελετήθηκαν	24
2.4	Αποτελέσματα	28
2.4.1	Αναπνοή μη συσκευασμένων μήλων	28
2.4.2	Αναπνοή συσκευασμένων μήλων	38
2.4.3	Μεταβολή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας των συσκευασμένων μήλων	40
2.4.4	Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά συσκευασμένων και ασυσκευαστων μήλων	44
2.5	Συμπεράσματα	50
	Βιβλιογραφία	50
	Παράρτημα	52

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ: ΓΕΝΙΚΟ

1. ΤΑ ΟΠΩΡΟΚΗΠΕΥΤΙΚΑ ΚΑΙ Η ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥΣ

1.1 Εισαγωγή

Τα οπωροκηπευτικά αποτελούν μια από τις τέσσερις κύριες κατηγορίες τροφίμων (κρέατα, γαλακτοκομικά, δημητριακά, οπωροκηπευτικά) που χρειάζεται ο ανθρώπινος οργανισμός για τη σωστή θρέψη του. Αποτελούν την κύρια πηγή βιταμινών και ανόργανων αλάτων, προσδίδοντας στην τροφή επιπλέον αισθητική και γευστική απόλαυση με τη μεγάλη ποικιλία χρωμάτων και γεύσεων που διαθέτουν.

1.2 Σύσταση των οπωροκηπευτικών

Η σύσταση των οπωροκηπευτικών επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες όπως την ποικιλία, το στάδιο ωριμότητας, τις κλιματολογικές συνθήκες, τη σύνθεση του εδάφους, το χρόνο αποθήκευσης, τις τεχνικές καλλιέργειας κ.ά. 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 φθάνει το 2%. Αναλυτικότερα, η σύσταση των οπωροκηπευτικών έχει ως εξής:

- Νερό, 70-90%.
- Υδατάνθρακες, 3-30% που συνήθως υπάρχουν με τη μορφή απλών σακχάρων, πολυσακχαριτών (άμυλο, κυτταρίνη, ημικυτταρίνη) και πηκτινικών ουσιών. Τα απλά σάκχαρα που απαντώνται κυρίως στους καρπούς, αποτελούνται από σακχαρόζη και από αναγωγικά σάκχαρα (γλυκόζη και φρουκτόζη), η αναλογία των οποίων εξαρτάται από το στάδιο ωριμότητας κυρίως.

Ο ρυθμός αναπνοής είναι συνάρτηση της ποικιλίας και της ηλικίας των οπωροκηπευτικών καθώς και των συνθηκών συντήρησης, όπως:

- της θερμοκρασίας °C και της σύνθεσης της ατμόσφαιρας (% O₂, %CO₂).
- της συγκέντρωσης C₂H₄
- τις μηχανικές βλάβες κατά τους χειρισμούς
- την εμφάνιση παρασιτικών ή μυκητολογικών προσβολών

Έτσι, π.χ. τα μήλα έχουν χαμηλό ρυθμό αναπνοής γι' αυτό και διατηρούνται πολύ περισσότερο από τις φράουλες ή τα ροδάκινα που έχουν εντονότερο ρυθμό αναπνοής. Συνεπώς, ο χρόνος ζωής ενός φυτικού οργάνου μετά τη συλλογή μπορεί να παραταθεί, αν διατηρηθεί κατά την αποθήκευση κάτω από συνθήκες που επιβραδύνουν το ρυθμό αναπνοής του.

1.4 Αναπνοή

Η αναπνοή είναι η κύρια διαδικασία παραγωγής ενέργειας στα αερόβια κύτταρα. Είναι μια εξώθερμη, ενζυματική, οξειδωτική διάσπαση οργανικών ουσιών (υδατάνθρακες, πρωτεΐνες, οργανικά οξέα, λίπη) που βρίσκονται στο κύτταρο, σε απλούστερες ουσίες με σύγχρονη ελευθέρωση ενέργειας και παραγωγής άλλων μορίων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τα κύτταρα για αντιδράσεις σύνθεσης.

Η αντίδραση της αναπνοής, συνοπτικά, μπορεί να παρουσιαστεί ως εξής:

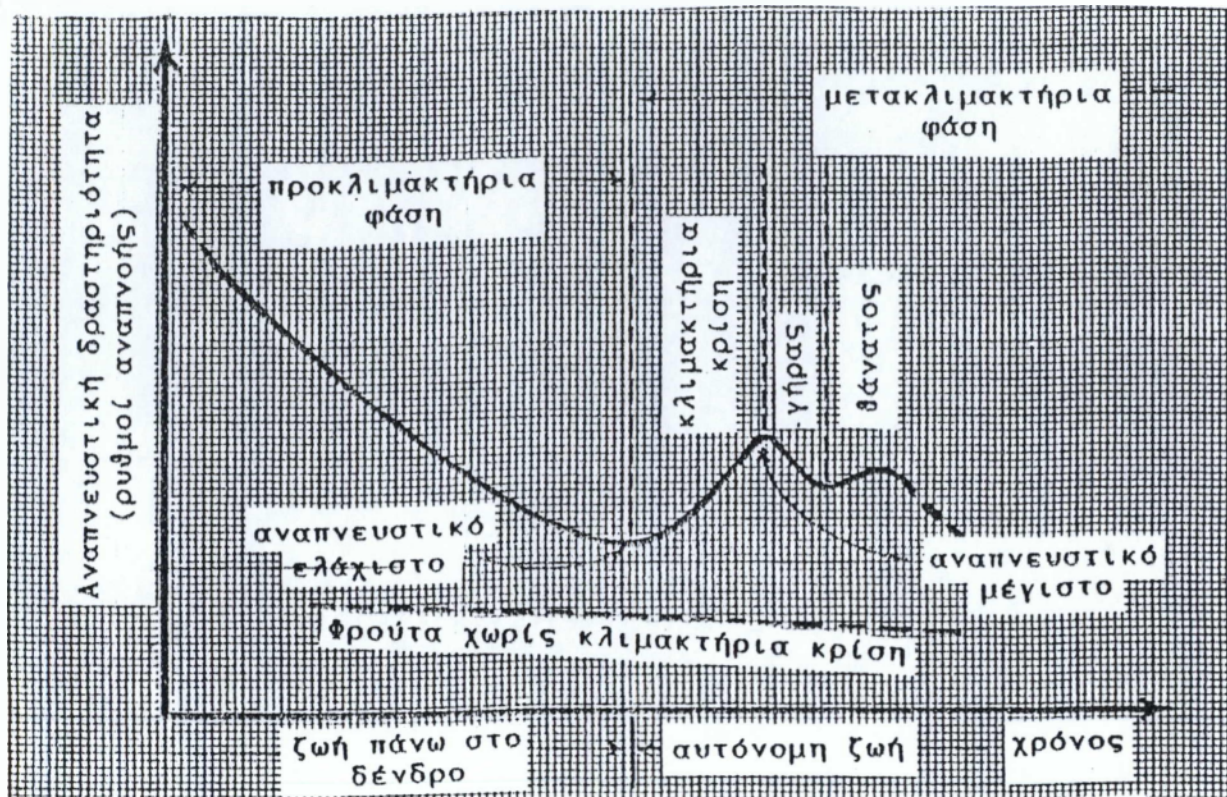


Η θερμοκρασία, η συγκέντρωση του CO₂, του O₂ και του αιθυλενίου, αποτελούν βασικούς ρυθμιστικούς παράγοντες της αναπνοής στους φυτικούς ιστούς. Μέσα στα

φυσιολογικά πλαίσια, αύξηση της θερμοκρασίας επιφέρει αύξηση στο ρυθμό αναπνοής. Επίσης, αύξηση της συγκέντρωσης διοξειδίου του άνθρακα ή ελάττωση του διατιθέμενου οξυγόνου, επιφέρει επιβράδυνση του ρυθμού αναπνοής. Ο ρυθμός αναπνοής ενός προϊόντος είναι δείκτης της μεταβολικής δραστηριότητας των ιστών και κατά συνέπεια μπορούμε να προσδιορίσουμε το χρόνο συντήρησής του. Αν μετρήσουμε την αναπνοή σαν αποβαλλόμενο CO₂ ή προσροφόμενο O₂ κατά την ανάπτυξη, ωρίμανση και γήρανση, θα πάρουμε μια χαρακτηριστική καμπύλη.

Στην περίπτωση ορισμένων φρούτων όπως τα μήλα, παρουσιάζεται μια έντονη έξαρση της αναπνοής, κατά τη διάρκεια της ωρίμανσης. Αυτή η αύξηση της αναπνοής χαρακτηρίζεται σαν κλιμακτήρια κρίση και τα φρούτα, κλιμακτήρια.

Της αναπνευστικής αυτής κρίσης προηγείται μια ελάχιστη τιμή του ρυθμού απορρόφησης οξυγόνου και αποβολής διοξειδίου του άνθρακα που λέγεται ελάχιστο προκλιμακτήριο. Γενικά, μπορούμε να θεωρήσουμε ότι όταν η αναπνοή των μήλων ξεπεράσει το μέγιστο κλιμακτήριο, τα μήλα έχουν γεράσει, γι' αυτό ακριβώς η αναπνευστική κρίση θεωρείται σαν «η αρχή του τέλους». Η κλιμακτήρια κρίση εξαρτάται από τη θερμοκρασία και τη σύνθεση της ατμόσφαιρας (σχήμα 1).



Σχ. 1. Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας ενός κλιμακτήριου φρούτου (μήλου) κατά τη διάρκεια της ζωής του.

1.5 Συντήρηση των οπωροκηπευτικών σε κοινή ψύξη

Η χρήση της ψύξης ως μέσου συντήρησης των φυτικών οργάνων (φρούτων, σπόρων, βολβών κ.λπ.) είναι πολύ παλιά και επιτρέπει τη διατήρησή τους σε ζωντανή κατάσταση μετά τη συλλογή. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 0 και 12 °C, ανάλογα με το προϊόν.

Για να έχουμε τα καλύτερα αποτελέσματα από την εφαρμογή της ψύξης, θα πρέπει να λάβουμε υπόψη μας την ευαισθησία των οπωροκηπευτικών στις χαμηλές θερμοκρασίες, την ανάγκη εφαρμογής ορισμένων χειρισμών με σκοπό τη βελτίωση της συντήρησης και τέλος, την ανάγκη πρόψυξης. Κατά τη συντήρηση με ψύξη, πρέπει να λάβουμε υπόψη μας το είδος του προϊόντος, γιατί όσα προϊόντα αναπνέουν έντονα συντηρούνται για μικρό χρονικό διάστημα και την ποικιλία, η επιλογή της οποίας είναι πολύ σημαντική. Ορι-

πολύ σημαντική. Ορισμένες ποικιλίες φρούτων και λαχανικών δεν προσαρμόζονται εύκολα στη συντήρηση με ψύξη, λόγω της μεγάλης τους ευαισθησίας στις φυσιολογικές ανωμαλίες.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα μήλα, οι Αμερικάνικες ποικιλίες συντηρούνται στους 0°C ενώ οι Ευρωπαϊκές δεν μπορούν να συντηρηθούν στους 0°C και συντηρούνται στους 4°C.

Η διάρκεια συντήρησης με ψύξη των διάφορων φυτικών οργάνων ποικίλλει. Δηλαδή τα όργανα αποταμίευσης όπως οι βολβοί, οι κόνδυλοι, τα ριζώματα, έχουν μεγαλύτερη διάρκεια συντήρησης από τα φυλλώδη λαχανικά και άνθη. Το ίδιο συμβαίνει και με τα φρούτα, τα οποία όταν κοπούν στο σωστό φυσιολογικό στάδιο, συντηρούνται περισσότερο από αυτά που είναι ήδη ώριμα κατά την είσοδό τους στους ψυκτικούς θαλάμους, οπότε η διάρκεια της συντήρησής τους εξαρτάται κυρίως από το φορτίο των παθογόνων που φέρουν μαζί τους και από τη φυσική τους αντοχή στους παράγοντες προσβολής (7).

1.6 Παράγοντες που επηρεάζουν τη συντήρηση

1.6.1 Οικολογικοί και καλλιεργητικοί παράγοντες

ι) **Κλίμα:** Η ταχύτητα ανάπτυξης των οπωροκηπευτικών επηρεάζεται άμεσα από τις κλιματολογικές συνθήκες όπως τη θερμοκρασία, τη βροχόπτωση και την ηλιοφάνεια. Άφθονες βροχοπτώσεις ευνοούν την αύξηση της σπαργής των φυτικών κυττάρων και περιορίζουν τη διάρκεια της συντήρησης.

Στην περίπτωση των μήλων τα βροχερά καλοκαίρια επηρεάζουν δυσμενώς τη μακρόχρονη συντήρηση, γιατί προδιαθέτουν τα φρούτα στις μυκητολογικές προσβολές και στις εσωτερικές καστανώσεις.

Η ηλιοφάνεια θεωρείται ότι γενικά ευνοεί την ποιότητα. Τα συντηρούμενα μήλα των ορεινών περιοχών, λόγω της καθαρής ατμόσφαιρας και της έντονης ηλιακής ακτινοβολίας, παρουσιάζουν εξαιρετική ποιότητα.

ii) **Έδαφος:** Η φύση του εδάφους επηρεάζει την ικανότητα για συντήρηση, αφού η σύνθεση των φρούτων, εξαρτάται από τη σύσταση και τη γονιμότητα του εδάφους.

iii) **Λίπανση:** Το άζωτο, όταν βρίσκεται σε μεγάλη ποσότητα στο έδαφος είναι επιβλαβές γιατί επιταχύνει το μεταβολισμό και έτσι μειώνει τη διάρκεια συντήρησης, ευνοώντας παράλληλα και την εμφάνιση φυσιολογικών και μυκητολογικών ασθενειών. Το κάλιο βελτιώνει τις οργανοληπτικές ιδιότητες και επιτρέπει μια μακρά συντήρηση. Τα άλλα συστατικά, όπως ο φώσφορος και το μαγνήσιο πρέπει να υπάρχουν στο έδαφος σε ικανοποιητικές ποσότητες και σε ισορροπία με τα άλλα συστατικά για την επίτευξη ικανοποιητικής ανάπτυξης.

iv) **Καλλιεργητικές μέθοδοι:** Ο τρόπος καλλιέργειας του εδάφους επηρεάζει τη δομή και την περιεκτικότητά του σε νερό και ως εκ τούτου έχει μια έμμεση επίδραση στη συντήρηση. Η άρδευση είναι μια καλλιεργητική φροντίδα μεγάλης σημασίας. Άφθονο νερό κατά τις τελευταίες εβδομάδες πριν από τη συγκομιδή είναι επιβλαβές (μικρή περιεκτικότητα σε σάκχαρα και αρωματικές ουσίες, σκασίματα της επιδερμίδας του φρούτου κ.λπ.).

1.6.2 Φυσιολογικοί παράγοντες

i) **Ποικιλία:** Τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά της κάθε ποικιλίας επηρεάζουν τη συμπεριφορά της στη συντήρηση. Η φυσιολογική ηλικία κατά τη συγκομιδή, η διάρκεια ζωής κατά τη συντήρηση και η ευαισθησία στις φυσιολογικές ασθένειες είναι παράγοντες που πρέπει να λαμβάνονται πάντα υπόψη.

ii) **Ηλικία, θέση και φορτία του δέντρου:** Τα φρούτα των νέων δέντρων, συντηρούνται λιγότερο καλά και είναι περισσότερο ευαίσθητα στις φυσιολογικές ασθένειες. Όταν τα δέντρα δεν έχουν μεγάλο φορτίο, τα φρούτα τρέφονται καλύτερα, η αναπνοή τους είναι πιο έντονη και η ωρίμανσή τους πρόωμη. Τα φρούτα που βρίσκονται στο εσωτερικό των δέντρων, ωριμάζουν πιο δύσκολα και δεν αποκτούν ποτέ τις κανονικές οργανοληπτικές ιδιότητες της ποικιλίας. Τα φρούτα της περιφέρειας και της κορυφής είναι πιο έγχρωμα και καλύτερης ποιότητας.

iii) **Μέγεθος των φρούτων:** Τα μικρά φρούτα, μπορούν να εξομοιωθούν με τα φρούτα που συγκομίστηκαν πρόωμα πριν από την πλήρη ανάπτυξη. Τα μεγάλα φρούτα είναι φυσιολογικά πιο εξελιγμένα από τα φρούτα μέσου μεγέθους και συμπεριφέρονται κατά τη συντήρηση όπως τα φρούτα που συγκομίστηκαν όψιμα.

iv) **Συνθήκες συγκομιδής:** Η συγκομιδή πρέπει να γίνεται στο κατάλληλο στάδιο που το καλούμε ευνοϊκό (optimum). Π.χ., τα ροδάκινα, συγκομίζονται όταν είναι ώριμα (7).

1.6.3 Μετασυλλεκτικοί χειρισμοί

Αμέσως μετά τη συγκομιδή, τα φρούτα πρέπει να μεταφερθούν στα συσκευαστήρια και στα ψυγεία. Θα πρέπει να χρησιμοποιούνται κατάλληλα μέσα συσκευασίας ώστε να μην πληγώνονται τα προϊόντα, να χρησιμοποιούνται αυτοκίνητα με καλή ανάρτηση, τα δε φρούτα να μην έχουν μεγάλη σπαργή. Στο συσκευαστήριο θα πρέπει να απομακρυνθούν τα φρούτα που δεν είναι κατάλληλα για συντήρηση, όπως πληγωμένα, μη καλώς ανεπτυγμένα, πολύ μικρά ή πολύ μεγάλα.

Η προσβολή από μικροοργανισμούς κατά τη διάρκεια της συντήρησης είναι ένας από τους μεγαλύτερους κινδύνους, καθώς επίσης και η απώλεια υγρασίας. Άλλοι κίνδυνοι είναι η εμφάνιση επιφανειακών καστανώσεων σε ορισμένες ποικιλίες μήλων. Εάν η νο-

μοθεσία της χώρας το επιτρέπει, γίνονται πριν από την είσοδο στον ψυκτικό θάλαμο, ορισμένοι προληπτικοί χειρισμοί με εντομοκτόνα μυκητοστατικά ή με χημικές ουσίες. (7)

1.6.4 Συνθήκες ψυχοσυντήρησης

Για μια μακροχρόνια συντήρηση πρέπει να διαλέγουμε σωστά τη θερμοκρασία, την υγρασία και το ρυθμό ανανέωσης του αέρα.

❖ **Θερμοκρασία:** Η επιλογή της θερμοκρασίας είναι πρωταρχικής σημασίας. Η τιμή της θερμοκρασίας εξαρτάται από την ευαισθησία του φυτικού οργάνου, τη διάρκεια της εφαρμογής της και την κατάσταση που θέλουμε να έχουν τα φρούτα στο τέλος της συντήρησης. Για κάθε φυτικό όργανο υπάρχει μια θερμοκρασία θανατηφόρα (μεταξύ $-0,5^{\circ}\text{C}$ και -3°C) στην οποία επέρχεται ο θάνατος από πάγωμα και μια θερμοκρασία κρίσιμη κάτω από την οποία και μετά από ορισμένη διάρκεια, μπορεί να εκδηλωθούν φυσιολογικές ασθένειες, μεταβολές μη αντιστρεπτές των οργανοληπτικών ιδιοτήτων, καθώς τέλος και μια μη κανονική ωρίμανση. Για μια μακρόχρονη συντήρηση, όπως αυτή των μήλων θα πρέπει να εφαρμόζεται η ελάχιστη θερμοκρασία, υψηλότερη, όμως της κρίσιμης θερμοκρασίας. Επίσης, τα οπωρολαχανικά παρουσιάζουν ορισμένες φυσιολογικές ιδιαιτερότητες και γι' αυτό συνιστάται η συντήρησή τους σε μεταβαλλόμενες θερμοκρασιακές συνθήκες. Μπορούμε, λοιπόν, να διακρίνουμε τις παρακάτω περιπτώσεις:

- **Στιγμιαία αύξηση της θερμοκρασίας.** Επιτρέπει τη μείωση των ανωμαλιών που εμφανίζονται στις χαμηλές θερμοκρασίες. Στην περίπτωση των μήλων, 6-8 εβδομάδες μετά την έναρξη της συντήρησης στους 0°C , θερμαίνουμε τα μήλα για 5 ημέρες στους 15°C ή στους 18°C (ανάλογα με την ποικιλία).
- **Συντήρηση σε θερμοκρασίες βαθμιαία ελαττούμενες.** Αυτή η τεχνική εφαρμόστηκε από τον GOLOVKIN για ορισμένες ποικιλίες μήλων. Θεωρούμε ότι

το σημείο πήξης ελαττώνεται ελαφρά κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Η πτώση της θερμοκρασίας συντήρησης κατά 1°C, παρατείνει τη συντήρηση για 1 μήνα.

- **Αρχική ωρίμανση σε μια μέση θερμοκρασία, συνοδευόμενη από συντήρηση σε κανονική θερμοκρασία.** Όταν υπάρχει πρόβλημα ωρίμανσης των όψιμων μήλων, αρχίζουμε τη συντήρηση σε μια μέση θερμοκρασία για να είμαστε σίγουροι ότι θα γυρίσει το χρώμα των φρούτων. Παράδειγμα είναι, τα μήλα Golden Delicious, τα οποία συντηρούμε στους 7°C για 12 εβδομάδες και μετά τα συντηρούμε κανονικά στους 0°C. Τα φρούτα πρέπει να είναι άριστης ποιότητας.
- **Προοδευτική άνοδος της θερμοκρασίας στο τέλος της συντήρησης.** Όταν η ωρίμανση των φρούτων καθυστερεί, προς το τέλος της συντήρησης ανεβάζουμε προοδευτικά τη θερμοκρασία με ρυθμό 1°C ή 2°C ανά εβδομάδα μέχρι την εποχή της πώλησης των φρούτων.
- ❖ **Υγρασία.** Με εξαίρεση τους σπόρους, τα φυτικά όργανα που συντηρούνται με ψύξη είναι πολύ πλούσια σε νερό, με περιεκτικότητες της τάξης του 75% μέχρι 95%. Η απώλεια νερού που παρουσιάζουν τα οπωρολαχανικά οφείλεται στη διαπνοή, η ένταση της οποίας ρυθμίζεται από τη διαφορά της τάσης των ατμών μεταξύ της ατμόσφαιρας που τα περιβάλλει και της εσωτερικής τους ατμόσφαιρας. Όμως, η εσωτερική τους ατμόσφαιρα είναι σχεδόν κορεσμένη, γι' αυτό ο ρυθμιστικός παράγοντας τελικά είναι η υγρασία του περιβάλλοντα αέρα. Θεωρητικά, λοιπόν, θα μπορούσαμε να αποφύγουμε εξ ολοκλήρου τη διαπνοή, τοποθετώντας τα φρούτα και τα λαχανικά σε μια κορεσμένη ατμόσφαιρα αυτό, όμως, θα δημιουργούσε πρακτικά προβλήματα λόγω της ανάπτυξης μικροοργανισμών. Γι' αυτό συνιστάται μια ατμόσφαιρα που να περιέχει 85-95% υγρασία για τα περισσότερα φρούτα και λαχανικά. Στην περίπτωση των μήλων συνιστάται υγρασία της τάξης του 90%.

- ❖ **Ανανέωση και κυκλοφορία του αέρα.** Σκοπός της ανανέωσης του αέρα είναι η απομάκρυνση του διοξειδίου του άνθρακα και των αρωματικών ουσιών ενώ σκοπός της κυκλοφορίας του αέρα είναι η ομογενοποίηση της θερμοκρασίας και υγρασίας και η γρήγορη ψύξη των προϊόντων. Τα φρούτα, ως ζώντες οργανισμοί, παράγουν διοξείδιο του άνθρακα λόγω αναπνοής και σε μικρότερες ποσότητες αιθυλένιο και αρωματικές ουσίες που έχουν σημαντικές φυσιολογικές επιπτώσεις στα συντηρούμενα προϊόντα. Γι' αυτό το λόγο, οι ψυχόμενοι χώροι συντήρησης, πρέπει να αερίζονται καλά. Η ανανέωση του αέρα του θαλάμου συνίσταται στην εισαγωγή καθαρού εξωτερικού αέρα, δημιουργώντας στο θάλαμο ελαφρά υπερπίεση και στην απομάκρυνση ίσης ποσότητας του εσωτερικού αέρα.

1.7 Συντήρηση των οπωροκηπευτικών σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα

Η συντήρηση σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση της αναπνοής και την αύξηση του χρόνου συντήρησης. Ο συνδυασμός, όμως, χαμηλών θερμοκρασιών και ατμόσφαιρας φτωχής σε O_2 και πλούσιας σε CO_2 μπορεί να παρατείνει το χρόνο συντήρησης κατά 60% και πλέον. Η μέθοδος αυτή ονομάστηκε συντήρηση σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα και εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1929 στην Αγγλία, στη συντήρηση μήλων, με το όνομα «Gas storage». Βασίστηκε στα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών των Kidd και West (7).

Σε άλλες χώρες παρουσίασε μόνο επιστημονικό ενδιαφέρον και μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο άρχισε να εκδηλώνεται εμπορικό ενδιαφέρον στην Αμερική από το 1950 και στην Ευρώπη μια δεκαετία περίπου αργότερα (3). Η συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα συγκριτικά με τη συνήθη συντήρηση με ψύξη, όπως:

α) Αύξηση του χρόνου συντήρησης των προϊόντων χωρίς αυτά να υστερούν ως προς την ποιότητά τους, όπως συμβαίνει κατά τη συντήρηση με απλή ψύξη όπου παρατηρούνται πτώση της ποιότητας και απώλειες όγκου των προϊόντων από την αφυδάτωση.

β) Παράταση του χρόνου διάθεσης των προϊόντων στους καταναλωτές και παράλληλα ευεργετικά αποτελέσματα τόσο για τους παραγωγούς όσο και για τους καταναλωτές.

γ) Αύξηση του βαθμού εκμετάλλευσης των ψυκτικών εγκαταστάσεων και κυρίως των θαλάμων που είναι κατασκευασμένοι μέσα στις φρουτοπαραγωγικές περιοχές, όπου δεν υπάρχει ευχέρεια για συντήρηση άλλων προϊόντων.

δ) Κάλυψη της αγοράς με εγχώρια προϊόντα, για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα, με παράλληλη μείωση της ανάγκης για εισαγόμενα προϊόντα.

ε) Σημαντική μείωση της αναπνοής με καθυστέρηση της κλιμακτικής κρίσης η οποία συνοδεύεται από επιμήκυνση της προ και μετά κλιμακτηριακής περιόδου, λόγω μείωσης του O_2 και αύξησης του CO_2 .

στ) Μείωση της σύνθεσης αιθυλενίου, λόγω μείωσης του O_2 και καθυστέρηση της ωρίμανσης.

ζ) Περιορισμό του αποχρωματισμού (κιτρίνισμα που προκαλείται από την εξαφάνιση της χλωροφύλλης) λόγω χαμηλών επιπέδων O_2 και υψηλών CO_2 και διατήρηση της συνεκτικότητας της σάρκας.

η) Διατήρηση της σπαργής των κυττάρων, λόγω μειωμένης διαπνοής από την υψηλή υγρασία στους χώρους συντήρησης και λόγω χαμηλού μεταβολισμού ώστε το φρούτο να είναι πιο χυμώδες και τραγανό.

θ) Διατήρηση των θρεπτικών και οργανοληπτικών ιδιοτήτων λόγω μειωμένης αποσύνθεσης της χλωροφύλλης και μειωμένης απώλειας οξύτητας, σακχάρων, βιταμίνης C και καροτίνης.

ι) Περιορισμό των σήψεων λόγω χαμηλής περιεκτικότητας σε O_2 και υψηλής περιεκτικότητας σε CO_2 .

κ) Μείωση των απωλειών μάζας κατά 40-60%.

Σε αντιδιαστολή με τα πλεονεκτήματα που περιγράψαμε, θα πρέπει να αναφερθούν μερικά μειονεκτήματα της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας (C.A.-Controlled Atmosphere) όπως η ευαισθησία στο CO_2 μερικών ειδών ή καλλιεργειών (όταν το O_2 μειώνεται στο κατώτερο επίπεδο, θα πρέπει το CO_2 να διατηρείται σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα για να αποφευχθούν δυσάρεστες φυσιολογικές μεταβολές). Το κόστος επένδυσης για τη δημιουργία και τον έλεγχο της ειδικής ατμόσφαιρας και τη στεγανοποίηση των θαλάμων είναι αυξημένο καθώς και το κόστος λειτουργίας. Παρ' όλα αυτά, από οικονομικές μελέτες προκύπτει ότι η διατήρηση φρούτων και λαχανικών για μεγάλο χρονικό διάστημα με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα, είναι πιο αποδοτική απ' ότι η συντήρηση με κοινή ψύξη (1).

Τα διάφορα μίγματα (O_2 , CO_2) που χρησιμοποιούνται μπορούν να ταξινομηθούν σε τρεις κύριους τύπους:

Τύπος I: Μίγματα σχετικά πλούσια σε οξυγόνο και μέτρια ως πλούσια σε CO_2 έτσι ώστε το άθροισμα των περιεκτικότητων τους να είναι 21%.

Τύπος II: Μίγματα φτωχά σε O_2 (2-4%) και μέτρια σε CO_2 (5%).

Τύπος III: Μίγματα πολύ φτωχά τόσο σε O_2 (2-3%) όσο και σε CO_2 (0-2%).

Τα μίγματα του τύπου I, επιδρούν στην ωρίμανση, περισσότερο με την υψηλή περιεκτικότητα σε CO_2 , το οποίο παίζει σημαντικό ρόλο στη διατήρηση του χρώματος, στη σκληρότητα των καρπών και στην οξύτητα. Όταν ξεπεράσει το 10% περίπου,

παρεμποδίζει, σε συνδυασμό με χαμηλές θερμοκρασίες, την ανάπτυξη μυκήτων. Μειονέκτημα του μίγματος αυτού αποτελεί το γεγονός ότι το CO₂ ευαισθητοποιεί ορισμένες ποικιλίες στις φυσιολογικές ασθένειες ψύχους. Τέλος, λόγω του ότι η μείωση της θερμοκρασίας αυξάνει την τοξικότητα του CO₂, το μίγμα αυτού του τύπου συνιστάται να χρησιμοποιείται σε υψηλές θερμοκρασίες.

Τα μίγματα του τύπου II, επιβραδύνουν την αναπνευστική και μεταβολική δραστηριότητα των προϊόντων και επιμηκύνουν το χρόνο συντήρησής τους, λόγω της μικρής περιεκτικότητάς του σε O₂ και της υψηλής σε CO₂ και ως εκ τούτου, είναι πιο αποτελεσματικά. Πολλοί επιστήμονες θεωρούν ότι και μόνο η χαμηλή περιεκτικότητα O₂, μπορεί να είναι ρυθμιστής του χρώματος.

Τα μίγματα του τύπου III είναι λιγότερο αποτελεσματικά από τα παραπάνω αφού η περιεκτικότητά τους σε CO₂ είναι μηδαμινή. Η δράση που ασκούν στην ωρίμανση οφείλεται μόνο στη μικρή περιεκτικότητα σε O₂. Η περιεκτικότητα του CO₂ εδώ, διατηρείται στο 1%.

1.8 Συντήρηση των οπωροκηπευτικών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και εύκαμπτα πλαστικά φύλλα

1.8.1 Γενικά

Για την εφαρμογή της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας, απαιτούνται θάλαμοι στεγανοί και ειδικά μηχανήματα για τη διατήρηση του εκάστοτε επιλεγμένου αέριου μίγματος, που πρέπει να εφαρμόζεται το είδος και την ποικιλία .

Η έρευνα, όμως, οδήγησε στη δυνατότητα εκμετάλλευσης των πλεονεκτημάτων της ελεγχόμενης ατμόσφαιρας και σε κοινούς ψυκτικούς θαλάμους χρησιμοποιώντας την επιλεκτική περατότητα στα αέρια (CO₂, O₂, N₂) ορισμένων εύκαμπτων, πλαστικών

πολυμερών. Οι πλαστικές αυτές μεμβράνες με την επιλεκτική τους περατότητα στη διέλευση των αερίων και των υδρατμών, μπορούν να δημιουργούν γύρω από τα λαχανικά ή τα φρούτα μια νέα ατμόσφαιρα, ανάλογη με την ελεγχόμενη, ευνοϊκή για τη συντήρηση, που μειώνει την αναπνευστική δραστηριότητα και διατηρεί τη σπαργή των φυτικών ιστών.

Φρούτα και λαχανικά που συσκευάστηκαν με τέτοια πλαστικά φιλμ να ανέπτυξαν σωστές τροποποιημένες ατμόσφαιρες, διατήρησαν εξαιρετική ποιότητα, παρά το μεγάλο χρόνο συντήρησής τους. Δοκιμές που έγιναν σε μεγάλο αριθμό οπωρολαχανικών (μήλα, πορτοκάλια, μαρούλια κ.ά.) έδωσαν ενθαρρυντικά αποτελέσματα, παρά τα μικροπροβλήματα που υπάρχουν, όπως η αδυναμία αποτελεσματικής ρύθμισης της ατμόσφαιρας μέσα στις συσκευασίες, που επηρεάζεται κυρίως από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

Το πολυαιθυλένιο, με τη μορφή συσκευασιών διαφόρων τύπων, χρησιμοποιείται ευρέως για τη μεταφορά και την εμπορία πολλών ειδών οπωρολαχανικών, οπότε μπορεί, εάν επιλεγεί και η περατότητά του να βοηθήσει περισσότερο στη συντήρηση (4).

1.8.2 Απαραίτητες ιδιότητες της συσκευασίας

Όλες οι εύκαμπτες συσκευασίες πρέπει να ικανοποιούν ορισμένες απαιτήσεις, όπως: επαρκή μηχανική αντοχή, καλή εμφάνιση (διαφάνεια, καθαρότητα) ευκολία στο σφράγισμα και ευκολία στην καταστροφή ή την ανακύκλωση. Επίσης, πρέπει να παρουσιάζουν περατότητα ή μη στα αέρια και τους υδρατμούς τα οποία συμμετέχουν στη δημιουργία ή τη διατήρηση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

Τα φιλμ που προορίζονται για τη δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας γύρω από ζωντανούς ιστούς φρούτων και λαχανικών, πρέπει να παρουσιάζουν μια ορισμένη

περατότητα στο O_2 , το CO_2 , το αιθυλένιο όπως επίσης και μια ορισμένη στεγανότητα στους υδρατμούς που αποδίδονται από τα προϊόντα.

1.8.3 Μεταβολή της ατμόσφαιρας στις συσκευασίες τροποποιημένης ατμόσφαιρας

Η μεταβολή της ατμόσφαιρας μπορεί να πραγματοποιηθεί στο εσωτερικό της συσκευασίας με τρόπο ενεργό, παθητικό ή συνδυασμό των δύο.

α) Παθητική μεταβολή της ατμόσφαιρας

Η τροποποίηση της ατμόσφαιρας που επιτυγχάνεται με τον τρόπο αυτό, είναι το αποτέλεσμα της έντασης της αναπνοής του συσκευασμένου προϊόντος σε μια δεδομένη θερμοκρασία καθώς επίσης και της περατότητας της συσκευασίας στα αέρια και τους υδρατμούς.

β) Ενεργητική μεταβολή της ατμόσφαιρας

Συνίσταται στην τεχνητή δημιουργία της επιθυμητής ατμόσφαιρας αποθήκευσης τη στιγμή που το προϊόν συσκευάζεται. Γίνεται είτε με την αφαίρεση του O_2 με κενό ή με ατμόσφαιρα καθαρού αζώτου είτε με έγχυση έτοιμου μίγματος ($O_2+N_2+CO_2$) κατάλληλου για το προϊόν.

Η αφαίρεση του O_2 , εφαρμόζεται κυρίως σε μη ζώντα προϊόντα που θέλουμε να προστατέψουμε από οξειδωτικές αλλοιώσεις (π.χ. προϊόντα ζωικής προέλευσης, αφυδατωμένα προϊόντα κ.λπ.). Η χρήση αέριου μίγματος προορίζεται για φρούτα και λαχανικά φρέσκα ή φρέσκα φυτικά όργανα πλυμένα, τεμαχισμένα, έτοιμα για χρήση τα οποία πωλούνται συσκευασμένα σε πλαστικά σακκουλάκια που χαρακτηρίζονται από ενεργό αναπνευστικό μεταβολισμό.

1.8.4 Υλικά που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συσκευασιών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Τα πλαστικά φιλμ που είναι κατάλληλα για συσκευασία φρούτων και λαχανικών σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα είναι κυρίως το PVC, το πολυστυρένιο, το πολυπροπυλένιο και το πολυαιθυλένιο. Όλα παρέχουν καλή περατότητα, καλή μηχανική αντοχή και λογικό κόστος.

Το PVC χαρακτηρίζεται από μια μειωμένη περατότητα στους υδρατμούς. Τα φιλμ που χρησιμοποιούνται είναι εύκαμπτα, διάφανα και ανθεκτικά. Ορισμένα μεταξύ αυτών παρουσιάζουν επιλεκτική περατότητα στο O_2 και στο CO_2 . Το πολυστυρένιο χρησιμοποιείται επίσης για τα φρέσκα προϊόντα, διατηρεί καλή περατότητα στο O_2 και στο CO_2 ενώ είναι σχετικά αδρανές και διαθέτει αυξημένο ποσοστό διαφάνειας. Το πολυαιθυλένιο χαρακτηρίζεται από μικρή περατότητα στους υδρατμούς και καλή περατότητα στο O_2 και στο CO_2 , γεγονός που επιτρέπει μια ικανοποιητική μείωση του ποσοστού O_2 , μέσα στη συσκευασία χωρίς ταυτόχρονη υπερβολική αύξηση του ποσοστού του CO_2 . Επίσης, παρέχει καλή μηχανική αντοχή, ανθεκτικότητα στα χημικά προϊόντα και μπορεί να γίνει εύκολα η συγκόλλησή του.

Η πρόοδος που σημειώθηκε στον τομέα της συσκευασίας των τροφίμων είναι πραγματικά πολύ σημαντική τα τελευταία χρόνια και πρέπει να συνεχίσει με τον ίδιο ρυθμό μελλοντικά. Έτσι θα εμφανιστούν στην αγορά φιλμ λιγότερο ακριβά και το ίδιο αποδοτικά με τα σημερινά και θα έχει βελτιωθεί η ευκολία στη χρήση τους (π.χ. εύκολο άνοιγμα – κλείσιμο). Για τα φρούτα και τα λαχανικά θα πρέπει να μειωθούν και να τεθούν σε εφαρμογή φιλμ ή συσκευασίες περισσότερο οικονομικές και κατάλληλα διαπερατές σε αέρα και υδρατμούς ώστε να προσφέρουν την καλύτερη ποιότητα των συντηρούμενων με αυτές προϊόντων.

1.8.5 Ασθένειες, μη παρασιτικές, που οφείλονται στη σύνθεση της ατμόσφαιρας

Πολλές φυσιολογικές ασθένειες μπορούν να αλλοιώσουν την ποιότητα των μήλων και των αχλαδιών εάν η σύνθεση της ατμόσφαιρας συντήρησης δεν είναι η σωστή. Οι πιο σημαντικές φυσιολογικές ανωμαλίες αναφέρονται παρακάτω:

α) Καστάνωση της καρδιάς: το CO₂ που αποβάλλεται από τα φρούτα, μπορεί να συγκεντρωθεί κατά τη διάρκεια της συντήρησης. Τότε η καρδιά του φρούτου γίνεται σκούρα καστανή και δημιουργούνται μεγάλες κοιλότητες στο παρέγχυμα. Οι προσβεβλημένοι ιστοί έχουν όψη νηματώδη και ξερή. Οι επιβλαβείς συγκεντρώσεις είναι περίπου της τάξης του 8-10%. Στους συνήθεις ψυκτικούς θαλάμους δεν υπάρχει πρόβλημα συγκέντρωσης CO₂ σε τόσο υψηλά επίπεδα γιατί δεν είναι στεγανοί. Όμως, το πρόβλημα υπάρχει στις συσκευασίες με μικρή περατότητα στο CO₂, καθώς και στους θαλάμους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.

β) Καστάνωση που οφείλεται σε ζύμωση. Κατά τη συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα υπάρχει κίνδυνος εμφάνισης φαινομένων ζύμωσης που αλλοιώνουν την ποιότητα των μήλων και των αχλαδιών. Τα φρούτα αποκτούν αλκοολική γεύση καθώς και άλλες ανεπιθύμητες γεύσεις. Σε περίπτωση σοβαρής προσβολής, αναπτύσσονται καστανές κηλίδες από την επιδερμίδα προς το εσωτερικό του φρούτου και οι ιστοί γίνονται υδαρείς. Η κύρια αιτία της προσβολής είναι η υπερβολική μείωση του O₂ καθώς και η αύξηση του CO₂ (7).

1.9 Ποικιλία PILAFA DELICIOUS

Είναι ποικιλία μηλιάς (*Malus domestica*) η οποία ανήκει στην οικογένεια Rosaceae και στην υποοικογένεια Pomoidae. Ονομάζεται Pilafa Delicious ή Delicious Τριπόλεως ή Delicious Αρκαδίας. Η ποικιλία αυτή προέκυψε από σπόρο μήλων Delicious

αμερικανικής προέλευσης που μετέφερε και έσπειρε το 1920 στο χωριό Κερασιά Αρκαδίας ο Ηλίας Πιλαφάς. Το δέντρο αξιολογήθηκε κατά το 1925. Οι πρώτοι σπυρώνες εγκαταστάθηκαν το 1939 στο Στίγκο Τεγέας και από εκεί διαδόθηκε η καινούργια πλέον, ποικιλία, σε ολόκληρη την Αρκαδία.

Ο καρπός της ωριμάζει το πρώτο δεκαπενθήμερο του Οκτωβρίου και συντηρείται καλά σε ψύξη μέχρι την άνοιξη. Ο καρπός έχει χαρακτηριστικό κυδωνόμορφο σχήμα και λεπτό άρωμα της ομάδας των ποικιλιών *Delicious*. Ο φλοιός είναι τραχύς, φέρει καστανά φακίδια, πρασινοκίτρινο χρώμα και επίχρωμα κεραμιδι στο τμήμα που είναι ορατό από το ηλιακό φως.

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ: ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

2.1 Εισαγωγή - Σκοπός της μελέτης

Στο πείραμα αυτό μελετήθηκε η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των μήλων Pilafa Delicious με ή χωρίς πλαστική συσκευασία, σε διάφορες θερμοκρασίες. Η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μας ενδιαφέρει γιατί έχει άμεση σχέση με την ωρίμανση και τη συντηρησιμότητα των φρούτων. Όσο πιο έντονος είναι ο ρυθμός αναπνοής ενός φυτικού προϊόντος τόσο πιο γρήγορα ωριμάζει ενώ όταν ο ρυθμός αναπνοής ενός φυτικού προϊόντος είναι χαμηλός, αυτό ωριμάζει βραδύτερα άρα συντηρείται για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα.

Μέσω, επομένως, του πειράματος αυτού, μπορούμε να καταλήξουμε σε χρήσιμα συμπεράσματα για το κατά πόσο η συσκευασία των μήλων με φύλλα πολυαιθυλενίου δύο διαφορετικών παχών (PE-MD 40 και PE-MD 60) μπορεί να διατηρήσει την ποιότητά τους και να αυξήσει το χρόνο συντήρησής τους σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες.

2.2 Βιβλιογραφική ανασκόπηση

Οι μετασυλλεκτικοί χειρισμοί και ιδιαιτέρως η συντήρηση φρούτων και λαχανικών σε ελεγχόμενη ή τροποποιημένη ατμόσφαιρα έχουν απασχολήσει αρκετά τους ερευνητές. Μπανάνες, ακτινίδια, κεράσια, σπαράγγι, μαρούλι, λάχανο αλλά κυρίως μήλα και αχλάδια είναι μερικά από τα φυτικά προϊόντα που έχουν συντηρηθεί με τη μέθοδο αυτή.

Μήλα ποικιλίας Red Delicious, συσκευάστηκαν σε φιλμ πολυαιθυλενίου πάχους 80 και 140 μm και συντηρήθηκαν στους 0°C, 10°C και 20°C. Η μεταβολή της ατμόσφαιρας χαρακτηρίστηκε αρχικά από την απότομη πτώση της συγκέντρωσης του O₂

και την αύξηση του διοξειδίου του άνθρακα και στη συνέχεια από τη σταθεροποίηση των συγκεντρώσεων των δύο αερίων. Οι ατμόσφαιρες που δημιουργήθηκαν (%O₂ - %CO₂) ήταν οι (8-5), (7-8), (8-9) για το PE-MD 80 στις θερμοκρασίες 0, 10 και 20°C αντίστοιχα, για δε το PE-MD 140 οι (5-7), (3-16), (7-5) για τις τρεις θερμοκρασίες αντίστοιχα. Γενικά, υψηλότερες συγκεντρώσεις CO₂ και χαμηλότερες O₂ μέσα στις συσκευασίες, παρουσίασε το PE-MD 140 που είχε τη μικρότερη περατότητα (5).

Οι Lambrinos et al (2) μελέτησαν τη συντήρηση μήλων Pilafa Delicious στους 0°C, που είχαν συσκευαστεί με φιλμ πολυαιθυλενίου τεσσάρων διαφορετικών παχών ήτοι PE-MD 30, PE-MD 35, PE-LD 60 και PE-MD 60 (η ονομασία MD (medium density) σημαίνει μέσης πυκνότητας και η LD (low density), χαμηλής πυκνότητας). Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα που δημιουργήθηκε στις συσκευασίες (%O₂ - %CO₂) ήταν: (18-3) για το PE-MD 30, (14-5) για το PE-MD 35, (2,5-7) για το PE-LD 60 και (2-9) για το PE-MD 60. Γενικά, υψηλή περιεκτικότητα O₂ και μέτρια CO₂ παρουσίασαν οι συσκευασίες PE-MD 30 και PE-MD 35 ενώ αντίθετα, χαμηλό O₂ και υψηλό CO₂, οι συσκευασίες PE-LD 60 και PE-MD 60.

Και στις δύο εργασίες, οι συσκευασίες των οποίων η τροποποιημένη ατμόσφαιρα που δημιουργήθηκε, εμφάνισε υψηλά ποσοστά O₂ και χαμηλά CO₂, έπαιξαν μικρό ρόλο στη συντήρηση των μήλων και στη διατήρησή τους σε καλή κατάσταση. Στις περιπτώσεις, όμως, που είχαμε υψηλά ποσοστά CO₂ και χαμηλά O₂, τα μήλα συντηρήθηκαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μειώθηκε η απώλεια υγρασίας και επιβραδύνθηκε το μαλάκωμα των καρπών. Αυτό που αξίζει να αναφερθεί ήταν οι χαμηλές τιμές της αναπνευστικής δραστηριότητας των φρούτων. Στις περιπτώσεις που η συγκέντρωση του CO₂ ήταν αρκετά υψηλή, τα μήλα εμφάνισαν υποβαθμισμένη ποιότητα

και ξένες οσμές, χωρίς ωστόσο να διακρίνεται σαφώς η αλκοολική γεύση που προέρχεται από ζύμωση.

Τέλος, αχλάδια ποικιλίας «Κοντούλα», συσκευάστηκαν με φιλμ PE-LD 60 και PE-MD 35 και συντηρήθηκαν στους 0°C και 3°C. Τα αποτελέσματα έδειξαν ότι στους 3°C τα αχλάδια συντηρήθηκαν για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα απ' ότι στους 0°C, γεγονός που κατά βάση δεν θα περιμέναμε αν τα φρούτα ήταν ασυσκευάστα. Όμως, φαίνεται ότι η υψηλότερη περιεκτικότητα σε CO₂ στις συσκευασίες των 3°C, επέδρασε στην επιβράδυνση του ρυθμού αναπνοής των αχλαδιών και επέφερε τη μακροβιότερη συντήρηση των φρούτων (6).

2.3 Υλικά και μέθοδοι

2.3.1 Πρώτη ύλη

Για την πραγματοποίηση του πειράματος, χρησιμοποιήθηκαν μήλα ποικιλίας Pilafa Delicious που συγκομίστηκαν από την περιοχή Τεγέας Αρκαδίας. Το πείραμα ξεκίνησε τον Οκτώβριο του 2000 και διήρκεσε έως και το Μάρτιο του 2001. Τα μήλα συγκομίστηκαν στις 27 Οκτωβρίου και στις 28 Οκτωβρίου μεταφέρθηκαν στο Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών όπου έγινε διαλογή. Απομακρύνθηκαν τα προσβεβλημένα και χτυπημένα, τα πολύ μεγάλα ή πολύ μικρά μήλα καθώς και τα πολύ ώριμα ή πολύ άγουρα.

Τέλος, τα φρούτα ζυγίστηκαν ατομικά, χωρίστηκαν σε 5 ομάδες και τοποθετήθηκαν σε πέντε διαφορετικές θερμοκρασίες: 0°C, 5°C, 10°C, 15°C, 20°C.

2.3.2 Πλαστικές συσκευασίες

Για τη μελέτη της επίδρασης της τροποποιημένης ατμόσφαιρας στην αναπνευστική δραστηριότητα των μήλων, αυτά συσκευάστηκαν σε συσκευασίες από πλαστικό φιλμ



Φωτ. 1: Ασυσκευάστα μήλα Pilafa Delicious που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση του πειράματος.



Φωτ. 2: Μήλα Pilafa Delicious, συσκευασμένα σε πλαστικό film πολυαιθυλενίου.

πολυαιθυλενίου μέσης πυκνότητας και πάχους 40 μm και 60 μm , γνωστών περατοτήτων στο O_2 και CO_2 , που στο εξής θα χαρακτηρίζονται σαν (PE-MD 40) και (PE-MD 60) αντίστοιχα. Οι πλαστικές συσκευασίες είχαν διαστάσεις 50cm \times 40cm και κάθε μία περιείχε 4 μήλα. Το κλείσιμο των συσκευασιών έγινε με θερμοσυγκόλληση (μηχανή TEW type TISF-450). Δημιουργήθηκαν, από κάθε πλαστικό, 20 σακκούλες που τοποθετήθηκαν 10 στους 0°C και 10 στους 10°C.

2.3.3 Παράμετροι που μελετήθηκαν

Κατά τη διάρκεια του πειράματος μελετήθηκε:

- η αναπνευστική δραστηριότητα των μήλων (συσκευασμένων και μη)
- η σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στις πλαστικές συσκευασίες

και ως συμπληρωματικά στοιχεία τα εξής φυσικοχημικά χαρακτηριστικά (συσκευασμένων και μη)

- η περιεκτικότητα σε σάκχαρα (brix)
- η σκληρότητα (συνεκτικότητα) του καρπού (με ή χωρίς το φλοιό)
- η απώλεια βάρους

α) Μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας

Η μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας των μή συσκευασμένων μήλων γινόταν κάθε 15 ημέρες για τα μήλα που είχαν αποθηκευτεί στους 0°C και 5°C, κάθε 8 ημέρες για αυτά που είχαν αποθηκευτεί στους 10°C και 2 φορές την εβδομάδα για όσα είχαν αποθηκευτεί στους 15°C και 20°C.

Όσον αφορά στα συσκευασμένα μήλα, η μέτρηση της αναπνοής γινόταν κάθε 20 ημέρες περίπου.

Οι αναπνευστικές μετρήσεις γίνονταν ατομικά σε 8 ή 9 μήλα / θερμοκρασία στην περίπτωση των μη συσκευασμένων μήλων και σε 10 σακκούλες / πλαστικό / θερμοκρασία στην περίπτωση των συσκευασμένων μήλων. Για τη μέτρηση της αναπνοής, χρησιμοποιήθηκε η φορητή συσκευή Riken – Keiki που μετρά την ποσότητα του παραγόμενου CO₂. Η λειτουργία της στηρίζεται σε έναν ανιχνευτή IR (απορρόφηση στο υπέρυθρο). Η κλίμακα του οργάνου ήταν 0-4975 ppm και η διακριτική του ικανότητα 25 ppm.

Η συσκευή ήταν συνδεδεμένη με σωληνώσεις με έναν αναπνευστικό θάλαμο έτσι ώστε να δημιουργείται ένα κλειστό κύκλωμα. Πριν την έναρξη των μετρήσεων, το όργανο βαθμονομείται, και ετίθεται σε λειτουργία για 1-2 λεπτά, στη συνέχεια ο καρπός ασυσκευάστος ή συσκευασμένος ετοποθετείται μέσα στην αναπνευστική αίθουσα η οποία έκλεινε αεροστεγώς και άρχιζε η μέτρηση, που διαρκούσε κατά μέσο όρο 10-15 min ανάλογα με το στάδιο ωριμότητας του φρούτου και τη θερμοκρασία συντήρησης. Μετά το σφράγισμα της αναπνευστικής αίθουσας καταγράφεται η ένδειξη του οργάνου καθώς επίσης και αυτή μετά το τέλος της μέτρησης.

Ο ρυθμός της αναπνοής των φρούτων δίνεται από τη σχέση

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

όπου q_R : ρυθμός αναπνοής σε ml CO₂/h/100 gr. φρ. βάρους

ΔC : C_{τελ} - C_{αρχ}: μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂

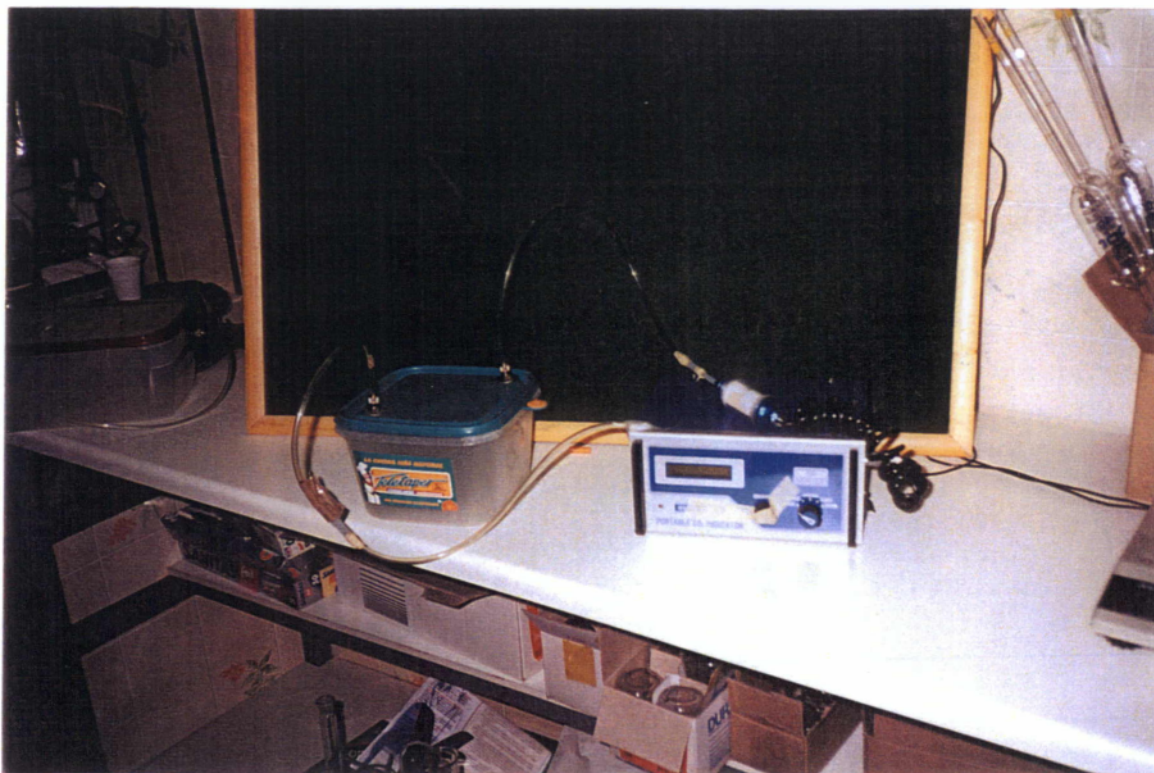
C: συγκέντρωση CO₂ σε ppm

Δt : χρόνος σε h

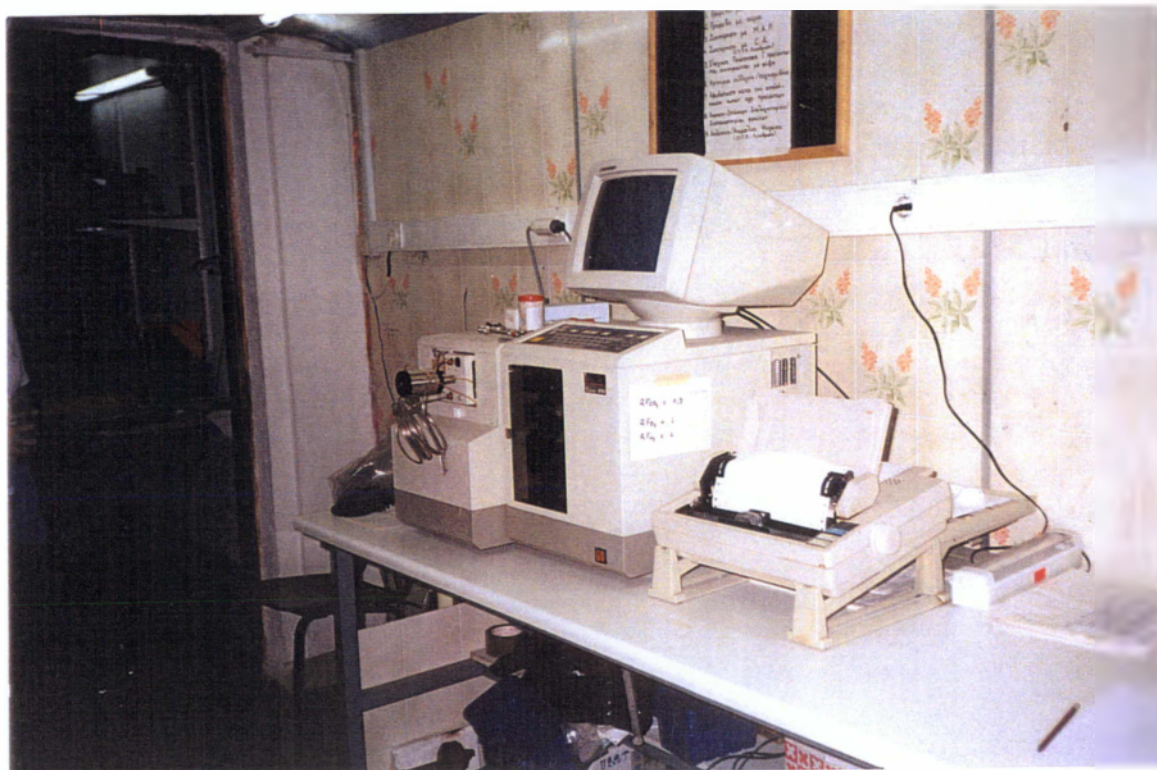
m: μάζα καρπού σε gr

V: V_c - V_{καρπού} Όγκος αέρα κυκλώματος σε ml

c: κύκλωμα διάταξης



Φωτ. 3: Φορητή συσκευή RIKEN KEIKI, συνδεμένη με αναπνευστικό θάλαμο.



Φωτ. 4: Αέριος χρωματογράφος PERKIN ELMER 8700.

Η μέθοδος αυτή, μέτρησης της αναπνοής των καρπών έχει ως κύρια πλεονεκτήματα την ευκολία χειρισμού, την ταχύτητα και αξιοπιστία της μέτρησης, το μικρό κόστος του εξοπλισμού και κυρίως τη δυνατότητα εκτίμησης της αναπνοής στον αγρό (9).

β) Μέτρηση της μεταβολής της σύνθεσης της ατμόσφαιρας των πλαστικών συσκευασιών

Για τη μελέτη της μεταβολής της ατμόσφαιρας των πλαστικών συσκευασιών, χρησιμοποιήθηκε αέριος χρωματογράφος PERKIN ELMER 8700. Αέριο δείγμα 1ml που λαμβανόταν με τη βοήθεια στεγανής σύριγγας, από ειδική διάταξη σιλικόνης πάνω στη συσκευασία, εισαγόταν προς ανάλυση σε ειδική διάταξη του χρωματογράφου.

Η ανάλυση των αερίων (O_2 , CO_2) γινόταν με τη βοήθεια ανιχνευτή θερμικής αγωγιμότητας (TC), οι κολώνες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν οι Porapak Q και η Molecular Sieve, το δε φέρον αέριο ήταν το Ήλιον (He). Οι μετρήσεις γίνονταν 1 φορά την εβδομάδα / πλαστικό / θερμοκρασία και τα αποτελέσματα εκφράζονταν σαν ποσοστό %.

γ) Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά

Και τα τρία φυσικοχημικά χαρακτηριστικά μετρήθηκαν στην αρχή και το τέλος του πειράματος τόσο για τα συσκευασμένα όσο και για τα ασυσκευάστα μήλα. Οι μετρήσεις ήταν ατομικές.

Η περιεκτικότητα σε σάκχαρα εκφράστηκε σε brix και για τη μέτρησή τους χρησιμοποιήθηκε το επιτραπέζιο διαθλασίμετρο A.S.T. Co L.T.D., μοντέλο SR 400.

Η σκληρότητα των μήλων μετρήθηκε σε δύο διαφορετικά σημεία του ισημερινού του φρούτου, αφού πρώτα στο ένα από αυτά είχε αφαιρεθεί η επιδερμίδα. Η μέτρηση έγινε με το τρυφερόμετρο FRUIT PRESSURE TESTER FT 327. Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν σε lb.

Οι μετρήσεις βάρους έγιναν με ζυγό AND ELECTRONIC BALANCE, FA 2000.

Τα αποτελέσματα εκφράστηκαν επί τοις % του αρχικού βάρους.

2.4 Αποτελέσματα

2.4.1 Αναπνοή μη συσκευασμένων μήλων

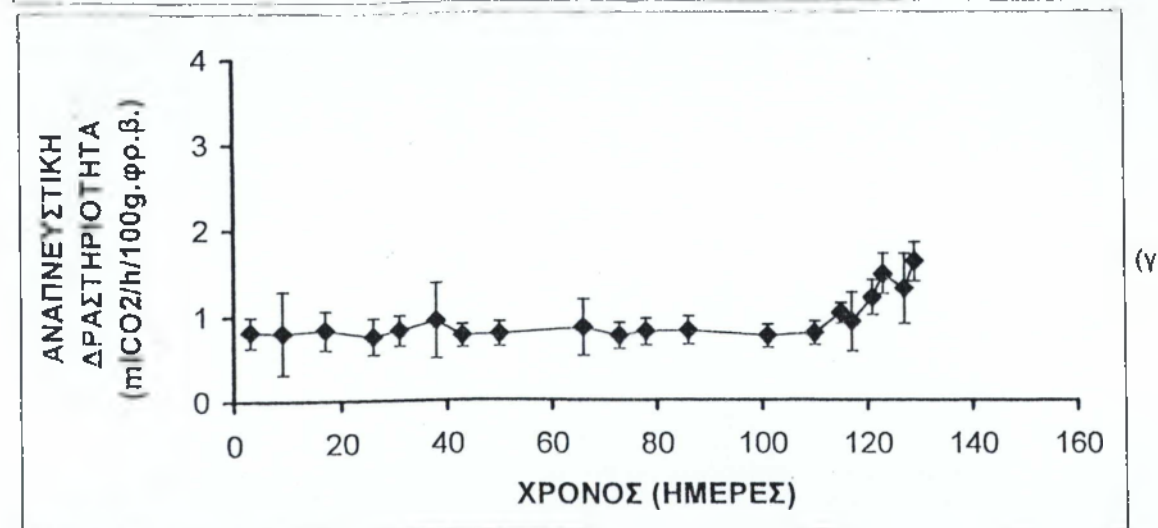
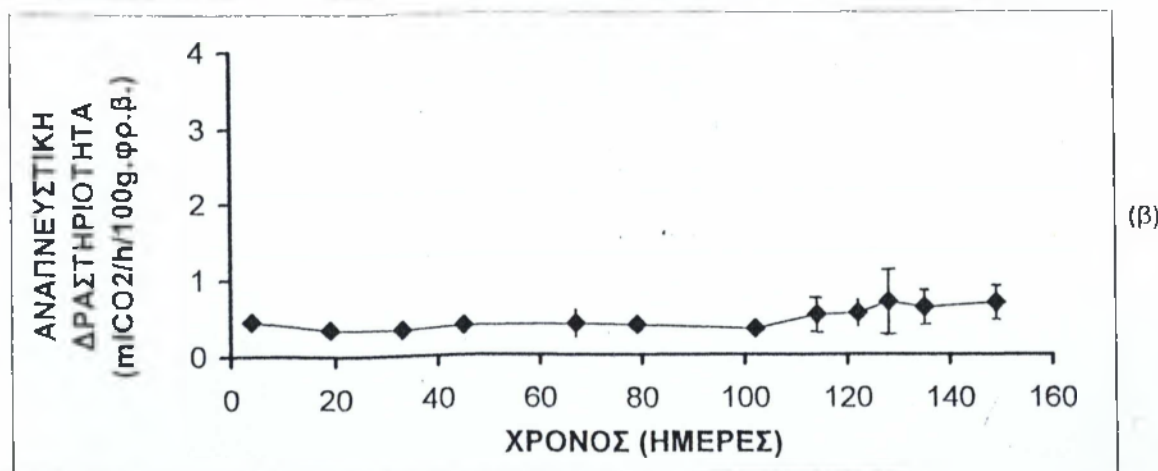
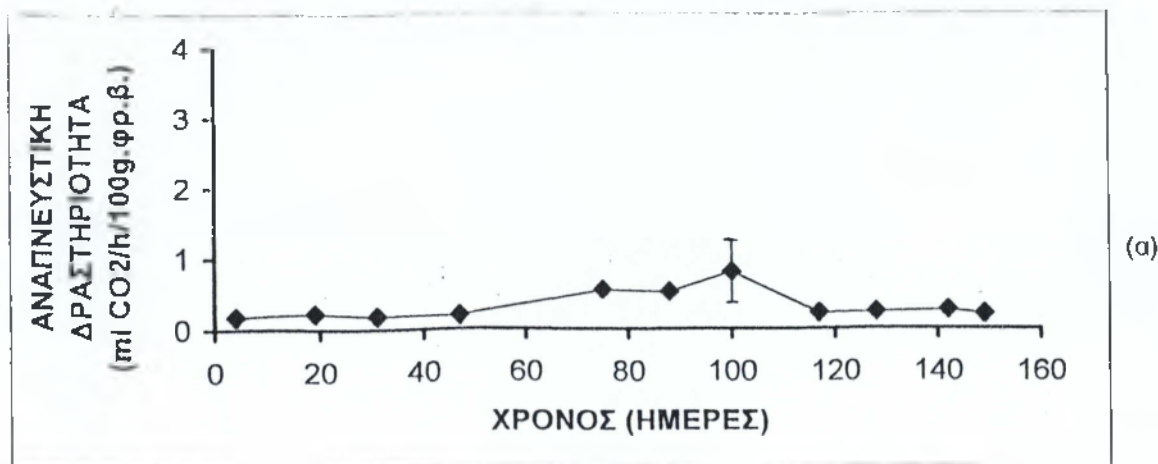
Ο μέσος όρος της αναπνευστικής δραστηριότητας των μη συσκευασμένων μήλων που συντηρήθηκαν στους 0°C, 5°C, 10°C, 15°C και 20°C, συναρτήσει του χρόνου, παρουσιάζεται στα σχήματα 2, 3, 4 απ' όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 0°C, παρουσιάζουν χαμηλούς ρυθμούς αναπνοής (κατά μέσο όρο γύρω στα 0,20 ml CO₂/h/100 g.φρ.β), μέχρι την 47^η ημέρα. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας μέχρι την 99^η ημέρα οπότε και μειώνεται εκ νέου και διατηρείται σε χαμηλά επίπεδα μέχρι το τέλος του πειράματος. Η καμπύλη της αναπνοής των μήλων στους 0°C είναι χαρακτηριστική καμπύλη κλιμακίριων φρούτων με μέγιστο την 99^η ημέρα.

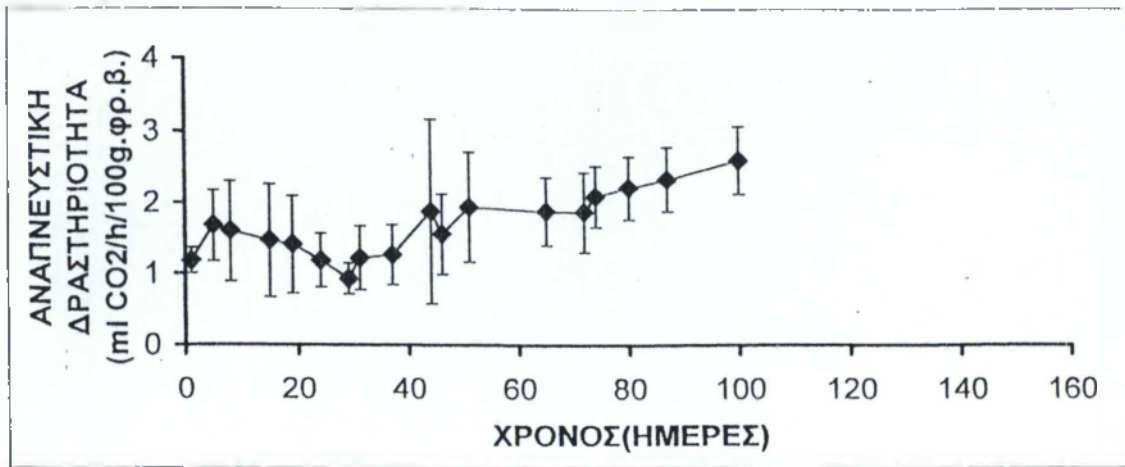
Τα μήλα συντηρήθηκαν για 149 ημέρες.

- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 5°C παρουσιάζουν μέχρι την 102^η ημέρα αναπνευστική ένταση περίπου 0,38 ml CO₂/h/100 g.φρ.β. Οι τιμές είναι υψηλότερες από αυτές στους 0°C, λόγω της υψηλότερης θερμοκρασίας συντήρησης. Από την 102^η ημέρα συντήρησης η αναπνευστική δραστηριότητα αυξάνεται και φθάνει στα 0,62 ml CO₂/h/100 g.φρ.β όπου και διατηρείται μέχρι το τέλος του πειράματος.

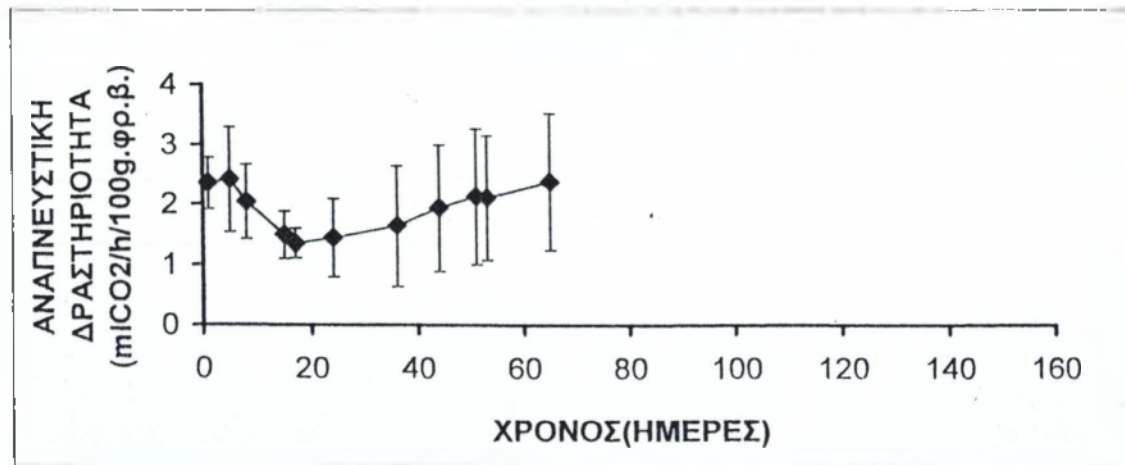
Τα μήλα συντηρήθηκαν για 149 ημέρες.



Σχ. 2 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pifala Delicious (μή συσκευασμένων) συντηρούμενων στους 0°C(α), 5°C(β) και 10°C(γ), συναρτήσεϊ του χρόνου.

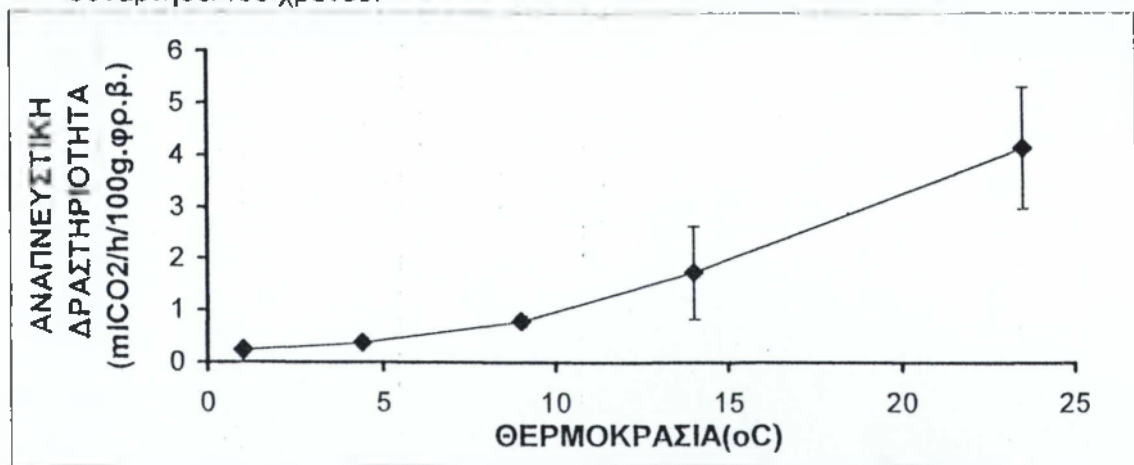


(α)



(β)

Σχ.3 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious, (μη συσκευασμένων), συντηρούμενων στους 15°C(α) και στους 20°C(β), συναρτήσει του χρόνου.



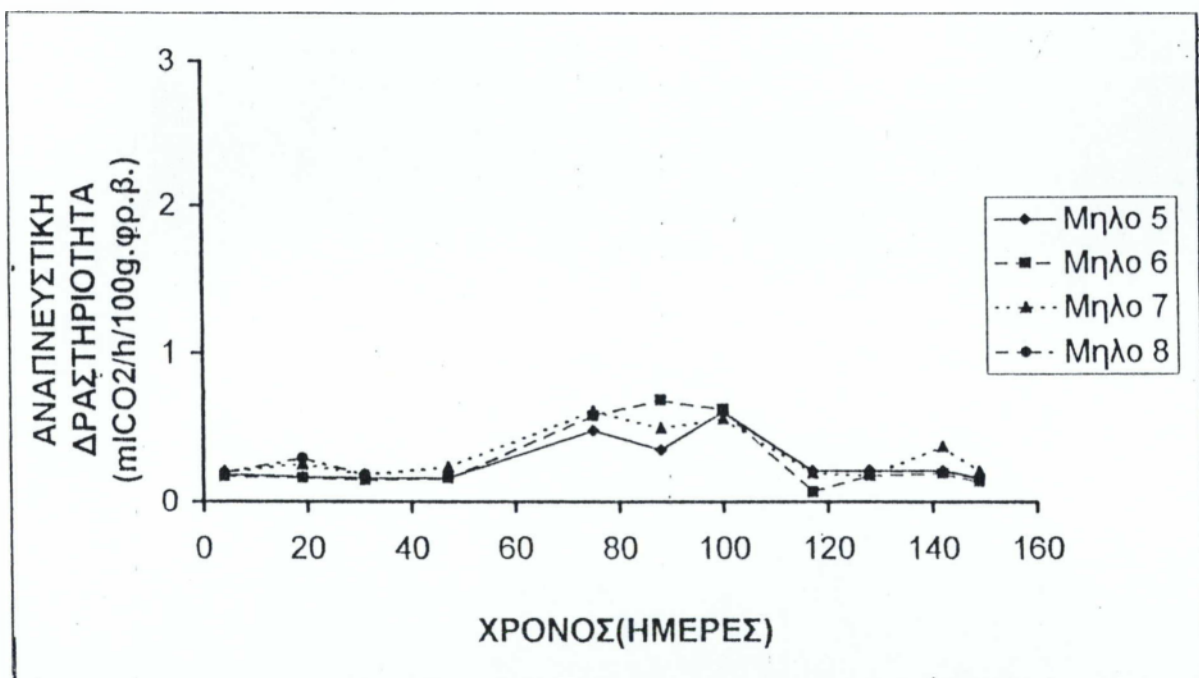
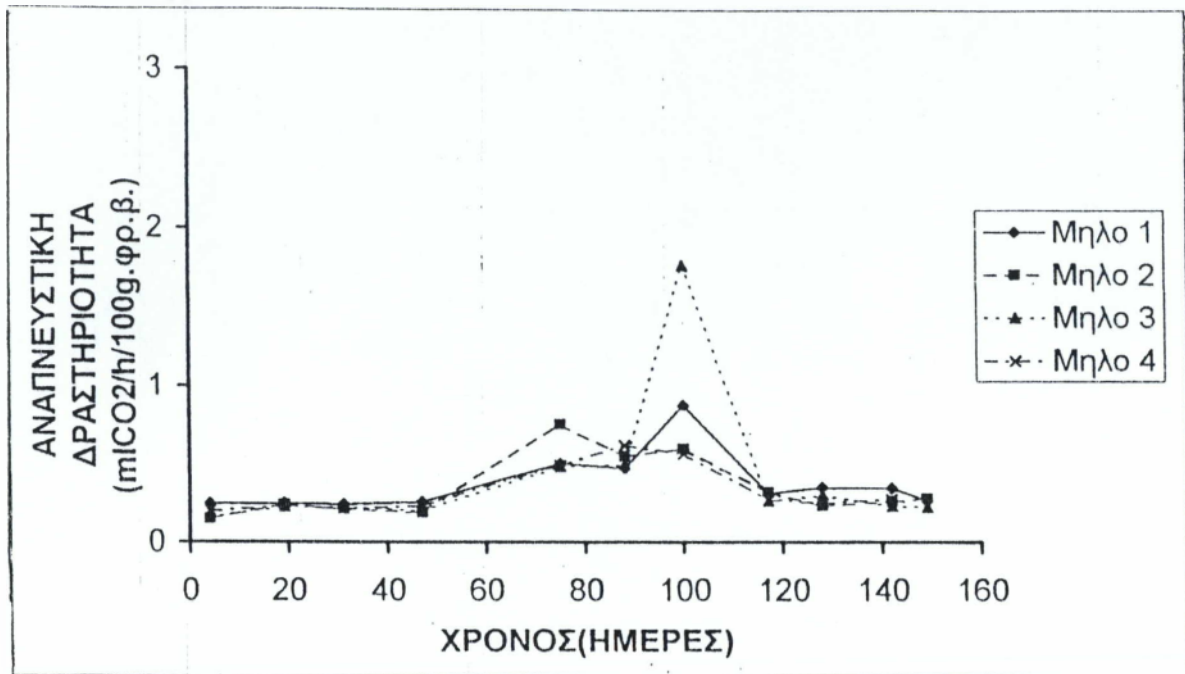
Σχ.4 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious, (μη συσκευασμένων), συναρτήσει της θερμοκρασίας.

- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 10°C (σχήμα 2γ), παρουσιάζουν υψηλότερους ρυθμούς αναπνοής απ' ό,τι τα μήλα των δύο προηγούμενων θερμοκρασιών. Η αναπνευστική ένταση διατηρείται περίπου σταθερή μέχρι την 110^η ημέρα μετά την οποία παρατηρείται μια αύξηση, χωρίς όμως να ολοκληρώνεται η αναπνευστική κρίση μέχρι το τέλος της συντήρησης (129^η ημέρα).
- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 15°C και 20°C (σχ. 3α,β) παρουσίασαν την υψηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα γεγονός που είναι αναμενόμενο αφού η αναπνοή είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας. Όμως, καθώς φαίνεται στις γραφικές παραστάσεις υπήρχε μεγάλη διακύμανση μεταξύ των 8 δειγμάτων που χρησιμοποιήθηκαν για τη μέτρηση της αναπνοής τόσο στους 15°C όσο και στους 20°C.

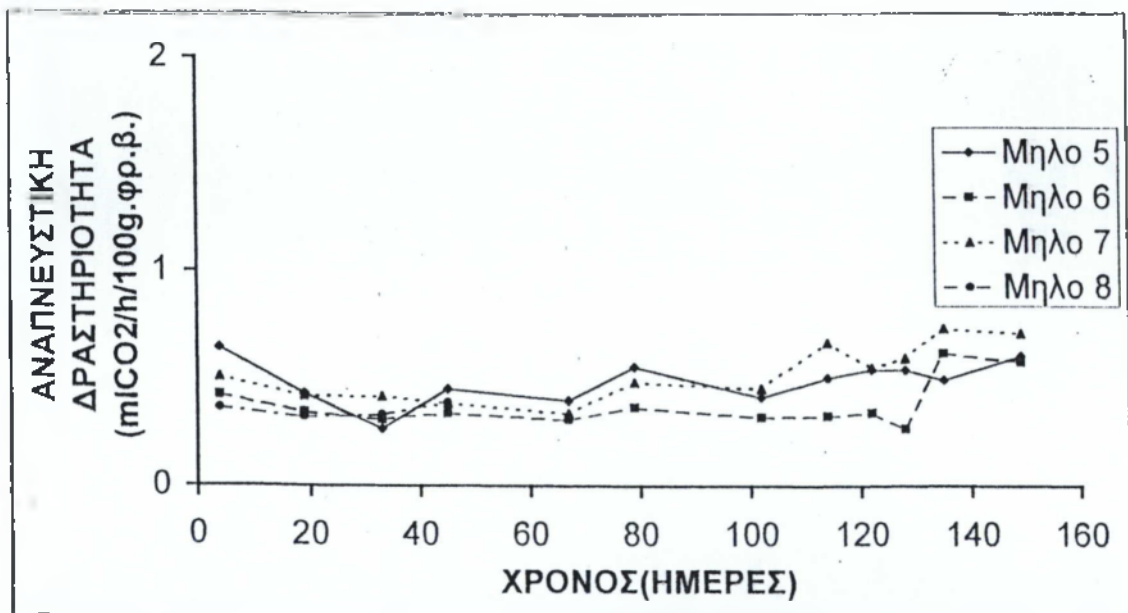
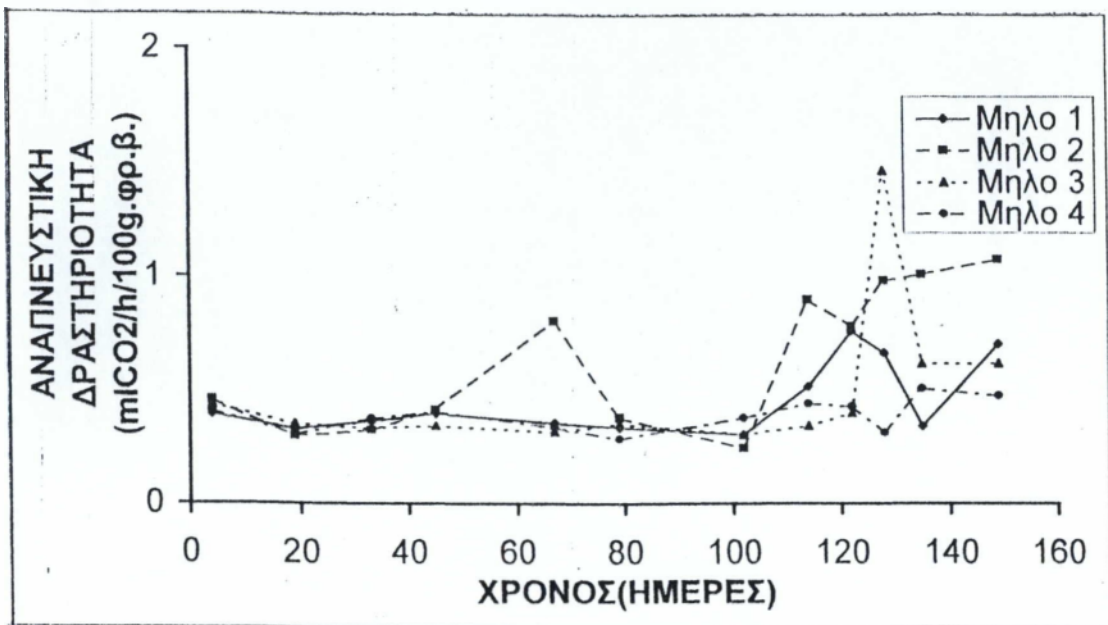
Τα μήλα των 15°C συντηρήθηκαν για 100 ημέρες και των 20°C για 65 ημέρες.

- Το σχήμα 4 παρουσιάζει τη μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των μήλων συναρτήσει της θερμοκρασίας. Παρατηρούμε μια εκθετική μεταβολή του τύπου $y=0,2306e^{0,1291x}$.

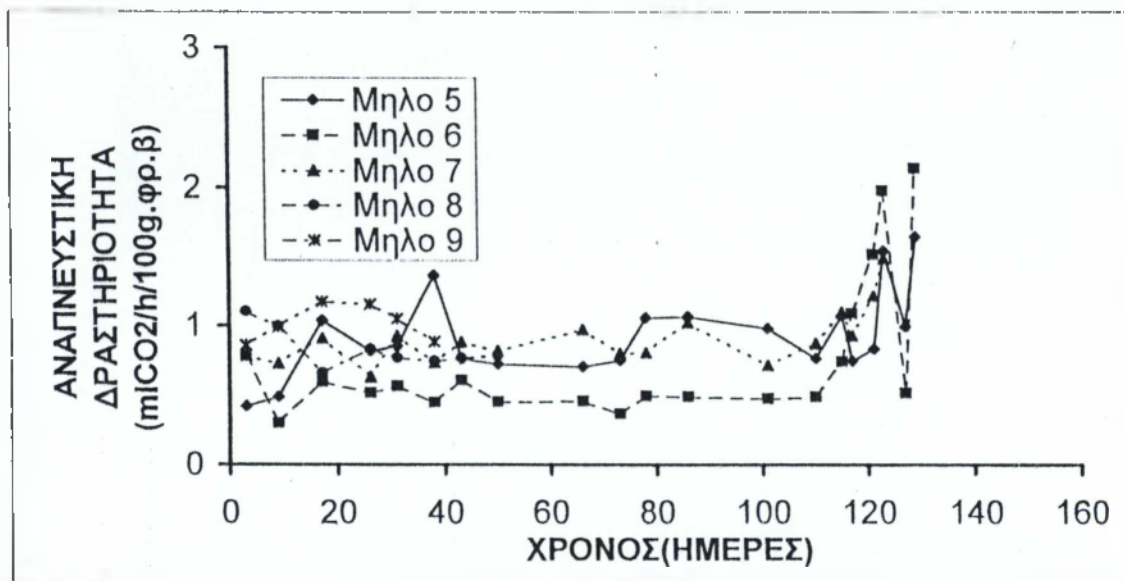
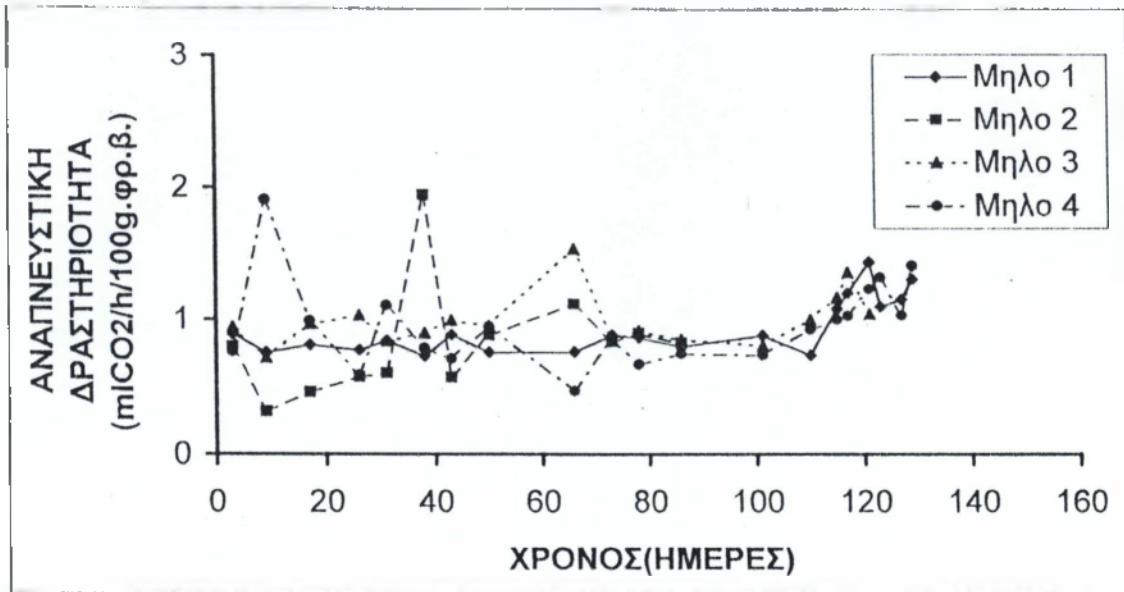
Προκειμένου να εξηγήσουμε τη μεγάλη διακύμανση που παρουσιάζουν οι τιμές της αναπνευστικής έντασης, κυρίως στις υψηλές θερμοκρασίες των 10, 15 και 20°C, παρουσιάζουμε στα σχήματα 5, 6, 7, 8, 9 την ένταση της αναπνοής ανά θερμοκρασία χωριστά για το κάθε ένα από τα 8 μήλα που αποτελούσαν την πειραματική ομάδα.



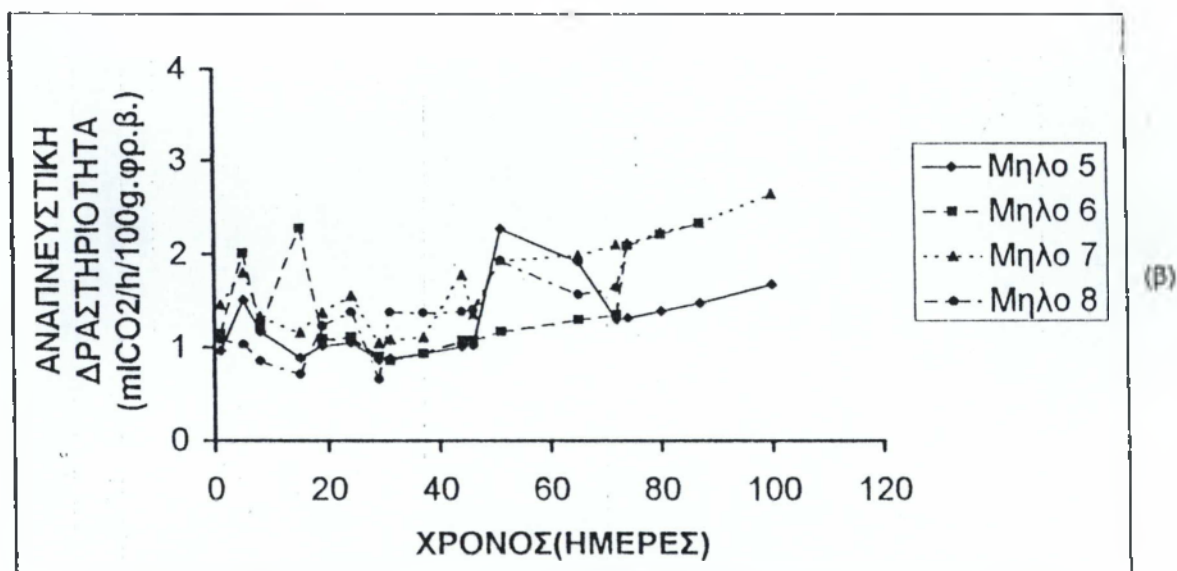
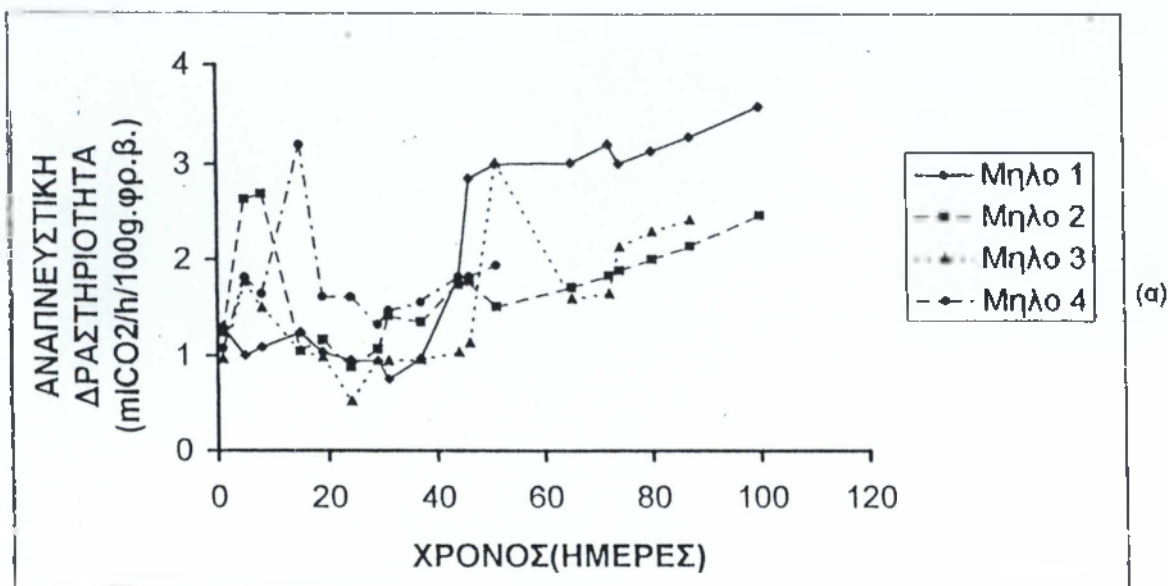
Σχ.5 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pitafa Delicious (ατομικά), συντηρούμενων στους 0°C, συναρτήσει του χρόνου.



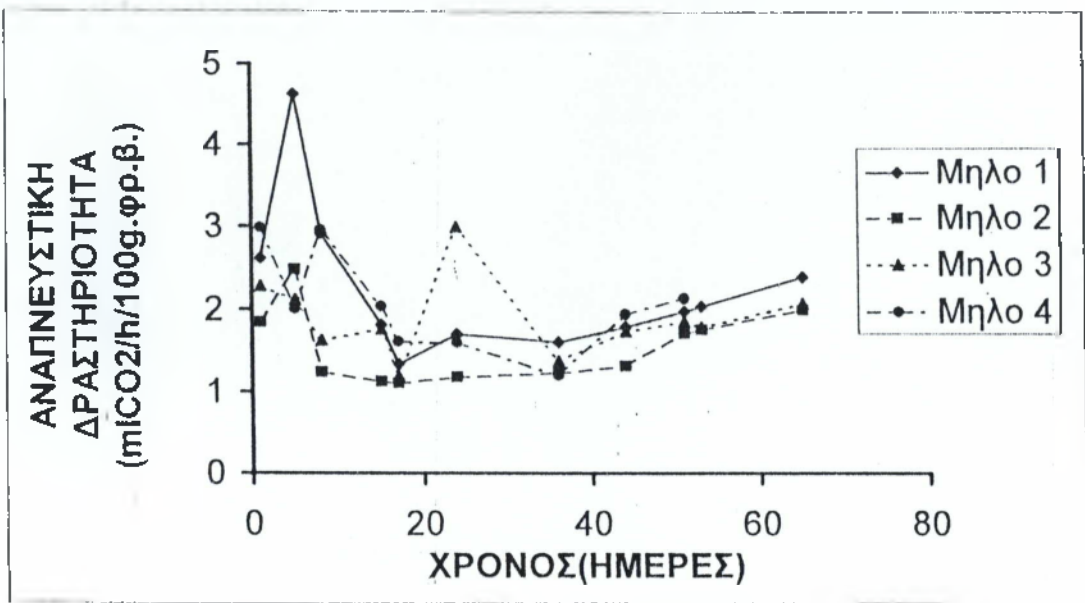
Σχ.6 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious (ατομικά), συντηρούμενων στους 5°C, συναρτήσει του χρόνου.



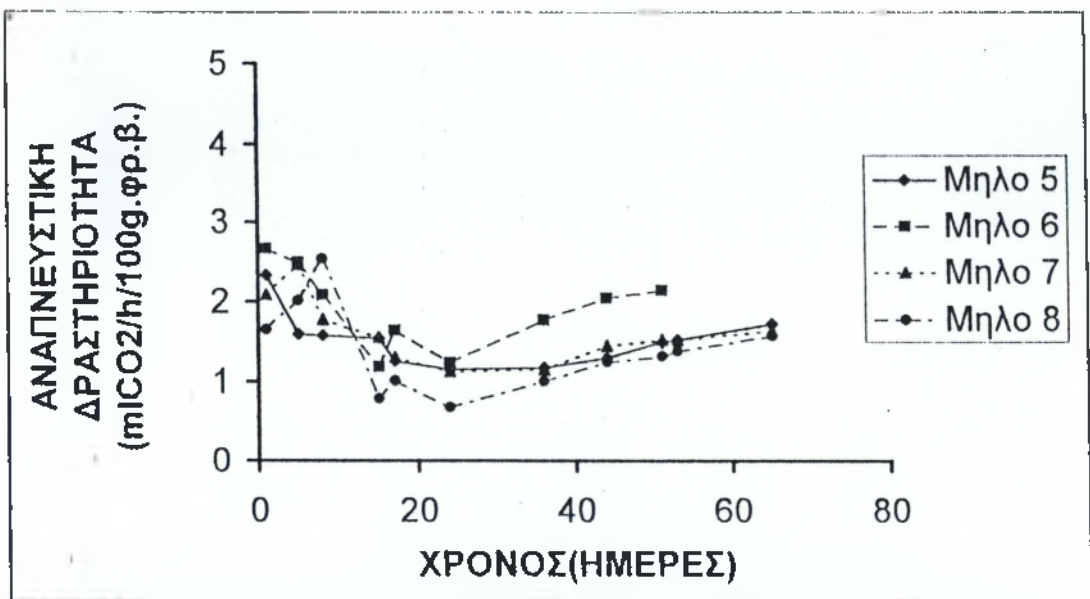
Σχ.7 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious (ατομικά), συντηρουμένων στους 10°C, συναρτησει του χρόνου.



Σχ.8 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pifafa Delicious (ατομικά),συντηρούμενων στους 15οC,συναρτήσει του χρόνου.



(α)



(β)

Σχ.9 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious (ατομικά),συντηρούμενων στους 20°C, συναρτήσεϊ του χρόνου.

Μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

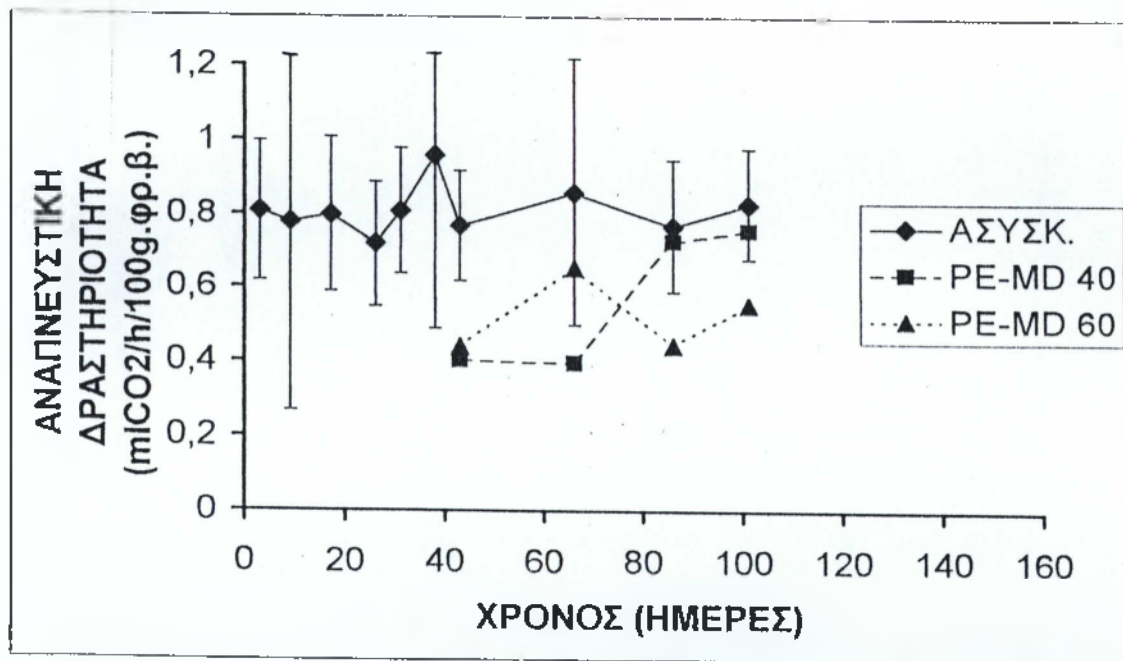
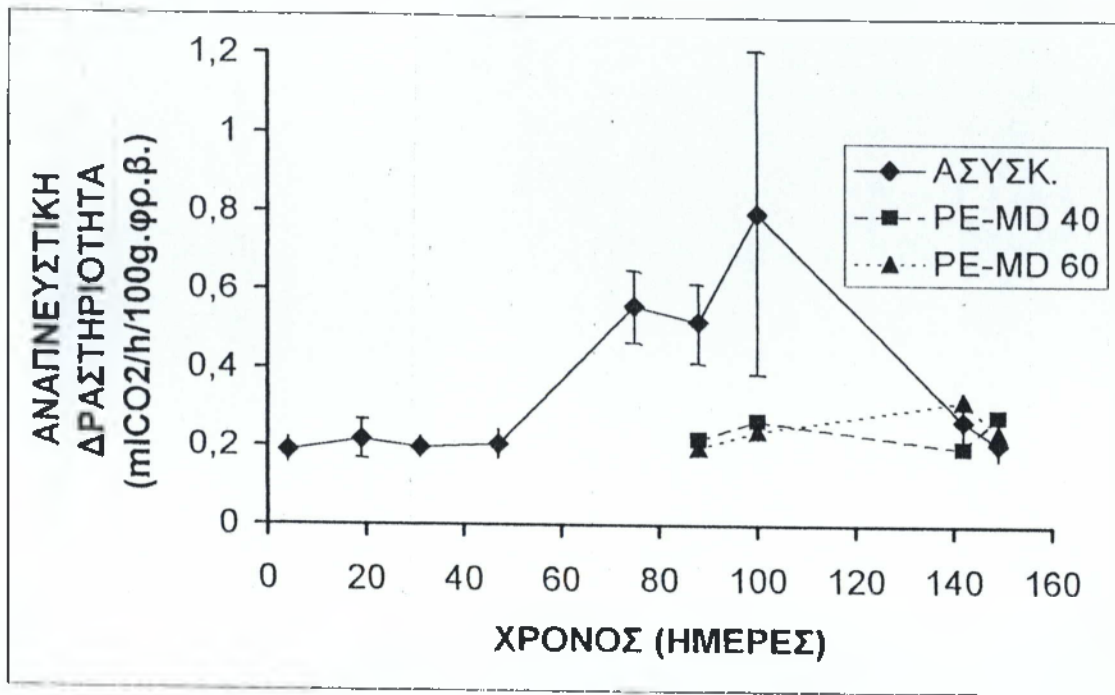
- Η αναπνευστική δραστηριότητα των μήλων που συντηρήθηκαν στους 0°C (σχ. 5α,β) ήταν ομοιόμορφη και για τα 8 δείγματα μέχρι την 47^η ημέρα. Από την 47^η μέχρι την 120^η ημέρα όλα τα δείγματα παρουσίασαν την αναπνευστική τους κρίση. Τα περισσότερα μήλα παρουσίασαν το αναπνευστικό μέγιστο την 99^η ημέρα.
- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 5°C (σχήμα 6α,β) ως προς τη συμπεριφορά τους μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες. Αυτά του σχήματος 6α, που μέχρι την 102^η ημέρα παρουσιάζουν χαμηλούς ρυθμούς αναπνοής (πλην ενός που παρουσιάζει κλιμακτήρια κρίση την 67^η ημέρα) και στη συνέχεια παρουσιάζουν έντονη κλιμακτήρια κρίση σε διάφορους χρόνους και τα μήλα του σχήματος 6β όπου παρατηρούμε ομοιόμορφη συμπεριφορά με μικρές αποκλίσεις μέχρι την 102^η ημέρα. Μετά την 102^η ημέρα παρατηρείται ελαφρά αύξηση της αναπνευστικής δραστηριότητας χωρίς, όμως, κανένα να φθάνει στην αναπνευστική κρίση.
- Η αναπνευστική δραστηριότητα (ανά φρούτο) των μήλων που συντηρήθηκαν στους 10°C, παρουσιάζεται στο σχήμα 7α,β. Παρατηρούμε ότι υπήρξαν μήλα που παρουσίασαν αναπνευστική κρίση από την αρχή κιόλας της συντήρησης (10^η, 20^η, 30^η ημέρα) ενώ ένας μεγάλος αριθμός παρουσίασε το αναπνευστικό μέγιστο περίπου την 120^η ημέρα.
- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 15°C (σχήμα 8α,β) παρουσίασαν έντονη αναπνευστική δραστηριότητα, το μέγιστο κλιμακτήριο παρουσιάστηκε πολύ γρήγορα για τα περισσότερα φρούτα (μέχρι την 20^η ημέρα) ενώ ένας μικρός αριθμός μήλων έφθασαν στο μέγιστο της αναπνευστικής δραστηριότητας την 51^η ημέρα.
- Τέλος, τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 20°C (σχήμα 9α,β) παρουσίασαν την αναπνευστική κρίση από την αρχή κιόλας της συντήρησης και μετά την 24^η ημέρα

εισήλθαν σε μετακλιμακτική περίοδο. Τα πρώτα τέσσερα μήλα (σχήμα 9α) παρουσιάζουν μια έντονη διαφοροποίηση μεταξύ τους ενώ τα τέσσερα επόμενα (σχήμα 9β) παρουσιάζουν ομοιόμορφη συμπεριφορά.

2.4.2 Αναπνοή συσκευασμένων μήλων

Η μεταβολή της αναπνοής των συσκευασμένων μήλων που συντηρήθηκαν στους 0°C και 10°C παρουσιάζεται στο σχήμα 10α,β. Στο σχήμα αυτό παρουσιάζεται και η αναπνευστική δραστηριότητα των μη συσκευασμένων μήλων για να γίνει η σύγκριση μεταξύ των δύο χειρισμών (συσκευασμένα, ασυσκευάστα). Μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

- Τα μήλα που συντηρήθηκαν στους 0°C και είχαν συσκευαστεί σε films πολυαιθυλενίου μέσης πυκνότητας και πάχους 40 και 60μm (σχήμα 10α), παρουσίασαν στατιστικά σημαντική διαφορά από τα ασυσκευάστα μήλα της ίδιας θερμοκρασίας. Η αναπνευστική τους δραστηριότητα διατηρήθηκε σε πολύ χαμηλό επίπεδο και μόνο στο τέλος της συντήρησης τα συσκευασμένα και μη μήλα παρουσίασαν την ίδια ένταση αναπνοής. Πρέπει να σημειωθεί ότι η τελική τιμή της αναπνοής των συσκευασμένων μήλων ήταν περίπου της ίδιας τάξης με την αρχική των ασυσκευάστων.
- Τα συσκευασμένα μήλα στους 10°C (σχήμα 10β), παρουσίασαν σαφώς χαμηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα από τα μη συσκευασμένα. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι αυτά που συσκευάστηκαν με το film PE-MD 60 την 66^η ημέρα παρουσιάζουν ένα είδος αναπνευστικής κρίσης ενώ όσα συσκευάστηκαν με το film PE-MD 40 μετά την 66^η ημέρα, παρουσίασαν μια έντονη αύξηση της αναπνοής, φθάνοντας σε τιμές ανάλογες αυτών των ασυσκευάστων. Για να μπορέσουμε να εξηγήσουμε τη διαφορετική συμπεριφορά των συσκευασμένων μήλων, θα πρέπει να παρουσιάσουμε τη σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στις πλαστικές συσκευασίες.



Σχ.10 Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μήλων Pilafa Delicious, συσκευασμένων και μη, στους 0°C(α) και στους 10°C(β), συναρτήσει του χρόνου (Μ.Ο δειγμάτων).

2.4.3 Μεταβολή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας των συσκευασμένων μήλων

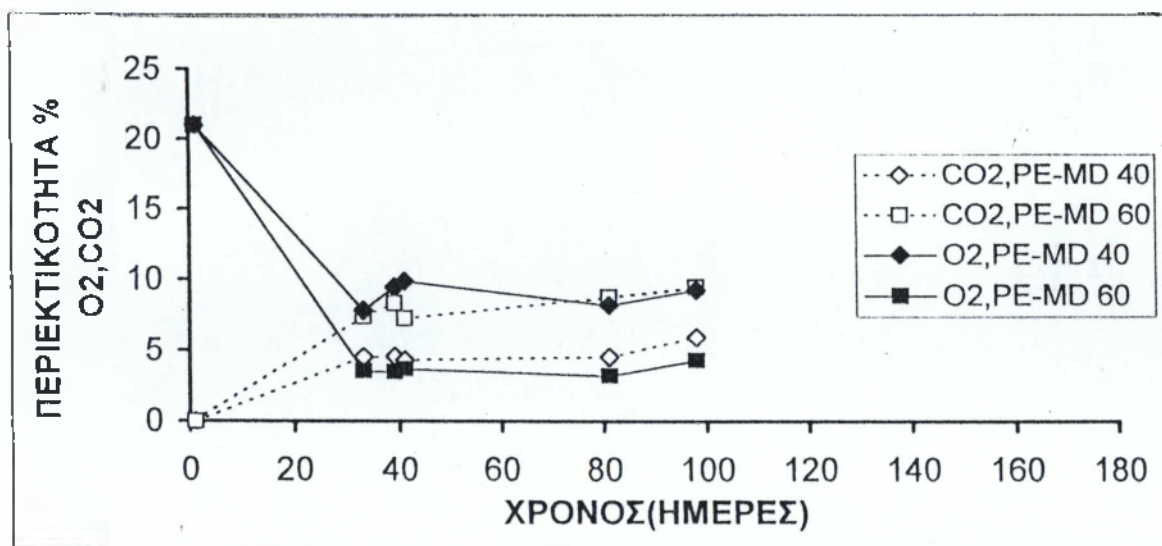
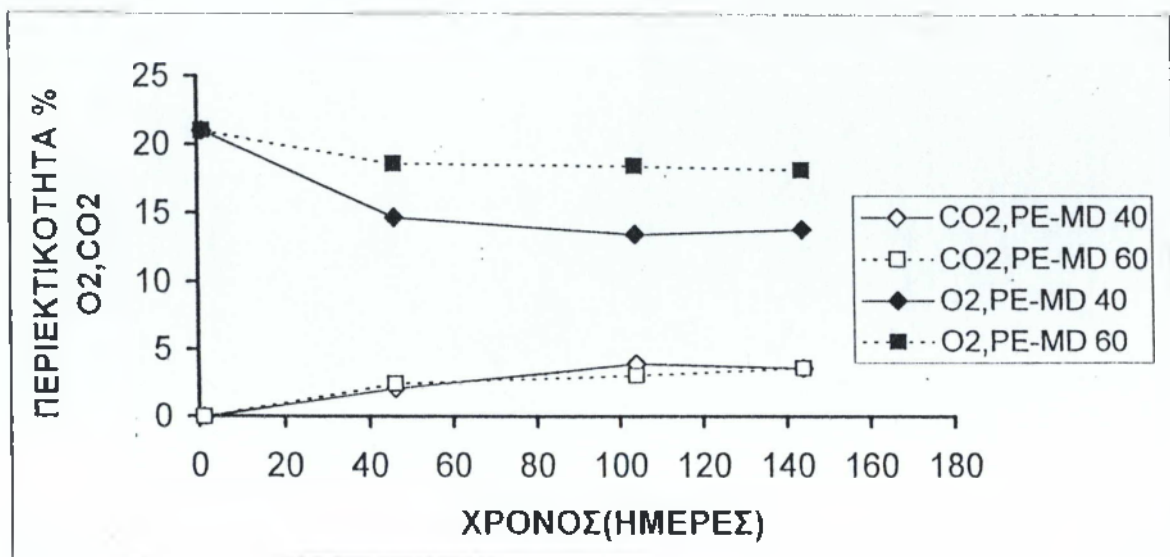
α) Η μεταβολή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας των συσκευασμένων μήλων που συντηρήθηκαν στους 0 και 10°C, παρουσιάζεται στο σχήμα 11, όπου μπορούμε να παρατηρήσουμε τα εξής:

- Όσον αφορά στις συσκευασίες των μήλων που συντηρήθηκαν στους 0°C (σχήμα 11α), παρατηρείται και για τα δύο films (PE-MD 40 και PE-MD 60) μια αύξηση της περιεκτικότητας του CO₂ γύρω στο 4% η οποία και διατηρήθηκε σταθερή μέχρι το τέλος της συντήρησης (149^η ημέρα). Το O₂ διατηρήθηκε στο επίπεδο του 14% στις συσκευασίες PE-MD 40 και 18% στις συσκευασίες PE-MD 60.

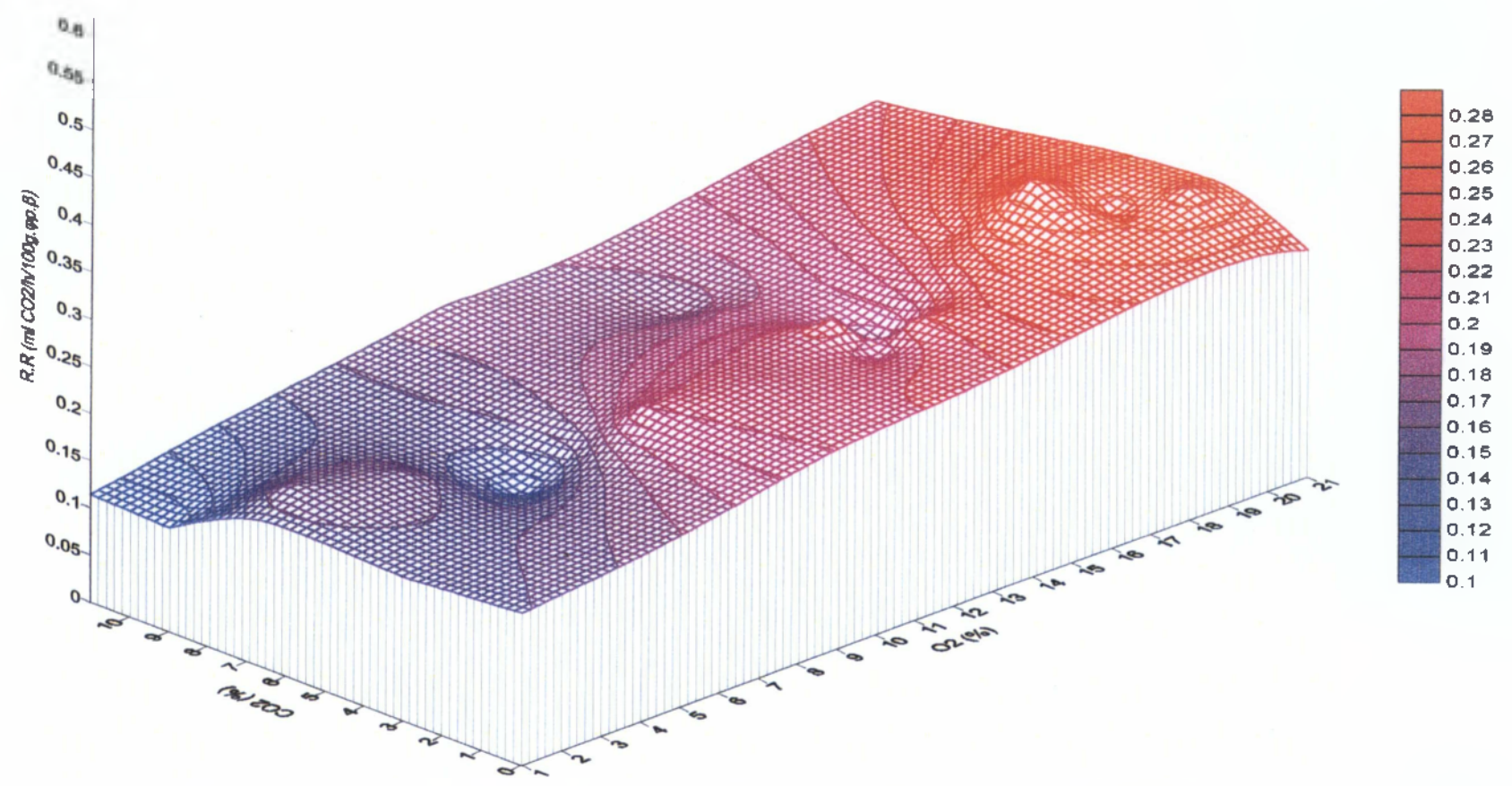
Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι τα αέρια μίγματα που δημιουργήθηκαν και από τα δύο films, ήταν πλούσια σε O₂ και μετρίως πλούσια σε CO₂.

- Στην περίπτωση των συσκευασμένων μήλων που συντηρήθηκαν στους 10°C (σχήμα 11β) παρατηρούμε δύο φάσεις: Μια πρώτη φάση που χαρακτηρίζεται από έντονη πτώση του O₂ και αύξηση του CO₂ και μια δεύτερη φάση σταθεροποίησης. Στην περίπτωση των συσκευασιών με το film PE-MD 40 η ατμόσφαιρα που διαμορφώθηκε, περιείχε 9,5% O₂ και 5% CO₂, στην περίπτωση δε των συσκευασιών με το film PE-MD 60 η ατμόσφαιρα περιείχε 3,5% O₂ και 8,5% CO₂.

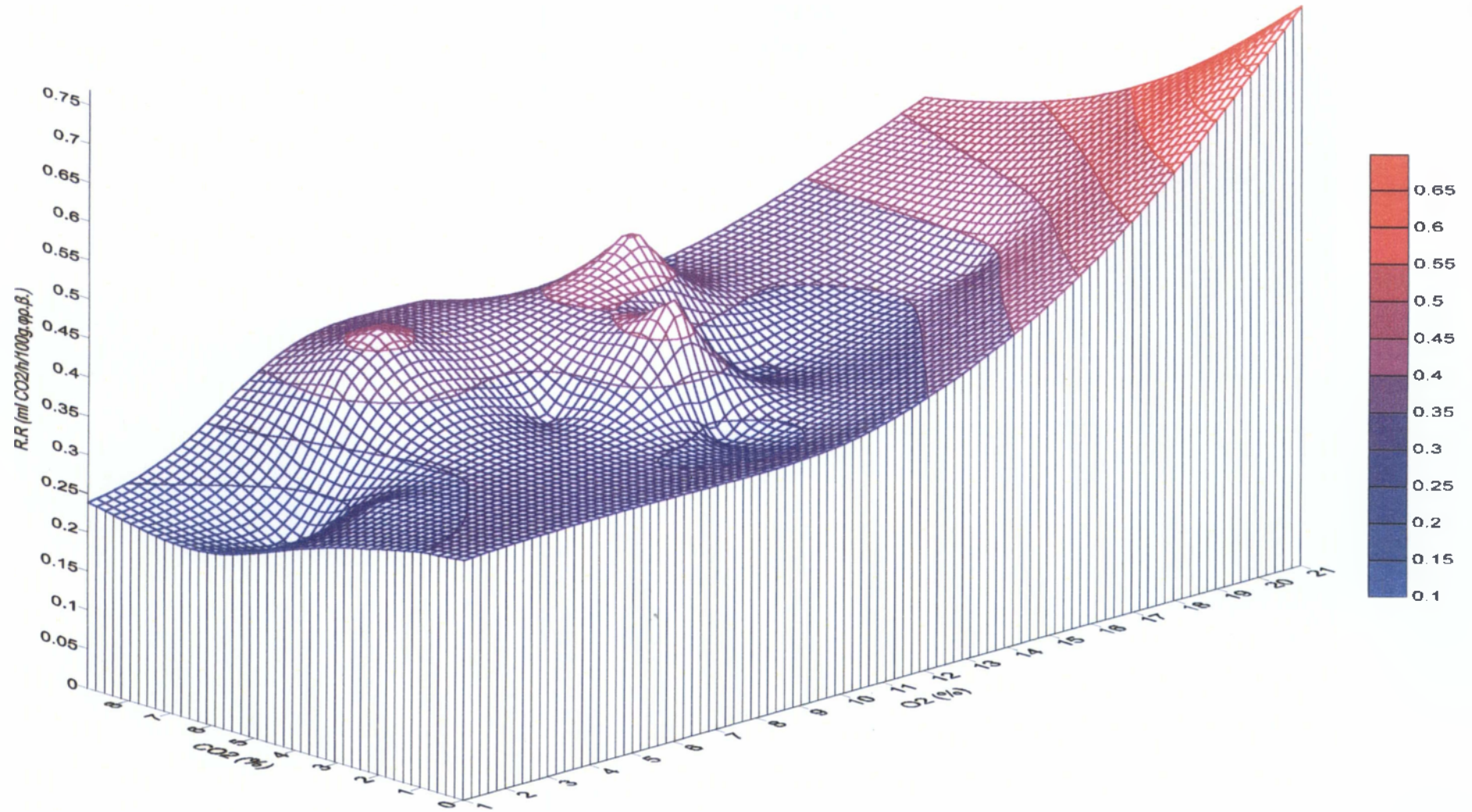
β) Στα σχήματα 12 και 13, παρουσιάζεται σε ένα τριαξονικό διάγραμμα η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των μήλων συναρτήσει της % περιεκτικότητας της ατμόσφαιρας σε O₂ και CO₂. Στον άξονα των x παρουσιάζεται η % περιεκτικότητα σε O₂, στον άξονα των y παρουσιάζεται η % περιεκτικότητα σε CO₂, στον δε άξονα των z παρουσιάζεται η αναπνευστική δραστηριότητα των μήλων, αποδιδόμενη σαν ml CO₂/h/100 g.φρ.β.



Σχ.11 Μεταβολή της σύνθεσης της ατμόσφαιρας (% O₂,%CO₂) των πλαστικών συσκευασιών στους 0°C (α) και 10°C (β).



Σχ.12 Μεταβολη του ρυθμού αναπνοής, συναρτήσσει της σύνθεσης της ατμοσφαιρας στους 0οC.



Σχ. 13 Μεταβολη του ρυθμού αναπνοής, συναρτησει της σύνθεσης της ατμόσφαιρας στους 10°C.

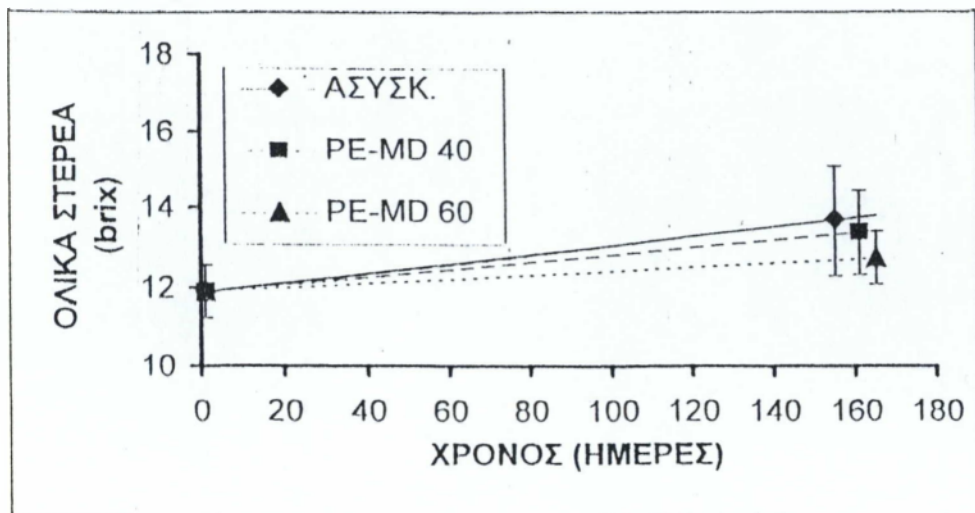
Μπορούμε να παρατηρήσουμε ότι και στις δύο θερμοκρασίες (0°C, 10°C), η αναπνοή αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του O₂ και μειώνεται με την αύξηση του ποσοστού του CO₂. Το φαινόμενο είναι εντονότερο στους 10°C, πράγμα που δείχνει την επίδραση της θερμοκρασίας στην ένταση της αναπνοής.

2.4.4 Φυσικοχημικά χαρακτηριστικά συσκευασμένων και ασυσκευαστων μήλων

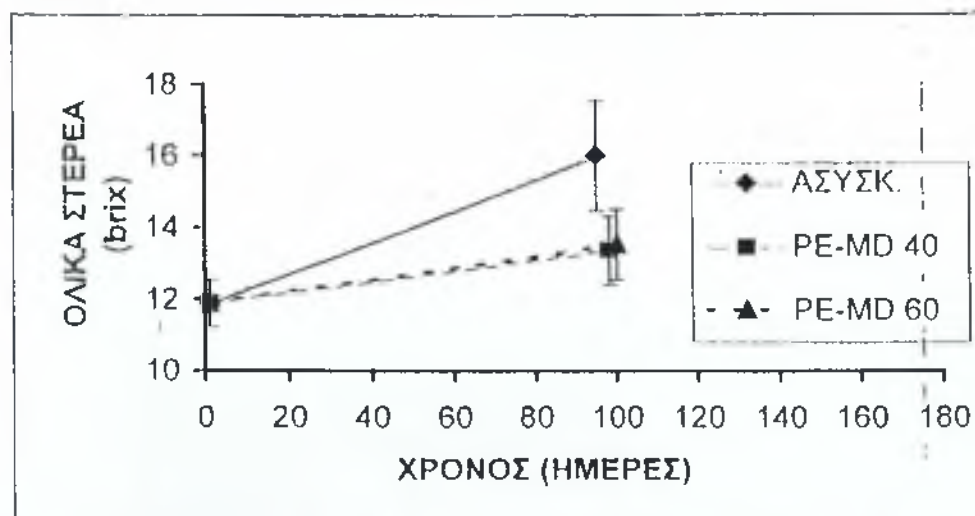
Η μεταβολή της περιεκτικότητας σε σάκχαρα, η μεταβολή της σκληρότητας του καρπού (με φλοιό – χωρίς φλοιό) και οι απώλειες βάρους των ασυσκευαστων και συσκευασμένων μήλων Pilafa Delicious, παρουσιάζονται στα σχήματα 14, 15, 16 και 17.

Παρατηρούμε τα εξής:

- Στους 0°C (σχήμα 14α) τα ολικά διαλυτά στερεά συστατικά, δεν διέφεραν στατιστικά μεταξύ των συσκευασμένων και ασυσκευαστων μήλων στο τέλος της συντήρησης καθώς και μεταξύ των μήλων που συσκευάστηκαν στα δύο διαφορετικά films.
- Στους 10°C (σχήμα 14β) τα ασυσκευάστα μήλα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές με τα συσκευασμένα ως προς την περιεκτικότητα σε brix, στο τέλος της συντήρησης. Μεταξύ των συσκευασμένων δεν υπήρξαν διαφορές.
- Η σκληρότητα του καρπού με ή χωρίς επιδερμίδα τόσο στους 0°C όσο και στους 10°C, δεν παρουσιάζει διαφορές μεταξύ των ασυσκευαστων και συσκευασμένων μήλων (σχήματα 15α,β, 16α,β).
- Η απώλεια βάρους για μεν τα ασυσκευάστα μήλα ήταν της τάξης του 11% στους 0°C και του 16% στους 10°C ενώ για τα συσκευασμένα, της τάξης του 1% στους 0°C και του 2-4% στους 10°C. Τα ασυσκευάστα παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές ως προς τα συσκευασμένα (σχήμα 17α,β) ενώ τα συσκευασμένα δεν παρουσίασαν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ τους.



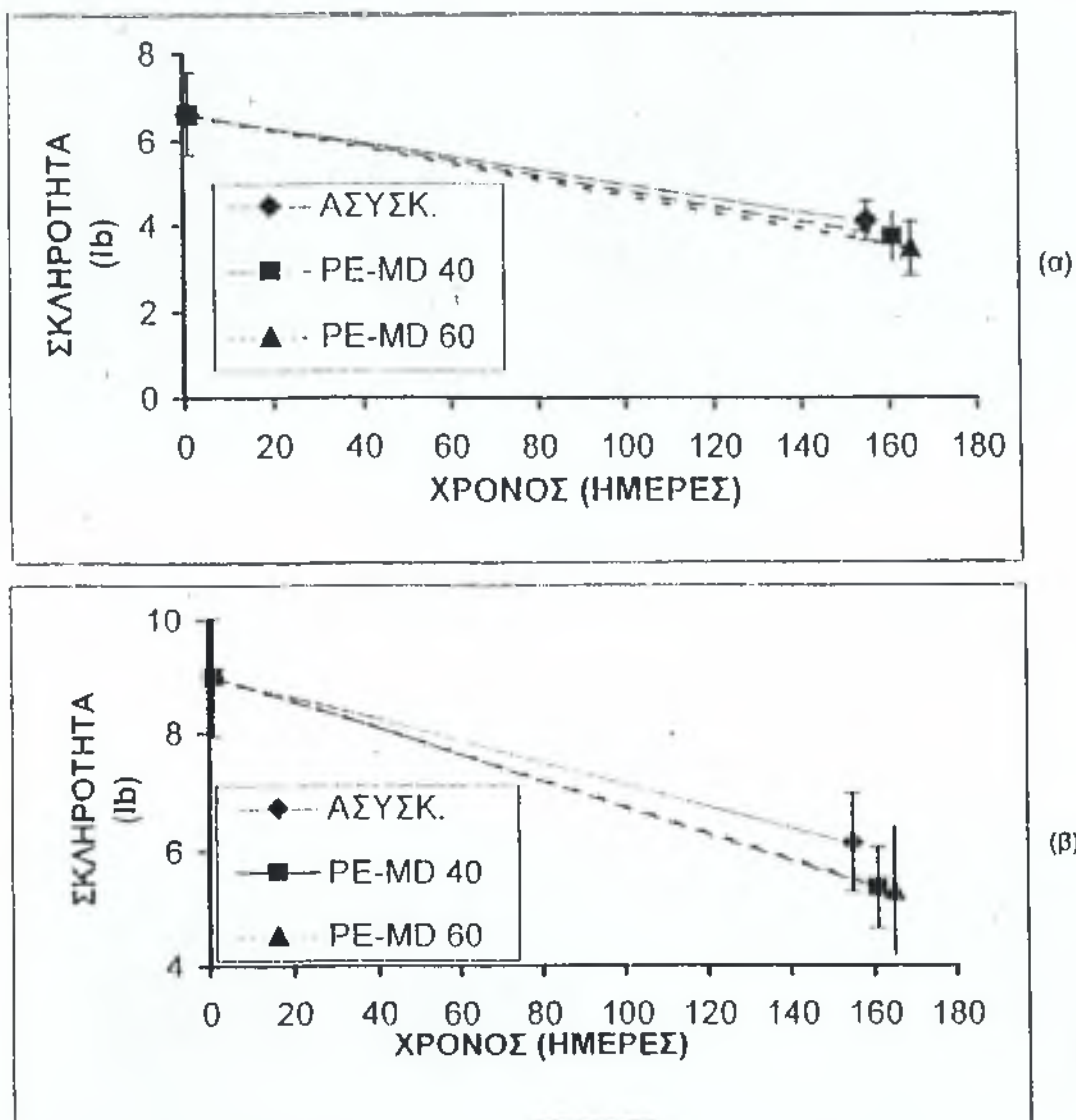
(α)



(β)

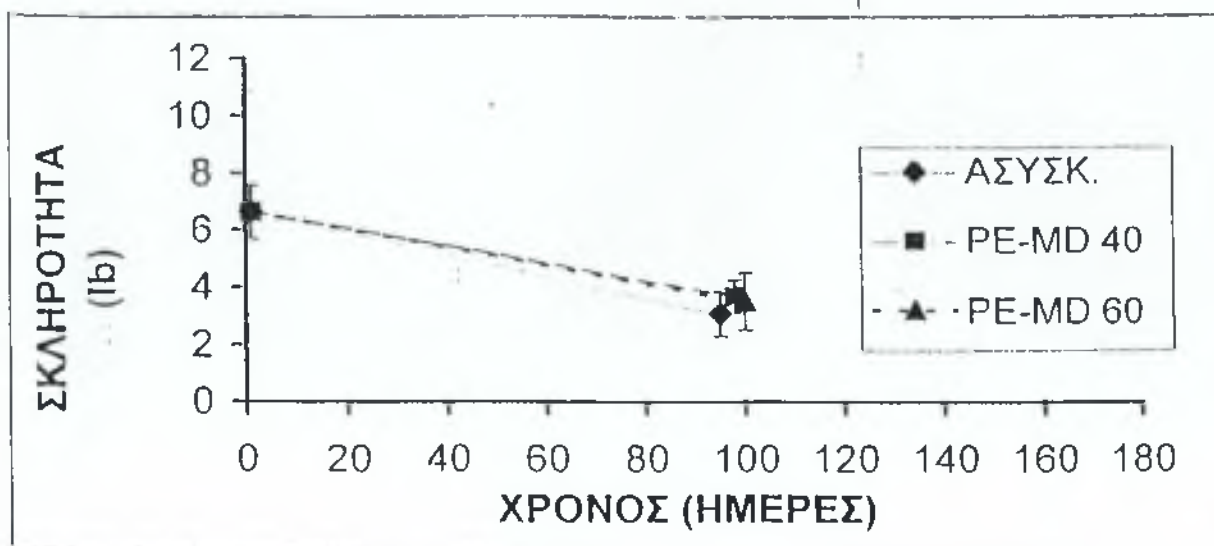
Σχ.14 Μεταβολή των ολικών στερεών συστατικών, μήλων Pifafa Delicious, συσκευασμένων και μη, στους 0°C(α) και 10°C(β), συναρτήσεσι του χρόνου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ-ΟΛΙΚΩΝ ΣΤΕΡΕΩΝ ΣΥΣΤ.		
είδος συσκευασίας	θερμοκρασία	
	0°C	10°C
ΑΣΥΣΚ.(μαρτυρας)	$y=0,0112x+11,909$	$y=0,0437x+11,876$
PE-MD 40	$y=0,0093x+11,911$	$y=0,0152x+11,905$
PE-MD 60	$y=0,0051x+11,915$	$y=0,0167x+11,903$

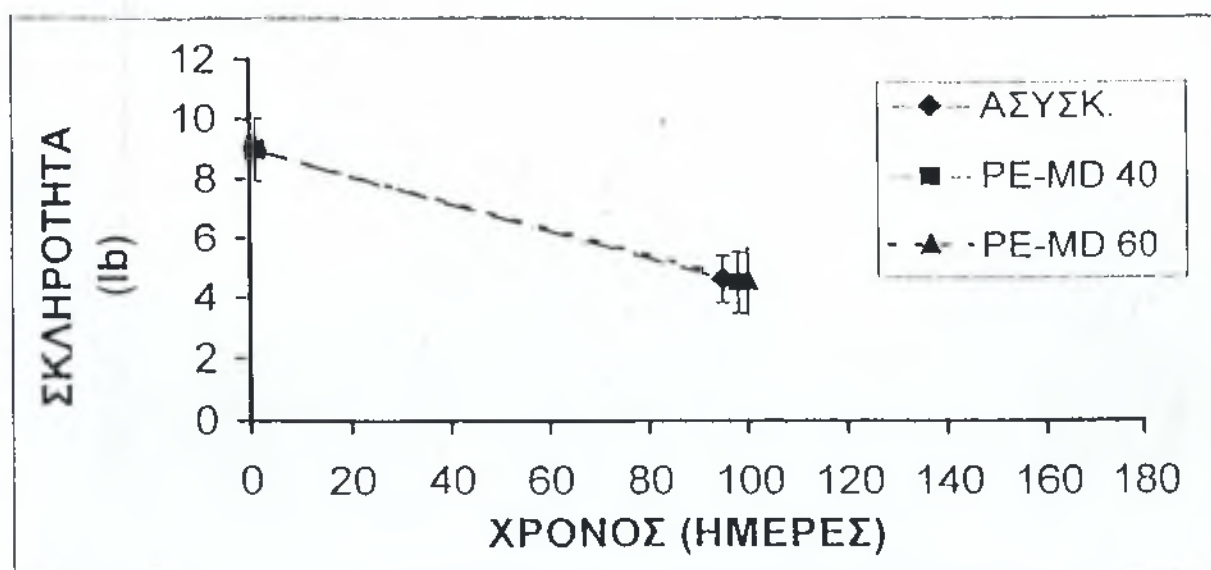


Σχ.15 Μεταβολή της σκληρότητας του καρπού,μήλων Pifala Delicious , με επιδερμίδα (α) και χωρίς επιδερμίδα (β),συσκευασμένων και μή, στους 0°C, συναρτήσεσι του χρόνου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ-ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ 0°C		
Θερμοκρασία	ΜΕ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ	ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ
είδος συσκευασίας		
ΑΣΥΣΚΕΥΑΣΤΑ	$y = -0,0163x + 6,6463$	$y = -0,0185x + 9,0085$
PE-MD 40	$y = -0,0181x + 6,6481$	$y = -0,0227x + 9,0127$
PE-MD 60	$y = -0,0193x + 6,6493$	$y = -0,0225x + 9,0125$



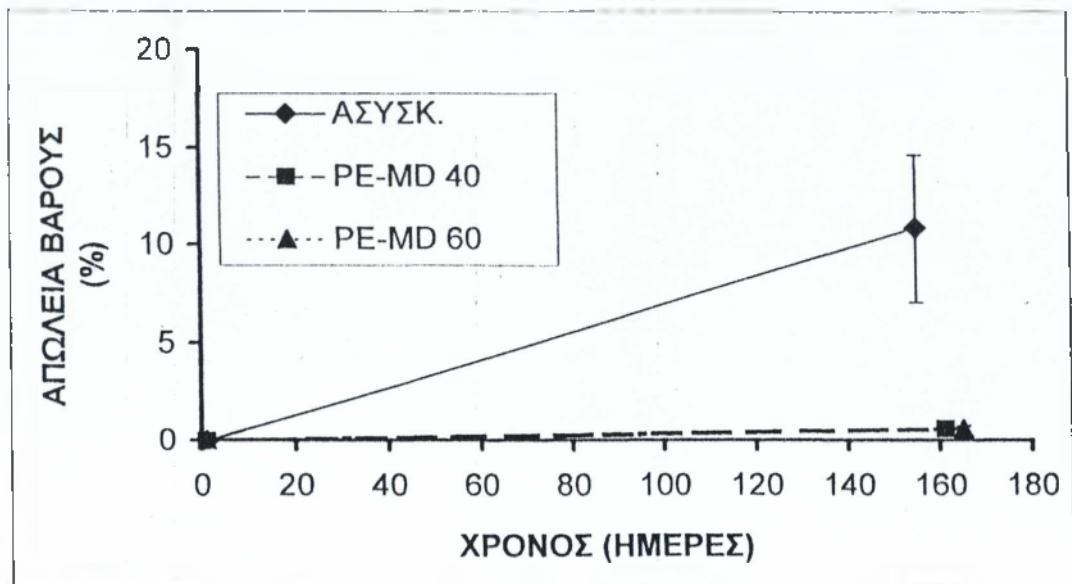
(α)



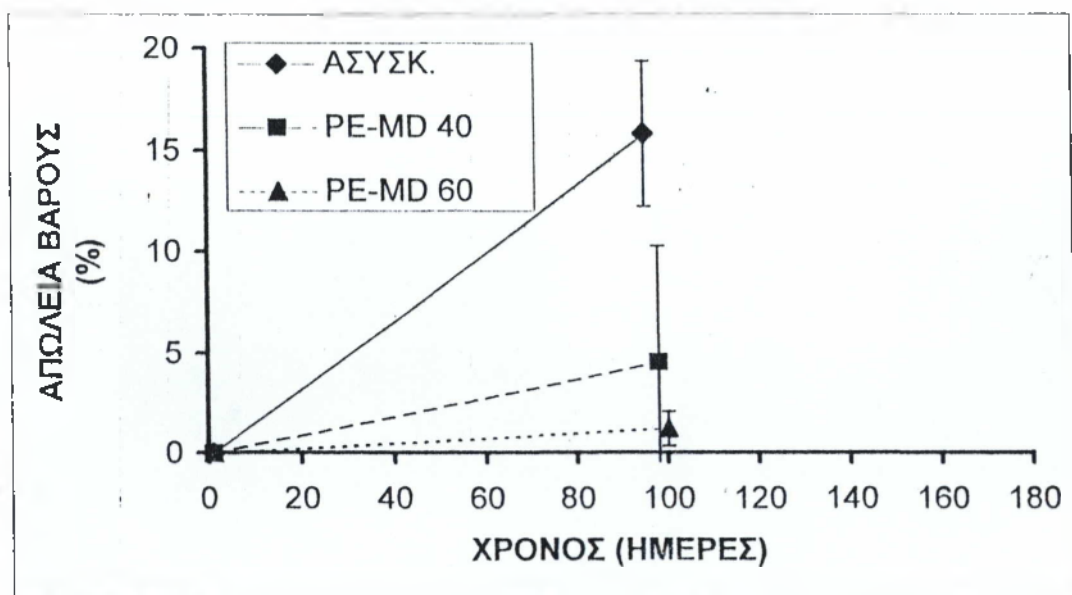
(β)

Σχ.16 Μεταβολή της σκληρότητας του καρπού, μήλων Pilafa Delicious , με επιδερμίδα (α) και χωρίς επιδερμίδα (β), συσκευασμένων και μή, στους 10°C, συναρτήσει του χρόνου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ-ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑΣ 10°C		
Θερμοκρασία είδος συσκευασίας	ΜΕ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ	ΧΩΡΙΣ ΕΠΙΔΕΡΜΙΔΑ
ΑΣΥΣΚ.(μάρτυρας)	$y = -0,077x + 6,667$	$y = -0,0463x + 9,0363$
PEMD40	$y = -0,0303x + 6,6603$	$y = -0,0461x + 9,0361$
PEMD60	$y = -0,0314x + 6,614$	$y = -0,0446x + 9,034$



(α)



(β)

Σχ. 17 Απώλεια βάρους, μήλων Ριφαφα Delicious συσκευασμένων και μη, στους 0°C (α) και 10°C(β), συναρτήσεσι του χρόνου.

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΣΧΕΤΙΣΗΣ ΧΡΟΝΟΥ-ΑΠΩΛΕΙΩΝ ΒΑΡΟΥΣ		
θερμοκρασία	0°C	10°C
ειδος συσκευασίας		
ΑΣΥΣΚ. (μάρτυρας)	$y = -0,0675x + 0,0675$	$y = -0,1614x + 0,1614$
PE-MD 40	$y = -0,0040x + 0,0040$	$y = -0,0463x + 0,0463$
PE-MD 60	$y = -0,0040x + 0,0040$	$y = -0,0126x + 0,0126$

2.5 Συμπεράσματα

- Τα μη συσκευασμένα μήλα συντηρήθηκαν μικρότερο χρονικό διάστημα λόγω της έντονης αναπνευστικής δραστηριότητας. Ο χρόνος συντήρησης ήταν συνάρτηση της θερμοκρασίας συντήρησης.
- Τα συσκευασμένα μήλα παρουσίασαν χαμηλή αναπνευστική δραστηριότητα, αποτέλεσμα της τροποποιημένης ατμόσφαιρας που δημιουργήθηκε μέσα στις συσκευασίες.
- Η τροποποιημένη ατμόσφαιρα δεν επηρέασε το μαλάκωμα των καρπών (με φλοιό – χωρίς φλοιό) και στις δύο θερμοκρασίες αλλά ούτε και την περιεκτικότητα των ολικών διαλυτών στερεών συστατικών (brix) στους 0°C. Στους 10°C, τα συσκευασμένα μήλα παρουσίασαν μικρότερη περιεκτικότητα ολικών διαλυτών στερεών συστατικών. Οι πλαστικές συσκευασίες μείωσαν, σε μεγάλο βαθμό, την απώλεια βάρους των μήλων.

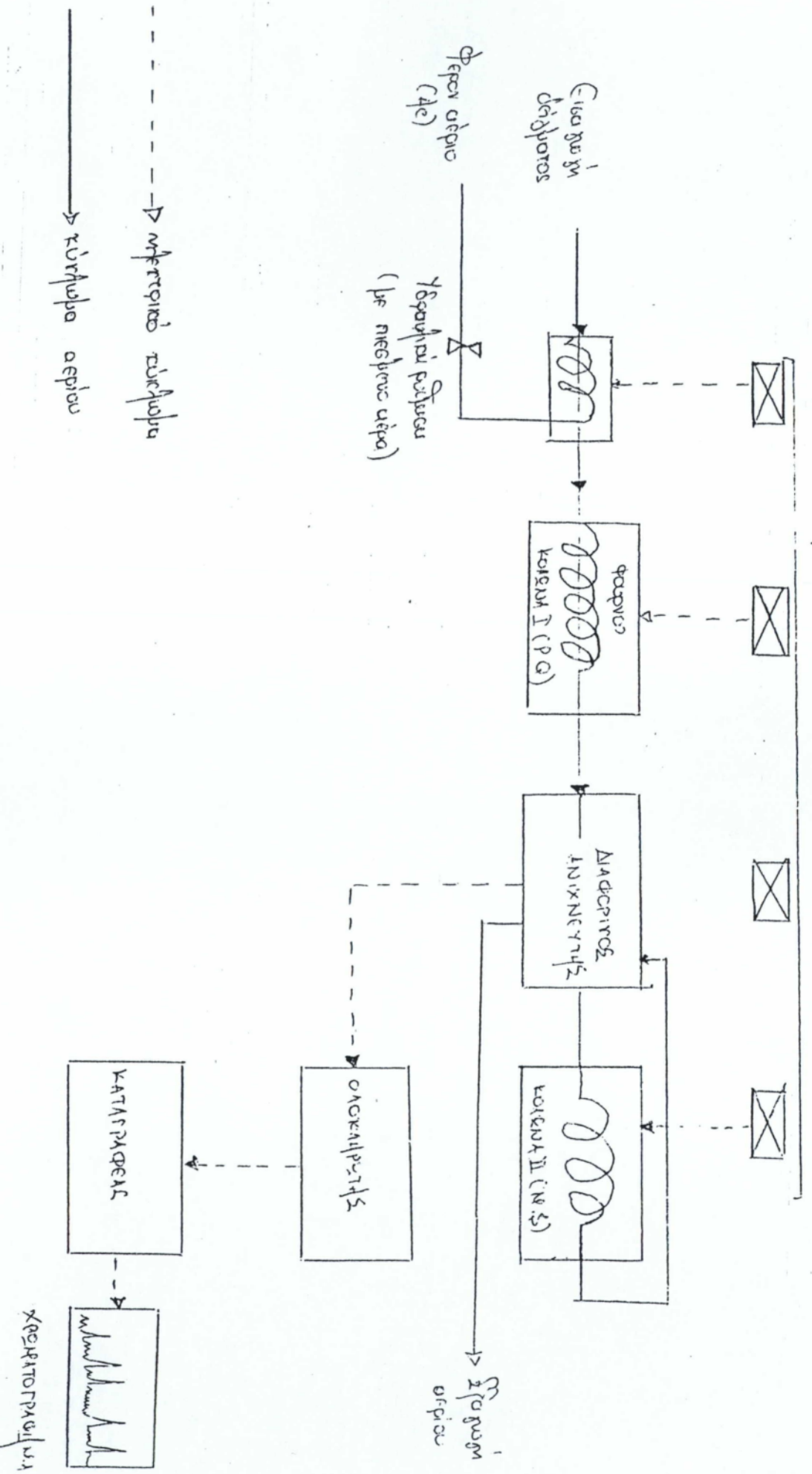
Βιβλιογραφία

1. GORINI FAUSTO (1990). Η ανάπτυξη της αποθήκευσης φρούτων και λαχανικών σε ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στο: «Τεχνολογία ψύξης στη συντήρηση και μεταφορά φρούτων και λαχανικών. Εκδ. ΑΠΡΟΣΠΕΚ, ΑΤΕ, Αθήνα, σ.σ. 64-104.
2. G. LAMBRINOS, H. MANOLOPOULOU, H. ASSIMAKI, A.M. VLACHOU (1995). Response of Pilafa Delicious apples to modified atmosphere. Acta Horticulture, No 379 p.p. 375-382.
3. ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ – ΛΑΜΠΡΙΝΟΥ Ε. (1985). Συντήρηση φυτικών προϊόντων με ελεγχόμενες ατμόσφαιρες. Δυνατότητες και προοπτικές στο «Η τεχνητή ψύξη στην υπηρεσία του ανθρώπου». Εκδ. Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, σσ 157-174.
4. ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ – ΛΑΜΠΡΙΝΟΥ Ε., ΛΑΜΠΡΙΝΟΣ Γ. (1989). Συντήρηση με ψύξη φρούτων και λαχανικών. Εκδ. Ινστιτούτου εξαγωγικών σπουδών (ΟΠΕ), Αθήνα.
5. ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ – ΛΑΜΠΡΙΝΟΥ Ε., ΛΑΜΠΡΙΝΟΣ Γ., ΠΑΝΑΓΟΥ Ε. (1990). Συσκευασία μήλων με εύκαμπτο πολυαιθυλένιο. Ο ρόλος της θερμοκρασίας στη σύνθεση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας και την ποιότητα των φρούτων. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Τροφίμων, Αθήνα, σσ 207-226.
6. ΜΑΝΟΛΟΠΟΥΛΟΥ Η., ΛΑΜΒΡΙΝΟΣ Γ., ASSIMAKI Η., VLACHOU Α.Μ. (1995). Amelioration de la conservation de la poire Kontoula à l' aide d' atmosphères modifiées. Proceedings of 19th International Congress of Refrigeration – the Hague August Volume II p.p. 281-286.

7. ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ – ΛΑΜΠΡΙΝΟΥ Ε. (2000). Συντήρηση με ψύξη φρούτων και λαχανικών. Εκδ. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής σσ 13-142.
8. ΜΑΡΚΑΚΗΣ ΠΕΡ. (1996). Στοιχεία τεχνολογίας τροφίμων. Εκδ. Γεωπονικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, σσ 10-11.
9. ΜΗΤΡΟΠΟΥΛΟΣ Δ., ΚΟΖΗΣ Γ., ΜΑΝΩΛΟΠΟΥΛΟΥ Ε., ΛΑΜΠΡΙΝΟΣ Γ. (2000). Εκτίμηση του χρόνου συλλογής με μέτρηση αναπνοής στον αγρό. Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Βόλος σσ 425-432.
10. ΠΙΕΤΡΟΠΟΥΛΟΥ Σ. (1999), Γενική δένδροκομία. Εκδ. Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας. Τμήμα Φυτικής Παραγωγής, σσ 31.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΕΣ ΘΕΡΜΙΚΕΣ ΠΡΑΓΜΑΤΕΣ



→ ανεξάρτητο θερμάωμα

→ κεντρικό αέρα

ΣΥΝΕΚΤΑΤΤΑΜΕΝΑ ΚΕΝΤΡΑ ΧΡΕΙΑΤΟΡΑΥΤΗΣ

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΝΟΗΣ ΑΣΥΣΚΕΥΑΣΤΩΝ ΜΗΛΩΝ (ΟΧΙ ΜΑΡ).

5οC											
ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	Μ.Ο.	Τ.Α.	Τ.Α.%
4	0,2415	0,1450	0,1556	0,1988	0,1930	0,1753	0,2167	0,2050	0,19	0,03	16,63
19	0,2457	0,2339	0,2199	0,2248	0,1759	0,1674	0,2674	0,3047	0,23	0,05	19,60
31	0,2360	0,2051	0,2179	0,2099	0,1727	0,1498	0,1928	0,1957	0,20	0,03	13,57
47	0,2516	0,1832	0,1985	0,2266	0,1693	0,1633	0,2473	0,2057	0,21	0,03	16,39
75	0,4946	0,7468	0,4710	0,4837	0,4925	0,5892	0,6179	0,5570	0,56	0,09	16,86
88	0,4647	0,5426	0,4889	0,6142	0,3601	0,6935	0,5098	0,5250	0,52	0,10	18,92
100	0,8750	0,5905	1,7644	0,5576	0,6159	0,6338	0,5681	0,8010	0,80	0,41	50,70
117	0,3047	0,3119	0,2563	0,2619	0,2192	0,0744	0,2033	0,2330	0,23	0,07	32,01
128	0,3431	0,2259	0,2970	0,2448	0,2223	0,1839	0,1830	0,2430	0,24	0,05	22,42
142	0,3381	0,2542	0,2244	0,2696	0,2198	0,1969	0,3840	0,2696	0,27	0,06	23,38
149	0,2588	0,2709	0,2148	0,2120	0,1682	0,1441	0,2171	0,2120	0,21	0,04	19,69

ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8
4	0,2415	0,1450	0,1556	0,1988	0,1930	0,1753	0,2167	0,2050
19	0,2457	0,2339	0,2199	0,2248	0,1759	0,1674	0,2674	0,3047
31	0,2360	0,2051	0,2179	0,2099	0,1727	0,1498	0,1928	0,1957
47	0,2516	0,1832	0,1985	0,2266	0,1693	0,1633	0,2473	
75	0,4946	0,7468	0,4710	0,4837	0,4925	0,5892	0,6179	
88	0,4647	0,5426	0,4889	0,6142	0,3601	0,6935	0,5098	
100	0,8750	0,5905	1,7644	0,5576	0,6159	0,6338	0,5681	
117	0,3047	0,3119	0,2563	0,2619	0,2192	0,0744	0,2033	
128	0,3431	0,2259	0,2970	0,2448	0,2223	0,1839	0,1830	
142	0,3381	0,2542	0,2244	0,2696	0,2198	0,1969	0,3840	
149	0,2588	0,2709	0,2148		0,1682	0,1441	0,2171	

5οC											
ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	Μ.Ο.	Τ.Α.	Τ.Α.%
4	0,3904	0,4564	0,4375	0,4074	0,6421	0,4236	0,5060	0,3610	0,45	0,09	19,41
19	0,3265	0,2939	0,3482	0,3032	0,4313	0,3430	0,4201	0,3195	0,35	0,05	14,71
33	0,3619	0,3219	0,3292	0,3736	0,2669	0,3109	0,4159	0,3315	0,34	0,04	13,23
45	0,3943	0,4121	0,3402	0,4025	0,4508	0,3384	0,3853	0,3891	0,39	0,04	9,45
67	0,3556	0,8009	0,3149	0,3347	0,3973	0,3081	0,3390	0,4072	0,41	0,16	40,03
79	0,3356	0,3790	0,3510	0,2836	0,5528	0,3661	0,4817	0,3929	0,39	0,09	21,8
102	0,3027	0,2441	0,3039	0,3752	0,4121	0,3211	0,4563	0,3451	0,35	0,07	19,6
114	0,5165	0,8943	0,3417	0,4387	0,5020	0,3277	0,6647	0,5265	0,53	0,18	34,91
122	0,7557	0,7767	0,3991	0,4286	0,5412	0,3424	0,5516	0,6889	0,54	0,17	30,61
128	0,6623	0,9808	1,4710	0,3100	0,5400	0,2666	0,5917	0,6619	0,69	0,39	56,27
135	0,3402	1,0067	0,6157	0,5074	0,4939	0,6157	0,7302	0,6157	0,62	0,20	31,81
149	0,7025	1,0725	0,6157	0,4754	0,6018	0,5737	0,7080	0,5797	0,68	0,18	26,56

ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8
4	0,3904	0,4564	0,4375	0,4074	0,6421	0,4236	0,5060	0,3610
19	0,3265	0,2939	0,3482	0,3032	0,4313	0,3430	0,4201	0,3195
33	0,3619	0,3219	0,3292	0,3736	0,2669	0,3109	0,4159	0,3315
45	0,3943	0,4121	0,3402	0,4025	0,4508	0,3384	0,3853	0,3891
67	0,3556	0,8009	0,3149	0,3347	0,3973	0,3081	0,3390	
79	0,3356	0,3790	0,3510	0,2836	0,5528	0,3661	0,4817	
102	0,3027	0,2441	0,3039	0,3752	0,4121	0,3211	0,4563	
114	0,5165	0,8943	0,3417	0,4387	0,5020	0,3277	0,6647	
122	0,7557	0,7767	0,3991	0,4286	0,5412	0,3424	0,5516	
128	0,6623	0,9808	1,4710	0,3100	0,5400	0,2666	0,5917	
135	0,3402	1,0067	0,6157	0,5074	0,4939	0,6157	0,7302	
149	0,7025	1,0725	0,6157	0,4754	0,6018	0,5737	0,7080	

10οC

ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	ΜΗΛΟ 9	M.O.	T.A.
3	0,8959	0,7955	0,9411	0,7566	0,4249	0,7828	0,7861	1,1036	0,85967	0,81	0,19
9	0,7523	0,3192	0,7158	1,9108	0,4955	0,3054	0,7298	1,0021	0,98884	0,78	0,51
17	0,8093	0,4597	0,9648	0,9889	1,0406	0,5987	0,9125	0,6630	1,17475	0,80	0,21
26	0,7718	0,5728	1,0340	0,5898	0,8200	0,5187	0,6369	0,8362	1,15908	0,72	0,17
31	0,8418	0,6002	0,8403	1,1073	0,8570	0,5693	0,9265	0,7699	1,05413	0,81	0,17
38	0,7269	1,9431	0,9022	0,7848	1,3667	0,4535	0,7336	0,7479	0,88942	0,96	0,47
43	0,8852	0,5678	0,9967	0,7063	0,7638	0,6115	0,8820	0,7733	0,77333	0,77	0,15
50	0,7543	0,8807	0,9506	0,9463	0,7249	0,4584	0,8186	0,7905	0,79054	0,79	0,16
66	0,7594	1,1176	1,5410	0,4696	0,7091	0,4634	0,9724	0,8618	0,8618	0,86	0,36
73	0,8868	0,8335	0,8511	0,8582	0,7547	0,3743	0,8045	0,7662	0,76616	0,77	0,16
78	0,8657	0,9010	0,9188	0,6695	1,0587	0,4958	0,8078	0,8168	0,81676	0,82	0,17
86	0,7992	0,8299	0,8513	0,7432	1,0674	0,4948	1,0238	0,8299	0,82995	0,83	0,18
101	0,8796	0,7660	0,8070	0,7331	0,9818	0,4779	0,7168	0,7660	0,76604	0,77	0,15
110	0,7366	0,7995	1,0002	0,9243	0,7650	0,4947	0,8758	0,7995	0,79946	0,80	0,15
115	1,0855	1,0295	1,1716	1,0006	1,0752	0,7435	1,1007	1,0295	1,02953	1,03	0,13
117	0,1462	1,2058	1,3579	1,0265	0,7500	1,0896	0,9293	0,9293	0,92935	0,93	0,37
121	1,4426	1,2136	1,0419	1,2323	0,8320	1,5190	1,2136	1,2136	1,21355	1,21	0,21
123	1,1008	1,4869	1,4869	1,3213	1,5475	1,9779	1,4869	1,4869	1,48689	1,49	0,25
127	1,1569	1,6275	1,6275	1,0345	0,9944	0,5213	1,6275	1,6275	1,6275	1,28	0,42
129	1,3100	1,6275	1,6275	1,4100	1,6500	2,1400	1,6275	1,6275	1,6275	1,63	0,24

ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	ΜΗΛΟ 9
3	0,8959	0,7955	0,9411	0,7566	0,4249	0,7828	0,7861	1,1036	0,85967
9	0,7523	0,3192	0,7158	1,9108	0,4955	0,3054	0,7298	1,0021	0,98884
17	0,8093	0,4597	0,9648	0,9889	1,0406	0,5987	0,9125	0,6630	1,17475
26	0,7718	0,5728	1,0340	0,5898	0,8200	0,5187	0,6369	0,8362	1,15908
31	0,8418	0,6002	0,8403	1,1073	0,8570	0,5693	0,9265	0,7699	1,05413
38	0,7269	1,9431	0,9022	0,7848	1,3667	0,4535	0,7336	0,7479	0,88942
43	0,8852	0,5678	0,9967	0,7063	0,7638	0,6115	0,8820	0,7733	
50	0,7543	0,8807	0,9506	0,9463	0,7249	0,4584	0,8186	0,7905	
66	0,7594	1,1176	1,5410	0,4696	0,7091	0,4634	0,9724		
73	0,8868	0,8335	0,8511	0,8582	0,7547	0,3743	0,8045		
78	0,8657	0,9010	0,9188	0,6695	1,0587	0,4958	0,8078		
86	0,7992	0,8299	0,8513	0,7432	1,0674	0,4948	1,0238		
101	0,8796		0,8070	0,7331	0,9818	0,4779	0,7168		
110	0,7366		1,0002	0,9243	0,7650	0,4947	0,8758		
115	1,0855		1,1716	1,0006	1,0752	0,7435	1,1007		
117	1,2058		1,3579	1,0265	0,7500	1,0896	0,9293		
121	1,4426		1,0419	1,2323	0,8320	1,5190	1,2136		
123	1,1008			1,3213	1,5475	1,9779	1,4869		
127	1,1569			1,0345	0,9944	0,5213			
129	1,3100			1,4100	1,6500	2,1400			

15οC											
ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	M.O.	T.A.	T.A.%
1	1,2999	1,2449	0,9661	1,0756	1,4287	0,9627	1,1467	1,4552	1,20	0,19	16,06
5	1,0082	2,6360	1,7709	1,8118	1,5136	1,5076	2,0122	1,8024	1,76	0,47	26,55
8	1,0894	2,6928	1,5020	1,6391	2,8570	1,1750	1,2242	1,3338	1,69	0,69	41,11
15	1,2448	1,0419	1,0585	3,1965	1,6088	0,8912	2,2724	1,1624	1,56	0,79	50,91
19	1,0404	1,1651	0,9848	1,6098	3,1634	1,0174	1,0918	1,3739	1,43	0,73	51,12
24	0,9542	0,8754	0,5237	1,6042	1,5955	1,0551	1,1098	1,5552	1,16	0,39	33,96
29	0,9471	1,0711	0,9515	1,3222	0,5982	0,8669	0,9071	1,0528	0,96	0,21	21,27
31	0,7589	1,4098	0,9466	1,4676	2,1782	0,8867	0,8600	1,0891	1,20	0,47	39,32
37	0,9722	1,3456	0,9642	1,5498	2,2052	0,9352	0,9354	1,1114	1,25	0,45	35,55
44	1,8235	1,7278	1,0380	1,8179	5,2033	1,0151	1,0759	1,7791	1,94	1,37	70,87
46	2,8526	1,7643	1,1376	1,8178	1,5552	1,0278	1,0807	1,3526	1,57	0,60	38,07
51	2,9974	1,5092	3,0122	1,9365	0,6546	2,2735	1,1723	1,9365	1,94	0,83	42,79
65	3,0180	1,7111	1,5933	1,9225	1,9225	1,9225	1,3033	1,9870	1,92	0,50	25,94
72	3,2103	1,8313	1,6494	1,8713	1,8713	1,3043	1,3589	2,1022	1,90	0,59	31,30
74	3,0133	1,8818	2,1353	2,0944	2,0944	1,3232	2,0944	2,1211	2,09	0,46	22,00
80	3,1441	2,0006	2,2927	2,2138	2,2138	1,3995	2,2138	2,2321	2,21	0,48	21,47
87	3,2818	2,1430	2,4237	2,3331	2,3331	1,4822	2,3331	2,3350	2,33	0,49	20,93
100	3,5881	2,4650	2,5949	2,5949	2,5949	1,6796	2,5949	2,6469	2,59	0,51	19,78

ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8
1	1,2999	1,2449	0,9661	1,0756	0,9627	1,1467	1,4552	1,0939
5	1,0082	2,6360	1,7709	1,8118	1,5076	2,0122	1,8024	1,0340
8	1,0894	2,6928	1,5020	1,6391	1,1750	1,2242	1,3338	0,8576
15	1,2448	1,0419	1,0585	3,1965	0,8912	2,2724	1,1624	0,7168
19	1,0404	1,1651	0,9848	1,6098	1,0174	1,0918	1,3739	1,2319
24	0,9542	0,8754	0,5237	1,6042	1,0551	1,1098	1,5552	1,3857
29	0,9471	1,0711	0,9515	1,3222	0,8669	0,9071	1,0528	0,6601
31	0,7589	1,4098	0,9466	1,4676	0,8867	0,8600	1,0891	1,3861
37	0,9722	1,3456	0,9642	1,5498	0,9352	0,9354	1,1114	1,3768
44	1,8235	1,7278	1,0380	1,8179	1,0151	1,0759	1,7791	1,3876
46	2,8526	1,7643	1,1376	1,8178	1,0278	1,0807	1,3526	1,4082
51	2,9974	1,5092	3,0122	1,9365	2,2735	1,1723	1,9365	1,9365
65	3,0180	1,7111	1,5933		1,9225	1,3033	1,9870	1,5684
72	3,2103	1,8313	1,6494		1,3043	1,3589	2,1022	1,6425
74	3,0133	1,8818	2,1353		1,3232	2,0944	2,1211	2,0944
80	3,1441	2,0006	2,2927		1,3995	2,2138	2,2321	2,2138
87	3,2818	2,1430	2,4237		1,4822	2,3331	2,3350	2,3331
100	3,5881	2,4650			1,6796		2,6469	

20οC											
ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	Μ.Ο.	Τ.Α.	Τ.Α.%
1	2,6161	1,8513	2,2852	2,9820	2,6847	2,3338	2,6662	2,0849	2,44	0,37	15
5	4,6340	2,4782	2,1256	2,0065	1,9454	1,6013	2,4923	2,4620	2,47	0,93	38
8	2,9180	1,2422	1,6311	2,9552	1,6525	1,5877	2,0857	1,7850	1,98	0,63	32
15	1,8186	1,1288	1,7684	2,0427	1,5729	1,5519	1,1908	1,5598	1,58	0,31	19
17	1,3404	1,1020	1,1875	1,6116	1,7223	1,2643	1,6466	1,3139	1,40	0,23	17
24	1,7035	1,1761	2,9944	1,5993	1,2975	1,1592	1,2451	1,1315	1,54	0,63	41
36	1,6118	1,2345	1,3746	1,1990	4,2406	1,1902	1,7769	1,1620	1,72	1,04	60
44	1,7984	1,3184	1,7382	1,9450	4,6519	1,3025	2,0442	1,4554	2,03	1,09	54
51	1,9806	1,7129	1,8604	2,1410	5,0804	1,5039	2,1410	1,5277	2,24	1,17	52
53	2,0418	1,7552	1,7893	2,1180	4,7970	1,5267	2,1180	1,5303	2,21	1,07	49
65	2,3890	1,9911	2,0732	2,3890	5,3216	1,7285	2,3890	1,6436	2,49	1,18	47

ΧΡΟΝΟΣ	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8
1	2,6161	1,8513	2,2852	2,9820	2,3338	2,6662	2,0849	1,6570
5	4,6340	2,4782	2,1256	2,0065	1,6013	2,4923	2,4620	2,0118
8	2,9180	1,2422	1,6311	2,9552	1,5877	2,0857	1,7850	2,5412
15	1,8186	1,1288	1,7684	2,0427	1,5519	1,1908	1,5598	0,7963
17	1,3404	1,1020	1,1875	1,6116	1,2643	1,6466	1,3139	1,0154
24	1,7035	1,1761	2,9944	1,5993	1,1592	1,2451	1,1315	0,6862
36	1,6118	1,2345	1,3746	1,1990	1,1902	1,7769	1,1620	1,0107
44	1,7984	1,3184	1,7382	1,9450	1,3025	2,0442	1,4554	1,2471
51	1,9806	1,7129	1,8604	2,1410	1,5039	2,1410	1,5277	1,3192
53	2,0418	1,7552	1,7893		1,5267		1,5303	1,3825
65	2,3890	1,9911	2,0732		1,7285		1,6436	1,5732

ΑΥΞΑΝΟΜΕΝΑ

ΘΕΡΜ.	ΜΗΛΟ 1	ΜΗΛΟ 2	ΜΗΛΟ 3	ΜΗΛΟ 4	ΜΗΛΟ 5	ΜΗΛΟ 6	ΜΗΛΟ 7	ΜΗΛΟ 8	ΜΗΛΟ 9	Μ.Ο.	Τ.Α.
1	0,245201	0,24	0,22886	0,24	0,25208	0,18959	0,26136	0,29484	0,22587	0,24	0,03
4,4	0,421574	0,29535	0,33294	0,3583	0,38754	0,31969	0,62761	0,29722	0,37719	0,38	0,10
9	0,858204	0,68563	0,6209	0,67028	0,90749	0,87412	0,75181	0,92095	0,85452	0,79	0,11
14	1,287306	1,62204	1,75	1,81196	1,79109	1,75	0,67031	1,13306	3,93383	1,75	0,90
23,5	4,937614	3,07878	2,92865	4,16	6,40579	4,16	2,71563	4,22855	4,81694	4,16	1,16

ΜΕΣΗ ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΤΡΙΩΝ ΧΕΙΡΙΣΜΩΝ (ml CO₂/h/100g φρ.β.)

0οC						
ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο.ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο.ΡΕΜD40	Μ.Ο.ΡΕΜD60	Τ.Α.ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α.ΡΕΜD40	Τ.Α.ΡΕΜD60
4	0,19			0,03		
19	0,22			0,05		
31	0,20			0,03		
47	0,21			0,04		
75	0,56			0,09		
88	0,52	0,22	0,20	0,1	0,05	0,08
100	0,80	0,27	0,24	0,41	0,14	0,08
142	0,27	0,20	0,32	0,06	0,06	0,32
149	0,21	0,28	0,24	0,04	0,13	0,11
10οC						
ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο.ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο.ΡΕΜD40	Μ.Ο.ΡΕΜD60	Τ.Α.ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α.ΡΕΜD40	Τ.Α.ΡΕΜD60
3	0,81			0,19		
9	0,78			0,51		
17	0,8			0,21		
26	0,72			0,17		
31	0,81			0,17		
38	0,96			0,47		
43	0,77	0,40	0,44	0,15	0,29	0,13
66	0,86	0,40	0,66	0,36	0,24	0,58
86	0,77	0,73	0,44	0,18	0,63	0,36
101	0,83	0,76	0,56	0,15	1,00	0,39

ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ % O₂, CO₂, ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ ΣΤΟΥΣ 0-10°C

ΧΡΟΝΟΣ	ΠΛΑΣΤ.	ΘΕΡΜ.(οC)	α/α ΣΑΚ.	CO ₂	O ₂	α=MI140 β=MD60
4	α	0	1	5,865	4,448	
6	α	0	1	4,949	6,167	
11	α	0	1	3,648	10,779	
17	α	0	1	3,494	12,100	
4	α	0	2	6,322	1,852	
6	α	0	2	5,171	4,194	
11	α	0	2	3,300	9,261	
23	α	0	1	2,498	13,103	
23	α	0	2	2,537	11,575	
27	α	0	1	2,510	14,868	
27	α	0	2	2,923	11,753	
31	α	0	1	1,627	15,291	
31	α	0	2	2,658	10,219	
46	α	0	1	1,259	14,879	
46	α	0	2	1,969	12,589	
46	α	0	3	3,417	9,830	
46	α	0	4	2,044	18,010	
46	α	0	5	3,195	13,155	
46	α	0	6	3,178	11,173	
46	α	0	7	3,042	12,070	
46	α	0	8	3,022	12,123	
46	α	0	9	3,207	9,635	
46	α	0	10	1,952	17,296	
82	α	0	1	3,183	10,699	
82	α	0	2	3,375	10,945	
82	α	0	3	4,404	5,435	
82	α	0	4	2,488	13,391	
82	α	0	5	3,144	10,406	
82	α	0	6	3,163	7,616	
82	α	0	7	4,012	8,026	
82	α	0	8	3,454	7,947	
82	α	0	9	2,812	13,463	
82	α	0	10	3,715	12,187	
104	α	0	1	3,896	14,159	
104	α	0	2	3,782	11,285	
104	α	0	3	3,075	18,343	
104	α	0	4	2,872	17,531	
104	α	0	5	3,519	13,287	
104	α	0	6	4,060	16,301	
104	α	0	7	4,360	11,587	
104	α	0	8	5,854	5,878	
104	α	0	9	3,455	17,222	
104	α	0	10	4,629	15,275	
144	α	0	1	3,694	13,024	
144	α	0	2	1,466	19,753	
144	α	0	3	1,382	19,849	
144	α	0	4	2,517	17,591	
144	α	0	5	3,416	12,570	

144	α	0	6	2,939	16,806
144	α	0	7	5,000	10,000
144	α	0	8	5,024	6,727
144	α	0	9	3,367	17,011
144	α	0	10	3,888	16,294
4	β	0	1	5,660	5,268
4	β	0	2	5,460	7,485
6	β	0	1	6,785	2,662
6	β	0	2	6,562	3,032
11	β	0	1	7,350	2,539
11	β	0	2	7,046	3,139
17	β	0	1	6,357	4,543
17	β	0	2	6,276	4,216
19	β	0	1	6,387	3,384
19	β	0	2	6,108	4,101
23	β	0	1	5,198	5,786
23	β	0	2	5,369	5,516
27	β	0	1	4,402	8,678
27	β	0	2	5,147	5,399
31	β	0	1	4,882	5,389
31	β	0	2	5,266	4,368
46	β	0	1	5,408	3,635
46	β	0	2	5,167	4,888
46	β	0	3	1,062	19,944
46	β	0	4	2,498	18,480
46	β	0	5	5,500	3,545
46	β	0	6	5,165	5,975
46	β	0	7	4,437	14,909
46	β	0	8	2,742	18,418
46	β	0	9	5,340	11,118
46	β	0	10	2,228	18,817
82	β	0	1	7,288	1,449
82	β	0	2	6,912	2,272
82	β	0	3	2,015	14,809
82	β	0	4	2,632	14,415
82	β	0	5	8,635	1,148
82	β	0	6	5,652	4,290
82	β	0	7	5,877	9,670
82	β	0	8	3,312	13,900
82	β	0	9	6,055	10,203
82	β	0	10	3,348	13,779
103	β	0	1	8,727	7,833
103	β	0	2	5,637	16,260
103	β	0	3	2,068	19,478
103	β	0	4	3,939	17,815
103	β	0	5	11,455	1,627
103	β	0	6	4,136	16,986
103	β	0	7	5,560	15,399
103	β	0	8	3,428	18,333
103	β	0	9	6,662	13,429
103	β	0	10	1,914	19,674
143	β	0	1	9,420	7,570
143	β	0	2	7,258	14,386
143	β	0	3	2,597	19,299
143	β	0	4	3,833	18,174

143	β	0	5	16,620	1,369
143	β	0	6	4,661	16,997
143	β	0	7	6,734	14,631
143	β	0	8	4,859	17,172
143	β	0	9	5,260	16,625
143	β	0	10	2,287	19,285
4	α	10	1	8,439	3,193
4	α	10	2	7,400	5,516
6	α	10	1	5,222	13,519
6	α	10	2	4,265	15,584
11	α	10	1	2,560	18,210
11	α	10	2	2,778	17,921
17	α	10	1	3,164	16,887
17	α	10	2	3,487	17,145
19	α	10	1	2,261	18,440
19	α	10	2	2,677	17,914
23	α	10	1	1,465	19,174
23	α	10	2	3,140	16,829
27	α	10	1	0,940	19,966
27	α	10	2	1,982	18,854
31	α	10	1	0,336	20,645
31	α	10	2	2,685	18,198
33	α	10	1	0,000	20,821
33	α	10	2	1,889	18,735
33	α	10	3	3,987	4,628
33	α	10	4	5,835	7,945
33	α	10	5	3,891	4,729
33	α	10	6	5,814	12,466
33	α	10	7	4,457	3,697
33	α	10	8	4,637	3,411
33	α	10	9	4,891	1,991
33	α	10	10	5,772	7,032
39	α	10	1	0,370	20,593
39	α	10	2	3,745	16,851
39	α	10	3	4,529	6,515
39	α	10	4	5,943	7,377
39	α	10	5	4,637	8,244
39	α	10	6	3,904	16,667
39	α	10	7	4,503	4,886
39	α	10	8	4,804	9,050
39	α	10	9	4,298	4,543
39	α	10	10	5,315	8,233
41	α	10	3	2,536	9,493
41	α	10	4	4,752	7,217
41	α	10	6	4,030	16,448
41	α	10	7	4,253	5,996
41	α	10	10	4,386	9,748
81	α	10	1	0,639	15,822
81	α	10	2	3,948	13,048
81	α	10	3	5,397	4,909
81	α	10	4	6,548	4,995
81	α	10	5	4,070	6,280
81	α	10	6	3,776	13,224
81	α	10	7	5,600	2,545
81	α	10	8	6,961	6,185

81	α	10	9	4,897	2,799
81	α	10	10	6,237	5,811
98	α	10	1	0,549	20,582
98	α	10	3	6,773	4,635
98	α	10	4	7,304	7,740
98	α	10	6	2,949	18,442
98	α	10	7	6,077	4,759
98	α	10	8	7,924	10,154
98	α	10	10	6,512	8,243
4	β	10	1	17,781	1,833
4	β	10	2	17,697	3,037
6	β	10	1	11,048	8,831
6	β	10	2	19,557	2,482
11	β	10	1	7,983	12,215
11	β	10	2	18,543	2,968
17	β	10	1	7,083	12,002
17	β	10	2	12,708	3,905
19	β	10	1	6,446	13,641
19	β	10	2	10,893	5,130
23	β	10	1	7,037	12,818
23	β	10	2	9,498	5,691
27	β	10	1	6,073	14,534
27	β	10	2	7,089	6,879
31	β	10	1	6,761	14,079
31	β	10	2	7,818	3,387
33	β	10	1	7,610	13,080
33	β	10	2	6,849	4,826
33	β	10	3	7,619	2,223
33	β	10	5	9,178	4,515
33	β	10	6	14,375	2,461
33	β	10	7	5,658	6,786
33	β	10	8	7,570	9,124
33	β	10	9	15,133	3,404
33	β	10	10	7,061	12,427
39	β	10	1	9,286	10,666
39	β	10	2	6,420	4,499
39	β	10	3	5,877	4,181
39	β	10	4	0,000	21,000
39	β	10	5	8,707	2,237
39	β	10	6	13,969	2,356
39	β	10	7	5,146	13,105
39	β	10	8	8,970	10,113
39	β	10	9	14,161	2,891
39	β	10	10	6,758	11,995
41	β	10	2	6,299	3,960
41	β	10	6	13,106	3,359
41	β	10	8	8,129	11,252
41	β	10	9	13,483	3,704
41	β	10	10	7,302	12,170
81	β	10	1	9,387	8,749
81	β	10	3	5,821	3,212
81	β	10	5	10,841	2,086
81	β	10	7	7,892	8,382
81	β	10	8	8,798	9,019
81	β	10	10	8,815	9,728

ΜΕΣΗ ΠΕΡΙΕΚΤΙΚΟΤΗΤΑ O₂, CO₂ (%), ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ.

0oC				
ΧΡΟΝΟΣ	CO ₂ ,PE-MD 40	CO ₂ ,PE-MD 60	O ₂ ,PE-MD 40	O ₂ ,PE-MD 60
1	0	0	21	21
46	2,117	2,489	14,658	18,572
104	4,001	3,097	13,520	18,457
144	3,651	3,647	13,870	18,185

10oC				
ΧΡΟΝΟΣ	CO ₂ ,PE-MD 40	CO ₂ ,PE-MD 60	O ₂ ,PE-MD 40	O ₂ ,PE-MD 60
1	0	0	21	21
33	4,569	7,414	7,882	3,564
39	4,621	8,338	9,512	3,482
41	4,345	7,302	9,887	3,675
81	4,585	8,798	8,232	3,212
98	5,989	9,490	9,261	4,285

ΠΟΣΟΣΤΑ O₂, CO₂ (%) ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΕΣ ΤΙΜΕΣ ΡΥΘΜΩΝ ΑΝΑΠΝΟΗΣ

ΕΝΤΟΣ ΤΩΝ ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΩΝ, ΑΝΕΞΑΡΤΗΤΩΣ ΠΛΑΣΤΙΚΟΥ, ΣΤΟΥΣ 0°C.

O ₂	CO ₂	R.R	CO ₂	O ₂	R.R
1	3	0,15	2	20	0,29
1	9	0,11	3	1	0,15
2	7	0,17	3	10	0,22
4	6	0,17	3	13	0,2
5	4	0,15	3	14	0,23
6	5	0,13	3	16	0,25
7	5	0,15	3	17	0,26
8	4	0,21	3	18	0,28
10	3	0,22	3	19	0,26
10	11	0,18	4	5	0,15
13	3	0,2	4	8	0,21
13	4	0,23	4	13	0,23
13	7	0,19	4	14	0,17
13	8	0,17	4	16	0,24
14	3	0,23	4	18	0,3
14	4	0,17	5	6	0,13
16	3	0,25	5	7	0,15
16	4	0,24	5	17	0,24
17	3	0,26	6	4	0,17
17	5	0,24	7	2	0,17
18	3	0,28	7	13	0,19
18	4	0,3	8	13	0,17
19	3	0,26	9	1	0,11
20	2	0,29	11	10	0,18

ΜΕΣΟΙ ΟΡΟΙ ΦΥΣΙΚΟΧΗΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΟΛΙΚΑ ΣΤΕΡΕΑ(brix)							
°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
0	0	11,92	11,92	11,92	0,66	0,66	0,66
	155	13,71			1,4		
	161		13,4			1,06	
	165			12,76			0,66

°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
10	0	11,92	11,92	11,92	0,66	0,66	0,66
	95	16,03			1,55		
	98		13,39			0,95	
	100			13,57			0,97

ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΒΑΡΟΥΣ(%)							
°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
0	0	0	0	0	0	0	0
	155	10,86			3,79		
	161		0,64			0,12	
	165			0,65			0,16

°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
10	0	0	0	0	0	0	0
	95	15,82			3,57		
	98		4,54			5,76	
	100			1,23			0,87

ΣΚΛΗΡΟΤΗΤΑ(b ₂)							
Μ.Φ							
°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
0	0	8,99	8,99	8,99	1,04	1,04	1,04
	155	6,14			0,84		
	161		5,36			0,71	
	165			5,3			1,1

Μ.Φ							
°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
10	0	8,99	8,99	8,99	1,04	1,04	1,04
	95	4,64			0,8		
	98		4,52			1,05	
	100			4,57			1,15

Χ.Φ							
°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
0	0	6,63	6,63	6,63	0,95	0,95	0,95
	155	4,12			0,47		
	161		3,74			0,57	
	165			3,47			0,63

Χ.Φ							
°C	ΧΡΟΝΟΣ	Μ.Ο ΑΣΥΣΚ.	Μ.Ο MD40	Μ.Ο MD60	Τ.Α ΑΣΥΣΚ.	Τ.Α MD40	Τ.Α MD60
10	0	6,63	6,63	6,63	0,95	0,95	0,95
	95	3,09			0,77		
	98		3,69			0,6	
	100			3,52			1