

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

ΘΕΜΑ:

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ
ΤΗΝ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΠΑΜΙΑΣ
(*Hibiscus esculentus*)»**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑΣ Γ. ΡΕΚΟΥΜΗ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΡΟΛΑΝΤ Κ. ΠΑΣΣΑΜ

ΑΘΗΝΑ 2011

**ΓΕΩΠΟΝΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΘΗΝΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΚΗΠΕΥΤΙΚΩΝ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΩΝ**

ΘΕΜΑ:

**«ΜΕΛΕΤΗ ΤΗΣ ΕΠΙΔΡΑΣΗΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΠΑΡΑΓΟΝΤΩΝ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ
ΤΗΝ ΜΕΤΑΣΥΛΛΕΚΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΗΣ ΜΠΑΜΙΑΣ
(*Hibiscus esculentus*)»**

**ΔΙΔΑΚΤΟΡΙΚΗ ΔΙΑΤΡΙΒΗ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΑΣ Γ. ΡΕΚΟΥΜΗ**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΧΑΡΟΛΝΤ Κ. ΠΑΣΣΑΜ

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΣΥΜΒΟΥΛΕΥΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

ΠΑΣΣΑΜ ΧΑΡΟΛΝΤ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΟΛΥΜΠΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΣ, ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΕΠΤΑΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΥΡΟΠΗ

ΠΑΣΣΑΜ ΧΑΡΟΛΝΤ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΣΙΩΜΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΣ, ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Α.Π.Θ.

ΟΛΥΜΠΙΟΣ ΧΡΙΣΤΟΣ, ΟΜΟΤΙΜΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΤΣΑΝΤΙΛΗ ΕΛΕΝΗ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΡΙΑ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ Γ.Π.Α.

ΑΪΒΑΛΑΚΙΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΣΑΒΒΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ, ΑΝΑΠΛΗΡΩΤΗΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ Γ.Π.Α.

ΑΘΗΝΑ 2011

Αφιερώνεται στους αείμνηστους γονείς μου Γιώργη και Βαγγελιώ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα διατριβή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών. Εδώ πρέπει να σημειώσω ότι ένα μέρος της μελέτης πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών.

Στο σημείο αυτό θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας διατριβής και ιδιαίτερα τον επιβλέποντα καθηγητή μου κ. Χ. Πάσσαμ για την επιστημονική και ηθική στήριξη που μου παρείχε. Ευχαριστώ θερμά τον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Κ. Ακουμιανάκη για τις πολύτιμες συμβουλές του και την αμέριστη βοήθεια που μου παρείχε καθώς επίσης και τον Ομότιμο Καθηγητή κ. Χ. Ολύμπιο ως μέλος της τριμελούς συμβουλευτικής επιτροπής. Ευχαριστώ τα μέλη της επταμελούς εξεταστικής επιτροπής για το χρόνο που θα διαθέσουν για να ασχοληθούν με τη διατριβή μου και υπόσχομαι ότι θα λάβω σοβαρά υπόψη μου τις παρατηρήσεις τους.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον Διδάκτορα και μέλος του Εργαστηρίου Κηπευτικών Καλλιεργειών κ. Ι. Καραπάνο για ηθική στήριξη και την πολύτιμη βοήθειά του τόσο κατά τη διάρκεια εκπόνησης των πειραμάτων όσο και κατά τη συγγραφή αυτής της διατριβής. Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω επίσης στον Αναπληρωτή Καθηγητή κ. Σ. Βέμμο και τον Επίκουρο Καθηγητή κ. Π. Ρούσσο για τη σημαντική βοήθεια που μου παρείχαν στα πειράματα που έγιναν στο Εργαστήριο Δενδροκομίας. Τέλος ευχαριστώ την Διδάκτορα Μιλένα Νικολοπούλου και τον Επίκουρο Καθηγητή στο Α.Τ.Ε.Ι. Καλαμάτας κ. Α. Αλεξόπουλο για την αμέριστη ηθική στήριξη και βοήθεια που μου παρείχαν κατά τη διάρκεια εκπόνησης της διδακτορικής μου διατριβής.

Κωνσταντίνα Γ. Ρεκούμη

Αθήνα 2011

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περίληψη.....	1
Abstract.....	4
Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή	
1.1. Γενικά.....	6
1.2. Εκτάσεις και παραγωγή.....	7
1.3. Βοτανική ταξινόμηση.....	8
1.4. Ποικιλίες.....	9
1.5. Βοτανικοί χαρακτήρες.....	11
1.5.1. Ριζικό σύστημα.....	11
1.5.2. Στέλεχος ή Βλαστός.....	11
1.5.3. Φύλλα.....	12
1.5.4. Άνθη.....	12
1.5.5. Καρπός.....	13
1.5.6. Σπόρος.....	13
1.6 Άνθηση και καρπόδεση.....	13
1.7. Ωρίμανση και συγκομιδή.....	15
1.8. Αποθήκευση.....	17
1.9. Ποιότητα.....	20
1.10. Σκοπός της μελέτης και τα πειράματα που διεξήχθησαν.....	21
Κεφάλαιο 2^ο Υλικά και Μέθοδοι	
2.1. Προμήθεια φυτικού υλικού.....	24
2.2. Η αποθήκευση των καρπών.....	27
2.2.1. Υλικά συσκευασίας.....	27
2.2.2. Πείραμα 1.....	27
2.2.3. Πείραμα 2.....	28
2.2.4. Πείραμα 3.....	28
2.2.5. Πείραμα 4.....	29
2.2.6. Πειραματικό σχέδιο.....	30
2.3. Αναλυτικές Μέθοδοι.....	30
2.3.1. Προσδιορισμός του νωπού και ξηρού βάρους των λοβών.....	30
2.3.2. Προσδιορισμός του χρώματος των λοβών.....	30
2.3.3. Προσδιορισμός της συνεκτικότητας των λοβών.....	31
2.3.4. Προσδιορισμός της αναπνοής των αποθηκευμένων λοβών.....	31
2.3.5. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης αιθυλενίου.....	32
2.3.6. Προσδιορισμός διαλυτών υδατανθράκων.....	32
2.3.6.1. Προσδιορισμός διαλυτών σακχάρων.....	32
2.3.6.2. Ανάλυση Αμύλου.....	34
2.3.7. Προσδιορισμός ακατέργαστων ινών.....	35
2.3.8. Προσδιορισμός νιτρικών.....	36
2.4. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων.....	37

Κεφάλαιο 3^ο Αποτελέσματα

Πείραμα 1^ο

Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, του υλικού συσκευασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας ποικιλίας

Μπογιατίου.....	38
3.1. Απώλεια βάρους	38
3.2. Οπτική ποιότητα των λοβών.....	40
3.3. Ξηρά ουσία.....	44
3.4. Συνεκτικότητα.....	45
3.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος.....	46
3.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (παράμετρος a^*).....	47
3.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παράμετρος b^*).....	48
3.8. Αναπνοή.....	49
3.9. Έκλυση αιθυλενίου.....	50
3.10. Σύσταση ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.....	51
3.11. Μεταβολή του περιεχομένου των λοβών σε υδατάνθρακες κατά την αποθήκευση.....	53
3.11.1. Περιεκτικότητα σε άμυλο.....	53
3.11.2. Περιεκτικότητα σε σακχαρόζη.....	54
3.11.3. Περιεκτικότητα σε φρουκτόζη.....	54
3.11.4. Περιεκτικότητα σε γλυκόζη.....	55
3.11.5. Περιεκτικότητα σε ραφφινόζη.....	56
3.12. Ακατέργαστες ίνες.....	56
3.13. Συμπεράσματα.....	57

Πείραμα 2^ο

Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, του υλικού συσκευασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson

Sprineless.....	60
4.1. Απώλεια βάρους	60
4.2. Οπτική ποιότητα των λοβών.....	62
4.3. Ξηρά ουσία.....	65
4.4. Συνεκτικότητα.....	66
4.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος.....	68
4.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (παράμετρος a^*).....	69
4.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παράμετρος b^*).....	70
4.8. Αναπνοή.....	71
4.9. Έκλυση αιθυλενίου.....	73
4.10. Σύσταση ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης.....	74
4.11. Συμπεράσματα.....	75

Πείραμα 3^ο

Επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στην εμφάνιση κρουτραυματισμού στους λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου.....

.....	78
5.1. Απώλεια βάρους	79
5.2. Οπτική ποιότητα των λοβών.....	80
5.3. Ξηρά ουσία.....	86
5.4. Συνεκτικότητα.....	88
5.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος.....	90
5.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (παράμετρος a^*).....	92

5.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παράμετρος b*).	94
5.8. Αναπνοή	96
5.9. Έκλυση αιθυλενίου	98
5.10. Σύσταση ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης	98
5.11. Συμπεράσματα	100
Πείραμα 4^ο	
Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης και της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου	103
6.1. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγή και το μέγεθος των λοβών	104
6.2. Απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης	105
6.3. Ξηρά ουσία	106
6.4. Συγκέντρωση νιτρικών στους λοβούς κατά την αποθήκευση	107
6.5. Το χρώμα των λοβών	109
6.6. Η συνεκτικότητα των λοβών	111
6.7. Συμπεράσματα	112
Κεφάλαιο 4^ο Συζήτηση	
Συζήτηση 1 ^{ου} και 2 ^{ου} πειράματος	114
Συζήτηση 3 ^{ου} πειράματος	121
Συζήτηση 4 ^{ου} πειράματος	125
Γενικά συμπεράσματα	130
Πρωτοτυπία της διατριβής	133
Βιβλιογραφία	134
Εργασίες που προκύπτουν από τη διατριβή	144

Περίληψη

Στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η μετασυλλεκτική συμπεριφορά των μικρών λοβών μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου, σε σχέση με τη διάρκεια της αποθήκευσης, τη θερμοκρασία αποθήκευσης και τη συσκευασία. Ο κύριος στόχος ήταν η επιμήκυνση της διάρκειας αποθήκευσης των λοβών με αποδεκτή εμπορικά ποιότητα. Επίσης, μελετήθηκε η ευαισθησία των λοβών στους κρυοτραυματισμούς, όπως και η επίδραση της δόσης της αζωτούχου λίπανσης κατά την καλλιέργεια στη μετασυλλεκτική ζωή των λοβών. Η συμπεριφορά στην αποθήκευση των μικρών λοβών συγκρίθηκε με αυτή των μεγάλων λοβών της ποικιλίας Clemson Spineless.

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα, οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου μπορούν να αποθηκευτούν ικανοποιητικά έως και 10 ημέρες, μόνο εάν κλειστούν σε πλαστικό. Οι λοβοί σε ανοικτές συσκευασίες έχασαν ταχύτατα βάρος και εμφάνισαν μάρανση. Ως άριστη θερμοκρασία για την αποθήκευση των λοβών σε κλειστές συσκευασίες αποδείχθηκαν οι 7°C, οι οποίοι επέτρεψαν την αποθήκευση για 10 ημέρες και την περαιτέρω παραμονή των λοβών για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) (παραμονή στο ράφι - shelf-life). Αν και η απώλεια βάρους ήταν μεγάλη, ιδιαίτερα κατά την περίοδο του shelf life, η οπτική ποιότητα των λοβών παρέμεινε ανεπηρέαστη ακόμα και όταν η μείωση του βάρους έφτασε στο επίπεδο του 15-20%. Οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless αποθηκεύτηκαν ικανοποιητικά στους 10°C για 10 ημέρες και με περαιτέρω παραμονή για 3 ημέρες shelf life, με την απώλεια βάρους όμως να είναι μικρότερη συγκριτικά με τους λοβούς της Μπογιατίου. Οι μικροί λοβοί της Μπογιατίου αποδείχθηκαν λιγότερο ευαίσθητοι σε αποχρωματισμούς και στην παρουσία στιγμάτων και σήψεων σε σχέση με αυτούς της Clemson Spineless, ιδιαίτερα σε κλειστές συσκευασίες. Παρά την μεγάλη απώλεια βάρους, οι λοβοί της Clemson Spineless στις ανοικτές συσκευασίες εμφάνισαν καλύτερη οπτική ποιότητα από αυτούς που αποθηκεύτηκαν σε κλειστές συσκευασίες. Επομένως, αν και είναι απαραίτητος ο εγκλεισμός των μικρών λοβών της Μπογιατίου σε κλειστές συσκευασίες για την αποθήκευσή τους, οι μεγαλύτεροι λοβοί της Clemson Spineless μπορούν να αποθηκευτούν ικανοποιητικά χωρίς κάλυψη. Μεταξύ των διαφορετικών υλικών συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν για τους λοβούς της Μπογιατίου, καλύτερο αποδείχθηκε το πλαστικό

κουτί, λόγω της χαμηλότερης υγρασίας εντός της συσκευασίας σε σχέση με τη χρήση των πλαστικών μεμβρανών.

Αν και ως γνωστόν οι λοβοί της μπάμιας επιδεικνύουν υψηλό ρυθμό αναπνοής κατά την αποθήκευσή τους, η αναπνευστική δραστηριότητα των μικρών λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου ήταν παρόμοια με αυτή των μεγαλύτερων λοβών της Clemson Spineless στην ίδια θερμοκρασία αποθήκευσης. Παράλληλα, η έκλυση αιθυλενίου κατά την αποθήκευση ήταν όμοια για τις δύο ποικιλίες στην ίδια θερμοκρασία, αλλά μεγαλύτερη στην Clemson Spineless στην ακόλουθη περίοδο του shelf life. Κατά την αποθήκευση, οι λοβοί της Μπογιατίου εμφάνισαν προοδευτική απώλεια του αμύλου και της σακχαρόζης (όπως και της γλυκόζης μετά την αποθήκευση για 15 ημέρες), ενώ οι συγκεντρώσεις της φρουκτόζης και της ραφφινόζης παρέμειναν σταθερές. Όμως, αν και αυξήθηκε το περιεχόμενο των λοβών σε ίνες, η συνεκτικότητά τους μειώθηκε.

Από τη μελέτη για τον προσδιορισμό της ευαισθησίας των λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου σε ζημιές λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (κρυοτραυματισμός), βρέθηκε ότι κρυοτραυματισμός εμφανίστηκε στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 2°C και σε μικρότερη έκταση σε λοβούς που αποθηκεύτηκαν για 10 ημέρες στους 4° και 6°C. Τα συμπτώματα του κρυοτραυματισμού αναπτύχθηκαν μετά τη μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) κατά τη shelf life 3 ημερών. Οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν σε κλειστές συσκευασίες επέδειξαν λιγότερα συμπτώματα κρυοτραυματισμού, σε σχέση με αυτούς στις ανοικτές συσκευασίες.

Για την παραγωγή των μικρών λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου, όπως αυτοί απαιτούνται στην ελληνική αγορά, η συγκέντρωση της αζωτούχου λίπανσης που εφαρμόζεται κατά την καλλιέργεια δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 300 ppm. Αν και το επίπεδο του αζώτου δεν επηρέασε σημαντικά την μετασυλλεκτική συμπεριφορά των λοβών, η αύξηση της δόσης του αζώτου προκάλεσε αύξηση στο περιεχόμενο των λοβών σε νιτρικά ιόντα, ενώ επίσης επηρέασε το χρώμα και τη συνεκτικότητά τους.

Συμπερασματικά, η παρούσα εργασία προσδιόρισε τις άριστες συνθήκες αποθήκευσης των μικρών λοβών μπάμιας, χαρακτηριστικό δείγμα των οποίων αποτελεί η ελληνική ποικιλία Μπογιατίου, την ευαισθησία των λοβών αυτών σε κρυοτραυματισμούς και την εφαρμογή αζώτου κατά την καλλιέργεια. Οι μεταβολές σε βασικά συστατικά των λοβών (άμυλο, σάκχαρα, ίνες), στις παραμέτρους της οπτικής ποιότητας (χρωματισμός των λοβών και οπτική αξιολόγηση) μαζί με τη συνεκτικότητα και σε φυσιολογικές παραμέτρους όπως η αναπνοή και η έκλυση αιθυλενίου, περιγράφονται κατά την αποθήκευση. Οι απαιτήσεις για την αποθήκευση των λοβών της Μπογιατίου συγκρίθηκαν

με αυτές της *Clemson Spineless* που παράγει μεγάλους λοβούς και της οποίας η μετασυλλεκτική συμπεριφορά αναφέρεται στη διεθνή βιβλιογραφία ως χαρακτηριστική των λοβών της μπάμιας.

Abstract

In the present study, the postharvest behaviour of small okra pods of cv Boyiatiou was evaluated in relation to the duration of storage, the storage temperature and packing. The main aim was to prolong the length of storage of the pods at good marketable quality. The susceptibility of pods to chilling injury during cold storage was also studied, as well as the effects of nitrogen concentration during cultivation on the postharvest life of the pods. The storage behaviour of the small pods was compared with that of the large-fruited cv Clemson Spineless.

According to the results, okra pods of cv Boyiatiou may be stored satisfactorily for up to 10 days only if they are enclosed in plastic. Unenclosed pods rapidly lose weight and shrivel. The optimum temperature for the storage of pods enclosed in plastic was 7°C, which permitted storage for a period of 10 days followed by 3 days shelf life at room temperature (22°C). Although weight loss was high, particularly during the shelf life period, the visual quality of the pods remained unaffected even when the weight reduction was 15-20%. The pods of Clemson Spineless stored well at 10°C for 10 days, followed by 3 days shelf life and weight loss was less compared to Boyiatiou. The small pods of Boyiatiou proved less prone to discoloration and the occurrence of spots and decay than Clemson Spineless, specifically when enclosed in plastic. Despite high weight loss the unenclosed pods of Clemson Spineless exhibited a better optical appearance than those that were enclosed in plastic. Hence, while packaging is essential for storage of the small pods of Boyiatiou the larger pods of Clemson Spineless may be stored satisfactorily without packing. Among the different packing materials used for Boyiatiou, the best seemed to be the plastic box due to the lower humidity within the package in comparison with the films.

Although okra pods are known to exhibit a high rate of respiration during storage, the rate of respiration of the small pods of cv. Boyiatiou was similar to that of the larger pods of cv. Clemson Spineless at the same storage temperature. Ethylene release during storage was similar in both cultivars at the same temperature, but was higher in Clemson Spineless during the subsequent shelf life period. During storage pods of Boyiatiou showed a progressive loss of starch and sucrose (as well as glucose at 15 days storage), whereas the concentrations of fructose and raffinose remained stable. Although an increase in fibre content was observed during storage, pod firmness decreased.

From the experiment to determine the susceptibility of cv. Boyiatiou to low temperature (chilling) injury, it was found that chilling injury developed in pods stored at 2°C, and to a lesser extent in pods stored at 4 and 6°C over a 10 days period. The symptoms of chilling injury developed when pods were transferred to room temperature (22°C) for 3 days shelf life. Pods that were enclosed in plastic during storage showed fewer chilling injury symptoms than unenclosed pods.

For the production of small pods of cv. Boyiatiou, as demanded within the Greek market, the nitrogen concentration used for fertilization during crop cultivation should not exceed 300 ppm. Though the N-level did not significantly affect the storage behaviour of the pods, increasing N rates caused an increase in NO₃ concentration within the pods and also affected pod colour and firmness.

In conclusion, the present study defines the optimal storage conditions for small pods characteristic of the Greek cv. Boyiatiou, the susceptibility of these pods to chilling injury and nitrogen application during crop cultivation. The major compositional components of the pods (starch, sugars, fibre), the optical quality parameters (colour and optical assessment) plus firmness, and some physiological parameters (respiration and ethylene release) during storage are described. The storage requirements of Boyiatiou are compared with those of the large-fruited cv. Clemson Spineless, the postharvest behaviour of which is generally referred to in the literature as characteristic of okra.

Κεφάλαιο 1^ο Εισαγωγή

1.1. Γενικά

Η μπάμια (*Abelmoschus esculentus* [L.] Moench. συν. *Hibiscus esculentus* L.) καλλιεργείται ως ετήσιο λαχανικό και πολλαπλασιάζεται με σπόρο. Είναι θερμοφιλό φυτό με άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης 25-30°C και καλλιεργείται κυρίως σε περιοχές των τροπικών και υποτροπικών ζωνών με χαμηλό υψόμετρο καθώς και ως καλοκαιρινή καλλιέργεια στη λεκάνη της Μεσογείου και στις νότιες πολιτείες των Η.Π.Α.

Το όνομα '*Abelmoschus*' προέρχεται από την αραβική λέξη *abu-l-mosk* ('πατέρας του μόσχου') και αναφέρεται στην οσμή των σπόρων του γένους αυτού, ενώ η λέξη '*esculentus*' στα λατινικά σημαίνει 'εδώδιμος' (Dhankhar and Mishra 2009). Το κοινό όνομα 'μπάμια' έχει Αραβική (*bamiah*) ή Τούρκικη (*bamya*) προέλευση, ενώ άλλα γνωστά κοινά ονόματα συμπεριλαμβάνουν τα εξής: *okra* ή *lady's finger* (στην Αγγλική), *gombo* (Γαλλική), *quiogombo* (Ισπανική), *quiabeiro* (Πορτογαλική), *ibisco* (Ιταλική), *ocker* (Γερμανική), *bhindi* (Ινδή), *bamija* (Ρώσικη), *okura* (Ιαπωνική) και *ka fei huang kui* ή *huang su kui* (Κινέζικη) (Dhankhar and Mishra 2009).

Ενώ το γένος *Abelmoschus* έχει μια Ασιατική προέλευση με κέντρο ποικιλότητας την Νότια Ανατολική Ασία (van Borssum-Waalkes 1966), η ακριβής καταγωγή της μπάμιας δεν είναι γνωστή. Πιστεύεται ότι η καλλιέργεια της μπάμιας ξεκίνησε στην Αφρική (De Candolle 1886), είτε Αιθιοπία (Vavilon 1926) είτε Δυτική Αφρική (Murdock 1959). Η μπάμια δεν εμφανίζεται σε αρχαία Ελληνικά ή Λατινικά κείμενα και η πρώτη γραπτή καταγραφή της έγινε από τους Αιγυπτίους το 1216 μ.Χ. Από τη Βόρεια Αφρική μεταφέρθηκε στην περιοχή της Μεσογείου και στα Βαλκάνια, ενώ τον 17^ο αιώνα έφτασε στην Αμερική (Dhankhar and Mishra 2009).

Το κύριο εδώδιμο μέρος της μπάμιας είναι ο ανώριμος λοβός (καρπός) ο οποίος καταναλώνεται σε νωπή (φρέσκια) και επεξεργασμένη μορφή (κονσερβοποιημένα, κατεψυγμένα, αφυδατωμένα) (Kalra *et al.* 1983). Στη Δυτική Αφρική τα φύλλα επίσης καταναλώνονται ενώ ο κορμός χρησιμοποιείται στην παραγωγή χαρτιού (Martin 1982, Sohal 2009). Άλλες χρήσεις της μπάμιας συμπεριλαμβάνουν την παραγωγή λαδιού, βιοκαυσίμου και ενός αντικαταστάτη του καφέ από τους σπόρους (Lamont 1999). Οι νεαροί και τρυφεροί λοβοί της μπάμιας χρησιμοποιούνται ευρύτατα στην μαγειρική, όμως

με την περαιτέρω ανάπτυξη και ωρίμανσή τους γίνονται ινώδεις και ακατάλληλοι για κατανάλωση.

1.2. Εκτάσεις και παραγωγή

Σύμφωνα με τα στοιχεία του FAO (FAOStat 2010) η παγκόσμια παραγωγή μπάμιας για το έτος 2008 ανέρχεται στους 5.718.660 t. από την οποία το 68% παράγεται στην Ασία και 30% στην Αφρική. Όπως διαπιστώνεται από τον Πίνακα 1.1 πάνω από 60% του συνόλου (3,53 εκατ. τόνοι) παράγεται σε μια μόνο χώρα, την Ινδία. Στη περιοχή της Μεσογείου η χώρα με τη μεγαλύτερη παραγωγή μπάμιας είναι η Αίγυπτος και στη συνέχεια η Τουρκία.

Πίνακας 1.1. Η εξέλιξη της καλλιέργειας της μπάμιας παγκοσμίως στις κυριότερες χώρες παραγωγής της κατά τα έτη 2003-2008. (Πηγή: FAOStat 2010).

ΧΩΡΕΣ	2003		2005		2007		2008	
	Έκταση (Ha)	Παραγωγή (ton)	Έκταση (Ha)	Παραγωγή (ton)	Έκταση (Ha)	Παραγωγή (ton)	Έκταση (Ha)	Παραγωγή (ton)
Αίγυπτος	6690	104640	7000	110000	7540	117940	7200	145402
Γκάνα	18000	100000	18000	100000	19500	108000	19500	108000
Ελλάδα	1594	12425	1597	12730	1419	9890	1342	7232
Η.Π.Α.	1200	9242	1250	9487	1300	10000	1300	10000
Ινδία	370000	3530000	357300	3512400	346700	3497200	407000	4179000
Ιράκ	16500	117000	19500	136000	22250	141000	20150	132751
Καμερούν	19000	34938	17445	34902	19500	35000	20000	40000
Νιγηρία	300000	810000	350000	950000	430000	1280000	387000	1039000
Πακιστάν	12921	99588	14384	109239	15000	112000	15081	114657
Σαουδική Αραβία	5024	48272	4019	46365	4000	46000	3800	52000
Σουδάν	23529	261000	24373	168000	20000	216950	21926	223650
Τουρκία	7100	35500	7100	36000	7100	36992	7200	37543

Στην Ελλάδα η ετήσια παραγωγή μπάμιας τα τελευταία χρόνια έχει μειωθεί σημαντικά από 13.000 t. το 1993 σε μόλις 7.300 t. το 2009, δηλ. μια πτώση της τάξης του 45%. Κατά την εξέλιξη της καλλιέργειας στην Ελλάδα από το 1997 έως το 2009 παρατηρείται μείωση και της έκτασης που καλλιεργείται με μπάμια (Πίνακας 1.2).

Πίνακας 1.2. Η εξέλιξη της καλλιέργειας της μπάμιας στην Ελλάδα κατά τη δεκαετία 1997-2009. (Πηγή: Στατιστική Υπηρεσία Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης και Τροφίμων 2009).

ΕΤΟΣ	ΕΚΤΑΣΗ (στρέμματα)	ΠΑΡΑΓΩΓΗ (τόνοι)
1997	19.744	13.803
1998	16.240	12.625
1999	16.480	12.625
2000	18.920	16.120
2001	15.235	11.927
2002	15.850	12.470
2003	15.944	12.425
2004	16.000	11.490
2005	15.970	12.730
2006	14.620	10.210
2007	14.190	9.890
2008	13.420	7.232
2009	13.660	7.378

Η παραγωγή μπάμιας στη Ελλάδα γίνεται με ή χωρίς άρδευση και οι διαφορές στις αποδόσεις οφείλονται κυρίως σε εδαφοκλιματικούς παράγοντες που σχετίζονται με τις συνθήκες θερμοκρασίας σε κάθε περιοχή, το ανάγλυφο του εδάφους, την διαφορετική συμπεριφορά των ποικιλιών σε κάθε περιοχή και την ποικιλία που χρησιμοποιείται.

1.3. Βοτανική ταξινόμηση

Η μπάμια ή ιβίσκος ο εδώδιμος (*Abelmoschus esculentus* [L.] Moench. συν. *Hibiscus esculentus* L.) είναι μέλος της οικογένειας Malvaceae (Μαλαχόδη), η οποία περιλαμβάνει 50 γένη και 1000 είδη (Πίνακας 1.3). Η μπάμια είναι το δεύτερο πιο γνωστό είδος της οικογένειας μετά το βαμβάκι (*Gossypium hirsutum* L.), ενώ υπάρχουν και άλλα γνωστά και πολύτιμα είδη όπως το κενάφι (*Hibiscus cannabinus* L.) που καλλιεργείται για ίνες, το *Jamaica sorrel* ή *Roselle* (*Hibiscus sabdariffa* L.) από το άνθος της οποίας παράγεται χυμός, καθώς και καλλωπιστικά φυτά του γένους *Hibiscus* (Purseglove 1976).

Πίνακας 1.3: Βοτανική ταξινόμηση της μπάμιας.

Άθροισμα	Spermatophyta
Υποάθροισμα	Angiosperma
Κλάση	Dicotyledona
Υπόκλαση	Dileniidae
Υπέρταξη	Malvaneae
Τάξη	Malvales
Οικογένεια	Malvaceae
Γένος	<i>Abelmoschus</i> (syn. <i>Hibiscus</i>)
Είδος	<i>esculentus</i>

Η καλλιεργούμενη μπάμια και τα συγγενή της άγρια είδη, αρχικά ήταν καταταγμένα στο γένος *Hibiscus*, τμήμα *Abelmoschus*. Ο Hochreutiner (1924) κατέταξε το *Abelmoschus* ως ένα ξεχωριστό γένος. Στο γένος αυτό ο κάλυκας, η στεφάνη και οι στήμονες είναι ενωμένοι στη βάση και πέφτουν ως ένα ενιαίο τμήμα μετά την άνθηση. Ο Hochreutiner (1924) περιγράφει 14 είδη του γένους *Abelmoschus*, ενώ ο van Borssum-Waalkes (1966) αναγνωρίζει μόνο 6 είδη: *A. moschatus*, *A. manihot*, *A. esculentus*, *A. ficulneus*, *A. crinitus* και *A. angulosus*. Σε αυτά τα 6 είδη έχει προστεθεί ακόμη ένα (*A. caillei*) που καλλιεργείται στη Δυτική Αφρική (Stevens 1988). Τα είδη *A. moschatus* και *A. manihot* συμπεριλαμβάνουν υποείδη και βοτανικές ποικιλίες (Nerkar and Jambhale 2009).

Σύμφωνα με διάφορους ερευνητές ο αριθμός των χρωμοσωμάτων στο γένος *Abelmoschus* ποικίλει σημαντικά. Ο χαμηλότερος αριθμός που έχει αναφερθεί είναι $2n=56$ για το είδος *A. angulosus* (Ford 1938), ενώ ο υψηλότερος αριθμός που έχει αναφερθεί είναι κοντά στα 200 για το *A. caillei* (Singh and Bhatnagar 1975). Το *A. esculentus* θεωρείται τετραπλοειδές είδος και ο αριθμός χρωμοσωμάτων που έχει αναφερθεί ποικίλει από $2n=72$ (Teshima 1933, Ugale *et al.* 1976, Kamalova 1977) έως $2n=144$ (Datta and Naug 1968) αν και ο περισσότερο αποδεκτός αριθμός χρωμοσωμάτων για το είδος αυτό είναι $2n=130$ (Singh and Bhatnagar 1975, Mamidwar *et al.* 1979).

1.4. Ποικιλίες

Υπάρχει πληθώρα ποικιλιών μπάμιας στα διάφορα μέρη του κόσμου. Σε κάθε περιοχή έχουν επιλεγεί ποικιλίες που έχουν εγκλιματιστεί στις περιβαλλοντικές συνθήκες της περιοχής και ανταποκρίνονται στις προτιμήσεις της αγοράς. Για την περιγραφή των ποικιλιών της μπάμιας χρησιμοποιούνται χαρακτηριστικά του φυτού και των οργάνων του.

Σύμφωνα με τον Πάσσαμ (1994), τα χαρακτηριστικά αυτά που ενδιαφέρουν τόσο την σποροπαραγωγή όσο και την καλλιέργεια της μπάμιας είναι :

1. Η χρήση (νωπή κατανάλωση, κονσερβοποίηση, κατάψυξη ή ξήρανση, άλλες χρήσεις)
2. Η εποχή καλλιέργειας (φωτοπερίοδος, ανάγκες για νερό, αντοχή στην ξηρασία)
3. Χαρακτηριστικά του φυτού (ύψος, διακλάδωση, παραγωγή, διάρκεια της παραγωγής, χρώμα κορμού, φύλλου, κτλ)
4. Χαρακτηριστικά του άνθους (μέγεθος, ένταση κίτρινου χρώματος, χρώμα στη βάση των πετάλων)
5. Χαρακτηριστικά του καρπού (μήκος, σχήμα ειδικά στο ράμφος, σχήμα σε τομή, χρώμα, βαθμός κάλυψης με τρίχες ή άκανθες, ίνες, πυκνωματώδης ουσία)

Στην Ελλάδα η μπάμια είναι ένα από τα λίγα είδη κηπευτικά που καλλιεργείται σχεδόν αποκλειστικά από εγχώριο πολλαπλασιαστικό υλικό. Η ετήσια ανάγκη για σπόρο ανέρχεται σε περίπου 22.500 kg (Βασιλείου 2004) με το 70% του συνόλου να αφορά την ποικιλία Πυλαίας ο σπόρος της οποίας παράγεται στην Αλεξάνδρεια και στο νομό Θεσσαλονίκης (Passam and Rekoumi 2009). Τα χαρακτηριστικά και οι ελάχιστες προϋποθέσεις που απαιτούνται για την εξέταση των ποικιλιών μπάμιας και την εγγραφή τους στο Εθνικό Κατάλογο ποικιλιών κηπευτικών ειδών καθορίζονται από το Υπουργείο Γεωργίας (ΦΕΚ 129/2000).

Σε δοκιμές οι οποίες έγιναν κατά καιρούς στο Ινστιτούτο Κηπευτικών Φυτών, οι ντόπιες ποικιλίες μπάμιας δεν υστέρησαν ως προς την παραγωγικότητα και στην πρωιμότητα από τις εισαγόμενες Αμερικάνικες ποικιλίες (Perkins Spineless, White Velvet, Clemson Spineless, Perkins Mammoth, Dwarf Long Green) (Δημητράκης 1998). Σε ότι αφορά την ποιότητα, η Ελληνική αγορά έχει συνηθίσει σε ορισμένο τύπο καρπών, εκείνο των ντόπιων ποικιλιών, που χαρακτηρίζεται από το μικρό μέγεθος, τη λεπτότητα του σχήματος, το σαφώς γωνιώδες (πενταγωνικό) σχήμα κτλ. Υπάρχουν 5 ελληνικές ποικιλίες μπάμιας που προέρχονται από την Τουρκία και έχουν στη συνέχεια υποστεί γενετική συλλογή και βελτίωση, συγκεκριμένα Πυλαίας, Μπογιατίου, Κιλκίς, Χάλκης και Βελούδο (Koutsos *et al.* 2000, Koutsos 2009). Επιπλέον υπάρχουν διάφοροι τοπικοί πληθυσμοί, π.χ. Λασιθίου.

Η ποικιλία Πυλαίας καλλιεργείται κυρίως στην Κεντρική και Βόρεια Ελλάδα, ενώ η Μπογιατίου είναι η συνηθισμένη ποικιλία της Αττικής και αποτελεί μια από τις ποικιλίες που μελετάται στην παρούσα διατριβή. Η Μπογιατίου θεωρείται κατάλληλη για

καλλιέργεια σε ξηρές περιοχές και οι καρποί της είναι πενταγωνικοί και μικρού μεγέθους (Koutsos 2009).

Τα τελευταία 2-3 χρόνια ξένες ποικιλίες μπάμιας εμφανίζονται στην ελληνική αγορά έστω σε μικρή ακόμη κλίμακα. Συγκεκριμένα η ποικιλία Clemson Spineless (μια από τις πιο δημοφιλείς ποικιλίες στην Αμερική και που μελετάται επίσης στην παρούσα διατριβή) παράγει μεγάλους, επταγωνικούς καρπούς. Η Clemson Spineless έχει το σημαντικό πλεονέκτημα ότι τα φυτά δεν παρουσιάζουν αγκάθια και ο καρπός ακόμη και σε μεγάλο μέγεθος (δηλ 11-12 cm) δεν ξυλοποιείται. Γενικά όμως εκτιμάται ότι τα μορφολογικά χαρακτηριστικά των αμερικάνικων ποικιλιών δε συμπίπτουν αρκετά με τις προτιμήσεις των Ελλήνων καταναλωτών (Passam and Rekoumi 2009).

1.5. Βοτανικοί χαρακτήρες

Η μπάμια γενικά είναι ετήσιο φυτό, αν και πολυετείς ποικιλίες με μεγάλους δενδρώδεις κορμούς έχουν βρεθεί στη Δυτική Αφρική. Το φυτό είναι όρθιο και αποκτά ύψος 1-2 m κατά την καλλιέργειά του στην Ελλάδα, ενώ κάτω από τροπικές συνθήκες μπορεί να ξεπεράσει τα 4 m. Κατά την ανάπτυξή του το φυτό γίνεται όλο και περισσότερο ξυλώδες και ινώδες (Purseglove 1976, Dhingra 2009).

1.5.1. Ριζικό σύστημα

Το ριζικό σύστημα της μπάμιας σε πλήρη ανάπτυξη αποτελείται από μια κατακόρυφη κύρια ρίζα από την οποία αναπτύσσονται πολλές δευτερεύουσες ρίζες. Το ριζικό σύστημα είναι επομένως πασσαλώδες, με ξυλώδη σύσταση. Η κύρια ρίζα της μπάμιας αποτελεί προέκταση του στελέχους και το βάθος που θα φτάσει καθορίζεται κυρίως από τις συνθήκες του περιβάλλοντος.

1.5.2. Στέλεχος ή Βλαστός

Το κύριο στέλεχος της μπάμιας αναπτύσσεται κατακόρυφα, είναι ετήσιο, έχει σχήμα κυλινδρικό, είναι εύρωστο και αποτελείται από κόμβους και μεσογονάτια που το μήκος τους ποικίλει, ενώ από κάθε κόμβο εκφύονται τα φύλλα, οι βλαστοί και τα άνθη. Μπορεί να είναι συμπαγές ή να φέρει κενό στο εσωτερικό του. Στη βάση του κεντρικού στελέχους αναπτύσσονται πλάγιοι βλαστοί που μπορεί να φθάσουν και τους 20 σε αριθμό. Το χρώμα του στελέχους είναι πράσινο, μπορεί όμως να εμφανίζει και κόκκινη απόχρωση. Το ύψος του ποικίλει ανάλογα με την ποικιλία, με το αν οι καρποί συγκομίζονται στο

στάδιο της νωπής κατανάλωσης ή αφήνονται να ωριμάσουν πάνω στο φυτό, με το αν η καλλιέργεια είναι ποτιστική ή ξηρική, με το κλίμα και τις εδαφολογικές συνθήκες. Ο κεντρικός κορμός αποκτά διάμετρο στη βάση 4-5 cm, χρειάζεται όμως υποστύλωση λόγω του ύψους και κυρίως λόγω του βάρους της παραγωγής όταν οι καρποί ωριμάζουν πάνω στο φυτό.

1.5.3. Φύλλα

Τα φύλλα εκφύονται κατ' εναλλαγή και αποτελούνται από το έλασμα και το μίσχο. Το έλασμα έχει σχήμα καρδιάς 10-25x10-35 cm ή παλαμοειδές με 3-7 λοβούς. Καλύπτεται από τριχίδια πυκνότερα ή αραιότερα και έχει χρώμα πράσινο στην επάνω και πιο ανοικτό πράσινο στην κάτω επιφάνεια του ελάσματος. Ο μίσχος έχει μήκος 15-35 cm, είναι τριχωτός, συχνά φέρει κόκκινα στίγματα και σε τομή φαίνεται στρογγυλός. Το σχήμα των φύλλων επηρεάζεται από την ποικιλία, το στάδιο ανάπτυξης του φυτού και την ένταση του φωτισμού.

1.5.4. Άνθη

Τα άνθη είναι μονήρη και σχηματίζονται διαδοχικά στο κεντρικό στέλεχος στις μασχάλες των φύλλων πάνω σε ποδίσκο μήκους 2.0-2.5 cm. Είναι ερμαφρόδιτα, απλά και τέλεια. Οι ανθοφόροι οφθαλμοί οι οποίοι θα εξελιχθούν σε άνθη είναι μεγάλοι (2 cm μήκος) και καλύπτονται από 10 περίπου στενά τριχωτά βράκτια (1-5 cm μήκος), που συνήθως πέφτουν πριν ωριμάσει ο καρπός. Το άνθος της μπάμιας αποτελείται από:

- **τον κάλυκα**: αποτελείται από 3 σέπαλα, είναι συσσέπαλος, σχηματίζει ένα προστατευτικό περίβλημα για τον ανθοφόρο οφθαλμό και χωρίζεται στα δύο (σκάζει ή ραγίζει) όταν ο οφθαλμός ανοίξει.
- **τη στεφάνη**: αποτελείται από πέντε ελεύθερα πέταλα. Τα πέταλα ποικίλουν στο μέγεθος από 3,5 x 2,5 έως 5,0 x 4,5 cm και είναι κιτρινωπά έως έντονα κίτρινα έχοντας στη βάση τους μεγάλες σκούρες κοκκινωπές-πορφυρές κηλίδες (Martin and Ruberte 1978). Τα πέταλα είναι στρογγυλά και λεπτά προς την κορυφή και στενά και χοντρότερα προς τη βάση. Ο κάλυκας με τη στεφάνη πέφτουν μετά την άνθηση.
- **τους στήμονες**: σχηματίζουν σωλήνα στη βάση των πετάλων μήκους 2-3 cm. Είναι πολυάριθμοι και ενωμένοι στο μεγαλύτερο μήκος τους με τους στύλους. Είναι δε βραχύτεροι των τελευταίων και φέρουν ανθήρες οι οποίοι παράγουν μεγάλους, σφαιρικούς, κολλώδεις γυρεόκοκκους.

• **τον ύπερο:** αποτελείται από την ωοθήκη η οποία είναι επιφυής, συνήθως πεντάχωρη (5-9 καρπόφυλλα), ένα λεπτό στύλο και 5-9 λοβοειδή τριχωτά στίγματα ανάλογα με τους χώρους της ωοθήκης και έχει χρώμα κόκκινο. Ο σωλήνας που σχηματίζεται από τους στήμονες περιβάλλει τον ύπερο.

1.5.5. Καρπός

Ο καρπός της μπάμιας είναι κάψα (κοιν. λοβός) το σχήμα του οποίου είναι επίμηκες και στο ένα άκρο του λεπταίνει και σχηματίζει ράμφος. Οι διαστάσεις του στο στάδιο της πλήρους ανάπτυξης είναι 10-30 x 2-6 cm και διαφέρουν ανάλογα με την ποικιλία. Ο καρπός φέρει κατά μήκος αύλακες, είναι τριχωτός και όταν φτάσει στο στάδιο της φυσιολογικής ωρίμανσης σχίζεται κατά μήκος στις γωνίες αφήνοντας τους σπόρους (20-80) να πέσουν στο έδαφος.

Οι νεαροί λοβοί είναι τριχωτοί και ελαφρώς τραχείς. Ο αριθμός των ραχών ποικίλει από 0 έως 10. Στις κυριότερες ποικιλίες αυτός ποικίλει από 5 έως 7. Οι καρποί είναι πράσινοι, κιτρινοπράσινοι ή κόκκινοι και αποτελούνται από 55-62% περικάρπιο, 30-40% σπόρους και 7-11% ποδίσκος (Singh and Agarwal 1988). Ο καρπός της μπάμιας γίνεται ξυλώδης κατά την ωρίμανση.

1.5.6. Σπόρος

Ο σπόρος της μπάμιας έχει σχήμα στρογγυλό, κυλινδρικό, το χρώμα του είναι από σκούρο πράσινο μέχρι σκούρο καστανό και με διάμετρο έως 5 mm. Αποτελείται από 3 μέρη: (α) το σκληρό κέλυφος όπου διακρίνονται τρεις ιστοί (εξωτερικά δυο χιτώνες ή integuments, το palisade, το mesophyll και μια λεπτή εσωτερική μεμβράνη από fringe cells), (β) το ενδοσπέρμιο και (γ) το έμβρυο με τις αναδιπλούμενες κοτύλες (Serrato *et al.* 1992).

1.6. Άνθηση και καρπόδεση

Οι περισσότερες ποικιλίες της μπάμιας είναι φυτά μικρής ημέρας ως προς τη φωτοπερίοδο (Nwoke 1986) αν και υπάρχουν ποικιλίες που είναι ουδέτερες ως προς τη φωτοπερίοδο ή ανθίζουν υπό την επιρροή μεγάλης φωτοπεριόδου (Tenga and Ormrod 1985). Οι περισσότερες ελληνικές ποικιλίες είναι ουδέτερες ως προς τη φωτοπερίοδο και στην Ελλάδα ανθίζουν κατά το καλοκαίρι (Spatsis and Kokaras 2001). Η επαγωγή των

ανθοφόρων οφθαλμών και η άνθηση καθυστερούν σε υψηλές θερμοκρασίες ημέρας (>35°C), ενώ υψηλή θερμοκρασία νύχτας (>27°C) μπορεί να προκαλέσει αύξηση του ύψους των φυτών στις περισσότερες ποικιλίες (Tenga and Ormrod 1985). Θερμοκρασίες >20°C προωθούν την άνθηση, όμως σε θερμοκρασίες >42°C μπορεί να συμβεί πτώση ανθέων (Singh *et al.* 1988, Adetunji and Chheda 1989).

Η διαφοροποίηση των ανθοφόρων οφθαλμών, άνθηση και δεκτικότητα του στίγματος επηρεάζονται από το γονότυπο και κλιματικούς παράγοντες όπως η θερμοκρασία και σχετική υγρασία (Σ.Υ.) (Dhingra 2009). Απαιτούνται περίπου 22-26 ημέρες από τη διαφοροποίηση του ανθοφόρου οφθαλμού έως το άνοιγμα του άνθους και η άνθηση ξεκινά 35-60 ημέρες μετά τη σπορά κάτω από την κατάλληλη για την ποικιλία φωτοπερίοδο (Jambhale and Nerkar 1998, Dhingra 2009). Τα άνθη εμφανίζονται προοδευτικά στη μασχάλη κάθε φύλλου αρχίζοντας από το 6^ο έως 8^ο φύλλο σε κάθε βλαστό, πάνω δε σε αυτόν μόνο ένα άνθος βρίσκεται κάθε φορά ανοιχτό.

Η άνθηση πραγματοποιείται συνήθως τις πρωινές ώρες (6.00-10.00 π.μ.) αλλά καθυστερεί όταν η σχετική υγρασία της ατμόσφαιρας είναι υψηλή. Η διάνοιξη των ανθίρων γίνεται 15-20 min μετά το άνοιγμα του άνθους ή ακόμη 4-6 ώρες νωρίτερα, δηλ. πριν το άνοιγμα των ανθέων με αποτέλεσμα την αυτογονιμοποίηση. Η γονιμότητα της γύρης είναι μέγιστη για μια ώρα πριν και μια ώρα μετά την άνθηση, ενώ οι γυρεόκοκκοι παραμένουν βιώσιμοι για 55 ημέρες σε 55% Σ.Υ. (Dhingra 2009). Το στίγμα παραμένει δεκτικό καθ' όλη την ημέρα της άνθησης και δέχεται μέχρι 600 γυρεόκοκκους (Chandra and Bhatnagar 1975). Η δεκτικότητα του στίγματος μια μέρα πριν την άνθηση κυμαίνεται στο 50-70% ενώ μια μέρα μετά την άνθηση μειώνεται μόλις στο 1-15%. Τα άνθη ανοίγουν μόνο μια φορά το πρωί και κλείνουν μετά τη γονιμοποίηση την ίδια μέρα. Από το πρωί της επόμενης μέρας η στεφάνη μαραίνεται (Jambhale and Nerkar 1998).

Τα φυτά συνεχίζουν να ανθίζουν και να καρποφορούν για χρονικό διάστημα που εξαρτάται από την ποικιλία, την εποχή (θερμοκρασία και φως) και την υγρασία και γονιμότητα του εδάφους. Τακτική συγκομιδή διεγείρει την άνθηση και τη συνεχιζόμενη καρπόδεση, ενώ όταν δεν απομακρύνονται οι λοβοί τα φυτά αρχίζουν να γερνούν και μειώνεται η παραγωγή φυλλώματος (Jambhale and Nerkar 1998).

Αν και η μπάμια θεωρείται αυτογονιμοποιούμενο φυτό, έντομα όπως οι μέλισσες (*Apis mellifera*) και τα *Bombus suriconus* μπορούν να επιφέρουν σταυρεπικονίαση το ποσοστό της οποίας μπορεί να υπερβεί το 10%. Στην Ινδία, ο Tanda (1985) βρήκε ότι εντατική επικοινωνία με μέλισσες είχε ως αποτέλεσμα αύξηση της παραγωγής της μπάμιας

κατά 19% και βελτίωση στην περιεκτικότητα πρωτεΐνης και υδατανθράκων στους σπορογόνους λοβούς.

1.7. Ωρίμανση και συγκομιδή

Ο καρπός της μπάμιας αναπτύσσεται με ραγδαίο ρυθμό για περίπου 9 ημέρες μετά την καρπόδεση και στη συνέχεια με μειωμένο ρυθμό μέχρι την 27^η-30^η ημέρα. Στις πρώτες 9 ημέρες μετά την άνθηση η αύξηση του ξηρού βάρους και της υγρασίας είναι ταχύτερη. Στη συνέχεια ο ρυθμός μειώνεται και στο στάδιο της πλήρους ωρίμανσης (>25 ημέρες μετά την άνθηση), παρατηρείται μείωση του νωπού βάρους (Sistrunk *et al.* 1960). Η περιεκτικότητα των καρπών σε νερό είναι >80% μέχρι την 15^η ημέρα μετά την άνθηση και στη συνέχεια μειώνεται, ενώ παράλληλα υπάρχει μεγάλη αύξηση στην περιεκτικότητα των καρπών σε ίνες (Chauhan and Bhandari 1971). Επειδή η ποιότητα του καρπού συνδέεται με την περιεκτικότητά του σε ίνες η οποία αυξάνεται ταχύτατα κατά τη διάρκεια ανάπτυξής του, κάνοντάς τον ακατάλληλο για κατανάλωση 9-10 ημέρες μετά την άνθηση ανάλογα με την ποικιλία (Sistrunk *et al.* 1960, Bhandari 1971). Για το λόγο αυτό η συγκομιδή για νωπή κατανάλωση πρέπει να γίνει έγκαιρα, δηλ. σε 7-8 ημέρες μετά την άνθηση για τους σχετικά μεγάλους καρπούς των ποικιλιών Clemson Spineless και Pusa Sawani και 3-4 ημέρες για τους μικρούς καρπούς των ελληνικών ποικιλιών Μπογιατίου και Πυλαίας.

Στο στάδιο συγκομιδής είτε για νωπή κατανάλωση είτε για επεξεργασία για κατανάλωση (κατάψυξη, αποξηράνση) ο καρπός της μπάμιας είναι ανώριμος και η ποιότητά του κρίνεται από το χρώμα, μέγεθος, σχήμα και την αίσθηση υφής ή συνεκτικότητας. Συνήθως οι καρποί συγκομίζονται όταν είναι τρυφεροί και σε αυτό το στάδιο, όταν ασκείται πίεση ο καρπός σπάει εύκολα στο σημείο του ράμφους. Επιπλέον ο καρπός είναι λαμπερός πράσινος, σαρκώδης, και οι σπόροι είναι μικροί. Μετά την περίοδο αυτή ο λοβός γίνεται ινώδης και σκληρός, και η ένταση του πράσινου χρώματος μειώνεται. Οι καρποί που προορίζονται για κατάψυξη πρέπει να είναι κοντοί με σκούρο πράσινο χρώμα (Sistrunk *et al.* 1960), ενώ οι καρποί για κονσερβοποίηση πρέπει να διατηρούν το χρώμα τους κατά την επεξεργασία και να έχουν μικρή περιεκτικότητα σε ίνες και ιξώδεις (κολλώδεις) ουσίες (Lamont 1999).

Η περιεκτικότητα των πράσινων καρπών σε ιξώδεις ουσίες ανέρχεται σε περίπου 0,55-0,65% και διαφέρει με το γονότυπο (Bajaj *et al.* 1988, Girase *et al.* 2003).

Αποτελείται από όξιņους πολυσακχαρίτες και τέφρα και χαρακτηρίζεται επίσης από pH 6,9-7,5 και το ιξώδες είναι 19,2 cP (El-Mahdy and El-Sebaiy 1984). Όταν η συγκομιδή των καρπών καθυστερεί περισσότερο από 7 ημέρες μετά την καρπόδεση η μείωση της ποιότητας οφείλεται σε αύξηση των άπεπτων ινών και στη μείωση της υγρασίας, πρωτεϊνών και τέφρας. Παράλληλα με τη μείωση της υγρασίας υπάρχει μια σχετική αύξηση στην συγκέντρωση των ιξωδών ουσιών επί του νωπού βάρους του καρπού (Iremiren *et al.* 1991).

Τα ποσοστά πρωτεϊνών σε καρπό, περικάρπιο και σπόρο διαμορφώνονται σε 2,08% 1,9% και 2,72% αντίστοιχα 9 ημέρες μετά την γονιμοποίηση. Οι σπόροι περιέχουν μεγάλες ποσότητες σε αλβουμίνες, γλοβουλίνες και γλουτεΐνες (Jambhale and Nerkar 1998). Η περιεκτικότητα του καρπού σε υδατάνθρακες στο στάδιο της νωπής κατανάλωσης είναι 7-9,7%. Στο ίδιο στάδιο το ποσοστό των λιπών κυμαίνεται σε 0,2%, ενώ αυξάνεται στο 20% όταν οι καρποί είναι ώριμοι (Sistrunk *et al.* 1960).

Η περιεκτικότητα των λοβών σε ίνες (χαρακτηριστικό που παίζει καθοριστικό ρόλο στην ποιότητα της μπάμιας) αυξάνεται ταχύτατα κατά τη διάρκεια ανάπτυξής τους, κάνοντας αυτούς ακατάλληλους για κατανάλωση περίπου 9-10 ημέρες μετά την άνθηση ανάλογα με την ποικιλία (Sistrunk *et al.* 1960, Bhandari 1971).

Οι καρποί της μπάμιας περιέχουν υψηλές συγκεντρώσεις ασβεστίου (Aykrod 1963, Saimbhi 1993). Η περιεκτικότητα του καρπού σε ασβέστιο και σε σίδηρο είναι αντίστοιχα 70 mg και 1 mg ανά 100 g καρπού. Περιέχει επίσης τις βιταμίνες θειαμίνη (0,1 mg), ριβοφλαβίνη (0,1 mg), νικοτιναμίδη (1.0 mg) και ασκορβικό οξύ (25 mg) αντίστοιχα ανά 100 g νωπού καρπού (Tindall 1968).

Τακτική συγκομιδή κάθε δεύτερη-τρίτη ημέρα (μέρα παρά μέρα) είναι απαραίτητη για την εξασφάλιση υψηλών αποδόσεων (Perkins *et al.* 1952) και καθυστέρηση της συγκομιδής μπορεί να οδηγήσει σε μείωση της τρυφερότητας των καρπών και αύξηση της σκληρότητας των σπόρων. Η βλαστική ανάπτυξη και η παραγωγή λοβών αυξάνεται με την εφαρμογή αζωτούχου λίπανσης μέχρι 120 kg N ha⁻¹ (Manga and Mohammed 2006) αλλά η επίδραση του N στην ποιότητα και στη μετασυλλεκτική ζωή των λοβών δεν έχει μελετηθεί. Οι καρποί συγκομίζονται συνήθως με το χέρι και μεταφέρονται αμέσως σε σκιερό δροσερό μέρος. Χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή κατά τη συγκομιδή ώστε οι τρυφεροί καρποί να μη τραυματίζονται (Prabhakar *et al.* 2009).

1.8. Αποθήκευση

Ο στόχος της αποθήκευσης των νωπών καρπών της μπάμιας είναι να δημιουργηθεί ένα περιβάλλον στο οποίο διατηρείται η ποιότητα του προϊόντος και μειώνονται οι φθορές μέχρι το προϊόν να φθάσει στον καταναλωτή. Οι καλύτερες συνθήκες αποθήκευσης είναι αυτές που ελαχιστοποιούν την απώλεια υγρασίας, επιβραδύνουν το ρυθμό αναπνοής και παρεμποδίζουν την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Στην Ελλάδα η μπάμια για νωπή κατανάλωση συνήθως κατευθύνεται αμέσως μετά τη συγκομιδή προς τον καταναλωτή. Οι καρποί μεταφέρονται στο σημείο λιανικής πώλησης (λαϊκή αγορά, μανάβικο, supermarket) σε πλαστικά τελάρα ή σάκους και η διάρκεια συντήρησης είναι λίγες ημέρες χωρίς την εφαρμογή συγκεκριμένων συνθηκών αποθήκευσης (Passam and Rekoumi 2009). Ωστόσο στην αμερικάνικη αγορά αναφέρεται ότι η μπάμια μπορεί να αποθηκευτεί ικανοποιητικά για 7-10 ημέρες στους 7-10°C και σε σχετική υγρασία 90-95% (Ryall and Lipton 1979, Hardenburg *et al.* 1986). Στην Αμερική όμως (καθώς και σε άλλες χώρες εκτός Μεσογείου) οι μπάμιες που καλλιεργούνται για νωπή κατανάλωση έχουν μεγαλύτερους λοβούς σε σχέση με τη μπάμια της Ελλάδος και Τουρκίας και πιθανόν να έχουν μεγαλύτερη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής. Απαιτείται γρήγορη αφαίρεση της θερμότητας του αγρού (δηλ. πρόψυξη) ώστε να μειωθεί ο υψηλός ρυθμός αναπνοής. Κατά προτίμηση η πρόψυξη πραγματοποιείται με κρύο αέρα διότι νερό (υδρόψυξη) ή ο πάγος μπορεί να προκαλέσει αποχρωματισμούς (Ryall and Lipton 1979, Hatton *et al.* 1975).

Όταν ο καρπός της μπάμιας εκτίθεται σε χαμηλές θερμοκρασίες μπορεί να προκύψει κρυοτραυματισμός (chilling injury) ο οποίος εκδηλώνεται με αποχρωματισμό του περικαρπίου, στιγμάτωση και σήψη (Lamont 1999). Η ακριβής θερμοκρασία κατά την οποία εκδηλώνεται ο κρυοτραυματισμός δεν έχει προσδιοριστεί. Κατά τον Lamont (1999), ο κρυοτραυματισμός προκύπτει στους 10°C, ενώ οι Lyons and Breidenbach (1987) αναφέρουν ότι η μπάμια θα πρέπει να αποθηκεύεται σε θερμοκρασίες πάνω από 9°C και οι Hardenburg *et al.* (1986) θεωρούν τους 7°C ως την ελάχιστη θερμοκρασία αποθήκευσης για την αποφυγή του κρυοτραυματισμού. Σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (0-6°C) ο κρυοτραυματισμός εκδηλώνεται σε μεγάλο βαθμό μέσα σε 3 ημέρες (Scholz *et al.* 1963).

Σύμφωνα με τους Finger *et al.* (2008) καρποί μπάμιας που αποθηκεύθηκαν για 10 ημέρες στους 10°C καλυμμένοι με φιλμ PVC δεν εμφάνισαν συμπτώματα κρυοτραυματισμού, ενώ οι Tamura και Minamide (1984) αναφέρουν ως άριστη

θερμοκρασία αποθήκευσης τους 12°C με συσκευασία σε διάτρητες πλαστικές σακούλες, στις οποίες διατηρήθηκε η φρεσκάδα του προϊόντος καλύτερα και μειώθηκε η απώλεια βάρους σε σχέση με καρπούς συσκευασμένους σε μη διάτρητες σακούλες. Γενικά σε θερμοκρασία δωματίου (28-30°C) οι μη καλυμμένοι λοβοί δεν διατηρούνται για χρονικά διαστήματα πέρα των 2 ημερών (Roy and Behera 2009), ενώ σύμφωνα με τους Babarinde and Fabummi (2009) στην Νιγηρία οι καρποί της ποικιλίας 47.4 που καλύφθηκαν με πλαστικό φιλμ πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας αποθηκεύτηκαν επιτυχώς για 9 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (28±2°C) και για πάνω από 9 ημέρες στους 15±2°C. Παρομοίως οι Ngure *et al.* (2009) αναφέρουν ικανοποιητική διατήρηση της ποιότητας καρπών της ποικιλίας Pusa Sawani για 21 ημέρες όταν αποθηκεύθηκαν συσκευασμένοι σε διάτρητες σακούλες πολυαιθυλενίου σε θερμοκρασία δωματίου 15-20°C.

Καρποί μπάμιας που αποθηκεύθηκαν σε θερμοκρασία 25-27°C είχαν έναν ρυθμό αναπνοής 328-362 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹. Χαμηλότερη θερμοκρασία αποθήκευσης μείωσε δραστικά το ρυθμό αναπνοής σε 85-96 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ στους 10°C και σε 53-59 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ στους 5°C (Hardenburg *et al.* 1986). Ο καρπός της μπάμιας είναι μη κλιμακτηριακός και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παράγει μικρές ποσότητες αιθυλενίου της τάξης των 0,5 μL Kg⁻¹ h⁻¹ (Baxter and Waters 1990 a). Εάν οι καρποί της μπάμιας αποθηκευθούν με καρπούς οι οποίοι παράγουν υψηλές ποσότητες αιθυλενίου όπως οι μπανάνες θα αποχρωματιστούν ταχύτατα με αποτέλεσμα γρήγορο γηρασμό, ενώ οι καρποί μπάμιας που εκτέθηκαν σε αιθυλένιο >1 μL L⁻¹ για 3 ή περισσότερες μέρες κιτρίνισαν (Roy and Behera 2009).

Η χρησιμοποίηση μετασυλλεκτικής εμβάπτισης σε διάφορες ουσίες, διάφορων τεχνικών συσκευασίας και ελεγχόμενων ατμοσφαιρών αποθήκευσης είναι μάλλον επιτυχημένη σε ότι αφορά την επιμήκυνση της διάρκειας ζωής της μπάμιας (Iker and Morris 1975, Singh *et al.* 1980, Fontenot *et al.* 1987, Perkins-Veazie and Collins 1992). Η συσκευασία με τροποποιημένη ατμόσφαιρα (Modified Atmosphere Packaging, MAP) επιτυγχάνεται είτε παθητικά με την τοποθέτηση των προϊόντων σε ερμητικά σφραγισμένες ημιπερατές συσκευασίες ώστε με την αναπνοή του προϊόντος να τροποποιείται η ατμόσφαιρα, είτε ενεργητικά με την αντικατάσταση του αέρα εντός της συσκευασίας με συγκεκριμένο μίγμα αερίων. Η συσκευασία σε διάτρητα φιλμ προφυλάσσει τους καρπούς από μάρανση και φυσικούς τραυματισμούς και σύμφωνα με τους Anandaswamy *et al.* (1963) η διάρκεια ζωής της αποθηκευμένης μπάμιας επεκτείνεται κατά 1 εβδομάδα στους 11-13°C όταν η συγκέντρωση του CO₂ διατηρείται σε επίπεδο 5-10% στην ατμόσφαιρα, όμως υψηλότερες συγκεντρώσεις CO₂ προκάλεσαν απώλεια γεύσης. Σε άλλες εργασίες

βρέθηκε θετική επίδραση της χρήσης 0% CO₂ + 3-5% O₂ στους 8-10°C και 4-10% CO₂ + 21% O₂ στους 7-12°C χωρίς όμως να έχει πρακτική εμπορική εφαρμογή (Thompson 1996).

Οι Ogata *et al.* (1975) αναφέρουν ότι η αποθήκευση της μπάμιας στους 12°C ήταν καλύτερη για τη διατήρηση της φρεσκάδας και της συγκέντρωσης του ασκορβικού οξέος, ενώ σε θερμοκρασία 1°C που προκάλεσε κρυοτραυματισμό η απώλεια του ασκορβικού οξέος ήταν ταχύτερη. Όμως σε άλλη μελέτη βρέθηκε ότι η περιεκτικότητα των καρπών σε ασκορβικό οξύ μειώθηκε κατά τη διάρκεια αποθήκευσης 9 ημερών σε θερμοκρασία δωματίου και στους 15±2°C, είτε αυτοί ήταν καλυμμένοι με διάτρητο πλαστικό είτε με πλαστικό πολυαιθυλενίου χαμηλής πυκνότητας (Babarinde and Fabummi 2009). Σε άλλα πειράματα βρέθηκε ότι καρποί της μπάμιας που αποθηκεύτηκαν σε MAP (5% O₂, 10% CO₂) στους 11°C για 12 ημέρες είχαν υψηλότερη συγκέντρωση σακχάρων, διαλυτών πρωτεϊνών και αμινοξέων σε σχέση με καρπούς που αποθηκεύτηκαν στον αέρα στην ίδια θερμοκρασία. Παράλληλα η συγκέντρωση του κιτρικού, μηλικού και ασκορβικού οξέος μειώθηκε λιγότερα σε MAP και οι καρποί ήταν πιο τρυφεροί και με λιγότερες ίνες (Baxter and Waters 1990 a, b).

Σε άλλες μελέτες δοκιμάστηκε η εφαρμογή ρυθμιστών ανάπτυξης και άλλων χημικών ουσιών στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά της μπάμιας χωρίς να προκύψουν ιδιαίτερα χρήσιμα αποτελέσματα. Για παράδειγμα, οι Singh and Dhankhar (1980) αναφέρουν ότι η μετασυλλεκτική μεταχείριση των καρπών της Pusa Sawani με ασκορβικό οξύ μειώνει το ρυθμό απώλειας της χλωροφύλλης σε κλειστή συσκευασία, ενώ η εφαρμογή της γιββερελλίνης ή του chlormequat chloride (CCC) δεν είχε επίδραση. Οι Singh *et al.* (1980) αναφέρουν ότι η εμφάνιση των καρπών σε παραφίνη μείωσε την απώλεια βάρους σε θερμοκρασία δωματίου αλλά η παράλληλη εφαρμογή του CCC ή daminozide δεν ήταν ωφέλιμη. Όταν ο συνδυασμός 2,5-10 ppm morphactin + παραφίνη εφαρμόστηκε στους καρπούς πριν ή μετά τη συγκομιδή παρατηρήθηκε μείωση του ρυθμού απώλειας της χλωροφύλλης και αυξημένη οξύτητα του καρπού. Σε υψηλές συγκεντρώσεις morphactin (100 ppm) οι καρποί μαύρισαν (Jambhale and Nerkar 1998).

Γενικά η μπάμια έχει τις ίδιες απαιτήσεις αποθήκευσης όπως τα πράσινα φασολάκια, τα αγγούρια, οι μελιτζάνες, οι πιπεριές και τα κολοκυθάκια. Με αυτά τα προϊόντα η μπάμια μπορεί να αποθηκευτεί μαζί χωρίς επιβλαβή επίδραση. Η μπάμια δεν πρέπει να αποθηκεύεται στον ίδιο χώρο με πεπόνια, μπανάνες, μήλα ή άλλα προϊόντα που παράγουν αιθυλένιο (Lamont 1999).

1.9. Ποιότητα

Η ποιότητα των καρπών της μπάμιας υποβαθμίζεται ταχύτατα μετά τη συγκομιδή και για το λόγο αυτό πρέπει να διατίθενται σύντομα στην αγορά ή για επεξεργασία (Anandaswamy *et al.* 1963, Scholz *et al.* 1963). Ο καρπός κατέχει τη μέγιστη ποιότητά του τη στιγμή της συγκομιδής. Στη συνέχεια ακολουθεί μια πορεία γήρανσης που οδηγεί στη σταδιακή μείωση της ποιότητας έως το σημείο που ο καρπός τελικά κρίνεται ακατάλληλος για κατανάλωση. Οι κυριότερες αλλαγές που λαμβάνουν χώρα κατά τη διάρκεια του γηρασμού είναι: αποικοδόμηση της χλωροφύλλης (κιτρίνισμα), απώλεια τρυφερότητας, ανάπτυξη δυσάρεστης οσμής, απώλεια θρεπτικής αξίας, και μαύρισμα της κάψας, των ραφών και του ράμφους του καρπού (Rai and Balasubramanian 2009). Η μπάμια έχει πολύ υψηλό ρυθμό αναπνοής και πρέπει, επομένως οι καρποί της να ψυχθούν ταχέως για να καθυστερήσει η επακόλουθη μείωση της ποιότητάς τους.

Οι μικροί καρποί είναι περισσότερο επιρρεπείς στην απώλεια βάρους και ποιότητας από ότι οι μεγάλοι σε μέγεθος λοβοί. Όταν αποθηκευθούν σε συνθήκες περιβάλλοντος ή αν καθυστερήσει η προώθησή τους στην αγορά τότε αυτοί ζαρώνουν και μαυρίζουν μέσα σε 2-3 ημέρες. Γενικά οι μικροί λοβοί όλων των ελληνικών ποικιλιών έχουν μικρή διάρκεια αποθήκευσης, ακόμη και σε μειωμένες θερμοκρασίες αποθήκευσης, ενώ οι αμερικάνικες ποικιλίες έχουν μεγαλύτερους καρπούς που μπορούν να διατηρηθούν για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα (Passam and Rekoumi 2009).

Τα κύρια χαρακτηριστικά που λαμβάνονται υπόψη για την εκτίμηση της ποιότητας των καρπών είναι το μέγεθος (κυρίως το μήκος), σχήμα, χρώμα, υγιεινή κατάσταση, η μη ύπαρξη τραυματισμών και η μη παραμόρφωση των καρπών. Το United States Department of Agriculture (USDA) εξέδωσε το 1965 το United States Standards for Grades of Okra for Processing τα οποία ισχύουν και σήμερα. Η USDA κλίμακα (ταξινόμηση) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για καθορισμό της ποιότητας των καρπών της μπάμιας και τα τυπικά χαρακτηριστικά των δύο κύριων κατηγοριών συνοψίζονται παρακάτω.

U.S. Grade No. 1. Καρποί με όμοια χαρακτηριστικά ποικιλίας όπως: να είναι φρέσκοι (όχι μαραμένοι και πλαδαροί), τρυφεροί (χωρίς ίνες), με αρκετά καλό χρωματισμό (έντονο πράσινο χρώμα, χωρίς κιτρινίσματα) και καλό σχήμα (ελάχιστα κυρτοί ή παραμορφωμένοι), ακέραιοι, χωρίς φθορά και τραυματισμούς από τσιμπήματα εντόμων, υγιείς, απαλλαγμένοι από ξένες ύλες. Το κόψιμο του ποδίσκου να είναι λείο και το μήκος του να είναι 1,9 cm περίπου.

U.S. Grade No. 2. Στην κατηγορία αυτή κατατάσσονται καρποί οι οποίοι πληρούν τα χαρακτηριστικά της κατηγορίας 1 εκτός από αυτά που αφορούν στο χρώμα, σχήμα και κόψιμο. Οι καρποί σε αυτή την κατηγορία μπορεί να έχουν ελαφρύ αποχρωματισμό (κιτρίνισμα έως το 1/10 της επιφάνειας του λοβού), να είναι μέτρια παραμορφωμένοι και το κόψιμο του ποδίσκου να είναι λείο και το μήκος του ποδίσκου να είναι έως 0,6 cm περίπου.

Οι καρποί ανάλογα με το μέγεθος ταξινομούνται σε:

1. πολύ μικροί (< 4,5 cm)
2. μικροί (4,5-8,9 cm)
3. μετρίου μεγέθους (9-12,7 cm)
4. μεγάλοι (>12,7 cm)

Στις ΗΠΑ επίσης οι λοβοί της μπάμιας που προορίζονται για νωπή κατανάλωση χωρίζονται στις εξής κατηγορίες ποιότητας (Colditz *et al.* 2009):

Fancy – Καρποί με μήκος μέχρι περίπου 8,5 cm

Choice - Καρποί με μήκος 8,5 – 11 cm

Jumbo - Καρποί με μήκος > 11 cm (ακόμη τρυφεροί)

Στην Ευρωπαϊκή Ένωση δεν υπάρχουν μέχρι σήμερα κανονισμοί που αφορούν συγκεκριμένα τα ποιοτικά χαρακτηριστικά της μπάμιας.

1.10. Σκοπός της μελέτης και τα πειράματα που διεξήχθησαν

Όπως προκύπτει από την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας που παρουσιάζεται παραπάνω, ο καρπός της μπάμιας είναι ιδιαίτερα φθαρτός και η ποιότητά του υποβαθμίζεται ταχύτατα μετά τη συγκομιδή (Anandaswamy *et al.* 1963, Scholz *et al.* 1963). Οι μέχρι σήμερα προσπάθειες να επιμηκύνουν τη διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής των καρπών εστιάζονται κυρίως στη μείωση του ρυθμού απώλειας νερού και του ρυθμού αναπνοής με τη διαμόρφωση των συνθηκών αποθήκευσης (π.χ. θερμοκρασία, Σ.Υ., ατμόσφαιρα) και τη χρήση ειδικών συσκευασιών για αυτό το σκοπό, χωρίς όμως να πετύχουν αύξηση της μετασυλλεκτικής ζωής και τη διατήρηση της ποιότητας των νωπών καρπών για περισσότερα από μερικές ημέρες.

Προς το παρόν η έρευνα έχει συγκεντρωθεί κυρίως πάνω σε ξένες ποικιλίες μπάμιας όπως η Αμερικάνικη ποικιλία *Clemson Spineless* που παράγει μεγάλους επταγωνικούς καρπούς με σχετικά μεγάλη διάρκεια διατήρησης. Ωστόσο αντίστοιχες

μελέτες σε ποικιλίες όπως οι ελληνικές Μπογιατίου και Πυλαίας που παράγουν μικρούς πενταγωνικούς καρπούς και είναι ιδιαίτερα ευπαθείς και με πολύ περιορισμένη διάρκεια μετασυλλεκτικής ζωής δεν έχουν γίνει.

Γι' αυτό το λόγο στην παρούσα διατριβή μελετήθηκε η μετασυλλεκτική συμπεριφορά των καρπών της ποικιλίας Μπογιατίου με σκοπό την επιμήκυνση της διάρκειας αποθήκευσης και τη διατήρηση της ποιότητάς τους ώστε να είναι εμπορεύσιμοι. Η ποικιλία Μπογιατίου είναι η περισσότερο διαδεδομένη στο νομό Αττικής και σε άλλες περιοχές της Ελλάδας όπου οι λοβοί χρησιμοποιούνται για νωπή κατανάλωση, αλλά κάτω από συνθήκες δωματίου (π.χ. στη αγορά) οι καρποί μέσα σε δύο ημέρες εμφανίζουν μεγάλη απώλεια νερού (περίπου 50-60%), οι ραφές του λοβού μαυρίζουν και γενικά ο καρπός γίνεται ακατάλληλος για κατανάλωση.

Οι παράγοντες που μελετήθηκαν προκειμένου να επιμηκυνθεί η διάρκεια ζωής των καρπών ήταν η θερμοκρασία αποθήκευσης, η διάρκεια αποθήκευσης και το υλικό συσκευασίας. Μελετήθηκε επίσης η εμφάνιση ή μη κρουτραυματισμού μετά την αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες καθώς και η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των λοβών. Τέλος για να συγκριθούν τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης με αυτά που έχουν ήδη δημοσιευτεί στη βιβλιογραφία μελετήθηκε και η μετασυλλεκτική συμπεριφορά της *Clemson Spineless*.

Τα πειράματα πραγματοποιήθηκαν στο Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γ.Π.Α. κατά το χρονικό διάστημα 2003-2005.

Συνοπτικά τα πειράματα που πραγματοποιήθηκαν είναι:

1. Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, του υλικού συσκευασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου.
2. Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, του υλικού συσκευασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας της ποικιλίας *Clemson Spineless*.
3. Επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στην εμφάνιση κρουτραυματισμού στους λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου.
4. Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης και της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου.

Οι καρποί (λοβοί) που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των πειραμάτων προέρχονταν από καλλιέργειες μπάμιας που έγιναν κατά τα παραπάνω έτη στο

υαλόφρακτο και το πλαστικό θερμοκήπιο του εργαστηρίου. Η διάρκεια της συγκομιδής των λοβών ήταν περίπου 4 μήνες (Ιούνιος- Σεπτέμβριος).

Κεφάλαιο 2^ο Υλικά και Μέθοδοι

2.1. Προμήθεια φυτικού υλικού

Στα πειράματα που διεξήχθησαν χρησιμοποιήθηκαν λοβοί μπάμιας δυο ποικιλιών, της ελληνικής ποικιλίας Μπογιατίου και της αμερικάνικης ποικιλίας Clemson Spineless.

Χαρακτηριστικά της ποικιλίας Μπογιατίου: Καλλιεργείται κυρίως στην Αττική και υπό ξηρικές συνθήκες. Εκτιμάται ιδιαίτερος για την καλή ποιότητα των λοβών της. Είναι ποικιλία αρκετά παραγωγική και καλής πρωιμότητας. Οι λοβοί είναι πενταγωνικοί και συγκομίζονται σε μικρό μέγεθος (4-7 cm).

Χαρακτηριστικά της ποικιλίας Clemson Spineless: Ομοιόμορφη χωρίς αγκάθια ποικιλία, με μέτρια σκούρους πράσινους γωνιώδεις λοβούς. Χρειάζεται 55-58 ημέρες από τη σπορά για να φθάσει στην καρποφορία. Οι λοβοί είναι επταγωνικοί και συγκομίζονται σε μεγαλύτερο μέγεθος (10-12 cm) από τους λοβούς της Μπογιατίου.

Οι λοβοί που χρησιμοποιήθηκαν στα πειράματα προήλθαν από φυτά που καλλιεργήθηκαν στο υαλόφρακτο και το καλυμμένο με πλαστικό θερμοκήπιο του εργαστηρίου των Κηπευτικών Καλλιεργειών. Τα φυτά της ποικιλίας Μπογιατίου προήλθαν από σπόρο που είχε παραχθεί στο εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, ενώ αυτά της Clemson Spineless προήλθαν από σπόρο του εμπορίου (Petoseed Inc.). Ως υπόστρωμα σποράς χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη (KTS2 Klasmann-Deilmann Gmb Geeste, Germany), ενώ ως υπόστρωμα ανάπτυξης των σπορόφυτων χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη και περλίτης, (Perloflor P4, Isocon A.E., Athens, Greece) σε αναλογία 2:1 (v/v). Η σύσταση της εμπλουτισμένης τύρφης φαίνεται στον πίνακα 2.1.

Πίνακας 2.1. Χαρακτηριστικά της εμπλουτισμένης τύρφης KTS2.

<p>pH=5,5-6,0 Οργανική Ουσία: 16-20Kg/300L Άλατα: 2000 mg/L N: 280-360 mg/L P₂O₅: 320-410 mg/L K₂O: 370-460 mg/L</p>

Μεταχείριση των σπόρων. Οι σπόροι της ποικιλίας Μπογιατίου δέχθηκαν χειρισμό με πυκνό θειικό οξύ. Έγινε εμβάπτιση αυτών σε H₂SO₄ (98%) εντός γυάλινου ποτηριού Pyrex

για 20 min. Η ανάδευση ανά τακτά χρονικά διαστήματα ήταν απαραίτητη για την ομοιόμορφη επίδραση του οξέος στους σπόρους. Ο χειρισμός αυτός έγινε για να υπερνικηθεί ο λήθαργος που οφείλεται στο σκληρό περίβλημα των σπόρων και να επιταχυνθεί η βλάστησή τους (Passam and Polyzou 1997, Ρεκούμη κ.α. 2005). Ακολούθησε ξέπλυμα με άφθονο νερό για απομάκρυνση του θεικού οξέος, στη συνέχεια εξουδετέρωση με διάλυμα NaH_2CO_3 0,25 M και τελικά ξέπλυμα με άφθονο νερό.

Οι σπόροι της ποικιλίας Clemson Spineless δεν δέχθηκαν χειρισμό με θεικό οξύ διότι στη συσκευασία αναφερόταν πως δεν χρειάζεται, εφόσον είχαν υποστεί μεταχείριση από την εταιρία πώλησής τους.

Σπορά. Η σπορά έγινε κατά τον μήνα Μάρτιο των ετών 2003, 2004 και 2005 σε κιβώτια σποράς διαστάσεων 40x20x5 cm. Σε κάθε κιβώτιο τοποθετήθηκαν 40 σπόροι. Το υπόστρωμα σποράς ήταν εμπλουτισμένη τύρφη και τα κιβώτια τοποθετήθηκαν σε θάλαμο του θερμοκηπίου. Στο χώρο αυτό η μέση ημερήσια θερμοκρασία ήταν 18-28°C. Οι θερμοκρασίες αυτές ήταν ευνοϊκές για τη βλάστηση των σπόρων και την ανάπτυξη των φυταρίων. Το πότισμα στο σπορείο γινόταν κάθε δεύτερη ημέρα ανάλογα και με τις επικρατούσες περιβαλλοντικές συνθήκες.

Μεταφύτευση. Έγιναν δύο μεταφυτεύσεις ανά καλλιέργεια. Η πρώτη μεταφύτευση έγινε στο στάδιο των δύο κοτυληδόνων και όταν ήταν ορατό με γυμνό μάτι το πρώτο πραγματικό φύλλο, 15-20 ημέρες μετά τη σπορά. Η μεταφύτευση έγινε σε ατομικά φυτοδοχεία (γλάστρες) από μαύρο πλαστικό όγκου 0,1 L. Ως υπόστρωμα ανάπτυξης των νεαρών φυταρίων χρησιμοποιήθηκε η εμπλουτισμένη τύρφη. Η δεύτερη μεταφύτευση έγινε στο στάδιο των 6-8 πραγματικών φύλλων σε φυτοδοχεία όγκου 11 L. Χρονικά η μεταφύτευση αυτή έγινε 20-25 ημέρες μετά την πρώτη ή 35-40 ημέρες μετά την σπορά. Ως υπόστρωμα ανάπτυξης των φυτών χρησιμοποιήθηκε εμπλουτισμένη τύρφη και περιλίτης σε αναλογία 2:1 (v/v).

Καλλιέργεια. Οι γλάστρες με τα φυτά τοποθετήθηκαν στο θερμοκήπιο και παρέμειναν εκεί μέχρι το τέλος των πειραμάτων (5 μήνες περίπου). Το δάπεδο του θαλάμου καλύφθηκε με πλαστικό διπλής όψεως (μαύρο-λευκό, επάνω επιφάνεια λευκή) για έλεγχο των ζιζανίων και για διατήρηση του χώρου καθαρού. Οι γλάστρες τοποθετήθηκαν σε διπλές γραμμές σε αποστάσεις 50X50X100 cm. Ο αριθμός των φυτών σε κάθε καλλιέργεια ήταν 100 (5 διπλές γραμμές). Το πότισμα και η λίπανση των φυτών ήταν πλήρως ελεγχόμενα μέσω ηλεκτρονικού συστήματος. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκε δίκτυο σωληνώσεων που ήταν συνδεδεμένο με τον υδρολιπαντήρα και κατέληγε σε ρυθμιζόμενους σταλάκτες σταθερής παροχής (ένας σταλάκτης ανά φυτό). Το πυκνό διάλυμα με τα λιπαντικά

στοιχεία βρισκόταν σε 2 βαρέλια των 190 L όπου στη συνέχεια ακολουθούσε αραιώση του πυκνού διαλύματος με το νερό άρδευσης σε αναλογία 1:200 και παροχή του αραιωμένου διαλύματος στα φυτά. Η δόση άρδευσης (υδρολίπανσης) ήταν 0,5 L ανά φυτό και η συχνότητα 2-3 φορές την ημέρα ανάλογα με την θερμοκρασία περιβάλλοντος. Έτσι η λίπανση ήταν πλήρης και ισορροπημένη, τα δε λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν αναφέρονται στον πίνακα 2.2. Κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας κρίθηκε αναγκαία και η υποστύλωση των φυτών με τη χρήση πλαστικού σπάγκου. Το σύστημα διαμόρφωσης των φυτών ήταν το μονοστέλεχο. Για τον έλεγχο των εχθρών και ασθενειών έγινε χρήση χημικών και βιολογικών μέσων (ολοκληρωμένη αντιμετώπιση εχθρών και ασθενειών).

Πίνακας 2.2. Λιπάσματα που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του πυκνού διαλύματος στον υδρολίπαντήρα προκειμένου να υπάρχει μια πλήρης και ισορροπημένη λίπανση στα φυτά.

Λιπάσματα	Ποσότητες
KNO ₃	23,0 Kg
NH ₄ NO ₃	6,1 Kg
MgSO ₄ ·7H ₂ O	6,2 Kg
H ₃ PO ₄ (80%)	2,0 L
H ₃ BO ₄	190,0 g
ZnSO ₄	30,0 g
(NH ₄) ₆ Mo ₇ O ₂ ·4H ₂ O	3,9 g
MnSO ₄ ·H ₂ O	118,7 g
CuSO ₄ ·5H ₂ O	15,2 g
Ca(NO ₃) ₂ 5H ₂ O	16,6 g
EDTA Fe	63,0 g

Συγκομιδή. Οι καρποί (λοβοί) συγκομίζονταν κάθε δύο ημέρες, τις πρωινές ώρες (8-9 πμ). Η συγκομιδή γινόταν με ειδικό ψαλίδι και προσεκτικά ώστε να αποφευχθεί ο τραυματισμός των λοβών. Στη συνέχεια οι λοβοί μεταφέρονταν στον εργαστηριακό χώρο, σε σταθερή θερμοκρασία δωματίου 22°C, για λήψη μετρήσεων και εφαρμογή των διαφόρων επεμβάσεων. Επίσης προηγήθηκε και διαλογή των λοβών. Οι λοβοί που χρησιμοποιήθηκαν για την εκτέλεση των πειραμάτων ήταν μήκους 4-7 cm περίπου και για τις δύο ποικιλίες (Μπογιατίου και Clemson Spineless) και το μήκος του ποδίσκου ήταν περίπου 1-1,5 cm.

2.2 Η αποθήκευση των καρπών

Μεταξύ 2003 και 2005 πραγματοποιήθηκαν συνολικά 4 πειράματα που αφορούν την αποθήκευση των λοβών μπάμιας. Για τη διευκόλυνση της παρουσίασης και συζήτησης των δεδομένων η περιγραφή δεν θα γίνει σε χρονική σειρά αλλά πρώτα θα παρουσιαστεί το πείραμα που αφορά την αποθήκευση της ποικιλίας Μπογιατίου, της Clemson Spineless και στη συνέχεια τα πειράματα που αφορούν τον κρουοτραυματισμό και την επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη Μπογιατίου.

2.2.1. Υλικά συσκευασίας

Για την πραγματοποίηση των πειραμάτων χρησιμοποιήθηκαν 3 διαφορετικά υλικά συσκευασίας.

(1) Ένα κουτί (Phytatray™ II, Sigma-Aldrich Co., Germany) με διαστάσεις 114 x 86 x 102 mm από διαφανές πλαστικό (Polystyrene-K-resin)

(2) Φιλμ 2: Μεμβράνη βινυλίου (AEP Packaging Industries, Spain, S.A.) με τις εξής ιδιότητες: O₂ διαπερατότητα 19000 cm³ m⁻² 24 h⁻¹ και περατότητα σε υδρατμούς 190 g m⁻² 24 h⁻¹.

(3) Φιλμ 3: Μεμβράνη βινυλίου (AEP Packaging Industries, Spain, S.A.) με τις εξής ιδιότητες: O₂ διαπερατότητα 24000 cm³ m⁻² 24 h⁻¹ και περατότητα σε υδρατμούς 185 g m⁻² 24 h⁻¹.

Σε προκαταρκτικό πείραμα εξετάστηκε και μια διάτρητη μεμβράνη πολυαιθυλενίου (φιλμ 1) η οποία δεν κρίθηκε κατάλληλη για την αποθήκευση μπάμιας διότι δεν συγκράτησε την υγρασία του προϊόντος.

2.2.2. Πείραμα 1

Το πείραμα διεξήχθη από το Μάρτιο έως τον Αύγουστο του 2003. Οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου αποθηκεύθηκαν σε θαλάμους με θερμοκρασίες 7 και 10°C και σχετική υγρασία 80-90% για 5, 10 ή 15 ημέρες. Τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το πλαστικό κουτί, το φιλμ 2 και το φιλμ 3 καθώς επίσης τοποθετήθηκε και μάρτυρας χωρίς κάλυψη. Οι μετρήσεις που ελήφθησαν στους λοβούς ήταν η απώλεια βάρους, η οπτική ποιότητα, η ξηρά ουσία, το χρώμα, η συνεκτικότητα, ο ρυθμός αναπνοής, ο ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου και η περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες και ακατέργαστες ίνες. Οι μετρήσεις πάρθηκαν ως εξής:

- (Α) αμέσως μετά το τέλος της αποθήκευσης,
- (Β) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασίας δωματίου (22°C) χωρίς τα υλικά συσκευασίας να απομακρυνθούν,
- (Γ) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασίας δωματίου (22°C) και απομάκρυνση των υλικών συσκευασίας.

2.2.3. Πείραμα 2

Το πείραμα διεξήχθη από το Μάρτιο έως τον Οκτώβριο του 2005. Οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless αποθηκεύθηκαν σε θάλαμο θερμοκρασίας 10°C και σχετικής υγρασίας 80-90% για 5, 10 ή 15 ημέρες. Τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το πλαστικό κουτί, το φιλμ 2 και το φιλμ 3 καθώς επίσης τοποθετήθηκε και μάρτυρας χωρίς κάλυψη. Οι μετρήσεις που ελήφθησαν στους λοβούς ήταν η απώλεια βάρους, η οπτική ποιότητα, η ξηρά ουσία, το χρώμα, η συνεκτικότητα, ο ρυθμός αναπνοής και έκλυσης αιθυλενίου. Οι μετρήσεις πάρθηκαν ως εξής:

- (Α) αμέσως μετά το τέλος της αποθήκευσης,
- (Β) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασίας δωματίου (22°C) χωρίς τα υλικά συσκευασίας να απομακρυνθούν,
- (Γ) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασίας δωματίου (22°C) και απομάκρυνση των υλικών συσκευασίας.

Σημειώνεται ότι το μέγεθος των λοβών της Clemson Spineless ήταν μικρότερο (4-7 cm περίπου) από αυτό που χρησιμοποιείται για εμπορία στην Αμερική και έχει μελετηθεί επίσης στις διάφορες ερευνητικές εργασίες. Εφόσον η ποικιλία αυτή καλλιεργηθεί στην Ελλάδα θα πρέπει να συγκομίζεται σε παρόμοιο μέγεθος με τις ελληνικές ποικιλίες για να είναι εμπορεύσιμη.

2.2.4. Πείραμα 3

Το πείραμα διεξήχθη από τον Μάρτιο έως τον Αύγουστο του 2004. Οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου αποθηκεύθηκαν σε θαλάμους με θερμοκρασίες 2, 4, 6, 8 και 10°C και σχετική υγρασία 80-90% για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες. Το υλικό συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκε ήταν το φιλμ 3 καθώς επίσης τοποθετήθηκε και μάρτυρας χωρίς κάλυψη. Οι μετρήσεις που ελήφθησαν στους λοβούς ήταν η απώλεια βάρους, η οπτική ποιότητα, η ξηρά ουσία, το χρώμα, η συνεκτικότητα, ο ρυθμός αναπνοής και ο ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου. Οι μετρήσεις πάρθηκαν ως εξής:

- (Α) αμέσως μετά το τέλος της αποθήκευσης,
- (Β) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς τα υλικά συσκευασίας να απομακρυνθούν,
- (Γ) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) και απομάκρυνση των υλικών συσκευασίας.

2.2.5. Πείραμα 4

Για την διεξαγωγή του πειράματος χρησιμοποιήθηκε σπόρος μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου. Η σπορά έγινε κατά τον μήνα Μάρτιο (2^ο δεκαπενθήμερο) του έτους 2003 και η καλλιέργεια τροποποιήθηκε σε σχέση με αυτή των άλλων πειραμάτων (πειράματα 1-3) ώστε να επιτρέπει την επέμβαση με διαφορετικές συγκεντρώσεις αζωτούχου (N) λίπανσης. Συγκεκριμένα καλλιεργήθηκαν 240 φυτά (4 τεμάχια των 60 φυτών) με αποστάσεις 50 x 50 x 100 cm. Κάθε τεμάχιο περιέλαβε 12 ομάδες των 5 φυτών που αντιστοιχούσαν σε 3 τυχαιοποιημένες επαναλήψεις των 4 επεμβάσεων (επίπεδο N-λίπανσης).

Η εφαρμογή της N-λίπανσης ξεκίνησε μία εβδομάδα μετά την μεταφύτευση και επαναλήφθηκε κάθε 10 ημέρες ενώ η λίπανση με κάλιο και φώσφορο κάθε 15 ημέρες, (500 mL διαλύματος κάθε φορά). Σε όλα τα φυτά εφαρμόζονταν κάθε φορά 150 ppm K (K₂SO₄) και 150 ppm P (Υπερφωσφορικό 0-48-0). Τα επίπεδα του N ήταν: (1) 30 ppm, (2) 150 ppm, (3) 300 ppm και (4) 450 ppm. Για την προσθήκη του N χρησιμοποιήθηκε η νιτρική αμμωνία (34,5% N).

Η συλλογή των καρπών γινόταν με τις ίδιες προϋποθέσεις και τον ίδιο τρόπο που αναφέρθηκε πιο πάνω (2.1). Οι καρποί αμέσως μετά τη συλλογή τους μεταφέρονταν στο εργαστήριο για περαιτέρω μεταχείριση, λήψη των απαραίτητων μετρήσεων και αποθήκευση. Οι καρποί καλύφθηκαν με το φιλμ 2 και αποθηκεύτηκαν για 5 ή 10 ημέρες στους 7 και 10°C. Μετρήσεις του νωπού και ξηρού βάρους, του χρώματος, της συνεκτικότητας, του ρυθμού αναπνοής και έκλυσης αιθυλενίου και της συγκέντρωσης των νιτρικών ελήφθησαν ως εξής:

- (Α) αμέσως μετά το τέλος της αποθήκευσης,
- (Β) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς τα υλικά συσκευασίας να απομακρυνθούν,
- (Γ) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) και απομάκρυνση των υλικών συσκευασίας.

2.2.6. Πειραματικό σχέδιο

Σε κάθε πείραμα το πειραματικό σχέδιο που ακολουθήθηκε κατά την αποθήκευση ήταν το πλήρως τυχαίοποιημένο. Σε κάθε επέμβαση έγιναν 6 επαναλήψεις. Ως επανάληψη θεωρήθηκε η κάθε συσκευασία η οποία περιείχε 5 λοβούς μήκους 4-7 cm. Μετά τη συγκομιδή και τη διαλογή των λοβών στο εργαστήριο, οι λοβοί χωρίζονταν τυχαία σε ομάδες των 5 λοβών. Επιδιώχθηκε, μεταξύ των ομάδων να υπάρχει ομοιομορφία σε ότι αφορά το μήκος και το βάρος των λοβών (20 ± 1 g ανά συσκευασία).

2.3. Αναλυτικές Μέθοδοι

2.3.1. Προσδιορισμός του νωπού και ξηρού βάρους των λοβών

Μετρήθηκε η μεταβολή στο νωπό βάρος των λοβών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους. Το αρχικό βάρος των 5 λοβών της κάθε επανάληψης ήταν 20 ± 1 g.

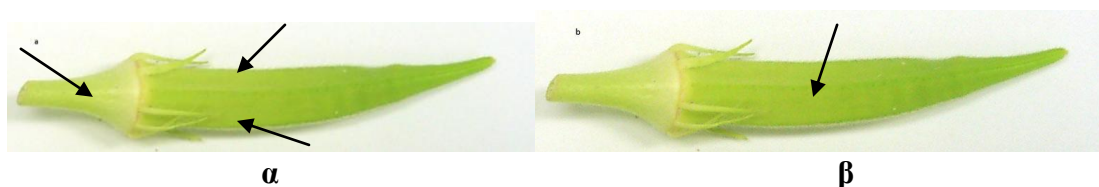
Το ξηρό βάρος των λοβών μετρήθηκε σε όλες τις επαναλήψεις (5 λοβοί ανά επανάληψη). Οι λοβοί τοποθετήθηκαν για ξήρανση σε θερμοκρασία $70\pm 2^{\circ}\text{C}$ για 3 ημέρες και στη συνέχεια υπολογίστηκε η περιεκτικότητά τους (%) σε ξηρά ουσία με βάση το αρχικό βάρος πριν την αποθήκευση.

2.3.2. Προσδιορισμός του χρώματος των λοβών

Το χρώμα των λοβών μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Minolta (Model CR-300, Minolta Co. Ltd., Osaka). Το όργανο αποδίδει το χρώμα με τις παραμέτρους L^* , a^* και b^* . Η παράμετρος L^* εκφράζει τη φωτεινότητα του χρώματος, η παράμετρος a^* εκφράζει τη διαβάθμιση του χρώματος από το πράσινο (αρνητικές τιμές) στο κόκκινο (θετικές τιμές) και η παράμετρος b^* εκφράζει τη διαβάθμιση του χρώματος από το μπλε (αρνητικές τιμές) στο κίτρινο (θετικές τιμές). Οι μετρήσεις ελήφθησαν σε όλους τους λοβούς κάθε επανάληψης σε τρία διαφορετικά σημεία (Σχήμα 2.1α) στην αρχή και στο τέλος κάθε πειράματος. Εκτιμήθηκε η μεταβολή του χρώματος (μεταβολή των παραμέτρων L^* , a^* και b^*) των λοβών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσής τους. Για την έκφραση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκαν οι μέσοι όροι των τιμών που ελήφθησαν από τους 5 λοβούς κάθε επανάληψης.

2.3.3. Προσδιορισμός της συνεκτικότητας των λοβών

Η συνεκτικότητα των λοβών μετρήθηκε με το δυναμόμετρο Chatillon (Model TCM 201-M, Chatillon and Sons Inc., New York, USA). Οι τιμές λαμβάνονταν μέσω ψηφιακού μετρητή (Digital Force Gauge DFIS 10, Chatillon and Sons Inc., New York, USA) συνδεδεμένου στο δυναμόμετρο με εύρος μέτρησης 0-5 Kg ($\pm 0,01$) στον οποίο προσαρμόστηκε κωνική βελόνα (διάμετρος κώνου 0,5 cm, ύψος κώνου 0,5 cm). Το βάθος τρυπήματος του λοβού ήταν τα 0,5 cm. Ως τιμή συνεκτικότητας λαμβανόταν η μέγιστη ένδειξη του ψηφιακού οργάνου. Στο τέλος κάθε πειράματος ελήφθησαν μετρήσεις συνεκτικότητας σε όλους τους λοβούς κάθε επανάληψης. Η μέτρηση γινόταν στο μέσο κάθε λοβού - Σχήμα 2.1β). Για την έκφραση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε ο μέσος όρος των 5 τιμών κάθε επανάληψης.



Σχήμα 2.1. α. Σημεία μέτρησης του χρώματος στους λοβούς.
β. Σημείο μέτρησης της συνεκτικότητας των λοβών.

2.3.4. Προσδιορισμός της αναπνοής των αποθηκευμένων λοβών

Ο προσδιορισμός της αναπνοής των αποθηκευμένων λοβών έγινε με τη μέθοδο της αέριας χρωματογραφίας (GC). Κατά τη μέθοδο αυτή οι λοβοί τοποθετήθηκαν σε κλειστά γυάλινα δοχεία όγκου 0,34 L για 6 h. Τα δοχεία τοποθετήθηκαν στις αντίστοιχες θερμοκρασίες συντήρησης. Οι λοβοί στους θαλάμους ήταν στο σκοτάδι ενώ αυτοί που τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου σε πραγματικές συνθήκες φωτισμού περιβάλλοντος χώρου. Ο ρυθμός της αναπνοής εκτιμήθηκε με έγχυση δείγματος 1 mL σε αέριο χρωματογράφο (Model Varian Star 3600 Cx, Palo Alto, California, USA) που ήταν εφοδιασμένος με ανιχνευτή θερμικής αγωγιμότητας (TCD) και τριχοειδή κολώνα διοξειδίου του πυριτίου (CP carbobond fused) στους 180°C. Επίσης στο ίδιο όργανο μετρήθηκε και η συγκέντρωση του CO₂ και αιθυλενίου στο εσωτερικό των συσκευασιών με έγχυση 1 mL αερίου δείγματος.

2.3.5. Προσδιορισμός της συγκέντρωσης αιθυλενίου

Για τον προσδιορισμό της συγκέντρωσης του αιθυλενίου στους αποθηκευμένους λοβούς χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος της αέριας χρωματογραφίας.

Οι λοβοί στο τέλος της κάθε μεταχείρισης τοποθετήθηκαν σε κλειστά γυάλινα δοχεία (όγκου 0,34 L) για 6 h στις αντίστοιχες θερμοκρασίες συντήρησης. Οι λοβοί στους θαλάμους ήταν στο σκοτάδι ενώ αυτοί που τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου σε πραγματικές συνθήκες φωτισμού περιβάλλοντος χώρου. Ο χρόνος κλεισίματος των λοβών στα δοχεία προέκυψε μετά από προκαταρκτικό πειραματισμό (δεδομένα δεν παρουσιάζονται). Στη συνέχεια με σύριγγα λαμβάνονταν 1 mL αερίου από τα δοχεία και γινόταν έγχυση σε αέριο χρωματογράφο (Model Varian Star 3600) που ήταν εφοδιασμένος με ανιχνευτή ιονισμού φλόγας (FID) και τριχοειδή κολώνα διοξειδίου του πυριτίου (CP carbobond fused) στους 180°C.

2.3.6. Προσδιορισμός διαλυτών υδατανθράκων

2.3.6.1. Προσδιορισμός διαλυτών σακχάρων

Ο προσδιορισμός των σακχάρων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση υγρής χρωματογραφίας υψηλής απόδοσης (HPLC) σύμφωνα με τη μέθοδο των Piccaglia and Galleti (1988) η οποία τροποποιήθηκε στο εργαστήριο Δενδροκομίας του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών (Vemmos 1999).

Προετοιμασία φυτικού υλικού

Οι 5 λοβοί από κάθε επανάληψη τεμαχίστηκαν σε μικρά κομμάτια διαστάσεων περίπου 5 x 5 x 5 mm και αφού ζυγίστηκαν τοποθετήθηκαν στους -30°C για 24 h. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι τα τεμάχια των 5 λοβών κάθε επανάληψης αναμείχθηκαν μεταξύ τους πριν την τοποθέτησή τους στην κατάψυξη. Επίσης στους λοβούς που τεμαχίστηκαν δεν συμπεριλαμβανόταν ο ποδίσκος. Ακολούθησε ξήρανση των τεμαχισμένων λοβών σε κενό αέρος και σε θερμοκρασία -60°C για 48 h (freeze drying) (Heto, Lyolab 3000, Denmark). Μετά την ξήρανση ακολούθησε τρίψιμο των λοβών με γουδί και κοσκίνισμα, έτσι ώστε η διάμετρος της σκόνης του φυτικού ιστού να είναι <30 mesh. Τα δείγματα αποθηκεύθηκαν στους -30°C μέχρι την περαιτέρω ανάλυσή τους.

Μεθοδολογία

Ποσότητα ξηρής ουσίας 40 mg από κάθε δείγμα τοποθετήθηκε σε γυάλινο σωλήνα φυγοκέντρωσης όγκου 12 mL.

Στους σωλήνες με τον φυτικό ιστό προστέθηκαν 5 mL πετρελαϊκού αιθέρα 40-60%. Έγινε καλή ανάμειξη και μετά από λίγα λεπτά ηρεμίας ακολούθησε φυγοκέντρηση σε 3000 rpm (1619 x g) για 5 min (Sigma, Model: 3-15k, Sigma – Aldrich Inc. Germany). Στη συνέχεια έγινε απομάκρυνση του αιθέρα και των διαλυμένων σε αυτό χρωστικών και λιπιδίων ουσιών.

Η εκχύλιση που πραγματοποιήθηκε στη συνέχεια για τον προσδιορισμό των διαλυτών σακχάρων έγινε σύμφωνα με τη μέθοδο που αναφέρεται από τον Vemmos (1999).

Στο στερεό ίζημα προστέθηκαν 2 mL αιθυλικής αλκοόλης 80% σε αποσταγμένο νερό (v/v), ακολούθησε ανάδευση και τοποθέτηση των σωλήνων με τα δείγματα σε υδατόλουτρο θερμοκρασίας 65°C για 20 min. Στη συνέχεια έγινε φυγοκέντρηση σε 3000 rpm (1619 x g) για 5 min. Μετά το τέλος της φυγοκέντρησης έγινε μεταφορά (μετάγγιση) των 2 mL αιθυλικής αλκοόλης (και των διαλυμένων σε αυτή σακχάρων) σε άλλο σωλήνα φυγοκέντρησης. Η παραπάνω διαδικασία επαναλήφθηκε και τελικά προέκυψε ένα διάλυμα αιθυλικής αλκοόλης και διαλυτών σακχάρων 4 mL στο νέο σωλήνα φυγοκέντρησης.

Οι σωλήνες στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο ($\Theta=65^{\circ}\text{C}$) για περίπου 40 min όπου με τη βοήθεια απλής συσκευής παροχής βιομηχανικού αζώτου (N_2) έγινε εξάτμιση της αλκοόλης. Έτσι, στους σωλήνες παρέμεινε το στερεό υπόλειμμα των διαλυτών σακχάρων.

Ακολούθησε προσθήκη 4 mL νερού HPLC και 12 mg ενεργού άνθρακα (active charcoal) για την απομάκρυνση των χρωστικών. Έγινε καλή ανάδευση και φυγοκέντρηση για 5 min σε 3000 rpm (1619 x g).

Από το παραπάνω διάλυμα ελήφθη δείγμα για ανάλυση με τη μέθοδο της υγρής χρωματογραφίας. Πιο συγκεκριμένα με τη βοήθεια απλής σύριγγας 2,5 mL ελήφθη ποσότητα διαλύματος σακχάρων το οποίο μεταγγίστηκε σε σωληνάκια Eppendorf όγκου 1,5 mL αφού πρώτα έγινε φιλτράρισμα του διαλύματος (φίλτρα πλάτους 2,5 cm και διαμέτρου πόρων 0,22 mm). Από τα σωληνάκια Eppendorf ελήφθησαν 20 μL δείγματος με σύριγγα υγρής χρωματογραφίας (Hamilton, Switzerland) και εισήχθησαν σε στήλη 305 x 7,8 mm HC-75 Ca^{++} στο όργανο υγρής χρωματογραφίας (HPLC) για προσδιορισμό των διαλυτών σακχάρων (HP 1050 Series, Agilent Technologies, USA). Η κινητή φάση ήταν νερό ποιότητας HPLC και παρέχονταν με ισοκρατική αντλία (Hewlett-Packard 1050) με ροή 0,8 mL min^{-1} . Για την ανίχνευση των σακχάρων χρησιμοποιήθηκε ανιχνευτής δείκτη διάθλασης (Hewlett-Packard 1050).

2.3.6.2. Ανάλυση Αμύλου

Ο προσδιορισμός του περιεχόμενου αμύλου των λοβών πραγματοποιήθηκε σύμφωνα με τη μέθοδο των Dekker and Richards (1971) τροποποιημένη από τους Barham and Trinder (1972), ως εξής:

Προετοιμασία φυτικού υλικού

Η προετοιμασία των ιστών για τον προσδιορισμό του αμύλου έγινε όπως και στην περίπτωση των σακχάρων.

Μεθοδολογία

Έκπλυση: Το στερεό υπόλειμμα που παρέμεινε στους αρχικούς σωλήνες μετά την εκχύλιση των διαλυτών σακχάρων ξεπλύθηκε διαδοχικά 3 φορές με 3 mL διαλύματος αλκοόλης (αιθανόλη 80%) και τέλος με 5 mL του ίδιου διαλύματος. Για κάθε έκπλυση ακολουθήθηκε η πιο κάτω διαδικασία. Προσθήκη της αλκοόλης στο στερεό υπόλειμμα, ανάδευση, τοποθέτηση για 20 min σε υδατόλουτρο ($\Theta=65^{\circ}\text{C}$), φυγοκέντριση σε 3000 rpm (1619 x g) για 5 min και τέλος απομάκρυνση του υπερκείμενου διαλύματος αλκοόλης. Σκοπός των εκπλύσεων ήταν η απομάκρυνση τυχόν υπολειμμάτων διαλυτών σακχάρων που θα μπορούσαν να επηρεάσουν την ακριβή μέτρηση του αμύλου.

Ζελατινοποίηση: Σε κάθε σωλήνα προστέθηκε 1 mL διαλύματος NaOH 0,5 N. Ακολούθησε καλή ανάδευση και οι σωλήνες παρέμειναν σε ηρεμία για 20 min σε θερμοκρασία δωματίου ($\Theta=23^{\circ}\text{C}$) προκειμένου να επιτευχθεί η ζελατινοποίηση του αμύλου.

Εξουδετέρωση: Στη συνέχεια προστέθηκαν 0,55 mL διαλύματος οξικού οξέος (CH_3COOH) 2 M και ακολούθησε φυγοκέντριση σε 3000 rpm (1619 x g) για 5 min.

Προσθήκη ενζύμου αμυλογλυκοζιδάσης: Μετά τη φυγοκέντριση 1 mL από το διάλυμα του αμύλου μεταφέρθηκε σε άλλο σωλήνα και προστέθηκε 1 mL διαλύματος αμυλογλυκοζιδάσης (amyloglucosidase A7420, from *Aspergillus niger*, 30-60 units/mg protein, Sigma-Aldrich, Germany). Στη συνέχεια οι σωλήνες τοποθετήθηκαν για επώαση σε υδατόλουτρο ($\Theta=55^{\circ}\text{C}$) για 1 h. Η διαδικασία αυτή είχε σκοπό τη διάσπαση του αμύλου σε γλυκόζη.

Εξουδετέρωση: Μετά το τέλος της επώασης προστέθηκαν 0,4 mL διαλύματος NaOH 1 N.

Αποχρωματισμός: Σε κάθε σωλήνα με δείγμα προστέθηκαν 12 mg ενεργού άνθρακα (charcoal) ακολούθησε καλή ανάδευση των δειγμάτων και φυγοκέντριση σε 3000 rpm (1619 x g) για 5 min.

- 0,5 mL από το πιο πάνω διάλυμα γλυκόζης μεταφέρθηκε σε άλλο σωλήνα (όγκου 12 mL) και σε αυτόν προστέθηκαν 2 mL σακχάρου GOD/PAP (glucose oxidase/ peroxidase reagent).
- Ακολούθησε καλή ανάδευση και τοποθέτηση των σωλήνων σε υδατόλουτρο ($\Theta=37^{\circ}\text{C}$) για 15 min.
- Η απορρόφηση του παραγόμενου ερυθρού-ιώδους χρώματος μετρήθηκε σε σπεκτροφωτόμετρο (Perkin-Elmer: Model Lambda 1A UV/VIS) και σε μήκος κύματος 510 nm.

Για την παρασκευή πρότυπου διαλύματος (standard) ακολουθήθηκε η ίδια διαδικασία με παραπάνω χωρίς την παρουσία ιστού ή αμύλου. Το διάλυμα αυτό χρησιμοποιήθηκε ως λευκή μέτρηση (τυφλό) μετά την απορρόφηση σε μήκος κύματος 510 nm.

2.3.7. Προσδιορισμός ακατέργαστων ινών

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε χαρακτηρίζεται ως γρήγορη μέθοδος προσδιορισμού των ακατέργαστων ινών (Nielsen 1996). Το δείγμα που χρησιμοποιήθηκε ήταν αποξηραμένοι λοβοί μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου. Η αποξήρανση των λοβών (μη τεμαχισμένοι) έγινε σε κλίβανο ($\Theta=70^{\circ}\text{C}$) για 3 ημέρες. Οι λοβοί μετά την έξοδό τους από τον κλίβανο αλέστηκαν και η σκόνη που προέκυψε ήταν διαμέτρου 30-40 mesh. Σε κωνική φιάλη όγκου 100 mL μεταφέρθηκε 1 g φυτικού ιστού και προστέθηκαν 60 mL διαλύματος οξικού οξέος και νιτρικού οξέος σε νερό (οξικό οξύ : νιτρικό οξύ : νερό 36:5:9 v/v). Ακολούθησε βρασμός και συμπύκνωση για 1 h και στη συνέχεια το διάλυμα που περιείχε η κωνική φιάλη διηθήθηκε σε άτεφρο πτυχωτό ηθμό. Ο ηθμός είχε τοποθετηθεί πριν τη διήθηση σε κλίβανο σε θερμοκρασία 110°C για 15 min με σκοπό την απομάκρυνση τυχόν υγρασίας και είχε ζυγιστεί σε ζυγό ακριβείας. Μετά τη διήθηση ο ηθμός ξεπλύθηκε με ζεστό νερό μέχρι ουδέτερης αντίδρασης του διηθήματος και ακολούθησε πλύση με 10 mL διαλύματος αλκοόλης (αιθανόλη) και αιθέρα (1:1 v/v) σε από μία φορά. Στη συνέχεια ο ηθμός τοποθετήθηκε στους 110°C για 1 h και κατόπιν ζυγίστηκε. Ακολούθησε αποτέφρωση του ηθμού στους 750°C για 24 h, ψύξη στον ξηραντήρα και στη συνέχεια ζύγιση. Οι ακατέργαστες ίνες υπολογίστηκαν ως η διαφορά στο βάρος του ηθμού πριν την αποτέφρωσή του μείον το βάρος της τέφρας.

2.3.8. Προσδιορισμός νιτρικών

Η συγκέντρωση των νιτρικών στους λοβούς εκτιμήθηκε με τη μέθοδο των Cataldo *et al.* (1975) που βασίζεται στη νιτροποίηση του σαλικυλικού οξέος.

Ο προσδιορισμός της συγκέντρωσης των νιτρικών έγινε σε ξηρή ουσία των λοβών. Για το λόγο αυτό οι λοβοί της κάθε επέμβασης του 4^{ου} πειράματος μετά το τέλος της αποθήκευσης τοποθετήθηκαν σε ξηραντήριο στους 70°C για 3 ημέρες. Ακολούθησε κονιορτοποίηση των λοβών σε ηλεκτροκίνητο μύλο. Στη συνέχεια το υλικό αυτό κοσκινίστηκε έτσι ώστε το άλεσμα να έχει διάμετρο κόκκων μικρότερη από 40 mesh. Από κάθε δείγμα λήφθηκαν 100 mg, και τοποθετήθηκαν σε δοκιμαστικό σωλήνα, στον οποίο προστέθηκαν 10 mL απιονισμένο νερό. Οι δοκιμαστικοί σωλήνες με τα εναιωρήματα που περιείχαν, τοποθετήθηκαν σε υδατόλουτρο για επώαση στους 45°C για 1 h. Μετά την επώαση, τα εναιωρήματα πέρασαν από φίλτρα (Filtrak, Rundfilter, d=150mm, 80 gr/m², sorte:289) και το εκχύλισμα, οδηγήθηκε για παραπέρα ανάλυση. Από το εκχύλισμα του κάθε δείγματος, που αντιπροσωπεύει τις διαφορετικές συγκεντρώσεις νιτρικών στους λοβούς, ελήφθησαν 0,2 mL και τοποθετήθηκαν σε κωνική φιάλη Erlenmeyer 50 mL. Αμέσως μετά προστέθηκαν 0,8 mL σαλισυλικού οξέος 5% (w/v) σε πυκνό θειικό οξύ (H₂SO₄). Οι φιάλες αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (25°C) για 20 min, στη συνέχεια προστέθηκαν αργά 19 mL NaOH 2N, ενώ το διάλυμα αναδεύονταν συνεχώς. Αυτή η τελευταία προσθήκη αυξάνει το pH πάνω από 12, το οποίο πρέπει να μετρηθεί για να εξακριβωθεί. Τα διαλύματα που προκύπτουν μετά την προσθήκη των αντιδραστηρίων αφήνονται για λίγο (10 min περίπου) σε θερμοκρασία δωματίου για να μειωθεί η θερμοκρασία τους και στη συνέχεια οδηγούνται για τη μέτρηση της απορρόφησης. Για να μετρηθεί η απορρόφηση του δείγματος τοποθετείται μέρος αυτού σε κυβέτα [(103 UV)] διαστάσεων (1 x 1 x 4,5 cm)] και εισάγεται στο φασματοφωτόμετρο (Perkin-Elmer. Lambda A, UV/VIS Spectrophotometer), το οποίο είναι ρυθμισμένο στα 410 nm. Το φασματοφωτόμετρο για κάθε δείγμα δίνει μια ένδειξη απορρόφησης (absorbance) Οι τιμές που λαμβάνονται από τις ενδείξεις του οργάνου συγκρίνονται με καμπύλη αναφοράς που προήλθε από συγκεκριμένες συγκεντρώσεις νιτρικών ανιόντων.

2.4. Στατιστική επεξεργασία των δεδομένων

Η στατιστική ανάλυση των αποτελεσμάτων των πειραμάτων έγινε με τη βοήθεια του προγράμματος Stat Graphics XV (Statpoint Technologies, Inc. Warrenton, Virginia, USA). Τα αποτελέσματα εκτιμήθηκαν με Ανάλυση της Διασποράς (Analysis of Variance) των δειγμάτων και με τη μέθοδο της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς (ΕΣΔ). Σε κάθε τέτοια ανάλυση εκτιμήθηκε ο πίνακας των Πιθανοτήτων που είναι και το βασικό. Οι τιμές των Πιθανοτήτων ελέγχουν και αποφαινόνται για τη σημαντικότητα του κάθε παράγοντα καθώς και των αλληλεπιδράσεων των αναλυθέντων παραγόντων. Όταν μια τιμή των πιθανοτήτων είναι μικρότερη από 0,05, τότε ο αντίστοιχος παράγοντας ή η αλληλεπίδραση παρουσιάζουν μια στατιστικά σημαντική επίδραση στο εκάστοτε αποτέλεσμα σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Όταν η τιμή είναι μικρότερη από 0,01 τότε το επίπεδο εμπιστοσύνης είναι 99% και τέλος για τιμή μικρότερη από 0,001 το επίπεδο είναι 99,9%. Η μέθοδος της Ελάχιστης Σημαντικής Διαφοράς συγκρίνει κάθε μέσο όρο με τους υπόλοιπους μέσους όρους, όλους ανά δύο, σε επίπεδο εμπιστοσύνης 95%. Η μέθοδος αυτή μας δίνει και τη δυνατότητα σύγκρισης επεμβάσεων με άνισο αριθμό παρατηρήσεων. Οι αναλύσεις για κάθε παράγοντα παρουσιάζονται χωριστά επειδή καλύπτουν τον έλεγχο της σημαντικής επίδρασης του κάθε παράγοντα, είναι περισσότερο ευανάγνωστες και δεν αλλοιώνουν καμιά σημαντική άλλη επίδραση. Η μελέτη της συσχέτισης μεταξύ της απώλειας βάρους και της συνεκτικότητας πραγματοποιήθηκε με βάση το Pearson's T test σε επίπεδο σημαντικότητας 5%. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε πίνακες.

Κεφάλαιο 3^ο Αποτελέσματα

Πείραμα 1^ο

Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, του υλικού συσκευασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου

Το πείραμα διεξήχθη το 2003 στο εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών του Γεωπονικού Πανεπιστημίου Αθηνών, με σκοπό τον προσδιορισμό των ποιοτικών χαρακτηριστικών της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 7 και 10°C για 15 ημέρες με και χωρίς συσκευασία σε πλαστικό. Η καλλιέργεια έγινε από τον Μάρτιο έως τον Αύγουστο (από σπορά) και η συγκομιδή των λοβών ξεκίνησε το δεύτερο δεκαπενθήμερο του Ιουνίου και συνεχίστηκε μέχρι το τέλος της καλλιέργειας. Οι λοβοί αποθηκεύθηκαν σε θαλάμους με θερμοκρασίες 7 και 10°C και σχετική υγρασία 80-90% για 5, 10 και 15 ημέρες. Τα υλικά συσκευασίας που χρησιμοποιήθηκαν ήταν το πλαστικό κουτί (Phytatray), το φιλμ 2 και το φιλμ 3 καθώς επίσης τοποθετήθηκε και μάρτυρας χωρίς κάλυψη. Οι μετρήσεις που ελήφθησαν στους λοβούς ήταν η απώλεια βάρους, η ξηρά ουσία, το χρώμα, η συνεκτικότητα, ο ρυθμός αναπνοής, ο ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου και η περιεκτικότητα των λοβών σε υδατάνθρακες και ακατέργαστες ίνες. Οι μετρήσεις πάρθηκαν αρχικά (πριν την αποθήκευση) και: Α) αμέσως μετά το τέλος της αποθήκευσης, Β) τρεις ημέρες μετά το τέλος της αποθήκευσης και παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς τα υλικά συσκευασίας να απομακρυνθούν και Γ) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασίας δωματίου (22°C) και απομάκρυνση των υλικών συσκευασίας.

3.1. Απώλεια βάρους

Η απώλεια βάρους των λοβών μετά τη συγκομιδή διέφερε ανάλογα με τη θερμοκρασία, τη διάρκεια αποθήκευσης και τον τρόπο συσκευασίας (Πίνακας 3.1). Σε ανοικτή συσκευασία ο ρυθμός απώλειας βάρους ήταν ραγδαίος τόσο στους 7°C όσο και στους 10°C όπου την 10^η ημέρα της αποθήκευσης η απώλεια νωπού βάρους ήταν 38 και 43% αντίστοιχα (Πίνακας 3.1.A) αυξανόμενος στο 57,5% όταν στη συνέχεια οι λοβοί μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) για 3 ημέρες (shelf life). Όταν οι λοβοί

συσκευάστηκαν σε πλαστικό η απώλεια βάρους μειώθηκε σημαντικά και μέχρι την 15^η ημέρα αποθήκευσης ήταν της τάξης του 8,5-12,0% (7°C) και 12,5-20% (10°C). Γενικά η απώλεια βάρους ήταν μικρότερη στο πλαστικό κουτί σε σχέση με τα φιλμ 2 και 3, αλλά όχι πάντοτε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Όταν στη συνέχεια οι συσκευασίες μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) για 3 ημέρες η απώλεια βάρους ήταν ραγδαία φτάνοντας το 14-25% και 15-35% (σε λοβούς που είχαν προηγουμένως αποθηκευτεί για 15 ημέρες στους 7 και 10°C αντίστοιχα) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (Πίνακας 3.1.B) και 42-64% και 41-55% αντίστοιχα μετά το άνοιγμα της συσκευασίας (Πίνακας 3.1.Γ). Ανεξάρτητα από το άνοιγμα ή όχι της συσκευασίας η απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της shelf life ήταν μικρότερη στους λοβούς που συσκευάστηκαν στο πλαστικό κουτί σε σχέση με αυτούς που καλύφθηκαν με φιλμ.

Πίνακας 3.1. Απώλεια βάρους (εκφρασμένη ως % του αρχικού) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	21,4 a (b)	37,9 a (a)	-	34,0 a (b)	43,4 a (a)	-
Κουτί	3,2 b (c)	6,1 c (b)	8,5 b (a)	2,8 c (c)	6,4 c (b)	12,6 c (a)
Φιλμ 2	3,6 b (c)	7,3 c (b)	10,3 ab (a)	4,1 bc (c)	10,2 b (b)	16,9 b (a)
Φιλμ 3	4,1 b (c)	10,1 b (b)	12,1 a (a)	5,0 b (c)	9,8 b (b)	19,7 a (a)
B						
Κουτί	8,2 b (c)	10,7 b (b)	14,2 c (a)	9,6 b (c)	12,7 b (b)	15,3 c (a)
Φιλμ 2	16,0 a (c)	20,2 a (b)	25,3 a (a)	17,6 a (c) *	20,1 a (b)	30,1 b (a)
Φιλμ 3	16,9 a (c)	20,5 a (b)	22,1 b (a)	20,4 a (b) *	21,0 a (b)	34,7 a (a)
Γ						
Μάρτυρας	43,4 a (b) *	57,5 b (a)	-	53,0 a (b)	57,4 a (a)	-
Κουτί	35,4 d (c) *	38,8 c (b)	42,3 c (a)	31,8 c (c)	38,0 c (b)	41,2 c (a)
Φιλμ 2	46,2 a (b) *	63,1 a (a)	63,8 a (a)	36,6 b (c)	42,0 c (b)	52,7 b (a)
Φιλμ 3	39,1 b (c)	55,4 b (b)	59,5 b (a)	38,0 b (c)	50,4 b (b)	55,5 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B, Γ-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.2. Οπτική ποιότητα των λοβών

Η εκτίμηση της κατάστασης των λοβών μετά την αποθήκευσή τους, προσδιορίστηκε με βάση την έκταση της παρουσίας στιγμάτων, την εμφάνιση μάρανσης ή συρρίκνωσης των λοβών, την παρουσία σκουρόχρωμων νεκρωτικών περιοχών και μετασυλλεκτικών προσβολών (σήψεων). Με βάση αυτά τα κριτήρια οι λοβοί ταξινομήθηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες (Εικόνα 3.1):

A: άριστη εμφάνιση χωρίς στίγματα

B: εμπορεύσιμοι καρποί με λίγα μικρά σε έκταση στίγματα (1-2 mm)

Γ: εμπορεύσιμοι καρποί μειωμένης ποιότητας με «ανεκτή» εμφάνιση στιγμάτων ή ελαφρά συρρίκνωση

Δ: μη εμπορεύσιμοι καρποί (ορατή μάρανση, συρρίκνωση, έντονη παρουσία στιγμάτων)

E: μη εμπορεύσιμοι καρποί με μετασυλλεκτικές ασθένειες (σήψεις ή εκτεταμένες νεκρωτικές περιοχές)

Πίνακας 3.2. Οπτική ποιότητα λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	A	B	-	A	B	-
Κουτί	A	B	Δ	A	Γ	E
Φίλμ 2	A	B	Δ	A	Γ	E
Φίλμ 3	A	B	Δ	A	Γ	E
B						
Κουτί	B	Δ	E	Γ	E	E
Φίλμ 2	B	Γ	E	B	E	E
Φίλμ 3	B	Γ	E	B	E	E
Γ						
Μάρτυρας	B	Γ	E	B	Δ	E
Κουτί	B	Γ	E	B	E	E
Φίλμ 2	B	Γ	E	B	Δ	E
Φίλμ 3	B	Γ	E	B	Δ	E



A

B

Γ



Δ



E

Εικόνα 3.1 (Α-Ε). Κατάταξη των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου μετά την αποθήκευσή τους, σε πέντε κατηγορίες οπτικής ποιότητας (Α-Ε).



7°C - ανοικτό



7°C - κλειστό



10°C - ανοικτό



10°C - κλειστό

Εικόνα 3.2. Εμφάνιση λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν στους 7° και 10°C σε ανοικτές (μάρτυρας) και κλειστές (πλαστικό) συσκευασίες για 10 ημέρες



7°C - 5 ημέρες, κλειστό



10°C - 5 ημέρες, κλειστό



7°C - 10 ημέρες, κλειστό



10°C - 10 ημέρες, κλειστό



10°C - 5 ημέρες, ανοικτό



10°C - 10 ημέρες, ανοικτό

Εικόνα 3.3. Εμφάνιση λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν στους 7° και 10°C σε κλειστές συσκευασίες και στους 10°C σε ανοικτές συσκευασίες για 5 και 10 ημέρες και παρέμειναν σε shelf life για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C).

Από την οπτική αξιολόγηση της ποιότητας των λοβών διαπιστώνεται ότι τόσο οι λοβοί του μάρτυρα (ανοικτή συσκευασία) όσο και οι λοβοί που συσκευάστηκαν σε πλαστικό διατήρησαν την καλή τους οπτική εμφάνιση και κρίθηκαν εμπορεύσιμοι μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης στους 7°C (λίγα μόνο στίγματα) ή 10°C (με μερικά στίγματα και ελαφρά συρρίκνωση) (Πίνακας 3.2, Εικόνα 3.2). Μετά από 3 ημέρες shelf life οι λοβοί που είχαν αποθηκευτεί για 10 ημέρες στους 7°C ήταν ακόμη εμπορεύσιμοι έστω και με μειωμένη ποιότητα, ενώ μόνο οι λοβοί που είχαν αποθηκευτεί για 5 ημέρες στους 10°C είχαν αποδεκτή ποιότητα μετά την εν συνεχεία shelf life (Εικόνα 3.3). Δηλαδή διαπιστώνεται ότι η ποιότητα των λοβών όπως αυτή κρίνεται από την οπτική τους εμφάνιση διατηρείται σε αποδεκτό επίπεδο έστω και αν υπάρχουν κάποια στίγματα και συρρίκνωση ακόμη σε περιπτώσεις που η απώλεια βάρους είναι υψηλή (ακόμη έως το 20%).

Εξαιτίας της ιδιαίτερα μεγάλης απώλειας βάρους στους λοβούς που μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου μετά την απομάκρυνση του υλικού συσκευασίας (Πίνακας 3.1) και ανεξάρτητα από την εμφάνισή τους (Πίνακας 3.2), στη συνέχεια οι μετρήσεις που αφορούν τη μεταχείριση αυτή (Δειγματοληψία Γ) δεν παρουσιάζονται.

3.3. Ξηρά ουσία

Η περιεκτικότητα των λοβών σε ξηρά ουσία κατά το στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση (δηλ. πριν την αποθήκευση) κυμάνθηκε μεταξύ 14,6 και 14,8% (Πίνακας 3.3). Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 7°C και 10°C το ποσοστό ξηράς ουσίας μειώθηκε σταδιακά σε όλες τις συσκευασίες ώστε την 15^η ημέρα να κυμαίνεται σε επίπεδο 12-13% με περαιτέρω μείωση κατά την shelf life σε θερμοκρασία δωματίου. Μεταξύ των διαφόρων υλικών συσκευασίας δεν προέκυψαν διαφορές στην απώλεια ξηράς ουσίας στους 7°C ενώ στους 10°C παρατηρήθηκε σημαντικά μεγαλύτερη απώλεια στους λοβούς που συσκευάστηκαν σε φιλμ σε σχέση με το πλαστικό κουτί (με εξαίρεση φιλμ 2 την 10^η ημέρα). Στον πίνακα 3.3 η περιεκτικότητα των λοβών σε ξηρά ουσία υπολογίστηκε βάση του νωπού βάρους πριν την αποθήκευση. Σημειώνεται ότι στην περίπτωση που υπολογίστηκε βάση του νωπού βάρους των λοβών μετά την αποθήκευση η % περιεκτικότητα ξηράς ουσίας ήταν αυξημένη εξαιτίας της απώλειας νερού π.χ. για λοβούς του μάρτυρα αποθηκευμένους για 5 και 10 ημέρες στους 7°C η % ξ.ο. την 5^η και

10^η ημέρα ήταν 18,5 και 22,9 αντίστοιχα επί του νωπού βάρους της ίδιας ημέρας. Αντίστοιχη αύξηση παρατηρήθηκε και στις υπόλοιπες επεμβάσεις.

Πίνακας 3.3. Αναλογία ξηράς ουσίας (% του νωπού βάρους των λοβών πριν την αποθήκευση) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου πριν και μετά την αποθήκευσή τους, σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης							
	7°C				10°C			
	Ημέρες αποθήκευσης							
	Αρχικά	5	10	15	Αρχικά	5	10	15
A								
Μάρτυρας	14,8 a (a)	14,6 a (a)	14,2 a (a)	-	14,8 a (a)	13,1 b (c)	14,2 a (b)	-
Κουτί	14,7 a (a)	13,9 b (b)	12,8 b (c)	12,7 a (c)	14,7 a (a)	13,0 b (b)	11,2 c (d)	12,2 c (c)
Φιλμ 2	14,7 a (a)	13,5 b (b)	12,9 b (c)	12,5 a (d)	14,7 a (a)	13,9 a (b)	11,1 c (d)	13,0 b (c)
Φιλμ 3	14,6 a (a)	13,6 b (b)	12,7 b (c)	12,6 a (c)	14,6 a (a)	13,6 a (b)	11,9 b (c)	13,6 a (b)
B								
Κουτί	14,7 a (a)	12,2 b (b)	12,0 a (b)	10,5 b (c)	14,7 a (a)	12,3 b (b)	10,6 a (c)	10,9 b (c)
Φιλμ 2	14,7 a (a)	12,3 b (b)	12,1 a (b)	11,1 a (c)	14,7 a (a)	13,2 a (b)	10,5 a (d)	12,4 a (c)
Φιλμ 3	14,6 a (a)	12,7 a (b)	12,1 a (b)	10,4 b (c)	14,6 a (a)	11,0 c (c)	10,6 a (c)	12,9 a (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.4. Συνεκτικότητα

Η συνεκτικότητα των λοβών πριν την αποθήκευση κυμάνθηκε στα 1,25-1,29 Kg. Οι λοβοί που τοποθετήθηκαν σε ανοικτή συσκευασία παρουσίασαν σημαντική μείωση της συνεκτικότητας σε 5 ημέρες τόσο στους 7°C όσο και στους 10°C (Πίνακας 3.4). Σε αντίθεση, οι λοβοί που συσκευάστηκαν σε πλαστικό και αποθηκεύτηκαν στους 7°C και 10°C διατήρησαν την συνεκτικότητά τους σε μεγάλο βαθμό για 15 ημέρες στους 7°C (1,11-1,23 Kg) και 10 ημέρες στους 10°C (1,20-1,26 Kg). Στους 7°C οι λοβοί που συσκευάστηκαν στο πλαστικό κουτί ήταν πιο συνεκτικοί απ' αυτούς που συσκευάστηκαν στα φιλμ, αλλά στους 10°C η διαφορά αυτή παρουσιάστηκε μόνο την 15^η ημέρα (Πίνακας 3.4.A). Η απώλεια της συνεκτικότητας αυξήθηκε με τη μεταφορά των λοβών σε

θερμοκρασία δωματίου ιδιαίτερα στους λοβούς που προηγουμένως είχαν αποθηκευτεί για 15 ημέρες, πιθανόν λόγω της ανάπτυξης μικροοργανισμών.

Πίνακας 3.4. Συνεκτικότητα (Kg) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου πριν και μετά την αποθήκευσή τους, σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης							
	7°C				10°C			
	Ημέρες αποθήκευσης							
	Αρχικά	5	10	15	Αρχικά	5	10	15
A								
Μάρτυρας	1,25 a (a)	0,54 b (b)	0,50 c (b)	-	1,25 a (a)	0,43 b (b)	0,41 b (b)	-
Κουτί	1,29 a (a)	1,24 a (a)	1,17 a (a)	1,23 a (a)	1,29 a (ab)	1,34 a (a)	1,20 a (b)	1,19 a (b)
Φίλμ 2	1,25 a (a)	1,16 a (b)	1,03 b (c)	1,11 a (b)	1,25 a (a)	1,30 a (a)	1,26 a (a)	0,86 b (b)
Φίλμ 3	1,29 a (a)	1,17 a (b)	1,06 b (c)	1,14 a (b)	1,29 a (a)	1,31 a (a)	1,23 a (a)	0,87 b (b)
B								
Κουτί	1,29 a (a)	1,17 a (b)	1,16 a (b)	0,46 b (c)	1,29 a (a)	1,17 b (a)	1,17 a (a)	0,73 a (b)
Φίλμ 2	1,25 a (a)	0,89 b (b)	0,78 c (c)	0,52 ab (d)	1,25 a (a)	1,26 a (a)	0,96 b (b)	0,53 b (c)
Φίλμ 3	1,29 a (a)	0,86 b (b)	0,97 b (b)	0,60 a (c)	1,29 a (a)	1,23 ab (a)	1,16 a (a)	0,42 b (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης οι τιμές του L^* έχουν εκφραστεί ως μεταβολή της τιμής της φωτεινότητας ($\Delta L^* = L^*_{\text{αρχική}} - L^*_{\text{τελική}}$). Σε όλες τις περιπτώσεις το ΔL^* έχει θετικές τιμές που σημαίνει ότι παρατηρήθηκε μείωση της φωτεινότητας των λοβών κατά την αποθήκευση.

Οι αρχικές τιμές της φωτεινότητας των καρπών (L^*) κυμάνθηκαν μεταξύ 65,8 έως 68,2, δηλαδή οι λοβοί παρουσίασαν σχετικά μεγάλη φωτεινότητα. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 7°C και 10°C η πτώση της φωτεινότητας ήταν της τάξης 3-4 μονάδων στο μάρτυρα (ανοικτή συσκευασία) ενώ στις κλειστές συσκευασίες η φωτεινότητα μειώθηκε λιγότερα από 1 μονάδα έως την 10^η ημέρα στους 7°C και 1,5 μονάδα στους 10°C, ενώ η μετέπειτα πτώση της φωτεινότητας που παρατηρήθηκε την 15^η ημέρα ιδιαίτερα στους 10°C (5,7-6,6 μονάδες) πιθανόν σχετίζεται με την ανάπτυξη

μικροοργανισμών (Πίνακας 3.5A). Σε όλες τις περιπτώσεις η τιμή του L^* μειώθηκε σημαντικά κατά τη διάρκεια της shelf life και ιδιαίτερα στους λοβούς που είχαν ήδη αποθηκευτεί για 15 ημέρες (Πίνακας 3.5.B).

Πίνακας 3.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	3,08 a (a)	3,84 a (a)	-	3,75 a (a)	3,83 a (a)	-
Κουτί	0,30 b (b)	0,69 b (b)	3,60 a (a)	0,74 b (b)	1,18 b (b)	6,29 a (a)
Φίλμ 2	0,36 b (b)	0,85 b (b)	3,19 a (a)	0,88 b (b)	1,46 b (b)	5,71 a (a)
Φίλμ 3	0,43 b (b)	0,53 b (b)	3,70 a (a)	0,68 b (b)	1,39 b (b)	6,61 a (a)
B						
Κουτί	2,22 a (b)	2,83 a (b)	10,80 a (a)	3,47 a (b)	2,47 c (b)	12,52 a (a)
Φίλμ 2	1,56 a (b)	2,49 a (b)	7,53 b (a)	2,24 b (c)	5,50 a (b)	9,30 ab (a)
Φίλμ 3	1,87 a (b)	2,14 a (b)	8,44 b (a)	1,56 b (c)	3,43 b (b)	7,77 b (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (παράμετρος a^*)

Επειδή η περιεκτικότητα των λοβών της μπάμιας σε χλωροφύλλη μειώνεται σταδιακά μετά τη συγκομιδή η μεταβολή της παραμέτρου a^* [$\Delta(a^*) = (a^*)_{\text{τελική}} - (a^*)_{\text{αρχική}}$] εμφανίζει σε όλες τις περιπτώσεις θετική τιμή, υποδεικνύοντας μείωση του πράσινου χρωματισμού με την αποθήκευση των λοβών.

Οι αρχικές τιμές του πράσινου χρώματος των λοβών (a^*) κυμάνθηκαν μεταξύ -14,8 έως -16,3 χαρακτηριστικά του ανοιχτού πράσινου χρώματος τους. Με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης στους 7°C και 10°C παρατηρήθηκε αυξανόμενη αύξηση των τιμών του a^* , δηλαδή μείωση του πράσινου χρώματος (Πίνακας 3.6A) χωρίς σημαντικές διαφορές μεταξύ των δυο θερμοκρασιών. Γενικά η μείωση του πράσινου χρώματος (δηλ. αύξηση του a^*) ήταν μεγαλύτερη στους λοβούς του μάρτυρα (την 5^η ημέρα) ή που συσκευάστηκαν στο

πλαστικό κουτί (10^η και 15^η ημέρα). Η μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες δεν επηρέασε πολύ την απώλεια πράσινου χρώματος στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν για 5 ή 10 ημέρες αλλά προκάλεσε περαιτέρω αύξηση της τιμής του a* σε λοβούς που είχαν αποθηκευτεί για 15 ημέρες (Πίνακας 3.6.B).

Πίνακας 3.6. Μεταβολή της παραμέτρου a* του χρώματος λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	1,71 a (b)	2,36 b (a)	-	0,99 a (a)	1,88 a (a)	-
Κουτί	0,77 b (c)	3,12 a (b)	4,26 a (a)	0,67 b (c)	1,52 a (b)	3,14 a (a)
Φιλμ 2	0,74 b (b)	2,37 b (a)	2,59 b (a)	0,64 b (c)	1,67 a (b)	2,25 b (a)
Φιλμ 3	0,92 b (c)	1,79 c (b)	2,59 b (a)	0,51 b (c)	1,59 a (b)	2,58 b (a)
B						
Κουτί	1,11 a (c)	2,66 a (b)	7,10 a (a)	1,01 a (b)	1,41 a (b)	5,07 a (a)
Φιλμ 2	1,02 a (b)	2,01 b (b)	6,49 b (a)	0,85 a (b)	1,76 a (b)	3,23 b (a)
Φιλμ 3	1,21 a (b)	2,20 b (b)	6,24 b (a)	0,78 a (c)	1,76 a (b)	3,59 b (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας p=0,05.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας p=0,05.

3.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παραμέτρος b*)

Η μεταβολή της παραμέτρου b* [$\Delta(b^*) = (b^*)_{\text{αρχική}} - (b^*)_{\text{τελική}}$] κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης εμφανίζει σε όλες τις περιπτώσεις θετική τιμή, υποδεικνύοντας μείωση της τιμής b* και επομένως του κίτρινου χρωματισμού με την αποθήκευση των λοβών. Το γεγονός αυτό επιβεβαιώνεται και από την οπτική παρατήρηση των λοβών πριν και μετά την αποθήκευσή τους, όπου σε όλες τις περιπτώσεις παρατηρείται παράλληλα με τον αποπρασινισμό, αποχρωματισμός των λοβών και όχι κιτρίνισμά τους.

Οι αρχικές τιμές του κίτρινου χρώματος των λοβών (b*) κυμάνθηκαν μεταξύ 34,0 έως 35,9, δηλαδή υπήρχε σχετικά υψηλή παρουσία του κίτρινου χρώματος. Με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης στους 7°C και 10°C παρατηρήθηκε αυξανόμενη μείωση των τιμών

του b*, δηλαδή μείωση του κίτρινου χρώματος που ήταν σχετικά μεγαλύτερη στους 7°C (Πίνακας 3.7A). Η μείωση του κίτρινου χρώματος ήταν μεγαλύτερη στους λοβούς του μάρτυρα (την 5^η και 10^η ημέρα) ή που συσκευάστηκαν στο πλαστικό κουτί (15^η ημέρα). Η μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες προκάλεσε αυξανόμενη απώλεια κίτρινου χρώματος ανεξάρτητα από το υλικό συσκευασίας και ήταν ιδιαίτερη υψηλή στους λοβούς που είχαν αποθηκευτεί για 15 ημέρες (Πίνακας 3.7.B).

Πίνακας 3.7. Μεταβολή της παραμέτρου b* του χρώματος λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	2,96 a (b)	3,53 a (a)		2,62 a (b)	3,60 a (a)	
Κουτί	0,32 c (c)	2,13 b (b)	3,60 a (a)	0,29 b (b)	0,45 b (b)	2,33 a (a)
Φιλμ 2	0,79 b (b)	1,02 c (b)	2,72 b (a)	0,11 b (c)	0,89 b (b)	1,42 b (a)
Φιλμ 3	0,36 c (b)	0,67 d (b)	2,56 b (a)	0,14 b (c)	0,54 b (b)	1,77 b (a)
B						
Κουτί	1,77 a (b)	2,49 c (b)	6,89 a (a)	1,50 b (b)	2,07 b (b)	5,59 b (a)
Φιλμ 2	1,68 a (b)	2,04 a (b)	6,79 a (a)	1,41 b (b)	1,93 b (b)	3,81 a (a)
Φιλμ 3	1,30 a (b)	1,65 b (b)	6,39 a (a)	1,00 a (b)	1,35 a (b)	3,59 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.8. Αναπνοή

Κατά την συγκομιδή για νωπή κατανάλωση ο λοβός της μπάμιας βρίσκεται σε στάδιο ραγδαίας ανάπτυξης με έντονη μεταβολική δραστηριότητα. Γι' αυτό πριν την αποθήκευση οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου εμφανίζουν υψηλό ρυθμό αναπνοής που κυμαίνεται στα επίπεδα των 55 mL CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ (στους 22°C). Με τη μείωση της θερμοκρασίας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρήθηκε σημαντική πτώση του ρυθμού αναπνοής την 5^η ημέρα στους 10°C και ακόμη περισσότερο στους 7°C. Η ένταση της αναπνοής παρέμεινε στο ίδιο επίπεδο μέχρι την 10^η ημέρα αλλά αυξήθηκε την 15^η

ημέρα, πιθανόν εξαιτίας της ανάπτυξης μικροοργανισμών (Πίνακας 3.8Α). Ο ρυθμός αναπνοής ήταν μεγαλύτερος στο μάρτυρα (ανοικτή συσκευασία) την 10^η ημέρα τόσο στους 7°C όσο και στους 10°C, ενώ μεταξύ των κλειστών συσκευασιών δεν παρατηρήθηκαν αξιοσημείωτες διαφορές. Μετά τη μεταφορά των συσκευασιών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες shelf life ο ρυθμός αναπνοής αυξήθηκε λόγω αύξησης της θερμοκρασίας. Στις συσκευασίες με φιλμ η αύξηση ήταν της τάξης 30-80% (λοβοί που είχαν αποθηκευτεί στους 7°C) και 13-47% (λοβοί που είχαν αποθηκευτεί στους 10°C) με τις μεγαλύτερες αυξήσεις να προκύπτουν μετά από 15 ημέρες στις μειωμένες θερμοκρασίες. Κατά τη διάρκεια της shelf life οι λοβοί που συσκευάστηκαν στο πλαστικό κουτί παρουσίασαν χαμηλότερη αναπνευστική δραστηριότητα σε σχέση με τους λοβούς που καλύφθηκαν με φιλμ (Πίνακας 3.8.Β).

Πίνακας 3.8. Ρυθμός αναπνοής ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	8,92 b (b)	34,38 a (a)	-	24,39 a (b)	39,74 a (a)	-
Κουτί	13,26 b (b)	15,41 c (b)	26,70 a (a)	27,44 a (b)	27,04 b (b)	42,70 a (a)
Φιλμ 2	21,12 a (b)	23,42 b (b)	28,47 a (a)	24,03 a (b)	24,29 b (b)	45,61 a (a)
Φιλμ 3	18,60 ab (b)	28,37 b (a)	29,49 a (a)	22,91 a (b)	29,70 b (b)	46,27 a (a)
B						
Κουτί	49,80 b (a)	52,09 b (a)	66,40 c (a)	31,89 b (a)	35,87 b (a)	59,20 b (a)
Φιλμ 2	71,07 a (b)	79,80 a (b)	80,46 b (b)	63,77 a (b)	81,17 a (b)	77,90 a (a)
Φιλμ 3	73,57 a (b)	69,88 a (c)	99,09 a (d)	62,90 a (a)	78,10 a (a)	76,07 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.9. Έκλυση αιθυλενίου

Ο λοβός της μπάμιας είναι μη κλιμακτηριακός, έτσι πριν την αποθήκευση οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου εμφανίζουν χαμηλή έκλυση αιθυλενίου στα επίπεδα των 0,07 μL

$C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (στους 22°C). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 7°C ή 10°C η έκλυση αιθυλενίου παρέμεινε στο ίδιο περίπου επίπεδο για 10 ημέρες αλλά αυξήθηκε σημαντικά την 15^η ημέρα πιθανόν εξαιτίας της ανάπτυξης μικροοργανισμών (Πίνακας 3.9.A). Με τη μεταφορά των συσκευασιών σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) δεν παρουσιάστηκε αξιόλογη μεταβολή στην έκλυση αιθυλενίου η οποία κυμάνθηκε σε επίπεδα $<0,3 \mu\text{L } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ανεξάρτητα από το υλικό συσκευασίας (Πίνακας 3.9.B).

Πίνακας 3.9. Ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου ($\mu\text{L } C_2H_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
A						
Μάρτυρας	0,067 a (b)	0,865 a (a)		0,182 a (a)	0,130 a (a)	
Κουτί	0,072 a (b)	0,132 b (b)	0,435 b (a)	0,118 b (b)	0,130 a (b)	0,206 a (a)
Φίλμ 2	0,066 a (b)	0,118 b (b)	1,092 a (a)	0,078 c (c)	0,160 a (b)	0,217 a (a)
Φίλμ 3	0,066 a (b)	0,124 b (b)	0,603 b (a)	0,063 c (b)	0,138 a (b)	0,300 a (a)
B						
Κουτί	0,118 a (a)	0,144 a (a)	0,142 b (a)	0,116 a (a)	0,102 a (a)	0,075 c (b)
Φίλμ 2	0,152 a (a)	0,130 a (a)	0,172 b (a)	0,128 a (a)	0,142 a (a)	0,113 b (a)
Φίλμ 3	0,106 a (b)	0,155 a (b)	0,275 a (a)	0,128 a (a)	0,097 a (b)	0,153 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.10. Σύσταση ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης

Η σύσταση της ατμόσφαιρας στις κλειστές συσκευασίες δημιουργείται από το ρυθμό αναπνοής και την έκλυση αιθυλενίου από τους λοβούς καθώς και από τη διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας. Από τις μετρήσεις που ελήφθησαν φαίνεται ότι τόσο στους 7°C όσο και στους 10°C η συγκέντρωση του CO_2 μέσα στη συσκευασία παρέμεινε σε χαμηλό επίπεδο κατά την 5^η και 10^η ημέρα ($<1\%$) και αυξήθηκε την 15^η ημέρα πιθανόν ως αποτέλεσμα μικροβιακής δραστηριότητας (Πίνακας 3.10). Η μικρότερη

συγκέντρωση CO₂ που παρατηρήθηκε στο πλαστικό κουτί ίσως να οφείλεται σε μεγαλύτερη διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας στο CO₂ σε σχέση με το πλαστικό φιλμ, κάτι όμως που δεν παρατηρήθηκε στη συγκέντρωση αιθυλενίου (Πίνακας 3.9). Κατά τη διάρκεια της shelf life στους 22°C παρατηρήθηκε σχετική αύξηση στη συγκέντρωση του CO₂ σε όλες τις συσκευασίες ως αποτέλεσμα της αύξησης του ρυθμού αναπνοής. Παρόμοια πορεία ακολούθησε η συγκέντρωση του αιθυλενίου η οποία αυξήθηκε την 15^η ημέρα αποθήκευσης και στις δυο θερμοκρασίες και αυξήθηκε ακόμη περισσότερο μετά από 3 ημέρες shelf life στους 22°C.

Πίνακας 3.10. Συγκέντρωση CO₂ (%) και C₂H₄ (μL L⁻¹) στον εσωτερικό χώρο των συσκευασιών κατά την αποθήκευση λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με το υλικό συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης					
	7°C			10°C		
	Ημέρες αποθήκευσης					
	5	10	15	5	10	15
CO₂ (%)						
A						
Κουτί	0,004	0,007	0,037	0,013	0,146	0,232
Φιλμ 2	0,574	0,593	0,749	0,624	0,524	0,769
Φιλμ 3	0,835	0,892	1,324	0,578	0,908	0,969
B						
Κουτί	0,083	0,181	0,197	0,098	0,208	0,283
Φιλμ 2	1,150	1,601	1,755	0,974	1,039	1,197
Φιλμ 3	1,049	1,747	1,947	1,151	1,326	1,623
C₂H₄ (μL/L)						
A						
Κουτί	0,100	0,113	0,114	0,100	0,101	0,170
Φιλμ 2	0,097	0,104	0,122	0,126	0,121	0,131
Φιλμ 3	0,107	0,104	0,182	0,129	0,135	0,175
B						
Κουτί	0,108	0,109	0,111	0,099	0,116	0,128
Φιλμ 2	0,116	0,120	0,353	0,125	0,153	0,190
Φιλμ 3	0,128	0,142	0,304	0,139	0,231	0,222

3.11. Μεταβολή του περιεχομένου των λοβών σε υδατάνθρακες κατά την αποθήκευση

Τα αποτελέσματα που αφορούν την περιεκτικότητα σε άμυλο και σάκχαρα των λοβών μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου έχουν εκφραστεί ως ποσοστό % ξηράς ουσίας.

3.11.1. Περιεκτικότητα σε άμυλο

Στο στάδιο της συγκομιδής οι λοβοί της Μπογιατίου περιέχουν περίπου 3.3% άμυλο (εκφρασμένο ως % ξηρού βάρους) το οποίο μειώθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 7°C ή 10°C για 10 ημέρες (Πίνακας 3.11). Την 15^η ημέρα παρατηρήθηκε ακόμη μεγαλύτερη μείωση της συγκέντρωσης αμύλου σε λοβούς που συσκευάστηκαν στο φιλμ 2 (7°C και 10°C) καθώς και στο πλαστικό κουτί (στους 10°C μόνο).

Πίνακας 3.11. Περιεκτικότητα αμύλου (εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

Κάλυψη λοβών	Πριν την αποθήκευση	5 ημέρες αποθήκευσης	10 ημέρες αποθήκευσης	15 ημέρες αποθήκευσης
Θερμοκρασία αποθήκευσης 7°C				
Κουτί	3,3 (a)	3,5 a (a)	1,7 b (b)	1,7 a (b)
Φιλμ2	3,3 (a)	2,6 b (b)	2,3 a (b)	1,5 b (c)
Φιλμ3	3,3 (a)	3,2 a (a)	1,5 b (b)	1,1 c (b)
Θερμοκρασία αποθήκευσης 10°C				
Κουτί	3,3 (a)	2,8 a (b)	1,9 a (c)	0,9 b (d)
Φιλμ2	3,3 (a)	2,5 b (b)	1,4 a (c)	0,9 b (d)
Φιλμ3	3,3 (a)	2,8 a (b)	1,6 a (c)	1,6 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για τις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.11.2. Περιεκτικότητα σε σακχαρόζη

Η σακχαρόζη είναι η κύρια μορφή σακχάρου που αποθηκεύεται στο λοβό της μπάμιας, δηλαδή σε συγκέντρωση 14% στο στάδιο της συγκομιδής. Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 7°C μειώθηκε από την 10^η ημέρα αλλά σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο μόνο στο φιλμ 3 (Πίνακας 3.12). Στους 10°C υπήρχε παρόμοια απώλεια σακχαρόζης που ήταν στατιστικά σημαντική την 5^η ημέρα (στο φιλμ 3) και την 10^η ημέρα (φιλμ 2 και πλαστικό κουτί). Τόσο στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 7°C όσο και σε αυτούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C παρατηρήθηκε σημαντικά μεγαλύτερη απώλεια σακχαρόζης την 15^η ημέρα που πιθανόν οφείλεται στη δραστηριότητα μικροοργανισμών ή στην αναπνοή.

Πίνακας 3.12. Περιεκτικότητα σακχαρόζης (εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατιού σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

Κάλυψη λοβών	Πριν την αποθήκευση	5 ημέρες αποθήκευσης	10 ημέρες αποθήκευσης	15 ημέρες αποθήκευσης
Θερμοκρασία αποθήκευσης 7°C				
Κουτί	14,2 a (a)	16,7 a (a)	13,2 a (a)	4,6 c (b)
Φιλμ2	14,2 a (a)	13,0 a (ab)	11,3 a (ab)	9,4 a (c)
Φιλμ3	14,2 a (a)	12,6 a (a)	8,1 b (b)	5,9 b (b)
Θερμοκρασία αποθήκευσης 10°C				
Κουτί	14,2 a (a)	13,9 a (a)	12,2 a (b)	3,8 b (c)
Φιλμ2	14,2 a (a)	13,1 a (a)	9,1 b (b)	7,3 a (c)
Φιλμ3	14,2 a (a)	13,5 a (b)	9,7 b (c)	7,1 a (d)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για τις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.11.3. Περιεκτικότητα σε φρουκτόζη

Η περιεκτικότητα των λοβών της Μπογιατιού σε φρουκτόζη στο στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση ήταν 3,7%. Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 7°C ή 10°C για 15 ημέρες προέκυψαν μικρές αυξομειώσεις στη συγκέντρωση αυτή που κυμάνθηκε μεταξύ 3-5% ανεξάρτητα από το χρόνο αποθήκευσης και από το υλικό συσκευασίας.

Πίνακας 3.13. Περιεκτικότητα φρουκτόζης (εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

Κάλυψη λοβών	Πριν την αποθήκευση	5 ημέρες αποθήκευσης	10 ημέρες αποθήκευσης	15 ημέρες αποθήκευσης
Θερμοκρασία αποθήκευσης 7°C				
Κουτί	3,7 a (b)	3,8 a (b)	5,0 a (a)	2,7 c (c)
Φιλμ2	3,7 a (a)	3,4 a (ab)	3,6 b (ab)	3,1 b (b)
Φιλμ3	3,7 a (c)	3,2 a (d)	4,1 b (b)	4,3 a (a)
Θερμοκρασία αποθήκευσης 10°C				
Κουτί	3,7 a (bc)	3,9 b (b)	4,4 a (a)	3,4 b (c)
Φιλμ2	3,7 a (c)	4,5 a (a)	3,0 b (d)	4,1 a (b)
Φιλμ3	3,7 a (b)	4,3 a (a)	3,1 b (c)	3,6 b (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για τις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.11.4. Περιεκτικότητα σε γλυκόζη

Η περιεκτικότητα των λοβών της Μπογιατίου σε γλυκόζη στο στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση ήταν 6,1%. Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης στους 7°C ή 10°C για 15 ημέρες παρατηρήθηκε μείωση στη συγκέντρωση της γλυκόζης η οποία ήταν πιο αισθητή την 5^η και 15^η ημέρα (Πίνακας 3.14).

Πίνακας 3.14. Περιεκτικότητα γλυκόζης (εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

Κάλυψη λοβών	Πριν την αποθήκευση	5 ημέρες αποθήκευσης	10 ημέρες αποθήκευσης	15 ημέρες αποθήκευσης
Θερμοκρασία αποθήκευσης 7°C				
Κουτί	6,1 a (a)	4,9 a (b)	5,8 b (a)	3,9 b (c)
Φιλμ2	6,1 a (a)	4,3 b (c)	5,3 b (b)	4,2 b (c)
Φιλμ3	6,1 a (a)	4,2 b (d)	6,8 a (b)	5,4 a (c)
Θερμοκρασία αποθήκευσης 10°C				
Κουτί	6,1 a (a)	4,8 b (c)	5,3 a (b)	4,3 b (d)
Φιλμ2	6,1 a (a)	5,3 a (b)	4,2 b (c)	5,5 a (b)
Φιλμ3	6,1 a (a)	5,2 a (b)	4,2 b (d)	4,6 b (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για τις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.11.5. Περιεκτικότητα σε ραφφινόζη

Η περιεκτικότητα των λοβών της Μπογιατίου σε ραφφινόζη στο στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση ήταν 4,2%, μια συγκέντρωση που δεν άλλαξε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των λοβών για 15 ημέρες σε 7°C ή 10°C και δεν διέφερε μεταξύ συσκευασιών (Πίνακας 3.15).

Πίνακας 3.15. Περιεκτικότητα ραφφινόζης (εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

Κάλυψη λοβών	Πριν την αποθήκευση	5 ημέρες αποθήκευσης	10 ημέρες αποθήκευσης	15 ημέρες αποθήκευσης
Θερμοκρασία αποθήκευσης 7°C				
Κουτί	4,2 a (b)	4,5 a (a)	4,5 a (a)	4,4 a (a)
Φιλμ2	4,2 a (a)	4,6 a (a)	4,5 a (a)	4,4 a (a)
Φιλμ3	4,2 a (b)	4,4 a (a)	4,4 a (a)	4,5 a (a)
Θερμοκρασία αποθήκευσης 10°C				
Κουτί	4,2 a (b)	4,6 a (a)	4,6 a (a)	4,5 a (a)
Φιλμ2	4,2 a (a)	4,6 a (a)	4,5 a (a)	4,5 a (a)
Φιλμ3	4,2 a (b)	4,5 a (a)	4,6 a (a)	4,4 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για τις δύο θερμοκρασίες αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.12. Ακατέργαστες ίνες

Για νωπή κατανάλωση οι λοβοί της μπάμιας πρέπει να συγκομίζονται σε πρόωρο στάδιο ανάπτυξης (δηλαδή την 4-7^η ημέρα μετά την άνθηση) όταν η περιεκτικότητά τους σε ίνες είναι ακόμη μικρή. Αν καθυστερήσει η συγκομιδή οι λοβοί γίνονται γρήγορα ακατάλληλοι για κατανάλωση εξαιτίας της ραγδαίας αύξησης στην περιεκτικότητά τους σε ίνες. Στο στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση οι λοβοί της Μπογιατίου περιείχαν 1,8-1,9% ίνες εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους. Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης για 15 ημέρες υπήρχε σταδιακή αύξηση στην περιεκτικότητα των λοβών σε ίνες φτάνοντας το 6,5-7,0% στους 7°C και 7,5-10,0% στους 10°C την 15^η ημέρα (Πίνακας 3.16Α). Γενικά μεταξύ συσκευασιών δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές. Ωστόσο η περιεκτικότητα των

λοβών σε ίνες δεν επηρεάστηκε από την εν συνεχεία shelf life στους 22°C για 3 ημέρες (Πίνακας 3.16.B).

Πίνακας 3.16. Περιεχόμενο σε ακατέργαστες ίνες (εκφρασμένη ως % ξηρού βάρους) λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια και τη θερμοκρασία αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Θερμοκρασία αποθήκευσης							
	7°C				10°C			
	Ημέρες αποθήκευσης							
	Αρχικά	5	10	15	Αρχικά	5	10	15
A								
Κουτί	1,8 a (d)	2,8 a (c)	4,9 a (b)	7,0 a (a)	1,8 a (d)	3,8 a (c)	5,9 a (b)	7,9 b (a)
Φίλμ 2	1,9 a (d)	2,4 a (c)	5,1 a (b)	6,9 a (a)	1,9 a (d)	3,5 a (c)	5,6 b (b)	10,1 a (a)
Φίλμ 3	1,9 a (d)	2,6 a (c)	4,5 b (b)	6,6 a (a)	1,9 a (d)	3,6 a (c)	5,5 b (b)	7,6 b (a)
B								
Κουτί	1,8 a (d)	2,7 b (c)	5,0 a (b)	6,9 a (a)	1,8 a (d)	3,8 a (c)	6,7 a (b)	8,2 b (a)
Φίλμ 2	1,9 a (d)	2,4 b (c)	5,2 a (b)	7,5 a (a)	1,9 a (d)	3,9 a (c)	5,5 b (b)	9,7 a (a)
Φίλμ 3	1,9 a (d)	3,2 a (c)	4,4 b (b)	7,2 a (a)	1,9 a (d)	4,1 a (c)	5,9 b (b)	8,2 b (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε δειγματοληψία -A, B-) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

3.13. Συμπεράσματα

Οι λοβοί της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου συγκομίζονται για νωπή κατανάλωση στα πρώτα στάδια ανάπτυξής τους, δηλαδή 4-5 ημέρες μετά την άνθηση, όταν είναι τρυφεροί και χωρίς μεγάλη περιεκτικότητα σε ίνες. Σε αυτό το στάδιο όμως οι λοβοί είναι ιδιαίτερα φθαρτοί, ευαίσθητοι σε μηχανικούς τραυματισμούς και έχουν μικρή μετασυλλεκτική ζωή.

Από τα αποτελέσματα του 1^{ου} πειράματος διαπιστώνεται μια ραγδαία απώλεια βάρους (νερού) που σε ανοικτή συσκευασία μπορεί να είναι >20% την 5^η ημέρα της αποθήκευσης στους 7°C και >30% στους 10°C. Η επικάλυψη των λοβών με πλαστικό μειώνει σημαντικά το ρυθμό απώλειας βάρους (<15% στους 7°C και <20% στους 10°C την 10^η ημέρα) αλλά με την μετέπειτα παραμονή των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες η απώλεια βάρους φτάνει μέχρι >60% όταν απομακρύνεται το υλικό συσκευασίας και 23-25% στην περίπτωση που η συσκευασία παραμένει κλειστή. Στα περισσότερα

κηπευτικά η απώλεια νερού >17% προκαλεί μείωση της ποιότητας λόγω μάρανσης, ενώ απώλειες >10-15% έχουν ως αποτέλεσμα τα προϊόντα να είναι πια μη εμπορεύσιμα. Στη Μπογιατίου όμως η οπτική εμφάνιση των λοβών είναι ακόμη καλή και οι λοβοί είναι απόλυτα εμπορεύσιμοι ακόμη και σε περιπτώσεις με 15-20% απώλεια βάρους. Ο περιοριστικός παράγοντας για την αποθήκευση της Μπογιατίου δηλαδή δεν είναι η απώλεια βάρους (έως το 20% τουλάχιστον) αλλά η ανάπτυξη μικροοργανισμών και η δημιουργία στιγμάτων (αποχρώσεις) που μειώνουν την οπτική ποιότητα των λοβών μετά από την 10^η ημέρα στους 7°C και την 5^η ημέρα στους 10°C. Κάτω απ' αυτές τις συνθήκες υπάρχει δυνατότητα παραμονής των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες (δηλαδή 3 ημέρες shelf life) και να είναι εμπορεύσιμοι.

Κατά τη διάρκεια αποθήκευσης σημειώνεται μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας (% του νωπού βάρους των λοβών πριν την αποθήκευση) και της συνεκτικότητας. Παράλληλα υπάρχει μείωση της έντασης του πρασίνου χρώματος χωρίς όμως να δημιουργήσει κιτρίνισμα διότι παράλληλα με την αύξηση της τιμής του παραμέτρου a* προκύπτει μείωση του παραμέτρου b* και κατά συνέπεια οι λοβοί αποκτούν πιο ανοικτή απόχρωση του πρασίνου.

Επειδή ο λοβός της μπάμιας βρίσκεται σε στάδιο ραγδαίας ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή ο ρυθμός αναπνοής είναι σχετικά μεγάλος. Υπό την επιρροή των μειωμένων θερμοκρασιών αποθήκευσης η ένταση της αναπνοής μειώνεται στους 10°C και ακόμη περισσότερο στους 7°C. Ο λοβός της μπάμιας όμως είναι μη κλιμακτηριακός και γι' αυτό η έκλυση αιθυλενίου είναι μικρή και δεν αλλάζει ουσιαστικά μέχρι την 15^η ημέρα αποθήκευσης όπου παρατηρείται σχετική αύξηση τόσο στο ρυθμό αναπνοής όσο και στο ρυθμό έκλυσης αιθυλενίου που πιθανόν σχετίζεται με την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Η ανάπτυξη μικροοργανισμών επίσης φαίνεται να επηρεάζει τη συγκέντρωση των καρπών σε σάκχαρα (κυρίως σακχαρόζη και γλυκόζη). Ο λοβός της Μπογιατίου δεν περιέχει μεγάλες ποσότητες αμύλου (μόνο 3,3% κατά τη συγκομιδή) αλλά η συγκέντρωση της σακχαρόζης είναι 14,2% την ίδια στιγμή. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης του αμύλου όσο και της σακχαρόζης, η οποία είναι μεγαλύτερη στους 10°C παρά στους 7°C. Σε αντίθεση η συγκέντρωση των άλλων σακχάρων που μετρήθηκαν (γλυκόζη, φρουκτόζη, ραφφινόση) δεν παρουσιάζει αξιόλογη μείωση παρά μόνο στα τελευταία στάδια της αποθήκευσης (φρουκτόζη την 15^η ημέρα) πιθανόν υπό την επιρροή των μικροοργανισμών. Δηλαδή φαίνεται ότι οι ανάγκες για αναπνευστικά υποστρώματα καλύπτονται από την περιεκτικότητα των λοβών σε άμυλο και σακχαρόζη, έχοντας υπόψη όμως ότι η έκλυση CO₂ που μετρήθηκε οφείλεται όχι μόνο

στην αναπνευστική δραστηριότητα του περικαρπίου αλλά και στους αναπτυσσόμενους σπόρους οι οποίοι αποθηκεύουν και λιπίδια (έλαια) που χρησιμοποιούνται στην αναπνοή τους.

Κατά την φάση ανάπτυξης του λοβού πάνω στο φυτό υπάρχει ραγδαία σύνθεση ινών που στη Μπογιατίου μετά την 8^η-10^η ημέρα προκαλούν σοβαρή μείωση της ποιότητας. Από τα αποτελέσματα του πειράματος 1 διαπιστώνεται ότι η περιεκτικότητα των λοβών σε ίνες αυξάνεται ακόμη μετά τη συγκομιδή και κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Επειδή ο υπολογισμός της περιεκτικότητας των λοβών σε ίνες πραγματοποιήθηκε με βάση το % ξηρού βάρους λοβού, η αύξηση των ινών δεν οφείλεται απλώς στην απώλεια νερού αλλά σε *de novo* σχηματισμό ινών. Ενώ η ποσότητα ινών ήταν μικρότερη σε σχέση με αυτή που συντίθεται κατά την παραμονή του λοβού στο μητρικό φυτό η σχετική αύξηση που παρατηρείται κατά την αποθήκευση μπορεί να θεωρηθεί επιβλαβής για την ποιότητα.

Τέλος παρόλο που προέκυψαν κάποιες διαφορές μεταξύ συσκευασιών, π.χ. σχετικά με την απώλεια νερού κλπ., αυτές οι διαφορές είναι μικρές σε σχέση με το ερώτημα αν η μπάμια ποικιλία Μπογιατίου πρέπει να αποθηκευτεί σε ανοικτή ή κλειστή συσκευασία, κάτω από ποιες συνθήκες πρέπει να αποθηκευτεί και ποια είναι η μέγιστη διάρκεια της αποθήκευσης. Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα του πειράματος 1, συμπεραίνεται ότι:

- (1) Η μέγιστη διάρκεια αποθήκευσης της Μπογιατίου είναι 10 ημέρες στους 7°C και 5 στους 10°C. Κατά συνέπεια προτιμάται η χαμηλότερη θερμοκρασία.
- (2) Με αυτές τις συνθήκες υπάρχει μια shelf life 3 ημερών για τη διακίνηση των λοβών στο τέλος της αποθήκευσης.
- (3) Επειδή σε αντίθεση με άλλα κηπευτικά η ποιότητα των λοβών δε μειώνεται ακόμη και μετά από την απώλεια 15-20% του νωπού βάρους, ο περιοριστικός παράγοντας για την ποιότητα των λοβών δεν είναι τόσο η απώλεια βάρους αλλά κυρίως η ανάπτυξη στιγμάτων στην επιφάνεια των λοβών και η παρουσία μικροοργανισμών (που επηρεάζουν τόσο τη δομή όσο και τη φυσιολογία του λοβού).

Πείραμα 2^ο

Επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης, του υλικού συσκευασίας και της διάρκειας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας ποικιλίας *Clemson Spineless*

Σε αυτό το πείραμα μελετήθηκε η μετασυλλεκτική συμπεριφορά της αμερικάνικης ποικιλίας *Clemson Spineless* η οποία παράγει λοβούς που συγκριτικά με την ελληνική ποικιλία Μπογιατίου συγκομίζονται σε μεγαλύτερο μήκος και διάμετρο. Οι λοβοί αποθηκεύτηκαν στους 10°C μια συνιστώμενη θερμοκρασία αποθήκευσης που δεν προκαλεί κρυοτραυματισμό (Ryall and Lipton 1979). Ο σκοπός του πειράματος ήταν να μελετηθούν οι αλλαγές στο μεταβολισμό και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λοβών της μεγαλόκαρπης αυτής ποικιλίας κατά την αποθήκευσή της και τους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς, σε σχέση με αυτές των μικρών λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου (Πείραμα 1).

Οι μετρήσεις πάρθηκαν ως εξής: (Α) αμέσως μετά το τέλος της αποθήκευσης, (Β) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) στο τέλος της αποθήκευσης και χωρίς τα υλικά συσκευασίας να απομακρυνθούν και (Γ) μετά από τρεις ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) στο τέλος της αποθήκευσης και με απομάκρυνση των υλικών συσκευασίας.

4.1. Απώλεια βάρους

Η περιεκτικότητα των λοβών της *Clemson Spineless* σε νερό στο στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση είναι περίπου 88-90%. Μετά τη συγκομιδή όμως γίνεται ραγδαία απώλεια νερού (δηλ. απώλεια βάρους) αν δεν ληφθούν προληπτικά μέτρα όπως η μείωση της θερμοκρασίας και η τοποθέτηση των λοβών σε κλειστή συσκευασία. Για παράδειγμα, η απώλεια βάρους σε λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C για 5-15 ημέρες χωρίς συσκευασία (μάρτυρας) ήταν σημαντικά μεγαλύτερη σε σχέση με την απώλεια βάρους των λοβών που ήταν συσκευασμένοι σε πλαστικό (Πίνακας 4.1).

Πίνακας 4.1. Απώλεια βάρους (εκφρασμένη ως % του αρχικού) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	9,9 a (b)	21,2 a (a)	21,6 a (a)
Κουτί	1,3 c (b)	1,3 b (b)	3,8 b (a)
Φιλμ 2	4,1 b (b)	4,2 b (b)	6,3 b (a)
Φιλμ 3	3,1 b (b)	4,8 b (a)	4,5 b (a)
B			
Κουτί	3,0 b (c)	5,0 b (b)	7,9 b (a)
Φιλμ 2	9,7 a (b)	10,5 a (b)	12,1 a (a)
Φιλμ 3	9,6 a (c)	11,8 a (b)	13,6 a (a)
Γ			
Μάρτυρας	25,3 a (b)	29,5 a (a)	30,1 a (a)
Κουτί	16,1 b (c)	19,8 b (b)	24,2 b (a)
Φιλμ 2	16,1 b (b)	19,3 b (a)	20,4 c (a)
Φιλμ 3	16,1 b (c)	19,2 b (b)	23,2 b (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δεν διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Η απώλεια βάρους του μάρτυρα επίσης αυξήθηκε σημαντικά με το χρόνο αποθήκευσης και ακόμη περισσότερο όταν οι λοβοί παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες μετά την αποθήκευση. Όσον αφορά το υλικό συσκευασίας παρατηρήθηκε ότι στις πρώτες 10 ημέρες η απώλεια βάρους ήταν χαμηλότερη στους λοβούς που συσκευάστηκαν στο πλαστικό κουτί (μόλις 1,3%), ενώ την 15^η ημέρα η απώλεια βάρους δεν διέφερε μεταξύ των συσκευασιών. Μεταξύ των 2 φιλμ δεν προέκυψαν διαφορές σχετικά με την απώλεια βάρους. Όταν οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν σε συσκευασίες καλυμμένες με φιλμ και αφέθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου στο τέλος της αποθήκευσης, η απώλεια βάρους αυξήθηκε σημαντικά σε σχέση με αυτούς που αποθηκεύτηκαν σε πλαστικό κουτί στην περίπτωση που δεν ανοίχθηκαν οι συσκευασίες (B), αλλά όχι και όταν οι συσκευασίες ανοίχθηκαν (Γ) (Πίνακας 4.1).

4.2. Οπτική ποιότητα των λοβών

Ενώ στα περισσότερα κηπευτικά και φρούτα προκύπτουν έντονα συμπτώματα μάρανσης όταν η απώλεια νερού/βάρους ξεπερνά το 10-15%, με την ταυτόχρονη μείωση της εμπορικής τους αξίας, στη μπάμια ποικιλία Clemson Spineless οι λοβοί που έχασαν μέχρι περίπου 20% του αρχικού τους βάρους δεν παρουσίασαν σημαντικές ενδείξεις αφυδάτωσης και οπτικά κρίνονταν εμπορεύσιμοι.

Η εκτίμηση της κατάστασης των λοβών μετά την αποθήκευσή τους, προσδιορίστηκε με βάση την έκταση της παρουσίας στιγμάτων, την εμφάνιση μάρανσης ή συρρίκνωσης των λοβών, την παρουσία σκουρόχρωμων νεκρωτικών περιοχών και μετασυλλεκτικών προσβολών (σήψεων). Με βάση αυτά τα κριτήρια οι λοβοί ταξινομήθηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες (Εικόνα 4.1):

A: άριστη εμφάνιση χωρίς στίγματα

B: εμπορεύσιμοι καρποί με λίγα μικρά σε έκταση στίγματα (1-2 mm)

Γ: εμπορεύσιμοι καρποί μειωμένης ποιότητας με «ανεκτή» εμφάνιση στιγμάτων ή ελαφρά συρρίκνωση

Δ: μη εμπορεύσιμοι καρποί (ορατή μάρανση, συρρίκνωση, έντονη παρουσία στιγμάτων)

E: μη εμπορεύσιμοι καρποί με μετασυλλεκτικές ασθένειες (σήψεις ή εκτεταμένες νεκρωτικές περιοχές)

Με βάση την οπτική εκτίμηση της ποιότητας ορατή συρρίκνωση ή μάρανση των λοβών της ποικιλίας Clemson Spineless (Δ και Ε στον Πίνακα 4.2) εμφανίστηκε μόνο σε απώλεια βάρους υψηλότερη του 20% (Πίνακας 4.1). Στις περισσότερες περιπτώσεις ως κύρια αιτία για την υποβάθμιση της ποιότητας αποτέλεσε η εμφάνιση στιγμάτων στους λοβούς, η επέκτασή τους σε νεκρωτικές-καφέ περιοχές και η περαιτέρω εξέλιξή τους σε μετασυλλεκτικές σήψεις. Όταν οι λοβοί παρέμειναν σε ανοικτές συσκευασίες (μάρτυρας) για 5-15 ημέρες αποθήκευσης η εμφάνιση στιγμάτων και η οπτική υποβάθμιση ήταν χαμηλότερη σε σχέση με τους λοβούς που παρέμεναν σε κλειστές συσκευασίες, ενώ εντονότερη ήταν η ανάπτυξη μετασυλλεκτικών ασθενειών στις κλειστές συσκευασίες. Στην πραγματικότητα όμως η μέγιστη διάρκεια αποθήκευσης των λοβών της Clemson Spineless ήταν 10 ημέρες σε ανοικτή συσκευασία και μόνο 5 ημέρες σε κλειστές συσκευασίες, χωρίς διαφορές ανάμεσα των υλικών συσκευασίας, και με περαιτέρω shelf life 3 ημερών μόνο μετά από 5 ημέρες αποθήκευσης (Εικόνα 4.2).



A

B

Γ



Δ



E

Εικόνα 4.1 (Α-Ε). Κατάταξη των λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless μετά την αποθήκευσή τους, σε πέντε κατηγορίες οπτικής ποιότητας (Α-Ε).



5 ημέρες - ανοικτό



5 ημέρες - κλειστό



10 ημέρες - ανοικτό



10 ημέρες - κλειστό



5 ημέρες - κλειστό, shelf life



10 ημέρες - κλειστό, shelf life

Εικόνα 4.2. Εμφάνιση λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless που αποθηκεύτηκαν στους 10°C σε ανοικτές ή κλειστές συσκευασίες για 5 και 10 ημέρες με ή χωρίς την παραμονή τους για 3 ημέρες σε shelf life.

Πίνακας 4.2. Οπτική ποιότητα λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	A	Γ	Γ -> Δ
Κουτί	B	E	E
Φιλμ 2	A	E	E
Φιλμ 3	A	E	E
B			
Κουτί	Γ -> Δ	E	E
Φιλμ 2	Γ	E	E
Φιλμ 3	Γ	E	E
Γ			
Μάρτυρας	B	Δ	Δ
Κουτί	Γ	E	E
Φιλμ 2	Γ	E	E
Φιλμ 3	Γ	E	E

4.3. Ξηρά ουσία

Το ποσοστό ξηράς ουσίας (%) των λοβών της ποικιλίας Clemson Spineless στο στάδιο συγκομιδής για νοπή κατανάλωση ήταν 11,6-11,9%. Η αποθήκευση στην ανοικτή συσκευασία στους 10°C καθώς και στη συσκευασία με πλαστικό κουτί προκάλεσε μείωση κατά 1,0-1,5% από την 5^η ημέρα, ενώ στις συσκευασίες με πλαστικό φιλμ εμφανίστηκε προοδευτική μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας από την 10^η έως την 15^η ημέρα (1,2% και 2,2-2,5%, αντίστοιχα). Όταν οι λοβοί μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες μετά το τέλος της αποθήκευσης διαπιστώθηκε περαιτέρω μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας ανεξάρτητα από το υλικό συσκευασίας και το εάν η συσκευασία παρέμεινε κλειστή ή όχι (Πίνακας 4.3).

Πίνακας 4.3. Αναλογία ξηράς ουσίας (% του νεπού βάρους των λοβών πριν την αποθήκευση) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 10°C σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης			
	Αρχικά	5	10	15
A				
Μάρτυρας	11,9 (a)	10,1 c (c)	10,9 a (b)	11,0 a (b)
Κουτί	11,9 (a)	10,7 b (b)	10,8 a (b)	10,2 b (c)
Φίλμ 2	11,9 (a)	11,5 a (a)	10,5 a (b)	9,2 c (c)
Φίλμ 3	11,9 (a)	11,5 a (a)	10,5 a (b)	9,5 c (c)
B				
Κουτί	11,6 (a)	9,4 b (b)	9,1 a (b)	8,8 a (c)
Φίλμ 2	11,6 (a)	10,9 a (b)	9,9 a (c)	8,6 a (d)
Φίλμ 3	11,6 (a)	10,9 a (b)	9,6 a (c)	9,0 a (d)
Γ				
Μάρτυρας	11,8 (a)	10,3 bc (b)	10,3 a (b)	10,5 a (b)
Κουτί	11,8 (a)	9,9 c (b)	10,2 a (b)	8,9 b (c)
Φίλμ 2	11,8 (a)	10,9 a (b)	9,7 b (c)	8,4 b (d)
Φίλμ 3	11,8 (a)	10,7 ab (b)	9,5 b (c)	8,8 b (d)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

4.4. Συνεκτικότητα

Στο στάδιο συγκομιδής οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless είναι τραγανοί και η συνεκτικότητα όπως αυτή μετριέται με το penetrometer είναι σχετικά υψηλή (1,7 Kg για τη διάτρηση του περικαρπίου) και μεγαλύτερη από την αντίστοιχη συνεκτικότητα της ποικιλίας Μπογιατίου στο ίδιο στάδιο (1,25 Kg περίπου). Η συνεκτικότητα των λοβών σε ανοικτή συσκευασία (μάρτυρα) μειώθηκε έως την 10^η ημέρα αποθήκευσης στους 10°C χωρίς να αλλάξει από την 10^η έως την 15^η ημέρα, ενώ η συνεκτικότητα των λοβών που συσκευάστηκαν σε πλαστικό μειωνόταν σταδιακά έως την 15^η ημέρα, αλλά πάντα διατηρήθηκε σε επίπεδα υψηλότερα από αυτά του μάρτυρα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης (Πίνακας 4.4). Μεταξύ των φίλμ και του πλαστικού κουτιού δεν υπήρχαν στατιστικά σημαντικές διαφορές. Όταν οι λοβοί παρέμειναν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου στο τέλος της αποθήκευσης η συνεκτικότητα των λοβών μειώθηκε περαιτέρω σε

όλες τις μεταχειρίσεις και ανεξάρτητα από το εάν η συσκευασία ήταν ακόμη κλειστή ή ανοικτή (Πίνακας 4.4).

Πίνακας 4.4. Συνεκτικότητα (Kg) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless πριν και μετά την αποθήκευσή τους στους 10°C σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης			
	Αρχικά	5	10	15
A				
Μάρτυρας	1,70 (a)	1,24 b (b)	0,92 b (c)	0,90 b (c)
Κουτί	1,70 (a)	1,64 a (ab)	1,47 a (bc)	1,37 a (c)
Φίλμ 2	1,70 (a)	1,55 a (ab)	1,49 a (ab)	1,41 a (b)
Φίλμ 3	1,70 (a)	1,59 a (a)	1,49 a (ab)	1,37 a (b)
B				
Κουτί	1,70 (a)	0,99 a (b)	0,84 a (c)	0,61 a (d)
Φίλμ 2	1,70 (a)	1,16 a (b)	0,75 a (c)	0,67 a (c)
Φίλμ 3	1,70 (a)	1,20 a (b)	0,83 a (c)	0,68 a (c)
Γ				
Μάρτυρας	1,70 (a)	0,82 a (b)	0,75 a (b)	0,88 a (b)
Κουτί	1,70 (a)	1,01 a (b)	0,81 a (c)	0,55 a (d)
Φίλμ 2	1,70 (a)	0,95 a (b)	0,83 a (b)	0,57 a (c)
Φίλμ 3	1,70 (a)	0,93 a (b)	0,80 a (bc)	0,66 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Η απώλεια βάρους και η συνεκτικότητα των λοβών εμφανίζουν στενή αρνητική συσχέτιση ($r=-0,702$, σημαντική (σε επίπεδο σημαντικότητας 5%), δείχνοντας ότι οι λοβοί που χάνουν περισσότερο βάρος εμφανίζουν και χαμηλότερη συνεκτικότητα μετά το τέλος της αποθήκευσης, ανεξάρτητα του τρόπου συσκευασίας, της διάρκειας αποθήκευσης και της παραμονής ή όχι των λοβών σε ανοικτές ή κλειστές συσκευασίες κατά τη διάρκεια της shelf life.

4.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος

Η τιμή του L^* εκφράζει τη φωτεινότητα της εξωτερικής επιφάνειας του λοβού, δηλαδή πόσο ανοικτό ή σκούρο είναι το χρώμα. Στο στάδιο συγκομιδής, λίγο πριν την έναρξη της αποθήκευσης η αρχικές τιμές L^* κυμάνθηκαν από 57,5 έως 60,5, δηλ. σχετικά ανοικτό σε κλίμακα 0-100.

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης οι τιμές του L^* έχουν εκφραστεί ως μεταβολή της τιμής της φωτεινότητας ($\Delta L^* = L^*_{\text{αρχική}} - L^*_{\text{τελική}}$). Σε όλες τις περιπτώσεις το ΔL^* έχει θετικές τιμές που σημαίνει ότι παρατηρήθηκε μείωση της φωτεινότητας των λοβών κατά την αποθήκευση.

Πίνακας 4.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^* του χρώματος λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	1,78 a (b)	2,73 a (a)	2,74 b (a)
Κουτί	0,91 a (c)	2,87 a (b)	6,73 a (a)
Φίλμ 2	1,23 a (c)	3,17 a (b)	6,69 a (a)
Φίλμ 3	1,68 a (b)	2,12 a (b)	6,11 a (a)
B			
Κουτί	3,27 a (b)	5,49 a (ab)	6,64 a (a)
Φίλμ 2	2,01 b (b)	5,29 a (a)	6,54 a (a)
Φίλμ 3	2,03 b (c)	4,91 a (b)	6,72 a (a)
Γ			
Μάρτυρας	2,39 a (a)	3,19 a (a)	3,25 a (a)
Κουτί	1,46 a (c)	2,24 a (b)	5,71 b (a)
Φίλμ 2	1,94 a (b)	2,67 a (b)	6,04 b (a)
Φίλμ 3	2,91 a (b)	3,67 a (b)	7,04 b (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Σε όλες τις μεταχειρίσεις η φωτεινότητα των λοβών μειώθηκε σταδιακά με την αύξηση του χρόνου αποθήκευσης. Στην περίπτωση όμως του μάρτυρα (ανοικτή συσκευασία) η απώλεια φωτεινότητας ήταν μικρότερη κατά 50% περίπου την 15^η ημέρα σε σχέση με τους λοβούς που συσκευάστηκαν σε πλαστικό. Δεν προέκυψαν διαφορές

όμως που οφείλονταν στο υλικό συσκευασίας (πλαστικό κουτί, φιλμ 1 και 2). Όταν οι λοβοί παρέμειναν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου στο τέλος της αποθήκευσης καλυμμένοι με τα υλικά συσκευασίας (επέμβαση Β) η μεταβολή της τιμής του L^* αυξήθηκε μετά από 10 (+3) ημέρες αλλά με ελάχιστες εξαιρέσεις δεν επηρεάστηκε στους άλλους χρόνους. Αντίθετα, όταν οι συσκευασίες ανοίχθηκαν αμέσως μετά την έξοδό τους από τους ψυκτικούς θαλάμους (επέμβαση Γ) εντονότερη μεταβολή του L^* παρατηρήθηκε μετά από 15 (+3) ημέρες. (Πίνακας 4.5).

4.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (παράμετρος a^*)

Η παράμετρος a^* εκφράζει τα χρώματα πράσινο (αρνητικές τιμές) και κόκκινο (θετικές τιμές). Οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless στο στάδιο της συγκομιδής και λίγο πριν την έναρξη της αποθήκευσης παρουσιάζουν έντονο πράσινο χρώμα που χαρακτηρίζεται με τιμές του a^* που κυμαίνονται από -15,80 έως -16,50. Επειδή η περιεκτικότητα των λοβών της μπάμιας σε χλωροφύλλη μειώνεται σταδιακά μετά τη συγκομιδή η μεταβολή της παραμέτρου a^* [$\Delta(a^*) = (a^*)_{\text{τελική}} - (a^*)_{\text{αρχική}}$] εμφανίζει σε όλες τις περιπτώσεις θετική τιμή, υποδεικνύοντας μείωση του πράσινου χρωματισμού με την αποθήκευση των λοβών.

Από τα δεδομένα του Πίνακα 4.6, προκύπτει ότι η απώλεια του πράσινου χρώματος αυξανόταν σταδιακά με τη διάρκεια της αποθήκευσης και την 15^η ημέρα ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους λοβούς που συσκευάστηκαν σε πλαστικό (χωρίς διαφορές μεταξύ των διαφόρων υλικών συσκευασίας). Με τη μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου η απώλεια του πράσινου χρώματος αυξήθηκε περισσότερο σε κάθε περίπτωση και ήταν ιδιαίτερα υψηλή στους λοβούς που είχαν αποθηκευτεί για 10 ή 15 ημέρες και στη συνέχεια παρέμειναν για 3 ημέρες shelf life χωρίς την απομάκρυνση του υλικού συσκευασίας.

Πίνακας 4.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (a*) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	0,56 a (b)	1,34 a (ab)	2,50 b (a)
Κουτί	0,49 a (c)	1,45 a (b)	3,84 a (a)
Φίλμ 2	0,02 b (c)	1,67 a (b)	3,57 ab (a)
Φίλμ 3	0,15 b (c)	1,97 a (b)	4,22 a (a)
B			
Κουτί	1,07 a (b)	5,08 a (a)	6,04 a (a)
Φίλμ 2	1,42 a (c)	2,80 a (b)	4,50 a (a)
Φίλμ 3	0,74 a (c)	2,65 a (b)	6,03 a (a)
Γ			
Μάρτυρας	1,07 a (a)	1,85 a (a)	1,72 b (a)
Κουτί	0,46 c (c)	2,09 a (b)	4,65 a (a)
Φίλμ 2	1,11 a (b)	1,09 a (b)	5,48 a (a)
Φίλμ 3	0,78 b (b)	1,69 a (b)	4,89 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

4.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παράμετρος b*)

Η παράμετρος b* εκφράζει τα χρώματα μπλε (αρνητικές τιμές) και κίτρινο (θετικές τιμές). Αν και στους λοβούς της μπάμιας γενικότερα αλλά και στην ποικιλία Clemson Spineless ειδικότερα, στο στάδιο της συγκομιδής το πράσινο χρώμα επικρατεί, παρατηρείται και κιτρινωπή απόχρωση που χαρακτηρίζεται με θετικές τιμές του b* που κυμαίνονται από 29,10 έως 31,8. Όπως παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.7, η μεταβολή της παραμέτρου b* [$\Delta(b^*) = (b^*)_{\text{αρχική}} - (b^*)_{\text{τελική}}$] εμφανίζει σε όλες τις περιπτώσεις θετική τιμή, υποδεικνύοντας μείωση του κίτρινου χρωματισμού με την αποθήκευση των λοβών. Στις πρώτες 10 ημέρες της αποθήκευσης στους 10°C παρατηρήθηκε αυξημένη απώλεια του κίτρινου χρώματος στις ανοικτές συσκευασίες, αν και η διαφορά αυτή έπαψε να υπάρχει μετά από 15 ημέρες αποθήκευσης. Η απώλεια της κίτρινης απόχρωσης των λοβών ήταν εντονότερη με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης, και με την παραμονή των λοβών σε shelf life, ανεξάρτητα από τον τρόπο συσκευασίας. Σε αντίθεση με τη μεταβολή του

πράσινου, η μείωση του κίτρινου χρώματος δεν επηρεάστηκε από το αν οι συσκευασίες παρέμειναν κλειστές ή όχι στο shelf life.

Πίνακας 4.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (b^*) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	0,68 a (c)	1,93 a (b)	2,59 a (a)
Κουτί	0,59 a (b)	0,79 b (b)	2,69 a (a)
Φίλμ 2	0,25 b (c)	1,05 b (b)	2,31 a (a)
Φίλμ 3	0,22 b (c)	0,82 b (b)	1,95 a (a)
B			
Κουτί	0,66 a (b)	2,70 a (a)	3,45 a (a)
Φίλμ 2	0,40 a (c)	1,38 b (b)	2,47 a (a)
Φίλμ 3	0,51 a (c)	1,28 b (b)	3,07 a (a)
Γ			
Μάρτυρας	1,58 a (b)	1,46 a (b)	3,65 a (a)
Κουτί	0,79 b (c)	1,44 a (b)	3,53 a (a)
Φίλμ 2	0,69 b (c)	2,08 a (b)	3,20 a (a)
Φίλμ 3	1,31 a (c)	2,01 a (b)	4,27 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

4.8. Αναπνοή

Στο στάδιο συγκομιδής για νωπή κατανάλωση ο λοβός της μπάμιας είναι ακόμη νεαρός και αναπτύσσεται ραγδαία και γι' αυτό παρουσιάζει έντονη μεταβολική δραστηριότητα που διαπιστώνεται από τον υψηλό ρυθμό αναπνοής που στην περίπτωση της ποικιλίας Clemson Spineless λίγο πριν την αποθήκευση ήταν $151,0 \text{ ml CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (στους 22°C) δηλαδή τρεις φορές μεγαλύτερη από αυτή της Μπογιατίου. Φυσικά με την έναρξη της αποθήκευσης στους 10°C ο ρυθμός αναπνοής (στους 10°C) μειώθηκε σημαντικά εξαιτίας της πτώσης της θερμοκρασίας αλλά δεν μεταβλήθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ανεξάρτητα από τη συσκευασία (Πίνακας 4.8). Την 5^η ημέρα ο

ρυθμός αναπνοής του μάρτυρα ήταν σημαντικά μεγαλύτερος απ' αυτόν των λοβών στις κλειστές συσκευασίες αλλά η διαφορά αυτή εξαφανίστηκε έως την 10^η ημέρα.

Πίνακας 4.8. Ρυθμός αναπνοής (ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	31,7 a (a)	24,1 a (a)	34,3 a (a)
Κουτί	21,3 b (a)	20,3 a (a)	28,7 a (a)
Φιλμ 2	20,3 b (a)	29,8 a (a)	27,1 a (a)
Φιλμ 3	22,6 b (a)	26,3 a (a)	27,8 a (a)
B			
Κουτί	68,4 a (a)	60,9 a (a)	72,5 a (a)
Φιλμ 2	74,7 a (a)	59,7 a (b)	62,5 ab (b)
Φιλμ 3	58,6 a (a)	49,7 a (a)	51,1 b (a)
Γ			
Μάρτυρας	61,1 a (b)	81,1 a (a)	78,0 a (a)
Κουτί	65,3 a (a)	73,1 a (a)	64,5 a (a)
Φιλμ 2	58,5 a (b)	79,3 a (a)	61,7 a (b)
Φιλμ 3	76,9 a (a)	83,1 a (a)	66,5 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου στο τέλος της αποθήκευσης ο ρυθμός αναπνοής (στους 22°C) αυξήθηκε λόγω αύξησης της θερμοκρασίας τόσο όταν η συσκευασία παρέμεινε κλειστή όσο και στην περίπτωση που αφαιρέθηκε το πλαστικό κάλυμμα (Πίνακας 4.7). Ο τελικός ρυθμός όμως (50-74 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ στη μεταχείριση Β και 61-83 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ στη μεταχείριση Γ) ήταν μικρότερος σε σχέση με το αρχικό ρυθμό (151,0 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹) πριν την αποθήκευση.

4.9. Έκλυση αιθυλενίου

Η έκλυση αιθυλενίου από τους λοβούς της μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless αμέσως μετά την συγκομιδή (χωρίς κάλυψη) ήταν 0,176 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ (στους 22°C). Όταν οι λοβοί χωρίς συσκευασία αποθηκεύτηκαν για 5 ημέρες στους 10°C ο ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου μειώθηκε σε <0,05 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ αλλά στη συνέχεια αυξήθηκε με τη διάρκεια της αποθήκευσης ώστε να φτάσει το οχταπλάσιο του αρχικού ρυθμού (0,353 $\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) την 15^η ημέρα (μετρήσεις στους 10°C) (Πίνακας 4.9).

Πίνακας 4.9. Ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου ($\mu\text{l C}_2\text{H}_4 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με τον τρόπο συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
A			
Μάρτυρας	0,048 b (b)	0,100 a (b)	0,353 b (a)
Κουτί	0,102 ab (b)	0,128 a (b)	0,641 a (a)
Φιλμ 2	0,082 a (c)	0,116 a (b)	0,166 d (a)
Φιλμ 3	0,055 b (c)	0,141 a (b)	0,289 c (a)
B			
Κουτί	0,515 a (c)	0,658 a (b)	0,724 a (a)
Φιλμ 2	0,454 a (b)	0,503 b (a)	0,424 b (b)
Φιλμ 3	0,471 a (b)	0,642 a (a)	0,379 b (c)
Γ			
Μάρτυρας	0,091 c (c)	0,720 a (a)	0,522 b (b)
Κουτί	0,381 b (c)	0,517 b (b)	0,627 a (a)
Φιλμ 2	0,656 a (b)	0,364 c (c)	0,748 a (a)
Φιλμ 3	0,724 a (a)	0,509 b (b)	0,521 b (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Μια παρόμοια πορεία της έκλυσης αιθυλενίου παρατηρήθηκε σε λοβούς που συσκευάστηκαν στο πλαστικό κουτί και στο φιλμ 3, ενώ στο φιλμ 2 ο ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου αυξήθηκε σε μικρότερο βαθμό κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Μεταξύ των συσκευασιών οι μεγαλύτερες τιμές την 5^η ημέρα ελήφθησαν από τους λοβούς στο φιλμ 2 και την 15^η ημέρα από τους λοβούς στο πλαστικό κουτί. Όταν με τη λήξη της αποθήκευσης στους 10°C οι λοβοί στη συνέχεια παρέμειναν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία

δωματίου ο ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου αυξήθηκε τόσο στο μάρτυρα όσο και στους καλυμμένους με πλαστικό λοβούς, είτε το κάλυμμα αφαιρέθηκε από τη συσκευασία είτε όχι (μετρήσεις στους 22°C). Συγκρίνοντας την αρχική τιμή (πριν την αποθήκευση) με τις τελικές τιμές (μετά από αποθήκευση για 5-15 ημέρες στους 10°C και 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου) διαπιστώθηκε αύξηση του ρυθμού έκλυσης αιθυλενίου (από 2 έως 4 φορές) σε όλες τις περιπτώσεις πλην αυτής των λοβών του μάρτυρα στις 5+3 ημέρες (Πίνακας 4.9).

4.10. Σύσταση ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης

Πίνακας 4.10. Συγκέντρωση CO₂ (%) και C₂H₄ (μL/L) στον εσωτερικό χώρο των συσκευασιών κατά την αποθήκευση λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless σε σχέση με το υλικό συσκευασίας, τη διάρκεια αποθήκευσης στους 10°C και την εν συνεχεία παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου.

Κάλυψη λοβών	Ημέρες αποθήκευσης		
	5	10	15
CO₂ (%)			
A			
Κουτί	0,077	0,148	0,613
Φιλμ 2	1,293	1,639	2,666
Φιλμ 3	1,017	1,743	1,637
B			
Κουτί	1,533	1,631	2,243
Φιλμ 2	1,656	2,268	2,897
Φιλμ 3	1,831	2,488	2,444
C₂H₄ (μL/L)			
A			
Κουτί	*	0,107	0,346
Φιλμ 2	*	0,198	0,259
Φιλμ 3	0,087	0,155	0,431
B			
Κουτί	0,081	0,530	0,814
Φιλμ 2	0,298	0,639	0,719
Φιλμ 3	0,261	0,532	0,776

* Η συγκέντρωση C₂H₄ ήταν χαμηλότερη από το όριο ανίχνευσης του οργάνου (50 nL/L C₂H₄)

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 10°C παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση στη συγκέντρωση του CO₂ και του αιθυλενίου (Πίνακας 4.10). Η αύξηση του CO₂ ήταν μεγαλύτερη στις συσκευασίες με φιλμ 2 και φιλμ 3 και λιγότερη στο πλαστικό κουτί, ωστόσο όταν στη συνέχεια οι συσκευασίες μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες οι συγκεντρώσεις του CO₂ αυξήθηκαν ακόμη περισσότερο αλλά διέφεραν λιγότερο μεταξύ των συσκευασιών. Οι συγκεντρώσεις αιθυλενίου μέσα στις συσκευασίες επίσης αυξήθηκαν μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες (Πίνακας 4.10).

4.11. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του πειράματος 2 διαπιστώνεται ότι παρόλο που οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless είναι σαφώς μεγαλύτεροι από αυτούς της ποικιλίας Μπογιατίου στην πραγματικότητα δεν είναι πιο ανθεκτικοί σε αποθήκευση σε σχέση με αυτούς της ποικιλίας Μπογιατίου που περιγράφονται στο Πείραμα 1. Συγκεκριμένα, ενώ οι λοβοί της Clemson Spineless παρουσιάζουν μικρότερο ρυθμό απώλειας νερού/βάρους, οπτικά η ποιότητα των λοβών μειώνεται περισσότερο μετά την 5^η ημέρα σε κλειστές συσκευασίες και μετά από 10 ημέρες σε ανοικτή συσκευασία λόγω της ανάπτυξης στιγμάτων, αποχρωματισμού και στη συνέχεια σήψης.

Από τα δεδομένα του Πίνακα 4.1 διαπιστώνεται ότι η απώλεια βάρους στους λοβούς της Clemson Spineless που συσκευάστηκαν σε πλαστικό ήταν <5% μετά από 15 ημέρες αποθήκευσης στους 10°C και αυξανόταν σε 8 έως 13% όταν στη συνέχεια οι συσκευασίες μεταφέρθηκαν κλειστές σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες shelf life. Το όριο απώλειας βάρους στο οποίο εμφανίζονται συμπτώματα μάρανσης (δηλ. απώλεια οπτικής ποιότητας) είναι περίπου 10-12% στα περισσότερα κηπευτικά και φρούτα, αλλά τα αποτελέσματα τόσο του 1^{ου} (Μπογιατίου) όσο και του 2^{ου} (Clemson Spineless) πειράματος αποδεικνύουν ότι οι λοβοί της μπάμιας μπορούν να υποστούν σημαντικά μεγαλύτερες απώλειες βάρους (της τάξης των 15-20%) χωρίς σοβαρά συμπτώματα μάρανσης και υποβάθμισης της ποιότητας. Μάλιστα η οπτική εμφάνιση των λοβών της Clemson Spineless που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτή συσκευασία ήταν ανώτερη από των λοβών που συσκευάστηκαν σε πλαστικό και αποθηκεύτηκαν στους 10°C για 10-15 ημέρες, παρά τη μεγαλύτερη απώλεια βάρους στην ανοικτή συσκευασία. Συμπερασματικά δηλαδή

οι μεγάλοι λοβοί της Clemson Spineless δεν φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη αποθηκευτική ζωή από τους μικρούς λοβούς της Μπογιατιού και η μέγιστη διάρκεια αποθήκευσης είναι 10 ημέρες (σε ανοικτή συσκευασία) και 5 ημέρες (σε κλειστή συσκευασία) στους 10°C, με τη δυνατότητα 3 ημερών shelf life ανεξάρτητα από τη συσκευασία να ισχύει μόνο όταν η διάρκεια της προηγούμενης αποθήκευσης δεν υπερβαίνει τις 5 ημέρες.

Η κύρια αιτία για την υποβάθμιση της οπτικής ποιότητας των λοβών της Clemson Spineless είναι η εμφάνιση στιγμάτων, νεκρωτικών περιοχών και μετασυλλεκτικών σήψεων και όχι η μάρανση ή συρρίκνωση των λοβών που εμφανίζεται μόνο υπό υψηλή απώλεια βάρους (>20%) και που πάντα συνοδεύεται από την παρουσία νεκρωτικών περιοχών και σήψεων. Οι λοβοί της Clemson Spineless φαίνεται πως είναι ευαίσθητοι στην υψηλή σχετική υγρασία του περιβάλλοντος αποθήκευσης (περισσότερο από αυτούς της Μπογιατιού - Πείραμα 1) γιατί σε κλειστές συσκευασίες εμφάνισαν γρηγορότερα (ήδη από τις 5 ημέρες αποθήκευσης) περισσότερα στίγματα και εντονότερα μετασυλλεκτικές ασθένειες (σήψεις και νεκρωτικές περιοχές) σε σχέση με τους λοβούς που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές συσκευασίες ή παρέμειναν για 3 ημέρες στο «ράφι» μετά την αφαίρεση των υλικών κάλυψης.

Η μείωση της περιεκτικότητας των λοβών σε ξηρά ουσία (όπως αυτή εκφράζεται ως προς το νωπό βάρος των λοβών πριν την αποθήκευσή τους) (Πίνακας 4.3) πιθανόν να οφείλεται σε διαφορές στο ρυθμό αναπνοής (Πίνακας 4.8) χωρίς όμως να προκύπτει κάποια άμεση συσχέτιση. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης των λοβών στους 10°C το ποσοστό ξηράς ουσίας μειώνεται από 11,7% στα επίπεδα των 9,2-11,0% ανάλογα με τη συσκευασία ενώ ο ρυθμός αναπνοής κυμαίνεται στα 20-35 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹. Με τη μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου όμως, το ποσοστό ξηράς ουσίας μειώνεται την 15^η ημέρα στο 8-10,5% και ο ρυθμός αναπνοής κυμαίνεται στα 50-80 ml CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ περίπου. Ο ρυθμός αναπνοής των λοβών όμως δεν οφείλεται μόνο στους ιστούς του περικαρπίου αλλά και στην αναπνευστική δραστηριότητα των σπόρων. Έτσι, μπορεί η αναπνευστική και μεταβολική δραστηριότητα του περικαρπίου να μειώνεται με την πρόοδο της αποθήκευσης, αλλά να αυξάνεται η αναπνοή των αναπτυσσόμενων σπόρων (Αλεξάντρου 2000).

Παράλληλα με την απώλεια ξηράς ουσίας και νωπού βάρους παρατηρήθηκε και απώλεια συνεκτικότητας (Πίνακας 4.4). Στο στάδιο συγκομιδής οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless έχουν μεγαλύτερη συνεκτικότητα (είναι πιο σκληροί και τραγανοί) σε σχέση με αυτούς της Μπογιατιού και η απώλεια της συνεκτικότητας ιδιαίτερα κατά τη

διάρκεια της παραμονής τους σε θερμοκρασία δωματίου μετά την αποθήκευση αποτελεί σχετικό μειονέκτημα όσον αφορά την ποιότητα των λοβών.

Οι αλλαγές στην οπτική εμφάνιση των λοβών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης χαρακτηρίζονται από σταδιακή μείωση της φωτεινότητας (πίνακας 2.5), απώλεια πράσινου χρώματος (Πίνακας 4.6) και μείωση του κίτρινου χρωματισμού (Πίνακας 4.7). Η απώλεια πράσινου χρώματος πιθανόν προωθείται με την αύξηση της συγκέντρωσης του αιθυλενίου (το οποίο μπορεί να προκαλεί την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης) κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης (Πίνακας 4.9). Αξιοσημείωτη είναι η μείωση του κίτρινου χρωματισμού των λοβών κατά την αποθήκευση, υποδεικνύοντας ότι οι λοβοί της μπάμιας δεν κιτρινίζουν με την πρόοδο της αποθήκευσης, αλλά σε συνδυασμό με την απώλεια και του πράσινου χρώματος, αποχρωματίζονται. Η αύξηση στη έκλυση του αιθυλενίου που παρατηρήθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης καθώς και στο στάδιο της shelf life δημιουργεί την αύξηση της συγκέντρωσης του αερίου αυτού στις κλειστές συσκευασίες (Πίνακας 4.10). Η έκλυση αιθυλενίου οφείλεται σε μεταβολικές διαδικασίες στο λοβό αλλά πιθανόν προς το τέλος της αποθήκευσης (10-15 ημέρες) και κυρίως κατά την μεταφορά των συσκευασιών σε θερμοκρασία δωματίου μπορεί να οφείλεται και στη δραστηριότητα μικροοργανισμών (παρατηρήθηκαν μετασυλλεκτικές σήψεις και νεκρωτικές περιοχές). Από τα αποτελέσματα της απώλειας βάρους και της συσσώρευσης CO₂ και αιθυλενίου στις κλειστές συσκευασίες φαίνεται πως τα φιλμ ήταν λιγότερο διαπερατά στο CO₂ σε σχέση με το κουτί, το οποίο όμως ήταν λιγότερο διαπερατό σε υδρατμούς σε σχέση με τα φιλμ ενώ δεν φάνηκε να υπάρχουν διαφορές μεταξύ των συσκευασιών σχετικά με την περατότητά τους στο αιθυλένιο.

Συνοψίζοντας, από το πείραμα αυτό συμπεραίνεται ότι οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless είναι πιο ανθεκτικοί σε απώλεια βάρους σε σχέση με τους λοβούς της Μπογιατίου αλλά είναι πιο ευαίσθητοι στην ανάπτυξη στιγμάτων, αποχρωματισμών και σήψεων (ιδιαίτερα όταν αποθηκευτούν σε κλειστές συσκευασίες) με αποτέλεσμα η διάρκεια της μετασυλλεκτικής ζωής να είναι παρόμοια για τις δυο ποικιλίες. Ωστόσο, ενώ οι λοβοί της Μπογιατίου μπορούν να αποθηκευτούν ικανοποιητικά μόνο σε κλειστές συσκευασίες οι λοβοί της Clemson Spineless αποθηκεύονται καλύτερα σε ανοικτές συσκευασίες. Από τα υλικά που δοκιμάστηκαν, το πλαστικό κουτί φαίνεται να πλεονεκτεί σε σχέση με τα πλαστικά φιλμ λόγω διαφοράς στη διαπερατότητά του σε υδρατμούς.

Πείραμα 3^ο

Επίδραση των συνθηκών αποθήκευσης στην εμφάνιση κρυοτραυματισμού στους λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου

Σύμφωνα με τη βιβλιογραφία η μπάμια είναι ευαίσθητη σε χαμηλές θερμοκρασίες και παρουσιάζει συμπτώματα κρυοτραυματισμού όταν η θερμοκρασία είναι <7-10°C περίπου (Ryall and Lipton 1979, Lamont 1999). Ωστόσο επειδή τα στοιχεία που αφορούν το κρυοτραυματισμό προέρχονται από μελέτες ποικιλιών με σχετικά μεγάλους λοβούς όπως η Clemson Spineless, κρίθηκε σκόπιμο να μελετηθεί η επίδραση των χαμηλών θερμοκρασιών στην ποιότητα των λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου όπου ο λοβός συγκομίζεται σε μικρότερο μέγεθος. Τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής παρουσιάζονται στη συνέχεια.

5.1. Απώλεια βάρους

Όπως παρατηρήθηκε στο 1^ο Πείραμα και εδώ η απώλεια βάρους των συσκευασμένων λοβών αυξήθηκε με τη διάρκεια αποθήκευσης σε όλες τις θερμοκρασίες και ήταν της τάξης του 7-11% στο τέλος της αποθήκευσης την 10^η ημέρα (Πίνακας 5.1). Με την εν συνεχεία παραμονή των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες μετά τη λήξη της αποθήκευσης η απώλεια βάρους αυξήθηκε κατακόρυφα φτάνοντας την 13^η ημέρα στο 20-25% όταν οι συσκευασίες παρέμειναν κλειστές (μεταχείριση Β) και 40-50% όταν το υλικό της συσκευασίας απομακρύνθηκε (μεταχείριση Γ).

Συγκρίνοντας τις θερμοκρασίες αποθήκευσης διαπιστώνεται ότι το ποσοστό της απώλειας βάρους είναι της ίδιας τάξης περίπου σε όλες τις θερμοκρασίες για τις πρώτες 6 ημέρες αποθήκευσης, ενώ την 8^η και την 10^η ημέρα η απώλεια βάρους ήταν σημαντικά αυξημένη στους 6 και 8°C (Πίνακας 5.1). Με τη μετέπειτα μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες (χωρίς την αφαίρεση του υλικού συσκευασίας) η απώλεια βάρους ήταν μεγαλύτερη στους καρπούς που αποθηκεύτηκαν στους 2 και 4°C για 2+3 ημέρες, και στους 2, 4 και 6°C όταν η διάρκεια της αποθήκευσης αυξήθηκε στις 6+3 ημέρες, ενώ στις 10+3 ημέρες η απώλεια βάρους ήταν περίπου όμοια (21-25%) σε όλες τις θερμοκρασίες αποθήκευσης. Σύμφωνα με τους Ryall and Lipton (1979) η μπάμια μπορεί να υποστεί κρυοτραυματισμό σε θερμοκρασίες <7°C, τα συμπτώματα του οποίου

Πίνακας 5.1. Απώλεια βάρους (ως ποσοστό % του αρχικού βάρους) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	2,2 d (c)	2,1 d (c)	2,6 d (b)	3,7 e (a)	2,0 d (c)
	B	15,8 c (a)	15,5 c (a)	14,7 c (b)	14,1 d (b)	11,9 c (c)
	Γ	34,1 b (b)	29,2 b (c)	36,8 b (a)	34,6 b (b)	30,9 a (c)
	Μάρτυρας					
	A	14,2 c (b)	14,7 c (b)	17,5 c (a)	18,5 c (a)	20,0 b (c)
	Γ	46,5 a (a)	40,9 a (b)	41,7 a (b)	42,0 a (b)	36,5 a (c)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	5,1 c (b)	3,8 e (cd)	5,7 d (a)	4,2 d (c)	3,4 d (d)
	B	16,4 b (ab)	15,4 d (bc)	16,9 c (a)	15,9 c (abc)	14,8 c (c)
	Γ	38,1 a (ab)	35,3 b (b)	39,2 b (a)	37,3 b (ab)	32,0 b (c)
	Μάρτυρας					
	A	19,7 b (b)	21,9 c (b)	21,4 c (b)	31,5 b (a)	33,0 b (a)
	Γ	42,9 a (c)	52,9 a (a)	49,2 a (b)	51,9 a (ab)	51,7 a (ab)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	6,2 e (a)	6,1 d (a)	5,7 e (b)	6,2 d (a)	6,1 d (a)
	B	17,2 d (ab)	17,8 c (ab)	18,3 d (a)	16,8 c (b)	15,1 c (c)
	Γ	38,1 b (b)	38,2 b (b)	44,5 b (a)	37,7 b (b)	37,1 b (b)
	Μάρτυρας					
	A	26,9 c (b)	24,0 c (b)	36,8 c (a)	37,7 b (a)	35,7 b (a)
	Γ	50,3 a (d)	53,1 a (c)	52,5 a (cd)	54,3 a (a)	56,5 a (b)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	6,4 e (c)	6,7 d (bc)	7,4 c (b)	8,5 d (a)	6,6 d (bc)
	B	18,6 d (ab)	18,4 c (ab)	18,3 b (ab)	19,0 c (a)	17,4 c (b)
	Γ	40,4 b (b)	38,4 b (b)	41,0 a (a)	40,3 b (b)	38,8 b (b)
	Μάρτυρας					
	A	28,4 c (c)	38,7 b (b)	44,7 a (a)	43,2 b (a)	37,9 b (b)
	Γ	55,5 a (c)	61,6 a (b)	57,9 a (c)	68,1 a (a)	56,6 a (c)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	8,1 d (c)	7,7 d (c)	9,9 e (b)	11,2 d (a)	8,1 d (c)
	B	20,9 c (b)	23,7 c (ab)	24,5 d (a)	22,1 c (ab)	21,3 c (b)
	Γ	41,6 b (c)	41,6 b (c)	49,0 b (a)	45,0 b (b)	40,4 b (c)
	Μάρτυρας					
	A	39,5 b (c)	45,9 b (b)	47,2 c (ab)	51,8 b (a)	40,6 b (c)
	Γ	60,9 a (c)	65,4 a (b)	67,9 a (a)	68,0 a (a)	57,7 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

εμφανίζονται κυρίως με τη μεταφορά του προϊόντος από χαμηλή σε υψηλότερη θερμοκρασία. Συνεπώς, η μεγαλύτερη απώλεια βάρους στους 2°C και στη συνέχεια στους 4 και 6°C πιθανόν να υποδηλώνει τη σχετική ευαισθησία των λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου σε κρυοτραυματισμό στις θερμοκρασίες αυτές.

Όπως παρατηρήθηκε στο 1^ο πείραμα και εδώ ο μάρτυρας (ανοικτή συσκευασία) έχασε >10% του νωπού βάρους του ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία σε διάρκεια αποθήκευσης μόλις 2 ημερών, ενώ στις 10 ημέρες η απώλεια ήταν 40-50%. Επομένως, η αποθήκευση χωρίς κάλυψη των συσκευασιών δεν είναι εφικτή.

5.2. Οπτική ποιότητα των λοβών

Η εκτίμηση της κατάστασης των λοβών μετά την αποθήκευσή τους, προσδιορίστηκε με βάση την έκταση της παρουσίας στίγματων, την εμφάνιση μάρανσης ή συρρίκνωσης των λοβών, την παρουσία σκουρόχρωμων νεκρωτικών περιοχών και μετασυλλεκτικών προσβολών (σήψεων). Με βάση αυτά τα κριτήρια οι λοβοί ταξινομήθηκαν στις ακόλουθες κατηγορίες, όπως και στο 1^ο πείραμα (Εικόνα 3.1):

A: άριστη εμφάνιση χωρίς στίγματα

B: εμπορεύσιμοι καρποί με λίγα μικρά σε έκταση στίγματα (1-2 mm)

Γ: εμπορεύσιμοι καρποί μειωμένης ποιότητας με «ανεκτή» εμφάνιση στίγματων ή ελαφρά συρρίκνωση

Δ: μη εμπορεύσιμοι καρποί (ορατή μάρανση, συρρίκνωση, έντονη παρουσία στίγματων)

Ε: μη εμπορεύσιμοι καρποί με μετασυλλεκτικές ασθένειες (σήψεις ή εκτεταμένες νεκρωτικές (Πίνακας 5.2).

Πίνακας 5.2. Οπτική ποιότητα των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατιού που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ					
	A	A	A	A	A	A
	B	B	A->B	B	A->B	B
	Γ	B	A	A	A	A
	Μάρτυρας					
	A	B	B	B	A->B	A
4 ημέρες	Φιλμ					
	A	A	A	A	A	A
	B	B->Γ	B	B	B	B
	Γ	B	A	A	A->B	A
	Μάρτυρας					
	A	B->Γ	B->Γ	B->Γ	B	A->B
6 ημέρες	Φιλμ					
	A	A	A	A	A	A->B
	B	Γ	B	Γ	B->Γ	Γ
	Γ	B	A	A->B	B	A->B
	Μάρτυρας					
	A	Γ	B->Γ	Γ	Γ	B
8 ημέρες	Φιλμ					
	A	A->B	A->B	A->B	A	B->Γ
	B	Γ->Δ	Γ	Γ	Γ	Γ->Δ
	Γ	B->Γ	A->B	B	B	B->Γ
	Μάρτυρας					
	A	Γ	Δ	Δ	Γ	B
10 ημέρες	Φιλμ					
	A	A->B	A->B	A->B	B	B->Γ
	B	Γ->E	Γ->E	Γ	Δ->E	Δ->E
	Γ	B->Γ	B	B	Γ	Γ->Δ
	Μάρτυρας					
	A	E	E	Δ	Δ	Δ
Γ	E	E	Δ	Δ	Δ	

Συνήθως τα συμπτώματα κρυοτραυματισμού δεν παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης σε χαμηλές θερμοκρασίες αλλά με την επιστροφή του προϊόντος σε θερμοκρασία δωματίου (Ryall and Lipton 1979). Γι' αυτό η εμφάνιση των λοβών στο τέλος της αποθήκευσης στους 2-8°C ήταν καλή (βαθμός A-B) ακόμη μετά από 10 ημέρες, ενώ στους 10°C μείωση της ποιότητας (B-Γ) παρουσιάστηκε από την 8^η ημέρα πιθανόν εξαιτίας της ανάπτυξης μικροοργανισμών. Με τη μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας προέκυψε σημαντική μείωση της ποιότητας από την 6^η+3 ημέρα, ενώ την 10^η+3 ημέρα οι λοβοί σε όλες τις συσκευασίες (πλην αυτή των 6°C) ήταν μη εμπορεύσιμοι (Πίνακας 5.2). Αντίθετα, όταν το κάλυμμα αφαιρέθηκε από τη συσκευασία κατά τη μεταφορά τους σε θερμοκρασία δωματίου, σοβαρή υποβάθμιση της ποιότητας παρατηρήθηκε μόνο στους καρπούς που είχαν αποθηκευτεί στους 2, 8 ή 10°C (βαθμός Γ-Δ) για 10+3 ημέρες. Είναι όμως αξιοσημείωτο ότι οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν σε χαμηλές θερμοκρασίες καλυμμένοι με φιλμ δεν παρουσίασαν κηλιδώσεις ή μάρανση όταν παρέμειναν ανοικτοί κατά τη shelf life. Αντίθετα, αυτοί που παρέμειναν κλειστοί και κατά τη shelf life εμφάνισαν στίγματα και μεταχρωματισμούς κατά τη shelf life. Πιθανόν η μείωση της ποιότητας στους 2°C να οφείλεται σε κρυοτραυματισμό, ενώ στους 8-10°C το αίτιο ήταν παθολογικό (Εικόνες 5.1, 5.2, 5.3).

Παρατηρήθηκε ραγδαία απώλεια βάρους των καρπών που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτή συσκευασία και παρέμειναν επίσης χωρίς κάλυψη και κατά το shelf life (μάρτυρες) (Πίνακας 5.1) η οποία προκάλεσε έντονη μάρανση στους καρπούς προκαλώντας έτσι την υποβάθμιση της ποιότητας που παρατηρήθηκε από την 4^η ημέρα αποθήκευσης και μετά (Πίνακας 5.2). Φαίνεται λοιπόν ότι, όπως προέκυψε και στο πρώτο πείραμα, οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου δεν μπορούν να αποθηκευτούν ικανοποιητικά σε ανοικτή συσκευασία ανεξάρτητα θερμοκρασίας, ενώ όταν οι λοβοί είναι κλειστοί στις συσκευασίες κατά την αποθήκευσή τους, είναι προτιμότερο μετά να μένουν ανοικτοί κατά το shelf life και ας έχουν υψηλότερη απώλεια βάρους (παρατηρείται ελαφρά μόνο μάρανση και συρρίκνωση ακόμα και μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης) γιατί όταν παραμένουν κλειστοί σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες εμφανίζουν έντονη κηλιδωση, μαυρίσματα έως και σήψεις (π.χ. στις 10 ημέρες αποθήκευσης) ως αποτέλεσμα της συσσώρευσης υγρασίας.



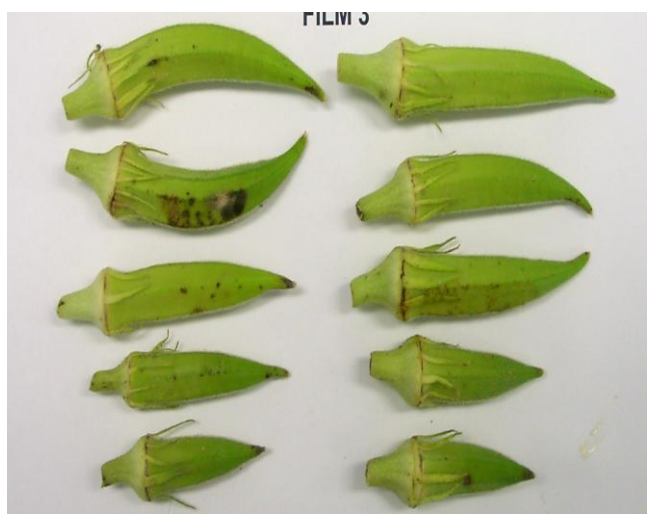
ανοικτό (Α)



ανοικτό (Γ)



κλειστό (Α)



κλειστό (Β)



κλειστό (Γ)

Εικόνα 5.1. Εμφάνιση συμπτωμάτων κρουτραυματισμού σε λοβούς μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές ή κλειστές συσκευασίες για 10 ημέρες στους 2°C, με ή χωρίς την παραμονή τους για 3 ημέρες σε shelf life.



ανοικτό (Α)



ανοικτό (Γ)



κλειστό (Α)



κλειστό (Β)



κλειστό (Γ)

Εικόνα 5.2. Εμφάνιση λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές ή κλειστές συσκευασίες για 10 ημέρες στους 6°C, με ή χωρίς την παραμονή τους για 3 ημέρες σε shelf life.



ανοικτό (Α)



ανοικτό (Γ)



κλειστό (Α)



κλειστό (Β)



κλειστό (Γ)

Εικόνα 5.3. Εμφάνιση λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές ή κλειστές συσκευασίες για 10 ημέρες στους 10°C, με ή χωρίς την παραμονή τους για 3 ημέρες σε shelf life.

5.3. Ξηρά ουσία

Γενικά το ποσοστό ξηράς ουσίας (όπως εκτιμήθηκε με βάση το νωπό βάρος των λοβών πριν την αποθήκευσή τους) κυμάνθηκε μεταξύ 12 και 16% ενώ όταν η ξηρά ουσία υπολογίστηκε βάση του νωπού βάρους των λοβών μετά την αποθήκευση ήταν σημαντικά υψηλότερη (όπως αναφέρεται στην παράγραφο 3.3). Για τις πρώτες 4 ημέρες αποθήκευσης το ποσοστό ξηράς ουσίας ήταν σημαντικά υψηλότερο στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 2°C. Με την αύξηση του χρόνου αποθήκευσης όμως (6-10 ημέρες) οι λοβοί που αποθηκεύθηκαν στους 10°C παρουσίασαν τη μεγαλύτερη περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (Πίνακας 5.3). Παρόλο που οι λοβοί που μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες μετά την ολοκλήρωση της αποθήκευσης παρουσίασαν μεγάλη απώλεια νερού (Πίνακας 5.1) δεν παρατηρήθηκε αξιοσημείωτη αλλαγή στην περιεκτικότητα σε ξηρά ουσία (Πίνακας 5.3). Για παράδειγμα, στο μάρτυρα μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης η απώλεια βάρους ήταν 39-52% (σε θερμοκρασίες από 2° έως 10°C) και αυξήθηκε στο 58-68% όταν στη συνέχεια οι λοβοί έμειναν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (Πίνακας 5.1). Ωστόσο, το ποσοστό ξηράς ουσίας που μετρήθηκε στους καρπούς αυτούς ήταν 12,5-15,5% και 12,3-14,2% αντίστοιχα με βάση το νωπό βάρος στην αρχή της αποθήκευσης, ενώ με βάση το νωπό βάρος στο τέλος της αποθήκευσης για 10 ημέρες η % περιεκτικότητα ξηράς ουσίας ήταν 22-28% (θερμοκρασία αποθήκευσης 2-10°C) και κατά τη διάρκεια παραμονής σε shelf life ήταν 29-40% (Πίνακας 5.3). Στους 2°C παρατηρήθηκε μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας των λοβών μετά την 4^η ημέρα αποθήκευσης και στους 4°C από την 6^η ημέρα, ενώ στους 10°C υπήρξε σχετική αύξηση από την 6^η έως την 10^η ημέρα. Μεταξύ καλυμμένων και μη καλυμμένων (μάρτυρας) λοβών δεν προέκυψαν ουσιαστικές διαφορές όσον αφορά την περιεκτικότητα των λοβών σε ξηρά ουσία, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία αποθήκευσης (Πίνακας 5.3).

Πίνακας 5.3. Ξηρά ουσία (εκφρασμένη ως ποσοστό % του νεπού βάρους των λοβών πριν την αποθήκευση) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς την απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	16,7 ab (a)	14,5 ab (b)	13,5 a (bc)	14,1 a (b)	13,1 a (c)
	B	16,4 ab (a)	14,1 ab (b)	13,2 a (bc)	13,6 b (bc)	12,3 b (c)
	Γ	17,0 b (a)	14,7 ab (ab)	13,0 a (bc)	14,0 a (b)	12,3 b (c)
	Μάρτυρας					
	A	15,4 a (a)	15,5 a (a)	13,5 a (b)	14,2 a (b)	13,8 a (b)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	16,1 a (a)	16,5 a (a)	15,4 a (b)	13,6 a (c)	13,5 ab (c)
	B	15,3 a (a)	14,0 b (b)	13,6 b (b)	14,0 a (b)	13,0 b (c)
	Γ	16,1 a (a)	14,0 b (b)	13,3 b (b)	13,4 a (b)	13,6 ab (b)
	Μάρτυρας					
	A	14,0 a (a)	14,5 b (a)	13,7 b (a)	14,1 a (a)	14,3 a (a)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	14,5 a (b)	14,6 a (b)	12,6 a (c)	13,4 a (c)	16,1 a (a)
	B	13,2 b (ab)	12,9 b (b)	12,5 a (b)	12,2 b (b)	14,3 b (a)
	Γ	14,2 a (a)	12,9 b (b)	12,2 a (b)	12,6 b (b)	13,7 b (ab)
	Μάρτυρας					
	A	14,7 a (a)	14,9 a (a)	12,6 a (c)	13,2 a (b)	14,8 b (a)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	14,9 a (a)	12,5 a (c)	12,7 a (c)	13,3 a (b)	14,5 b (a)
	B	14,2 a (b)	12,8 a (c)	12,8 a (c)	13,2 a (bc)	15,5 a (a)
	Γ	13,3 a (a)	12,2 a (a)	12,4 a (a)	12,8 ab (a)	13,8 c (a)
	Μάρτυρας					
	A	14,3 a (a)	13,4 a (b)	12,6 a (c)	12,9 ab (bc)	14,3 b (a)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	14,3 a (a)	13,1 a (b)	12,3 a (c)	13,1 ab (b)	14,0 a (a)
	B	13,3 b (a)	12,8 b (a)	12,5 a (a)	12,5 b (a)	13,6 b (a)
	Γ	13,1 b (ab)	12,7 b (b)	12,4 a (b)	11,5 c (c)	13,7 b (a)
	Μάρτυρας					
	A	14,3 a (a)	12,6 b (c)	12,7 a (c)	13,6 a (b)	13,4 b (b)
Γ	12,7 b (a)	12,7 b (a)	12,8 a (a)	12,3 b (a)	12,2 c (b)	

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

5.4. Συνεκτικότητα

Σε όλες τις θερμοκρασίες και καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος η συνεκτικότητα των λοβών στο τέλος της αποθήκευσης ήταν σημαντικά υψηλότερη σε σχέση με αυτή που μετρήθηκε μετά από 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου είτε η συσκευασία ανοίχτηκε είτε παρέμεινε κλειστή (Πίνακας 5.4). Στις περισσότερες περιπτώσεις οι λοβοί που διατηρήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου σε κλειστές συσκευασίες (μεταχείριση Β) είχαν μεγαλύτερη συνεκτικότητα σε σχέση με τους λοβούς στους οποίους το υλικό συσκευασίας αφαιρέθηκε τη στιγμή που οι λοβοί μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (μεταχείριση Γ). Σε όλες τις θερμοκρασίες και χρόνους αποθήκευσης επίσης, η συνεκτικότητα των λοβών του μάρτυρα (ανοικτή συσκευασία) ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη των λοβών που ήταν καλυμμένοι με πλαστικό. Μεταξύ των θερμοκρασιών παρατηρήθηκε υψηλότερη συνεκτικότητα στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 2°C σε κάθε χρόνο αποθήκευσης ακόμη κι όταν οι λοβοί στη συνέχεια παρέμειναν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (είτε κλειστοί είτε ανοικτοί) αλλά όχι πάντα σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (Πίνακας 5.4).

Πίνακας 5.4. Συνεκτικότητα (Kg) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,57 a (a)	1,22 a (b)	1,22 a (b)	1,22 a (b)	1,25 a (b)
	B	1,08 c (a)	0,71 b (c)	0,89 b (b)	0,99 b (ab)	1,07 b (a)
	Γ	0,83 d (a)	0,35 c (b)	0,37 c (b)	0,35 c (b)	0,43 d (b)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,93 d (a)	0,34 c (b)	0,31 c (b)	0,38 c (b)	0,39 d (b)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,42 a (a)	1,20 a (b)	1,13 a (b)	1,19 a (b)	1,19 a (b)
	B	0,99 c (a)	0,79 b (bc)	0,71 b (c)	0,81 b (bc)	0,94 b (ab)
	Γ	0,95 c (a)	0,48 c (b)	0,20 c (c)	0,49 c (b)	0,49 c (b)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,87 d (a)	0,77 b (b)	0,30 c (c)	0,33 c (c)	0,26 d (c)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,47 a (a)	1,23 a (b)	1,26 a (b)	1,08 a (c)	1,07 a (c)
	B	0,92 c (a)	0,97 a (a)	0,71 b (a)	0,87 b (a)	0,90 a (a)
	Γ	0,79 d (a)	0,90 a (a)	0,33 d (b)	0,39 c (b)	0,36 b (b)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,83 d (a)	0,72 b (b)	0,25 d (c)	0,20 d (c)	0,22 c (c)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,44 a (a)	1,25 a (b)	1,10 a (c)	1,10 a (c)	1,03 a (c)
	B	1,23 b (a)	0,83 b (c)	0,69 b (c)	0,99 a (b)	0,99 a (b)
	Γ	1,04 c (a)	0,46 c (b)	0,26 d (d)	0,42 b (bc)	0,30 b (cd)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,67 d (a)	0,37 c (b)	0,26 d (c)	0,23 c (c)	0,23 c (c)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,42 a (a)	0,95 a (b)	1,01 a (b)	0,97 a (b)	0,95 a (b)
	B	0,84 c (a)	0,63 b (ab)	0,61 b (b)	0,78 b (ab)	0,75 b (ab)
	Γ	0,69 c (a)	0,34 d (b)	0,33 d (b)	0,28 d (bc)	0,18 d (c)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,75 c (a)	0,33 d (b)	0,29 d (bc)	0,24 d (c)	0,21 d (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

5.5. Μεταβολή της φωτεινότητας L^*

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα αποτελέσματα έχουν εκφραστεί ως μεταβολή της τιμής της φωτεινότητας ($\Delta L^* = L^*_{\text{αρχική}} - L^*_{\text{τελική}}$). Σε όλες τις περιπτώσεις το ΔL^* έχει θετική τιμή το οποίο σημαίνει ότι παρατηρήθηκε μείωση της φωτεινότητας των λοβών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Οι αρχικές τιμές της φωτεινότητας (L^*) των λοβών πριν την αποθήκευση κυμάνθηκαν μεταξύ 62,0 και 67,2.

Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης μέχρι 10 ημέρες, παρατηρήθηκε ότι η μεγαλύτερη μεταβολή στη φωτεινότητα L^* του χρώματος προέκυψε στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C αλλά όχι πάντοτε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο. Στους 2°C η μείωση της φωτεινότητας L^* ήταν επίσης σχετικά μεγάλη ιδιαίτερα από την 6^η ημέρα, ενώ στους 6 και 8°C η μεταβολή στην τιμή της φωτεινότητας L^* ήταν μικρότερη από 1 μονάδα έως την 10^η ημέρα (Πίνακας 5.5). Σε όλες τις θερμοκρασίες η μείωση της τιμής της φωτεινότητας L^* του χρώματος ήταν μεγαλύτερη όταν αφαιρέθηκε το υλικό συσκευασίας και οι λοβοί παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες στο τέλος της αποθήκευσης (χειρισμός Γ). Όταν οι λοβοί παρέμειναν σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (χειρισμός Β) η απώλεια της φωτεινότητας L^* του χρώματος ήταν αυξημένη, αλλά λιγότερο από αυτή του χειρισμού Γ. Σε όλες τις θερμοκρασίες και όλους τους χρόνους αποθήκευσης η απώλεια της φωτεινότητας L^* του χρώματος ήταν μεγαλύτερη στους λοβούς στην ανοικτή συσκευασία (μάρτυρας) σε σχέση με τους αντίστοιχους λοβούς στη κλειστή συσκευασία (χειρισμός Α) (Πίνακας 5.5).

Συνοψίζοντας, από τα αποτελέσματα του Πίνακα 5.5. διαπιστώνεται ότι η φωτεινότητα των λοβών ως δείκτης της ποιότητας διατηρείται καλύτερα στους λοβούς που αποθηκεύονται σε θερμοκρασία 6-8°C. Η απώλεια φωτεινότητας στους 10°C πιθανόν να σχετίζεται με το μεγαλύτερο ρυθμό μεταβολισμού των λοβών στην σχετικά υψηλή αυτή θερμοκρασία, ενώ στους 2°C (ακόμη και στους 4°C αλλά σε μικρότερο βαθμό) η απώλεια της φωτεινότητας πιθανόν να οφείλεται σε κρυοτραυματισμό.

Πίνακας 5.5. Μεταβολή της φωτεινότητας (παράμετρος L^*) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,88 c (a)	0,74 c (a)	0,44 c (a)	0,55 c (a)	1,05 d (a)
	B	0,55 c (b)	0,74 c (b)	0,67 c (b)	1,68 b (a)	2,01 c (a)
	Γ	2,11 b (c)	2,64 a (bc)	2,38 a (bc)	3,59 a (a)	3,08 b (ab)
	Μάρτυρας					
	Γ	4,72 a (a)	2,33 a (b)	2,33 a (b)	3,79 a (a)	4,16 a (a)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,99 e (ab)	0,74 d (b)	0,47 d (b)	0,65 d (b)	1,35 d (a)
	B	1,17 d (bc)	1,42 c (abc)	0,70 d (c)	1,60 c (ab)	2,23 c (a)
	Γ	2,36 c (b)	2,67 b (ab)	2,53 b (ab)	4,08 a (a)	2,96 b (ab)
	Μάρτυρας					
	Γ	4,43 a (a)	3,37 a (a)	4,09 a (a)	4,11 a (a)	4,32 a (a)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,32 c (ab)	0,83 d (bc)	0,45 d (c)	0,65 d (c)	1,38 d (a)
	B	1,26 c (b)	1,47 c (b)	1,46 c (b)	1,86 c (ab)	2,93 c (a)
	Γ	2,90 b (a)	3,11 b (a)	3,71 b (a)	4,28 b (a)	3,68 b (a)
	Μάρτυρας					
	Γ	4,77 a (bc)	4,37 a (c)	5,04 a (bc)	5,57 a (ab)	6,32 a (a)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,38 d (ab)	1,32 c (ab)	0,81 d (b)	0,95 d (b)	2,01 d (a)
	B	1,61 c (a)	2,48 bc (a)	2,62 c (a)	3,05 c (a)	3,17 c (a)
	Γ	4,16 b (bc)	3,48 b (c)	3,78 b (c)	5,67 b (ab)	5,93 b (a)
	Μάρτυρας					
	Γ	5,13 a (b)	5,38 a (b)	5,77 a (b)	6,89 a (ab)	8,12 a (a)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	2,46 d (a)	1,51 d (ab)	1,62 d (ab)	1,28 d (b)	3,04 d (a)
	B	2,83 d (b)	2,96 c (b)	3,59 c (b)	4,05 c (ab)	5,68 c (a)
	Γ	4,44 b (b)	3,61 b (b)	4,34 b (b)	8,14 a (a)	6,98 b (ab)
	Μάρτυρας					
	Γ	5,74 a (b)	6,17 a (b)	5,74 a (b)	8,54 a (a)	8,84 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

5.6. Μεταβολή του πράσινου χρώματος (παράμετρος a^*)

Όπως και στα προηγούμενα πειράματα, η περιεκτικότητα των λοβών της μπάμιας σε χλωροφύλλη μειώνεται σταδιακά μετά τη συγκομιδή και επομένως η μεταβολή της παραμέτρου a^* [$\Delta(a^*) = (a^*)_{\text{τελική}} - (a^*)_{\text{αρχική}}$] εμφανίζει σε όλες τις περιπτώσεις θετική τιμή, υποδεικνύοντας μείωση του πράσινου χρωματισμού με την αποθήκευση των λοβών σε όλες τις θερμοκρασίες. Οι αρχικές τιμές της παραμέτρου a^* (λοβοί κατά τη συγκομιδή πριν την αποθήκευσή τους) κυμάνθηκαν από -16,35 έως -17,23.

Η μεταβολή του a^* ήταν μεγαλύτερη στο μάρτυρα (ανοικτή συσκευασία) σε όλους τους χρόνους αποθήκευσης και σε κάθε θερμοκρασία, δηλαδή στην ανοικτή συσκευασία υπήρξε πιο έντονη απώλεια του πράσινου χρώματος σε σχέση με τους λοβούς στις κλειστές συσκευασίες. Παράλληλα, η μείωση του a^* αυξήθηκε κατά τη διάρκεια της shelf life (μεταχειρίσεις Β και Γ) ανεξάρτητα από τη συσκευασία, τη θερμοκρασία και το χρόνο αποθήκευσης (Πίνακας 5.6). Καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης η μεταβολή του a^* ήταν μικρότερη στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C, ενώ στις χαμηλότερες θερμοκρασίες παρατηρήθηκε αρχικά μεγάλη μεταβολή του a^* στους 4 και 6°C (την 2^η και 4^η ημέρα) και στη συνέχεια στους 2°C (6^η-10^η ημέρα). Αξιοσημείωτη είναι η παρατήρηση ότι κατά τη διάρκεια της shelf life (μεταχειρίσεις Β και Γ) η μεγαλύτερη μεταβολή του a^* προέκυψε στους λοβούς που είχαν αποθηκευτεί προηγουμένως στους 2°C ακόμη από τη 2^η ημέρα αποθήκευσης, υποδηλώνοντας την ύπαρξη κρυοτραυματισμού. Στην ανοικτή συσκευασία η απώλεια του πράσινου χρώματος κατά τη διάρκεια της shelf life ήταν ιδιαίτερα υψηλή στους 2°C (από την 2^η ημέρα αποθήκευσης) καθώς και στους 4 και 6°C από την 6^η ημέρα, υποδεικνύοντας μεγαλύτερη ευαισθησία των λοβών σε κρυοτραυματισμό στην ανοικτή συσκευασία.

Πίνακας 5.6. Μεταβολή του πράσινου χρωματισμού (παράμετρος a*) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,19 d (b)	0,44 c (a)	0,42 c (a)	0,18 c (b)	0,16 c (c)
	B	1,19 bc (a)	1,05 b (a)	0,83 c (b)	0,69 b (c)	0,92 a (b)
	Γ	2,33 b (a)	1,90 ab (b)	1,54 b (bc)	1,20 a (c)	0,95 a (c)
	Μάρτυρας					
	Γ	5,36 a (a)	2,54 a (b)	2,72 a (b)	1,19 a (c)	1,11 a (c)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,32 c (b)	0,44 d (ab)	0,59 d (a)	0,31 c (b)	0,17 d (c)
	B	1,67 b (a)	1,43 c (ab)	1,19 c (b)	0,88 c (b)	1,19 b (b)
	Γ	2,22 b (ab)	2,82 b (a)	1,80 b (bc)	1,50 b (cd)	1,20 b (d)
	Μάρτυρας					
	Γ	5,33 a (a)	4,10 a (b)	2,96 a (c)	2,74 a (c)	2,27 a (c)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,56 c (a)	0,57 c (a)	0,55 d (a)	0,61 c (a)	0,39 d (b)
	B	2,86 b (a)	1,90 b (b)	1,67 c (b)	1,01 bc (c)	1,36 b (bc)
	Γ	3,22 ab (a)	2,41 ab (b)	2,44 b (b)	1,58 b (c)	1,48 b (c)
	Μάρτυρας					
	Γ	5,32 a (a)	5,59 a (a)	4,53 a (ab)	3,65 a (b)	2,58 a (c)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,14 c (a)	0,95 c (b)	0,99 d (b)	0,58 c (d)	0,76 c (c)
	B	3,01 b (a)	2,25 b (b)	1,77 c (c)	1,94 b (c)	1,81 b (c)
	Γ	4,04 b (a)	2,61 b (b)	2,94 b (b)	1,96 b (c)	2,07 b (c)
	Μάρτυρας					
	Γ	8,03 a (a)	5,47 a (b)	4,53 a (b)	4,67 a (b)	3,07 a (c)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	1,32 c (a)	1,04 c (b)	1,22 c (a)	1,04 c (b)	0,79 c (c)
	B	5,49 b (a)	2,77 b (b)	2,47 b (b)	2,71 b (b)	2,54 ab (b)
	Γ	7,42 a (a)	2,97 b (c)	4,00 ab (b)	2,42 b (c)	2,11 b (c)
	Μάρτυρας					
	Γ	8,40 a (a)	7,42 a (a)	5,48 a (b)	5,46 a (b)	3,14 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Α. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Α. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

5.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παράμετρος b^*)

Σε όλες τις περιπτώσεις (θερμοκρασία χρόνος και αποθήκευσης) η μεταβολή της παραμέτρου b^* [$\Delta(b^*) = (b^*)_{\text{αρχική}} - (b^*)_{\text{τελική}}$] εμφανίζει θετική τιμή, υποδεικνύοντας μείωση της τιμής b^* και επομένως του κίτρινου χρωματισμού με την αποθήκευση των λοβών. Οι αρχικές τιμές της παραμέτρου b^* (λοβοί κατά τη συγκομιδή πριν την αποθήκευσή τους) κυμάνθηκαν από +32,56 έως +35,32.

Γενικά, η μεταβολή του b^* ήταν μεγαλύτερη στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στην ανοικτή συσκευασία (μάρτυρας) και αυξήθηκε με το χρόνο αποθήκευσης. Στη κλειστή συσκευασία η απώλεια του b^* κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ήταν αρχικά μεγαλύτερη στους 2°C (2^η ημέρα) αλλά από την 4^η ημέρα και μετά γενικά δεν προέκυψαν σημαντικές διαφορές στη μεταβολή του b^* μεταξύ των θερμοκρασιών (Πίνακας 5.7). Με τη μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες (μεταχειρίσεις Β και Γ), η μεταβολή του b^* αυξήθηκε σημαντικά και στις δυο συσκευασίες, σε όλες τις θερμοκρασίες και χρόνους αποθήκευσης. Στις περισσότερες περιπτώσεις η μεταβολή του b^* ήταν μεγαλύτερη όταν η συσκευασία αφαιρέθηκε από τους λοβούς κατά τη shelf life (μεταχείριση Γ) όμως χωρίς ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των θερμοκρασιών.

Πίνακας 5.7. Μεταβολή του κίτρινου χρωματισμού (παράμετρος b*) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,59 c (a)	0,27 c (b)	0,26 d (b)	0,29 c (b)	0,28 d (b)
	B	1,94 b (a)	1,51 b (ab)	1,14 c (b)	1,18 bc (b)	1,92 bc (a)
	Γ	1,26 b (b)	2,63 a (a)	3,07 b (a)	2,79 b (a)	2,40 b (a)
	Μάρτυρας					
	A	0,28 c (b)	1,61 b (a)	1,33 c (a)	0,53 c (b)	1,29 c (a)
	Γ	5,75 a (a)	1,71 b (c)	5,27 a (a)	4,47 a (ab)	3,40 a (b)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,69 c (a)	0,40 c (a)	0,49 d (a)	0,41 c (a)	0,47 c (a)
	B	0,84 c (b)	1,93 b (a)	1,76 c (a)	1,69 b (a)	1,90 b (a)
	Γ	1,84 b (c)	2,60 b (b)	3,46 ab (a)	2,89 b (b)	2,29 ab (bc)
	Μάρτυρας					
	A	2,01 b (a)	2,24 b (a)	2,15 bc (a)	2,39 b (a)	1,73 b (a)
	Γ	4,05 a (a)	4,39 a (a)	5,06 a (a)	4,77 a (a)	3,71 a (a)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,86 b (a)	0,57 c (a)	0,53 c (a)	0,45 c (a)	1,06 d (a)
	B	1,24 b (b)	1,85 bc (a)	1,94 b (a)	1,84 b (a)	2,02 c (a)
	Γ	1,71 b (c)	3,14 b (b)	4,15 a (a)	3,04 b (b)	2,78 a (b)
	Μάρτυρας					
	A	2,13 ab (a)	2,58 b (a)	2,97 b (a)	2,66 b (a)	1,94 c (a)
	Γ	4,76 a (c)	6,21 a (ab)	5,17 a (bc)	7,41 a (a)	3,99 a (c)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,84 b (a)	0,79 c (a)	0,54 c (a)	0,52 c (a)	1,02 b (a)
	B	1,94 b (b)	2,06 bc (b)	2,12 b (b)	2,17 b (b)	2,69 b (a)
	Γ	3,89 b (ab)	3,79 b (ab)	4,26 ab (a)	3,57 b (ab)	2,73 b (b)
	Μάρτυρας					
	A	2,38 b (c)	4,89 b (a)	3,53 ab (b)	2,64 b (bc)	2,18 b (c)
	Γ	9,42 a (a)	7,58 a (a)	5,97 a (b)	8,85 a (a)	5,04 a (b)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,59 c (b)	0,94 c (ab)	0,75 c (ab)	1,15 c (ab)	1,47 c (a)
	B	4,40 b (a)	2,69 b (b)	2,42 bc (b)	2,89 bc (b)	2,71 b (b)
	Γ	7,28 a (a)	3,82 b (b)	5,00 b (ab)	3,38 bc (b)	2,92 b (b)
	Μάρτυρας					
	A	5,14 b (a)	5,20 b (a)	5,07 b (a)	5,01 b (a)	2,62 b (b)
	Γ	8,91 a (a)	10,34 a (a)	8,61 a (a)	9,01 a (a)	4,92 a (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

5.8. Αναπνοή

Στις θερμοκρασίες στις οποίες σύμφωνα με τη βιβλιογραφία (Ryall and Lipton 1979) η μπάμια δεν υφίσταται κρυοτραυματισμούς (8 και 10°C), ο ρυθμός αναπνοής των λοβών που συσκευάστηκαν με φιλμ κυμάνθηκε σε σχετικά χαμηλά επίπεδα (13-15 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ στους 8°C και 14-20 mg CO₂ Kg⁻¹ h⁻¹ στους 10°C) κατά τις 8 ημέρες αποθήκευσης, αλλά αυξήθηκε σημαντικά την 10^η ημέρα στους 8°C πιθανόν υποδηλώνοντας την ανάπτυξη μικροοργανισμών (Πίνακας 5.8). Παρόμοια αναπνευστική συμπεριφορά παρατηρείται στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές συσκευασίες (μάρτυρας).

Στις κλειστές συσκευασίες στους 2, 4 και 6°C ο ρυθμός αναπνοής αυξήθηκε από την 4^η, 6^η και 8^η ημέρα αντίστοιχα, υποδηλώνοντας την διαταραχή του μεταβολισμού των λοβών εξαιτίας των χαμηλών θερμοκρασιών αποθήκευσης. Σταδιακή αύξηση του ρυθμού αναπνοής επίσης παρατηρείται και στις ανοικτές συσκευασίες (μάρτυρας).

Σε όλες τις θερμοκρασίες και τους χρόνους αποθήκευσης, η μετέπειτα διατήρηση των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του ρυθμού αναπνοής που εν μέρει οφείλεται στην αυξημένη θερμοκρασία κάτω από την οποία γίνεται η μέτρηση αλλά και αποτελεί ένδειξη της σοβαρότητας του κρυοτραυματισμού. Για παράδειγμα, στις 8 και 10 ημέρες ο ρυθμός αναπνοής των λοβών που αποθηκεύτηκαν στους 8 και 10°C και μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου ήταν χαμηλότερος (αν και όχι πάντοτε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο) από αυτόν των λοβών που αποθηκεύτηκαν στους 2-6°C είτε οι λοβοί παρέμειναν σε κλειστή (χειρισμός Β) είτε σε ανοικτή (χειρισμός Γ) συσκευασία (Πίνακας 5.8).

Πίνακας 5.8. Ρυθμός αναπνοής ($\text{mL CO}_2 \text{ Kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	9,64 b (a)	7,40 d (a)	11,79 b (a)	6,63 b (a)	7,30 c (a)
	B	30,79 a (a)	30,15 b (a)	21,94 a (b)	20,76 a (b)	15,97 b (c)
	Γ	27,60 a (b)	43,16 a (a)	25,82 a (b)	25,00 a (b)	18,62 b (b)
	Μάρτυρας					
	A	5,00 b (c)	16,22 c (a)	12,50 b (ab)	4,30 b (c)	9,54 c (b)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	16,02 b (a)	10,82 c (b)	10,61 c (b)	8,06 b (b)	8,67 b (b)
	B	33,16 a (a)	34,49 b (a)	25,51 b (b)	14,50 b (c)	16,02 b (c)
	Γ	39,03 a (b)	60,71 a (a)	23,52 b (c)	21,68 b (c)	18,52 b (c)
	Μάρτυρας					
	A	11,10 b (a)	16,73 c (a)	15,51 bc (a)	13,30 b (a)	11,78 b (a)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	16,63 c (a)	15,76 b (a)	11,84 c (a)	14,10 b (a)	18,70 c (a)
	B	32,40 b (ab)	52,09 a (a)	21,37 b (b)	24,80 b (b)	30,10 b (ab)
	Γ	54,03 a (a)	64,23 a (a)	39,69 b (b)	37,80 b (b)	34,90 b (b)
	Μάρτυρας					
	A	12,14 c (c)	20,61 b (b)	19,64 b (b)	19,60 b (b)	47,90 b (a)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	16,98 c (b)	14,74 d (b)	21,68 c (a)	15,40 d (b)	20,12 b (a)
	B	37,14 bc (ab)	55,97 b (b)	76,40 b (a)	47,20 c (ab)	27,34 b (b)
	Γ	60,81 b (a)	59,03 b (a)	58,77 b (a)	72,20 b (a)	89,28 a (a)
	Μάρτυρας					
	A	20,41 c (b)	30,05 c (a)	31,53 c (a)	33,10 c (a)	28,06 b (a)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	20,05 c (ab)	31,99 c (a)	24,23 c (ab)	15,41 d (b)	14,64 c (b)
	B	51,43 b (b)	77,30 b (a)	59,59 b (b)	48,37 c (b)	43,98 b (b)
	Γ	100,46 a (ab)	134,34 a (a)	72,55 b (bc)	66,43 b (bc)	49,23 b (c)
	Μάρτυρας					
	A	25,97 c (a)	25,76 c (a)	34,39 c (a)	48,9 c (a)	39,74 b (a)
	Γ	100,45 a (b)	141,07 a (a)	134,64 a (a)	127,70 a (a)	110,10 a (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

5.9. Αιθυλένιο

Γενικά ως προς τη θερμοκρασία αποθήκευσης τόσο οι λοβοί του μάρτυρα κατά τους χειρισμούς Α και Γ όσο και οι λοβοί που ήταν συσκευασμένοι στο φιλμ³ κατά τους χειρισμούς Α, Β και Γ παρουσίασαν μικρότερη έκλυση αιθυλενίου στους 6, 8 και 10°C σε σχέση με αυτούς που αποθηκεύτηκαν στους 2 ή 4°C καθ' όλη τη διάρκεια του πειράματος, αλλά όχι πάντοτε σε στατιστικά σημαντικό επίπεδο (Πίνακας 5.9).

Η μετρούμενη συγκέντρωση αιθυλενίου στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 2°C ήταν ήδη σχετικά υψηλή ($>0,18 \mu\text{L Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) τη 2^η ημέρα ενώ παρόμοιες υψηλές τιμές βρέθηκαν στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 4°C από την 6^η ημέρα, ίσως υποδηλώνοντας στις δυο αυτές χαμηλές θερμοκρασίες την έναρξη του κρυοτραυματισμού.

5.10. Σύσταση ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης

Παρατηρήθηκε σταδιακή αύξηση της συγκέντρωσης του CO₂ κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης όμως χωρίς ιδιαίτερες διαφορές μεταξύ των θερμοκρασιών αποθήκευσης, μέχρι την 10^η ημέρα όπου η συγκέντρωση του CO₂ φαίνεται να αυξάνεται με τη θερμοκρασία (Πίνακας 5.10). Σε κάθε περίπτωση το %CO₂ αυξάνεται κατά τη shelf life εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας και του επακόλουθου εντονότερου ρυθμού αναπνοής (Πίνακας 5.8).

Η συγκέντρωση αιθυλενίου μέσα στη συσκευασία κυμάνθηκε μεταξύ 0,08 και 0,13 μL/L κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 2 έως 10°C και μετέπειτα αυξήθηκε έως 0,22 μL/L κατά τη διάρκεια της shelf life (Πίνακας 5.10). Οι μεγαλύτερες συγκεντρώσεις αιθυλενίου ανιχνεύτηκαν την 13^η ημέρα (10 ημέρες αποθήκευση + 3 ημέρες shelf life) χωρίς όμως να σχετίζονται με τη θερμοκρασία αποθήκευσης.

Πίνακας 5.9. Ρυθμός παραγωγής αιθυλενίου ($\mu\text{L Kg}^{-1} \text{h}^{-1}$) των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου που αποθηκεύτηκαν σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες ανοικτές ή καλυμμένες με φιλμ 3, καθώς και μετά την παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες με ή χωρίς απομάκρυνση των συσκευασιών.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
2 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,187 a (a)	0,134 c (ab)	0,128 a (ab)	0,074 b (b)	0,131 a (ab)
	B	0,206 a (a)	0,269 b (a)	0,131 a (b)	0,149 ab (b)	0,116 b (b)
	Γ	0,292 a (a)	0,241 b (ab)	0,133 a (b)	0,171 ab (b)	0,182 a (ab)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,288 a (ab)	0,358 a (a)	0,134 a (b)	0,222 a (ab)	0,151 ab (b)
4 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,163 d (a)	0,137 b (a)	0,073 c (b)	0,068 b (b)	0,102 c (ab)
	B	0,201 c (ab)	0,235 ab (a)	0,127 b (b)	0,148 a (b)	0,163 b (b)
	Γ	0,299 a (a)	0,274 ab (a)	0,123 b (b)	0,190 a (ab)	0,094 c (b)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,222 b (b)	1,131 b (a)	0,127 b (c)	0,197 a (b)	0,205 a (b)
6 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,208 b (a)	0,181 c (a)	0,069 c (b)	0,081 d (b)	0,139 b (ab)
	B	0,274 b (b)	0,737 a (a)	0,096 c (c)	0,192 c (bc)	0,142 b (bc)
	Γ	0,667 ab (a)	0,328 b (b)	0,142 b (c)	0,191 c (c)	0,258 a (b)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,935 a (a)	0,281 b (b)	0,264 a (b)	0,258 b (b)	0,182 b (b)
8 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,136 c (b)	0,175 c (a)	0,091 b (c)	0,082 c (c)	0,130 b (b)
	B	0,279 c (b)	0,682 b (a)	0,112 b (c)	0,233 b (b)	0,147 b (c)
	Γ	0,563 b (a)	0,340 bc (ab)	0,112 b (c)	0,259 b (b)	0,115 b (c)
	Μάρτυρας					
	Γ	1,562 a (a)	0,598 b (b)	0,141 ab (c)	0,362 a (cb)	0,155 b (c)
10 ημέρες	Φιλμ3					
	A	0,167 c (a)	0,160 c (a)	0,105 c (b)	0,082 d (b)	0,137 b (ab)
	B	1,521 a (a)	0,428 b (b)	0,167 c (c)	0,130 c (c)	0,047 c (d)
	Γ	1,414 a (a)	0,213 bc (b)	0,121 c (b)	0,136 c (b)	0,122 b (b)
	Μάρτυρας					
	Γ	0,865 b (a)	0,779 a (ab)	0,233 b (bc)	0,404 a (b)	0,128 b (c)
		0,630 b (a)	0,415 b (ab)	0,378 a (ab)	0,299 b (b)	0,256 a (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε διάρκεια αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο λατινικό γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Πίνακας 5.10. Συγκέντρωση CO₂ (%) και C₂H₄ (μL/L) στο εσωτερικό χώρο των συσκευασιών κατά την αποθήκευση λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατιού σε θερμοκρασία 2, 4, 6, 8 και 10°C, για 2, 4, 6, 8 και 10 ημέρες, σε συσκευασίες καλυμμένες με φιλμ.

Ημέρες αποθήκευσης	Χειρισμός	Θερμοκρασία αποθήκευσης				
		2°C	4°C	6°C	8°C	10°C
CO₂ (%)						
2 ημέρες	A	0,16	0,13	0,26	0,16	0,17
	B	0,46	0,64	0,24	0,29	0,55
4 ημέρες	A	0,21	0,40	0,38	0,31	0,24
	B	0,47	0,60	0,56	0,60	0,46
6 ημέρες	A	0,36	0,40	0,37	0,24	0,26
	B	0,53	0,68	0,91	0,80	0,66
8 ημέρες	A	0,46	0,48	0,68	0,47	0,34
	B	0,61	1,39	1,12	0,93	0,68
10 ημέρες	A	0,48	0,59	0,66	0,72	0,97
	B	1,06	1,17	1,19	1,28	1,33
C₂H₄ (μL/L)						
2 ημέρες	A	0,13	0,10	0,10	0,08	0,11
	B	0,14	0,13	0,11	0,12	0,14
4 ημέρες	A	0,13	0,11	0,11	0,10	0,09
	B	0,13	0,14	0,13	0,14	0,12
6 ημέρες	A	0,12	0,10	0,11	0,10	0,10
	B	0,14	0,14	0,12	0,13	0,12
8 ημέρες	A	0,08	0,11	0,09	0,10	0,11
	B	0,15	0,11	0,12	0,14	0,13
10 ημέρες	A	0,12	0,09	0,10	0,12	0,13
	B	0,18	0,16	0,14	0,22	0,15

5.11. Συμπεράσματα

Η μπάμια, όπως και άλλα είδη τροπικής καταγωγής, είναι ευαίσθητη σε χαμηλές θερμοκρασίες και αναφέρεται στη βιβλιογραφία ότι οι λοβοί της παρουσιάζουν συμπτώματα κρυοτραυματισμού σε θερμοκρασίες <7°C περίπου (Ryall and Lipton 1979). Ο λοβός της μπάμιας χαρακτηρίζεται από έντονη αναπνευστική δραστηριότητα η οποία εξαρτάται και από τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Επειδή ο πιο αποτελεσματικός τρόπος ελέγχου του ρυθμού αναπνοής είναι η μείωση της θερμοκρασίας, γίνεται αντιληπτό ότι ο προσδιορισμός της θερμοκρασίας κάτω από την οποία θα προκύψει

κρυοτραυματισμός έχει ιδιαίτερη σημασία για την αποθήκευση της μπάμιας. Προς το παρόν, η έρευνα που αφορά το θέμα του κρυοτραυματισμού στη μπάμια έχει πραγματοποιηθεί με ποικιλίες που παράγουν μεγάλους λοβούς. Για το λόγο αυτό, στην παρούσα εργασία μελετήθηκαν οι μικροί λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου ως χαρακτηριστικό παράδειγμα των ποικιλιών που καλλιεργούνται στην Ελλάδα και στην Τουρκία.

Γενικά, τα αποτελέσματα του πειράματος επιβεβαιώνουν τα αποτελέσματα και συμπεράσματα του πειράματος 1 όσον αφορά την απαίτηση για συσκευασία των λοβών για αποθήκευση και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των λοβών κατά την αποθήκευση και την εν συνεχεία shelf life. Με την εφαρμογή επιπλέον θερμοκρασιών αποθήκευσης στο πείραμα 3 όμως, καταλήγουμε και σε συμπεράσματα σχετικά με την ευαισθησία της ποικιλίας Μπογιατίου σε κρυοτραυματισμό.

Συγκεκριμένα, η απώλεια βάρους των λοβών δεν φάνηκε να σχετίζεται με την ύπαρξη ή όχι του κρυοτραυματισμού διότι κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης για 10 ημέρες η μείωση του βάρους είναι περίπου 10% ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία (2-10°C), ενώ η ραγδαία απώλεια βάρους κατά την εν συνεχεία shelf life δεν διαφέρει μεταξύ των θερμοκρασιών αποθήκευσης, αλλά εξαρτάται από την αφαίρεση ή όχι του υλικού συσκευασίας (Πίνακας 5.1).

Όπως αναφέρεται στη βιβλιογραφία για τη μπάμια και άλλα ευαίσθητα είδη τα συμπτώματα κρυοτραυματισμού συνήθως δεν αναπτύσσονται κατά τη διάρκεια έκθεσης σε χαμηλή θερμοκρασία αλλά μετά τη μεταφορά του προϊόντος σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life). Στο πείραμα 3, οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου που συσκευάστηκαν σε πλαστικό και αποθηκεύτηκαν σε χαμηλές θερμοκρασίες (ακόμη και στους 2°C) παρουσίασαν ελάχιστα στίγματα (αποχρωματισμούς) ή καθόλου μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης και η ποιότητα των λοβών σε αυτό το στάδιο κρίθηκε πολύ ικανοποιητική (Πίνακας 5.2). Σε αντίθεση, οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές συσκευασίες κρίθηκαν μη εμπορεύσιμοι από την 8^η και 10^η ημέρα. Όμως από τα δεδομένα του Πίνακα 5.2, συμπεραίνεται ότι το υλικό συσκευασίας πρέπει να αφαιρεθεί πριν τη shelf life διότι από την 4^η ημέρα και μετά η οπτική εμφάνιση των λοβών που παρέμειναν στη συσκευασία (μεταχείριση Β) κατά τη shelf life ήταν γενικά υποδεέστερη σε σχέση με των λοβών της μεταχείρισης Γ (αφαίρεση του πλαστικού). Αξιοσημείωτη είναι η παρατήρηση ότι η καλύτερη οπτική εμφάνιση των λοβών στο τέλος της αποθήκευσης και κατά τη διάρκεια της shelf life προέκυψε στους λοβούς που είχαν αποθηκευτεί στους 4 ή 6°C. Οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν στους 2°C για 10 ημέρες παρουσίασαν στίγματα και αποχρωματισμούς

κατά τη shelf life χαρακτηριστικά του κρουτραυματισμού, ενώ στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 8 ή 10°C αναπτύχθηκαν μύκητες.

Το % ποσοστό ξηράς ουσίας κατά την αποθήκευση και shelf life κυμάνθηκε μεταξύ 12 και 17% με βάση το νωπό βάρος πριν την αποθήκευση και δεν μπορεί να θεωρηθεί δείκτης της παρουσίας ή όχι του κρουτραυματισμού (Πίνακας 5.3). Εφόσον οι αλλαγές στο % ξηράς ουσίας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και της shelf life είναι σχετικά μικρές συμπεραίνεται ότι η απώλεια βάρους των λοβών οφείλεται κυρίως στην απώλεια νερού και λιγότερο στην αναπνευστική δραστηριότητα και κατανάλωση ξηράς ουσίας. Αντιθέτως, η υψηλότερη συνεκτικότητα των λοβών στους 2°C μπορεί να οφείλεται στην επίδραση της χαμηλής αυτής θερμοκρασίας, κάτι που διαπιστώνεται ακόμη από τη 2^η ημέρα (Πίνακας 5.4). Η μείωση της συνεκτικότητας με το χρόνο αποθήκευσης και κατά τη shelf life συμφωνεί με τα αποτελέσματα του πειράματος 1 και ίσως οφείλεται στην απώλεια νερού.

Η απώλεια της φωτεινότητας επίσης δεν σχετίζεται με τη θερμοκρασία αποθήκευσης των λοβών σε κλειστή συσκευασία, ενώ στην ανοικτή συσκευασία η μεγαλύτερη μείωση του L* που παρατηρείται στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C για 8-10 ημέρες ίσως οφείλεται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών (Πίνακας 5.5). Σε αντίθεση η απώλεια του πράσινου χρώματος (a*) ήταν εντονότερη στους 2°C και αυξήθηκε κατά τη shelf life υποδηλώνοντας έτσι την ύπαρξη κρουτραυματισμού σε αυτή τη θερμοκρασία ακόμη και μετά από 2 ημέρες (Πίνακας 5.6). Στην ανοικτή συσκευασία η απώλεια του πράσινου χρώματος κατά τη διάρκεια της shelf life ήταν ιδιαίτερα υψηλή στους 2°C (από την 2^η ημέρα αποθήκευσης) καθώς και στους 4 και 6°C από την 6^η ημέρα υποδεικνύοντας μεγαλύτερη ευαισθησία των λοβών σε κρουτραυματισμό στην ανοικτή συσκευασία. Φαίνεται λοιπόν ότι η συσκευασία με πλαστικό προστατεύει τους λοβούς από την αρνητική επίδραση των σχετικά χαμηλών θερμοκρασιών (4-6°C) αλλά όχι από τη χαμηλότερη θερμοκρασία (2°C) κατά τη διάρκεια των 10 ημερών αποθήκευσης.

Η απώλεια του πράσινου χρώματος δεν συνοδεύεται με κιτρίνισμα του λοβού, ενώ στη κλειστή συσκευασία η απώλεια του b* ήταν αρχικά μεγαλύτερη στους 2°C (2^η ημέρα), από την 4^η ημέρα και μετά γενικά δεν προέκυψαν σημαντικές διαφοροποιήσεις στη μεταβολή του b* μεταξύ των θερμοκρασιών (Πίνακας 5.7). Συμπερασματικά, φαίνεται ότι η μεταβολή του b* (Πίνακας 5.7) δε σχετίζεται με τη μεταβολή του a* (Πίνακας 5.6) και οπτικά παρατηρείται απώλεια του πράσινου χρώματος χωρίς παράλληλο κιτρίνισμα, έτσι ώστε με την πάροδο του χρόνου αποθήκευσης οι λοβοί αποκτούν μια πιο ανοικτή πράσινη απόχρωση.

Ο ρυθμός αναπνοής στη μπάμια αντανακλά τη μεταβολική δραστηριότητα του λοβού και επηρεάζεται από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος. Ενώ με την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης αναμένεται και αύξηση του ρυθμού αναπνοής, στο πείραμα 3 παρατηρήθηκε αύξηση της παραγωγής CO₂ μόνο μεταξύ 6 και 10°C στις κλειστές συσκευασίες, ενώ αυξημένος ήταν ο ρυθμός αναπνοής στους 2°C υποδηλώνοντας την διαταραχή του μεταβολισμού των λοβών εξαιτίας της χαμηλής αυτής θερμοκρασίας, ενώ στη συνέχεια στις κλειστές συσκευασίες στους 4 και 6°C ο ρυθμός αναπνοής αυξήθηκε από την 6^η και 8^η ημέρα αντίστοιχα υποδηλώνοντας την σταδιακή ανάπτυξη κρυοτραυματισμού (Πίνακας 5.8). Φαίνεται δηλαδή ότι η αύξηση του ρυθμού αναπνοής ως σύμπτωμα κρυοτραυματισμού εμφανίζεται σε χρονικό διάστημα 2-8 ημερών ανάλογα με τη θερμοκρασία, και όσο χαμηλότερη είναι η θερμοκρασία αποθήκευσης τόσο πιο σύντομα προκύπτει ο κρυοτραυματισμός. Με τη μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου ο ρυθμός αναπνοής αυξήθηκε εξαιτίας της αύξησης της θερμοκρασίας. Παρόμοια, η σχετικά μεγαλύτερη έκλυση αιθυλενίου στους λοβούς που συσκευάστηκαν σε πλαστικό και αποθηκεύτηκαν στους 2 ή 4°C σε σχέση με αυτούς στους 6, 8 και 10°C μπορεί να οφείλεται σε μεταβολική διαταραχή λόγω χαμηλών θερμοκρασιών (Πίνακας 5.9), ενώ οι πολύ υψηλές συγκεντρώσεις αιθυλενίου που μετρήθηκαν προς το τέλος του πειράματος πιθανόν προέρχονται είτε από τη διαταραχή του μεταβολισμού λόγω κρυοτραυματισμού (στους 2 και 4°C), είτε από τη δραστηριότητα μικροοργανισμών, ιδιαίτερα στους χειρισμούς Β και Γ (shelf life) σε υψηλή θερμοκρασία (θερμοκρασία δωματίου) κάτω από την οποία γίνονταν οι μετρήσεις. Οι συγκεντρώσεις CO₂ και αιθυλενίου μέσα στις συσκευασίες κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης αντανακλούν τη μεταβολική δραστηριότητα των λοβών σε κάθε μεταχείριση αλλά επίσης εξαρτώνται από τη διαπερατότητα του πλαστικού κάλυψης.

Συμπερασματικά, από τα αποτελέσματα του πειράματος 3 διαπιστώνεται ότι κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης για 10 ημέρες οι λοβοί της Μπογιατίου παρουσιάζουν συμπτώματα κρυοτραυματισμού σε θερμοκρασία 2°C και σε μικρότερο βαθμό στους 4-6°C. Ορατά συμπτώματα δεν εμφανίζονται κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης αλλά κατά τη shelf life. Υπάρχουν όμως ενδείξεις διαταραχής του μεταβολισμού λόγω χαμηλών θερμοκρασιών που προηγούνται των ορατών συμπτωμάτων, όπως η αύξηση του ρυθμού αναπνοής και οι αλλαγές του χρώματος και της συνεκτικότητας. Φαίνεται ότι η συσκευασία των λοβών σε πλαστικό προσφέρει προστασία από κρυοτραυματισμούς, αλλά σε υψηλότερες θερμοκρασίες (8-10°C) μπορεί να ενθαρρύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών, ιδιαίτερα μετά την παραμονή των λοβών για 3 ημέρες σε shelf life.

Πείραμα 4^ο

Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης και της θερμοκρασίας αποθήκευσης στη συντήρηση των λοβών μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου

Η μπάμια ανταποκρίνεται θετικά στην αύξηση της αζωτούχου λίπανσης (Olasantan 1994, Lamont 1999) και η συνιστώμενη ποσότητα αζώτου στη βασική λίπανση για την καλλιέργεια της ποικιλίας Μπογιατίου στην Ελλάδα είναι 2,5-3,0 kg στρέμμα⁻¹ (Ρεκούμη κ.ά. 2003). Πέρα από την επίδρασή του στην παραγωγή το άζωτο ιδιαίτερα σε υψηλές συγκεντρώσεις μπορεί να επηρεάσει την ποιότητα των καρπών και την ανθεκτικότητά τους στην αποθήκευση, π.χ. στην τομάτα (Ολύμπιος 2001). Οι λοβοί της μπάμιας (και ιδιαίτερα οι μικροί λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου) είναι πολύ φθαρτοί με μικρή διάρκεια αποθήκευσης, όπως διαπιστώνεται από τα αποτελέσματα του 1^{ου} πειράματος. Γι' αυτό μελετήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ποιότητα και την αποθηκευτική ζωή των λοβών της Μπογιατίου και τα αποτελέσματα της μελέτης αυτής παρουσιάζονται εδώ.

6.1. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην παραγωγή και το μέγεθος των λοβών

Το μέσο ύψος και ο αριθμός φύλλων ανά φυτό της ποικιλίας Μπογιατίου αυξήθηκαν με την αύξηση της εφαρμοζόμενης αζωτούχου λίπανσης από τα 30 έως τα 150 ppm αλλά ενώ το ύψος των φυτών μειώθηκε σημαντικά στα 450 ppm N ο αριθμός φύλλων δεν επηρεάστηκε από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις N (Πίνακας 6.1). Τόσο ο αριθμός λοβών όσο και το συνολικό βάρος λοβών ανά φυτό ήταν μέγιστα στα 300 ppm N, ενώ η σημαντική μείωση στην παραγωγή λοβών στα 450 ppm προέκυψε κυρίως από τη μείωση του μέσου βάρους λοβού (26% μείωση σε σχέση με το μέσο βάρος των λοβών στα 300 ppm N). Μορφολογικά οι λοβοί στα 450 ppm είχαν σημαντική μικρότερη διάμετρο σε σχέση με τους λοβούς των άλλων μεταχειρίσεων (συγκομιδή στο ίδιο μήκος λοβού).

Πίνακας 6.1. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου σε τρίμηνη θερμοκηπιακή καλλιέργεια και στο μέγεθος των συγκομισμένων λοβών.

Συγκέντρωση N (ppm)	Ύψος φυτού (cm)	Αριθμός φύλλων φυτό ⁻¹	Αριθμός λοβών φυτό ⁻¹	Βάρος λοβών φυτό ⁻¹ (g)	Μέσο βάρος λοβού (g)
30	197,7 c	23,3 b	23,80 c	124,4 b	5,23 b
150	225,3 a	32,3 a	26,13 b	139,5 ab	5,34 a
300	214,3 b	30,3 a	28,13 a	149,8 a	5,33 a
450	183,7 d	30,0 a	23,07 c	91,3 c	3,96 c

Τιμές της ίδιας στήλης που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

6.2. Απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης

Όπως έχει ήδη διαπιστωθεί από το Πείραμα 1, οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου δεν μπορούν να αποθηκευτούν για περισσότερο από 2-3 ημέρες χωρίς συσκευασία ώστε να περιοριστεί η απώλεια σε νερό και βάρος. Γι' αυτό το λόγο στο πείραμα που περιγράφεται εδώ όλοι οι λοβοί τυλίχθηκαν σε πολυαιθυλένιο (φιλμ 2) πριν την αποθήκευση ώστε να μειωθεί ο ρυθμός απώλειας νερού και να διατηρηθεί η καλή οπτική εμφάνιση των λοβών.

Η απώλεια βάρους των λοβών μετά τη συγκομιδή διέφερε ανάλογα με τη θερμοκρασία αποθήκευσης, τη διάρκεια αποθήκευσης και το επίπεδο της αζωτούχου λίπανσης (Πίνακας 6.2). Στους 7°C η απώλεια βάρους ήταν 6-8% την 10^η ημέρα της αποθήκευσης, ενώ στους 10°C η αντίστοιχη απώλεια βάρους ήταν 11-12% (Πίνακας 6.2.A). Ωστόσο όταν στη συνέχεια οι λοβοί μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) για 3 ημέρες ('shelf life') χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας η απώλεια βάρους αυξήθηκε σε 17-20% σε λοβούς που είχαν προηγουμένως αποθηκευτεί στους 7°C και στο 17-28% για αυτούς που είχαν αποθηκευτεί στους 10°C (Πίνακας 6.2.B). Όταν όμως η συσκευασία αφαιρέθηκε στο τέλος της αποθήκευσης και οι λοβοί στη συνέχεια τοποθετήθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) η απώλεια βάρους είναι ραγδαία φτάνοντας το 35-50% σε 3 ημέρες (Πίνακας 6.2.Γ), με αποτέλεσμα οι λοβοί να μην είναι πια εμπορεύσιμοι. Ενώ η απώλεια βάρους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 7°C και 10°C δεν επηρεάστηκε από το επίπεδο του N (Πίνακας 4.2.A), όταν στη συνέχεια οι λοβοί μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας η

απώλεια βάρους ήταν μεγαλύτερη στους λοβούς των 450 ppm N που είχαν αποθηκευτεί στους 10°C (για 5 και 10 ημέρες) ή 7°C (10 ημέρες) (Πίνακας 6.2.B). Όταν όμως το υλικό συσκευασίας αφαιρέθηκε στο τέλος της αποθήκευσης στους 7°C ή 10°C πριν το shelf life η απώλεια βάρους ήταν τόσο μεγάλη που δεν βρέθηκε συγκεκριμένη επίδραση του επιπέδου N (Πίνακας 6.2.Γ). Γι' αυτό στις υπόλοιπες μετρήσεις αυτού του πειράματος (ξηρά ουσία, νιτρικά, χρώμα και συνεκτικότητα) δεν παρουσιάζονται δεδομένα από τη μεταχείριση Γ.

Πίνακας 6.2. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην απώλεια βάρους (% επί του νωπού βάρους πριν την αποθήκευση) των λοβών της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου μετά από αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (Α) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (Β) ή μετά το άνοιγμα της συσκευασίας (Γ).

Συγκέντρωση N (ppm)	7°C		10°C	
	Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
	5	10	5	10
A				
30	3,6 a (d)	6,0 b (b)	4,2 a (c)	12,1 a (a)
150	3,7 a (d)	6,8 b (b)	5,2 a (c)	12,1 a (a)
300	3,9 a (d)	8,2 a (b)	5,6 a (c)	11,1 a (a)
450	4,0 a (d)	7,9 a (b)	6,2 a (c)	11,7 a (a)
B				
30	14,2 a (b)	17,0 b (b)	15,9 b (b)	27,4 a (a)
150	14,1 a (b)	17,2 b (b)	13,2 b (b)	22,4 b (a)
300	14,6 a (c)	19,1 a (b)	14,1 b (c)	23,4 b (a)
450	14,1 a (c)	19,6 a (b)	19,5 a (b)	28,2 a (a)
Γ				
30	36,9 bc (c)	49,8 a (a)	40,2 a (b)	41,7 a (b)
150	34,9 c (b)	46,6 b (a)	35,9 b (b)	44,1 b (a)
300	36,1 ab (ab)	45,3 b (a)	33,6 b (b)	40,2 a (a)
450	38,3 a (b)	43,2 c (a)	35,4 b (b)	44,6 b (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

6.3. Ξηρά ουσία

Η περιεκτικότητα των λοβών σε ξηρά ουσία κατά το στάδιο της συγκομιδής για νωπή κατανάλωση (δηλ. αμέσως πριν την αποθήκευση) κυμάνθηκε μεταξύ 12,45 και

12,90% και ήταν στατιστικά σημαντικά υψηλότερη στα 30 ppm N απ' ότι στα 300 ή στα 450 ppm N (Πίνακας 6.3). Όταν οι λοβοί αποθηκεύτηκαν στους 7°C το ποσοστό ξηράς ουσίας την 10^η ημέρα ήταν χαμηλότερο στους λοβούς από τις μεταχειρίσεις με 300 και 450 ppm N σε σχέση με τους λοβούς από τη μεταχείριση με 30 ppm N. Στους 10°C σημαντική μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας παρατηρήθηκε μόνο στο επίπεδο των 450 ppm N και μόνο την 5^η ημέρα (Πίνακας 6.3.A). Η μετέπειτα μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου χωρίς την αφαίρεση του υλικού συσκευασίας δεν προκάλεσε σημαντική αλλαγή στο ποσοστό ξηράς ουσίας των λοβών (Πίνακας 6.3.B).

Πίνακας 6.3. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στο ποσοστό ξηράς ουσίας (% του νεπού βάρους των λοβών πριν την αποθήκευση) των λοβών της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου πριν και μετά από αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (A) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (B).

Συγκέντρωση N (ppm)	Πριν την αποθήκευση	Θερμοκρασία αποθήκευσης			
		7°C		10°C	
		Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
		5	10	5	10
A					
30	12,90 a (a)	12,25 a (a)	12,82 a (a)	12,15 a (a)	12,00 a (b)
150	12,54 ab (a)	12,34 a (a)	12,62 ab (a)	12,10 a (b)	11,16 a (c)
300	12,45 b (a)	12,42 a (a)	12,16 bc (b)	12,15 a (b)	11,40 a (c)
450	12,46 b (a)	12,36 a (a)	11,90 c (b)	11,48 b (b)	11,51 a (b)
B					
30	12,90 a (a)	12,44 a (a)	12,61 a (a)	12,24 a (b)	11,40 a (c)
150	12,54 ab (a)	12,41 a (a)	12,02 b (a)	12,26 a (b)	11,35 a (c)
300	12,45 b (a)	12,40 a (a)	11,65 c (b)	12,35 a (a)	11,32 a (b)
450	12,46 b (a)	12,14 b (b)	11,96 bc (b)	12,11 a (b)	11,35 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

6.4. Συγκέντρωση νιτρικών στους λοβούς κατά την αποθήκευση

Η συγκέντρωση νιτρικών στους λοβούς της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου στο στάδιο της συγκομιδής για νοπή κατανάλωση αυξήθηκε με την αύξηση της χορηγούμενης ποσότητας αζώτου στη λίπανση με μέγιστη τιμή τα 350 mg NO₃⁻ kg⁻¹ ξηρού βάρους (dry

weight) στα 450 ppm N (Πίνακας 6.4). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης η συγκέντρωση των νιτρικών μειώθηκε και ήταν χαμηλότερη την 10^η ημέρα σε σχέση με την 5^η ημέρα και την αρχική τιμή σε όλα τα επίπεδα N. Την 5^η ημέρα η συγκέντρωση νιτρικών ήταν χαμηλότερη στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C αλλά τη 10^η ημέρα η συγκέντρωση νιτρικών ήταν παρόμοια και στις δύο θερμοκρασίες, με εξαίρεση των λοβών από το επίπεδο των 450 ppm N (Πίνακας 6.4.A). Η μεταφορά των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες χωρίς την αφαίρεση του υλικού συσκευασίας δεν επηρέασε τη συγκέντρωση των νιτρικών στους λοβούς ανεξάρτητα από το επίπεδο N, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια της προηγούμενης αποθήκευσης παρά μόνο σε ελάχιστες περιπτώσεις (Πίνακας 6.4.B).

Πίνακας 6.4. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συγκέντρωση νιτρικών (mg NO₃⁻ kg⁻¹ d.w.) στους λοβούς της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου πριν και μετά από αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (A) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (B).

Συγκέντρωση N (ppm)	Πριν την αποθήκευση	Θερμοκρασία αποθήκευσης			
		7°C		10°C	
		Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
		5	10	5	10
A					
30	90 c (a)	83 c (a)	46 c (b)	40 c (b)	46 c (b)
150	215 b (a)	195 b (a)	102 b (b)	42 c (c)	67 b (c)
300	217 b (a)	189 b (a)	90 b (c)	121 b (b)	90 ab (c)
450	350 a (a)	301 a (a)	198 a (b)	190 a (b)	102 a (c)
B					
30	90 c (a)	74 d (a)	35 d (b)	39 c (b)	38 c (b)
150	215 b (a)	147 c (b)	87 c (c)	39 c (c)	67 b (c)
300	217 b (a)	220 b (a)	158 b (b)	154 b (b)	65 b (c)
450	350 a (a)	351 a (a)	202 a (b)	202 a (b)	130 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε δειγματοληψία A, B) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής (χωριστά σε κάθε θερμοκρασία αποθήκευσης) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

6.5. Το χρώμα των λοβών

Στο στάδιο συγκομιδής για νωπή κατανάλωση οι λοβοί της ποικιλίας Μπογιατίου παρουσίασαν ανοικτό πράσινο χρώμα με τιμές των παραμέτρων L^* , a^* και b^* να κυμαίνονται μεταξύ 64,1 και 65,4 (φωτεινότητα), -15,4 και -16,7 (πράσινο) και από +34,5 έως +34,8 (κίτρινο) αντίστοιχα στην κλίμακα του χρωματόμετρου.

Όπως και στο Πείραμα 1, η μεταβολή της τιμής της φωτεινότητας των λοβών πριν και μετά την αποθήκευσή τους υπολογίστηκε ως ($\Delta L^* = L^*_{\text{αρχική}} - L^*_{\text{τελική}}$). Επομένως, κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση των τιμών του L^* , δηλαδή μείωση της φωτεινότητας των καρπών (Πίνακας 6.5). Η μείωση αυτή ήταν εντονότερη στις 10 ημέρες και αυξήθηκε ακόμη περισσότερο κατά τη διάρκεια της shelf life σε θερμοκρασία δωματίου (22°C). Στους 7°C οι λοβοί που προέρχονταν από τις επεμβάσεις με 300-450 ppm N εμφάνισαν πιο σκούρο (δηλ. λιγότερο φωτεινό) χρώμα σε σχέση με τους λοβούς των 30 και 150 ppm, ενώ στους 10°C δεν προέκυψαν διαφορές σχετικά με τη συγκέντρωση του N.

Πίνακας 6.5. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην τιμή της παραμέτρου L^* (φωτεινότητα) των λοβών κατά τη συγκομιδή (αρχική τιμή) και στην μεταβολή της κατά την αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (A) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (B).

Συγκέντρωση N (ppm)	Αρχική τιμή του L^* (φωτεινότητα)	Θερμοκρασία αποθήκευσης			
		7°C		10°C	
		Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
		5	10	5	10
A					
30	65,43 a	0,18 c (c)	0,85 b (b)	1,25 a (a)	1,69 a (a)
150	64,56 b	0,14 c (c)	0,62 b (b)	1,29 a (a)	1,83 a (a)
300	64,80 b	0,37 b (b)	1,19 ab (a)	1,37 a (a)	1,49 a (a)
450	64,08 c	0,77 a (b)	1,51 a (a)	1,71 a (a)	1,24 a (a)
B					
30	65,43 a	2,37 a (b)	2,34 a (a)	1,35 b (b)	2,72 a (a)
150	64,56 b	2,28 a (a)	2,37 a (a)	1,70 b (b)	2,58 a (a)
300	64,80 b	2,44 a (a)	2,02 a (ab)	1,78 b (b)	2,96 a (a)
450	64,08 c	2,28 a (b)	2,32 a (b)	2,92 a (a)	3,16 a (a)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Παράλληλα κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρήθηκε αύξηση της τιμής του a^* , δηλαδή απώλεια του πράσινου χρώματος (όπως παρουσιάζεται από τις θετικές τιμές της μεταβολής στην τιμή του a^* πριν και μετά την αποθήκευση από τη σχέση: $\Delta(a^*) = (a^*)_{\text{τελική}} - (a^*)_{\text{αρχική}}$ - Πίνακας 6.6). Η απώλεια του πράσινου χρώματος ήταν μεγαλύτερη την 10^η ημέρα και στις 2 θερμοκρασίες αποθήκευσης και στα επίπεδα των 150-450 ppm N σε σχέση με το 30 ppm N (Πίνακας 6.6.A). Γενικά η τιμή του a^* μειώθηκε ακόμη περισσότερο κατά τη διάρκεια της shelf life, με εξαίρεση τους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C για 10 ημέρες (Πίνακας 6.6.B).

Πίνακας 6.6. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην τιμή της παραμέτρου a^* (πράσινο χρώμα) των λοβών κατά τη συγκομιδή (αρχική τιμή) και στην μεταβολή της κατά την αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (A) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (B).

Συγκέντρωση N (ppm)	Αρχική τιμή του a^* (πράσινο)	Θερμοκρασία αποθήκευσης			
		7°C		10°C	
		Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
		5	10	5	10
A					
30	-15,84 b	0,28 b (b)	1,27 b (a)	0,25 b (b)	0,63 b (ab)
150	-16,54 a	0,49 a (b)	1,30 b (a)	0,55 a (b)	1,31 a (a)
300	-16,78 a	0,49 a (b)	1,63 b (a)	0,58 a (b)	1,54 a (a)
450	-16,58 a	0,55 a (c)	2,73 a (a)	0,59 a (c)	1,48 a (b)
B					
30	-15,84 b	1,35 b (a)	1,89 c (a)	0,76 b (b)	0,89 b (b)
150	-16,54 a	1,49 b (b)	2,32 b (a)	0,86 b (c)	0,95 b (c)
300	-16,78 a	1,80 a (b)	3,38 a (a)	1,12 ab (b)	1,32 a (b)
450	-16,58 a	1,46 b (b)	3,45 a (a)	1,46 a (b)	1,36 a (b)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

Αντίστοιχα, από τη σχέση $[\Delta(b^*) = (b^*)_{\text{αρχική}} - (b^*)_{\text{τελική}}]$ παρατηρείται μείωση του κίτρινου χρωματισμού των λοβών με την αποθήκευση (θετικές τιμές μεταβολής) σε όλες τις περιπτώσεις. Η μείωση του κίτρινου χρώματος ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στα 450 ppm N καθ' όλη τη διάρκεια της αποθήκευσης τόσο στους 7°C όσο και στους 10°C, με εξαίρεση τους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C για 10 ημέρες. Επίσης

παρατηρήθηκε ότι η μείωση της τιμής του b^* στο τέλος της αποθήκευσης (την 10^η ημέρα) ήταν μεγαλύτερη στους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 7°C (Πίνακας 6.7A). Όπως στο a^* και στο b^* η τιμή μεταβλήθηκε ακόμη περισσότερο κατά τη διάρκεια της shelf life σε θερμοκρασία δωματίου, δηλαδή η απώλεια του πράσινου χρώματος συνοδεύεται με παράλληλη μείωση του κίτρινου (Πίνακας 6.7.B).

Πίνακας 6.7. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην τιμή της παραμέτρου b^* (κίτρινο χρώμα) των λοβών κατά τη συγκομιδή (αρχική τιμή) και στην μεταβολή της κατά την αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (A) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (B).

Συγκέντρωση N (ppm)	Αρχική τιμή του b^* (κίτρινο)	Θερμοκρασία αποθήκευσης			
		7°C		10°C	
		Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
		5	10	5	10
A					
30	34,51 a	0,25 b (b)	1,21 b (a)	0,58 b (b)	0,51 a (b)
150	34,75 a	0,57 b (b)	1,26 b (a)	0,44 b (b)	0,39 a (b)
300	34,70 a	0,57 b (b)	1,27 b (a)	0,48 b (b)	0,72 a (b)
450	34,87 a	1,87 a (a)	2,19 a (a)	1,01 a (b)	0,84 a (b)
B					
30	34,51 a	1,61 b (a)	1,81 c (a)	1,16 b (b)	1,38 a (ab)
150	34,75 a	2,36 a (a)	2,20 b (a)	1,20 b (b)	1,47 a (b)
300	34,70 a	2,58 a (a)	2,74 a (a)	1,59 ab (b)	1,85 a (b)
450	34,87 a	2,34 a (b)	2,84 a (a)	1,83 a (c)	1,75 a (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

6.6. Η συνεκτικότητα των λοβών

Οι λοβοί που συγκομίστηκαν από φυτά που δέχτηκαν λίπανση με 150 ppm N είχαν αρχικά σχετικά μεγαλύτερη συνεκτικότητα σε σχέση με λοβούς από τις άλλες μεταχειρίσεις (Πίνακας 6.8). Στη συνέχεια όμως, η συνεκτικότητα των λοβών δεν φαίνεται να σχετίζεται ιδιαίτερα με το επίπεδο του N. Ωστόσο ανεξάρτητα από το επίπεδο N η συνεκτικότητα των λοβών μειώθηκε σταδιακά με τη διάρκεια της αποθήκευσης (Πίνακας 6.8A) και ακόμη περισσότερο κατά τη διάρκεια της shelf life (Πίνακας 6.8.B).

Πίνακας 6.8. Η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην συνεκτικότητα των λοβών (Kg) πριν και μετά από αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες σε θερμοκρασία 7°C ή 10°C (A) και όταν στη συνέχεια οι λοβοί κρατήθηκαν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας (B).

Συγκέντρωση N (ppm)	Πριν την αποθήκευση	Θερμοκρασία αποθήκευσης			
		7°C		10°C	
		Διάρκεια αποθήκευσης (ημέρες)			
		5	10	5	10
A					
30	1,29 b (a)	1,15 a (b)	0,87 b (c)	0,88 b (b)	0,89 a (b)
150	1,36 a (a)	1,22 a (b)	1,00 a (c)	1,03 a (b)	0,74 a (c)
300	1,33 ab (a)	1,19 a (b)	0,97 a (c)	0,97 a (b)	0,81 a (c)
450	1,29 b (a)	1,19 a (b)	0,98 a (c)	0,97 a (b)	0,70 a (c)
B					
30	1,29 b (a)	0,83 a (b)	0,72 a (b)	0,72 a (b)	0,54 ab (c)
150	1,36 a (a)	0,88 a (b)	0,75 a (b)	0,72 a (b)	0,63 a (b)
300	1,33 ab (a)	0,72 b (b)	0,68 a (b)	0,74 a (b)	0,60 a (b)
450	1,29 b (a)	0,73 b (b)	0,69 a (b)	0,74 a (b)	0,41 b (c)

- Τιμές της ίδιας στήλης (χωριστά για κάθε χειρισμό A, B, Γ) που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ. σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.
- Τιμές της ίδιας γραμμής που ακολουθούνται από το ίδιο γράμμα μέσα σε παρένθεση δε διαφέρουν στατιστικά σημαντικά σύμφωνα με το κριτήριο της Ε.Σ.Δ σε επίπεδο σημαντικότητας $p=0,05$.

6.7. Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού διαπιστώνεται ότι η συγκέντρωση της αζωτούχου λίπανσης κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας όχι μόνο σχετίζεται με την παραγωγή της μπάμιας αλλά επηρεάζει και την ποιότητα και μετασυλλεκτική συμπεριφορά των λοβών. Η παραγωγή της ποικιλίας Μπογιατίου ήταν μέγιστη στα 300 ppm N, ενώ στα 450 ppm N η παραγωγή μειώθηκε εξαιτίας της μείωσης του αριθμού λοβών ανά φυτό (σε σχέση με τα 300 ppm N) και της μείωσης του μέσου βάρους του λοβού (σε σχέση με τα 30-300 ppm N), κυρίως μέσω της μείωσης της διαμέτρου του.

Η ποιότητα των λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου χαρακτηρίζεται από το μικρό, ομοιόμορφο μέγεθος, το ανοικτό πράσινο χρώμα και την τρυφερή αλλά συνεκτική σύστασή τους. Επίσης, η χαμηλή περιεκτικότητα των λοβών σε νιτρικά θεωρείται θετικό χαρακτηριστικό, ενόψει των επιφυλάξεων που έχουν εκφραστεί σχετικά με το ρόλο των νιτρικών στην ανθρώπινη υγεία.

Από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης διαπιστώνεται (όπως στο 1^ο και 2^ο πείραμα) ότι η απώλεια νερού (δηλαδή βάρους) των λοβών αποτελεί ίσως τον κύριο περιοριστικό παράγοντα για τη μετασυλλεκτική ζωή των λοβών της μπάμιας. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 7 °C ή 10 °C η απώλεια βάρους ήταν 6-8% και 11-12% αντίστοιχα χωρίς σημαντική επιρροή της συγκέντρωσης του N και η ποιότητα του λοβού (χρώμα και συνεκτικότητα) καλή. Ωστόσο όταν στη συνέχεια οι λοβοί μεταφέρθηκαν σε θερμοκρασία δωματίου χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας η απώλεια βάρους ήταν ραγδαία και της τάξης του 17-20% για λοβούς που είχαν αποθηκευτεί στους 7°C και 22-28% για λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 10°C με τις μεγαλύτερες απώλειες στους λοβούς των 450 ppm N. Παράλληλα οι υψηλές συγκεντρώσεις N αυξάνουν την απώλεια του πράσινου χρώματος χωρίς όμως να προκαλούν κιτρίνισμα στους λοβούς διότι παράλληλα μειώνεται ο κίτρινος χρωματισμός. Η υποβάθμιση της ποιότητας των λοβών οφείλεται κυρίως στην εμφάνιση στιγμάτων και μετασυλλεκτικών προσβολών.

Ενώ η συγκέντρωση N επηρέασε την συνεκτικότητα των λοβών στο στάδιο της συγκομιδής (με άριστο επίπεδο τα 150 ppm N, πιθανά σχετιζόμενη θετικά με το υψηλότερο περιεχόμενο των λοβών σε ξηρά ουσία στις χαμηλότερες δόσεις N) δεν είχε επίδραση στο ρυθμό μείωσης της συνεκτικότητας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης ή της shelf life. Όμως η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων μέσα στους λοβούς αυξήθηκε σημαντικά με την αύξηση της αζωτούχου λίπανσης έως τα 350 mg NO₃⁻ kg⁻¹ d.w. σε λοβούς από τη μεταχείριση με 450 ppm N. Η συγκέντρωση αυτή πλησιάζει το μέγιστο επιτρεπτό όριο που ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για μαρούλια και σπανάκι (3500 mg NO₃ Kg⁻¹ NB). Οι χαμηλές συγκεντρώσεις των νιτρικών ιόντων στα κηπευτικά προϊόντα όπως και στη μπάμια προφανώς αποτελούν ένα θετικό ποιοτικό χαρακτηριστικό. Γι' αυτό η μείωση της συγκέντρωσης των νιτρικών στους λοβούς της μπάμιας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης θεωρείται επίσης θετική εφόσον όμως δεν αυξάνεται η περιεκτικότητα των λοβών σε νιτρώδη και η μείωση είναι σημαντικά μεγαλύτερη στα 30-300 ppm N σε σχέση με τα 450 ppm N. Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αν και η μείωση ήταν σημαντική κατά την αποθήκευση των λοβών και εντονότερη στους 10°C από τους 7°C, η περαιτέρω παραμονή των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες δε μείωσε αντίστοιχα το περιεχόμενό τους σε νιτρικά, στις πλείστες των περιπτώσεων.

Κεφάλαιο 4^ο Συζήτηση

Συζήτηση 1^ο και 2^ο πειράματος

Ο λοβός της μπάμιας είναι ένας μη κλιμακτηριακός καρπός που συγκομίζεται στο στάδιο της νωπής κατανάλωσης. Στην Ελλάδα όπως και στην Τουρκία η συγκομιδή της μπάμιας πραγματοποιείται σε πολύ πρώιμο στάδιο ανάπτυξης όταν το μήκος του λοβού είναι <7cm και πολύ συχνά <4cm (Koutsos 2009, Duzyaman 2009), ενώ σε άλλες χώρες (π.χ. στις Η.Π.Α.) ο λοβός είναι εμπορεύσιμος όταν αποκτά μήκος 7-13 cm (Ryall and Lipton 1979, Lamont 1999). Σύμφωνα με τη διεθνή βιβλιογραφία, θεωρείται ότι η μπάμια μπορεί να αποθηκευτεί για 7-10 ημέρες σε χαμηλές θερμοκρασίες (7-10°C) και υψηλή σχετική υγρασία (90-95% Σ.Υ.) (Lutz and Hardenburg 1977, Ryall and Lipton 1979, Lamont 1999), αλλά οι μελέτες που έχουν γίνει αφορούν αποκλειστικά τους μεγάλους λοβούς των αμερικανικών και ινδικών ποικιλιών και όχι τους μικρούς λοβούς των ελληνικών και τούρκικων (Passam and Rekoumi 2009). Γι' αυτό στα πρώτα δυο πειράματα της διατριβής περιγράφεται η μετασυλλεκτική συμπεριφορά των μικρών λοβών μιας χαρακτηριστικής ελληνικής ποικιλίας (Μπογιατίου) (πείραμα 1) και των μεγάλων λοβών μιας αμερικάνικης ποικιλίας (Clemson Spineless) (πείραμα 2) ώστε να συγκρίνονται εδώ τα χαρακτηριστικά αυτών των δυο τύπων.

Η απώλεια βάρους των λοβών της μπάμιας των ποικιλιών Μπογιατίου και Clemson Spineless προοδευτικά αυξήθηκε με τη διάρκεια αποθήκευσης και ήταν υψηλότερη στους λοβούς του μάρτυρα (μη καλυμμένοι λοβοί) σε σχέση με αυτούς που ήταν συσκευασμένοι είτε στο πλαστικό κουτί (πολυστερίνη) είτε στα φιλμ βινυλίου (φιλμ 2 και φιλμ 3). Επίσης, μεταξύ των υλικών συσκευασίας οι λοβοί στο πλαστικό κουτί είχαν σημαντικά μικρότερη απώλεια βάρους σε σχέση με αυτούς στα φιλμ (φιλμ 2 και φιλμ 3), ενώ δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση του είδους των φιλμ στην απώλεια βάρους των λοβών και των δύο ποικιλιών σε όλες τις περιπτώσεις. Από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας σχετικά με την απώλεια βάρους και την μείωση του περιεχομένου σε ξηρά ουσία των λοβών φαίνεται πως οι λοβοί χάνουν κυρίως νερό και σε πολύ μικρότερη έκταση ξηρά ουσία τόσο κατά την αποθήκευσή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες όσο και κατά την μετέπειτα παραμονή τους σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life) για 3 ημέρες. Τα διάφορα υλικά συσκευασίας (φιλμ, πλαστικά κουτιά, σακούλες πολυαιθυλενίου κ.α.) μειώνουν τη

διάχυση νερού προς την ατμόσφαιρα εφόσον διατηρούν στο εσωτερικό τους υψηλή σχετική υγρασία ανάλογα με την περατότητά τους στους υδρατμούς. Έτσι ο μειωμένος ρυθμός διαπνοής εμποδίζει την υψηλή απώλεια βάρους των λοβών της μπάμιας σύμφωνα και με πρόσφατες αναφορές για διαφορετικά λαχανικά (Tomkins and Cumming 1988, Siomos *et al.* 2002, Rai and Balasubramanian 2010).

Επίσης παρατηρήθηκε ότι οι λοβοί της Clemson Spineless τόσο του μάρτυρα όσο και αυτοί που ήταν καλυμμένοι, είχαν μικρότερη απώλεια βάρους σε σχέση με αυτούς της ποικιλίας Μπογιατίου όταν αποθηκεύθηκαν στους 10°C. Η διαφορά αυτή στην απώλεια βάρους μεταξύ των 2 ποικιλιών μπορεί να οφείλεται σε μορφολογικές και ανατομικές διαφορές μεταξύ των λοβών δεδομένου ότι οι επταγωνικοί λοβοί της Clemson Spineless στο στάδιο της συγκομιδής έχουν μεγαλύτερη διάμετρο σε σχέση με αυτούς της πενταγωνικής Μπογιατίου. Διαφορές στο ρυθμό απώλειας βάρους κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης και shelf life ανάλογα με το γονότυπο παρατηρήθηκαν σε μελέτη 5 αμερικανικών ποικιλιών με μέσο μήκος λοβών <10 cm (Perkins-Veazie and Collins 1992) και σε μελέτη 4 ποικιλιών συσκευασμένα σε PVC στη Βραζιλία (da Mota *et al.* 2006). Το όριο απώλειας βάρους στο οποίο εμφανίζονται συμπτώματα μάρανσης (δηλ. απώλεια οπτικής ποιότητας) είναι περίπου 10-12% στα περισσότερα κηπευτικά και φρούτα, αλλά τα αποτελέσματα τόσο του 1^{ου} (Μπογιατίου) όσο και του 2^{ου} (Clemson Spineless) πειράματος αποδεικνύουν ότι οι λοβοί της μπάμιας μπορούν να υποστούν σημαντικά μεγαλύτερες απώλειες βάρους (έως και 20%) χωρίς σοβαρά συμπτώματα μάρανσης και υποβάθμισης της ποιότητας. Φαίνεται επομένως πως ο περιοριστικός παράγοντας για την αποθήκευση τόσο της Μπογιατίου όσο και της Clemson Spineless δεν είναι μόνο η απώλεια βάρους (ανάλογα με την μετασυλλεκτική μεταχείριση, οι λοβοί είχαν άριστη εμφάνιση ακόμα και σε απώλεια βάρους 20%), αλλά και η ανάπτυξη μικροοργανισμών και η δημιουργία στιγμάτων (μεταχρωματισμοί) που υποβαθμίζουν την οπτική ποιότητα των λοβών. Οι μεταχρωματισμοί αυτοί παρατηρήθηκαν εντονότερα στις κλειστές συσκευασίες και επομένως φαίνεται ότι προκαλούνται όταν οι λοβοί αποθηκεύονται υπό χαμηλές θερμοκρασίες σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας στο εσωτερικό των συσκευασιών. Ενώ η υψηλή Σ.Υ. συνιστάται για την αποθήκευση των μεγάλων λοβών (Lutz and Hardenburg 1977, Ryall and Lipton 1979, Lamont 1999), ο σχηματισμός σταγόνων νερού προκαλεί την ανάπτυξη κηλίδων και βαθουλωμάτων (Hatton *et al.* 1975, Roy and Behera 2009).

Αντίστοιχα, οι Perkins-Veazie and Collins (1992) κατά την αποθήκευση λοβών μπάμιας αμερικανικών ποικιλιών (συμπεριλαμβανομένης της Clemson Spineless) που

φέρουν σχετικά μεγάλους λοβούς στους 12,5°C, παρατήρησαν καλύτερη οπτική ποιότητα και μικρότερη φθορά κατά τη συσκευασία των λοβών σε κουτιά με καπάκια (όπως το κουτί στην παρούσα εργασία) παρά σε σακούλες και προτείνουν την αποθήκευση των λοβών σε συσκευασίες με εξαερισμό. Όμως η χρήση διάτρητων μεμβρανών αποτελεί ίσως μία καλή εναλλακτική πρόταση (Ngure *et al.* 2009, Roy and Behera 2009) για λοβούς μεγάλου μεγέθους, περιορίζοντας την απώλεια βάρους αλλά παράλληλα μην επιτρέποντας την συσσώρευση υγρασίας σε επίπεδα κορεσμού εντός των συσκευασιών και την ανάπτυξη στιγμάτων στους λοβούς (Hatton *et al.* 1975). Σε προκαταρκτικά πειράματα της παρούσας διατριβής η χρήση διάτρητης μεμβράνης (φιλμ 1) δεν περιόρισε σημαντικά την απώλεια νερού στους μικρού μεγέθους λοβούς και δεν χρησιμοποιήθηκε στη συνέχεια. Στην παρούσα εργασία αν και η οπτική ποιότητα των λοβών διατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα κατά την αποθήκευσή τους σε ανοικτές συσκευασίες, απώλειες βάρους της τάξης των 20% ή περισσότερο, ακόμα και αν δεν επηρεάζουν σημαντικά την εμπορευσιμότητα του προϊόντος (οπτική ποιότητα) αποτελούν σημαντική μετασυσλλεκτική απώλεια περιορίζοντας κατά 1/4 έως 1/3 την παραγωγή που τελικά πωλείται στους καταναλωτές και το εισόδημα του παραγωγού ή του εμπόρου.

Η μείωση της περιεκτικότητας των λοβών σε ξηρά ουσία και στις δύο ποικιλίες (όπως αυτή εκφράζεται ως προς το νωπό βάρος των λοβών πριν την αποθήκευσή τους) πιθανόν να οφείλεται σε διαφορές στο ρυθμό αναπνοής χωρίς όμως να προκύπτει κάποια άμεση συσχέτιση, ενώ παρόμοια αποτελέσματα έχουν αναφερθεί και από τους Babarinde and Fabummi (2009) χωρίς όμως να εξηγήσουν το φαινόμενο. Οι λοβοί της Clemson Spineless είχαν μικρότερη περιεκτικότητα ξηράς ουσίας σε σχέση με αυτούς της Μπογιατίου.

Κατά τη μετασυσλλεκτική διατήρηση των λοβών, παράλληλα με την απώλεια ξηράς ουσίας και νωπού βάρους παρατηρήθηκε και απώλεια συνεκτικότητας. Στο στάδιο συγκομιδής οι λοβοί της ποικιλίας Clemson Spineless έχουν μεγαλύτερη συνεκτικότητα (είναι πιο σκληροί και τραγανοί) σε σχέση με αυτούς της Μπογιατίου, παρά το γεγονός ότι έχουν μικρότερο περιεχόμενο σε ξηρά ουσία. Και στις δύο ποικιλίες, η απώλεια βάρους και η μείωση της συνεκτικότητας παρουσίασαν στενή σχέση, υποδεικνύοντας ότι η απώλεια νερού από τους λοβούς και η έναρξη της μάρανσης οδηγούν σε μαλάκωμά τους. Η σχέση όμως αυτή δεν υφίσταται όταν οι καρποί χάσουν πάνω από το 20-25% του βάρους τους και εμφανίζουν έντονο μαλάκωμα και συμπτώματα μάρανσης. Η απώλεια της συνεκτικότητας ιδιαίτερα κατά τη διάρκεια της παραμονής των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life) μετά την αποθήκευση αποτελεί σχετικό μειονέκτημα όσον αφορά

στην ποιότητα των λοβών. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι σε περίπτωση καθυστέρησης της συγκομιδής της Μπογιατίου (όπως και σε άλλες ποικιλίες) αυξάνεται σημαντικά η περιεκτικότητα των λοβών σε ίνες (Sistrunk *et al.* 1960, Chauhan and Bhandari 1971) με παράλληλα αύξηση στη συνεκτικότητα.

Η μεταβολή του χρώματος των λοβών (που εκφράζεται με αλλαγές στην οπτική εμφάνιση) κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης οφείλεται κυρίως σε σταδιακή μείωση της φωτεινότητας, απώλεια πράσινου χρώματος και μείωση του κίτρινου χρωματισμού. Αξιοσημείωτη είναι η μείωση του κίτρινου χρωματισμού των λοβών κατά την αποθήκευση, υποδεικνύοντας ότι οι λοβοί της μπάμιας δεν κιτρινίζουν με την πρόοδο της αποθήκευσης (όπως προκύπτει σε πολλούς καρπούς και στα φυλλώδη λαχανικά, Ryall and Lipton 1979), αλλά σε συνδυασμό με την απώλεια και του πράσινου χρώματος, αποχρωματίζονται. Στους λοβούς της μπάμιας ο ρυθμός αποικοδόμησης της χλωροφύλλης (δηλαδή η απώλεια του πράσινου χρωματισμού) αναφέρεται ότι επηρεάζεται από τη θερμοκρασία (μεγαλύτερος σε υψηλότερες θερμοκρασίες) και το υλικό συσκευασίας (Finger *et al.* 2008, Babarinde and Fabummi 2009). Αντίθετα, στην παρούσα εργασία δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης (στην ποικιλία Μπογιατίου) ή της κάλυψης των συσκευασιών (και στις δύο ποικιλίες) στη μεταβολή του πράσινου χρωματισμού, αλλά στη φωτεινότητα των λοβών. Στους λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου η απώλεια της φωτεινότητας των λοβών με την αποθήκευση περιορίστηκε στις καλυμμένες συσκευασίες και στη θερμοκρασία των 7 σε σχέση με τους 10°C. Η απώλεια πράσινου χρώματος πιθανόν προωθείται με την αύξηση της συγκέντρωσης του αιθυλενίου (το οποίο μπορεί να προκαλεί την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης) κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης (Baxter and Waters 1990a, Roy and Behera 2009). Όμως, δεν παρατηρήθηκε αντίστοιχη επίδραση στην παρούσα εργασία, γιατί αφενός μεν οι λοβοί του μάρτυρα (ανοικτές συσκευασίες) εμφάνισαν αντίστοιχη απώλεια του πράσινου χρώματος σε σχέση με αυτούς που αποθηκεύτηκαν σε κλειστές συσκευασίες και εκτέθηκαν σε ατμόσφαιρα με αιθυλένιο (όπως προκύπτει από τη μέτρηση της σύστασης της ατμόσφαιρας των συσκευασιών), αφετέρου οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν σε κλειστές συσκευασίες δεν παρουσίασαν σημαντικές διαφορές στην απώλεια του πράσινου χρωματισμού τους, παρά τη μικρότερη συσσώρευση αιθυλενίου στο κουτί σε σχέση με τις καλυμμένες με φιλμ συσκευασίες.

Κατά τις 15 ημέρες αποθήκευσης και κατά τις 3 ημέρες παραμονής σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life) η μεταβολή του πράσινου χρωματισμού ήταν πολύ έντονη. Στους καρπούς (και των δύο ποικιλιών) που παρέμειναν κλειστοί κατά τη shelf life

η μεταβολή του χρωματισμού οφειλόταν κυρίως σε ανάπτυξη στιγμάτων και μεταχρωματισμών λόγω της παρουσίας μικροοργανισμών. Στην Clemson Spineless το άνοιγμα των συσκευασιών κατά τη shelf life προκάλεσε αντίστοιχο αποπρασινισμό, πιθανά λόγω της έκθεσης των λοβών στον ατμοσφαιρικό αέρα που οδηγεί σε ξεθώριασμα του πρασινωπού χρωματισμού (Babarinde and Fabummi, 2009). Παρομοίως οι Rai and Balsubramanian (2010) αναφέρουν ότι η υψηλή θερμοκρασία και το υψηλό O₂ έχουν δυσμενή επίδραση στη χλωροφύλλη.

Επειδή ο λοβός της μπάμιας βρίσκεται σε στάδιο ραγδαίας ανάπτυξης κατά τη συγκομιδή ο ρυθμός αναπνοής είναι σχετικά μεγάλος σε σύγκριση με άλλα κηπευτικά (Ryall and Lipton 1979). Υπό την επιρροή των μειωμένων θερμοκρασιών αποθήκευσης η ένταση της αναπνοής μειώνεται και στις 2 ποικιλίες σε σχέση με αυτόν κατά τη συγκομιδή και στη συνέχεια παραμένει σταθερός μέχρι την 10^η ημέρα αποθήκευσης, ενώ στις 15 ημέρες αποθήκευσης παρατηρείται αύξηση της αναπνοής που πιθανόν οφείλεται στην παρουσία μικροοργανισμών. Ο ρυθμός αναπνοής της μπάμιας επηρεάζεται από τη θερμοκρασία και μειώνεται με την ελάττωση της θερμοκρασίας (Hardenburg *et al.* 1986, Perkins-Veazie 2011). Επομένως, όταν οι λοβοί παρέμειναν για 3 ημέρες μετά την αποθήκευση σε θερμοκρασία δωματίου (22°C) παρουσίασαν αύξηση στο ρυθμό αναπνοής τους. Επίσης, επειδή ο λοβός της μπάμιας είναι μη κλιμακτηριακός η έκλυση αιθυλενίου είναι μικρή (περίπου 0,07 και 0,18 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ στους λοβούς της Μπογιατίου και της Clemson Spineless αντίστοιχα, πριν την αποθήκευση). Με την πρόοδο της αποθήκευσης ο ρυθμός έκλυσης αιθυλενίου αυξάνεται και γίνεται σχετικά υψηλός κατά την 15^η ημέρα αποθήκευσης στις κλειστές συσκευασίες. Οι Baxter and Waters (1990 a) όμοια αναφέρουν χαμηλό ρυθμό παραγωγής αιθυλενίου (0,05 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$) στους λοβούς της Clemson Spineless κατά την έναρξη της αποθήκευσης των λοβών στους 11°C με προοδευτική αύξηση στα επίπεδα των 0,5 $\mu\text{L C}_2\text{H}_4 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$. Η έκλυση αιθυλενίου οφείλεται σε μεταβολικές διαδικασίες στο λοβό αλλά πιθανόν προς το τέλος της αποθήκευσης (10-15 ημέρες) και κυρίως κατά την μεταφορά των συσκευασιών σε θερμοκρασία δωματίου μπορεί να οφείλεται και στη δραστηριότητα μικροοργανισμών (παρατηρήθηκαν μετασυλλεκτικές σήψεις και νεκρωτικές περιοχές). Η ανάπτυξη μικροοργανισμών επίσης φαίνεται να επηρεάζει τη συγκέντρωση των καρπών σε σάκχαρα (κυρίως σακχαρόζη και γλυκόζη). Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης παρατηρείται μείωση της συγκέντρωσης του αμύλου όσο και της σακχαρόζης στους λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου. Σε αντίθεση, η συγκέντρωση των άλλων σακχάρων που μετρήθηκαν (γλυκόζη, φρουκτόζη, ραφφινόζη) δεν παρουσιάζει αξιόλογη μείωση παρά μόνο στα τελευταία στάδια της

αποθήκευσης (φρουκτόζη την 15^η ημέρα) πιθανόν υπό την επιρροή των μικροοργανισμών. Δηλαδή φαίνεται ότι οι ανάγκες για αναπνευστικά υποστρώματα καλύπτονται από την περιεκτικότητα των λοβών σε άμυλο και σακχαρόζη, έχοντας υπόψη όμως ότι η έκλυση CO₂ που μετρήθηκε οφείλεται όχι μόνο στην αναπνευστική δραστηριότητα του περικαρπίου αλλά και στους αναπτυσσόμενους σπόρους οι οποίοι αποθηκεύουν και λιπίδια (έλαια) που χρησιμοποιούνται στην αναπνοή τους (Sohal 2009). Αντίστοιχα, οι Baxter and Waters (1990 b) αναφέρουν μείωση της συγκέντρωσης της σακχαρόζης, γλυκόζης και φρουκτόζης σε σχέση με τη διάρκεια αποθήκευσης λοβών μπάμιας ποικιλίας Clemson Spineless στους 11°C, στον αέρα, όταν η αποθήκευσή τους σε ελεγχόμενες ατμόσφαιρες (5% O₂, 10% CO₂), μείωσε το περιεχόμενό τους σε σακχαρόζη σχεδόν διατήρησε τη γλυκόζη και αύξησε τη φρουκτόζη.

Η περιεκτικότητα των λοβών σε ίνες της ποικιλίας Μπογιατίου αυξάνεται μετά τη συγκομιδή κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Επειδή ο υπολογισμός της περιεκτικότητας των λοβών σε ίνες πραγματοποιήθηκε ως προς την ξηρά ουσία του λοβού, η αύξηση των ινών δεν οφείλεται απλώς στην απώλεια νερού αλλά σε *de novo* σχηματισμό ινών. Έτσι, η σχετική αύξηση που παρατηρείται σε ίνες κατά την αποθήκευση μπορεί να θεωρηθεί επιβλαβής για την ποιότητα. Αντίθετα, οι Adetuyi *et al.* (2008) αναφέρουν μείωση στο περιεχόμενο των λοβών μπάμιας σε ολικές (crude) ίνες κατά την αποθήκευσή τους στους 10°C και επίδραση της κάλυψης των λοβών με μεμβράνη στην απώλεια των ινών μετασυλλεκτικά.

Και στις δύο ποικιλίες που μελετήθηκαν, διαπιστώθηκε ότι υπάρχει δυνατότητα διατήρησης της εμπορευσιμότητας των λοβών κατά τη shelf life (παραμονή σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες) μόνο μετά από αποθήκευση για 5 ημέρες στους 10°C και την παραμονή κατά τη shelf life σε κλειστές συσκευασίες. Από τα αποτελέσματα του 1^{ου} και 2^{ου} πειράματος διαπιστώνεται ότι οι μεγάλοι λοβοί της Clemson Spineless δεν φαίνεται να έχουν μεγαλύτερη αποθηκευτική ζωή από τους μικρούς λοβούς της Μπογιατίου. Η μικρή διάρκεια shelf life των λοβών της μπάμιας φαίνεται να οφείλεται στον υψηλό ρυθμό αναπνοής, στην μεγάλη απώλεια υγρασίας (Tamura and Minamide 1984) καθώς επίσης και στην εμφάνιση στιγμάτων και μικροοργανισμών (Finger *et al.* 2008).

Σε αντίθεση με την θετική επίδραση της κάλυψης των συσκευασιών στην απώλεια βάρους των λοβών σε όλες τις περιπτώσεις, η δημιουργία τροποποιημένης ατμόσφαιρας στο εσωτερικό των συσκευασιών δεν φάνηκε από τα αποτελέσματα της παρούσας μελέτης να επέδρασε σημαντικά στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά της μπάμιας και στις δύο

ποικιλίες που μελετήθηκαν. Αντίθετα, υπάρχουν αναφορές για τη θετική επίδραση των τροποποιημένων (Anandaswamy 1963, Finger *et al.* 2008) και ελεγχόμενων (Baxter and Waters 1990 a, b) ατμοσφαιρών στη μετασυλλεκτική ζωή της μπάμιας, ενώ σε άλλη μελέτη η εφαρμογή ελεγχόμενης ατμόσφαιρας δεν επηρέασε θετικά τη φρεσκάδα του λοβού ή την περιεκτικότητά του σε ασκορβικό οξύ (Ogata *et al.* 1975). Πιθανά, τα σχετικά χαμηλά επίπεδα CO₂ που συσσωρεύτηκαν εντός των συσκευασιών ακόμα και μετά από 15 ημέρες αποθήκευσης, δεν συνετέλεσαν στη δημιουργία ατμοσφαιρών ικανών έτσι ώστε να επιδράσουν στο μεταβολισμό των λοβών και να βελτιώσουν τη μετασυλλεκτική ζωή τους. Κατά την αποθήκευση για 5 και 10 ημέρες και στις δύο ποικιλίες δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερη διαφοροποίηση της αναπνευστικής δραστηριότητας μεταξύ των λοβών που αποθηκεύτηκαν στις διάφορες κλειστές συσκευασίες καθώς και σε σχέση με τους λοβούς που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές συσκευασίες.

Γενικότερα, η κυριότερη επίδραση της κάλυψης των συσκευασιών έγκειται στον περιορισμό της απώλειας νερού, με αποτέλεσμα τη καλύτερη διατήρηση του νωπού βάρους, της φωτεινότητας των λοβών (αλλά όχι και του χρώματός τους), και της συνεκτικότητας κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης, συμφωνώντας με αντίστοιχες αναφορές (Adetuyi *et al.* 2008, Finger *et al.* 2008, Babarinde and Fabummi 2009) για τη θετική επίδραση της κάλυψης με πλαστικές μεμβράνες σε ποιοτικά χαρακτηριστικά λοβών μπάμιας. Παρόλη την αυξημένη μετασυλλεκτική ζωή όμως των λοβών στις καλυμμένες με μεμβράνη συσκευασίες, όπως προαναφέρθηκε παρατηρήθηκε έντονη υποβάθμιση της οπτικής ποιότητας των λοβών ιδιαίτερα μετά την εν συνεχεία shelf life.

Συζήτηση 3^ο πειράματος

Η μπάμια αποτελεί ένα είδος τροπικής προέλευσης, και ο λοβός της κατά την αποθήκευσή του σε θερμοκρασίες κάτω των 7°C παρουσιάζει συμπτώματα κρουτραυματισμού (chilling injury), που εκδηλώνονται ως υδαρείς κηλίδες, ρυτιδώσεις και βαθουλώματα στην επιφάνεια των λοβών (Piker and Morris 1975, Perkins-Veazie and Collins 1992). Για το λόγο αυτό, για τη μπάμια συστήνεται η αποθήκευση σε θερμοκρασίες υψηλότερες των 7°C (Ryall and Lipton 1979, Wang 1989, Sargent *et al.* 1996).

Όπως είχε παρατηρηθεί και στο 1^ο πείραμα, η κάλυψη των συσκευασιών με πλαστική μεμβράνη κατά την αποθήκευση σε χαμηλές θερμοκρασίες καθώς και κατά τη shelf life προστάτευσε τους λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου από έντονη απώλεια βάρους. Έτσι, ανεξάρτητα από τη θερμοκρασία της αποθήκευσης, οι λοβοί στις κλειστές συσκευασίες έχασαν μετά 10 ημέρες αποθήκευσης λιγότερο από 12% του αρχικού βάρους τους, όταν στις ανοικτές συσκευασίες η αντίστοιχη απώλεια έφτασε το 52% καθιστώντας τους λοβούς μη εμπορικούς. Παράλληλα, στις ανοικτές συσκευασίες η απώλεια του βάρους επηρεάστηκε σημαντικά από τη θερμοκρασία αποθήκευσης και εντονότερα με την πρόοδο της αποθήκευσης, με τις ακραίες θερμοκρασίες (2 και 10°C) να προκαλούν τη μικρότερη και τους 8°C την υψηλότερη απώλεια βάρους. Στις κλειστές συσκευασίες αν και η μείωση του βάρους κατά την shelf life ήταν ραγδαία, δεν παρατηρήθηκε σημαντική επίδραση της θερμοκρασίας αποθήκευσης και της εμφάνισης κρουτραυματισμού στη απώλεια βάρους, η οποία όμως αυξήθηκε σημαντικά με την αφαίρεση των υλικών κάλυψης των συσκευασιών. Όμοια, οι Ngure *et al.* (2009) αναφέρουν απώλεια βάρους ανάλογη της θερμοκρασίας (4°C, 8,5°C, 13°C και θερμοκρασία δωματίου) κατά την αποθήκευση μεγάλων σε μέγεθος λοβών μπάμιας (ποικιλίας “Pusa Sawani”) σε ανοικτές συσκευασίες, ενώ η κάλυψη των λοβών με διάτρητο ή μη φιλμ πολυαιθυλενίου, περιόρισε την επίδραση των θερμοκρασιών αποθήκευσης στην απώλεια βάρους τους. Οι Perkins-Veazie and Collins (1992) αντίστοιχα, δεν παρατήρησαν διαφορά στην απώλεια βάρους μεγάλων λοβών μπάμιας πέντε ποικιλιών που αποθηκεύτηκαν σε κλειστές σακούλες στους 3°C και 12,5°C.

Η εκδήλωση συμπτωμάτων κρουτραυματισμού (στίγματα, αποχρωματισμός) στους λοβούς πραγματοποιήθηκε όταν οι λοβοί παρέμειναν για τρεις ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life) και όχι κατά τη διάρκεια αποθήκευσής τους σε χαμηλές

θερμοκρασίες, γεγονός που είναι καλά αποδεδειγμένο και σε άλλα είδη καρπών και λαχανικών τροπικής και υποτροπικής προέλευσης (Ryall and Lipton 1979, Wang 1989). Αν και οι Tamura and Ninamide (1984), Perkins-Veazie and Collins (1992), Finger *et al.* (2008) και Ngure *et al.* (2009) παρατήρησαν συμπτώματα κρυοτραυματισμού χωρίς τη μεταφορά των καρπών σε υψηλότερες θερμοκρασίες μετά την αποθήκευσή τους σε ψυκτικούς θαλάμους, στην παρούσα εργασία η οπτική εμφάνιση των λοβών σε κλειστές συσκευασίες κατά τη διάρκεια των 10 ημερών αποθήκευσης σε όλες τις θερμοκρασίες (ακόμα και στους 2°C) κρίνεται ικανοποιητική, χωρίς να είναι ορατά έντονα συμπτώματα κρυοτραυματισμού. Αντίθετα, με την περαιτέρω παραμονή των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για shelf life εμφανίστηκαν συμπτώματα κρυοτραυματισμού. Στους 2°C ο κρυοτραυματισμός ήταν εμφανής κατά τη shelf life, ενώ οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν στους 4 ή 6°C είχαν την καλύτερη οπτική ποιότητα τόσο κατά το τέλος της αποθήκευσης όσο και μετά τη shelf life, χωρίς να παρουσιάζουν συμπτώματα κρυοτραυματισμού. Συμπεραίνεται δηλαδή ότι οι μικροί λοβοί της Μπογιατίου είναι πιο ανθεκτικοί σε κρυοτραυματισμό σε σχέση με τους μεγάλους λοβούς των αμερικάνικων ποικιλιών (Perkins-Veazie and Collins 1992, Finger *et al.* 2008) επιτρέποντας έτσι την αποθήκευση των λοβών της Μπογιατίου σε χαμηλότερες θερμοκρασίες (π.χ. 6°C). Παράλληλα, η εφαρμογή υψηλότερων θερμοκρασιών (8-10°C) δεν είναι αποτελεσματική εξαιτίας της ανάπτυξης μικροοργανισμών.

Πέρα από την εμφάνιση ορατών συμπτωμάτων κρυοτραυματισμού μόνο στους 2°C, η έλλειψη σημαντικής επίδρασης των υπόλοιπων θερμοκρασιών αποθήκευσης στην απώλεια της ξηράς ουσίας των λοβών κατά την αποθήκευση, στην αναπνευστική τους δραστηριότητα και στη μεταβολή του πράσινου χρωματισμού, αντανακλά την προαναφερθείσα περιορισμένη εμφάνιση κρυοτραυματισμού στους λοβούς της μπάμιας Μπογιατίου, σε θερμοκρασίες έως και 4°C. Η υψηλότερη έκλυση αιθυλενίου κατά τη shelf life από τους λοβούς που αποθηκεύτηκαν στους 2 και 4°C υποδεικνύει καταπόνηση των λοβών σε αυτές τις θερμοκρασίες, αν και μόνο στους 2°C ο κρυοτραυματισμός είναι εμφανής τόσο ως συμπτώματα (κηλίδες) όσο και ως διαταραχή του μεταβολισμού (αυξημένη αναπνοή) καθώς και αύξηση του αποπρασινισμού των λοβών. Φαίνεται πως υπό τις συνθήκες πειραματισμού στην παρούσα εργασία οι λοβοί εμφανίζουν διαταραχή του μεταβολισμού λόγω χαμηλών θερμοκρασιών που προηγούνται των ορατών συμπτωμάτων και μόνο στη χαμηλότερη θερμοκρασία αποθήκευσης (2°C) ο κρυοτραυματισμός έχει τέτοια ένταση ώστε να εμφανίζεται με ορατά συμπτώματα. Η ένταση όμως του κρυοτραυματισμού φαίνεται να σχετίζεται αρνητικά με την απώλεια της

συνεκτικότητας κατά την αποθήκευση, η οποία εντείνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας, ενώ οι λοβοί που αποθηκεύτηκαν στους 2°C παρέμειναν ιδιαίτερα συνεκτικοί ακόμα και μετά από 10 ημέρες αποθήκευσης και κατά τη shelf life.

Το γεγονός ότι η εμφάνιση των λοβών στους 4 ή 6°C ήταν καλύτερη όταν οι συσκευασίες ανοίχθηκαν κατά τη shelf life, παρέχει επιπλέον αποδείξεις για την αρνητική επίδραση της υψηλής σχετικής υγρασίας στο περιβάλλον αποθήκευσης στην εμφάνιση των λοβών της μπάμιας, όπως προαναφέρθηκε και στα πειράματα 1 και 2. Μπορεί επομένως να θεωρηθεί ότι οι χαμηλές θερμοκρασίες των 4 ή 6°C αποτελούν τις ενδεικνύμενες θερμοκρασίες για την αποθήκευση των μικρών λοβών της μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου σε συσκευασίες καλυμμένες με πλαστικές μεμβράνες, αφενός μεν λόγω της καλής οπτικής ποιότητας των λοβών μετά την αποθήκευση και το shelf life, αφετέρου γιατί σε υψηλότερες θερμοκρασίες αποθήκευσης (8 ή 10°C) εμφανίζονται κηλιδώσεις στους λοβούς (που οφείλονται στην ανάπτυξη μικροοργανισμών και όχι σε κρουτραυματισμό) και τελικά μετασυλλεκτικές προσβολές και σήψεις. Ομοίως, οι Ngure *et al.* (2009) παρατήρησαν υποδεέστερη οπτική ποιότητα κατά την αποθήκευση για 21 ημέρες σε πλαστικές συσκευασίες των μεγάλων λοβών της ποικιλίας “Pusa Sawani” στους 8,5°C σε σχέση με τους 4°C, ενώ οι Sargent *et al.* (1996) αναφέρουν κηλιδώσεις στους λοβούς της ποικιλίας “Clemson Spineless” μετά 6 ημέρες αποθήκευσης στους 8°C σε συνθήκες υψηλής σχετικής υγρασίας.

Η ευαισθησία των λοβών στις χαμηλές θερμοκρασίες φαίνεται να επηρεάστηκε από τον τρόπο της συσκευασίας τους κατά την αποθήκευση. Φαίνεται πως η ένταση των συμπτωμάτων του κρουτραυματισμού και ο αποπρασινισμός των λοβών περιορίστηκε με την κάλυψη των λοβών με πλαστικές μεμβράνες κατά την αποθήκευση σε σχετικά χαμηλές θερμοκρασίες (4-6°C) αλλά όχι και στους 2°C, ενώ και κατά τη διάρκεια της shelf life παρατηρήθηκε εντονότερη μείωση της πράσινης απόχρωσης στους 2°C στις ανοιχτές συσκευασίες. Την πιθανή επίδραση των τροποποιημένων ατμοσφαιρών ή της απλής κάλυψης των λοβών με πλαστική μεμβράνη στον περιορισμό των συμπτωμάτων του κρουτραυματισμού στους λοβούς μπάμιας της ποικιλίας Μπογιατίου, υποδεικνύει και η εντονότερη υποβάθμιση της οπτικής ποιότητας των λοβών που αποθηκεύτηκαν σε ανοικτές συσκευασίες υπό χαμηλές θερμοκρασίες (2-6°C) σε σχέση με τους 10°C ήδη από τη 2^η ημέρα της αποθήκευσης, γεγονός που αντιστρέφεται κατά την αποθήκευση σε κλειστές συσκευασίες, ιδιαίτερα κατά τη shelf life.

Η κάλυψη των λοβών της μπάμιας σε πλαστικές συσκευασίες κατά την αποθήκευσή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες έχει αποδειχθεί ότι πέρα από τον περιορισμό

της απώλειας βάρους, μειώνει την ένταση (Fontenot *et al.* 1987) ή καθυστερεί την εμφάνιση (Finger *et al.* 2008) των συμπτωμάτων του κρυοτραυματισμού. Η τεχνική αυτή έχει εφαρμοστεί και σε συνδυασμό με άλλους μετασυλλεκτικούς χειρισμούς για τη διατήρηση της ποιότητας των λοβών της μπάμιας και την αποτροπή κρυοτραυματισμών κατά την αποθήκευσή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες (Lamont 1999), όπως την εμβάπτιση των λοβών πριν την αποθήκευσή τους σε διάλυμα ασκορβικού οξέος (500 ppm) (Aderiye 1985) ή σε διαλύματα αλάτων καλίου και ασβεστίου (Pker and Morris 1975). Δεν είναι ξεκάθαρο όμως εάν απλά η κάλυψη των λοβών και η μείωση της απώλειας βάρους ή η δημιουργία τροποποιημένων ατμοσφαιρών συντελεί στην αποτροπή συμπτωμάτων κρυοτραυματισμού, γιατί και η αποθήκευση σε ελεγχόμενες ατμόσφαιρες (5% έως 10% CO₂) μείωσε την ένταση του κρυοτραυματισμού σε αποθηκευμένους λοβούς στους 5°C (Pker 1976).

Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αν και η συσκευασία των λοβών σε πλαστικό μειώνει την ένταση των συμπτωμάτων του κρυοτραυματισμού, σε υψηλότερες θερμοκρασίες αποθήκευσης (8-10°C) όπως έχει αναφερθεί και στα πειράματα 1 και 2 μπορεί να ενθαρρύνει την ανάπτυξη μικροοργανισμών και να μειώσει την οπτική ποιότητα των λοβών προκαλώντας κηλιδώσεις και αποχρωματισμούς, ιδιαίτερα μετά την παραμονή των λοβών για 3 ημέρες σε shelf life.

Συζήτηση 4^ο πειράματος

Οι ελληνικές και τουρκικές ποικιλίες μπάμιας που χαρακτηρίζονται από το μικρό μέγεθος των λοβών τους είναι ευπαθείς στην ταχύτατη απώλεια βάρους και υποβάθμισης της ποιότητάς τους μέσα σε λίγες μέρες όταν αποθηκεύονται κάτω από συνθήκες περιβάλλοντος (Passam and Rekoumi 2009), ενώ σύμφωνα με τα αποτελέσματα των πειραμάτων 1-3 της παρούσας εργασίας, όταν συσκευαστούν σε διάφορα υλικά (φιλμ, πλαστικά κουτιά, σακούλες πολυαιθυλενίου κ.ά.) και αποθηκευθούν στους 7-10°C μπορούν να διατηρήσουν την ποιότητά τους για 10 ημέρες. Επιπλέον οι λοβοί που αποθηκεύθηκαν στους 7°C μπορεί στη συνέχεια να παραμείνουν για 3 ημέρες σε θερμοκρασία δωματίου (shelf life) με ικανοποιητική διατήρηση της ποιότητάς τους παρόλο που υπόκεινται σε μεγάλη απώλεια βάρους (>20%). Με αυτή τη διάρκεια αποθήκευσης συμφωνούν και άλλες μελέτες οι οποίες αναφέρονται στην αποθήκευση των μεγάλου μεγέθους λοβών των Αμερικάνικων ποικιλιών (π.χ. Clemson Spineless) (Ryall and Lipton 1979, Lamont 1999).

Η αζωτούχος λίπανση κατά τη διάρκεια της καλλιέργειας της ποικιλίας Μπογιατίου επηρέασε τη βλαστική ανάπτυξη των φυτών και την απόδοσή τους σε λοβούς. Το ύψος των φυτών και ο αριθμός των φύλλων ανά φυτό αυξήθηκαν με την αύξηση της εφαρμοζόμενης αζωτούχου λίπανσης από τα 30 έως τα 150 ppm, αλλά ενώ το ύψος των φυτών μειώθηκε σημαντικά στα 450 ppm N ο αριθμός φύλλων δεν επηρεάστηκε από τις υψηλότερες συγκεντρώσεις N. Η παραγωγή ενώ ήταν μέγιστη στα 300 ppm N, στα 450 ppm N περιορίστηκε, εξαιτίας της μείωσης του αριθμού των λοβών ανά φυτό σε σχέση με αυτή στα 300 ppm N και του μέσου βάρους του λοβού σε σχέση με αυτή στα 30-300 ppm N, κυρίως μέσω της μείωσης της διαμέτρου του, αφού οι λοβοί σε κάθε περίπτωση συγκομίζονταν σε συγκεκριμένο μήκος (4-5 cm).

Μελέτες που έχουν πραγματοποιηθεί με μεγαλόκαρπες ποικιλίες μπάμιας δείχνουν θετική αντίδραση των φυτών στην αυξημένη εφαρμογή N, τόσο ως προς το ύψος των φυτών (Manga and Mohammed 2006), όσο και ως προς τη παραγωγή λοβών ανά φυτό (Windham 1966, Singh 1995, Olsantan 2009). Πρέπει όμως να σημειωθεί ότι αν και σε αρκετές έρευνες παρατηρήθηκε μία γραμμική αύξηση στην παραγωγή των φυτών με αύξηση της αζωτούχου λίπανσης από τα 56 έως τα 135 kg ha⁻¹ (Ahmad and Tulloch-Reid 1968, Asif and Greig 1972), η άριστη ποσότητα N που απαιτείται, εξαρτάται από γενετικούς, κλιματικούς και εδαφικούς παράγοντες (Majanbu *et al.* 1985), ενώ μπορεί να

σχετίζεται και με τον τρόπο της άρδευσης (Singh and Rajput 2007). Όμως, υπερβολική αζωτούχος λίπανση στην μπάμια μπορεί να οδηγήσει σε έντονη βλαστητική ανάπτυξη και περιορισμό της παραγωγής λοβών (Lamont 1999). Κατά συνέπεια, μελέτες σε μικρόκαρπες ποικιλίες έδειξαν ότι η μπάμια στη λεκάνη της Μεσογείου έχει περίπου κατά 15-25% μικρότερες απαιτήσεις σε αζωτούχο λίπανση σε σχέση με τις μεγαλόκαρπες (Lamont 1999, Ρεκούμη κ.ά. 2003), γεγονός που μπορεί να σχετίζεται με τη χαμηλότερη απόδοση σε συνολικό βάρος λοβών ανά φυτό των μικρόκαρπων έναντι των μεγαλόκαρπων ποικιλιών (Duzyaman and Vural 2003), κάτι που μπορεί να προέρχεται και από τη συγκομιδή των λοβών νωρίς, όταν ακόμη βρίσκονται σε μικρό μέγεθος (4-5 cm μήκος).

Αν και αρκετή έρευνα έχει πραγματοποιηθεί σχετικά με τις ανάγκες των φυτών της μπάμιας σε λιπαντικά στοιχεία και την επίδρασή τους στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών, οι αντίστοιχες αναφορές σχετικά με την επίδραση της λίπανσης στην ποιότητα, το περιεχόμενο σε νιτρικά ιόντα και στην διατηρησιμότητα των λοβών μπάμιας, ιδιαίτερα των μικρόκαρπων ποικιλιών, είναι πολύ περιορισμένες ή δεν υπάρχουν. Στην παρούσα εργασία φάνηκε ότι η δόση της αζωτούχου λίπανσης επέδρασε σημαντικά στην ποιότητα των λοβών κατά τη συγκομιδή, αλλά σε μικρότερο βαθμό στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά τους. Η ποιότητα των λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου χαρακτηρίζεται από το μικρό, ομοιόμορφο μέγεθος, το ανοικτό πράσινο χρώμα και την τρυφερή αλλά συνεκτική σύστασή τους. Η αύξηση της αζωτούχου λίπανσης προκάλεσε σταδιακή μείωση του ποσοστού ξηράς ουσίας και της φωτεινότητας των λοβών και αύξησε το περιεχόμενό τους σε νιτρικά ιόντα. Αντίστοιχα, οι λοβοί στο χαμηλότερο επίπεδο N (30 ppm) είχαν λιγότερο έντονο πράσινο χρώμα και χαμηλότερη συνεκτικότητα, η οποία όμως επηρεάστηκε αρνητικά και με αύξηση της δόσης του N πάνω από τα 300 ppm.

Η απώλεια βάρους κατά την αποθήκευση, που όπως αποδείχθηκε από τα αποτελέσματα της παρούσας εργασίας οφείλεται κυρίως σε απώλεια νερού, αποτελεί έναν από τους περιοριστικούς παράγοντες για την μετασυλλεκτική ζωή των λοβών της μπάμιας. Έτσι όπως και στα πειράματα 1 και 3 και εδώ διαπιστώθηκε ότι επηρεάζεται τόσο από τη διάρκεια όσο και από τη θερμοκρασία αποθήκευσης. Κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης στους 7°C ή 10°C η απώλεια βάρους ήταν σχετικά χαμηλή στα επίπεδα των 6-8% και 11-12% αντίστοιχα, ενώ και η εν γένει ποιότητα των λοβών (χρώμα και συνεκτικότητα) διατηρήθηκε σε ικανοποιητικά επίπεδα, χωρίς να παρατηρηθεί σημαντική επίδραση της συγκέντρωσης του N στη μεταβολή των χαρακτηριστικών αυτών. Αντίθετα, με την ραγδαία απώλεια βάρους κατά τη shelf life, ακόμα και χωρίς το άνοιγμα της συσκευασίας, οι λοβοί των 450 ppm N εμφάνισαν υψηλότερες απώλειες, γεγονός που αποδίδεται στη

μικρότερη διάμετρο και στο χαμηλότερο νωπό βάρος που είχαν οι λοβοί αυτοί κατά τη συγκομιδή τους, αφού η δόση της αζωτούχου λίπανσης τουλάχιστον από τα 150 ppm και πάνω δεν επέδρασε σημαντικά στο περιεχόμενο των λοβών σε ξηρά ουσία. Με το άνοιγμα των συσκευασιών κατά τη shelf life οι λοβοί έχασαν περίπου το 40% του αρχικού βάρους τους, με αποτέλεσμα να καταστούν μη εμπορεύσιμοι σε κάθε επίπεδο αζωτούχου λίπανσης.

Η μεταβολή στο χρώμα των λοβών επηρεάστηκε κυρίως από την διάρκεια αποθήκευσης. Έτσι παρατηρήθηκε σταδιακή μείωση των τιμών του L^* , δηλαδή μείωση της φωτεινότητας των λοβών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης. Η μείωση αυτή ήταν εντονότερη στις 10 ημέρες και στις δύο θερμοκρασίες και αυξήθηκε ακόμη περισσότερο κατά τη διάρκεια της shelf life σε θερμοκρασία δωματίου. Παρόμοια μεταβολή παρατηρήθηκε και στις τιμές των παραμέτρων a^* (πράσινη απόχρωση) και b^* (κίτρινη απόχρωση). Η ένταση του πράσινου χρώματος των λοβών σε όλες τις μεταχειρίσεις μειώθηκε κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης με την μεγαλύτερη μείωση να εμφανίζονται οι λοβοί που συγκομίστηκαν από φυτά που δέχθηκαν το υψηλότερο επίπεδο N (450 ppm). Η απώλεια του πράσινου χρώματος πιθανόν προωθείται με την αύξηση της συγκέντρωσης του αιθυλενίου (το οποίο μπορεί να προκαλεί την αποικοδόμηση της χλωροφύλλης) κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης (Baxter and Waters 1990a, Roy and Behera 2009). Στην παρούσα μελέτη η απώλεια του πράσινου χρώματος δεν συνοδεύτηκε από κιτρίνισμα των λοβών διότι παράλληλα μειώνεται ο κίτρινος χρωματισμός (b^*). Η υποβάθμιση της ποιότητας των λοβών που κατά κύριο λόγο παρατηρήθηκε κατά τη shelf life οφείλεται κυρίως στην εμφάνιση στιγμάτων και μετασυλλεκτικών προσβολών.

Η συγκέντρωση του N αν και επηρέασε την συνεκτικότητα των λοβών στο στάδιο της συγκομιδής (η υψηλότερη συνεκτικότητα των λοβών στα 150 ppm N, πιθανά σχετίζεται με την μεγαλύτερη αναλογία σε ξηρά ουσία των λοβών στις χαμηλότερες δόσεις N), δεν επέδρασε στη μείωση της συνεκτικότητας των λοβών μετά την συγκομιδή, η οποία αυξήθηκε με την πρόοδο της αποθήκευσης, την αύξηση της θερμοκρασίας αποθήκευσης και την παραμονή των λοβών μετέπειτα σε shelf life. Θα πρέπει να διευκρινιστεί ότι σε αναφορές (Baxter and Waters 1990 a) για την επίδραση μετασυλλεκτικών χειρισμών στη μεταβολή της συνεκτικότητας των λοβών της μπάμιας, η ανθεκτικότητα των λοβών στην κοπή αυξήθηκε με την πρόοδο της αποθήκευσης, παρά την απώλεια βάρους και το μαλάκωμα των λοβών, ως αποτέλεσμα της αύξησης των ινών και της ξυλοποίησής τους. Αντίθετα, στην παρούσα μελέτη προσδιορίστηκε η αντοχή των λοβών σε διάτρηση, η οποία αποδείχθηκε (πειράματα 1 και 2) ότι σχετίζεται αρνητικά

αλλά σημαντικά με την απώλεια βάρους/νερού και την απώλεια της σπαργής των λοβών και για το λόγο αυτό μειώνεται με την πρόοδο της αποθήκευσης.

Η συγκέντρωση νιτρικών στους λοβούς της μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου στο στάδιο της συγκομιδής για νοπή κατανάλωση αυξήθηκε με την αύξηση της χορηγούμενης δόσης αζώτου κατά την ανάπτυξη των φυτών, με ελάχιστη τιμή τα 90 mg NO₃⁻ kg⁻¹ ξηρού βάρους (στα 30 ppm N) και μέγιστη τιμή τα 350 mg NO₃⁻ kg⁻¹ ξηρού βάρους (στα 450 ppm N). Τα χαμηλότερα επίπεδα νιτρικών της παρούσας εργασίας συμφωνούν με αντίστοιχες συγκεντρώσεις νιτρικών (80-150 mg NO₃⁻ kg⁻¹ ξηρού βάρους) στους λοβούς αιγυπτιακών ποικιλιών μπάμιας (Abo-Bakr *et al.* 1986), ενώ σύμφωνα με τους Asif and Greig (1972) αύξηση της αζωτούχου λίπανσης επέδρασε σε συσσώρευση των νιτρικών ιόντων στους λοβούς της μπάμιας. Αντίστοιχα χαμηλές συγκεντρώσεις νιτρικών έχουν αναφερθεί και στους λοβούς του φασιολιού (*Phaseolus vulgaris* L.) υπό διαφορετικές επεμβάσεις αζωτούχου λίπανσης (Stancheva *et al.* 2004), υποδηλώνοντας πως σε αντίθεση με τα φυλλώδη λαχανικά η συσσώρευση νιτρικών ιόντων στους λοβούς φυτών που καταναλώνονται ως λαχανικά είναι χαμηλή. Έτσι, ακόμα και η υψηλότερη συγκέντρωση νιτρικών που παρατηρήθηκε στην παρούσα εργασία, είναι τουλάχιστον παρόμοια με το μέγιστο επιτρεπτό όριο που ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για μαρούλια και σπανάκι (European Commission 1997), υποδηλώνοντας ότι ακόμα και υπό συνθήκες υψηλής χορήγησης αζώτου στο έδαφος στους λοβούς της μπάμιας δεν συσσωρεύονται νιτρικά σε συγκεντρώσεις επιβλαβείς για την ανθρώπινη υγεία (Santamaria 2006).

Επιπρόσθετα, κατά την αποθήκευση των λοβών σε χαμηλές θερμοκρασίες το περιεχόμενο των λοβών σε νιτρικά μειώθηκε ανάλογα με την διάρκεια της αποθήκευσης και εντονότερα στις υψηλότερες θερμοκρασίες αποθήκευσης, υποδηλώνοντας μεταβολισμό των νιτρικών μετά τη συγκομιδή τους. Η μείωση των νιτρικών κατά την αποθήκευση ήταν σημαντικά μεγαλύτερη στους λοβούς των 30-300 ppm N σε σχέση με αυτούς 450 ppm N. Αντίθετα, είναι αξιοσημείωτο ότι η περαιτέρω παραμονή των λοβών σε θερμοκρασία δωματίου για 3 ημέρες (shelf life) χωρίς την αφαίρεση του υλικού συσκευασίας δεν επηρέασε αντίστοιχα σημαντικά τη συγκέντρωση των νιτρικών στους λοβούς ανεξάρτητα από το επίπεδο N, τη θερμοκρασία και τη διάρκεια της προηγούμενης αποθήκευσης. Αντίθετα, στο σπανάκι το περιεχόμενο σε νιτρικά αν και διατηρήθηκε κατά την αποθήκευση για 7 ημέρες στους 5°C, μειώθηκε γρήγορα από την 3^η ημέρα της παραμονής στους 22°C, με σύγχρονη αύξηση των νιτρικών (Chung *et al.* 2004). Αντίστοιχα, οι Poulsen *et al.* (1995), Siomos *et al.* (2002) και Konstantopoulou *et al.* (2010) δεν παρατήρησαν μείωση του περιεχομένου των φύλλων μαρουλιού σε νιτρικά

κατά την αποθήκευσή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες. Δεν υπάρχουν όμως αντίστοιχες αναφορές για την μετασυλλεκτική μεταβολή των νιτρικών σε λοβούς όπως του φασιολιού, της μπάμιας ή των κουκιών. Η παραγωγή νιτρωδών κατά τη διάρκεια της αποθήκευσης είναι πιθανή και στους λοβούς της μπάμιας, γιατί σύμφωνα με τους Abo-Bakr *et al.* (1986) αν και δεν παρατηρήθηκαν νιτρώδη κατά τη συγκομιδή στους λοβούς μπάμιας, μετά από 3 μήνες αποθήκευσης σε ψύξη (-8°C) εμφανίστηκε μείωση στο περιεχόμενό τους σε νιτρικά αλλά αύξηση στα νιτρώδη.

Συμπερασματικά, με βάση τα αποτελέσματα του πειράματος αυτού η εφαρμογή της αζωτούχου λίπανσης για την παραγωγή μικρών λοβών μπάμιας (κυρίως ελληνικών και τουρκικών ποικιλιών) δεν πρέπει να ξεπερνά τα 300 ppm N, εφόσον οι υψηλότερες συγκεντρώσεις (450 ppm) όχι μόνο μειώνουν την παραγωγή αλλά επιδρούν δυσμενώς στην ποιότητα των λοβών κατά τη συγκομιδή (μικρότερη συνεκτικότητα και % περιεκτικότητα ξηράς ουσίας, μεγαλύτερη συγκέντρωση νιτρικών) και την αποθήκευση (μεγαλύτερη απώλεια βάρους και πράσινου χρωματισμού). Σε αντίθεση με την υπάρχουσα βιβλιογραφία που αναφέρεται στην αποθήκευση μεγάλων λοβών (>7 cm μήκος) (Ryall and Lipton 1979, Lamont 1999), οι μικροί λοβοί που προτιμούνται για κατανάλωση στις χώρες της λεκάνης της Μεσογείου δεν μπορούν να αποθηκευθούν για περισσότερο από 2-3 ημέρες σε θερμοκρασία περιβάλλοντος (Passam and Rekoumi 2009) αλλά μπορούν να αποθηκευθούν επιτυχώς στους 7°C για πάνω από 10 ημέρες, ανεξάρτητα από την αζωτούχο λίπανση που έχει εφαρμοστεί κατά την ανάπτυξη των μητρικών φυτών.

Γενικά συμπεράσματα

Στην παρούσα μελέτη μελετήθηκε η μετασυλλεκτική συμπεριφορά των μικρών λοβών μπάμιας της ελληνικής ποικιλίας Μπογιατίου, τόσο σε σχέση με τη αντίστοιχη συμπεριφορά των μεγάλων λοβών της αμερικάνικης ποικιλίας Clemson Spineless, όσο και υπό την επίδραση διαφόρων μετασυλλεκτικών χειρισμών, καθώς και σε σχέση με την δόση της αζωτούχου λίπανσης κατά την ανάπτυξη των φυτών.

Η συγκριτική μελέτη των μετασυλλεκτικών χειρισμών (κάλυψη ή μη της συσκευασίας κατά την αποθήκευση και παραμονή των λοβών για 3 ημέρες σε shelf life) στους λοβούς της Μπογιατίου και της Clemson Spineless, έδειξε ότι:

- Οι λοβοί της Μπογιατίου σε αντίθεση με αυτούς της Clemson Spineless δεν μπορούν να αποθηκευτούν χωρίς συσκευασία εξαιτίας της μεγάλης απώλειας βάρους που παρατηρείται από την 5^η ημέρα αποθήκευσης.
- Στους λοβούς της μπάμιας ανεξάρτητα ποικιλίας, η απώλεια βάρους δεν αποτελεί τον καθοριστικό παράγοντα ποιότητας κατά την αποθήκευση σε κλειστές συσκευασίες, γιατί σε αντίθεση με άλλα κηπευτικά, δεν παρατηρήθηκε ιδιαίτερη υποβάθμιση της ποιότητας ακόμη και μετά από απώλεια 15-20% του νωπού βάρους. Περιοριστικός όμως παράγοντας για τη μετασυλλεκτική ζωή των λοβών είναι η εμφάνιση στιγμάτων και η ανάπτυξη μετασυλλεκτικών ασθενειών, που παρουσιάζονται εντονότερα στις κλειστές συσκευασίες - ιδίως κατά τη shelf life - λόγω της συμπύκνωσης υδρατμών.
- Η χαμηλότερη θερμοκρασία αποθήκευσης (7°C έναντι των 10°C) αύξησε τη μετασυλλεκτική ζωή των λοβών της ποικιλίας Μπογιατίου, δίνοντας τη δυνατότητα διατήρησης έως και 10 ημέρες στους 7°C, με παράλληλη shelf life για 3 ημέρες, προσομοιώνοντας τις συνθήκες κατά τη λιανική πώληση του προϊόντος. Αντίθετα, στους 10°C οι λοβοί είχαν αποδεκτή ποιότητα μετά από 3 ημέρες shelf life μόνο όταν αποθηκεύτηκαν για 5 ημέρες.
- Η χρήση πλαστικών ημιπερατών μεμβρανών περιόρισε την απώλεια βάρους των λοβών και των δύο ποικιλιών, αλλά υποβάθμισε την ποιότητα των λοβών, ανάλογα με τη διάρκεια και τη θερμοκρασία που επικράτησαν κατά την παραμονή των λοβών στις κλειστές συσκευασίες. Όμως, μόνο η χρήση κλειστών συσκευασιών επέτρεψε τη διατήρηση της εμπορευσιμότητας των λοβών κατά την παραμονή τους σε shelf life.

- Η γήρανση των λοβών της Μπογιατίου κατά την αποθήκευσή τους, αντανακλά στη μείωση του περιεχόμενου τους σε άμυλο και σακχαρόζη και στη *de novo* σύνθεση ινών, αν και η αντοχή τους σε διάτρηση μειώθηκε ως αποτέλεσμα της απώλειας νερού.
- Λόγω του μεγαλύτερου μεγέθους τους, οι λοβοί της Clemson Spineless παρουσιάζουν μικρότερο ποσοστό απώλειας βάρους κατά την αποθήκευση συγκριτικά με αυτούς της Μπογιατίου. Παρά το γεγονός αυτό, η μετασυλλεκτική τους ζωή στους 10°C είναι αντίστοιχη με τους λοβούς της Μπογιατίου, διατηρώντας την εμπορευσιμότητά τους μόνο για 5 ημέρες στους 10°C και 3 ημέρες σε shelf-life. Οι λοβοί της Clemson Spineless είναι περισσότερο επιρρεπείς στην ανάπτυξη στιγμάτων, μεταχρωματισμών και μετασυλλεκτικών ασθενειών σε σχέση με αυτούς της Μπογιατίου.

Από τη μελέτη της εμφάνισης κρυοτραυματισμού κατά την αποθήκευση των λοβών της Μπογιατίου σε χαμηλές θερμοκρασίες, διαπιστώθηκε ότι:

- Σε αντίθεση με αναφορές για τους μεγάλους λοβούς των αμερικάνικων και ινδικών ποικιλιών μπάμιας, στους μικρούς λοβούς της ποικιλίας Μπογιατίου συμπτώματα κρυοτραυματισμού εμφανίστηκαν μόνο κατά τη shelf life και ήταν σχετικά περιορισμένα σε έκταση, ακόμα και μετά 10 ημέρες αποθήκευσης σε θερμοκρασία 2°C. Στους 4°C και 6°C ο κρυοτραυματισμός ήταν λιγότερο έντονος και δεν εμφανίστηκε στους 8°C και 10°C, όπου όμως ενθαρρύνθηκε η ανάπτυξη μικροοργανισμών κυρίως στις κλειστές συσκευασίες.
- Η αυξημένη αναπνευστική δραστηριότητα και έκλυση αιθυλενίου από τους λοβούς υποδεικνύουν διαταραχές στο μεταβολισμό των λοβών στις χαμηλές θερμοκρασίες αποθήκευσης, οι οποίες όμως προηγήθηκαν της εμφάνισης ορατών συμπτωμάτων κρυοτραυματισμού, όπως της μείωσης της έντασης του πράσινου χρωματισμού, της εμφάνισης στιγμάτων και μεταχρωματισμών και της μείωσης της συνεκτικότητας των λοβών.

Η διερεύνηση της επίδρασης της αζωτούχου λίπανσης στην ανάπτυξη και παραγωγή των φυτών και στη μετασυλλεκτική συμπεριφορά των λοβών μπάμιας ποικιλίας Μπογιατίου, διαπιστώθηκε ότι:

- Η συγκέντρωση του εφαρμοζόμενου N επηρεάζει την ανάπτυξη και την παραγωγή των φυτών της μπάμιας, με δόσεις N έως και τα 350ppm να επιδρούν θετικά, ενώ

περαιτέρω αύξηση στα 450 ppm N να προκαλεί μείωση της παραγωγής και του μέσου βάρους των παραγόμενων λοβών.

- Αν και η δόση της αζωτούχου λίπανσης επηρέασε κάποια ποιοτικά χαρακτηριστικά των λοβών (π.χ. συνεκτικότητα, περιεχόμενο σε ξηρά ουσία, φωτεινότητα και πράσινο χρωματισμό) δεν επέδρασε αντίστοιχα στη μετασυλλεκτική τους ζωή, με μόνο το επίπεδο των 450 ppm N να παρουσιάζει διαφοροποίηση κατά την αποθήκευση, πιθανά σχετιζόμενο με το μικρότερο μέσο βάρος των λοβών.
- Η συγκέντρωση των νιτρικών ιόντων στους λοβούς αν και αυξήθηκε με την αύξηση της δόσης της αζωτούχου λίπανσης, εν' τούτης είναι σημαντικά χαμηλότερη από αυτή που έχει μετρηθεί και που ορίζεται από την Ευρωπαϊκή Ένωση για τα φυλλώδη λαχανικά, γεγονός που μπορεί να θεωρηθεί ως θετικό ποιοτικό χαρακτηριστικό.
- Αξιοσημείωτη είναι η μείωση του περιεχομένου των λοβών της μπάμιας σε νιτρικά κατά την αποθήκευσή τους σε χαμηλές θερμοκρασίες, αλλά όχι κατά τη shelf life, γεγονός που έρχεται σε αντίθεση με αναφορές σχετικά με το μετασυλλεκτικό μεταβολισμό των νιτρικών ιόντων σε φυλλώδη λαχανικά.

Πρωτοτυπία της διατριβής

Ενώ η μπάμια καλλιεργείται ευρέως στις τροπικές και υποτροπικές περιοχές της γης όπως και στη Λεκάνη της Μεσογείου δεν έχει κερδίσει την προσοχή των ερευνητών όπως πολλά άλλα πιο διαδομένα κηπευτικά, π.χ. τομάτα, φασόλι κλπ. Παράλληλα οι εργασίες στη διεθνή βιβλιογραφία που αφορούν τη μπάμια αναφέρονται σχεδόν αποκλειστικά στις ποικιλίες οι λοβοί των οποίων συγκομίζονται σε σχετικά μεγάλο μέγεθος (>7 cm).

Στην Ελλάδα όπως και στην Τουρκία οι λοβοί της μπάμιας καταναλώνονται σε πολύ μικρό μέγεθος (< 7cm) και η καλύτερη ποιότητα στην αγορά θεωρείται αυτή που έχει μέγεθος < 3-4 cm. Προς το παρόν όμως η μικρή αυτή μπάμια δεν έχει ερευνηθεί σε βάθος ιδιαίτερα όσον αφορά τη μετασυλλεκτική της συμπεριφορά και οι γενικές πληροφορίες που διατυπώνονται σε βιβλία και άρθρα βασίζονται μόνο στις μεγαλόκαρπες -κυρίως αμερικάνικες και ινδικές- ποικιλίες.

Συνεπώς, η πρωτοτυπία της παρούσας διατριβής βρίσκεται στο γεγονός ότι για πρώτη φορά περιγράφεται λεπτομερώς η μετασυλλεκτική συμπεριφορά των μικρών λοβών της ελληνικής μικρόκαρπης ποικιλίας μπάμιας Μπογιατίου. Συγκεκριμένα, ανακοινώνονται για πρώτη φορά τα εξής χαρακτηριστικά των μικρών λοβών:

- 1) Η επίδραση του τρόπου συσκευασίας (ανοικτή ή κλειστή) στην ποιότητα των λοβών κατά τη διάρκεια αποθήκευσης σε δυο θερμοκρασίες (7 και 10°C).
- 2) Τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των μικρών λοβών (αναπνοή και σύνθεση αιθυλενίου) κατά την αποθήκευση σε κλειστές συσκευασίες.
- 3) Η περιεκτικότητα των μικρών λοβών στα κύρια συστατικά: άμυλο, σάκχαρα και ίνες.

Η επίδραση του τρόπου συσκευασίας στην ποιότητα όπως και τα φυσιολογικά χαρακτηριστικά των μικρών λοβών στους 10°C (Πείραμα 1) συγκρίνονται με την ποιότητα και φυσιολογία των λοβών της μεγαλόκαρπης ποικιλίας (Πείραμα 2).

Πρωτότυπη για την μικρόκαρπη μπάμια είναι η μελέτη της επίδρασης χαμηλών θερμοκρασιών (2-10°C) στην ποιότητα των λοβών κατά την αποθήκευση σε κλειστή ή ανοικτή συσκευασία και στη δημιουργία κρυοτραυματισμού. Από τα αποτελέσματα του Πειράματος 3 διαπιστώνεται ότι η εκδήλωση κρυοτραυματισμού στους μικρούς λοβούς διαφέρει απ' αυτή των μεγαλόκαρπων ποικιλιών όπως περιγράφεται στη βιβλιογραφία.

Τέλος για πρώτη φορά μελετήθηκε η επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στην αποθηκευτική συμπεριφορά λοβών της μικρόκαρπης μπάμιας.

Βιβλιογραφία

- Abo-Bakr T.M., El-Iraqi S.M. and Huissen M.H. (1986). Nitrate and nitrite contents of some fresh and processed Egyptian vegetables. *Food Chemistry* **19**: 265-275.
- Aderiye B.I. (1985). Effects of ascorbic acid and pre-packaging on shelf-life and quality of raw and cooked okra (*Hibiscus esculentus*). *Food Chemistry* **16**: 69-77.
- Adetuyi F.O., Osagie A.U. and Adekunle A.T. (2008). Effect of postharvest storage techniques on the nutritional properties of Benin indigenous okra *Abelmoschus esculentus* (L) Moench. *Pakistan Journal of Nutrition* **7 (5)**: 652-657.
- Adetunji I.A. and Chheda H.R. (1989). Seed yield stability of okra as influenced by planting date. *Plant Breeding* **103**: 212-215.
- Ahmad N. and Tulloch-Reid L.I. (1968). Effect of fertilizer nitrogen, phosphorus and magnesium on yield and nutrient content of okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Agronomy Journal* **60**: 353-356.
- Anandaswamy B., Viraktamath C.S., Subarao K.R., Suryanarayan I. and Srivastava H.C. (1963). Pre-packing studies of fresh produce. IV. Okra (*Hibiscus esculentus*). *Food Science (Mysore)* **12**: 332-335.
- Asif M.T. and Greig J.K. (1972). Effects of N, P and K fertilization on fruit yield, macro- and micro-nutrient levels and nitrate accumulation in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Journal of the American Society for Horticultural Science* **97**: 440-442.
- Babarinde G.O. and Fabunmi O.A. (2009). Effects of packaging materials and storage temperature on quality of fresh okra (*Abelmoschus esculentus*) fruit. *Agricultura Tropica et Subtropica* **42**: 151-156.
- Bajaj K.L., Kaur P.P. and Arora S.K. (1988). Varietal variation in the chemical constituents of okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). *Indian Food Packer* **42**: 32-36.
- Barham D. and Trinder P. (1972). An improved color reagent for the determination of blood glucose by oxidase system. *Analyst* **97**: 142-145.
- Baxter L. and Waters L. Jr. (1990a). Controlled atmosphere effects on physical changes and ethylene evolution in harvested okra. *HortScience* **25 (1)**: 92-95.

- Baxter L. and Waters L. Jr. (1990b). Chemical changes in okra stored in air and controlled atmosphere. *Journal of the American Society for Horticultural Science* **115 (3)**: 452-454.
- Cataldo D.A., Haroon M., Schrader L.E. and Youngs V.L. (1975). Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* **6 (1)**: 71-80.
- Chandra S. and Bhatnagar S.P. (1975). Reproductive biology of *Abelmoschus esculentus*. 1. Reproductive behaviour, floral morphology, anthesis and pollination mechanism. *Acta Botanica Indica* **3**: 104-113.
- Chauhan M.S. and Bhandari Y.M. (1971). Pod development and germination studies in okra, (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). *Indian Journal of Agricultural Science* **41 (10)**: 852.
- Chung J., Chou S. and Hwang D. (2004). Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Additives and Contaminants, Part A* **21**: 317-322.
- da Mota W.F., Finger F.L., Cecon P.R., da Silva D.J.H., Corrêa P.C., Firme L.P., and de M Neves L.L. (2006). Shelf life of four cultivars of okra covered with PVC film at room temperature. *Horticultura Brasileira* **24**: 255-258.
- Datta P.C. and Naug A. (1968). A few strains of *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. Their caryological study in relation to phylogeny and organ development. *Beitrag zur Biologie der Pflanzen* **45**: 113-126.
- De Candolle A.P. (1959). Origin of cultivated plants (reprint of the second edition, 1886). Hafner Publishing Co., New York.
- Dekker R.F.H. and Richards N.G. (1971). Determination of starch in plant material. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **22**: 441-444.
- Dhankhar B.S. and Mishra J.P. (2009). Origin, History and Distribution. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, pp 3-23.
- Dhingra R.H. (2009). Morphological Features and Reproductive Biology. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, pp 25-35.

- Duzyaman E. (2009). Okra in Turkey – Domestic Landraces. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, pp. 323-346.
- Duzyaman E. and Vural H. (2003). Managing the variability in okra breeding programs by considering the preferences of the domestic market. *Acta Horticulturae* **598**: 129-135.
- El-Mahdy A.R. and El-Sebaiy L.A. (1984). Preliminary studies on the mucilages extracted from okra fruits, taro tubers, Jew's mellow leaves and fenugreek seeds. *Food Chemistry* **14**: 237-249.
- European Commission (1997). Commission Regulation (EC) No. 194/97 of 31 January 1997. *Official Journal of the European Communities* No. L 31/48-50.
- FAOStat (2010). Commodities production data for 2008. (<http://faostat.fao.org>)
- Finger F.L., Della-Justina M.E., Dias Casali V.W. and Puiatti M. (2008). Temperature and modified atmosphere affect the quality of okra. *Scientia Agricola* **65**: 360-364.
- Fontenot J.F., Wilson P.W., Butts K., Shuh D.M. and Brewer H.M. (1987). Extending the shelf-life of okra pods. *Louisiana Agriculture* **30**: 16-18.
- Ford C.E. (1938). A contribution to a cytogenetical survey of the *Malvaceae*. *Genetica* **20**: 431-452.
- Girase Y.P., Chavan U.D. and Chavan J.K. (2003). Mucilage from okra (*Abelmoschus esculentus*) cortex – extraction and cultivar evaluation. *Journal of Food Science and Technology (Mysore)* **40**: 118-119.
- Hardenburg R.E., Watada A.E. and Wang C.Y. (1986). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, Florist and Nursery Stocks. *U.S. Department of Agriculture Handbook* No. 66.
- Hatton T.T.Jr., Pantastico E.B. and Akamine E.K. (1975). Controlled atmosphere storage, Part III, Individual commodity requirement. In: E.B. Pantastico (ed.) *Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Sub-tropical Fruits and Vegetables*. AVI Pub. Co., Westport, CT.
- Hochreutiner B.P.G. (1924). Cenres nouveaux et discutés de la famille des Malvacées; *Jumelleanthiis*. *Candollea* **2**: 79-90.

- Ilker Y. (1976). *Physiological manifestations of chilling injury and its alleviation in okra fruits (Abelmoschus esculentus (L.) Moench.)*. PhD Dissertation, University of California, Davis.
- Ilker Y. and Morris L.L. (1975). Alleviation of chilling injury of okra. *HortScience* **10**: 324.
- Iremiren G.O., Osara A.W. and Okiy D.A. (1991). Effects of age of harvesting after pod set on growth, yield and quality of okra (*Abelmoschus esculentus*). *Experimental Agriculture* **27**: 33-37.
- Jambhale N.D. and Nerkar Y.S. (1998). Okra. In: D.K. Salunkhe and S.S. Kadam (eds) *Handbook of Vegetable Science and Technology*. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 589-607.
- Kalra C.L., Raina B.L., Teotia M.S., Pruthi J.S., Sharma B.R. and Nandpuri K.S. (1983). Influence of varieties on the quality of dehydrated okra (*Hibiscus esculentus* L.). *Indian Food Packer* **37 (4)**: 47.
- Kamalova G.V. (1977). Cytological studies of some species of the *Malvaceae*. *Uzbekistan Biologija Zurnali* **3**: 66-99.
- Konstantopoulou E., Kapotis G., Salachas G., Petropoulos S.A., Karapanos I.C. and Passam H.C. (2010). Nutritional quality of greenhouse lettuce at harvest and after storage in relation to N application and cultivation season. *Scientia Horticulturae* **125**: 93.e1–93.e5.
- Koutsos T.V. (2009). Greek Okra Cultivars - Sustainable Agriculture Systems. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, pp. 361-371.
- Koutsos T.V., Koutsika-Sotiriou M., Gouli-Vavdinoudi E. and Tertivanidis K. (2000). Study of the genetic relationship of Greek okra cultivars (*Abelmoschus esculentus* L.) by using agronomic traits, heterosis and combining ability. *Journal of Vegetable Crop Production* **6 (1)**: 25-35.
- Lamont W.J. (1999). Okra – A versatile vegetable crop. *HortTechnology* **9 (2)**: 179-184.
- Lutz J.M. and Hardenburg R.E. (1977). The Commercial Storage of Fruits, Vegetables, Florist and Nursery Stocks. *Agricultural Handbook 66, ARS-USDA (reprinted)*, 94p.

- Lyons G.M. and Breidenbach R.W. (1987). Chilling injury. In: J. Weichmann (ed) *Postharvest Technology of Vegetables*. Marcel Dekker, New York, USA, pp. 305-326.
- Majanbu I.S., Ogunlela V.B., Ahmed K.K. and Olarewaju J.D. (1985). Response of two okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench) varieties to fertilizers: yield and yield components as influenced by nitrogen and phosphorus application. *Fertilizer Research* **6**: 257-267.
- Mamidwar R.B., Nerkar Y.S. and Jambhale N.D. (1979). Cytogenetics of interspecific hybrids in the genus *Abelmoschus*. *Indian Journal of Heredity* **11**: 35-39.
- Manga A.A. and Mohammed S.G. (2006). Effect of plant population and nitrogen levels on growth and yield of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Advances in Horticultural Science* **20**: 137-139.
- Martin F.W. (1982). Okra, potential multiple-purpose crop for the temperate zones and tropics. *Economic Botany* **36 (3)**: 340-345.
- Martin F.W. and Ruberte R. (1978). Okra. In: *Vegetables for the Hot Humid Tropics, Part 2*. Science and Education Administration, U.S. Department of Agriculture, New Orleans, 22pp.
- Murdock G.P. (1959). *Africa, Its People and Their Culture History*. McGraw-Hill, New York, USA, 456p.
- Nielsen S.S. (1994). *Introduction to the Chemical Analysis of Foods*. Jones & Bartlett Publishers, 530 pp.
- Ngure J.W., Aguyoh J.N. and Gaoquiong L. (2009). Interactive effects of packaging and storage temperatures on the shelf-life of okra. *ARPN Journal of Agricultural and Biological Science* **4**: 44-49.
- Nwoke F.I.O. (1986). Effects of intercalated long days of photoperiodic induction and development of flowers and fruits in *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench. *Journal of Plant Physiology* **125**: 417-425.
- Ogata K., Yamauchi N. and Minamide T. (1975). Physiological and chemical studies on ascorbic acid in fruits and vegetables. I. Changes of ascorbic acid content during maturation and storage of Okra. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science* **44**: 192-196.

- Olasantan F.O. (1994). Fertilizer use in vegetable production in Nigeria. *Outlook on Agriculture* **23**: 213-222.
- Olasantan F.O. (2009). Okra in Tropical Africa – Production and Intercropping with Staple Food Crops. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, HNB Publishing, New York, pp. 375-393.
- Passam H.C. and Polyzou P. (1997). Improvement of okra seed germination by acid osmoconditioning and hot water treatments. *Plant Varieties and Seeds* **10**: 135-140.
- Passam H.C. and Rekoumi K. (2009). Okra in Greece. Production and Constraints. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, pp. 347-359.
- Perkins D.Y., Miller J.C. and Dallyn S.L. (1952). Influence of pod maturity on the vegetative and reproductive behavior of okra. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **60**: 311-314.
- Perkins-Veazie P. and Collins J.K. (1992). Cultivar, packaging, and storage temperature differences in postharvest shelf-life of okra. *HortTechnology* **2 (3)**: 350-352.
- Piccaglia R. and Galletti G.C. (1988). Sugar and sugar alcohol determination in feedstuffs by HRGC, HPLC and enzymic analysis. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **45**: 203-213.
- Poulsen N., Johansen A.S. and Sorensen, J.N. (1995). Influence of growth conditions on the value of crisphead lettuce. 4. Quality changes during storage. *Plant Foods for Human Nutrition* **47**: 157–162.
- Prabhakar M., Hebbar S.S and Gayathri M. (2009). Production Technology. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, pp. 159-172.
- Purseglove J.W. (1976). The Origins and Migration of Crops in Tropical Africa. In: J.W. Harlan, J.M.J. de West and A. Stemler (eds). *Origins of African Plant Domestication*. The Hague University, Netherlands, pp. 291-310.
- Rai D.R. and Balasubramanian S. (2009). Qualitative and textural changes in fresh okra pods (*Hibiscus esculentus* L.) under modified atmosphere packaging in perforated film packages. *Food Science and Technology International* **15 (2)**: 131-138.

- Roy S.K. and Behera T.K. (2009). Postharvest Management. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, pp. 211-226.
- Ryall A.L. and Lipton W.J. (1979). Handling, transportation and storage of fruits and vegetables. Second Edition, Avi, Connecticut, 587 pp.
- Saimbhi M.S. (1993). Agro-technique for okra. In: K.L. Chadha and G. Kalloo (eds), *Advances in Horticulture, Vol. 5, Vegetable Crops*. Malhotra Publishing House, New Delhi, pp. 529-536.
- Santamaria P. (2006). Nitrate in vegetables: toxicity, content, intake and EC regulation. *Journal of the Science of Food and Agriculture* **86**: 10–17.
- Sargent S.A., Fox A.J., Coelho E.C.M. and Locascio S.J. (1996). Comparison of cooling and packaging methods to extend the postharvest life of okra. *Proceedings of the Florida State Horticultural Society* **109**: 285-288.
- Scholz E.W., Johnson H.B. and Buford W.R. (1963). Heat evolution rates of some Texas grown fruits and vegetables. *Journal of the Rio Grande Valley Horticultural Society* **17**: 170.
- Serrato V., Comara G.L., Lotito S. and Quagliotti L. (1992). Seed coat structure and histochemistry of *Abelmoschus esculentus* chalazal region and water entry. *Annals of Botany* **69**: 313-321.
- Singh H.B. and Bhatnagar A. (1975). Chromosome number in an okra from Ghana. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* **36**: 26-27.
- Singh P.V., Kumar J. and Kumar J. (1988). Effect of gibberellic acid as a pre-sowing seed treatment and different levels of nitrogen on germination, growth, flowering and yield of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench]. *Indian Journal of Agricultural Research* **32**: 31-36.
- Singh R. and Agarwal R.A. (1988). Okra fruit components and their production in okra genotypes. *Research and Development Report* **5**: 99-100.
- Singh B.P. and Dhankhar B.S. (1980). Effect of growth regulators and pre-packaging on the storage life of okra [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] fruits. *Haryana Agricultural University Journal of Research* **10**: 398-402.

- Singh B.P., Dhankhar B.S. and Pandita M.L. (1980). Effect of pre-packaging materials on storage life of fresh okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) fruits. *Haryana Journal of Horticultural Science* **9**: 175-179.
- Singh D.K. and Rajput T.B.S. (2007). Response of lateral placement depths of subsurface drip irrigation on okra (*Abelmoschus esculentus*). *International Journal of Plant Production* **1**: 73-84.
- Singh R.V. (1995). Effect of nitrogen and phosphorus on performance of rainfed okra (*Hibiscus esculentus*) and cowpea (*Vigna unguiculata*) intercropping system. *Indian Journal of Agronomy* **40** (4): 581-586.
- Siomos A.S., Papadopoulou P.P., Niklis D.N. and Dogras C.C. (2002). Quality of romaine and leaf lettuce at harvest and during storage. *Acta Horticulturae* **579**: 641–646.
- Sistrunk W.A., Jones L.G. and Miller J.C. (1960) Okra pod growth habits. *Proceedings of the American Society for Horticultural Science* **76**: 486-491.
- Sohal B.S. (2009). Biochemical Constitutes. In: B.S. Dhankhar and R. Singh (eds). *Okra Handbook: Global Production, Processing and Crop Improvement*. HNB Publishing, New York, USA, HNB Publishing, New York, pp. 61-86.
- Stancheva I., Mitova I. and Petkova Z. (2004). Effects of different nitrogen fertilizer sources on the yield, nitrate content and other physiological parameters in garden beans. *Environmental and Experimental Botany* **52**: 277–282.
- Stevens J.M.C. (1988). Une nouvelle combinaison dans *Abelmoschus* Medik. (Malvaceae), ungombo d' Afrique de l' Ouest et centrale. *Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, séries 4, 10, section. B, Adansonia* **2**: 137–144.
- Tamura J. and Minamide I. (1984). Harvesting, maturity, handling, storage of okra pods. *Bulletin of the University of Osaka-prefecture, Agriculture and Biology* **36**: 87-97.
- Tanda A.S. (1985). Floral biology, pollen dispersal and foraging behaviour of honey bees in okra (*Abelmoschus esculentus*). *Journal of Agricultural Research* **24**: 225-227.
- Tenga A.Z. and Ormrod D.P. (1985). Responses of okra (*Hibiscus esculentus* L.) cultivars to photoperiod and temperature. *Scientia Horticulture* **27**: 177-187.

- Teshima T. (1933). Genetical and cytological studies in an interspecific hybrid of *Hibiscus esculentus* and *H. manihot*. *Journal of the Faculty of Agriculture Hokkaido University* **34**: 1-155.
- Thompson A.K. (1998). *Controlled atmosphere storage of fruits and vegetables*. CABI, Wallingford, 278pp.
- Tindall, H.D. (1986). *Vegetables in the Tropics*. ELBS English Language Book Society Macmillan Education Ltd. Houndmills, Basingstoke, Hampshire, pp. 325-337.
- Tomkins R.B. and Cumming B.A. (1988). Effect of pre-packaging on asparagus quality after simulated transportation and marketing. *Scientia Horticulturae* **36**: 25-35.
- Ugale S.D., Patil R.C. and Khupse S.S. (1976). Cytogenetic studies in the cross between *Abelmoschus esculentus* and *A. tetraphyllus*. *Journal of Maharashtra Agricultural Universities* **1(2-6)**: 106-110.
- van Borssum-Waalkes J. (1966). Malesian malvaceae, revised. *Blumea* **14 (1)**: 1-251.
- Vavilov N.I. (1926). *Studies on the Origin of Cultivated Plants*. Institute of Applied Botany and Plant Breeding, Leningrad, 248pp.
- Vemmos S.N. (1999). Carbohydrate content of inflorescent buds of pistachio (*Pistacia vera* L.) branches in relation to biennial bearing. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology* **74**: 94-100.
- Wang C.Y. (1989). Chilling injury of fruits and vegetables. *Food Reviews International* **5**: 209-236.
- Windham S.L. (1966). Fertilizer study shows rates for okra production. *Mississippi Farm Research* **29**: 5-6.
- Αλεξάντρου Α. (2000). *Η αναπνευστική δραστηριότητα καρπού και σπόρων της μπάμιας cv. Πυλαίας και Βελούδο κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης και ωρίμανσης*. Πτυχιακή Μελέτη, Εργαστήριο Κηπευτικών Καλλιεργειών, Γ.Π.Α., 82 σελ.
- Βασιλείου, Ζ.Κ. (2004). *Πολλαπλασιαστικό Υλικό Κηπευτικών - Οργανωτικές, Διαδικαστικές και Νομικές Πτυχές*. Εκδόσεις Σταμούλη, Αθήνα, 428 σελ.
- Δημητράκης Κ.Γ. (1998). *Λαχανοκομία*. ΑγροΤύπος, Αθήνα, σελ. 125-136.
- Πάσσαμ Χ.Κ. (1994). *Φυσιολογία και Τεχνολογία Πολλαπλασιαστικού Υλικού Κηπευτικών*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Γ.Π.Α., 300 σελ.

- Πάσσαμ Χ.Κ. και Τσαντίλη Ε. (2004). *Μετασυλλεκτική Μεταχείριση Καρπών και Λαχανικών*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις Γ.Π.Α., 258 σελ.
- Ρεκούμη Κ., Μπακάλης Δ., Παναγόπουλος Δ. και Πάσσαμ Χ.Κ. (2005). Επίδραση του θειικού οξέος στο λήθαργο σπόρων μπάμιας (*Hibiscus esculentus* L.) cv Μπογιατίου σε συνθήκες *in vivo* και *in vitro*. *Πρακτικά 21^{ου} Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών*, Ιωάννινα, σελ. 121-124.
- Ρεκούμη Κ., Μουστάκας Ν., Πάσσαμ Χ. και Ακουμιανάκης Κ. (2003). Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην μπάμια (*Hibiscus esculentus*) cv. Μπογιατίου. *Πρακτικά 20^{ου} Πανελληνίου Επιστημονικού Συνεδρίου της Ελληνικής Εταιρίας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών*, Λάρνακα, σελ. 427-430.

Εργασίες που προκύπτουν από τη διατριβή

PASSAM, H.C. and REKOUMI, K. (2009). Okra in Greece. Production and constraints. In: “Okra Handbook” Ed. Dhankhar, B.S. and Singh, R., HNB Publishing, N.Y., pp.347-359.

ΡΕΚΟΥΜΗ, Κ., ΜΟΥΣΤΑΚΑΣ, Ν., ΠΑΣΣΑΜ, Χ. και ΑΚΟΥΜΙΑΝΑΚΗΣ, Κ. (2003). Επίδραση της αζωτούχου λίπανσης στη συγκέντρωση ανόργανων θρεπτικών στοιχείων στην μπάμια (*Hibiscus esculentus*) cv. Μπογιατίου. Πρακτικά Ελληνικής Εταιρείας της Επιστήμης των Οπωροκηπευτικών (20^ο Πανελλήνιο Επιστημονικό Συνέδριο, Λάρνακα, Κύπρος 2001), τόμος 10, 427-430.

REKOUMI, K., KARAPANOS, I.C., AKOUMIANAKIS, K.A. and PASSAM, H.C. (2011) Effect of nitrogen on yield and postharvest quality of okra (*Hibiscus esculentus* L. cv. Boyiatiou). Paper submitted to International Journal of Plant Production.