

**ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ
ΚΑΛΑΜΑΤΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ**

Τ Ε Ι Κ Α Λ Α Μ Α Τ Α Σ
Τ Μ Η Μ Α
Ε Κ Δ Ο Σ Ε Ω Ν & Β Ι Β Λ Ι Ο Θ Η Κ Η Σ

**<<ΑΝΑΠΝΕΥΣΤΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ ΚΑΛΛΙΕΡΓΟΥΜΕΝΟΥ
ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ AGARICUS BISPORUS ΠΟΥ ΣΥΝΤΗΡΕΙΤΑΙ ΜΕ Η΄ ΧΩΡΙΣ
ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ>>**



Agaricus bisporus

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

της σπουδάστριας: ΦΩΤΕΙΝΟΥ ΓΕΩΡΓΙΑΣ

ΚΑΛΑΜΑΤΑ 2004

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Από αρχαιοτάτων χρόνων παρατηρείται μια διαρκής ανθρώπινη προσπάθεια συντήρησης των αποθεμάτων τροφής για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο διάστημα, χωρίς αλλοίωση της σύστασης και υποβάθμιση της ποιότητας αυτών.

Η συγκεκριμένη πτυχιακή μελέτη εντάσσεται στα πλαίσια της προσπάθειας αυτής, αφού ως στόχο έχει την εύρεση κατάλληλων συνθηκών συντήρησης των ευπαθών προϊόντων-μανιταριών με χρήση ή μη της τροποποιημένης ατμόσφαιρας.

Σ'αυτό ακριβώς το σημείο νιώθω υποχρέωση μου να ευχαριστήσω θερμά την Δρ. Ελένη Μανωλοπούλου καθηγήτρια του Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας που μου έδωσε το θέμα της πτυχιακής μελέτης και με καθοδήγησε σε όλη τη διάρκεια του πειράματος.

Επίσης, ευχαριστώ θερμά τον Δρ. Γρ. Λαμπρινό καθηγητή του Γεωργικού Πανεπιστημίου Αθηνών του τμήματος Εγγ. Βελτιώσεων και Γεωργικής Μηχανικής για την παροχή χώρου εργασίας, τη βοήθειά του στη συγκέντρωση βιβλιογραφικών δεδομένων, την καθοδήγησή του για την ολοκλήρωση του πειράματος και την ηθική συμπαράσταση που επέδειξε προς το πρόσωπό μου καθ'όλη τη διάρκεια ολοκλήρωσης της ερευνητικής εργασίας μου.

Ακόμη, ευχαριστώ τον κύριο Δ. Μητρόπουλο για τις πολύτιμες γνώσεις που μου μετέδωσε όσον αναφορά τη χρήση στατιστικών πακέτων επεξεργασίας στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου για τη συνεχή ηθική συμπαράσταση που μου χάρισε απλόχερα και το Θεό για τη δύναμη που μου έδωσε, ώστε να φέρω εις πέρας αυτή την εργασία.

Ιούnius 2004, Αθήνα
Φωτεινού Γεωργία

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ.....	I
ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ.....	II

ΜΕΡΟΣ ΠΡΩΤΟ(ΓΕΝΙΚΟ)

1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ *AGARICUS BISPORUS*

1.1 Εισαγωγή.....	1
1.2 Ιστορική Ανασκόπηση.....	1
1.3 Καλλιεργούμενα είδη μανιταριών.....	2
1.4 Στοιχεία βιολογίας μανιταριών.....	3
1.5 Η θρεπτική αξία των μανιταριών.....	4
1.6 Η καλλιέργεια του μανιταριού.....	5
1.7 Η παραγωγή μανιταριών διεθνώς και στον ελλαδικό χώρο.....	8

2. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ *AGARICUS BISPORUS*

2.1 Γενικά.....	11
2.2 Αναπνοή.....	11
2.3 Σημασία της αναπνοής στο μεταβολισμό των φυτικών προϊόντων μετά τη συγκομιδή.....	12
2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν το ρυθμό αναπνοής.....	13
2.4.1 Εσωτερικοί παράγοντες.....	13
2.4.2 Εξωτερικοί παράγοντες.....	14

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

3.1 Γενικά.....	16
3.2 Τρόποι συντήρησης.....	16
3.2.1 Πρόψυξη.....	16
3.2.1.1 Πρόψυξη με κενό.....	16
3.2.1.2 Πρόψυξη με δυναμική κυκλοφορία αέρα.....	17
3.2.2 Συντήρηση με ψύξη.....	17
3.2.3 Συντήρηση ελεγχόμενης ατμόσφαιρας.....	18
3.2.4 Συντήρηση με τροποποιημένη ατμόσφαιρα.....	20
3.2.5 Συντήρηση με ακτινοβολία.....	20

4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

4.1 Γενικά.....	21
4.2 Απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή της τροποποιημένης ατμόσφαιρας(MAP).....	22
4.3 Επιδράσεις της MAP(τροποποιημένης ατμόσφαιρας) κατά τη διάρκεια αποθήκευσης του προϊόντος.....	23
4.4 Συσκευασία από εύκαμπτα φύλλα πλαστικού.....	23
4.5 Τελευταίες εξελίξεις στον τομέα των συσκευασιών με τροποποιημένη ατμόσφαιρα.....	26

ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ(ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ)

1.1 Εισαγωγή.....	29
1.2 Υλικά και μέθοδοι.....	29
1.2.1 Διαλογή και συσκευασία.....	30
1.2.2 Μέτρηση της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών.....	30
1.2.3 Μέτρηση αναπνοής ασυσκευαστων μανιταριών.....	31
1.2.4 Μέτρηση αναπνοής συσκευασμένων μανιταριών.....	33
1.3 Αποτελέσματα και σχόλια.....	33

1.3.1 Μέτρηση της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών.....	33
1.3.2 Ρυθμός αναπνοής ασυσκευάστων μανιταριών.....	39
1.3.3 Μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων μανιταριών.....	42
1.3.4 Μελέτη της μεταβολής της πυκνότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.....	47
1.3.5 Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής συναρτήσει της μεταβολής της διαμέτρου του πύλου.....	49
1.4 Συμπεράσματα.....	51
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	52
ΜΕΡΟΣ ΤΡΙΤΟ(Παράρτημα).....	55

1. ΒΟΤΑΝΙΚΑ ΚΑΙ ΚΑΛΛΙΕΡΓΗΤΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΟΥ *AGARICUS BISPORUS*

1.1 Εισαγωγή

Παρόλο που η γη κυριαρχείται από τους πράσινους φωτοσυνθετικούς οργανισμούς, τα φυτά, μια εξίσου πολυάριθμη και σημαντική κατηγορία, είναι τα μανιτάρια που βοτανικά ανήκουν στα κρυπτόγαμα θαλλόφυτα.

Μανιτάρια καλούνται οι ευμεγέθεις καρποφορίες που σχηματίζουν ορισμένοι μύκητες κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Είναι ετερότροφοι οργανισμοί, που στερούνται χλωροφύλλης, ανίκανοι να παράγουν υδατάνθρακες γι' αυτό παίρνουν τα απαραίτητα για το μεταβολισμό τους, άνθρακα και ενέργεια, από ζωντανές ή μη οργανικές ουσίες. Έτσι, αν τα φυτά με τη λειτουργία της φωτοσύνθεσης θεωρούνται ως συντηρητές και συνεχιστές της ζωής στον πλανήτη μας, τα μανιτάρια με την ικανότητα τους ν' αποσυνθέτουν τη νεκρή οργανική ύλη, αποτελούν μαζί με τα βακτήρια, παράγοντες βιολογικής ισορροπίας στο φυσικό κόσμο.

Τα μανιτάρια είναι ευρέως διαδεδομένα στη γη. Υπάρχουν παντού, σε πολικές περιοχές, ερήμους έως και τα βάθη των ωκεανών.

Ο αριθμός των καταγεγραμμένων μανιταριών σ' όλο τον κόσμο ανέρχεται σε 75.000 ενώ, συντηρητικοί υπολογισμοί εκτιμούν ότι το συνολικό μέγεθος των υπαρχόντων ειδών υπερβαίνει το 1,5 εκατομμύριο. (Γ. Ζερβάκης, 1998). Τα γνωστά, είδη μυκήτων – μανιταριών αποτελούν το 5% του συνολικού αριθμού, ενώ, η συντριπτική πλειοψηφία αυτών παραμένει ακόμα άγνωστη. Από τα 75.000 είδη, τα 10.000 κατατάσσονται στους μακρομύκητες (μύκητες με ορατές μακροσκοπικά σαρκώδεις καρποφορίες). Από αυτά τα 2.000 είναι αξιόλογα εδωδιμα μανιτάρια αλλά μόνο τα 20 περίπου είναι κατάλληλα για ανθρώπινη κατανάλωση ή ισοδύναμα καλλιεργούνται σε εμπορική κλίμακα.

Στην Ελλάδα έχουν μέχρι σήμερα καταγραφεί 2.500 περίπου είδη μυκήτων (μανιταριών), από τα οποία πάνω από 900 περιλαμβάνουν μακρομύκητες. Ωστόσο, ο αριθμός αυτός θεωρείται πολύ μικρός για ν' αντιπροσωπεύει την πραγματικότητα, καθώς έχουν πραγματοποιηθεί ελάχιστες μέχρι σήμερα επιστημονικές προσπάθειες για τη μελέτη και την ακριβή καταγραφή των μυκήτων στη χώρα μας. Η ποικιλομορφία των εδαφοκλιματικών συνθηκών, και η ιδιαίτερα πλούσια χλωρίδα της πατρίδας μας συνηγορούν για την ύπαρξη πληθώρας μακρομυκήτων κατανεμημένων στο γεωγραφικό ανάγλυφο της Ελλάδας.

1.2 Ιστορική Ανασκόπηση

Τα μανιτάρια ήταν γνωστά από την αρχαιότητα, καθώς προσέλκυαν το ανθρώπινο ενδιαφέρον όχι μόνο λόγω της ποικιλίας των χρωμάτων, των μορφών, αλλά και των οργανοληπτικών και φαρμακευτικών ιδιοτήτων τους. Η παρουσία τους εκτιμούνταν ιδιαίτερα στην αρχαία Ινδία, στην Αίγυπτο, στη Βαβυλωνία και αργότερα στην Ελλάδα και στη Ρώμη.

Κατά την Ελληνική μυθολογία ο Περσέας κατά τη διάρκεια της περιπλάνησής του να βρει θέση όπου θα ίδρυε το βασίλειό του δίψασε, έσκυψε, και είδε ένα μανιτάρι, το έκοψε και τότε ανάβλυσε νερό που τον ξεδίψασε και τον ευχαρίστησε. Το γεγονός αυτό το θεώρησε Θεϊκό μήνυμα. Αποφάσισε λοιπόν να ιδρύσει εκεί την πόλη του και να την ονομάσει Μυκήνες (μύκης = μανιτάρι). Σύμφωνα με μια άλλη εκδοχή, στο σημείο εκείνο κόπηκε και έπεσε στο έδαφος το στρογγυλό άκρο (μύκης) της θήκης του ξίφους του, γεγονός που ερμηνεύθηκε ως Θεϊκό σημάδι. Έτσι, σύμφωνα πάντοτε με το μύθο, ένας

από τους πιο σημαντικούς πολιτισμούς της ανθρωπότητας, ο Μυκηναϊκός πολιτισμός, οφείλει την ονομασία στο μανιτάρι (Γ. Ζερβάκης, 1998).

Οι Αιγύπτιοι θεωρούσαν τα μανιτάρια δώρο του θεού Όσιρι και τα έχουν απεικονίσει στους τάφους των Φαραώ. Οι Ρωμαίοι και οι αρχαίοι Έλληνες τα θεωρούσαν εκλεκτό έδεσμα ισάξιο της αμβροσίας των Θεών. Κατά τον Πλούταρχο, ο κεραυνός περιέχει γόνιμο νερό, το οποίο με την θερμότητα που έχει διατρυπά το έδαφος και παράγει τρούφες, υπόγειες δηλαδή καρποφορίες μανιταριών και επιπροσθέτως μία από τις ακριβότερες τροφές στον κόσμο (Γ. Ζερβάκης, 1998).

Τα μανιτάρια, κατέχουν σημαντική θέση στη θρησκεία και τη μυθολογία των Ινδιάνων του Μεξικό και της Γουατεμάλα, οι οποίοι πιστεύουν ότι η εμφάνιση ορισμένων ειδών μανιταριών σχετίζεται με τους κεραυνούς και τις αστραπές. Ορισμένα, τέλος, παραισθησιογόνα μανιτάρια (*Psilocybe mexicana*, *Amanita muscaria* κ.α.), διαδραματίζουν πρωταγωνιστικό ρόλο στις τελετές και τις μυθολογικές δοξασίες στους διάφορους λαούς της Κεντρικής Αμερικής αλλά και σε ορισμένες φυλές της Σιβηρίας και της Βορείου Ιαπωνίας.

Το πρώτο εγχειρίδιο για την καλλιέργεια των μανιταριών κυκλοφόρησε στο Παρίσι το 1707 από το διάσημο γάλλο βοτανολόγο Tournefort. Η πρώτη καλλιέργεια μανιταριών αναφέρεται στη Γαλλία στα τέλη του 17^{ου} αιώνα.

Στις αρχές, όμως του 20ου αιώνα με την παραγωγή του πολλαπλασιαστικού υλικού “σπόρου” (“spawn”) σε καθαρή μορφή για τον εμβολιασμό του υποστρώματος τέθηκαν οι βάσεις για τη καλλιέργεια σε εμπορική κλίμακα. Οι Γάλλοι το 1799 άρχισαν να διαθέτουν “σπόρο” από μυκήλιο που μάζευαν από τη φύση ή από κοπριά. Παραγωγή “σπόρου” από καθαρή καλλιέργεια επιτεύχθηκε για πρώτη φορά από τον Lambert το 1917 στις ΗΠΑ (J. Φραντζεσκάκης, 1990).

Από το 1920 η καλλιέργεια των μανιταριών άρχισε να υλοποιείται σε ειδικά κτήρια με πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες θερμοκρασίας, υγρασίας και αερισμού. Μετά τον Α΄ Παγκόσμιο Πόλεμο, στην Αμερική, υιοθετήθηκε ως τρόπος καλλιέργειας επάλληλα ράφια – κλίνες μέσα σε ξύλινα, κλειστά, χωρίς παράθυρα οικήματα, με επικλινείς στέγες και φυσικό σύστημα αερισμού. Το 1934 επινοήθηκε στη Ν. Υόρκη ένα σύστημα καλλιέργειας σε τελάρα. Πιο πρόσφατα, το 1959, διαδόθηκε αρχικά στη Δανία και μετέπειτα στην Αγγλία, Γαλλία και Ιταλία η καλλιέργεια σε πλαστικούς σάκους, μια τεχνική που μειώνει σημαντικά το κόστος παραγωγής σε σύγκριση με τις άλλες μεθόδους (Δ. Γεωργοπούλου, 2001).

1.3 Καλλιεργούμενα είδη μανιταριών

Υπάρχουν πάρα πολλά είδη μανιταριών, από τα οποία άλλα είναι βρώσιμα και άλλα δηλητηριώδη ακόμα και θανατηφόρα. Παρακάτω αναφέρονται τα πιο γνωστά είδη από τα βρώσιμα και δηλητηριώδη μανιτάρια.

Βρώσιμα

Agaricus bisporus
Agaricus bitorquis
Agaricus arvensis
Agaricus campestris
Agaricus hortensis
Pleurotus ostreatus
Flamulina velutipes

Δηλητηριώδη

Amanita phalloides
Amanita verna
Amanita virosa
Amanita muscaria
Amanita pantherina
Hypholoma fasciculare
Boletus calopus

Lentinus edodes
Corpinus comatus
Boletus edulis
Marasmius oreades
Pholiotia mutabilis
Agrocybe aegerica
Morchella rodunda
Cantharellus cibarius

Russula formosa
Rhodophyllus lividus

Εάν εξαιρέσουμε τα λεγόμενα, άγρια, κατά κανόνα αυτοφυή μανιτάρια, που συχνά αποτελούν βασική πηγή δηλητηριάσεων για τον άνθρωπο, εξαιτίας των πολύ τοξικών δηλητηρίων που περιέχουν, όπως η φαλλοϊδίνη, η μουσκαρίνη, η αιροπίνη κ.α. τα καλλιεργούμενα μανιτάρια είναι δυνατόν να καταταχθούν σε πέντε ομάδες σύμφωνα με τα υποστρώματα που απαντώνται στη φύση:

1. Μύκητες που αναπτύσσονται σε φρέσκα ή σχεδόν φρέσκα υπολείμματα. Εδώ ανήκουν τα γένη: *Pleurotus*, *Lentinus*, *Flammulina*, *Auricularia*, *Pholiota*, *Tremella*, *Agraybe*, *Ganoderma*.

2. Μύκητες που αναπτύσσονται σε ελάχιστα ζυμωμένα υλικά, όπως όσοι ανήκουν στα γένη: *Volvariella*, *Stropharia*, *Coprinus*.

3. Μύκητες που απαιτούν ικανοποιητικά ζυμωμένα υλικά όπως του γένους *Agaricus*.

4. Μύκητες που μπορούν ν' αναπτυχθούν στο χούμο ή ακόμα και στο έδαφος. Εδώ, ανήκουν τα γένη *Lepiota*, *Lepista*, *Morchella*, *Gyromitra*.

5. Μύκητες που σχηματίζουν μυκόρριζες. Είναι τα γένη *Boletus*, *Cantharellus*, *Amanita*, *Tuber*, *Morchella*, *Lactarius*.

Πιο συγκεκριμένα, το γένος *Agaricus* είναι το περισσότερο διαδεδομένο γένος σε Ασία, Ευρώπη και Αμερική.

Το *Lentinus edodes* ένα πολύ διαδεδομένο μανιτάρι στην Ιαπωνία, Κίνα και Κορέα. Ονομάζεται Shitake και θεωρείται η αρχαιότερη καλλιέργεια μανιταριών.

Το μανιτάρι *Volvariella volvacea* καλλιεργείται σε Κίνα, Ινδονησία και Φιλιππίνες σε υπόστρωμα από άχυρο ρυζιού.

Τα μανιτάρια Truffles και ειδικότερα το *Tuber melanosporum* καλλιεργούνται σε μικρή κλίμακα στη Νότια και Ανατολική Ευρώπη.

Μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο στην Ιαπωνία άρχισαν να καλλιεργούνται και άλλα μανιτάρια όπως το *Auricularia polytricha*, το *Flammulina velutipes* και το *Pleurotus ostreatus* που η καλλιέργεια του έχει διαδοθεί και στην Ευρώπη την τελευταία εικοσαετία (Κ. Στεφανάκης, 1995).

1.4 Στοιχεία βιολογίας μανιταριών

Τα μανιτάρια θεωρούνται ως οι ευμεγέθεις καρποφορίες που σχηματίζουν ορισμένες κατηγορίες μυκήτων κατά τη διάρκεια του βιολογικού τους κύκλου. Όπως ήδη έχει αναφερθεί είναι ετερότροφοι οργανισμοί, είτε παρασιτικοί (σε φυτά και ζώα), είτε σαπροφυτικοί (σε φυτικά ή ζωικά υπολείμματα). Έχουν τρία βασικά κοινά χαρακτηριστικά α) Είναι θαλλόφυτα β) Είναι χωρίς χλωροφύλλη και γ) ο θαλλός τους αποτελείται από μυκήλια. Το μυκήλιο είναι ή μονοκύτταρο ή πολυκύτταρο (κοινοκύτταρο), ανάλογα, εάν χωρίζεται από εγκάρσια διαφράγματα τα λεγόμενα *septa* ή όχι.

Υπάρχουν δυο τρόποι αναπαραγωγής των μανιταριών: ο εγγενής και ο αγενής. Ο εγγενής τρόπος χαρακτηρίζεται από τη σύντηξη δυο πυρήνων και την επακόλουθη μειωτική διαίρεση. Αρχικά, παρατηρείται πλασμογαμία, δηλ. ένωση δυο αναπαραγωγικά συμβατών και απλοειδών – ομοκάρυων υφών, μ' άμεσο αποτέλεσμα τη συνένωση στο ίδιο κύτταρο δυο ή περισσότερων διαφορετικών πυρήνων. Κατόπιν, ακολουθεί η καρυογαμία δηλ. η σύντηξη των δυο διαφορετικών πυρήνων και εν τέλει η μειωτική διαίρεση, η οποία μειώνει τον αριθμό των χρωμοσωμάτων στο μισό.

Ο αγενής τρόπος δεν περιλαμβάνει ούτε την καρυογαμία ή τη μείωση, και υλοποιείται είτε με απλή διαίρεση ενός μονοκύτταρου οργανισμού σε θυγατρικά κύτταρα ή με την κατάτμηση ενός πολυκύτταρικού οργανισμού σε πολλά τμήματα που μπορούν να εξελιχθούν σε νέο άτομο.

Ιδιαίτερη αναφορά στη συγκεκριμένη μελέτη γίνεται στο μανιτάρι *Agaricus bisporus*, το οποίο ανήκει στην οικογένεια Agaricaceae. Έχει χρώμα λευκό ή κιτρινόλευκο ή μπεζ ανοιχτό. Το σώμα του μανιταριού αποτελείται από μυκηλιακές υφές, το στίππο και τον πύλο. Ο βιολογικός κύκλος του *Agaricus bisporus* αρχίζει με τη βλάστηση των βασιδιοσποριών και τον σχηματισμό ομοκαρύου-μονοκάρυου μυκηλίου. Στη συνέχεια, δύο αναπαραγωγικά μονοκάρυα μυκήλια αναστομώνονται και παράγουν ετεροκάρυο – δικάρυο μυκήλιο. Το τελευταίο αρχίζει να διαφοροποιείται μορφογενετικά και σχηματίζει καταβολές καρποφοριών και αργότερα ώριμες καρποφορίες στα ελάσματα των οποίων δημιουργούνται τα βασίδια. Εκεί πραγματοποιείται η σύντηξη των δύο πυρήνων (καρυογαμία), ο σχηματισμός ενός διπλοειδούς πυρήνα, και αμέσως μετά ακολουθεί η μείωση και η παραγωγή τεσσάρων απλοειδών πυρήνων που οδεύουν σε δύο στηρίγματα – βασιδιοσπόρια, έτσι, σχηματίζονται δύο ετεροκάρυα βασιδιοσπόρια.

1.5 Η θρεπτική αξία των μανιταριών

Τα μανιτάρια μπορούν να θεωρηθούν σαν κρέας, χωρίς κόκαλα, λίπος και ορμόνες, είναι πλούσια σε θρεπτική αξία και φτωχά σε θερμίδες. Χαρακτηριστικό είναι πως ένα περίπου κιλό μανιτάρια ισοδυναμεί με 190 θερμίδες μόνο.

Τα μανιτάρια είναι πλούσια σε πρωτεΐνες (20-40% ΞΒ., με υψηλή περιεκτικότητα σε γλουταμινικό και ασπαρτικό οξύ, προλίνη, φαινυλανίνη και αργινίνη), βιταμίνες (B, C, K, ριβοφλαβίνη) και ανόργανα στοιχεία (φώσφορο, σίδηρο, μαγνήσιο και χαλκό), πτωχά σε υδατάνθρακες (3-20% ΞΒ.) και λίπη (2-8% ΞΒ) (Crisan and Sands, 1978). Περιέχουν δε νερό σε αναλογία 88-90%.

Η λεκιθίνη που έχουν τα μανιτάρια βοηθά στο κράτημα της χοληστερίνης σε μικρά σωματίδια που κυκλοφορούν στο αίμα αντί να σχηματίζουν συγκεντρώσεις σε διάφορα όργανα όπως νεφρά, συκώτι, καρδιά και αρτηρίες. Ο Szent Gyorgyi νομπελίστας του '65 ανακάλυψε ότι μερικά είδη μανιταριών περιέχουν κάποιους αντικαρκινικούς παράγοντες. Ίσως, έτσι μπορεί να εξηγηθεί το γεγονός πως οι γάλλοι μανιταροπαραγωγοί σπάνια προσβάλλονται από την ασθένεια του καρκίνου.

Μερικά μανιτάρια περιέχουν αντιβιοτικές και άλλες πολύτιμες ουσίες για την υγεία του ανθρώπου.

Ενδεικτικά αναφέρονται μερικά παραδείγματα μανιταριών της χλωρίδας μας με φαρμακευτικές ιδιότητες.

Το Τριχάλωμα του Γεωργίου (*Tricholoma georgii*) έχει αντιδιαβητικές ιδιότητες, το καλλιεργούμενο μανιτάρι Λέντινος ο εδώδιμος (*Lentinus edodes*) βοηθάει στη μείωση της χοληστερίνης, ο Πολύπορος ο φαρμακευτικός (*Polyporus officinalis*) χρησιμοποιούνται σαν φάρμακο για τις αρθρίτιδες, τη νυκτερινή εφίδρωση των φυματικών και σαν αιμοστατικό σ' ελαφρές αιμορραγίες από τη γνωστή λαϊκά Αλεποπορδή (*Calvatia gigantea*) εξάγεται η αντικαρκινογόνο ουσία Καλβασίνη.

Μερικά μανιτάρια παρουσιάζουν βιοτεχνικό ενδιαφέρον όπως ο Ινονώτος ο μαλλιάρος (*Inonotus hispidus*), που χρησιμοποιούνταν άλλοτε σε πολλές χώρες από τους επιπλοποιοούς, γιατί δίνει στο ξύλο ένα ωραίο καστανό χρώμα, ο Πολύπορος της συμμύδας (*Polygorus betulinus*), που αξιοποιούνταν στη βυρσοδεψία, ενώ από τον Κορπίνο το μελαγόνιο (*Corpinus atramentarius*) παραγόταν γραφική μελάνη.

Γενικά μπορούμε ν' αναφέρουμε πως με την άνοδο του βιοτικού επιπέδου των λαών, η άγνοια, η προκατάληψη και ο φόβος, που λειτουργούσαν ως τροχοπέδη για την εισαγωγή του μανιταριού στο καθημερινό διαίτολόγιο έχουν εξαλειφθεί. Το μανιτάρι πλέον αποτελεί μια χρήσιμη τροφή, εύγευστη και υγιεινή κατάλληλη για τις ανάγκες της σύγχρονης διατροφής, που απαιτεί δίαιτα φτωχή σε λίπη και υδατάνθρακες, όμοια μ' αυτή που εμφανίζει η χημική σύστασή του.

1.6 Η καλλιέργεια του μανιταριού

Η καλλιέργεια του μανιταριού αποτελεί μια σύγχρονη, μεγάλης κλίμακας ελεγχόμενη εφαρμογή της μικροβιακής τεχνολογίας, για την επικερδή βιομετατροπή λιγνοκυτταρινούχων υπολειμμάτων και αποβλήτων της γεωργίας ή της δασοκομίας σε τροφή σημαντικής διαιτητικής αξίας.

Η όλη διαδικασία της καλλιέργειας του μανιταριού υπό ελεγχόμενες συνθήκες μπορεί να διακριθεί σε τρία στάδια:

- α) Προετοιμασία του υποστρώματος
- β) Αποικισμός του υποστρώματος από το μυκήλιο του μύκητα
- γ) Σχηματισμός καρποφοριών και παραγωγή μανιταριών.

α) Προετοιμασία του υποστρώματος

Η καλλιέργεια του μανιταριού γίνεται πάνω σε οργανικά υποστρώματα "κομπόστ" τα οποία έχουν υποστεί αερόβια επεξεργασία (ζύμωση) από μικροοργανισμούς. Η συγκεκριμένη επεξεργασία αποβλέπει στα εξής:

- Να δημιουργηθεί ένα υπόστρωμα το οποίο να αποτελείται κυρίως από κυτταρίνη και λιγνίνη, δηλαδή πηγές άνθρακα μη αφομοιώσιμες για τους περισσότερους μικροοργανισμούς. Οι μικροοργανισμοί αυτοί που υπάρχουν στο υπόστρωμα μπορούν να καταναλώσουν μόνο τις εύκολα αφομοιώσιμες οργανικές ουσίες. Μόλις οι τελευταίες εξαντληθούν απομένουν οι πολυμερείς οργανικές ενώσεις όπως η λιγνίνη και οι κυτταρίνες, οι οποίες μπορούν να αποδομηθούν μόνο από μικροβιακούς πληθυσμούς που διαθέτουν τα κατάλληλα ενζυμικά συστήματα. Τα μανιτάρια του είδους *Agaricus* εκκρίνουν εξωκυτταρικά ένζυμα (λακκάσες, οξειδάσες, κυτταρινάσες, πρωτεάσες κ.λ.π.) με τα οποία διασπούν – υδρολύουν τα μακρομόρια της λιγνίνης, κυτταρινών, ημικυτταρινών γλυκανών, πρωτεϊνών κ.λ.π. σε απλούστερα συστατικά όπως αρωματικές ενώσεις μικρού ΜΒ, μονοσακχαρίτες ή διασακχαρίτες, αμινοξέα κ.α.

- Να παραχθούν αυξητικοί παράγοντες, όπως ορισμένα αμινοξέα και οι βιταμίνες βιοτίνη και θειαμίνη από τους μικροοργανισμούς που εμπλέκονται στην αερόβια επεξεργασία. Τα είδη *Agaricus* δεν μπορούν να συνθέσουν τις ουσίες αυτές που είναι απαραίτητες για την ανάπτυξη του μυκηλίου τους.

- Να αποκτήσει το υπόστρωμα ευνοϊκές φυσικοχημικές ιδιότητες για την ανάπτυξη του μανιταριού, όπως δομή, υφή, πορώδες, συνεκτικότητα, pH, ή περιεκτικότητα σε υγρασία, αμμωνία κ.λ.π.

Το υπόστρωμα που χρησιμοποιείται για την καλλιέργεια του *Agaricus* περιέχει κυρίως άχυρο σιτηρών και κοπριά ζώων. Επίσης προστίθενται διάφορα άλλα υλικά όπως άλευρα ψυχανθών, βαμβακόπιτα, μελάσα, υπολείμματα βύνης, κρεατάλευρα, αζωτούχα λιπάσματα, μαρμαρόσκονη κ.λ.π. Η ακριβής σύνθεση του υποστρώματος καθορίζεται από τα διαθέσιμα υλικά και την περιεκτικότητά τους σε άνθρακα και άζωτο.

Η προετοιμασία του υποστρώματος για την καλλιέργεια μανιταριών *Agaricus* περιλαμβάνει δύο φάσεις. Κατά την πρώτη φάση (Φάση I) πραγματοποιείται ελεύθερη ζύμωση του υποστρώματος. Κατά τη δεύτερη φάση (Φάση II) πραγματοποιείται πρώτα μια παστερίωση και στη συνέχεια συνέχιση της ζύμωσης υπό πλήρως ελεγχόμενες συνθήκες.

Φάση I (composting)

Επειδή το ξηρό άχυρο διαβρέχεται δύσκολα, υποβάλλεται σε μια διαδικασία προδιαβροχής που προηγείται της ζύμωσης. Το άχυρο λοιπόν απλώνεται σε ύψος μισού μέτρου και διαβρέχεται αναδευόμενο από φορτωτή μέχρι να αποκτήσει σχετική υγρασία 70% περίπου, μετά τη 2-3 ημέρα. Στη συνέχεια προστίθεται η κοπριά και τα υπόλοιπα συστατικά του υποστρώματος και αναμιγνύονται καλά. Η διαβροχή επαναλαμβάνεται, και τα τυχόν στραγγίσματα επαναφέρονται στο σωρό ώστε να μη χαθεί το άζωτο που περιέχουν. Μετά το τέλος της διαδικασίας αυτής, που διαρκεί άλλες 3 ημέρες περίπου, το υπόστρωμα είναι έτοιμο πλέον να ζυμωθεί.

Μετά την προδιαβροχή το υλικό μεταφέρεται με την βοήθεια φορτωτή και διαμορφώνεται σε επιμήκεις σωρούς τραπεζοειδούς διατομής, οι οποίοι έχουν βάση πλάτους 2 m και ύψος 1,80m. Χάρη στην έντονη μικροβιακή δραστηριότητα που εκδηλώνεται σχεδόν αμέσως, η θερμοκρασία του σωρού ανεβαίνει ταχύτατα και αρχίζουν να επικρατούν θερμοφιλικές συνθήκες. Ανάλογα με το καθεστώς αερισμού που επικρατεί στη μάζα του σωρού διαμορφώνονται ζώνες διαφορετικών θερμοκρασιών. Η ύπαρξη ζωνών διαφορετικών θερμοκρασιών ευνοεί τον παθητικό αερισμό του εσωτερικού μέρους του σωρού καθώς δημιουργείται ένα ρεύμα αέρος που εισχωρεί από τα κάτω πλάγια μέρη του σωρού και οδεύει προς την κορυφή. Οποσδήποτε όμως δεν εξασφαλίζει την ομοιόμορφη ζύμωση όλης της μάζας. Έτσι είναι απαραίτητο να υποβάλλεται ο σωρός σε αναστροφές σε τακτά χρονικά διαστήματα 2-3 ημερών.

Η Φάση I ανάλογα με την τεχνική που ακολουθείται διαρκεί 7-10 ημέρες (βραχεία Φάση I) ή 16-30 μέρες (μακρά Φάση I) και γίνονται 3 αναστροφές. Στη διάρκεια της συγκεκριμένης φάσης σημειώνεται απώλεια ξηρής ουσίας (υπό μορφή CO₂) της τάξεως 35-40% ενώ ελευθερώνεται αμμωνία (εξαιτίας της αποδόμησης των αζωτούχων οργανικών ενώσεων). Το pH του υποστρώματος κυμαίνεται μεταξύ 8,5 και 9,0.

Φάση II (Peak heating – pasteurization)

Η Φάση II περιλαμβάνει δύο στάδια:

α) Την παστερίωση, η οποία είναι μια θερμική επεξεργασία με ατμό του υποστρώματος, σε θερμοκρασίες που κυμαίνονται μεταξύ 60-65°C, μέσα σε ειδικά κατασκευασμένους θαλάμους (τούνελ). Με τις υψηλές θερμοκρασίες επιτυγχάνεται αφενός μεν η θανάτωση του μεγαλύτερου μέρους της μικροχλωρίδας, η οποία αναπτύχθηκε κατά τη φάση της θερμοφιλικής ζύμωσης του υποστρώματος, και η καταστροφή τυχόν παρασίτων και εχθρών του μανιταριού που μπορεί να υπάρχουν στο υπόστρωμα, αφετέρου δε η εξάλειψη της αμμωνίας που απομένει στο υπόστρωμα μετά το τέλος της ζύμωσης.

β) Την ωρίμανση του υποστρώματος, δηλαδή μια ελεγχόμενη ζύμωση στη θερμοκρασία των 48-50°C, μέσα στο τούνελ παστερίωσης. Προκειμένου να εξασφαλισθούν ευνοϊκές συνθήκες ωρίμανσης, ανακυκλώνεται ο αέρας του χώρου όπου βρίσκεται το υπόστρωμα και ταυτόχρονα αναμιγνύεται με ένα ποσοστό φρέσκου αέρα. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η θερμοκρασία στο

επιθυμητό επίπεδο, αναπληρώνεται το καταναλωθέν O_2 και απομακρύνεται η περίσσεια του παραγόμενου CO_2 .

Από άποψη οργάνωσης της Φάσης II, αλλά και γενικότερα της παραγωγικής διαδικασίας κατά την καλλιέργεια των μανιταριών του είδους *Agaricus*, διακρίνονται δύο βασικά συστήματα: το μονοζωνικό και το διζωνικό. Στο μονοζωνικό σύστημα, μετά τη Φάση I το υπόστρωμα τοποθετείται στις κλίνες καλλιέργειας (ράφια ή τελάρα) μέσα σε θαλάμους, όπου ολοκληρώνεται η όλη διαδικασία της καλλιέργειας. Δηλαδή γίνεται η παστερίωση, η ωρίμανση, η "σπορά" καθώς και η ανάπτυξη του μυκηλίου και τελικά έπεται ο σχηματισμός των καρποφοριών. Στο διζωνικό σύστημα η παστερίωση όλης της μάζας του υποστρώματος και η ωρίμανσή του γίνεται στα τούνελ, ενώ, η "σπορά", η ανάπτυξη του μυκηλίου και η παραγωγή σε ξεχωριστούς θαλάμους καλλιέργειας. Με το σύστημα αυτό εξασφαλίζεται περισσότερο ομοιόμορφη παστερίωση, και επιτυγχάνεται εξοικονόμηση ενέργειας.

β) Αποικισμός του υποστρώματος από το μυκήλιο του μύκητα

Αμέσως μετά την ολοκλήρωση της ζύμωσης το υπόστρωμα εμβολιάζεται με τον "σπόρο" του μύκητα. Ο "σπόρος" ανακατεύεται με το υπόστρωμα σε αναλογία βάρους 1-2% αναλόγως του πάχους του υποστρώματος, του χρησιμοποιούμενου στελέχους του μύκητα και του συστήματος καλλιέργειας. Αν η σπορά γίνει πριν ολοκληρωθεί η Φάση II, τότε οι μικροοργανισμοί που αξιοποιούν ταχύτερα τις αφομοιώσιμες οργανικές ενώσεις θα δράσουν ανταγωνιστικά έναντι του μυκηλίου *Agaricus* και δεν θα του επιτρέψουν να εγκατασταθεί. Αν πάλι παραταθεί η Φάση II της ζύμωσης, τότε θα καταναλωθούν χρήσιμες για το μανιτάρι ενώσεις. Μετά τη σπορά η επιφάνεια της καλλιέργειας καλύπτεται ώστε να διασφαλισθούν η υγρασία και η στενή επαφή του μυκηλίου με το υπόστρωμα. Το έτοιμο ζυμωμένο υπόστρωμα τοποθετείται στις κλίνες καλλιέργειας. Οι κλίνες αυτές είναι είτε ξύλινα τελάρα τα οποία τοποθετούνται το ένα επάνω στο άλλο, είτε επάλληλα μεταλλικά ράφια σε σειρές κατά μήκος του θαλάμου.

Η άριστη θερμοκρασία για τον αποικισμό του υποστρώματος με το μυκήλιο του μύκητα εξαρτάται από το καλλιεργούμενο είδος και στέλεχος, κυμαίνεται δε μεταξύ 22-26 °C. Η συγκέντρωση του CO_2 στο περιβάλλον της καλλιέργειας διατηρείται στο επίπεδο του 0,5-2,0% και η σχετική υγρασία γύρω στο 95%. Κατά τη διάρκεια επώασης του μυκηλίου αποφεύγεται το πότισμα ώστε να μην δημιουργηθούν συνθήκες κορεσμού και έλλειψης καλού αερισμού.

Όταν το μυκήλιο αναπτυχθεί και αποικίσει πλήρως το υπόστρωμα, ο μύκητας είναι έτοιμος να περάσει στην αναπαραγωγική φάση. Οι καταβολές των καρποφοριών σχηματίζονται, μόλις το υπόστρωμα καλυφθεί με ένα λεπτό στρώμα μίγματος τύρφης και ασβεστολιθικής άμμου πάχους 4-5cm, το οποίο αποικίζεται πλήρως σε 7-10 ημέρες. Η αιτία είναι η παραγωγή πτητικών ενώσεων από τη μικροχλωρίδα του μίγματος, που δρουν ως ορμόνες στο μυκήλιο του *Agaricus* και διεγείρουν το σχηματισμό καταβολών καρποφοριών.

γ) Σχηματισμός καρποφοριών και παραγωγή μανιταριών

Ο σχηματισμός των καταβολών των καρποφοριών επιτυγχάνεται με ταυτόχρονη μείωση της θερμοκρασίας και της συγκέντρωσης του CO_2 στο χώρο της καλλιέργειας. Η θερμοκρασία του θαλάμου μειώνεται στους 16-18°C για το *Agaricus bisporus*, η δε συγκέντρωση του CO_2 επιδιώκεται να βρίσκεται κάτω του 0,1%. Για να επιτευχθεί αυτό το ποσοστό πρέπει να αυξηθεί ο αερισμός, ρύθμιση όμως με την οποία δυσχεραίνεται η διατήρηση της επιθυμητής ατμοσφαιρικής υγρασίας.

Μέσα σε 6-8 ημέρες κάνουν την εμφάνισή τους οι πρώτες καταβολές διαμέτρου 5-6mm, ενώ από το στάδιο αυτό μεγαλώνουν και οι ανάγκες της καλλιέργειας σε νερό.

Τα πρώτα μανιτάρια *Agaricus bisporus* είναι έτοιμα για συλλογή 18-22 ημέρες μετά την επικάλυψη. Μετά την ολοκλήρωση της πρώτης συγκομιδής (πρώτο κύμα), εμφανίζεται το δεύτερο κύμα καρποφοριών μέσα σε 7-10 ημέρες, στη συνέχεια το τρίτο, αλλά με συνεχώς μειούμενες αποδόσεις, έτσι ώστε γενικά να μην είναι οικονομικά συμφέρουσα η εκμετάλλευση του θαλάμου παραγωγής για περισσότερα από 3-4 κύματα. Αυτό οφείλεται στην εξάντληση του υποστρώματος, τη βαθμιαία συσσώρευση αλάτων και την ανάπτυξη ανταγωνιστικών και παθογόνων μεσόφιλων μικροοργανισμών.

Οι αποδόσεις της καλλιέργειας εκφράζονται σε ποσοστιαία παραγόμενη ποσότητα μανιταριών επί της ποσότητας του χρησιμοποιηθέντος νωπού υποστρώματος.

Μετά το τέλος της καλλιέργειας ο θάλαμος πρέπει να αδειάσει και να απολυμανθεί. Τα τελάρα και τα υλικά καλλιέργειας, πλένονται και απολυμαίνονται, ενώ το εξαντλημένο υπόστρωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως οργανικό λίπασμα σε καλλιέργειες κηπευτικών, ως υποκατάστατο τροφής για χρήση σε γλαστρικά φυτά κ.λ.π.



Φωτογραφία 1. Μανιτάρια του γένους *Agaricus bisporus*.

1.7 Η παραγωγή μανιταριών διεθνώς και στον ελλαδικό χώρο

Η καλλιέργεια των μανιταριών έχει εξαπλωθεί σε όλες τις ηπείρους και έχει εξελιχθεί σε υψηλού βαθμού τεχνολογίας αγροβιομηχανική επιχείρηση. Γενικά μπορούν να διακριθούν τρεις

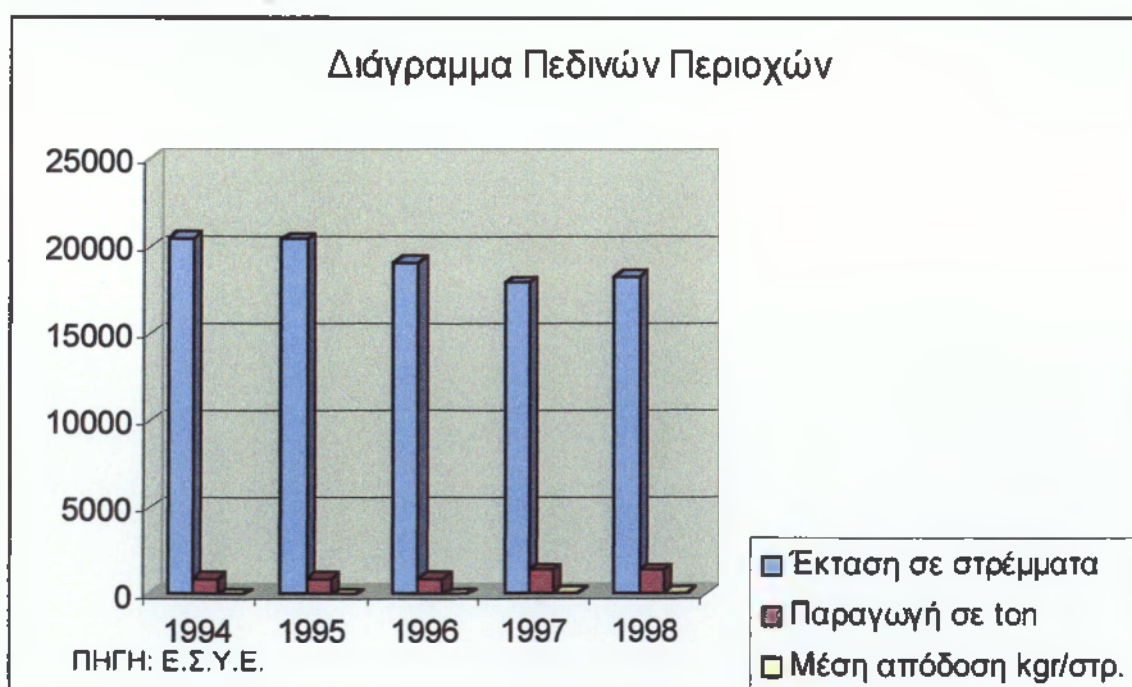
γεωγραφικές ζώνες όπου συγκεντρώνεται το 93% της παγκόσμιας παραγωγής μανιταριών: η Δυτική Ευρώπη (47%), η Βόρεια Αμερική (27%) και οι χώρες της Άπω Ανατολής (19%).

Εντός της Ευρωπαϊκής Ένωσης τις πρώτες θέσεις στη συνολική παραγωγή μανιταριών κατέχουν η Ολλανδία και η Γαλλία, ενώ τις τελευταίες θέσεις η Πορτογαλία, η Ελλάδα και η Φινλανδία. Η παραγωγή μανιταριών στην ΕΕ χρησιμοποιείται κατά ποσοστό 55-60% για νωπή κατανάλωση και 40-45% για κονσερβοποίηση.

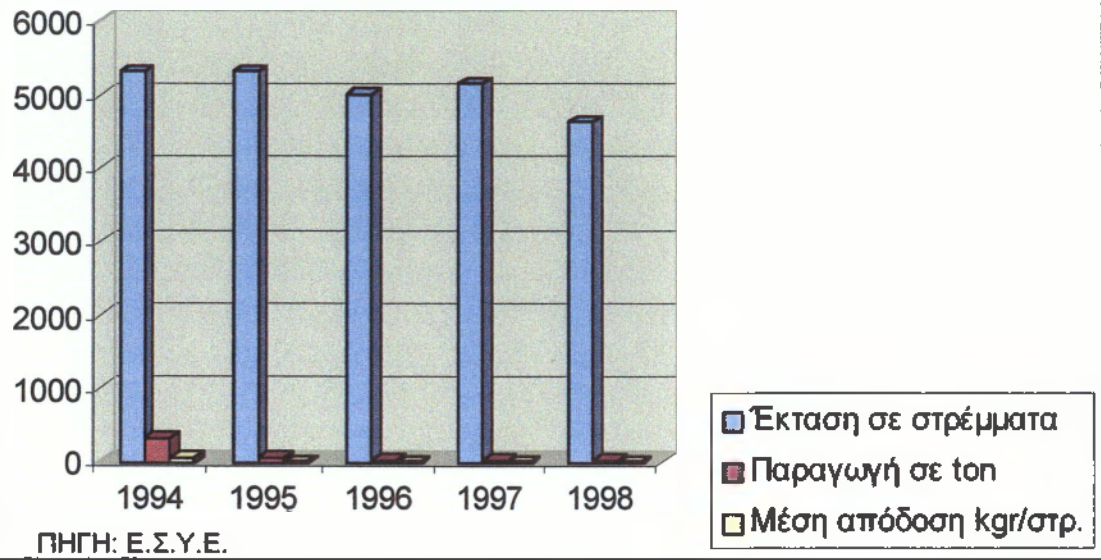
Αξιόλογη ανάπτυξη παρουσιάζει το ενδοκοινοτικό εμπόριο μανιταριών, όπου κυριαρχεί η έντονη εισαγωγική δραστηριότητα της Γερμανίας, η εξαγωγική δραστηριότητα κυρίως της Ολλανδίας και λιγότερο της Γαλλίας και Ιρλανδίας.

Η καλλιέργεια των μανιταριών πρωτοεμφανίστηκε στην Ελλάδα γύρω στο 1960 από καλλιεργητές με ελάχιστη γεωπονική παιδεία. Η πρώτη μονάδα καλλιέργειας λευκού μανιταριού *Agaricus bisporus* εγκαταστάθηκε το 1966 στους χώρους ενός παλιού οινοποιείου κοντά στον Μαραθώνα Αττικής και η δυναμικότητά της δεν ξεπερνούσε τα 100 κιλά τη μέρα. Την περίοδο 1972-1978 εμφανίστηκαν οκτώ νέες μικρής ως μέσης δυναμικότητας μονάδες (100-300 κιλά ημερησίως) σε διάφορα γεωγραφικά διαμερίσματα της χώρας. Η πρώτη σύγχρονη μονάδα καλλιέργειας εγκαταστάθηκε το 1978 στο Αίγιο και ήταν δυναμικότητας 300 τόνων ετησίως, ενώ κατά τη διάρκεια της πενταετίας που ακολούθησε (1978-1982) ιδρύθηκαν τρεις μεγαλύτερες επιχειρήσεις δυναμικότητας 300-400 τόνων ετησίως η κάθε μία. Την ίδια όμως χρονική περίοδο πολλοί από αυτούς αναγκάστηκαν να εγκαταλείψουν τις προσπάθειές τους και αρκετές μονάδες έκλεισαν λόγω παραγωγικών και οικονομικών προβλημάτων.

Σήμερα, η καλλιέργεια μανιταριών λαμβάνει χώρα κυρίως σε πεδινές και ημιορεινές περιοχές της Ελλάδας. Πιο συγκεκριμένα παρατηρούμε παραγωγή μανιταριών στη Στερεά Ελλάδα, στη Μακεδονία, στη Πελοπόννησο και στα Ιόνια νησιά. Η καλλιέργεια λοιπόν των μανιταριών ξεκινά από την Αχαΐα και Κορινθία, συνεχίζει στην Εύβοια και τη Θεσσαλονίκη και φτάνει ακόμη και στη Ζάκυνθο και την Κέρκυρα.



Διάγραμμα Ημιορεινών Περιοχών



2. ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΟΥ *AGARICUS BISPORUS*

2.1 Γενικά

Τα φυτικά όργανα καθώς και τα μανιτάρια μετά τη συγκομιδή τους είναι ζωντανά, δηλ. αναπνέουν. Καταναλώνουν οξυγόνο, ενώ συγχρόνως αποδίδουν διοξείδιο του άνθρακα και αποβάλλουν θερμότητα. Ο ρυθμός αναπνοής ενός φυτικού οργάνου, δηλαδή η κατανάλωση οξυγόνου ή η παραγωγή διοξειδίου του άνθρακα είναι δείκτης της μεταβολικής δραστηριότητας του ιστού, ενώ συγχρόνως αποτελεί ένδειξη για την πιθανή διάρκεια συντήρησής του.

2.2 Αναπνοή

Η αναπνοή είναι βασική λειτουργία όλων των ζωντανών κυττάρων και ιστών κατά την οποία, υπό αερόβιες συνθήκες, πραγματοποιείται η ελεγχόμενη οξειδωση των σακχάρων σε CO₂ και νερό με ταυτόχρονη έκλυση θερμικής ενέργειας. Ο ρυθμός της αναπνοής επηρεάζει σε πολύ μεγάλο βαθμό την διάρκεια συντήρησης και την ποιότητα του προϊόντος.

Η αερόβια αναπνοή χαρακτηρίζεται από μια σειρά βιοχημικών αντιδράσεων που είναι:

1. Γλυκόλυση : όπου η γλυκόζη μετατρέπεται σε πυροσταφυλικό οξύ
2. Οξειδωση του πυροσταφυλικού οξέος : για να εισέλθει στο κύκλο του Krebs το πυροσταφυλικό οξύ αποκαρβοξυλιούται, παράγεται οξικό οξύ το οποίο στα μιτοχόνδρια ενώνεται με το συνένζυμο A και παράγεται το ακετυλοσυνένζυμο A.
3. Κύκλος του τρικαρβοξυλικού οξέος ή κύκλος του Krebs.
4. Οξειδωτική φωσφορυλίωση : Κατά τη διάρκεια της αναπνοής η οξειδωση και η αναγωγή λαμβάνουν χώρα ταυτόχρονα. Υπάρχει σύστημα υποδοχής H⁺ και ηλεκτρονίων. Το H⁺ έχει σαν τελικό υποδοχέα το μοριακό οξυγόνο.

Συνοπτικά, οι αντιδράσεις της αναπνοής με υπόστρωμα τη γλυκόζη εκφράζονται με τον γενικό τύπο:



Παράλληλα και με τη μεσολάβηση της αναπνοής γίνονται διάφορες αντιδράσεις όπως η σύνθεση πηκτινών, αμινοξέων κ.α., που οδηγούν στη διαμόρφωση της συνεκτικότητας του φυτικού οργάνου καθώς και στην απόκτηση των οργανοληπτικών χαρακτηριστικών του. (Πάσσαμ, 1994).

Σε περιπτώσεις έλλειψης οξυγόνου οι οξειδωτικές αντιδράσεις της αναπνευστικής αλυσίδας και ο κύκλος του Krebs σταματούν, με αποτέλεσμα την αναστολή του σχηματισμού ακέτυλο CoA. Τότε η αποκαρβοξυλίωση του πυροσταφυλικού οξέος οδηγεί σε ακεταλδεύδη και η αναγωγή της ακεταλδεύδης σε αιθανόλη. Η αλκοολική αυτή ζύμωση οδηγεί σε ανεπιθύμητες οσμές και απώλεια του χαρακτηριστικού αρώματος του καρπού σε πολύ δε σύντομο χρονικό διάστημα το φυτικό όργανο καταστρέφεται. Γενικά, η αναερόβια αναπνοή λαμβάνει χώρα μόνο όταν η συγκέντρωση του οξυγόνου είναι πολύ χαμηλή, οπότε με τη λήψη κατάλληλων μέτρων για το σωστό αερισμό του φυτικού οργάνου κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης το πρόβλημα αποφεύγεται. Η ένταση της αναπνοής είναι ένα χρήσιμο στοιχείο που συνδέεται στενά με το στάδιο ωρίμανσης και με τη συντήρηση των φυτικών οργάνων. (Πάσσαμ, 1994)

2.3 Σημασία της αναπνοής στο μεταβολισμό των φυτικών προϊόντων μετά τη συγκομιδή

Η αναπνοή είναι μια μεταβολική πορεία όλων των ζωντανών κυττάρων και ιστών, που ελέγχει την αποικοδόμηση των οργανικών μορίων για την παραγωγή θερμικής ενέργειας και άλλων μορίων απαραίτητων για το μεταβολισμό. Ενώ η απώλεια νερού δεν επηρεάζει τη θρεπτική αξία του προϊόντος, η απώλεια CO₂ σημαίνει πραγματική απώλεια της τροφής. (Πάσσαμ, 1994)

Κατά τη συγκομιδή, όλα τα οπωροκηπευτικά παρουσιάζουν ένα υψηλό ρυθμό αναπνοής που εξαρτάται από το όργανο ή ιστό που συγκομίζεται. Η αφαίρεση των οργάνων αυτών από το φυτό μεταβάλλει την ισορροπία των μεταβολικών πορειών, που ίσχυε κατά την ανάπτυξη του φυτού. Για παράδειγμα, η αφαίρεση φύλλων, η κύρια λειτουργία των οποίων είναι η δέσμευση του CO₂, αλλά όχι η αποθήκευσή του, περιορίζει ή σταματάει τη φωτοσύνθεση. Κατά συνέπεια, τα όργανα αυτά δεν περιέχουν αρκετές ποσότητες αποθηκευμένων τροφών με τις οποίες να συντηρηθούν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.

Πρέπει να σημειωθεί ότι, οι απώλειες του υποστρώματος από τα αποθηκευμένα τρόφιμα λόγω αναπνοής, έχει σαν αποτέλεσμα τη μείωση των αποθηκευμένων τροφών στον ιστό, που επηρεάζει το χρονικό διάστημα για το οποίο το προϊόν μπορεί να αποθηκευτεί σε ικανοποιητική κατάσταση.

Ένα άλλο σημαντικό αποτέλεσμα της αναπνοής είναι η μείωση του O₂ στην ατμόσφαιρα της αποθήκης. Όταν το προϊόν δεν αερίζεται καλά μπορεί να προκύψει υπερβολική μείωση της συγκέντρωσης του O₂. Με τη έναρξη της αναερόβιας αναπνοής (ή ζύμωσης) το προϊόν γρήγορα καθίσταται ακατάλληλο για κατανάλωση. Επειδή η συγκέντρωση του O₂ επιδρά στο ρυθμό της αναπνοής, η ελεγχόμενη μείωση του στην ατμόσφαιρα της αποθήκης μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την αύξηση του χρόνου συντήρησης των προϊόντων με τη δημιουργία ελεγχόμενης ατμόσφαιρας. Αυξημένες συγκεντρώσεις του CO₂ ελαττώνουν το ρυθμό της αναπνοής και αυξάνουν έτσι το χρόνο συντήρησης. Πρέπει να σημειωθεί ότι μερικά φυτικά προϊόντα είναι ευαίσθητα στις υψηλές συγκεντρώσεις του CO₂ γι' αυτό χρειάζεται καλός εξαερισμός του χώρου συντήρησης.

Τέλος, μια άλλη επίδραση της αναπνοής στη μετασυλλεκτική ζωή των προϊόντων είναι η παραγωγή θερμότητας. Για κάθε μόριο γλυκόζης που οξειδώνεται πλήρως σε CO₂ και νερό, παράγονται 686 Kcal ενέργεια. Σε αναπτυσσόμενους ιστούς η ενέργεια αυτή χρησιμοποιείται κυρίως σε μεταβολικές αντιδράσεις, ωστόσο ένα σημαντικό ποσό της ενέργειας αυτής χάνεται και με τη μορφή θερμότητας. Μάλιστα υπολογίζεται ότι το 62% της ενέργειας που παράγεται από την αναπνοή (δηλαδή 423 Kcal mole γλυκόζη⁻¹) χάνεται με τη μορφή θερμότητας σε ιστούς με υψηλό βαθμό μεταβολισμού. Παράγοντες που επηρεάζουν την απώλεια θερμότητας είναι (1) η φύση του ιστού, (2) ο ρυθμός του μεταβολισμού, (3) ο μηχανικός τραυματισμός ή/και μόλυνση από μικροοργανισμούς, (4) οι συνθήκες της αποθήκευσης και ιδιαίτερα η θερμοκρασία.

Η σημασία της αναπνοής για τη μετασυλλεκτική ζωή των φυτικών προϊόντων είναι μεγάλη και η ένταση της αναπνοής μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν δείκτης του χρόνου συντήρησης των νωπών φυτικών οργάνων. Μια υψηλής έντασης αναπνοή οδηγεί το προϊόν σε ταχεία γήρανση και μικρή αποθηκευτική ζωή, ενώ αντιθέτως, μια χαμηλής έντασης αναπνοή συνεπάγεται μια μεγάλη χρονικά μετασυλλεκτική συντήρηση. (Πάσσαμ, 1994)

Η αναπνοή του μανιταριού διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο στη μετασυλλεκτική ζωή του καθώς α) επηρεάζει τα αποθέματα των ιστών του, β) η χαμηλή συγκέντρωση του O₂ στο χώρο

συντήρησης καθυστερεί τη γήρανση και επιμηκύνει το χρόνο συντήρησης, γ) η υψηλή συγκέντρωση του CO₂ επηρεάζει το ρυθμό αναπνοής και επιμηκύνει τη συντήρησή του.

2.4 Παράγοντες που επηρεάζουν τον ρυθμό αναπνοής

Η ένταση της αναπνοής των φυτικών ιστών επηρεάζεται από το είδος του οργάνου, την ποικιλία (στη περίπτωση του μανιταριού από το στέλεχος) και την ηλικία. Επηρεάζεται επίσης από εξωτερικούς παράγοντες όπως μηχανικούς (κτυπήματα), φυσικούς (θερμοκρασία, υγρασία), χημικούς (σύνθεση της ατμόσφαιρας), βιολογικούς (παράσιτα, μικροοργανισμοί). (Ε.Μανωλοπούλου, 1999). Στον πίνακα 1 γίνεται μια κατάταξη των σπυροκρηπυτικών ανάλογα με το ρυθμό της αναπνοής τους.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1 ΤΑΞΙΝΟΜΗΣΗ ΤΩΝ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ ΣΥΜΦΩΝΑ ΜΕ ΡΥΘΜΟ ΑΝΑΠΝΟΗΣ ΤΟΥΣ	
Κατηγορία	Λαχανικά
Πολύ χαμηλή	πατάτα, κρεμμύδι, σκόρδο, γογγύλι, ραπανάκι (κορυφή), καρπούζι, μελίτωμα πεπονιού
Χαμηλή	καρότο, παντζάρι, σέλινο, ραπανάκι (με την κορυφή), λάχανο, αγγούρι, πιπεριά, τομάτα, κολοκύθι, καρδιά μαρουλιού
Μέτρια	κουνουπίδι, μελιτζάνα, μαρούλι, πράσο
Υψηλή	αγκινάρα, σπανάκι, πράσινα κρεμμυδάκια, νεροκάρδαμο
Πολύ υψηλή	σπαράγγι, μπρόκολο, μπιζέλι, μανιτάρι, γλυκοκαλάμποκο

Πηγή Kader, 1985

Στον πίνακα 2 παρουσιάζεται ο ρυθμός αναπνοής μερικών φρούτων και λαχανικών.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2: ΜΕΤΡΗΣΗ ΡΥΘΜΟΥ ΑΝΑΠΝΟΗΣ ΦΡΟΥΤΩΝ ΚΑΙ ΛΑΧΑΝΙΚΩΝ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ 15°C			
Φρούτα	Ένταση αναπνοής (ml CO ₂ /kg/h) στους 15°C)	Λαχανικά	Ένταση αναπνοής (ml CO ₂ /kg/h) στους 15°C)
Μήλα	25	Λάχανο	32
Σταφύλι	16	Καρότο	45
Λεμόνια	20	Μαρούλι	200
Πορτοκάλια	20	Πατάτα	8
Φράουλες	75		

Πηγή R.B.H. Wills et al, 1989

2.4.1 Εσωτερικοί παράγοντες

Τύπος του προϊόντος και γενότυπος. Τα φρούτα και τα λαχανικά παρουσιάζουν σημαντικές διαφορές ως προς το ρυθμό αναπνοής. Ριζώδη, βολβώδη και κονδυλώδη λαχανικά έχουν χαμηλό ρυθμό αναπνοής, ενώ φυτικά μέρη με βλαστικούς και ανθικούς μεριστωματικούς ιστούς, όπως το μπρόκολο, έχουν υψηλό ρυθμό αναπνοής. Επίσης διαφορές μεταξύ των φυτικών μερών όσον αφορά την έκταση της επιφάνειάς τους και την φύση των επιφανειακών τους στρωμάτων επηρεάζουν τα χαρακτηριστικά διάχυσης των αερίων και συνεπώς την ένταση της αναπνευστικής δραστηριότητας.

Ηλικία. Ο ρυθμός αναπνοής είναι συνήθως πολύ υψηλός κατά τα πρώτα στάδια της ανάπτυξης και μειώνεται καθώς τα φυτικά όργανα "οδεύουν" προς το γήρας. Χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι τα φρέσκα λαχανικά που συγκομίζονται κατά τη φάση της ανάπτυξης όπως είναι τα φυλλώδη, τα οποία αρχικά έχουν υψηλό ρυθμό αναπνοής, που στη συνέχεια μειώνεται σταθερά κατά την αποθήκευση.

2.4.2 Εξωτερικοί παράγοντες

Θερμοκρασία. Η θερμοκρασία αποτελεί ρυθμιστικό παράγοντα για όλες τις μεταβολικές διαδικασίες καθώς και για τις χημικές και φυσικές αντιδράσεις. Γενικά ο ρυθμός της αναπνοής αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας από το σημείο του παγώματος του συγκεκριμένου ιστού ως το σημείο που προκαλείται θερμικός τραυματισμός. Από αυτή την υψηλή θερμοκρασία και πάνω η ένταση της αναπνοής μειώνεται απότομα μέχρι το σημείο του θερμικού θανάτου του προϊόντος. Οι αλλαγές στην ένταση της αναπνοής συναρτῆσει της θερμοκρασίας συχνά εκφράζονται με την τιμή Q_{10} , η οποία αναφέρεται στο λόγο του ρυθμού αναπνοής ($\text{mg CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) σε συγκεκριμένη θερμοκρασία (T_1) και του αντίστοιχου ρυθμού σε θερμοκρασία 10°C πάνω από τη θερμοκρασία αυτή (T_1+10).

$$Q_{10} = \text{mgCO}_2\text{Kg}^{-1}\text{h}^{-1} (\text{θερμ. } T_1+10) / \text{mgCO}_2\text{Kg}^{-1}\text{h}^{-1} (\text{θερμ. } T_1).$$

Για τα περισσότερα φρούτα η τιμή Q_{10} κυμαίνεται μεταξύ 4-5 στις χαμηλές θερμοκρασίες (0- 10°C), 2,5 για θερμοκρασίες 10- 20°C , 2 μεταξύ 20- 30°C , ενώ σε υψηλότερες θερμοκρασίες 40°C φτάνει στο 1,5 (Kader, 1992).

Για πρακτικούς λόγους συνήθως μειώνεται η θερμοκρασία συντήρησης ώστε να ελαττώνεται ο ρυθμός αναπνοής. Όμως, πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη την ευαισθησία των φυτικών οργάνων στις χαμηλές θερμοκρασίες, σε αυτές τις περιπτώσεις η θερμοκρασία συντήρησης πρέπει να προσαρμόζεται ανάλογα. (Πάσσαμ, 1994)

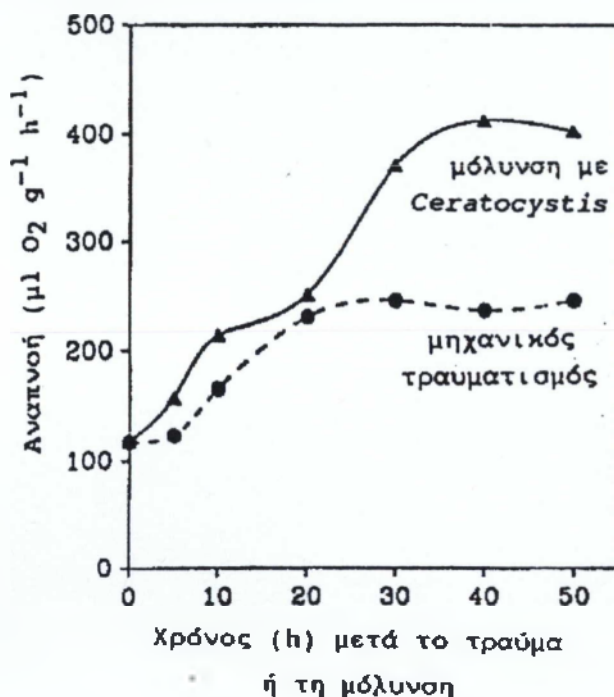
Η σύνθεση της ατμόσφαιρας στην αποθήκη. Κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης τα διάφορα όργανα του φυτού και το άμεσο περιβάλλον βρίσκονται σε ισορροπία και έτσι δεν υπάρχουν μεγάλες αλλαγές στη σύνθεση της ατμόσφαιρας γύρω από το φυτό. Αντίθετα, μετά τη συγκομιδή τα διάφορα όργανα ή μέρη του φυτού συσσωρεύονται για αποθήκευση ή μεταφορά και κατά συνέπεια η κίνηση του αέρα περιορίζεται προκαλώντας σημαντικές αλλαγές στις αναλογίες αερίων και της υγρασίας στην ατμόσφαιρα.

Το οξυγόνο είναι απαραίτητο για την αερόβια αναπνοή. Η μείωση της περιεκτικότητας αυτού προκαλεί ελάττωση της έντασης της αναπνοής, με αποτέλεσμα σε πολύ χαμηλές συγκεντρώσεις O_2 να προκύπτει αναερόβια αναπνοή και ζύμωση των υποστρωμάτων.

Συγκεντρώσεις οξυγόνου πάνω από 21% διεγείρουν ελαφρώς το ρυθμό αναπνοής των φρέσκων φρούτων και λαχανικών, ενώ σε συγκεντρώσεις πάνω από 80% η αναπνοή ορισμένων προϊόντων μπορεί να αυξηθεί σημαντικά λόγω της τοξικότητας του οξυγόνου. Σε χαμηλές συγκεντρώσεις O_2 παρατηρείται (α) μείωση της οξειδωσης των αναπνευστικών υποστρωμάτων, καθώς επίσης και μείωση της παραγωγής θερμότητας και (β) επιβράδυνση της ωρίμανσης και γήρανσης των καρπών.

Όσον αφορά τη συγκέντρωση του CO_2 αύξηση αυτού προκαλεί μείωση του ρυθμού της αναπνοής, αλλά σε μερικά είδη (π.χ. στον κόνδυλο της πατάτας, στις ρίζες του παντζαριού και στους βολβούς κρεμμυδιού) προκαλεί αύξηση. Η επίδραση του CO_2 σχετίζεται με την ποσότητα των αναπνευστικών υποστρωμάτων που βρίσκονται στους φυτικούς ιστούς. Έτσι, με επάρκεια των υποστρωμάτων η αναπνοή εμποδίζεται σε υψηλές συγκεντρώσεις του CO_2 , ενώ σε περίπτωση ανεπάρκειας υποστρωμάτων, αύξηση του CO_2 δεν προκαλεί καμία επίδραση. (Πάσσαμ, 1994)

Τραυματισμοί. Όταν τα φυτικά όργανα τραυματίζονται, υπάρχει αύξηση στην ένταση της αναπνοής, η οποία εξαρτάται από τη φύση και το μέγεθος του τραύματος και το περιβάλλον στο οποίο ο ιστός βρίσκεται. Πιο συγκεκριμένα όσο μεγαλύτερος είναι ο τραυματισμός τόσο μεγαλύτερη είναι η αύξηση στην αναπνοή και τόσο περισσότερο χρόνος απαιτείται για την επούλωση του τραύματος. Η αύξηση της αναπνοής μετά από τον τραυματισμό σχετίζεται με την αύξηση της μεταβολικής δραστηριότητας των τραυματισμένων κυττάρων και των παράπλευρων ιστών. Γίνεται ενεργοποίηση ενζύμων και αποθηκευμένων θρεπτικών στοιχείων, μετέπειτα σύνθεση της σουβερίνης, λιγνίνης καθώς και σε μερικούς ιστούς ο σχηματισμός του κάλου ή περιδέρματος. Μετά την επούλωση του τραύματος ο ρυθμός της αναπνοής ελαττώνεται. (Πάσσαμ, 1994)



Σχήμα 1: Η επίδραση μηχανικών τραυματισμών ή μόλυνσης με *Ceratocystis fimbriata* στην αναπνοή της γλυκοπατάτας (Πάσσαμ, 1994).

3. ΜΕΘΟΔΟΙ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ

3.1 Γενικά

Με τον όρο συντήρηση καλείται η αποθήκευση προϊόντων υπό συγκεκριμένες συνθήκες υγρασίας και θερμοκρασίας μ' απώτερο σκοπό τη διατήρηση της ποιότητας του προϊόντος. Το παραπάνω είναι δυνατόν να πραγματοποιηθεί:

- α) επιβραδύνοντας τη φυσιολογική εξέλιξη των προϊόντων
- β) ελαττώνοντας την απώλεια υγρασίας
- γ) περιορίζοντας την ανάπτυξη των μικροοργανισμών
- δ) ελαττώνοντας τον ρυθμό χημικών αντιδράσεων.

3.2 Τρόποι συντήρησης

Για τη συντήρηση των νωπών προϊόντων, είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν πέραν της ψύξης ως βοηθητικοί μέθοδοι,

- > η ελεγχόμενη ατμόσφαιρα
- > η τροποποιημένη ατμόσφαιρα
- > η συντήρηση με μειωμένη πίεση
- > και η ακτινοβολία.

Σε πολλά ευαίσθητα φυτικά όργανα πριν τη ψύξη πρέπει να εφαρμοσθεί πρόψυξη για καλλίτερα αποτελέσματα.

3.2.1 Πρόψυξη

Με τον όρο πρόψυξη των οπωρολαχανικών εννοούμε την ταχεία απομάκρυνση της θερμότητας από τα προϊόντα, όσο γίνεται συντομότερα από τη στιγμή της συλλογής. Η πρόψυξη αυτή έχει ως σκοπό την επιβράδυνση της λειτουργίας της ωρίμανσης, ώστε το υπό συντήρηση προϊόν να μπορεί να διατηρηθεί αρκετές μέρες σε κατάσταση που ελάχιστα διαφέρει απ' αυτήν της συλλογής.

3.2.1.1 Πρόψυξη με κενό

Ένα φυτικό όργανο πλούσιο σε νερό χάνει ένα μέρος της υγρασίας του με εξάτμιση όταν βρεθεί σε χώρο χαμηλής πίεσης. Όταν η πίεση είναι 10,1mmHg η θερμοκρασία ατμοποίησης του νερού είναι 11,5° C ενώ σε πίεση 4,6mmHg η θερμοκρασία ατμοποίησης του νερού είναι 0° C. Η απαιτούμενη θερμότητα για την ατμοποίηση παρέχεται από το προϊόν που έτσι ψύχεται. Η ατμοποίηση 1% νερού επιτρέπει τη μείωση της θερμοκρασίας κατά 6° C.

Για να είναι αποτελεσματική η ψύξη, πρέπει το νερό να απελευθερώνεται εύκολα, δηλαδή το προϊόν πρέπει να παρουσιάζει μεγάλη σχέση επιφάνειας / όγκο (όπως είναι τα φυλλώδη λαχανικά) ή πορώδη υφή (όπως είναι η φράουλα και τα μανιτάρια).

Η μέθοδος απαιτεί ένα θάλαμο τελείως στεγανό, ένα σύστημα απομάκρυνσης του αέρα (εγκατάσταση κενού), ένα σύστημα παγίδευσης των υδρατμών (ψυκτική εγκατάσταση) και φυσικά ένα σύστημα ρύθμισης και ελέγχου θερμοκρασίας και πίεσης. Με το κενό υπάρχει η δυνατότητα να προψυχθεί ομοιόμορφα ένα προϊόν σε μερικά λεπτά και μάλιστα συσκευασμένο.

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος αρχικής επένδυσης και το γεγονός ότι οι ποσότητες που προψύχονται παραμένουν σχετικά μικρές ακόμη και όταν πρόκειται για μεγάλες εγκαταστάσεις.

Η πρόψυξη των μανιταριών σε κενό έχει σκοπό την γρήγορη πρόψυξη τους και μετά την τοποθέτησή τους σε ψυγεία. Η πρόψυξη σε κενό γίνεται ως εξής: τα μανιτάρια τοποθετούνται σε θαλάμους με υποπίεση 4-5mmHg. Η μειωμένη πίεση προκαλεί τη γρήγορη εξάτμιση του νερού από την επιφάνεια των μανιταριών με αποτέλεσμα τη μείωση της θερμοκρασίας τους. Η τελική θερμοκρασία του προϊόντος εξαρτάται από το βαθμό του κενού, από το χρόνο έκθεσης του φυτικού οργάνου, την ταχύτητα με την οποία εξατμίζεται το νερό από την επιφάνεια των μανιταριών, από την αρχική θερμοκρασία των μανιταριών. Το ποσό ψύξης είναι κατά προσέγγιση ανάλογο με το νερό που εξατμίζεται. Θεωρητικά ψύξη 4,5° C προκαλείται με εξάτμιση υγρασίας ίσης με το 1% της αρχικής υγρασίας του προϊόντος. Τα μανιτάρια, λόγω της μεγάλης επιφάνειάς τους, της μη ύπαρξης επιδερμίδας και της πορώδους υφής τους προψύχονται εύκολα και ομοιόμορφα ακόμα και συσκευασμένα. (Ι. Φραντζεσκάκης, 1990)

Μειονέκτημα της μεθόδου είναι το υψηλό κόστος αρχικής επένδυσης και το γεγονός ότι οι ποσότητες που προψύχονται παραμένουν σχετικά μικρές ακόμη και όταν πρόκειται για μεγάλες εγκαταστάσεις.

3.2.1.2 Πρόψυξη με δυναμική κυκλοφορία αέρα

Η δυναμική κυκλοφορία του αέρα γίνεται με σκοπό τη γρήγορη εναλλαγή θερμότητας του φυτικού οργάνου με το περιβάλλον και κατά συνέπεια τη γρήγορη πρόψυξή του. Ο ανακυκλοφορών αέρας πρέπει να έρχεται σε άμεση επαφή με τα μανιτάρια. Τα μανιτάρια πρέπει να τοποθετούνται σε διάτρητα κιβώτια και η διευθέτησή τους να διευκολύνει τη διέλευση του αέρα μέσα από τα κιβώτια. Η δυναμικότητα του ανεμιστήρα πρέπει να είναι 7,5 m³/kgf/ώρα. Μ' αυτή την ανακυκλοφορία του αέρα και με μια θερμοκρασία αέρα 1,7° C μανιτάρια θερμοκρασίας 21° C, ψύχονται στους 4,4° C σε 50 λεπτά. Σε συνθήκες χωρίς δυναμική ανακυκλοφορία του αέρα για να ψυχθούν σ' αυτή τη θερμοκρασία απαιτείται χρόνος από 12-24 ώρες, ανάλογα με τη συσκευασία και την τοποθέτηση των κιβωτίων στον ψυκτικό θάλαμο. (Ι. Φραντζεσκάκης, 1990)

3.2.2 Συντήρηση με ψύξη

Η χρήση της ψύξης ως μέσο συντήρησης των φυτικών οργάνων (λουλουδιών, φρούτων, φύλλων, σπόρων, κονδύλων, ριζωμάτων, βολβών κ.λ.π.) είναι πολύ παλαιά, επιτρέπει δε τη διατήρησή τους σε ζωντανή κατάσταση μετά τη συλλογή. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιούνται κυμαίνονται συνήθως μεταξύ 0 και 12° C ανάλογα με το προϊόν.

Κατά τη συντήρηση με ψύξη, πρέπει να λάβουμε σοβαρά υπόψη το είδος του προϊόντος, γιατί όσα προϊόντα αναπνέουν έντονα συντηρούνται δύσκολα, και την ποικιλία η επιλογή της οποίας είναι πρωταρχική. Ορισμένες ποικιλίες φρούτων ή λαχανικών δεν προσαρμόζονται εύκολα στη συντήρηση με ψύξη λόγω της μεγάλης ευαισθησίας στις φυσιολογικές ανωμαλίες. Η διάρκεια συντήρησης με ψύξη ποικίλλει καθώς όργανα αποταμίευσης όπως βολβοί, κόνδυλοι, ριζώματα έχουν μεγαλύτερη διάρκεια συντήρησης από φυλλώδη λαχανικά και ανθοφορίες. Τα φρούτα όταν κοπούν στο σωστό φυσιολογικό στάδιο, συντηρούνται περισσότερο από αυτά που είναι ήδη ώριμα κατά την είσοδό τους στους ψυκτικούς θαλάμους, οπότε η διάρκεια συντήρησής τους εξαρτάται κυρίως από το φορτίο των παθογόνων που φέρουν μαζί τους και από την φυσική αντοχή στους παράγοντες προσβολής. Έχει αποδειχθεί ότι μανιτάρια σε θερμοκρασία 10° C έχουν αναπνευστική δραστηριότητα 2,5 φορές

μεγαλύτερη από μανιτάρια σε θερμοκρασία 0°C. Όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία των μανιταριών τόσο γρηγορότερα υποβαθμίζεται η ποιότητά τους. Έτσι κρίνεται αναγκαία η άμεση μεταφορά τους από το θάλαμο συλλογής στον ψυκτικό θάλαμο.

3.2.3 Συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα

Η μέθοδος συντήρησης με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1929 στην Αγγλία στην συντήρηση μήλων με το όνομα "Gas storage" και βασίσθηκε στα αποτελέσματα των ερευνητικών εργασιών των Kidd και West. Σε άλλες χώρες παρουσίασε μόνο επιστημονικό ενδιαφέρον και μόνο μετά τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο άρχισε να εκδηλώνεται εμπορικό ενδιαφέρον κυρίως στην Αμερική, από το 1950 και στην Ευρώπη μια δεκαετία περίπου αργότερα.

Η συντήρηση με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα παρουσιάζει πολλά πλεονεκτήματα συγκριτικά με την συνήθη συντήρηση με ψύξη όπως:

- ✓ ελάττωση των απωλειών βάρους κατά 40-60%
- ✓ χρησιμοποίηση θερμοκρασιών, υψηλότερων των συνήθως εφαρμοζόμενων για την αποφυγή ορισμένων φυσιολογικών ασθενειών σε ευαίσθητες ποικιλίες
- ✓ καλύτερη συντήρηση του χρώματος, της σκληράδας, της υφής και της αρχικής οξύτητας των φρούτων
- ✓ ελάττωση ορισμένων φυσιολογικών ασθενειών όπως το "ζεμάπισμα" ή καταστάσεων που οφείλονται στο κρύο
- ✓ επιμήκυνση του χρόνου πώλησης, πράγμα που επιτρέπει καλύτερη σταθεροποίηση της αγοράς και επίτευξη καλύτερων τιμών.

(Ε.Μανωλοπούλου, 1985)

Τύποι ελεγχόμενης ατμόσφαιρας – πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα: Δεν υπάρχουν προκαθορισμένες τιμές για τη σύνθεση της ατμόσφαιρας (% περιεκτικότητα σε οξυγόνο και διοξείδιο του άνθρακα) του χώρου συντήρησης. Γνωρίζουμε μάλλον ένα εύρος τιμών μέσα στις οποίες πρέπει να διαλέξουμε τις τιμές που προσαρμόζονται καλύτερα στις ειδικές ανάγκες του κάθε προϊόντος. Τα ποσοστά επί τοις εκατό του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα που πρέπει να διατηρηθούν μέσα στους θαλάμους ελεγχόμενης ατμόσφαιρας πρέπει να προσαρμόζονται στην ποικιλία, τις συνθήκες παραγωγής και τέλος τις συνθήκες συντήρησης (κυρίως θερμοκρασία).

Τα βιβλιογραφικά δεδομένα παρουσιάζουν μια μεγάλη διακύμανση τιμών που δεν εξαρτάται μόνο από την ποικιλία αλλά και από την χώρα και την θερμοκρασία συντήρησης. Ενδεικτικά παρουσιάζουμε τον Πίνακα 3.

ΠΙΝΑΚΑΣ 3: Συνθήκες που συνιστώνται για τη συντήρηση μήλων με ελεγχόμενη ατμόσφαιρα από διάφορες χώρες

Ποικιλία	Θερμοκρασία	Σύνθεση		Χώρα
		O ₂	CO ₂	
Reinette du Canada	4 °C	3	3	Ελβετία
Boskoop	4 °C	15	6	Ελβετία
	4 °C	3	3-5	Γαλλία
	4 °C	2-3	5	Δανία
	4 °C	3	3	Ελβετία
Cox's Orange	3,5 °C	2,5	2	Αγγλία
	3,5 °C	2,5-3	5	Αγγλία-Ολλανδία
	3,5 °C	16	5	Αγγλία
Golden Delicious	0 °C	3	2	U.S.A.
	2-3 °C	2-3	3-5	Γαλλία
	2 °C	3	3-5	Ελβετία
	2 °C	13	8	Ελβετία
	3 °C	10-11	10	Ολλανδία
Jonathan	4 °C	4	3-4	Ελβετία
	3,5 °C	3	5	Αυστραλία
	0 °C	3	5	U.S.A.
	3,5 °C	13	7	Ολλανδία

ΠΗΓΗ: Ελληνογαλλικός Επιστημονικός και Τεχνικός Σύνδεσμος.

Γενικά τα διάφορα μίγματα (O₂, CO₂, N₂) που χρησιμοποιούνται για την συντήρηση μπορούν να καταταχθούν σε τρεις τύπους:

Τύπος I

Μίγματα σχετικά πλούσια σε οξυγόνο και περισσότερο ή λιγότερο πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα έτσι ώστε το άθροισμα της συγκέντρωσης του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα να είναι 21% π.χ. 12% O₂, 9% CO₂ και 79% N₂.

Τύπος II

Μίγματα πολύ φτωχά σε οξυγόνο (2-4%) και μετρίως πλούσια σε διοξείδιο του άνθρακα (3-5%). Αυτά τα μίγματα περιέχουν περισσότερο N₂ από τον αέρα γιατί το άθροισμα των συγκεντρώσεων του O₂ και του CO₂ είναι μικρότερο από 21%. Οι ατμόσφαιρες που συναντώνται συχνότερα είναι αυτές που περιέχουν 3% O₂ και 3-5% CO₂.

Τύπος III

Μίγματα πολύ φτωχά σε οξυγόνο (2-3%) και πολύ φτωχά σε διοξείδιο του άνθρακα (0-2%) π.χ. 2,5% O₂ και 1% CO₂.

Οι ατμόσφαιρες του τύπου I καθυστερούν την ωρίμανση των φρούτων κυρίως λόγω της παρουσίας του CO₂. Είναι γνωστό ότι το διοξείδιο του άνθρακα ελαττώνει την αναπνευστική δραστηριότητα, καθυστερεί την κλιμακτήρια κρίση και συντελεί στη διατήρηση του χρώματος, της σκληράδας και της αρχικής οξύτητας των φρούτων.

Τα μίγματα του τύπου I έχουν μικρότερες απαιτήσεις όσον αφορά την στεγανότητα των θαλάμων και δεν απαιτούν ειδικούς και ακριβούς μηχανισμούς για την σταθεροποίηση της σύστασης της ατμόσφαιρας, συγκριτικά όμως με τους άλλους δύο τύπους παρουσιάζουν το μειονέκτημα ότι παρεμποδίζουν λιγότερο την ωρίμανση και δεν διατηρούν το ίδιο τη σκληράδα και την τρυφερότητα του καρπού. (Ε.Μανωλοπούλου, 1985)

Η εφαρμογή των ατμοσφαιρών τύπου II είναι δύσκολη γιατί απαιτεί χώρους συντήρησης στεγανούς και συνεχή έλεγχο της περιεκτικότητας σε οξυγόνο ώστε να αποφευχθεί ο κίνδυνος ζυμώσεων στην περίπτωση που η περιεκτικότητα σε O₂ γίνει μικρότερη του 2%. (Ε.Μανωλοπούλου, 1985)

Τέλος οι ατμόσφαιρες τύπου III επιδρούν στην ωρίμανση μόνο με τη μικρή τους περιεκτικότητα σε οξυγόνο, επομένως η επίδραση τους στην ωρίμανση είναι πιο περιορισμένη σχετικά με τον προηγούμενο τύπο. (Ε.Μανωλοπούλου, 1985)

3.2.4 Συντήρηση με τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Συνίσταται στη συντήρηση των φυτικών οργάνων σε μια ατμόσφαιρα της οποίας η σύνθεση είναι διαφορετική αυτής της ατμόσφαιρας. Διαφέρει από την ελεγχόμενη ατμόσφαιρα στο βαθμό ρύθμισης της σύνθεσης. Το συντηρούμενο προϊόν συσκευάζεται σε φύλλα εύκαμπτου πλαστικού γνωστής περατότητας με άμεσο αποτέλεσμα τη μείωση του O₂ και την αύξηση του CO₂, ώστε να επιμηκυνθεί η διάρκεια συντήρησης του εκάστοτε φυτικού προϊόντος. Με τη συγκεκριμένη μέθοδο καταβάλλεται προσπάθεια μείωσης του ρυθμού αναπνοής, καθυστέρηση της ανάπτυξης του μικροβιακού φορτίου και επιβράδυνση τυχόν ενζυμικής αλλοίωσης.

3.2.5 Συντήρηση με ακτινοβολία

Από τις διάφορες ιονίζουσες ακτινοβολίες μόνο τα ηλεκτρομαγνητικά κύματα (φως, ακτίνες – Χ, ακτίνες-γ, υπεριώδεις, υπέρυθρες κ.λ.π.) και τα ηλεκτρόνια φαίνεται ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν στη συντήρηση των τροφίμων, ενώ τα νετρόνια, τα δευτερόνια και οι ακτίνες-α προκαλούν εκτεταμένες βλάβες στα τρόφιμα.

Η ακτινοβολία θεωρείται η πιο μελετημένη τεχνολογία στα χρονικά της συντήρησης τροφίμων, είναι μια νέα προσθήκη στις άλλες μεθόδους επεξεργασίας τροφίμων (Rowley & Brynjolfsson, 1980). Συντελεί στην παράταση του χρόνου συντήρησης των φρέσκων φρούτων, λαχανικών, ψαριών, κρεάτων και γαλακτοκομικών προϊόντων. Επίσης χρησιμοποιείται για την αποστείρωση κονσερβοποιημένων τροφίμων, καθώς και για την απεντόμωση δημητριακών, ξηρών καρπών και μπαχαρικών.

Σε πειραματική μελέτη που πραγματοποίησαν οι Roy και Bahl (1984) απέδειξαν ότι μια δόση 250 kilorads είναι αρκετή για την ικανοποιητική συντήρηση μανιταριών στους 15° C για διάστημα 9-10 ημερών. Αντίθετα, η διάρκεια συντήρησης των μη-ακτινοβολημένων μανιταριών κυμάνθηκε μεταξύ 4-5 ημερών, γιατί παρουσίασαν έντονο καφέτιασμα, άνοιγμα πύλου και υψηλή απώλεια υγρασίας (αφυδάτωση), σημάδια έντονης ποιοτικής υποβάθμισης. Τα αποτελέσματα των Wahid και Kovacs (1980) συμφώνησαν με τους παραπάνω ερευνητές, αφού κατόρθωσαν να συντηρήσουν επιτυχώς μανιτάρια στους 15° C για 8 ημέρες. Ο Langerak (1972), λαμβάνοντας υπόψη ότι το στάδιο ωριμότητας των μανιταριών ποικίλει προτείνει δόση 150-250 Kilorads, για όσο το δυνατόν πιο αυξημένη χρονικά συντήρηση αυτών.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι βάσει των πορισμάτων των ερευνητικών μελετών των Roy & Bahl (1984) τα ακτινοβολημένα μανιτάρια μπορούν να συντηρηθούν καλά για 2 περίπου εβδομάδες σε θερμοκρασία 1°C και 4-6°C, ενώ στους 25°C δεν είναι δυνατή η συντήρηση των ακτινοβολημένων μανιταριών, αφού μετά από 3 ημέρες αποθήκευσης παρουσιάζουν έντονο καφέτιασμα και ως εκ τούτου δεν γίνονται αποδεκτά από τους καταναλωτές.

Πρέπει να αναφερθεί πως όλα τα πειράματα που σχετίζονται με την ακτινοβολήση των μανιταριών ως μέθοδο συντήρησης αυτών ακολουθούν τους παρακάτω κανόνες:

- α) Ακτινοβολήση όσο το δυνατόν πιο σύντομα μετά τη συγκομιδή,
- β) Χρήση υγιών μανιταριών με μικρή διάμετρο πύλου

Τέλος η ακτινοβολήση δεν αυξάνει περισσότερο το χρόνο συντήρησης των νωπών μανιταριών σε σύγκριση με τη ψύξη.

4. ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΜΑΝΙΤΑΡΙΟΥ ΜΕ ΤΡΟΠΟΠΟΙΗΜΕΝΗ ΑΤΜΟΣΦΑΙΡΑ

4.1 Γενικά

Τα φρούτα και τα λαχανικά μετά τη συγκομιδή τους υφίστανται μια φυσιολογική μεταβολή που τα οδηγεί στην ωρίμανση και τέλος στην υπερωρίμανση (γήρας) οπότε τα φυτικά αυτά προϊόντα είναι ακατάλληλα για κατανάλωση.

Η χρήση χαμηλών θερμοκρασιών για τη συντήρησή τους έχει σαν σκοπό να επιβραδύνει την αναπνευστική δραστηριότητα και να επιμηκύνει το χρόνο συντήρησης. Η απλή όμως ψύξη στον αέρα δεν εξασφαλίζει πάντα μια επαρκή παράταση της εμπορικής ζωής των φρούτων και των λαχανικών γι' αυτό χρησιμοποιούμε και εναλλακτικές μεθόδους άρρηκτα συνδεδεμένες με τα ευεργετικά αποτελέσματα του ψύχους όπως π.χ. την τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

Κατά τη διάρκεια των προηγούμενων 30 ετών, υπήρξε μια τεράστια αύξηση στη ζήτηση νωπών καρπών και φυτικών προϊόντων με αποτέλεσμα η βιομηχανία να αναπτύξει νέες και βελτιωμένες μεθόδους για την ποιότητα τροφίμων και την επέκταση της "ζωής" του προϊόντος στο "ράφι". Εξαιτίας των περιπλοκών που εμφανίζουν τα διάφορα είδη φυτικών προϊόντων, δηλαδή το διαφορετικό ρυθμό αναπνοής, που εξαρτάται από τις διαφορετικές θερμοκρασίες αποθήκευσης και συνθήκες υγρασίας, πολλές εκτιμήσεις γίνονται για την επιλογή μιας αποδεκτής πλαστικής συσκευασίας.

Όταν κάνουμε λόγο για τροποποιημένη ατμόσφαιρα εννοούμε την τεχνική, η οποία περιλαμβάνει είτε ενεργά, είτε παθητικά να ελέγξει ή να τροποποιήσει την ατμόσφαιρα που περιβάλλει το προϊόν μέσα σε μια συσκευασία κατασκευασμένη από διάφορους τύπους ή / και συνδυασμούς πλαστικών.

Μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα μπορεί να οριστεί ως μια ατμόσφαιρα που δημιουργείται με την αλλαγή της κανονικής σύνθεσης του αέρα (άζωτο 78%, οξυγόνο 21%, διοξείδιο του άνθρακα 0,03% και ίχνη ευγενών αερίων) προκειμένου να παρέχει μια σύνθεση για την αύξηση του χρόνου αποθήκευσης και τη διατήρηση της ποιότητας των τροφίμων. Η τροποποίηση αφορά την εκδίωξη των αερίων από τη συσκευασία, και την αντικατάστασή τους από ένα επιθυμητό μίγμα αερίων. Εφαρμόζεται κατά τη συσκευασία του προϊόντος χρησιμοποιώντας έναν επιλεγμένο τύπο πλαστικών συσκευασιών. Κατόπιν τούτου μια επιθυμητή ατμόσφαιρα αναπτύσσεται φυσικά ως συνέπεια της αναπνοής των προϊόντων και της διάχυσης των αερίων.

Το οξυγόνο (O_2), το διοξείδιο του άνθρακα (CO_2) και το άζωτο (N_2) είναι τα ευρέως χρησιμοποιούμενα αέρια στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Άλλα αέρια όπως το διοξείδιο του θείου, το αιθυλένιο, καθώς επίσης και το οξειδίο του όζοντος (Papp 1993) έχουν προταθεί και έχουν ερευνηθεί πειραματικά. Εντούτοις, λόγω των υψηλών δαπανών, καθώς και των εκτιμήσεων ασφάλειας δεν έχουν εφαρμοστεί εμπορικά.

Συνήθως η συγκέντρωση του O_2 διατηρείται πολύ χαμηλά για να μειωθεί το ποσοστό αναπνοής των φρούτων και λαχανικών. Η μείωση του ρυθμού αναπνοής με τον περιορισμό του O_2 παρατείνει την εμπορική ζωή του φυτικού προϊόντος γιατί καθυστερεί την οξειδωτική διάσπαση σύνθετων υποστρωμάτων που αποτελούν το προϊόν. Συγκεντρώσεις O_2 , κάτω από 8% μειώνουν την

παραγωγή του αιθυλενίου, ενός βασικού συστατικού της ωρίμανσης. Εντούτοις, σε εξαιρετικά χαμηλά επίπεδα O_2 (δηλαδή <1%), η αναερόβια αναπνοή μπορεί να εμφανιστεί, με συνέπεια την καταστροφή του ιστού και την παραγωγή ουσιών που συμβάλλουν στην ποιοτική υποβάθμιση του προϊόντος (γεύσης, υφής). Σε χαμηλές συγκεντρώσεις O_2 (<1%) είναι δυνατή η αύξηση παθογόνων μικροοργανισμών όπως το *Clostridium botulinum*. Επομένως το συνιστώμενο ποσοστό O_2 σε μια τροποποιημένη ατμόσφαιρα κυμαίνεται μεταξύ 1 και 5% προκειμένου να διατηρηθεί η ποιότητα των συντηρούμενων φρούτων και λαχανικών.

Σ' αυτό το σημείο πρέπει ν' αναφερθεί πως διάφοροι συσκευαστές φρέσκων έτοιμων πράσινων λαχανικών στο Ηνωμένο Βασίλειο πειραματίζονται με μίγματα O_2 μεταξύ 70 και 100%. Η επεξεργασία αυτή ονομάζεται "oxygen shock" ή "gas shock" και έχει βρεθεί ότι είναι πολύ αποτελεσματική στην παρεμπόδιση του ενζυματικού αποχρωματισμού, την παρεμπόδιση των αναερόβιων αντιδράσεων ζύμωσης και την παρεμπόδιση της αερόβιας και αναερόβιας μικροβιακής αύξησης. (<http://vm.cfscan.fda.gov/~comm/ift3-toc.html>)

4.2 Απαραίτητες προϋποθέσεις για την εφαρμογή της τροποποιημένης ατμόσφαιρας που προέρχεται από τη συσκευασία (MAP)

Πρέπει να εφαρμοσθούν οι γενικοί κανόνες που ισχύουν όταν αποσκοπούμε σε μια μακρόχρονη συντήρηση. Αναλυτικότερα, πρέπει να μην χρησιμοποιούνται φρούτα πολύ ώριμα ή πολύ μεγάλα, φρούτα που προέρχονται από πολύ νέα ή πολύ ηλικιωμένα δένδρα, φρούτα από σπωρώνες που αρδεύονται πολύ ή δέχονται μεγάλη ποσότητα αζώτου. Επίσης έμφαση πρέπει να δοθεί στην ποιότητα του πλαστικού. Οι συσκευασίες πολυαιθυλενίου δεν θα πρέπει να εκτίθενται στον ήλιο. Τα φρούτα και οι συσκευασίες, θα πρέπει να τοποθετούνται στο χώρο όπου θα γίνει η συσκευασία μία ή δύο μέρες πριν, ώστε να επέλθει θερμική ισορροπία μεταξύ των φρούτων, των υλικών συσκευασίας και του χώρου. Η συσκευασία, εν συνεχεία, πρέπει να γίνεται στο χώρο όπου θα ακολουθήσει η αποθήκευση, καθώς και το κλείσιμο των συσκευασιών πρέπει να γίνεται με θερμοσυγκολλητική μηχανή ώστε να είναι στεγανές. Επιτακτική είναι η ανάγκη το προϊόν, το οποίο θα συσκευαστεί με το εύκαμπτο φύλλο πλαστικού ν' ανταποκρίνεται θετικά στις υπάρχουσες συνθήκες. Δηλαδή, το προϊόν κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής του στον ατμοσφαιρικό αέρα να παρουσιάζει μικρότερη διάρκεια συντήρησης έναντι αυτής στην τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Με τη χρήση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας η αξία του προϊόντος, πρέπει να υπερτερεί των δαπανών από τη χρήση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας. Τέλος ο άρρηκτος συνδυασμός ψύξης και τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι απαραίτητος προκειμένου να επιμηκυνθεί κατά το μέγιστο δυνατόν ο χρόνος συντήρησης του αποθηκευμένου προϊόντος.

4.3 Επιδράσεις της MAP (τροποποιημένης ατμόσφαιρας από τη συσκευασία) στην αποθήκευση προϊόντων

Οι θετικές επιδράσεις, οι οποίες απορρέουν από τη χρήση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας είναι οι ακόλουθες:

- Καθυστέρηση της γήρανσης και των βιοχημικών και φυσιολογικών αλλαγών π.χ. μείωση του ρυθμού αναπνοής και της παραγωγής αιθυλενίου.
- Μείωση της ευαισθησίας των φρούτων στη δράση του αιθυλενίου σε επίπεδα O_2 κάτω από 8% και σε επίπεδα CO_2 πάνω από 1%.
- Πιθανές αυξήσεις της εμπορικής ζωής του προϊόντος.
- Τα φυτικά προϊόντα μπορούν να διανεμηθούν σε μεγαλύτερες αποστάσεις με λιγότερες παραδόσεις, γεγονός που οδηγεί σε μειωμένες δαπάνες διανομής.
- Παρέχει υψηλής ποιότητας προϊόντα.
- Διαρκώς μειούμενη η ανάγκη χρήσης χημικών πρόσθετων.
- Ασφαλέστερο φυτικό προϊόν, εξαιτίας της φυσικής προστασίας από παθογόνους μολυσματικούς παράγοντες (π.χ. επιτυχής έλεγχος εντόμων).
- Μηχανική προστασία προϊόντος ενάντια στο τραυματισμό.
- Πιο αποτελεσματική η δράση μυκητοστατικών ενσωματωμένων στα πλαστικά films.
- Ελκυστική συσκευασία, μαγνητίζει το ενδιαφέρον του καταναλωτή.

Ωστόσο η χρήση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας δεν αποτελεί πανάκεια για μια ασφαλή, οικονομικά συμφέρουσα μακρόχρονη συντήρηση τροφίμων καθώς...

- Εγκυμονεί ο κίνδυνος μη κανονικής ωρίμανσης των φρούτων όταν το επίπεδο του O_2 είναι κάτω από 2% και το επίπεδο του CO_2 είναι πάνω από 5%.
- Απαιτούνται διαφορετικές συγκεντρώσεις αερίου για κάθε τύπο προϊόντος.
- Είναι ορατό ένα προστιθέμενο κόστος κυρίως για την αγορά εύκαμπτων φύλλων πλαστικού συμβατών για τη συντήρηση του εκάστοτε φυτικού προϊόντος.
- Μη ορθός έλεγχος περιβαλλοντικών συνθηκών (π.χ. υγρασίας, θερμοκρασίας) είναι ικανός να επιφέρει μη επιθυμητά αποτελέσματα. Λόγου χάρη υπερβολική συσσώρευση υδρατμών στην επιφάνεια του πλαστικού με άμεσο κίνδυνο το σάπισμα ή εστία ανάπτυξης παθογόνων μικροοργανισμών.
- Παρακίνηση για βλάστηση και καθυστέρηση της περιδερμικής ανάπτυξης ορισμένων ριζών και κονδύλων όπως η πατάτα.

4.4 Συσκευασία από εύκαμπτα φύλλα πλαστικού

Η χρήση εύκαμπτων φύλλων πλαστικού, στενά συνδεδεμένη με την τροποποιημένη ατμόσφαιρα και τις αρχές που τη διέπουν κατορθώνει και μειώνει τον ρυθμό αναπνοής των συντηρούμενων φυτικών προϊόντων, καθώς επίσης παρατείνει κατά το μέγιστο δυνατό τη διάρκεια ζωής τους, δίχως ν' αλλοιώνει ή να υποβαθμίζει τα ποιοτικά χαρακτηριστικά τους. Χαρακτηριστικό παράδειγμα θεωρείται αυτό του λωτού όπου όχι μόνο επιμηκύνεται ο χρόνος συντήρησης χάρις στην

τροποποιημένη ατμόσφαιρα, αλλά βελτιώνονται και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά: Συγκεκριμένα ελαττώνεται η "στιφάδα" του φρούτου, πράγμα που επιτυγχάνεται με την επίδραση της δημιουργημένης ατμόσφαιρας στο μεταβολισμό και ειδικότερα πάνω στην περιεκτικότητα σε τανίνη και οξύτητα.

Επειδή τα αποθηκευμένα προϊόντα δεν παρουσιάζουν τον ίδιο ρυθμό αναπνοής, η MAP ποικίλει ανάλογα του τύπου του προϊόντος και της ωριμότητας αυτού, ξεχωριστή σημασία πρέπει να δοθεί στην περατότητα του εύκαμπτου φύλλου πλαστικού γιατί αναερόβιες συνθήκες είναι ανεπιθύμητες. Έτσι για την ορθή επιλογή πλαστικού πρέπει να λαμβάνεται υπόψη το πάχος και η περατότητα αυτού τόσο στα αέρια που εμπλέκονται στη διαδικασία της αναπνοής O_2 και CO_2 όσο και στους υδρατμούς.

Η περατότητα των πλαστικών (film) εξαρτάται

- από τη φύση του πολυμερούς
- από τις πρόσθετες ουσίες που ενσωματώθηκαν κατά τη διάρκεια της κατασκευής του πλαστικού

- από μικρές οπές, που δημιουργήθηκαν μηχανικά, με σπινθήρα ή με τη χρήση laser.

Για να είναι η συντήρηση με τη βοήθεια πλαστικών επιτυχής πρέπει να ισχύουν οι παρακάτω ιδιότητες:

1. Ο ρυθμός εκπομπής του διοξειδίου του άνθρακα λόγω αναπνοής των φρούτων να είναι ίσος με το ρυθμό απώλειας του αερίου αυτού λόγω διάχυσης.

2. Ο ρυθμός χρησιμοποίησης του οξυγόνου από τα φρούτα για αναπνοή να είναι ίσος με το ρυθμό εισόδου του οξυγόνου από το φύλλο πλαστικού συν τον ρυθμό εισόδου από τυχόν υπάρχουσες οπές.

Ο Zagory (2000) αναφέρει τον ακόλουθο τύπο για την περατότητα των εύκαμπτων φύλλων πλαστικού

$$OTR = RRO_2 * T * W/A * (O_{2atm} - O_{2pkg}), \text{ όπου}$$

OTR = περατότητα εύκαμπτου φύλλου πλαστικού

RR = ρυθμός αναπνοής συντηρούμενου προϊόντος

T = πάχος πλαστικού

W = βάρος συντηρούμενου προϊόντος

A = επιφάνεια επαφής φύλλου πλαστικού

O_{2pkg} = η επιθυμητή συγκέντρωση οξυγόνου εντός της συσκευασίας

O_{2atm} = η συγκέντρωση του οξυγόνου στον ατμοσφαιρικό αέρα = 21%.

Δεδομένου μάλιστα ότι υψηλές συγκεντρώσεις CO_2 έχουν επιζήμια αποτελέσματα στα περισσότερα φρούτα, ένα "καλό" πλαστικό πρέπει να αφήνει περισσότερο CO_2 να εξέρχεται και να επιτρέπει την είσοδο του O_2 με μικρότερους ρυθμούς.

Επίσης ιδιαίτερη έμφαση πρέπει να δοθεί στον παράγοντα θερμοκρασία, καθώς εσωτερικά του πλαστικού η ατμόσφαιρα εξαρτάται από αυτή, αφού η περατότητα δεν μπορεί να ακολουθήσει τις αλλαγές της θερμοκρασίας στην οποία συντηρούμε το φυτικό προϊόν.

Όσον αφορά την υγρασία εντός του πλαστικού μπορεί να δημιουργήσει προβλήματα αν η περατότητα του πλαστικού στους υδρατμούς είναι χαμηλή με άμεσο αποτέλεσμα τη συσσώρευση μικρών σταγονιδίων ύδατος σαν ένα λεπτό στρώμα πάνω στο φυτικό προϊόν ικανό να επιφέρει ακόμη και το σάπισμα. Στην περίπτωση των μανιταριών η δημιουργία συμπυκνώματος ευνοεί την ανάπτυξη του παθογόνου βακτηρίου *Pseudomonas tolaasii* που επιφέρει σταδιακά κιτρίνισμα και κατόπιν επιφανειακό καφέπασμα.

Συνοψίζοντας τις ευεργετικές επιδράσεις που ασκούν τα εύκαμπτα φύλλα πλαστικού, ο Ι.Λ. Φραντζεσκάκης(1990) αναφέρει:

α. Το πλαστικό "περιτύλιγμα" μειώνει τις απώλειες βάρους, λόγω μείωσης της εξάτμισης. Έτσι, τα μη περιτυλιγμέναμανιτάρια στους 18° C χάνουν το 50% του νωπού τους βάρους, ενώ τα συσκευασμένα 5-7% σε 5 μέρες. Οι απώλειες διαφέρουν λίγο μεταξύ των διαφορετικών πλαστικών.

β. Το πλαστικό επιδρά στην σύνθεση της ατμόσφαιρας μέσα στη συσκευασία. Το περιτύλιγμα δρα σαν φράγμα στη διάχυση των αερίων (O₂CO₂) και των υδρατμών. Έτσι μειώνεται η αναπνευστική δραστηριότητα των συσκευασμένωνμανιταριών. Ταμανιτάρια έχουν μεγάλη αναπνευστική δραστηριότητα σε σύγκριση με άλλα λαχανικά. Έτσι μετά από 24 ώρες στους 18° C επέρχεται ισορροπία μεταξύ O₂ και CO₂, που διατηρείται για αρκετές μέρες. Ανάλογα με το πλαστικό, η περιεκτικότητα του CO₂ κυμαίνεται από 8-15% και του O₂ από 1-2%.

γ. Το πλαστικό μειώνει την ταχύτητα της κασάνωσης των καρποφοριών, λόγω παρεμπόδισης της δράσης του ενζύμου τυροσινάσης από την υψηλή συγκέντρωση του CO₂.

Τα νωπάμανιτάρια μπορούν να συντηρηθούν σε ψυγείο 1-3° C και 90-95% σχετική υγρασία για 7-10 ημέρες, χωρίς να μειωθεί η ποιότητά τους.

Τα πλαστικά που χρησιμοποιούνται στη συσκευασία των προϊόντων σήμερα είναι :

1. Σελοφάν

Το σελοφάν κατασκευάζεται από την διάλυση πούλπας ξύλου. Ήταν το πρώτο υλικό το οποίο είχε την ιδιότητα της διαφάνειας. Συνήθως είναι συγκολλημένο με νιτροσελουλόζη, γεγονός που του προσδίδει αντοχή στη ζέστη και μικρή περατότητα στα αέρια. Είναι ένα υλικό εύκαμπτο αλλά και σχετικά σκληρό.

2. Πολυμερή αιθυλενίου και πολυαιθυλενίου

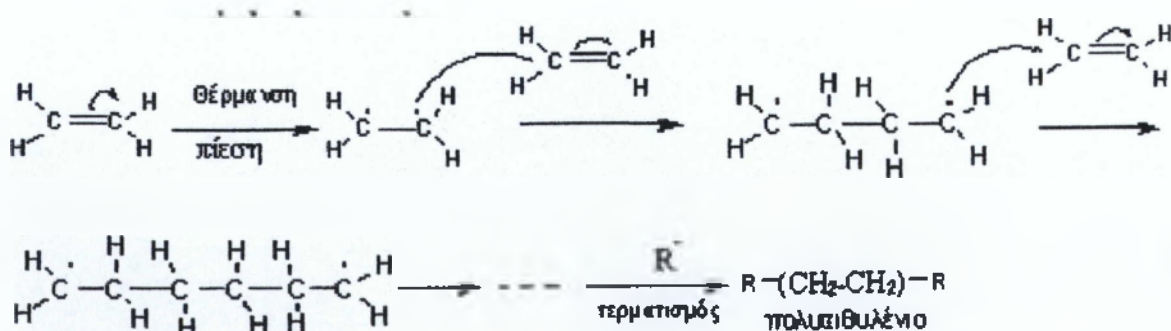
α) Πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LDPE)

β) Σύνθετα πολυμερή του αιθυλενίου

γ) Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας (HDPE)

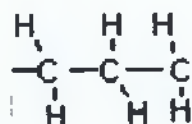
δ) Γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας (LLDPE)

Το γνωστό μας πολυαιθυλένιο παράγεται από τον πολυμερισμό του αιθυλενίου. Ο πολυμερισμός είναι αντίδραση προσθήκης, κατά την οποία το ένα μόριο αιθυλενίου προστίθεται στο άλλο και σχηματίζονται μακριές αλυσίδες, που είναι τα μόρια του πολυαιθυλενίου. Πρακτικά η παρασκευή του πολυαιθυλενίου γίνεται με θέρμανση του υγρού αιθυλενίου κάτω από υψηλή πίεση:



Το πολυαιθυλένιο είναι ένα ανθεκτικό και εύκαμπτο στερεό, σε θερμοκρασία δωματίου. Το μοριακό του βάρος μπορεί να κυμαίνεται από 1500-10.000. Το μήκος των αλυσίδων μπορεί να ρυθμιστεί κατά την παρασκευή του, με τη χρήση ειδικών ουσιών που τερματίζουν την αντίδραση. Οι ουσίες αυτές διασπώνται εύκολα σε ρίζες, οι οποίες δεσμεύουν τις ρίζες του πολυαιθυλενίου και έτσι σταματά η αντίδραση.

α) Το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας πρωτοεμφανίστηκε μετά το Δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο. Αποτελείται από μια μακριά αλυσίδα με επαναλαμβανόμενες μονάδες αιθυλενίου συνδεδεμένες μεταξύ τους.



Είναι φτιαγμένο από αιθυλένιο σε πολύ υψηλές πιέσεις και θερμοκρασία γύρω στους 300° F. Τα φύλλα πλαστικού πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας είναι εύκαμπτα, ελαστικά, έχουν σχετικά μεγάλη διαύγεια, μικρή περατότητα στην υγρασία, αλλά μεγάλη στο οξυγόνο.

β) Σύνθετα πολυμερή του αιθυλενίου

- Αιθυλένιο οξικού βινυλίου: Είναι πολυμερές το οποίο παράγεται από τον πολυμερισμό του αιθυλενίου με οξικό βινύλιο. Συγκριτικά με το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας είναι πολύ πιο ανθεκτικό.

- Πολυμερή οξέων: προκύπτουν από τον πολυμερισμό του αιθυλενίου μαζί με το ακρυλικό οξύ ή το μεθακρυλικό οξύ. Συγκριτικά με το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας έχουν μεγαλύτερη διαύγεια και αντοχή.

γ) Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας.

Παρουσιάζει μεγάλη πυκνότητα ($\approx 0,94\text{gr/cc}$). Είναι λιγότερο ελαστικό, πιο σκληρό, αλλά λιγότερο περατό στα αέρια συγκριτικά με το πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας.

δ) Γραμμικό πολυαιθυλένιο χαμηλής πυκνότητας.

Αρχικά χρησιμοποιήθηκε στον Καναδά, ενώ αργότερα ακολούθησαν οι Ηνωμένες Πολιτείες και η Αγγλία. Η πυκνότητά του είναι ίδια μ' αυτή του πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας, ωστόσο παρουσιάζει μεγαλύτερη διαύγεια. Το κόστος του δεν είναι ιδιαίτερα υψηλό, είναι αρκετά ανθεκτικό και σκληρό.

4.5 Τελευταίες εξελίξεις στον τομέα των συσκευασιών με τροποποιημένη ατμόσφαιρα

Οι Nichols & Hammond (1975) κάνουν χρήση μικροδιάτρητων film. Πιο συγκεκριμένα αναφέρουν ότι 1-4 μικροσκοπικές τρύπες (1mm διάμετρος) στα film πολυαιθυλενίου που περιτυλίγουν το πακέτο των μανιταριών μπορούν να ελέγξουν το βαθμό τροποποίησης της ατμόσφαιρας. Ο Burton (1990) ισχυρίζεται ότι επειδή ο αριθμός των οπών του μικροδιάτρητου film είναι σχετικά μικρός, υπάρχει κίνδυνος να καλυφθούν οι οπές από τις διάφορες ενημερωτικές ταμπέλες με αποτέλεσμα να δημιουργηθεί τελικά αναερόβια ατμόσφαιρα εντός του πακέτου. Αναερόβια ατμόσφαιρα μπορεί να προκληθεί και από τη στοίβαξη όπου το film του επάνω πακέτου κλείνει τις οπές του film του κάτω πακέτου. Η λύση είναι ν' αποφεύγουμε τις πολλές ταμπέλες και την υπερβολική στοίβαξη.

Επίσης, πρέπει ν' αναφερθεί πως ο Burton(1987) περιτύλιξε μανιτάρια χρησιμοποιώντας πολυπροπυλένιο σχετικά στεγανό στο οποίο είχε ενσωματωθεί ένα παράθυρο από film με

μικροπόρους υψηλής περατότητας. Η μέτρια τροποποιημένη ατμόσφαιρα που δημιουργήθηκε ήταν ικανή να καθυστερήσει τη γήρανση των μανιταριών, το άνοιγμα και το καφέτισμα του πύλου.

Ωστόσο, η συσσώρευση συμπυκνώματος (νερού) στο πακέτο ήταν ένα ενδεχόμενο πρόβλημα και η υψηλή υγρασία δημιούργησε μυκηλιακό χνούδι όταν υπήρχε υψηλή συγκέντρωση O₂.



ΜΕΡΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ
ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟ

1.1 Εισαγωγή

Στο πειραματικό μέρος της μελέτης αυτής μελετήσαμε την αναπνευστική δραστηριότητα των μανιταριών του είδους *Agaricus bisporus* στέλεχος F40 σε συνθήκες κανονικής ατμοσφαιρικής σύνθεσης (21% O₂, 0,03% CO₂) και τροποποιημένης ατμόσφαιρας που δημιουργήθηκε από πλαστικές συσκευασίες. Προσπαθήσαμε, επίσης σε διαφορετικές συνθήκες θερμοκρασίας να ελέγξουμε αν υπάρχει κάποια σχέση που να συνδέει την αναπνευστική δραστηριότητα των μανιταριών και το άνοιγμα του πύλου.

Το *Agaricus bisporus* επιλέχθηκε γιατί καλλιεργείται σε μεγαλύτερο ποσοστό από τα υπόλοιπα είδη μανιταριών στη χώρα μας, ενώ, επιπλέον παρουσιάζει ιδιαίτερη ευαισθησία κατά τη διάρκεια της συντήρησής του, αφού χαρακτηρίζεται από έναν έντονο ρυθμό αναπνευστικής δραστηριότητας.

Συνοψίζοντας θα μπορούσαμε να πούμε πως επιχειρήσαμε την μελέτη αυτή επιθυμώντας να μάθουμε περισσότερα για την επίδραση που έχει η τροποποιημένη ατμόσφαιρα στη συντήρηση νωπών μανιταριών. Επιδιώξαμε δε να βρούμε συγκεκριμένες περιεκτικότητες O₂ και CO₂, στις ενδεικνυόμενες θερμοκρασίες, που να επιτρέπουν μια όσο το δυνατόν μακρύτερη και επιτυχή συντήρηση νωπών μανιταριών, ή διαφορετικά ένα μη έντονο ρυθμό αναπνευστικής δραστηριότητας.

Σύμφωνα με βιβλιογραφικά δεδομένα για τη συντήρηση των μανιταριών *Agaricus bisporus* η περιεκτικότητα σε O₂ δεν πρέπει να είναι μικρότερη από 3-4% για τη διατήρηση της αερόβιας αναπνοής (Burton et al 1987).

1.2 Υλικά και μέθοδοι

Τα μανιτάρια που χρησιμοποιήθηκαν για την πραγματοποίηση αυτού του πειράματος ανήκαν στο στέλεχος F40 του είδους *Agaricus bisporus* της οικογένειας Agaricaceae. Το πείραμα περιελάμβανε δύο πειραματικές σειρές και σε καθεμιά χρησιμοποιήθηκαν μανιτάρια από το Β κύμα κοπής.

Τα μανιτάρια προήρχοντο από την παραγωγική μονάδα "Φάρμα Ευβοίας" στη Χαλκίδα που αμέσως μετά τη συγκομιδή μεταφέρονταν οδικώς με αυτοκίνητο-ψυγείο, τοποθετημένα σε πλαστικά κεσεδάκια και σε μονόσειρα χαρτοκιβώτια, στο εργαστήριο. Τα μανιτάρια έφταναν συνήθως στο εργαστήριο αργά το βράδυ, τοποθετούνταν σε ψυκτικό θάλαμο θερμοκρασίας 0° C και η έναρξη του πειράματος γινόταν το πρωί της επόμενης μέρας. Οι χειρισμοί και οι μετρήσεις που πραγματοποιούνταν ήταν οι εξής:

1. Διαλογή και συσκευασία.
2. Μέτρηση της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών.
3. Μέτρηση αναπνοής συσκευασμένων μανιταριών.
4. Μέτρηση αναπνοής ασυσκευαστων μανιταριών.
5. Μέτρηση βάρους των μανιταριών όλων των κατηγοριών.

1.2.1 Διαλογή και συσκευασία

Η διαλογή και η συσκευασία γινόταν σε κλιματιζόμενο χώρο του εργαστηρίου σε θερμοκρασία περίπου 10°C. Για τη συσκευασία χρησιμοποιήθηκαν πλαστικά δοχεία διαστάσεων 17x13 cm χωρητικότητας περίπου 250 gr τα οποία στη συνέχεια συσκευάζονταν σε σακκουλάκια πολυαιθυλενίου μέσης πυκνότητας (PEMD) διαστάσεων 23x17 cm. Τα films που χρησιμοποιήθηκαν για τη συσκευασία είχαν πάχος 30μm (PEMD-30) και 60 μm (PEMD-60). Στο επάνω μέρος της κάθε συσκευασίας τοποθετείτο σιλίκονη για να είναι δυνατή με τη βοήθεια σύριγγας η λήψη αερίου για ανάλυση. Οι θερμοκρασίες που μελετήθηκαν ήταν 0°C 5°C 10°C 15°C και 20°C. Το πείραμα επαναλήφθηκε δύο φορές.

1.2.2 Μέτρηση της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών

Η ανάλυση των αέριων δειγμάτων της ατμόσφαιρας των συσκευασιών έγινε με τη βοήθεια αερίου χρωματογράφου.

Η αέρια χρωματογραφία χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό αερίων, πτητικών υγρών ή στερεών, στην αέρια πάντοτε φάση. Ο διαχωρισμός οφείλεται στην κίνηση των συστατικών (μέσα στη στήλη) με διαφορετική το καθένα ταχύτητα, η οποία εξαρτάται από την αλληλεπίδραση του κάθε συστατικού με τη στατική στερεή φάση. Η αέρια χρωματογραφία έχει μεγάλη ευαισθησία, ικανότητα διαχωρισμού, απλότητα και ταχύτητα, χρησιμοποιείται δε πολύ συχνά στην Ανάλυση των Τροφίμων για διαχωρισμούς, ποσοτικές αναλύσεις, έλεγχο καθαρότητας ουσιών κ.λ.π.

Στο πείραμα χρησιμοποιήθηκε χρωματογράφος Perkin Elmer 8700 ο οποίος αποτελείται από τα εξής επιμέρους στοιχεία:

Σύστημα εισαγωγής δείγματος: η εισαγωγή του δείγματος γίνεται με τη βοήθεια σύριγγας 1ml, μέσα από κατάλληλο στόμιο, που φράσσεται με ελαστικό διάφραγμα (septum) και λειτουργεί σαν βαλβίδα. Για καλύτερο διαχωρισμό πρέπει ο όγκος του δείγματος και ο χρόνος εισαγωγής του να είναι οι μικρότεροι δυνατοί.

Στήλη(στατική φάση): η στήλη αποτελεί το βασικότερο μέρος του αερίου χρωματογράφου στο οποίο γίνεται ο διαχωρισμός των συστατικών ενός μίγματος. Επειδή οι διαχωρισμοί γίνονται συνήθως σε υψηλές θερμοκρασίες, χρησιμοποιούνται ειδικά υλικά κατασκευής και πλήρωσης της στήλης.

Ανιχνευτής: μετά την έξοδο από τη στήλη, το αέριο δείγμα περνάει από τον ανιχνευτή, ο οποίος έχει σκοπό να καταγράφει τις μεταβολές της αντίστασης ενός θερμοευαίσθητου στοιχείου. Στην περίπτωση μας χρησιμοποιήθηκε ανιχνευτής θερμοαγωγημότητας (TCD).

Ενισχυτής – καταγραφέας: το ηλεκτρικό σήμα του ανιχνευτή ενισχύεται στον ενισχυτή και ο καταγραφέας το μετατρέπει σε σήμα καταγραφής σε εκτυλισσόμενο ειδικό χαρτί. Ο καταγραφέας συνδέεται με τον ολοκληρωτή προκειμένου ν' απεικονιστούν οι μεταβολές ενός ηλεκτρικού σήματος σε συνάρτηση με το χρόνο. Αυτό το σήμα μεταβάλλεται συναρτήσει της ποσότητας της ουσίας που εξέρχεται από τη στήλη.

Οι συγκεντρώσεις του O₂ και του CO₂ μέσα στις συσκευασίες μετρήθηκαν την 1^η, 2^η, 4^η, 5^η, 6^η, 8^η και 9^η ημέρα στην πρώτη πειραματική σειρά, ενώ στη δεύτερη, την 1^η, 2^η, 4^η, 5^η, 7^η και 8^η ημέρα της συντήρησης. Πριν από την έναρξη των αναλύσεων γινόταν το "σταντάρισμα" του χρωματογράφου με δείγματα γνωστής σύνθεσης. Στη συνέχεια γινόταν η λήψη του αερίου δείγματος από την ειδικά προετοιμασμένη θέση της συσκευασίας, με τη βοήθεια στεγανής σύριγγας. Τα αποτελέσματα εκφράζονταν σε % συγκέντρωση του δείγματος.



Φωτογραφία 2. Αέριος χρωματογράφος Perkin Elmer 8700.

1.2.3 Μέτρηση αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών

Η μέτρηση της αναπνοής έγινε σε 8 δείγματα (κεσεδάκια των 250 gr) ανά θερμοκρασία και πλαστικό. Οι θερμοκρασίες που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 0, 5, 10, 15 και 20°C. Χρησιμοποιήθηκε η συσκευή RIKCLOS (Μητρόπουλος και συνεργάτες, 2000), η οποία περιλάμβανε έναν IR μετρητή CO₂ συνδεδεμένο σε σειρά με αναπνευστικό θάλαμο έτσι ώστε με τις σωληνώσεις να αποτελούν ένα κλειστό κύκλωμα.

Ο συγκεκριμένος ανιχνευτής ήταν προϊόν της εταιρείας Riken Keiki, ήταν φορητός, μικρών διαστάσεων (230mm X 190mm X 113mm) και βάρους 2,4kg. Η κλίμακα μέτρησής του ήταν από 0 έως 5.000ppm, και η διακριτική ικανότητά του 25ppm. Το αποτέλεσμα της μέτρησης εμφανιζόταν με ψηφιακή μορφή, το όργανο όμως διέθετε και αναλογική έξοδο συνεχούς τάσης 0-100mV, οπότε το αποτέλεσμα της μέτρησης μπορούσε να καταγραφεί.

Για τον υπολογισμό του όγκου του κλειστού κυκλώματος έγινε ακριβής μέτρηση και υπολογισμός των σωληνώσεων και του αναπνευστικού θαλάμου (Μητρόπουλος και συνεργάτες, 2000).

Η εκτίμηση της αναπνοής έγινε με αβεβαιότητα της τάξης 4-6%, επειδή χρησιμοποιήθηκε μόνο η οπτική ένδειξη του αναλυτή (Μητρόπουλος και συνεργάτες, 2000). Ο ρυθμός αναπνοής υπολογίσθηκε από την ακόλουθη σχέση:

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

Όπου q_R : ρυθμός αναπνοής σε ml CO₂/h/100gr μανιταριού
 $\Delta C = C_f - C_i$: Μεταβολή της συγκέντρωσης CO₂(τελική- αρχική οπτική ένδειξη)
 $V = V_c - V_{pr}$: Όγκος αέρα κυκλώματος σε ml
 K = η κλίση της ευθείας $C=f(t)$ σε ppm/h
 t = χρόνος σε h
 m = μάζα του μανιταριού σε gr
 i = αρχική κατάσταση
 f = τελική κατάσταση
 c = κύκλωμα διάταξης
 pr = προϊόν



Φωτογραφία 3. Η συσκευή RIKCLOS, προϊόν της εταιρείας Riken Keiki.

Προκειμένου να διαπιστωθεί εάν υπάρχει σχέση μεταξύ της μεταβολής της διαμέτρου του πύλου και της αναπνευστικής δραστηριότητας, συγχρόνως με τη μέτρηση της αναπνοής μετρήσαν και η μεταβολή της διαμέτρου των μανιταριών. Η μελέτη αυτή έγινε σε τρεις θερμοκρασίες 0, 5 και 10°C.

Αναλυτικότερα, για κάθε μελετούμενη θερμοκρασία χρησιμοποιήθηκαν 2 κεσεδάκια των 250gr, εντός των οποίων υπήρχαν 10 μανιτάρια/κεσεδάκι και ανά τακτά χρονικά διαστήματα 2-3 ημερών μετρήσαν η μεταβολή της διαμέτρου του πύλου.

Επίσης, ογκομετρείτο και ζυγίζονταν το περιεχόμενο των ασυσκευάστων κεσεδών και στις τρεις προαναφερθείσες θερμοκρασίες συντήρησης, προκειμένου να διατυπωθεί μια σχέση μεταβολής της πυκνότητας των μανιταριών συναρτήσεσι του χρόνου συντήρησης. Από την τελευταία αυτή σχέση θα ήταν δυνατόν πλέον ο υπολογισμός ανά πάσα στιγμή του όγκου των μανιταριών και έτσι να υπολογίζονται οι αντίστοιχες τιμές στη γνωστή σχέση υπολογισμού της αναπνευστικής δραστηριότητας:

$q_R = \frac{\Delta C}{\Delta t} \times \frac{V}{m} \times 10^{-4}$,προκειμένου να οδηγηθεί κανείς στον πλέον ορθό προσδιορισμό του ρυθμού αναπνοής.

Τέλος τα αποτελέσματα των μετρήσεων αναλύθηκαν στατιστικά με τη βοήθεια του στατιστικού πακέτου SPSS 9.0 .

1.2.4 Μέτρηση αναπνοής συσκευασμένων μανιταριών

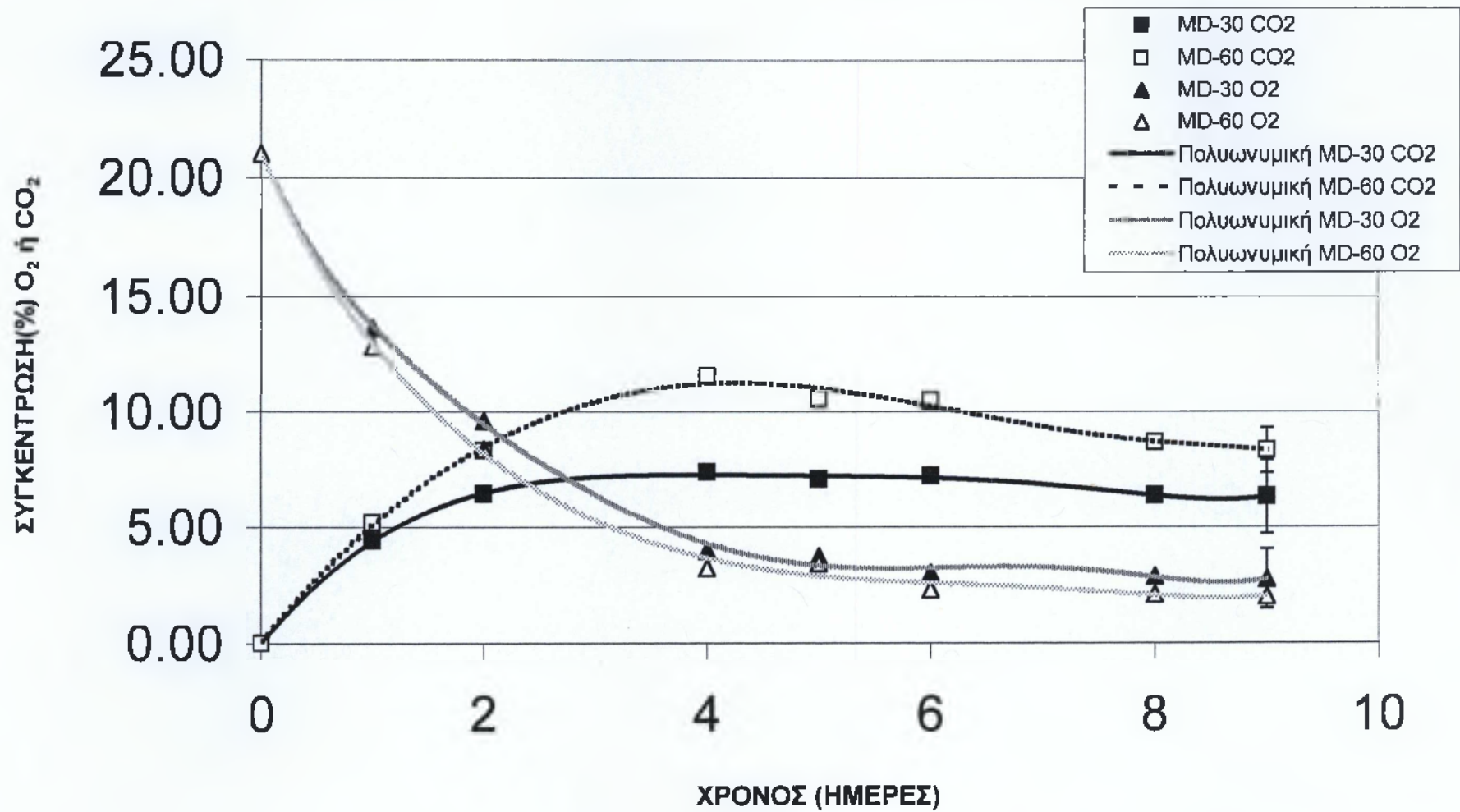
Η μέτρηση της αναπνοής των συσκευασμένων μανιταριών έγινε μετά τη σταθεροποίηση της σύνθεσης της ατμόσφαιρας μέσα στις συσκευασίες (8^η-9^η ημέρα), σε 4 συσκευασίες ανά πλαστικό film και ανά θερμοκρασία. Οι θερμοκρασίες που μελετήθηκαν ήταν 0°C και 10°C. Η μέτρηση της αναπνοής έγινε με την ίδια συσκευή RIKCLOS(Μητρόπουλος και συνεργάτες,2000) που αναφέρθηκε και προηγουμένως.

1.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑ

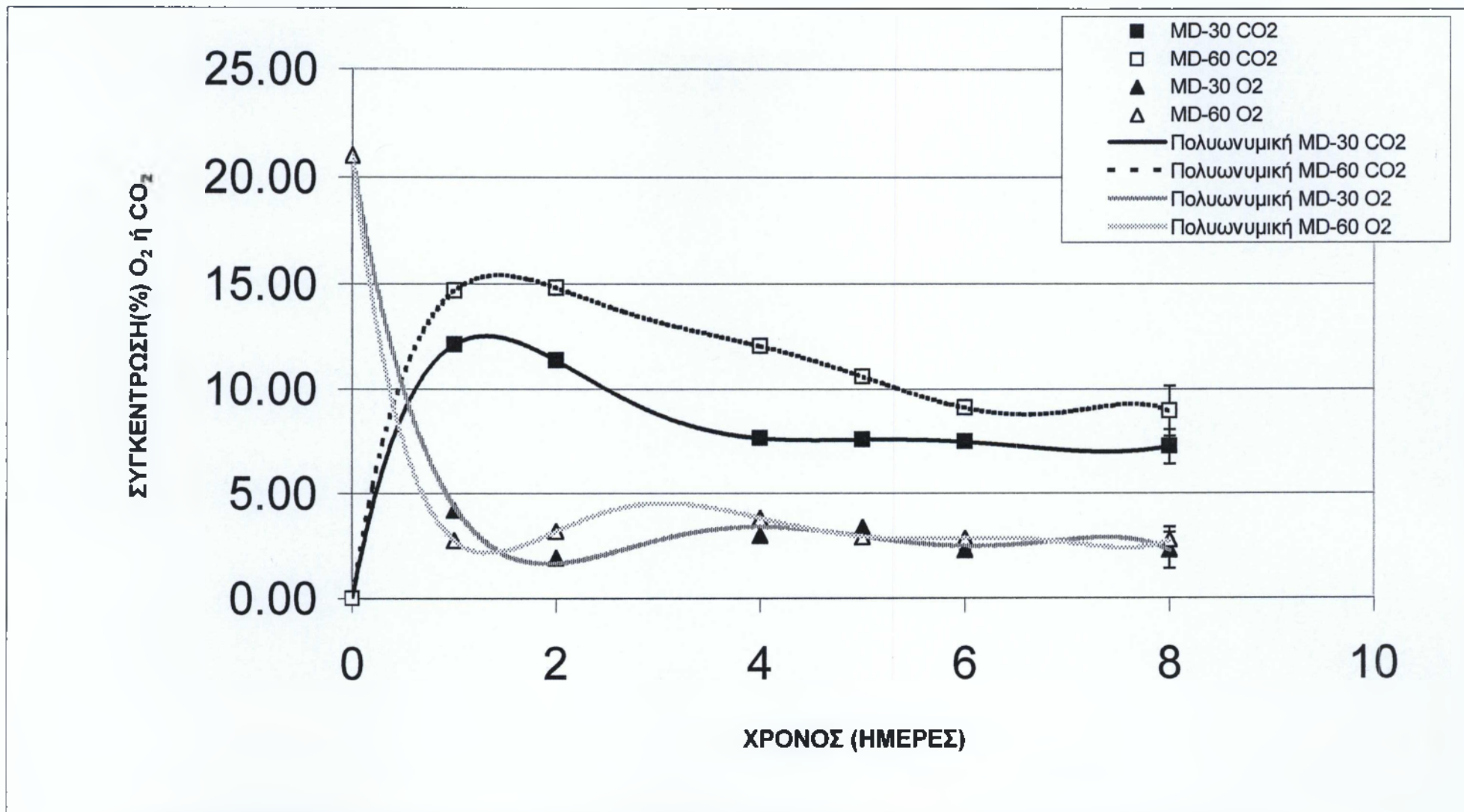
Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται τα αποτελέσματα και οι μεταβολές των παραμέτρων που μελετήθηκαν κατά τη διάρκεια του πειράματος. Τα αποτελέσματα που εμφανίζονται σ' αυτό το κεφάλαιο με πίνακες και γραφικές παραστάσεις βασίζονται στα αναλυτικά δεδομένα των πινάκων του παραρτήματος.

1.3.1 Μέτρηση της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών

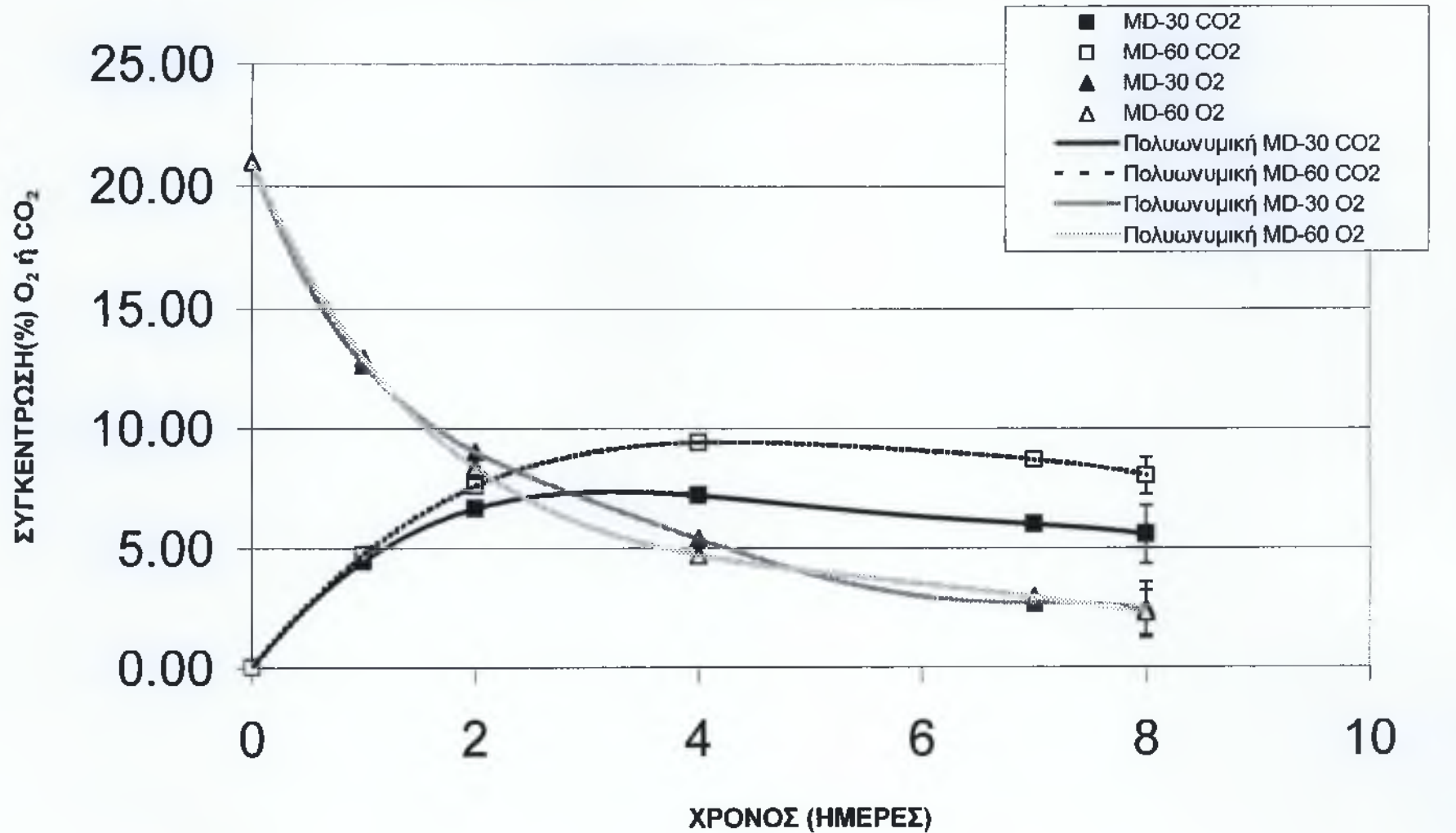
Οι αναλυτικές τιμές των συγκεντρώσεων του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα στην εσωτερική ατμόσφαιρα των συσκευασιών PEMD-30 και PEMD-60 αναφέρονται στους πίνακες του παραρτήματος Π1 έως Π7 για την πρώτη πειραματική σειρά, Π8 έως Π13 για τη δεύτερη πειραματική σειρά. Στα σχήματα 2.1 και 2.2 εμφανίζονται οι μεταβολές των συγκεντρώσεων του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα της εσωτερικής ατμόσφαιρας των συσκευασιών για την πρώτη πειραματική σειρά στους 0°C και 10°C. Στα σχήματα 2.3 και 2.4 εμφανίζονται οι αντίστοιχες μεταβολές για τη δεύτερη πειραματική σειρά. Αναλυτικά στους πίνακες του παραρτήματος Π14 έως Π29 παρουσιάζονται οι μ.ο. των συγκεντρώσεων του οξυγόνου και του διοξειδίου του άνθρακα, καθώς και τα όρια εμπιστοσύνης (confidence limits ή CL) της περιόδου σταθεροποίησης της ατμόσφαιρας (τελευταία μέτρηση).



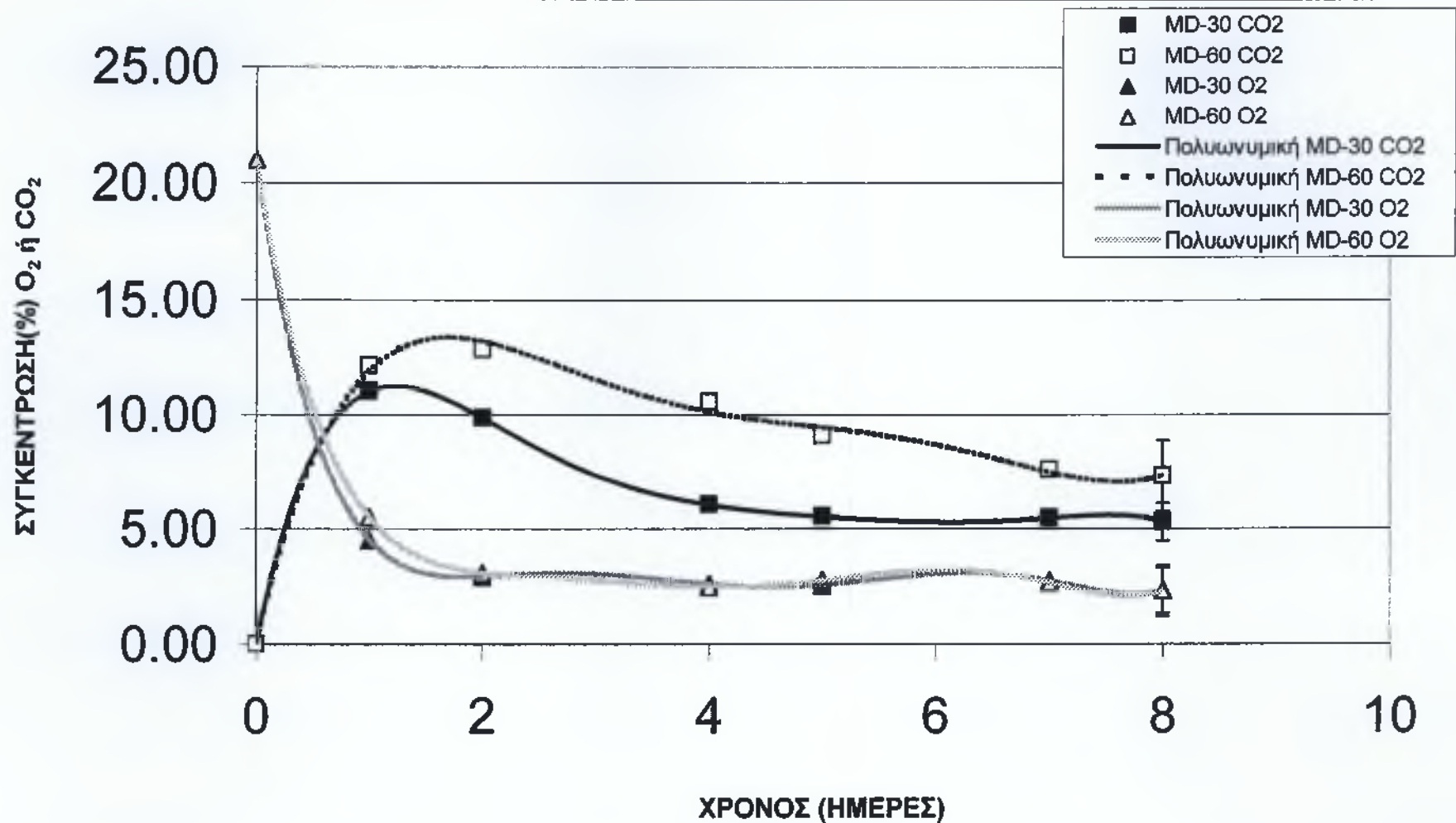
Σχήμα 2.1. Μεταβολή της περιεκτικότητας του CO₂ και του O₂ εντός των συσκευασιών PEMD-30 και PEMD-60 των μανιταριών σε θερμοκρασία 0°C (1η πειραματική σειρά).



Σχήμα 2.2. Μεταβολή της περιεκτικότητας του CO₂ και του O₂ εντός των συσκευασιών PEMD-30 και PEMD-60 των μανιταριών σε θερμοκρασία 10⁰C (1η πειραματική σειρά).



Σχήμα 2.3. Μεταβολή της περιεκτικότητας του CO₂ και του O₂ εντός των συσκευασιών PEMD-30 και PEMD-60 των μανιταριών σε θερμοκρασία 0°C (2η πειραματική σειρά).



Σχήμα 2.4. Μεταβολή της περιεκτικότητας του CO₂ και του O₂ εντός των συσκευασιών PEMD-30 και PEMD-60 των μανιταριών σε θερμοκρασία 10⁰C (2η πειραματική σειρά).

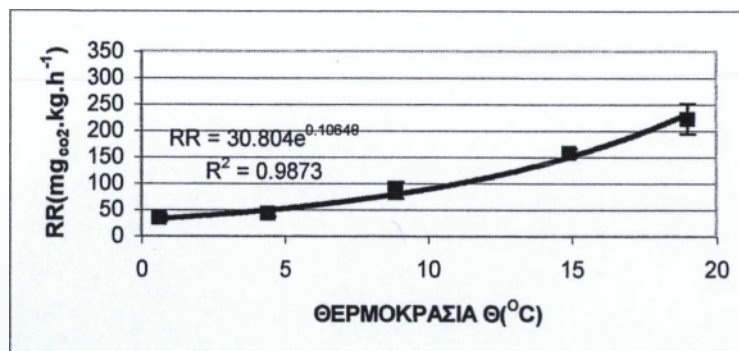
Από τα προηγούμενα σχήματα προκύπτουν τα εξής:

- ❖ Κατά τις πρώτες ημέρες έχουμε και στα δύο είδη συσκευασίας έντονη μείωση της συγκέντρωσης του οξυγόνου και απότομη αύξηση της συγκέντρωσης του διοξειδίου του άνθρακα.
- ❖ Μετά την μείωση, η συγκέντρωση του O₂ και στις δυο συσκευασίες σταθεροποιείται στο 2,5% περίπου για τις δυο θερμοκρασίες συντήρησης των 0°C και 10°C (και για τις δυο πειραματικές σειρές).
- ❖ Όσον αφορά τη συγκέντρωση του CO₂, μετά την απότομη αύξηση, μειώνεται για να σταθεροποιηθεί σε τιμές 8,0-8,5% για τη συσκευασία PEMD-60 στους 0°C (και για τις δυο πειραματικές σειρές), ενώ, παρατηρούμε σταθεροποίηση στο 5,5-6,5% για τη συσκευασία PEMD-30 στην ίδια θερμοκρασία. Στους 10°C, η συγκέντρωση του CO₂ της συσκευασίας PEMD-30 σταθεροποιείται στο 7,0% για τη πρώτη πειραματική σειρά και στο 5,5 για τη δεύτερη, ενώ αυτή της συσκευασίας PEMD-60 σταθεροποιείται στο 7,5-9,0% και στις δυο πειραματικές σειρές.
- ❖ Η μείωση του οξυγόνου είναι πιο έντονη στους 10°C και για τις δύο πειραματικές σειρές.
- ❖ Στο παχύτερο πλαστικό PEMD-60 σημειώνονται υψηλότερες συγκεντρώσεις διοξειδίου του άνθρακα και στις δύο θερμοκρασίες συντήρησης και στις δύο πειραματικές σειρές.

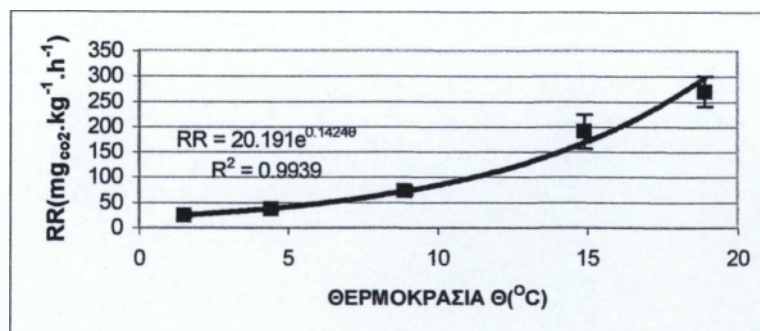
Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της δικής μας πειραματικής μελέτης, μ'αυτά της Γεωργοπούλου και συνεργάτες (2003) διαπιστώνεται ότι η ατμόσφαιρα που δημιουργήθηκε από τα δύο πλαστικά φύλλα στην περίπτωση τη δική μας ήταν πιο φτωχή σε O₂ και πιο πλούσια σε CO₂. Συγκεκριμένα στους 0°C η σύνθεση της ατμόσφαιρας στη δική μας μελέτη ήταν 2,5% O₂, 6% CO₂, ενώ στην περίπτωση της Γεωργοπούλου et al 6% O₂, 4,5% CO₂. Θα πρέπει να επισημανθεί ότι στη δική μας μελέτη χρησιμοποιήθηκε το στέλεχος F40, ενώ σε αυτή της Γεωργοπούλου το στέλεχος F56 και αυτός είναι ο λόγος της διαφοράς στη σύνθεση της ατμόσφαιρας.

1.3.2 Ρυθμός αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών.

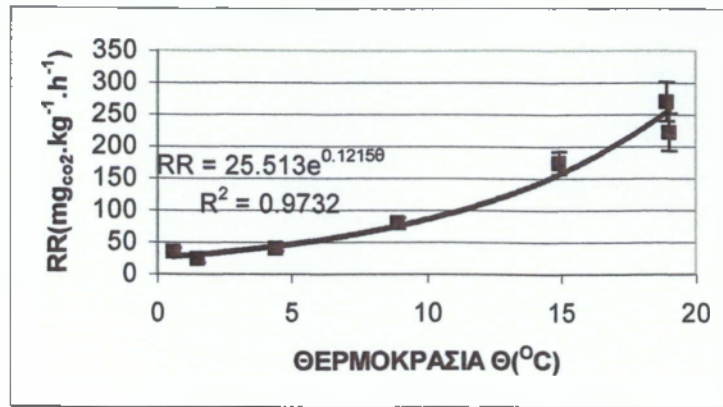
Οι αναλυτικές τιμές και οι υπολογισμοί εκτίμησης του ρυθμού αναπνοής για κάθε θερμοκρασία (0°C, 5°C, 10°C, 15°C, 20°C) παρουσιάζονται στους πίνακες Π31 και Π32, του παραρτήματος τόσο για την πρώτη όσο και για τη δεύτερη πειραματική σειρά αντίστοιχα. Στους πίνακες του παραρτήματος Π33 και Π34 παρουσιάζονται οι μ.ο. του ρυθμού αναπνοής των ασυσκεύαστων μανιταριών στις ίδιες θερμοκρασίες και για τις δυο πειραματικές σειρές καθώς και τα όρια εμπιστοσύνης (C.L.). Στα σχήματα 2.5 και 2.6 παρουσιάζεται η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των ασυσκεύαστων μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας για κάθε επανάληψη χωριστά, ενώ στο σχήμα 2.7 παρουσιάζεται ο μ.ο. της μεταβολής της αναπνευστικής δραστηριότητας των μανιταριών και των δύο επαναλήψεων και τούτο διότι ως προκύπτει από τη στατιστική μελέτη (πίνακας 2.1) δεν υπάρχουν στατιστικά σημαντικές διαφορές μεταξύ των 2 επαναλήψεων.



Σχήμα 2.5: Μεταβολή της αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης (1^η επανάληψη).



Σχήμα 2.6: Μεταβολή της αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης (2^η επανάληψη).



Σχήμα 2.7: Μεταβολή της αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης (μ.ο. των 2 επαναλήψεων).

Πίνακας 2.1: Στατιστική μελέτη των αποτελεσμάτων των 2 επαναλήψεων.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	<u>ΣΕΙΡΑ 1</u>			<u>ΣΕΙΡΑ 2</u>			Σημαντική διαφορά
	Μ.Ο.	Α.Τιμή	Κ.Τιμή	Μ.Ο.	Α.Τιμή	Κ.Τιμή	
0.6	34.6	40.8	28.4				
1.5				24.6	30.7	18.5	
4.4	42.9	49.1	36.7	36.8	39.8	33.8	-
8.9	86.4	102.6	70.2	73.0	81.4	64.6	-
14.9	157.5	166.1	148.9	190.6	224.5	156.7	-
18.9				270.4	300.5	240.3	
19.0	222.4	251.5	193.3				

Από τα παρουσιασθέντα αποτελέσματα προκύπτει ότι:

- ❖ Όσο μεγαλύτερη είναι η θερμοκρασία συντήρησης τόσο πιο έντονος είναι ο ρυθμός αναπνοής του προϊόντος.
- ❖ Η μεταβολή της αναπνοής συναρτήσει της θερμοκρασίας είναι εκθετική της μορφής : $y=Ae^{B\theta}$.

Συγκρίνοντας το ρυθμό αναπνοής του στελέχους F40 το οποίο χρησιμοποιήσαμε στη μελέτη μας με το ρυθμό αναπνοής άλλων στελεχών όπως F56, 737, A2810 (Δημαρέλη et al 2003) προκύπτει ότι:

- ❖ Το στέλεχος F40 σε θερμοκρασίες μέχρι και 10°C παρουσιάζει παρόμοιο ρυθμό αναπνοής μ' αυτό του στελέχους 737, εντονώτερο όμως από αυτό του στελέχους F56.
- ❖ Σε θερμοκρασίες μεταξύ 15-20°C παρουσιάζει χαμηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα από αυτήν του στελέχους A2810

Η παραγωγή θερμότητας από την αναπνοή ανά μονάδα χρόνου δίνεται από τον τύπο:

$$Q_R[\text{KJ.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1}] = m_{\text{CO}_2}[\text{Kg}_{\text{CO}_2}.\text{Kg}_p^{-1}.\text{h}^{-1}].[10,71\text{KJ.Kg}^{-1}\text{CO}_2]$$

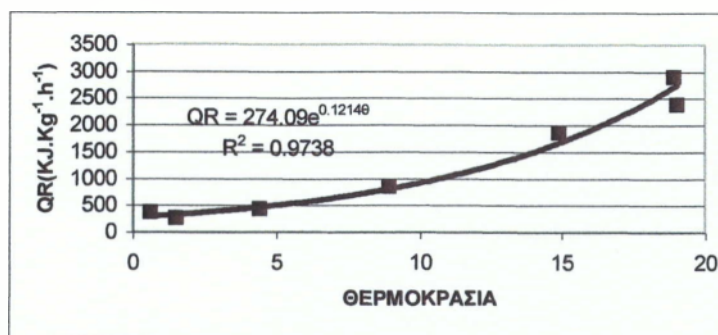
Q_R = θερμική ισχύς αναπνοής

m = παροχή μάζας αναπνευστικού CO_2

Στον πίνακα 2.2 και στο σχήμα 2.8 παρουσιάζεται η μεταβολή της θερμικής ισχύος της αναπνοής των μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

Πίνακας 2.2: Μεταβολή της θερμικής ισχύος της αναπνοής των μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ(°C)	$Q_R(\text{KJ.Kg}^{-1}.\text{h}^{-1})$
0.6	370.566
1.5	263.466
4.4	426.258
8.9	853.587
14.9	1863.540
18.9	2895.984
19.0	2381.904



Σχήμα 2.8: Μεταβολή της θερμικής ισχύος της αναπνοής των μανιταριών συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης.

1.3.3 Μέτρηση της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων μανιταριών.

Η ένταση της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων μανιταριών στους 10⁰C παρουσιάζεται στους πίνακες 2.3 και 2.4 καθώς και στα σχήματα 2.9,2.10,2.11 και 2.12, ενώ η ένταση της αναπνευστικής δραστηριότητας στους 0⁰C παρουσιάζεται στους πίνακες 2.5 και 2.6 καθώς και στα σχήματα 2.13,2.14,2.15 και 2.16.

Στον πίνακα 2.3 και στο σχήμα 2.9 παρουσιάζεται η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10⁰C μανιταριών συναρτήσει της περιεκτικότητας του O₂ θεωρώντας ότι το CO₂ διατηρείται σταθερό μεταξύ 4,5-7%.

Στον πίνακα 2.4 και στο σχήμα 2.11 παρουσιάζεται η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10⁰C μανιταριών συναρτήσει της περιεκτικότητας σε CO₂ θεωρώντας ότι το O₂ διατηρείται σταθερό μεταξύ 1-3%.

Στα σχήματα 2.10 και 2.12 παρουσιάζονται τα όρια εμπιστοσύνης των καμπυλών των σχημάτων 2.9 και 2.11 αντίστοιχα.

Στον πίνακα 2.5 και στο σχήμα 2.13 παρουσιάζεται η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων και συντηρούμενων στους 0⁰C μανιταριών συναρτήσει της περιεκτικότητας του O₂ θεωρώντας ότι το CO₂ διατηρείται σταθερό μεταξύ 3.5-6.5%.

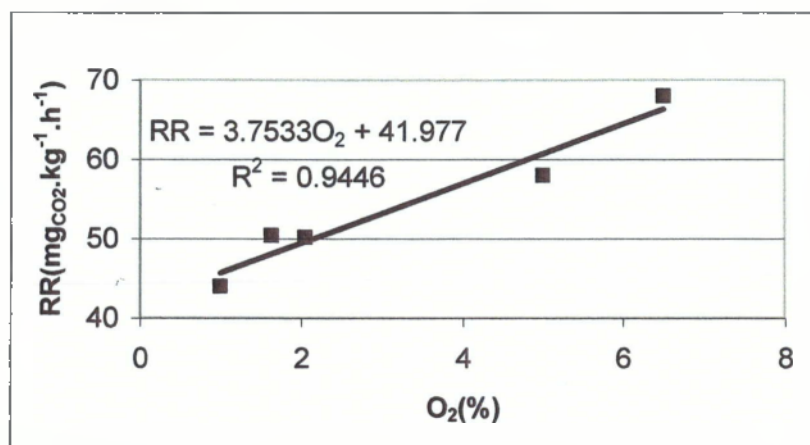
Στον πίνακα 2.6 και στο σχήμα 2.15 παρουσιάζεται η μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας των συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0⁰C μανιταριών συναρτήσει της περιεκτικότητας του CO₂ θεωρώντας ότι το O₂ διατηρείται σταθερό μεταξύ 1-3.5%.

Στα σχήματα 2.14 και 2.16 παρουσιάζονται τα όρια εμπιστοσύνης των καμπυλών των σχημάτων 2.13 και 2.15 αντίστοιχα.

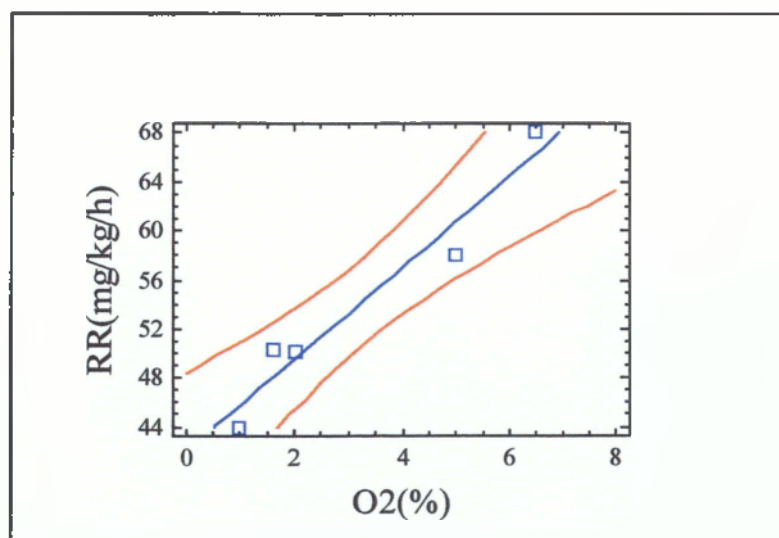


Πίνακας 2.3: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10°C συναρτήσει της συγκέντρωσης του O₂ (το CO₂ διατηρείται σταθερό μεταξύ 4,5-7%).

O ₂ (%)	RR(mg _{CO2} ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)
1.00	44.0
1.63	50.4
2.05	50.2
5.00	58.0
6.50	68.0



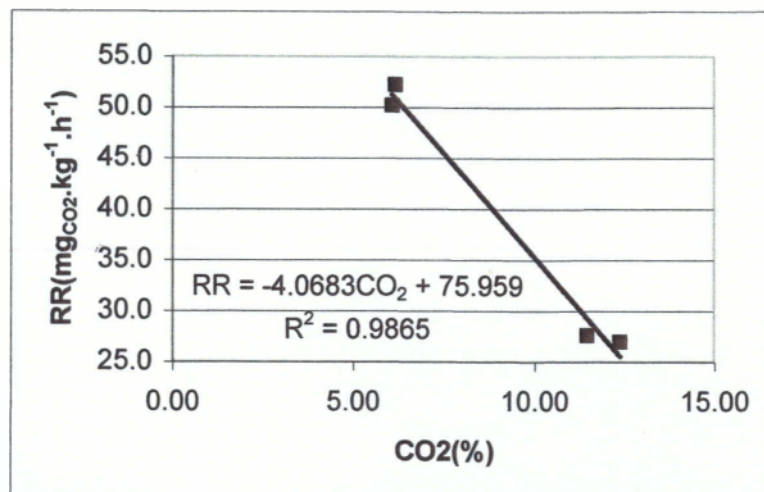
Σχήμα 2.9: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10°C συναρτήσει της συγκέντρωσης του O₂ (CO₂ σταθερό μεταξύ 4.5 και 7.0%).



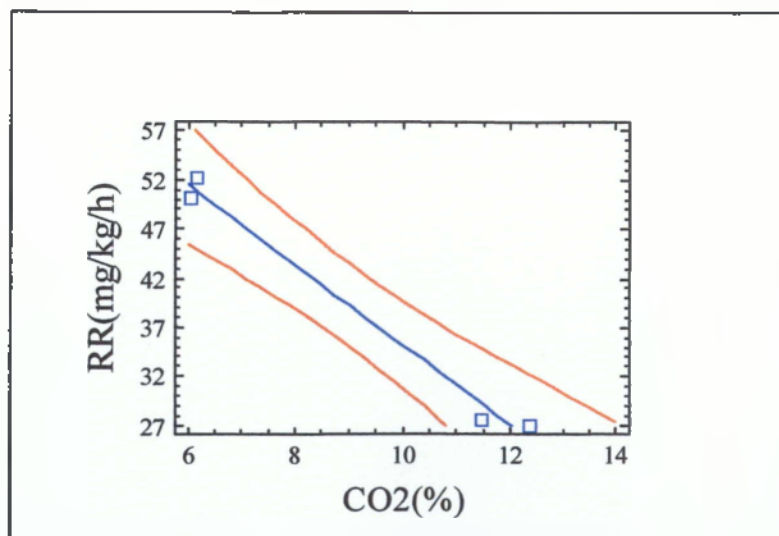
Σχήμα 2.10: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10°C, συναρτήσει της συγκέντρωσης του O₂ (CO₂ μεταξύ 4,5-7%) καθώς και τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης.

Πίνακας 2.4: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10⁰C συναρτήσει της περιεκτικότητας σε CO₂ (περιεκτικότητα O₂ σταθερή μεταξύ 1-3%).

CO ₂	RR(mg _{CO2} ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)
6.07	50.2
6.16	52.2
11.47	27.6
12.39	27.0



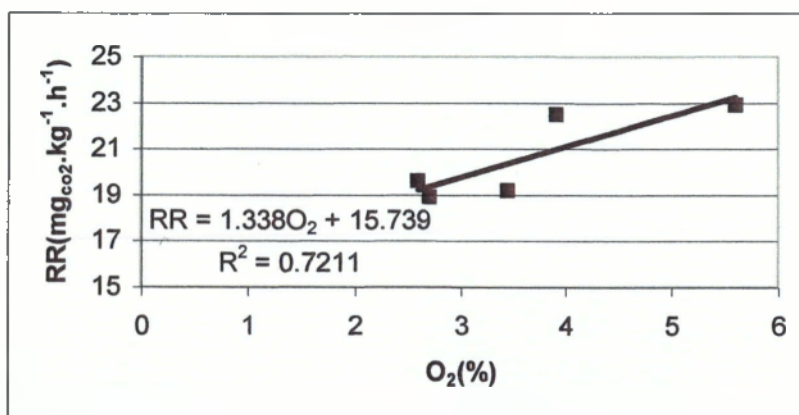
Σχήμα 2.11: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10⁰C μανιταριού συναρτήσει της συγκέντρωσης του CO₂ (O₂ σταθερό μεταξύ 1-3%).



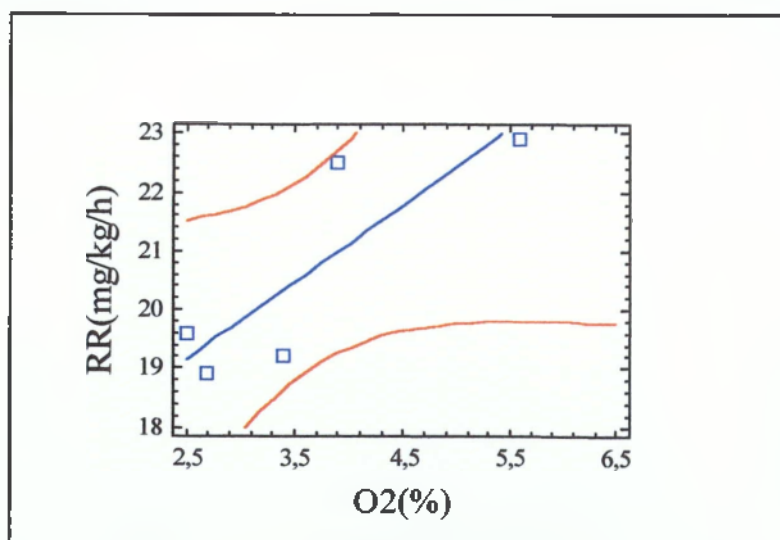
Σχήμα 2.12: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 10⁰C, συναρτήσει της συγκέντρωσης του CO₂ (O₂ μεταξύ 1-3%) καθώς και τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης.

Πίνακας 2.5: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0°C συναρτήσει της περιεκτικότητας σε O₂ (περιεκτικότητα CO₂ σταθερή μεταξύ 3,5-6,5%).

O ₂ (%)	RR(mg _{CO2} .kg ⁻¹ .h ⁻¹)
3.44	19.2
3.91	22.5
5.60	22.9
2.70	18.9
2.59	19.6



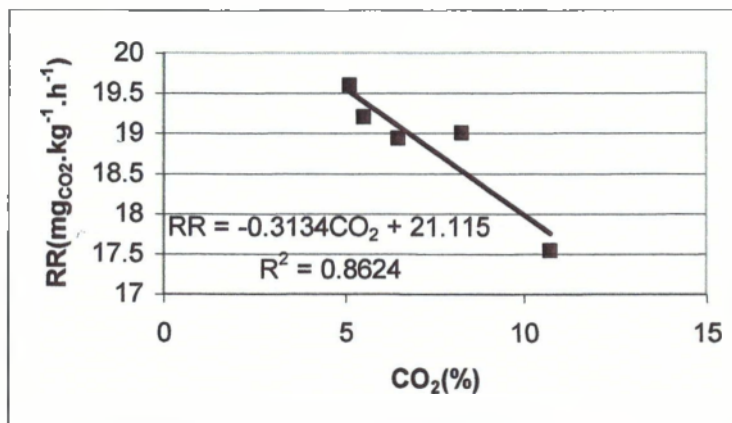
Σχήμα 2.13: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0°C μανιταριού συναρτήσει της συγκέντρωσης του O₂ (CO₂ σταθερό μεταξύ 3.5- 6.5%).



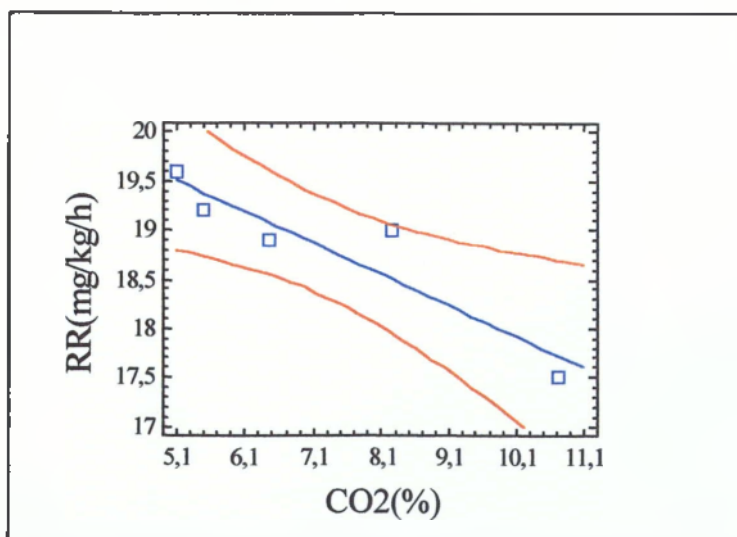
Σχήμα 2.14: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0°C, συναρτήσει της συγκέντρωσης του O₂ (CO₂ μεταξύ 3,5-6,5%) καθώς και τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης.

Πίνακας 2.6: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0°C συναρτήσει της περιεκτικότητας σε CO₂ (περιεκτικότητα O₂ σταθερή μεταξύ 1-3,5%).

CO ₂	RR(mg _{CO2} .kg ⁻¹ .h ⁻¹)
10.72	17.5
6.45	18.9
8.25	19.0
5.10	19.6
5.50	19.2



Σχήμα 2.15: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0°C μανιταριού συναρτήσει της συγκέντρωσης του CO₂ (O₂ σταθερό μεταξύ 1- 3.5%).



Σχήμα 2.16: Μεταβολή της αναπνευστικής δραστηριότητας μανιταριών συσκευασμένων και συντηρουμένων στους 0°C, συναρτήσει της συγκέντρωσης του CO₂ (O₂ μεταξύ 1-3.5%) καθώς και τα αντίστοιχα όρια εμπιστοσύνης.

Όπως προκύπτει από τα αποτελέσματα που παρουσιάστηκαν ο ρυθμός αναπνοής των συσκευασμένων μανιταριών εκτός από τη θερμοκρασία επηρεάζεται και από τη περιεκτικότητα της ατμόσφαιρας σε O₂ και CO₂.

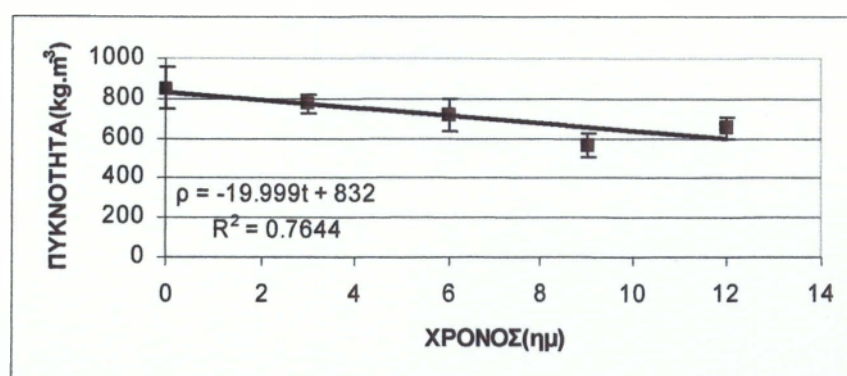
Έτσι στους 10°C ο ρυθμός αναπνοής είναι πρακτικά διπλάσιος αυτού των 0°C.

Για σταθερές συγκεντρώσεις CO₂ ο ρυθμός αναπνοής(RR) αυξάνεται με την αύξηση της συγκέντρωσης του O₂, ενώ για σταθερές συγκεντρώσεις O₂ ο ρυθμός αναπνοής(RR) μειώνεται αυξανόμενης της συγκέντρωσης του CO₂.

1.3.4 Μελέτη της μεταβολής της πυκνότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ακολουθώντας τις πειραματικές μεθόδους όπως ρητά αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 1.2.3 στην προσπάθειά μας προσδιορισμού της πυκνότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης οδηγηθήκαμε στο πίνακα 2.7 και στο σχήμα 2.17.

Πίνακας 2.7: Μεταβολή της πυκνότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης		
ΧΡΟΝΟΣ t(ημ)	ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ρ(kg.m ⁻³)	C.L.
0	850.000	+ 105.8492
3	773.209	+ 44.5143
6	716.260	+ 78.8916
9	567.900	+ 58.2233
12	652.667	+ 58.0908

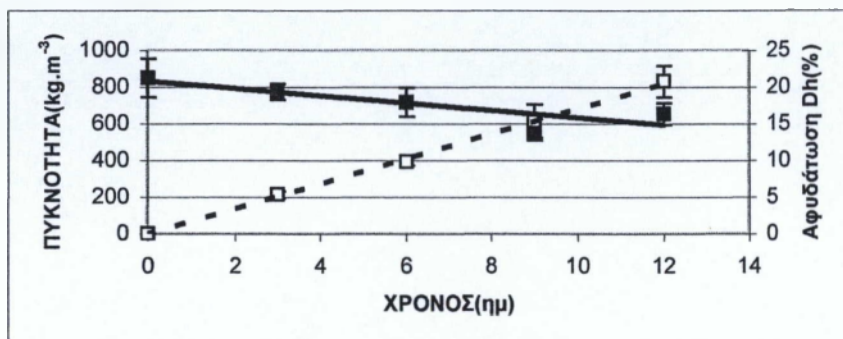


Σχήμα 2.17. Μεταβολή της πυκνότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

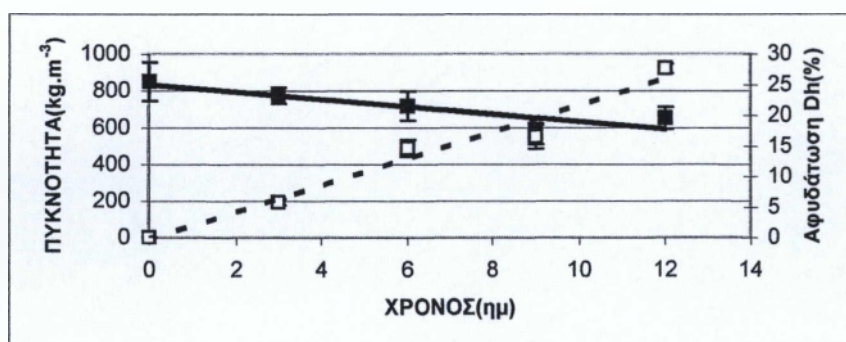
Παρατηρούμε πως η πυκνότητα παρουσιάζεται ως γραμμική φθίνουσα γραφική παράσταση της μορφής $\rho = \alpha t + \beta$.

Ανάλογη μεταβολή παρουσίασε στη μεταπτυχιακή της μελέτη και η Αναστασία Μπράτη (2004) ενισχύοντας έτσι την παραπάνω διαπίστωσή μας.

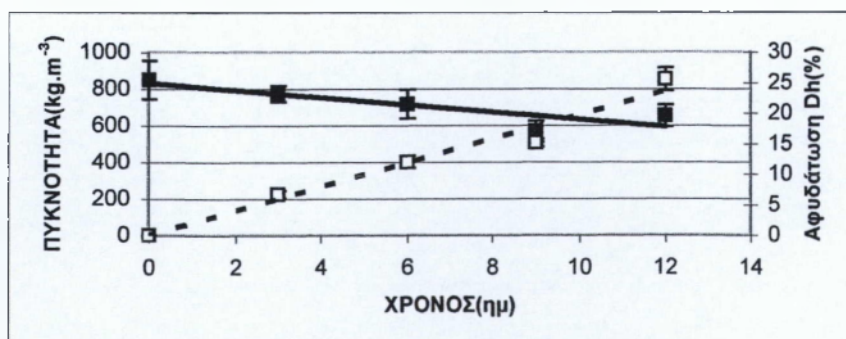
Τα παρακάτω σχήματα 2.18 έως 2.20 παρουσιάζουν τη μεταβολή της πυκνότητας και της αφυδάτωσης των μανιταριών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης για τις θερμοκρασίες 0°C, 5°C και 10°C.



Σχήμα 2.18. Μεταβολή της πυκνότητας και της αφυδάτωσης μανιταριών που συντηρήθηκαν στους 0°C.



Σχήμα 2.19: Μεταβολή της πυκνότητας και της αφυδάτωσης μανιταριών που συντηρήθηκαν στους 5°C.



Σχήμα 2.20: Μεταβολή της πυκνότητας και της αφυδάτωσης μανιταριών που συντηρήθηκαν στους 10°C.

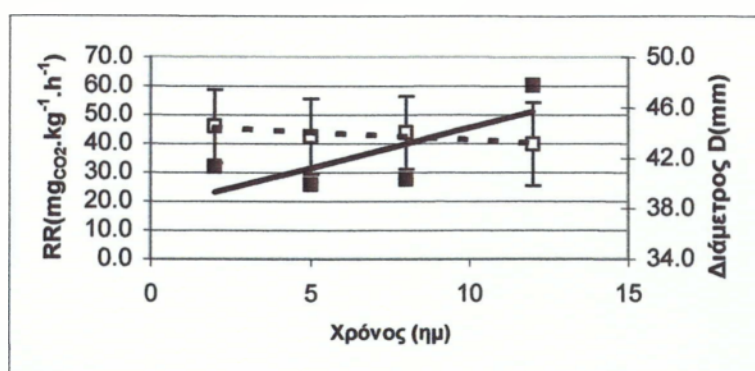
1.3.5 Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής συναρτήσει της μεταβολής της διαμέτρου του πύλου.

Στη δεύτερη πειραματική σειρά προσπαθήσαμε να βρούμε μια σχέση μεταξύ της μεταβολής του ρυθμού αναπνοής των μανιταριών και της μεταβολής της διαμέτρου του πύλου. Αναλυτικότερα οι πίνακες 2.8, 2.9 και 2.10 παρουσιάζουν τις μεταβολές συναρτήσει του χρόνου στους 0°C, 5°C και 10°C αντιστοίχως. Ομοίως και τα σχήματα 2.21, 2.22 και 2.23 εκφράζουν τις προαναφερθείσες μεταβολές. Στους πίνακες Π36 έως Π39 παρουσιάζονται με λεπτομέρεια όλες οι πειραματικές μετρήσεις.

Πίνακας 2.8: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής και της διαμέτρου των μανιταριών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 0°C.

Χρόνος (ημ)	RR(mg _{CO2} ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	Διάμετρος D(mm)	C.L.(Διαμέτρου)*
2	32.0	44.5	+ 2.95
5	25.7	43.7	+ 3.05
8	27.7	44.0	+ 2.95
12	60.2	43.1	+ 3.30

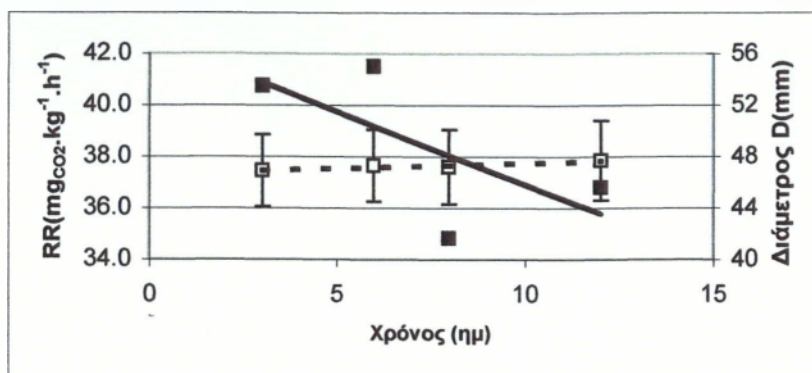
* Ο μικρός αριθμός μετρήσεων του ρυθμού αναπνοής RR δεν επέτρεψε τη στατιστική επεξεργασία.



Σχήμα 2.21: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής και της διαμέτρου των μανιταριών που συντηρήθηκαν στους 0°C συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Πίνακας 2.9: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής και της διαμέτρου των μανιταριών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 5°C.

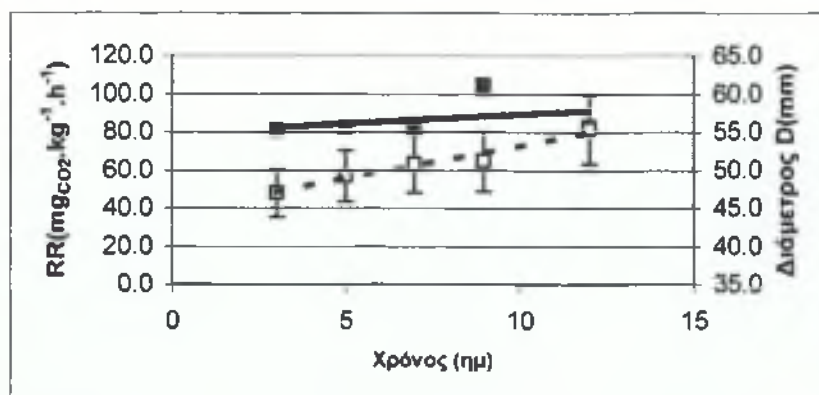
Χρόνος (ημ)	RR(mg _{CO2} ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	Διάμετρος D(mm)	C.L.(Διαμέτρου)
3	40.8	46.9	+ 2.85
6	41.5	47.3	+ 2.85
8	34.9	47.2	+ 2.90
12	36.8	47.7	+ 3.10



Σχήμα 2.22: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής και της διαμέτρου συναρτήσει του χρόνου συντήρησης μανιταριών που συντηρήθηκαν στους 5°C.

Πίνακας 2.10: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής και της διαμέτρου των μανιταριών συναρτήσει του χρόνου συντήρησης στους 10°C.

Χρόνος (ημ)	RR(mg _{CO2} ·kg ⁻¹ ·h ⁻¹)	Διάμετρος D(mm)	C.L.(Διαμέτρου)
3	81.2	47.0	+ 3.25
5	82.2	49.2	+ 3.40
7	81.5	50.8	+ 3.80
9	104.9	51.2	+ 4.00
12	82.7	55.4	+ 4.65



Σχήμα 2.23: Μεταβολή του ρυθμού αναπνοής και της διαμέτρου συναρτήσει του χρόνου συντήρησης μανιταριών που συντηρήθηκαν στους 10°C.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι:

- ❖ Η διάμετρος των μανιταριών αυξάνεται με το χρόνο συντήρησης στις θερμοκρασίες 5°C και 10°C. Αυτό οφείλεται στο άνοιγμα του πύλου.
- ❖ Δεν παρουσιάζεται συσχέτιση μεταξύ της αναπνευστικής δραστηριότητας και της αύξησης του πύλου.

Πίνακας 2.11: Γραμμική συσχέτιση του ρυθμού αναπνοής (RR) και της διαμέτρου του πύλου D συναρτήσει της θερμοκρασίας συντήρησης T.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ	RR=AT+B			D=CT+G		
	A	B	R ²	G	D	R ²
0°C	2.8026	17.463	0.5550	-0.1201	44.636	0.7685
5°C	-0.5644	42.582	0.4547	0.0825	46.677	0.8875
10°C	0.9768	79.461	0.1096	0.8664	44.484	0.9566

Από τον πίνακα 2.11 και τα σχήματα 2.21, 2.22 και 2.23 προκύπτει ότι:

- α) δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ αναπνευστικής δραστηριότητας και χρόνου συντήρησης σε όλες τις μετρούμενες θερμοκρασίες (0°C, 5°C και 10°C),
- β) η μεταβολή της διαμέτρου του πύλου δεν είναι στατιστικά σημαντική στους 0°C και 5°C, ενώ είναι σημαντική μεταξύ αρχή και τέλους πειράματος στους 10°C.

1.4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από όσα αναφέρθηκαν παραπάνω μπορούμε να συμπεράνουμε τα εξής:

- Οι συσκευασίες με τα 2 πλαστικά φύλλα PEMD-30 και PEMD-60 και στις 2 θερμοκρασίες 0°C και 10°C σταθεροποίησαν τη συγκέντρωση του O₂ στο 2,5% ενώ το CO₂ παρουσίασε μία διακύμανση μεταξύ 6-9% ανάλογα με το film και τη θερμοκρασία.
- Η αναπνευστική δραστηριότητα των μανιταριών επηρεάζεται – όπως όλων άλλωστε των φυτικών οργάνων- από τη σύνθεση της ατμόσφαιρας. Αυξάνεται σε υψηλές συγκεντρώσεις O₂ και μειώνεται σε υψηλές συγκεντρώσεις CO₂.
- Η μεταβολή της αναπνοής του στελέχους F40 συναρτήσει της θερμοκρασίας παρουσιάζει Q₁₀ = 2 μεταξύ 0 και 10°C.
- Η μεταβολή της αναπνοής του στελέχους F40 συναρτήσει της θερμοκρασίας είναι εκθετική του τύπου $RR=Ae^{B/T}$ με R²=0,97.
- Στις θερμοκρασίες 0°C, 5°C και 10°C δεν υπάρχει συσχέτιση μεταξύ του ρυθμού αναπνοής και της μεταβολής της διαμέτρου του πύλου.

BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Anonymus, (2001). "Microbiological Safety of Controlled and Modified Atmosphere Packaging of Fresh and Fresh-Cut Produce", in : U.S. Food and Drug Administration Center for Food Safety and Applied Nutrition.
<http://v.m.cfsan.fda.gov/~comm/ift3-toc.html>

Blackstone B., (1998). "Introduction" in : Blackstone B. (Editor), Principles and application of modified atmosphere packaging of foods. Blackie Academic & Professional, London, 4-5, 7-8.

Burton K.S., Frost C.E. & Nichols R., (1987). A combination plastic permeable film system for controlling post-harvest mushroom quality. Biotechnology Letters, 9, 529-534.

Burton K.S., (1990). Over-wrapping of mushrooms-overlabelling and over-stacking. Mushrooms Journal, 213-315.

Greengrass J., (1998). "Packaging materials for MAP of foods" in : Blackstone B. (Editor), Principles and application of modified atmosphere packaging of foods. Blackie Academic & Professional, London, 67-72.

Hammond J.B.W. & Nichols R., (1975). Changes in respiration and soluble carbohydrates during postharvest storage of mushrooms (*Agaricus bisporus*). Journal of Science of Food and Agriculture, 26, 835-842.

Jenkins W., Harrington J., (1991). Packaging Foods With Plastics. Technomic Publishing Company, Pennsylvania, 36-38, 42.

Kader A., (1985). "Postharvest Biology and Technology : An Overview " in : Kader A., Kasmire R., Mitchell F., Reid M., Sommer N. and Thompson J. (Editors), Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California, United States of America, 3-4.

Li Xiong, (2000). Extend Shelf Life of Mushroom by Using Micro-perforated Film.
www.msu.edu/~xiongli/project/FDS410/FDS410.pdf

Noble R., (1985). Review of vacuum cooling of mushrooms. The mushroom Journal, 149:168-170.

Ooraikul B., (1991). "Technological considerations in modified atmosphere packaging" in : Ooraikul B. and Stiles M.E. (Editors), Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood, England, 41.

Powrie W. and Skura B., (1991). "Modified Atmosphere Packaging of Fruits and Vegetables" in : Ooraikul B. and Stiles M.E. (Editors), Modified Atmosphere Packaging of Food. Ellis Horwood, England, 221.

Riquelme F., Pretel M.T., Martinez G., Serrano M., Amoros A. and Romojaro F., (1994). "Packaging of fruits and vegetables: recent results" in : Mathlouthi M. (Editor), Food Packaging and Preservation. Blackie Academic & Professional, Glasgow, 142-143.

Roy M.K. and Bahl N., (1984). Studies on gamma radiation preservation of *Agaricus bisporus*. The Mushroom Journal, 144: 411-414.

Sacharow S. and Griffin R., (1980). Principles of Food Packaging. The AVI Publishing Company, Westport, 247-248.

Wills R.B.H., McGlasson W.B., Graham D., Lee T.H. and Hall E.G., (1989). Postharvest, An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables. BSP Professional Books, Melbourne, 39,43.

Zagory D., (2000). What Modified Atmosphere Packaging Can and Can't Do for You. www.postharvest.tfrec.wsu.edu/pgDisplay.php?article=PC2000X.

Γεωργοπούλου Δ., (2001). Αναπνευστική δραστηριότητα συντηρούμενων νωπώνμανιταριών και η επίδραση της τροποποιημένης ατμόσφαιρας, Πτυχιακή μελέτη, Γ.Π.Α., Τμήμα Α.Φ.Π. & Γ.Μ., Τομέας Γεωργικών Κατασκευών και Μηχανολογίας.

Γεωργοπούλου Δ., Δημαρέλη Π., Λαμπρινός Γρ., Μανωλοπούλου Ε., Μητρόπουλος Δ., (2003). Μέτρηση της αναπνοής σπυροκηπευτικών συντηρούμενων με τροποποιημένη ατμόσφαιρα. Εφαρμογή στο μανιτάρι. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Εκδόσεις Αντωνόπουλος Β., Ακριτίδης Κ. και Τσατσαρέλης Κ., Θεσσαλονίκη, 153-158.

Γράψας Ι., Κανελλάκης Ν., (2003). Χημικές ιδιότητες του αιθυλενίου και λοιπών αλκενίων. <http://ekfe-a-peiraia.att.sch.gr/SEPPE/acetylene/acetylene.html>

Δημαρέλη Π., Βαρζακάκος Γ., Λαμπρινός Γρ., Μανωλοπούλου Ε., (2003). Επίδραση της θερμοκρασίας συντήρησης στο ρυθμό και στη θερμότητα αναπνοής καλλιεργούμενων μανιταριών. Πρακτικά 3^{ου} Πανελληνίου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Εκδόσεις Αντωνόπουλος Β., Ακριτίδης Κ. και Τσατσαρέλης Κ., Θεσσαλονίκη, 167-173.

Ζερβάκης Γ., (1998). Εισαγωγή στη μυκητολογία και στοιχεία καλλιέργειας εδώδιμων μανιταριών. Εκδόσεις Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, 4-17, 52-62.

Κελεμελίδης Δ., (1982). Τα φαρμακερά μανιτάρια του τόπου μας. Εκδόσεις Κανελλόπουλος Γ., Αθήνα, 55-56.

Κελεμελίδης Δ., (1990). Τα μανιτάρια του βουνού και του κάμπου. Εκδόσεις Ψυχάλου, Αθήνα, 16-20.

Μανωλοπούλου Ε., (1985). Συντήρηση φυτικών προϊόντων με ελεγχόμενες ατμόσφαιρες, δυνατότητες και προοπτικές. Πρακτικά διημέρου Ελληνογαλλικού Επιστημονικού και Τεχνικού Συνδέσμου. Εκδόσεις Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 157-160.

Μανωλοπούλου Ε., (1990). Πλαστικές συσκευασίες και τροποποιημένες ατμόσφαιρες, προοπτική για τα ελληνικά προϊόντα. Τεχνολογία Ψύξης στη Συντήρηση και Μεταφορά Φρούτων και Λαχανικών. Εκδόσεις Αγροτική Τράπεζα Ελλάδος, 137-138.

Μανωλοπούλου Ε., (1999). Συντήρηση με Ψύξη φρούτων και λαχανικών. Εκδόσεις Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας, 21, 29-30, 60-62, 52-54.

Μητρόπουλος Δ., Κοζής Γ., Μανωλοπούλου Ε., Λαμπρινός Γρ., (2000). Εκτίμηση του χρόνου συλλογής με μέτρηση αναπνοής στον αγρό. Πρακτικά 2^{ου} Εθνικού Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής. Εκδόσεις Σακελλαρίου Μ., Βόλος, 425-432.

Μπράτη Α., (2004). Επίδραση της αφυδάτωσης στη μεταβολή του χρώματος συντηρούμενου μανιταριού, Μεταπτυχιακή μελέτη, Γ.Π.Α., Τμήμα Α.Φ.Π. & Γ.Μ., Τομέας Γεωργικών Κατασκευών και Μηχανολογίας.

Πάσσαμ Χάρολντ, (1994). Μετασυλλεκτική φυσιολογία και τεχνολογία των κηπευτικών. Εκδόσεις Γεωργικό Πανεπιστήμιο Αθηνών, 30-39.

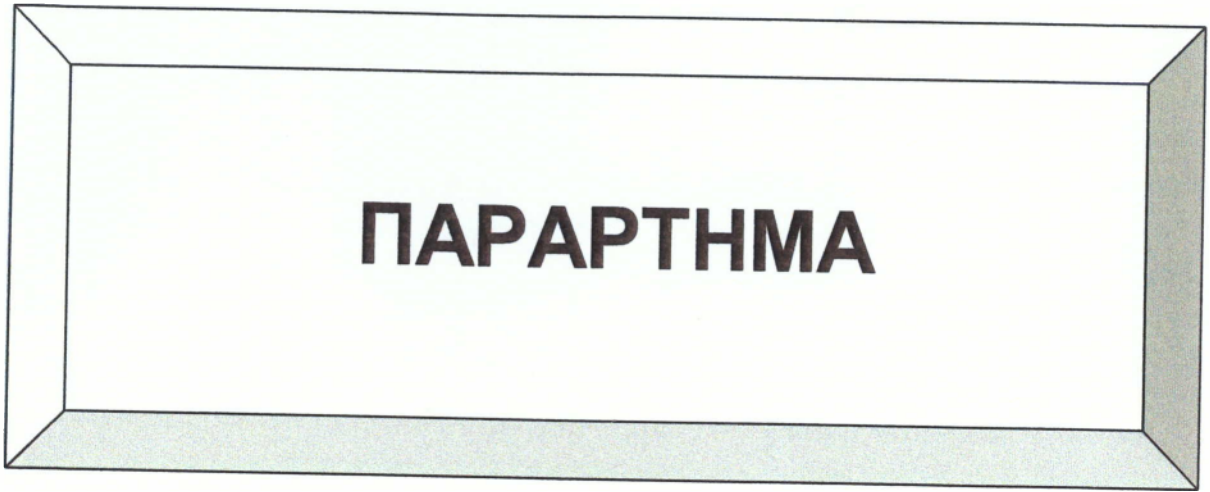
Ρόδη Π., (1995). Μέθοδοι συντήρησης τροφίμων. Εκδόσεις Σταμούλης Α., Αθήνα-Πειραιάς, 354.

Στεφανάκης Κ., (1995). Τα μανιτάρια. Εκδόσεις Σταμούλης Α., Αθήνα-Πειραιάς, 14, 19, 21-22, 28-29.

Σφλώμος Κ., (1995). Εργαστήριο Γεωργικής Χημείας. Εκδόσεις Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Καλαμάτας.

Φραντζεσκάκης Ι., (1990). Βιολογία και καλλιέργεια των βρώσιμων μανιταριών. Εκδόσεις Γαρταγάνη, Θεσσαλονίκη, 148, 150.

Χατζηδάκη Σ., (1985). Νέες μέθοδοι προψύξεως νωπών αγροτικών προϊόντων. Πρακτικά διημέρου Ελληνογαλλικού Επιστημονικού και Τεχνικού Συνδέσμου. Εκδόσεις Εθνικό Ίδρυμα Ερευνών, Αθήνα, 195-199.



Πίνακας Π.1: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 13/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
GK1S1 10	13,1582	3,3446
GK2S1 10	11,9797	5,0709
DK1S1 10	13,4185	3,1732
DK2S1 10	10,0100	5,3028
DK1S2 10	14,4405	2,5654
DK2S2 10	14,9289	3,0276
DK1S1 0	4,9810	12,7599
DK2S1 0	3,9099	14,5033
DK1S2 0	5,3754	12,5564
DK2S2 0	5,0444	13,1141

Πίνακας Π.2: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 14/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
GK1S1 10	11,2052	1,7926
GK2S1 10	11,7855	1,3435
DK1S1 10	11,0846	3,3021
DK2S1 10	11,4111	1,4481
GK1S2 10	14,7690	2,6317
GK2S2 10	15,6094	3,8333
DK1S2 10	15,1949	3,7891
DK2S2 10	13,7686	2,6016
GK1S1 0	6,3652	9,0541
GK2S1 0	7,1173	8,4538
DK1S1 0	6,1864	10,0575
DK2S1 0	6,0197	10,9028
GK1S2 0	8,9374	7,6026
GK2S2 0	7,1201	9,7393
DK1S2 0	8,4508	8,2256
DK2S2 0	8,7354	7,9816

Πίνακας Π.3: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 16/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
GK1S1 10	9,9322	2,0845
GK2S1 10	5,9547	2,0532
DK1S1 10	7,1387	6,5057
DK2S1 10	7,6129	1,3856
GK1S2 10	12,4126	2,5871
GK2S2 10	14,3891	3,7359
DK1S2 10	13,4118	2,3127
DK2S2 10	8,0472	6,7434
GK1S1 0	8,1173	1,7664
GK2S1 0	6,6988	5,7991
DK1S1 0	8,6716	2,5320
DK2S1 0	6,0257	5,9745
GK1S2 0	11,7052	2,5977
GK2S2 0	11,3591	3,5649
DK1S2 0	12,8913	1,7524
DK2S2 0	10,2601	5,1474

Πίνακας Π.4: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 17/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
GK1S1 10	8,3327	2,3387
GK2S1 10	7,2555	2,4361
DK1S1 10	7,0942	6,5234
DK2S1 10	7,6087	2,3488
GK1S2 10	11,4703	1,9057
GK2S2 10	9,2314	4,5096
DK1S2 10	12,3872	1,9096
DK2S2 10	9,3258	3,5354
GK1S1 0	7,7256	3,2958
GK2S1 0	8,8256	2,0254
DK1S1 0	6,6647	4,1374
DK2S1 0	5,0212	5,5904
GK1S2 0	10,7247	3,0400
GK2S2 0	7,8126	5,3673
DK1S2 0	11,5834	1,4663
DK2S2 0	12,0541	4,0729

Πίνακας Π.5: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 18/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
GK1S1 10	8,0985	3,1625
GK2S1 10	7,0912	1,6334
DK2S1 10	7,2136	2,2057
GK2S2 10	9,1020	2,9114
DK2S2 10	9,0839	2,8387
GK1S1 0	7,4968	2,3741
GK2S1 0	7,6220	2,8855
DK1S1 0	6,5010	3,9144
GK2S2 0	9,8131	1,9368
DK1S2 0	10,5391	2,2092
DK2S2 0	11,0935	2,8628

Πίνακας Π.6: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 20/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
GK1S1 10	8,0246	2,7357
GK2S1 10	6,9178	1,6025
DK1S1 10	6,9234	2,7463
DK2S1 10	7,1427	2,1534
GK2S2 10	9,0479	2,8589
DK2S2 10	8,8545	2,7587
GK2S1 0	6,4515	2,8361
DK1S1 0	6,2585	2,9750
GK2S2 0	9,2000	1,9258
DK1S2 0	8,8945	2,1057
DK2S2 0	7,8949	2,3541

Πίνακας Π.7: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 1η σειράς στις 21/12/02.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO₂	O₂
GK2S1 0	6,4552	2,7041
DK1S1 0	6,2098	2,9088
GK2S2 0	8,0679	1,8079
DK1S2 0	8,7963	2,1065
DK2S2 0	8,1496	2,2255

Πίνακας Π.8: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 2η σειράς στις 23/1/03.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO₂	O₂
DK1S1 10	9,4397	7,1723
DK2S1 10	12,5751	1,9173
DK1S2 10	10,6079	7,3063
DK2S2 10	13,7196	3,7251
DK1S1 0	3,0140	14,8512
DK2S1 0	5,8903	10,5196
DK1S2 0	3,6961	14,8969
DK2S2 0	5,7466	11,0315

Πίνακας Π.9: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 2η σειράς στις 24/1/03.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO₂	O₂
DK1S1 10	10,7559	2,0444
DK2S1 10	8,9640	3,8336
DK1S2 10	14,0933	1,1788
DK2S2 10	11,6295	5,0324
DK1S1 0	5,3951	11,5216
DK2S1 0	7,8840	6,5500
DK1S2 0	5,8577	11,6434
DK2S2 0	9,2894	5,1051

Πίνακας Π.10: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 2η σειράς στις 26/1/03.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO₂	O₂
DK1S1 10	6,1078	2,1273
DK2S1 10	7,1310	1,3244
DK3S1 10	4,3892	3,2741
DK4S1 10	6,5092	3,7723
DK1S2 10	9,5520	2,4021
DK2S2 10	11,5378	2,6002
DK1S1 0	6,6887	7,3141
DK2S1 0	7,6834	3,4720
DK1S2 0	8,9739	5,7078
DK2S2 0	9,8505	3,7142

Πίνακας Π.11: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 2η σειράς στις 27/1/03.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
DK1S1 10	6,0763	2,0482
DK2S1 10	6,1612	1,2878
DK3S1 10	4,5463	2,0285
DK4S1 10	5,3119	5,0521
DK1S2 10	8,2296	1,5369
DK2S2 10	9,5919	3,0769
DK3S2 10	9,8719	1,2003
DK4S2 10	8,6674	5,3204

Πίνακας Π.12: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 2η σειράς στις 29/1/03.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
DK1S1 10	6,0955	1,9532
DK2S1 10	5,6965	2,0267
DK3S1 10	5,0637	2,0345
DK4S1 10	5,0239	5,0011
DK1S2 10	7,0059	2,0769
DK2S2 10	6,6636	2,7287
DK3S2 10	7,7736	3,1057
DK4S2 10	8,8604	2,8075
DK1S1 0	6,1376	2,0551
DK2S1 0	5,7833	3,5077
DK3S1 0	6,7614	2,2273
DK4S1 0	5,2853	3,0373
DK1S2 0	9,2250	2,0729
DK2S2 0	8,1554	3,4945
DK3S2 0	9,9612	2,8012
DK4S2 0	7,4624	3,4663

Πίνακας Π.13: Μέτρηση εσωτερικής ατμόσφαιρας 2η σειράς στις 30/1/03.

ΚΕΣΕΔΑΚΙ	CO ₂	O ₂
DK1S1 10	5,8988	1,9014
DK2S1 10	5,4486	1,9087
DK3S1 10	4,9680	2,3617
DK4S1 10	4,7309	3,2110
DK1S2 10	7,0932	1,0845
DK2S2 10	8,5193	2,7571
DK3S2 10	6,1652	2,5805
DK4S2 10	7,5283	2,9541
DK1S1 0	6,6527	1,8030
DK2S1 0	5,5008	3,4387
DK3S1 0	5,0087	1,9851

DK4S1 0	5,1079	2,5931
DK1S2 0	8,1601	1,8978
DK2S2 0	8,2514	2,4423
DK3S2 0	7,6521	2,6289

S₁=PEMD-30

S₂=PEMD-60

Πίνακας Π.14: Μέτρηση συγκέντρωσης CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 10⁰C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S1)	C.L.
0	0,00	-
1	12,14	-
2	11,37	-
4	7,64	-
5	7,57	-
6	7,46	-
8	7,24	+ 0,83

Πίνακας Π.16: Μέτρηση συγκέντρωσης O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 10⁰C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S1)	C.L.
0	21,00	-
1	4,22	-
2	1,96	-
4	3,00	-
5	3,40	-
6	2,33	-
8	2,31	+ 0,86

Πίνακας Π.15: Μέτρηση συγκέντρωσεως CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 10⁰C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S2)	C.L.
0	0,00	-
1	14,68	-
2	14,82	-
4	12,06	-
5	10,60	-
6	9,09	-
8	8,94	± 1,20

Πίνακας Π.17: Μέτρηση συγκέντρωσεως O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 10⁰C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S2)	C.L.
0	21,00	-
1	2,79	-
2	3,21	-
4	3,84	-
5	2,95	-
6	2,87	-
8	2,80	± 0,63

S₁=PEMD-30

S₂=PEMD-60

Πίνακας Π.18: Μέτρηση συγκεντρώσεως CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 0°C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S1)	C.L.
0	0,00	-
1	4,44	-
2	6,42	-
4	7,37	-
5	7,05	-
6	7,20	-
8	6,35	-
9	6,32	± 1,58

Πίνακας Π.20: Μέτρηση συγκεντρώσεως O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 0°C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S1)	C.L.
0	21,00	-
1	13,63	-
2	9,61	-
4	4,01	-
5	3,76	-
6	3,05	-
8	2,90	-
9	2,80	± 1,27

Πίνακας Π.19: Μέτρηση συγκέντρωσης CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 0°C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S2)	C.L.
0	0,00	-
1	5,20	-
2	8,30	-
4	11,55	-
5	10,54	-
6	10,47	-
8	8,66	-
9	8,33	+ 0,99

Πίνακας Π.21: Μέτρηση συγκέντρωσης O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 0°C για την 1η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S2)	C.L.
0	21,00	-
1	12,83	-
2	8,38	-
4	3,26	-
5	3,48	-
6	2,33	-
8	2,12	-
9	2,04	+ 0,53

S₁=PEMD-30

S₂=PEMD-60

Πίνακας Π.22: Μέτρηση συγκεντρώσεως CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 10°C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S1)	C.L.
0	0,00	-
1	11,01	-
2	9,86	-
4	6,03	-
5	5,52	-
7	5,46	-
8	5,25	+ 0,82

Πίνακας Π.24: Μέτρηση συγκεντρώσεως O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 10°C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S1)	C.L.
0	21,00	-
1	4,54	-
2	2,94	-
4	2,62	-
5	2,59	-
7	2,75	-
8	2,34	+ 0,98

Πίνακας Π.23: Μέτρηση συγκεντρώσεως CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 10⁰C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S2)	C.L.
0	0,00	-
1	12,16	-
2	12,86	-
4	10,54	-
5	9,08	-
7	7,57	-
8	7,32	+ 1,55

Πίνακας Π.25: Μέτρηση συγκεντρώσεως O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 10⁰C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S2)	C.L.
0	21,00	-
1	5,51	-
2	3,10	-
4	2,50	-
5	2,78	-
7	2,67	-
8	2,34	+ 1,10

S₁=PEMD-30

S₂=PEMD-60

Πίνακας Π.26: Μέτρηση συγκέντρωσης CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 0°C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S1)	C.L.
0	0,00	-
1	4,45	-
2	6,64	-
4	7,18	-
7	5,98	-
8	5,56	+ 1,20

Πίνακας Π.28: Μέτρηση συγκέντρωσης O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S1 στους 0°C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S1)	C.L.
0	21,00	-
1	12,68	-
2	9,04	-
4	5,39	-
7	2,70	-
8	2,45	+ 1,16

Πίνακας Π.27: Μέτρηση συγκέντρωσης CO₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 0°C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	CO ₂ (S2)	C.L.
0	0,00	-
1	4,72	-
2	7,57	-
4	9,41	-
7	8,69	-
8	8,02	+ 0,80

Πίνακας Π.29: Μέτρηση συγκέντρωσης O₂ σε καθορισμένες πειραματικές ημέρες για τη συσκευασία S2 στους 0°C για την 2η πειραματική σειρά.

ΗΜΕΡΕΣ	O ₂ (S2)	C.L.
0	21,00	-
1	12,96	-
2	8,37	-
4	4,70	-
7	2,95	-
8	2,31	± 0,94

S₁=PEMD-30

S₂=PEMD-60

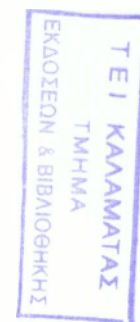
Πίνακας Π.30: Εξαγωγή ρυθμού αναπνοής συσκευασμένων μανιταριών.

ΚΕΞΕΔΑΚΙ	ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ	Θ ^ο C	DC(ppm)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΜΑΖΑ(gr)	Βαΐρα(ml)	RR(mgCO ₂ /h/1000gr)	ΣΕΙΡΑ
DK2S1 10	27/1/2003	10 ^ο C	200	0,151	217,03	4282,1	52,2	Β ΣΕΙΡΑ
GK1S2 10	17/12/2002	10 ^ο C	200	0,231	236,93	3788,1	27,6	Α ΣΕΙΡΑ
DK1S2 10	17/12/2002	10 ^ο C	200	0,205	258,48	3576,1	27,0	Α ΣΕΙΡΑ
DK1S1 10	27/1/2003	10 ^ο C	200	0,191	188,93	4539,7	50,2	Β ΣΕΙΡΑ
GK2S1 10	18/12/2002	10 ^ο C	200	0,129	249,43	4057,1	50,4	Α ΣΕΙΡΑ
DK4S1 10	29/1/2003	10 ^ο C	200	0,131	198,63	3775,0	58,0	Β ΣΕΙΡΑ
DK1S1 10	17/12/2002	10 ^ο C	200	0,135	189,50	4348,2	68,0	Α ΣΕΙΡΑ
DK1S2 10	30/1/2003	10 ^ο C	200	0,180	201,43	3980,1	44,0	Β ΣΕΙΡΑ
DK1S1 0	18/12/2002	0 ^ο C	200	0,338	210,11	3998,1	22,5	Α ΣΕΙΡΑ
DK2S1 0	17/12/2002	0 ^ο C	200	0,286	234,18	3836,1	22,9	Α ΣΕΙΡΑ
GK2S1 0	21/12/2002	0 ^ο C	200	0,301	269,83	3846,1	18,9	Α ΣΕΙΡΑ
DK4S1 0	30/1/2003	0 ^ο C	200	0,285	316,79	4428,5	19,6	Β ΣΕΙΡΑ
DK2S1 0	30/1/2003	0 ^ο C	250	0,307	352,10	4152,9	19,2	Β ΣΕΙΡΑ
GK1S2 0	17/12/2002	0 ^ο C	200	0,348	239,22	3653,1	17,5	Α ΣΕΙΡΑ
DK2S2 0	30/1/2003	0 ^ο C	225	0,328	324,94	4505,0	19,0	Β ΣΕΙΡΑ

S₁=PEMD-30

S₂=PEMD-60

DC=C_r-C_i (τελική-αρχική οπτική ένδειξη)



Πίνακας Π.31: Μετρήσεις αναπνοής ασυσκεύαστωνμανιταριών 1η σειράς.

	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
RRK1M0	575	775	0,366	207,96	5192,29	546,44	1,36
RRK2M0	550	750	0,299	214,53	5108,64	668,89	1,59
RRK3M0	525	725	0,258	233,30	5097,57	775,19	1,69
RRK4M0	525	725	0,235	206,35	5157,7	851,06	2,13
RRK5M0	725	925	0,352	212,06	5181,19	568,18	1,39
RRK6M0	525	725	0,271	211,25	5146,84	738,00	1,80
RRK7M0	550	750	0,318	217,87	5121,86	628,93	1,48
RRK8M0	625	825	0,215	198,78	5162,28	930,23	2,42
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
RRK1M5	800	600	0,204	202,26	5303,21	980,39	2,57
RRK2M5	700	900	0,155	228,73	5012,20	1290,32	2,83
RRK3M5	725	925	0,241	207,37	5155,53	829,87	2,06
RRK4M5	750	950	0,305	188,52	5163,04	655,73	1,80
RRK5M5	725	925	0,256	220,04	5154,82	781,25	1,83
RRK6M5	675	875	0,239	197,44	5174,89	836,82	2,19
RRK7M5	625	825	0,293	187,66	5187,57	682,59	1,89
RRK8M5	575	775	0,268	193,06	5173,06	746,26	2,00
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
RRK1M10	550	750	0,119	209,01	5139,72	1680,67	4,13
RRK2M10	550	750	0,124	205,01	5143,41	1612,90	4,04
RRK3M10	550	750	0,119	218,74	5035,32	1680,67	3,87
RRK4M10	675	875	0,150	198,01	5135,20	1333,30	3,46
RRK5M10	575	775	0,122	213,40	5109,39	1639,34	3,93
RRK6M10	550	750	0,128	197,44	5093,32	1562,50	4,03
RRK7M10	700	900	0,083	187,66	5167,90	2409,63	6,63
RRK8M10	625	825	0,122	193,06	5261,43	1639,34	4,47

Πίνακας Π.31: συνέχεια							
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
RRK1M15	500	700	0,053	240,98	5016,52	3773,58	7,85
RRK2M15	500	700	0,053	242,35	4946,45	3773,58	7,70
RRK3M15	500	700	0,056	226,93	4985,22	3571,42	7,84
RRK4M15	525	725	0,049	237,52	4927,55	4081,63	8,46
RRK5M15	500	700	0,061	203,31	5068,60	3278,68	8,17
RRK6M15	500	700	0,053	221,65	5020,23	3773,58	8,54
RRK7M15	475	675	0,060	220,65	4925,64	3333,30	7,44
RRK8M15	500	700	0,063	222,85	4915,89	3174,60	7,00
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
RRK1M20	400	600	0,034	225,18	5011,67	5882,35	13,09
RRK2M20	450	650	0,040	239,14	4948,87	5000,00	10,34
RRK3M20	400	600	0,031	225,75	5018,12	6451,61	14,34
RRK4M20	450	650	0,041	232,39	4908,05	4878,04	10,30
RRK5M20	450	650	0,048	227,08	4969,37	4166,66	9,12
RRK6M20	550	750	0,039	245,45	4984,40	5128,20	10,41
RRK7M20	450	650	0,039	225,91	5003,90	5128,20	11,35
RRK8M20	475	675	0,042	236,25	4980,70	4761,90	10,03

K1,K2,...,K8=αριθμός κεσέδων

Πίνακας Π.32: Μετρήσεις αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών 2η σειράς.

	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
RRK1M 0	625	825	0,365	247,46	5086,60	547,95	1,12
RRK2M 0	650	850	0,435	213,62	5161,90	459,77	1,11
RRK3M 0	600	800	0,488	211,88	5208,90	410,26	1,00
RRK4M 0	600	850	0,560	223,79	5170,00	446,43	1,03
RRK5M 0	575	775	0,425	221,14	5173,80	470,59	1,10
RRK6M 0	575	775	0,434	224,50	5191,40	460,83	1,06
RRK7M 0	700	900	0,225	220,78	5239,00	888,89	2,10
RRK8M 0	600	800	0,350	230,47	5302,00	571,43	1,31
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
RRK1M 5	675	875	0,228	219,57	5202,20	877,19	2,08
RRK2M 5	675	925	0,303	217,55	5214,90	825,08	1,98
RRK3M 5	700	900	0,259	215,13	5203,60	772,20	1,87
RRK4M 5	650	850	0,229	258,50	5206,70	873,36	1,76
RRK5M 5	650	950	0,317	240,02	5164,00	946,37	2,03
RRK6M 5	650	850	0,274	239,48	5160,10	729,93	1,57
RRK7M 5	600	825	0,325	218,57	5209,50	692,31	1,65
RRK8M 5	600	825	0,321	207,96	5250,80	700,93	1,76
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
RRK1M 10	600	825	0,161	284,84	5305,00	1397,52	2,60
RRK2M 10	600	800	0,125	220,03	5227,30	1600,00	3,80
RRK3M 10	625	825	0,154	212,10	5215,60	1298,70	3,19
RRK4M 10	650	875	0,148	206,21	5182,80	1520,27	3,82
RRK5M 10	625	850	0,118	250,00	5136,20	1906,78	3,92
RRK6M 10	625	825	0,125	215,41	5124,30	1600,00	3,81
RRK7M 10	625	825	0,117	214,54	5193,70	1709,40	4,14
RRK8M 10	650	875	0,122	242,33	5144,50	1844,26	3,92

Πίνακας Π.32: συνέχεια							
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
RRK1M 15	450	650	0,081	235,91	4996,70	2469,14	5,22
RRK2M 15	525	725	0,039	245,11	4989,00	5128,21	10,43
RRK3M 15	450	650	0,041	231,85	5075,20	4878,05	10,67
RRK4M 15	500	700	0,044	237,47	4998,60	4545,45	9,56
RRK5M 15	500	700	0,045	214,45	5073,80	4444,44	10,51
RRK6M 15	675	875	0,055	233,49	5041,50	3636,36	7,85
RRK7M 15	525	725	0,038	243,93	5020,50	5263,16	10,83
RRK8M 15	550	750	0,039	234,01	5098,40	5128,21	11,17
	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
RRK1M 20	450	650	0,038	197,82	5134,80	5263,16	13,66
RRK2M 20	425	625	0,037	219,95	5093,00	5405,41	12,51
RRK3M 20	450	650	0,040	204,08	5135,40	5000,00	12,58
RRK4M 20	450	650	0,041	223,28	5002,70	4878,05	10,93
RRK5M 20	450	650	0,030	201,98	5095,40	6666,67	16,81
RRK6M 20	450	650	0,028	239,14	5063,20	7142,86	15,12
RRK7M 20	475	675	0,038	193,33	5083,40	5263,16	13,84
RRK8M 20	450	650	0,035	225,98	5027,00	5714,29	12,71

K1,K2,...,K8=αριθμός κεσέδων

Πίνακας Π.33: Μετρήσεις μ.ο. αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών για την 1η σειρά.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Μ.Ο.	C.L.
0,6	34,6	12,4
4,4	42,9	12,4
8,9	86,4	32,4
14,9	157,5	17,2
19,0	222,4	58,3

Πίνακας Π.34: Μετρήσεις μ.ο. αναπνοής ασυσκεύαστων μανιταριών για την 2η σειρά.

ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ	Μ.Ο.	C.L.
1,5	24,6	12,2
4,4	36,8	6,0
8,9	73,0	16,8
14,9	190,6	67,8
18,9	270,4	60,3

Πίνακας Π.35: Μεταβολή της πυκνότητας συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

Ημερομηνία	Εργασία	Κεσεδάκι	Βάρος (gr)	Όγκος καθαρός (ml)	Πυκνότητα d
22/1/2003	Α' μέτρηση	A A K1 M	229,3	251,9	0,9102
22/1/2003	Α' μέτρηση	A A K2 M	240,5	298,9	0,8046
22/1/2003	Α' μέτρηση	A A K3 M	223,8	282,6	0,7919
22/1/2003	Α' μέτρηση	A A K4 M	215,7	236,8	0,9108
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K5 M 0	215,1	296,4	0,7257
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K6 M 0	238,4	276,0	0,8638
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K7 M 0	220,7	297,9	0,7409
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K8 M 0	220,0	318,9	0,6899
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K5 M 5	214,0	318,9	0,6711
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K6 M 5	202,6	251,0	0,8072
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K7 M 5	221,7	270,9	0,8184
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K8 M 5	230,5	274,1	0,8409
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K5 M 10	200,9	280,2	0,7170
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K6 M 10	223,4	268,5	0,8320
25/1/2003	Α' άνοιγμα	A K8 M 10	211,9	265,4	0,7984
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K5 M 0	219,2	257,5	0,8513
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K6 M 0	231,7	323,7	0,7158
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K7 M 0	222,8	337,4	0,6603
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K8 M 0	240,5	273,9	0,8781
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K6 M 5	208,7	310,0	0,6732
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K8 M 5	191,5	246,7	0,7762
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K5 M 10	230,3	410,5	0,5610
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K6 M 10	195,9	339,8	0,5765
28/1/2003	Β' άνοιγμα	B K7 M 10	209,8	319,2	0,6573

Πίνακας Π35 : συνέχεια					
28/1/2003	Β' άνοιγμα	Β Κ8 Μ 10	182,1	224,0	0,8129
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ5 Μ 0	180,6	357,0	0,5059
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ8 Μ 0	210,6	334,0	0,6305
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ5 Μ 5	191,8	361,2	0,5310
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ6 Μ 5	195,7	400,7	0,4884
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ7 Μ 5	168,2	309,7	0,5431
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ8 Μ 5	223,3	350,1	0,6378
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ5 Μ 10	183,5	342,7	0,5355
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ6 Μ 10	200,3	266,0	0,7530
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ7 Μ 10	194,3	369,1	0,5264
31/1/2003	Γ' άνοιγμα	Γ Κ8 Μ 10	212,6	403,1	0,5274
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ1 Μ 0	171,3	283,7	0,6037
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ2 Μ 0	180,4	364,5	0,4948
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ3 Μ 0	179,7	323,3	0,5557
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ4 Μ 0	190,8	315,4	0,6048
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ5 Μ 0	175,3	253,6	0,6912
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ6 Μ 0	178,8	324,8	0,5505
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ7 Μ 0	187,5	381,1	0,4920
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ8 Μ 0	195,7	348,7	0,5612
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ1 Μ 5	154,7	183,2	0,8442
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ2 Μ 5	152,4	201,7	0,7554
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ3 Μ 5	152,5	220,0	0,6932
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ4 Μ 5	172,0	177,7	0,9679
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ5 Μ 5	212,5	387,7	0,5481
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ6 Μ 5	178,4	313,7	0,5687
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ7 Μ 5	180,5	404,7	0,4460
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ8 Μ 5	157,0	333,8	0,4703
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ1 Μ 10	157,4	261,5	0,6019
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ2 Μ 10	196,1	282,0	0,6953
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ3 Μ 10	165,3	215,5	0,7670
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ4 Μ 10	194,9	243,8	0,7994
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ5 Μ 10	172,9	215,2	0,8034
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ6 Μ 10	144,8	167,5	0,8645
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ7 Μ 10	171,9	257,9	0,6665
3/2/2003	Δ' άνοιγμα	Δ Κ8 Μ 10	163,1	263,8	0,6183

Πίνακας Π.36: Εύρεση του ρυθμού αναπνοής (RR) συναρτήσει του χρόνου συντήρησης.

24/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
DK1M 0	650	850	0,4850	200,65	5256.75	412,3711	1.080
DK2M 0	550	800	0,4310	221,25	5230.74	580,0464	1.371
DK3M 0	550	800	0,4200	225,63	5225.21	595,2381	1.378
DK4M 0	650	850	0,4390	215,72	5237.73	455,5809	1.106
DK5M 0	725	1000	0,3850	228,80	5221.21	714,2857	1.630
DK6M 0	675	925	0,3650	228,08	5222.12	684,9315	1.568
DK7M 0	650	850	0,3600	225,50	5225.38	555,5556	1.287
DK8M 0	650	850	0,2830	220,70	5231.44	706,7138	1.675
25/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
DK1M 5	675	875	0,2200	197,03	5254.88	909,0909	2.425
DK2M 5	675	875	0,2460	194,61	5258.02	813,0081	2.197
DK3M 5	725	925	0,3010	199,46	5251.73	664,4518	1.749
DK4M 5	700	925	0,2510	206,21	5242.99	896,4143	2.279
DK5M 5	725	1000	0,2630	268,68	5162.07	1045,6274	2.009
DK6M 5	750	1000	0,2750	228,64	5213.94	909,0909	2.073
DK7M 5	775	975	0,2440	229,00	5213.47	819,6721	1.866
DK8M 5	800	1000	0,2540	202,03	5248.40	787,4016	2.046
25/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
DK1M 10	825	1025	0,0775	190,71	5263.07	2580,6452	7.122
DK2M 10	825	1025	0,1280	236,36	5203.94	1562,5000	3.440
DK3M 10	900	1150	0,1340	206,91	5242.08	1865,6716	4.727
DK4M 10	875	1075	0,1200	235,96	5204.45	1666,6667	3.676
DK5M 10	925	1175	0,1290	231,87	5209.75	1937,9845	4.354
DK6M 10	900	1100	0,1360	204,70	5244.95	1470,5882	3.768
DK7M 10	825	1150	0,1660	221,47	5223.22	1957,8313	4.617
DK8M 10	825	1100	0,1691	206,07	5243.17	1626,2567	4.138
27/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO ₂ /h/100gr)
DK1M 0	500	700	0,3150	188,25	5252.93	634,9206	1.772
DK2M 0	475	725	0,3675	200,95	5235.58	680,2721	1.772
DK3M 0	500	850	0,8640	202,93	5232.88	405,0926	1.045
DK4M 0	475	700	0,4350	207,82	5226.19	517,2414	1.301
DK5M 0	525	800	0,5490	215,10	5216.25	500,9107	1.215
DK6M 0	525	750	0,3970	217,48	5213.00	566,7506	1.359
DK7M 0	525	850	0,5050	216,90	5213.79	643,5643	1.309
DK8M 0	525	725	0,3350	211,70	5220.89	597,0149	1.472

Πίνακας Π.36: Συνέχεια

27/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 10	700	900	0,1100	182,61	5260.63	1818,1818	5.238
DK2M 10	600	800	0,1450	226,06	5201.28	1379,3103	3.174
DK3M 10	500	700	0,1190	197,41	5240.42	1680,6723	4.461
DK4M 10	500	700	0,1300	227,76	5198.95	1538,4615	3.512
DK5M 10	550	750	0,1190	222,37	5206.32	1680,6723	3.935
DK6M 10	500	700	0,1280	191,20	5248.90	1562,5000	4.289
DK7M 10	500	700	0,1440	207,47	5226.67	1388,8889	3.499
DK8M 10	500	700	0,1550	194,47	5244.43	1290,3226	3.480
28/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 5	575	1000	0,4470	180,43	5256.69	950,7830	2.770
DK2M 5	625	825	0,3220	179,01	5258.68	621,1180	1.825
DK3M 5	550	750	0,2710	185,45	5249.64	738,0074	2.089
DK4M 5	600	875	0,3860	194,51	5236.91	712,4352	1.918
DK5M 5	600	800	0,1890	255,48	5151.28	1058,2011	2.134
DK6M 5	625	850	0,2750	211,54	5213.00	818,1818	2.016
DK7M 5	650	900	0,2860	211,40	5213.19	874,1259	2.156
DK8M 5	575	775	0,2725	184,63	5250.79	733,9450	2.087
29/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 10	800	1000	0,1150	175,51	5256.48	1739,1304	5.209
DK2M 10	750	975	0,1340	213,96	5200.91	1679,1045	4.082
DK3M 10	650	900	0,1525	184,61	5243.33	1639,3443	4.656
DK4M 10	650	850	0,1540	216,26	5197.59	1298,7013	3.121
DK5M 10	650	850	0,1260	207,97	5209.57	1587,3016	3.976
DK6M 10	700	925	0,1600	176,90	5254.47	1406,2500	4.177
DK7M 10	550	800	0,1525	197,27	5225.03	1639,3443	4.342
DK8M 10	575	775	0,1525	186,27	5240.93	1311,4754	3.690
30/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 5	700	925	0,3120	169,13	5258.42	721,1538	2.242
DK2M 5	725	975	0,3130	167,61	5260.68	798,7220	2.507
DK3M 5	725	975	0,3030	174,06	5251.09	825,0825	2.489
DK4M 5	700	900	0,2600	186,21	5233.01	769,2308	2.162
DK5M 5	675	900	0,2720	238,78	5154.78	827,2059	1.786
DK6M 5	700	925	0,3500	197,34	5216.44	642,8571	1.699
DK7M 5	725	1000	0,3660	202,40	5208.91	751,3661	1.934
DK8M 5	725	925	0,3010	176,83	5246.96	664,4518	1.972

Πίνακας Π.36: Συνέχεια

30/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 0	650	850	0,335	180,05	5242.17	597,0149	1.738
DK2M 0	625	825	0,366	191,35	5225.36	546,4481	1.492
DK3M 0	650	850	0,314	192,13	5224.20	636,9427	1.732
DK4M 0	650	850	0,372	201,22	5210.67	537,6344	1.392
DK5M 0	675	900	0,383	207,60	5201.18	587,4674	1.472
DK6M 0	675	875	0,385	208,18	5200.31	519,4805	1.298
DK7M 0	675	875	0,343	210,20	5197.31	583,0904	1.442
DK8M 0	800	1000	0,335	205,00	5205.04	597,0149	1.516
31/1/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 10	550	850	0,199	167,51	5253.19	1507,5377	4.728
DK2M 10	550	775	0,136	207,96	5191.15	1654,4118	4.130
DK3M 10	475	675	0,125	177,21	5238.31	1600,0000	4.730
DK4M 10	550	750	0,114	207,16	5192.37	1754,3860	4.397
DK5M 10	475	725	0,137	193,37	5213.52	1824,8175	4.920
DK6M 10	475	675	0,115	164,30	5258.11	1739,1304	5.566
DK7M 10	550	750	0,101	187,07	5223.19	1980,1980	5.529
DK8M 10	700	900	0,136	176,87	5238.83	1470,5882	4.356
3/2/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 10	750	1125	0,216	157,80	5243.55	1736,1111	5.769
DK2M 10	725	975	0,176	196,50	5178.18	1420,4545	3.743
DK3M 10	750	1100	0,29	165,70	5230.21	1206,8966	3.809
DK4M 10	800	1000	0,143	195,30	5180.21	1398,6014	3.710
DK5M 10	800	1025	0,179	175,10	5214.33	1256,9832	3.743
DK6M 10	800	1000	0,158	147,00	5261.79	1265,8228	4.531
DK7M 10	850	1100	0,171	171,90	5219.73	1461,9883	4.439
DK8M 10	800	1000	0,175	163,10	5234.60	1142,8571	3.668
3/2/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(mlCO₂/h/100gr)
DK1M 0	725	925	0,243	171,70	5220.07	823,0453	2.502
DK2M 0	875	1075	0,200	180,80	5204.70	1000,0000	2.879
DK3M 0	850	1050	0,201	180,10	5205.88	995,0249	2.876
DK4M 0	800	1050	0,226	191,20	5187.13	1106,1947	3.001
DK5M 0	775	1000	0,213	177,50	5210.27	1056,3380	3.101
DK6M 0	775	1050	0,271	181,00	5204.36	1014,7601	2.918
DK7M 0	775	1050	0,275	187,50	5193.38	1000,0000	2.770
DK8M 0	800	1075	0,317	195,70	5179.53	867,5079	2.296

Πίνακας Π.36: Συνέχεια

3/2/2003	ΑΡΧΙΚΑ (PPM)	ΤΕΛΙΚΑ (PPM)	ΧΡΟΝΟΣ(h)	ΒΑΡΟΣ (gr)	ΟΓΚΟΣ ΟΛ (ml)	Κ(ΚΛΙΣΗ)	RR(miCO ₂ /h/100gr)
DK1M 5	700	925	0,363	155,10	5248.11	619,8347	2.097
DK2M 5	750	1000	0,385	152,80	5252.00	649,3506	2.232
DK3M 5	750	1000	0,39	152,90	5251.83	641,0256	2.202
DK4M 5	775	1025	0,3225	172,40	5218.89	775,1938	2.347
DK5M 5	800	1025	0,325	214,70	5147.44	692,3077	1.660
DK6M 5	775	1000	0,321	180,60	5205.04	700,9346	2.020
DK7M 5	800	1000	0,257	180,50	5205.21	778,2101	2.244
DK8M 5	800	1000	0,315	157,00	5244.90	634,9206	2.121

Πίνακας Π.37: Εύρεση της διαμέτρου σηματοδωμένων μανιταριών σε θερμοκρασία συντήρησης 0°C.

24/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΡΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 0	1	17,5	4,00	4,10	4,050
	2	17,8	4,18	4,25	4,215
	3	39,5	5,52	5,72	5,620
	4	16,3	4,01	3,16	3,585
	5	23,4	4,60	4,13	4,365
	6	28,4	4,71	4,84	4,775
	7	17,7	3,96	3,86	3,910
	8	29,7	5,42	4,81	5,115
	9	28,3	5,15	4,72	4,935
	10	15,1	3,76	3,57	3,665
DK6M 0	11	29,4	4,65	4,80	4,725
	12	18,2	4,29	4,18	4,235
	13	30,2	5,29	5,15	5,220
	14	29,3	4,90	4,95	4,925
	15	14,5	3,90	3,62	3,760
	16	34,7	5,45	5,57	5,510
	17	13,2	3,81	3,35	3,580
	18	16,8	4,27	3,85	4,060
	19	26,7	4,89	4,49	4,690
	20	19,6	4,23	4,06	4,145
27/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΡΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 0	1	16,8	3,98	4,06	4,020
	2	16,5	4,16	3,98	4,070
	3	36,6	5,78	5,37	5,575
	4	15,6	3,87	3,10	3,485
	5	22,2	4,48	4,08	4,280
	6	27	4,88	4,60	4,740
	7	16	3,80	3,83	3,815
	8	28,1	5,16	4,72	4,940
	9	26,2	5,05	4,52	4,785
	10	14,3	3,67	3,44	3,555
DK6M 0	11	28	5,11	4,98	5,045
	12	17,4	4,18	4,23	4,205
	13	29,3	4,85	5,21	5,030
	14	28,4	4,80	4,97	4,885
	15	13,7	3,75	3,47	3,610
	16	32,8	5,42	5,41	5,415
	17	12,1	3,69	3,10	3,395
	18	16,1	4,23	3,84	4,035
	19	25,4	4,85	4,42	4,635
	20	18,6	3,98	4,07	4,025
30/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΡΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 0	1	16,4	4,18	4,06	4,120
	2	15,9	3,95	4,27	4,110
	3	35,6	5,48	5,70	5,590
	4	14,9	4,03	3,15	3,590
	5	20,8	4,99	4,08	4,535
	6	25,7	4,43	5,05	4,740
	7	15,7	3,87	3,73	3,800
	8	27,5	5,38	5,03	5,205
	9	25,6	4,58	5,15	4,865
	10	13,8	3,68	3,74	3,710
DK6M 0	11	26,7	4,58	4,89	4,735
	12	17,1	4,25	4,27	4,260
	13	28,2	5,08	5,20	5,140

Πίνακας Π.37: Συνέχεια					
	14	27,7	4,86	5,05	4,955
	15	13,4	3,61	3,84	3,725
	16	31,1	5,33	5,55	5,440
	17	11,3	3,72	3,31	3,515
	18	15,1	4,25	3,84	4,045
	19	24,1	4,82	4,50	4,660
	20	17,7	3,97	4,18	4,075
3/2/2003	ΜΑΝΙΤΑΡΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 0	1	13,7	4,14	4,01	4,075
	2	12,8	3,81	3,90	3,855
	3	30,5	5,32	5,58	5,450
	4	11,5	3,61	2,91	3,260
	5	18,2	4,02	4,35	4,185
	6	22,7	4,51	5,07	4,790
	7	12,6	3,76	3,63	3,695
	8	23,7	4,89	5,21	5,050
	9	21,5	4,97	4,65	4,810
	10	10,4	3,32	3,52	3,420
DK6M 0	11	22,9	4,64	4,74	4,690
	12	15,3	4,29	4,16	4,225
	13	24,4	5,29	5,11	5,200
	14	24,4	4,95	5,02	4,985
	15	10,8	3,79	3,30	3,545
	16	27,0	5,29	5,60	5,445
	17	8,6	3,45	2,95	3,200
	18	12,0	4,07	3,82	3,945
	19	20,9	4,69	4,43	4,560
	20	14,6	3,95	3,95	3,950

Πίνακας Π.38: Εύρεση της διαμέτρου σηματοδωμένων μανιταριών σε θερμοκρασία συντήρησης 5°C.

25/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 5	21	26,5	4,75	4,95	4,850
	22	18,7	4,11	4,37	4,240
	23	27,2	5,08	4,82	4,950
	24	43,5	5,64	5,68	5,660
	25	29	5,00	4,99	4,995
	26	48,8	6,26	5,86	6,060
	27	32,4	5,35	5,20	5,275
	28	16,6	4,08	4,00	4,040
	29	18,2	4,15	3,80	3,975
	30	12,2	3,90	4,27	4,085
DK6M 5	31	20,1	4,25	4,43	4,340
	32	29,5	5,30	5,07	5,185
	33	19,4	4,43	4,05	4,240
	34	20,3	4,50	4,15	4,325
	35	27,8	4,93	5,34	5,135
	36	33,6	4,92	5,44	5,180
	37	24,3	4,86	4,75	4,805
	38	15,7	3,79	3,82	3,805
	39	23,4	4,57	4,45	4,510
	40	18,8	4,16	4,26	4,210
28/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 5	21	24,6	4,99	4,85	4,920
	22	17,7	4,51	4,28	4,395
	23	26,0	5,22	4,96	5,090
	24	40,4	5,71	5,62	5,665
	25	27,3	5,07	4,95	5,010
	26	47,1	6,25	6,18	6,215
	27	31,3	5,40	5,32	5,360
	28	16,2	4,20	4,05	4,125
	29	17,9	4,29	3,95	4,120
	30	11,5	3,97	4,28	4,125
DK6M 5	31	19,0	4,38	4,27	4,325
	32	27,8	5,31	4,99	5,150
	33	18,0	4,51	4,04	4,275
	34	19,2	4,00	4,55	4,275
	35	25,8	5,49	4,98	5,235
	36	31,2	5,40	4,92	5,160
	37	21,8	4,48	4,80	4,640
	38	14,5	3,80	3,90	3,850
	40	17,5	4,23	4,11	4,170
	30/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)
DK5M 5	21	22,7	5,05	4,71	4,880
	22	16,7	4,23	4,38	4,305
	23	25,1	5,00	4,95	4,975
	24	37,8	5,44	5,78	5,610
	25	25,7	5,11	5,08	5,095
	26	43,8	6,20	6,12	6,160
	27	29,5	5,40	5,38	5,390
	28	15,4	4,11	4,06	4,085
	29	16,6	3,99	4,22	4,105
	30	10,2	3,85	4,12	3,985
DK6M 5	31	18,1	4,41	4,38	4,395
	32	26,5	5,30	5,11	5,205
	33	17,0	4,58	4,11	4,345
	34	17,9	4,27	4,28	4,275

Πίνακας Π.38: Συνέχεια					
	35	24,0	5,52	5,00	5,260
	36	29,7	5,40	5,02	5,210
	37	20,3	4,87	4,72	4,795
	38	13,4	3,97	3,68	3,825
	39	19,1	4,32	4,46	4,390
	40	15,9	4,20	4,16	4,180
3/2/2003	ΜΑΝΙΤΑΡΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 5	21	19,9	5,01	4,84	4,925
	22	12	4,02	4,44	4,230
	23	22,7	4,95	5,25	5,100
	24	34,1	5,86	5,70	5,780
	25	23,1	5,11	5,00	5,055
	26	37,4	6,54	6,16	6,350
	27	27,1	5,4	5,45	5,425
	28	12,3	4,09	4,06	4,075
	29	15	3,97	4,30	4,135
	30	9,2	4,24	3,98	4,110
DK6M 5	31	16,4	4,49	4,33	4,410
	32	24,5	5,24	5,49	5,365
	33	15,2	4,23	4,55	4,390
	34	16,1	4,58	4,35	4,465
	35	21,6	5,64	4,95	5,295
	36	26,1	5,45	5,10	5,275
	37	18,6	4,85	4,74	4,795
	38	11,8	3,93	3,84	3,885
	39	16,1	4,31	4,38	4,345
	40	14,2	4,21	4,12	4,165

Πίνακας Π.39: Εύρεση της διαμέτρου σηματοδωμένων μανιταριών σε θερμοκρασία συντήρησης 10°C.

25/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 10	41	46,7	6,52	6,15	6,335
	42	23,4	4,46	4,72	4,590
	43	24,6	4,79	5,07	4,930
	44	24	4,92	5,19	5,055
	45	25,1	4,64	4,99	4,815
	46	27,4	5,34	5,02	5,180
	47	11,7	4,00	3,82	3,910
	48	22,6	4,50	5,07	4,785
	49	12,9	3,76	3,77	3,765
	50	17,6	4,64	4,60	4,620
DK6M 10	51	36,9	6,08	6,60	6,340
	52	16	4,19	4,15	4,170
	53	25,3	5,06	4,70	4,880
	54	23	5,02	4,55	4,785
	55	21,4	4,65	4,60	4,625
	56	14,1	3,77	3,92	3,845
	57	16,5	4,27	4,15	4,210
	58	15,8	4,28	4,05	4,165
	59	14,4	4,29	4,00	4,145
	60	25,7	5,00	5,00	5,000
27/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 10	41	45,1	6,80	6,42	6,610
	42	22,7	5,22	4,76	4,990
	43	23,8	5,32	5,14	5,230
	44	23,2	5,48	5,62	5,550
	45	23,9	5,30	4,90	5,100
	46	26,4	5,68	5,17	5,425
	47	11,0	4,06	3,90	3,980
	48	21,1	5,30	4,72	5,010
	49	12,4	3,91	4,06	3,985
	50	16,5	4,75	4,80	4,775
DK6M 10	51	35,0	6,11	6,85	6,480
	52	14,9	4,30	4,23	4,265
	53	24,0	5,35	4,89	5,120
	54	21,7	4,80	5,26	5,030
	55	19,9	4,84	4,61	4,725
	56	13,1	4,20	4,13	4,165
	57	15,2	4,45	4,40	4,425
	58	14,0	4,36	4,07	4,215
	59	13,2	4,32	4,14	4,230
	60	23,8	5,28	5,13	5,205
29/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 10	41	13,1	7,32	7,12	7,220
	42	21,6	5,48	4,56	5,020
	43	22,7	5,37	5,18	5,275
	44	21,1	6,05	5,61	5,830
	45	21,7	5,61	5,32	5,465
	46	25,5	5,14	5,39	5,265
	47	9,8	4,11	4,07	4,090
	48	19,8	5,28	5,09	5,185
	49	11,7	4,29	3,90	4,095
	50	15,7	4,89	4,86	4,875
DK6M 10	51	33,5	7,00	6,45	6,725
	52	13,9	4,48	4,35	4,415
	53	22,3	5,40	4,95	5,175

Πίνακας Π.39: Συνέχεια					
	54	19,9	5,12	5,40	5,260
	55	17,9	4,85	4,95	4,900
	56	12,0	4,35	4,37	4,360
	57	14,4	4,30	4,58	4,440
	58	13,2	4,15	4,40	4,275
	59	12,5	4,32	4,40	4,360
	60	22,7	5,44	5,35	5,395
31/1/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 10	41	39,3	7,30	7,20	7,250
	42	19,6	5,20	5,25	5,225
	43	21,4	5,30	5,42	5,360
	44	19,5	6,05	6,08	6,065
	45	20,9	5,60	5,50	5,550
	46	24,3	6,27	5,72	5,995
	47	9,1	3,95	3,87	3,910
	48	18,7	5,22	4,99	5,105
	49	10,6	4,20	4,04	4,120
	50	14,3	5,50	4,80	5,150
DK6M 10	51	31,5	6,72	6,10	6,410
	52	13,3	4,28	4,41	4,345
	53	20,9	5,00	5,45	5,225
	54	18,0	5,00	5,50	5,250
	55	15,8	4,85	4,95	4,900
	56	10,9	4,30	4,08	4,190
	57	13,6	4,60	4,10	4,350
	58	11,8	4,50	4,22	4,360
	59	11,9	4,26	4,29	4,275
	60	20,7	5,56	5,28	5,420
3/2/2003	ΜΑΝΙΤΑΠΙ	ΒΑΡΟΣ	D1 (cm)	D2 (cm)	D (cm)
DK5M 10	41	36,4	8,11	7,48	7,795
	42	18,1	6,27	5,53	5,900
	43	19,5	6,05	5,59	5,820
	44	17,8	6,90	6,49	6,695
	45	17,9	6,25	6,56	6,405
	46	7,2	4,16	4,05	4,105
	47	20,4	7,08	6,16	6,620
	48	16,4	5,68	5,22	5,450
	49	8,7	4,72	4,48	4,600
	50	12,2	5,08	5,36	5,220
DK6M 10	51	28,5	6,92	7,17	7,045
	52	12,0	4,51	4,54	4,525
	53	18,9	5,88	5,46	5,670
	54	16,2	6,06	5,63	5,845
	55	14,4	5,05	5,25	5,150
	56	9,1	4,73	4,26	4,495
	57	11,8	4,98	4,55	4,765
	58	9,9	4,70	4,50	4,600
	59	9,1	4,40	4,42	4,410
	60	17,1	6,00	5,76	5,880