

**ΣΥΣΚΕΥΑΣΙΑ ΚΑΙ ΔΙΑΡΚΕΙΑ ΖΩΗΣ ΠΑΡΑΔΟΣΙΑΚΩΝ ΑΜΥΓΔΑΛΩΤΩΝ ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΑΣ****A. Ρέτση<sup>1</sup>, E. Χαραμή<sup>1</sup>, O. Βεντούρη<sup>1</sup>, Σ. Κοντελής<sup>2</sup>, Σ. Παπαδάκης<sup>1,\*</sup>**<sup>1</sup>Εργαστήριο Χημείας, Ανάλυσης & Σχεδιασμού Διεργασιών Επεξεργασίας Τροφίμων, Τμήμα Επιστήμης και Τεχνολογίας Τροφίμων, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής<sup>2</sup>ΕΦΕΤ, Περιφερειακή Διεύθυνση Αττικής(\*[sepapad@uniwa.gr](mailto:sepapad@uniwa.gr))**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Τα αμυγδαλωτά είναι γλυκίσματα με ωραία γεύση και μαλακή υφή. Έχουν όμως μικρή διάρκεια ζωής. Σκληραίνουν λόγω απώλειας υγρασίας ή αναπτύσσονται μύκητες. Σκοπός της παρούσας εργασίας ήταν να μελετηθούν διάφορες συσκευασίες για τα αμυγδαλωτά ώστε να παραταθεί η διάρκεια ζωής τους. Αμυγδαλωτά συσκευάστηκαν σε σακίδια από: (1) πολυπροπυλένιο και σε ατμοσφαιρικό αέρα (PP), (2) πολυστρωματικό φιλμ (OPP 20 μm - metallized OPP 20 μm) και σε ατμοσφαιρικό αέρα (AIR), (3) στο προαναφερθέν πολυστρωματικό φιλμ σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (40% CO<sub>2</sub> και 60% N<sub>2</sub>) (MAP), (4) σε χαρτονένια κουτιά όπως πωλούνται στην αγορά (CONTROL) και αποθηκεύτηκαν στους 25°C και 35% RH. Από τον συνδυασμό των αποτελεσμάτων του ελέγχου υφής και μικροβιολογικών αναλύσεων προέκυψε ότι η διάρκεια ζωής των αμυγδαλωτών ήταν 10 εβδομάδες στις συσκευασίες PP (σκλήρυνση), 6 εβδομάδες στις συσκευασίες CONTROL (σκλήρυνση και ανάπτυξη μυκήτων) και 4 εβδομάδες στις συσκευασίες AIR (ανάπτυξη μυκήτων) και MAP (ανάπτυξη ζυμών).

**ΕΙΣΑΓΩΓΗ**

Τα αμυγδαλωτά είναι παραδοσιακά χειροποίητα γλυκίσματα των Μεσογειακών χωρών (Ελλάδα, Νότια Ιταλία). Ο ακριβής τρόπος παρασκευής τους, τα υλικά και οι αναλογίες τους διαφέρουν από τόπο σε τόπο. Η ζύμη των αμυγδαλωτών Μονεμβασιάς αποτελείται από ξεφλουδισμένα και θρυμματισμένα αμύγδαλα, λευκή ζάχαρη, βούτυρο, ανθόνερο και ασπράδια αυγού σε μορφή μαρέγκας. Η ζύμη μορφοποιείται σε αμυγδαλωτά, τα οποία αφού ψηθούν, ψεκάζονται με ανθόνερο και επικαλύπτονται με ζάχαρη άχνη. Διατίθενται στην αγορά συσκευασμένα ανά 7 ή 12 ή 24 τεμάχια σε χαρτονένια κουτιά με καπάκι. Με την πάροδο του χρόνου τα αμυγδαλωτά χάνουν τη μαστιχώδη υφή τους και γίνονται πολύ σκληρά λόγω απώλειας υγρασίας. Μερικές δε φορές παρατηρείται και ανάπτυξη μυκήτων στη ζάχαρη άχνη ή στο ίδιο το αμυγδαλωτό. Μια συντηρητική εκτίμηση για τη διάρκεια ζωής των αμυγδαλωτών σε συνθήκες περιβάλλοντος είναι 1 μήνας.

Παρόμοια με τα αμυγδαλωτά Μονεμβασιάς είναι τα αντίστοιχα (almond paste pastries ή almond pastry cookies ή "Amaretti" cookies) της Νότιας Ιταλίας. Η κύρια διαφορά τους είναι ότι τα δεύτερα δεν ψεκάζονται μετά το ψήσιμο με ανθόνερο και δεν επικαλύπτονται με ζάχαρη άχνη. Έχουν όμως και αυτά διάρκεια ζωής μόνον λίγων εβδομάδων κυρίως λόγω σκλήρυνσης από απώλεια υγρασίας. Τα κλασικά amaretti διαθέτουν ένα μαλακό εσωτερικό με  $a_w$  περίπου 0,7 και υγρασία περίπου 14% και μια εξωτερική κόρα τραγανή και ξηρή με  $a_w$  περίπου 0,4 και υγρασία περίπου 5%. Το θέμα της παράτασης της διάρκειας ζωής τους μελετήθηκε από αρκετούς ερευνητές<sup>[1,2,3]</sup> και η λύση που προτάθηκε είναι η συσκευασία σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα και σε φιλμ με υψηλή αδιαπερατότητα σε οξυγόνο και υγρασία.

Στα αμυγδαλωτά Μονεμβασιάς η κατάσταση είναι περισσότερο πολύπλοκη απ' ό τι στα amaretti λόγω της αυξημένης υγρασίας των αμυγδαλωτών (ενεργότητα ύδατος 0,78) από τον ψεκασμό με ανθόνερο και της παρουσίας της ζάχαρης άχνης (ενεργότητα ύδατος 0,42). Επιπλέον, επειδή σε αντίθεση με το αμυγδαλωτό που ψήνεται, το ανθόνερο και η ζάχαρη άχνη είναι πιθανόν να περιέχουν σπόρους μυκήτων και ζυμών, η μεταφορά υγρασίας στη ζάχαρη και η αύξηση της  $a_w$

της μπορούν να οδηγήσουν σε ανάπτυξη μυκήτων και ζυμών. Οπότε σκοπός της παρούσας εργασίας<sup>[4,5]</sup> ήταν να διερευνηθούν και τελικώς να προταθούν συσκευασίες για τα αμυγδαλωτά ώστε να παραταθεί η διάρκεια ζωής τους, χωρίς όμως να μεταβληθεί η σύσταση ή ο τρόπος παρασκευής τους. Για τους παραπάνω λόγους μελετήθηκαν συναρτήσεις του χρόνου αποθήκευσης, η μεταβολή της υγρασίας, ενεργότητας ύδατος, υφής, μικροβιολογικού φορτίου σε ζύμες και μύκητες των αμυγδαλωτών συσκευασμένων σε διάφορα υλικά συσκευασίας τόσο σε αέρα όσο και σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα.

## ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Τα αμυγδαλωτά που χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία παρασκευάστηκαν από τη Βιοτεχνία Χαραμή που εδρεύει στη Μονεμβασιά. 5 κουτιά των 7 αμυγδαλωτών το καθένα, συσκευασμένα όπως κυκλοφορούν στην αγορά, αποθηκεύτηκαν σε κλιματικό θάλαμο σταθερής θερμοκρασίας 25°C και σταθερής σχετικής υγρασίας 35%, για να αποτελέσουν τα **CONTROL** δείγματα. 40 δείγματα συσκευάστηκαν ανά ένα σε σακίδια από πολυπροπυλένιο και σε ατμοσφαιρικό αέρα (**PP**), 40 ανά ένα σε σακίδια από πολυστρωματικό φιλμ (OPP 20 μm - metallized OPP 20 μm) και σε ατμοσφαιρικό αέρα (**AIR**) και άλλα 40 στο προαναφερθέν πολυστρωματικό φιλμ σε τροποποιημένη ατμόσφαιρα (40% CO<sub>2</sub> και 60% N<sub>2</sub>) (**MAP**). Όλα τα σακίδια αποθηκεύτηκαν σε κλιματικό θάλαμο (Model KBF 240 της Binder, Germany) στους 25°C και 35% RH.

Μετά από 4, 6, 8, 10 και 12 εβδομάδες λαμβάνονταν 7 ή 8 δείγματα από κάθε κατηγορία, εκ των οποίων 3 υποβάλλονταν σε μικροβιολογικό έλεγχο και στα υπόλοιπα γίνονταν οι ακόλουθες φυσικοχημικές δοκιμές: ανάλυση της σύστασης των αερίων μέσα στη συσκευασία, οπτικός έλεγχος, μέτρηση ξεχωριστά της  $a_w$  της ζάχαρης άχνης και του αμυγδαλωτού, προσδιορισμός της περιεκτικότητας του καθενός σε υγρασία, έλεγχος της υφής του αμυγδαλωτού.

Η συσκευασία σε MAP έγινε σε σακίδια 16x13 cm με τη συσκευή A300/16 της Multivac, Germany. Τα δείγματα PP συσκευάστηκαν σε έτοιμα σακουλάκια 16x13 cm του εμπορίου από πολυπροπυλένιο πάχους 40 μm. Για την ανάλυση της σύστασης των αερίων μέσα στη συσκευασία χρησιμοποιήθηκε ο αναλυτής CheckMate 9900 της PBI Dansensor, Denmark. Η μέτρηση της ενεργότητας ύδατος στους 25°C έγινε με το AQUALAB SERIES 4 TEV της DECAGON, USA. Ο προσδιορισμός της υγρασίας μέσω ξήρανσης στον φούρνο κενού Vacutherm VT 6025, Heraeus Instruments, Germany στους 71°C υπό πίεση 10-15 mbar μέχρι σταθερού βάρους. Για τον προσδιορισμό της υφής του αμυγδαλωτού έγιναν δοκιμές διείδυσης κυλινδρικού ατσάλινου probe (P6) διαμέτρου 6 mm και επιφάνειας διατομής 28,270 mm<sup>2</sup> με τον Texture Analyzer TA-XT2 (Stable Microsystems, Surrey, UK). Το βάθος διείδυσης ήταν 10 mm (περίπου το 50% του ύψους του δείγματος) και η ταχύτητα διείδυσης 1,0 mm/s. Από τα διαγράμματα προσδιορίστηκε η σκληρότητα (μέγιστη δύναμη) σε N και το εμβαδόν κάτω από την καμπύλη (ενέργεια για διείδυση μέχρι 10 mm) σε mJ.

Επειδή η αρχική ενεργότητα ύδατος των αμυγδαλωτών είναι 0,78 και της ζάχαρης άχνης 0,42 δεν αναμένεται ανάπτυξη βακτηρίων, ενώ είναι δυνατή η ανάπτυξη ευρωτομυκήτων και ζυμομυκήτων. Ως εκ τούτου αποφασίστηκε ο έλεγχος των αμυγδαλωτών και της ζάχαρης μόνον για ανάπτυξη μυκήτων και ζυμών. Έγιναν διαδοχικές δεκαδικές αραιώσεις, καλλιέργεια σε Potato Dextrose Agar οξυνοσμένο σε pH=3,5, επώαση στους 22 έως 25°C για 5 ημέρες και καταμέτρηση των αποικιών<sup>[6]</sup>.

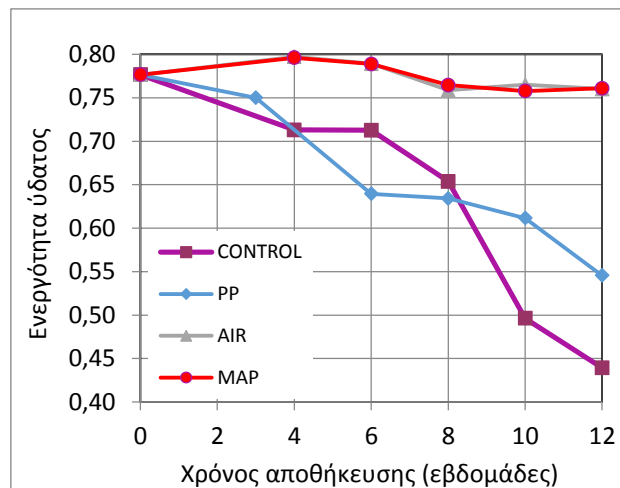
## ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΖΗΤΗΣΗ

### Μεταβολή της $a_w$ και της υγρασίας του αμυγδαλωτού συναρτήσει του χρόνου

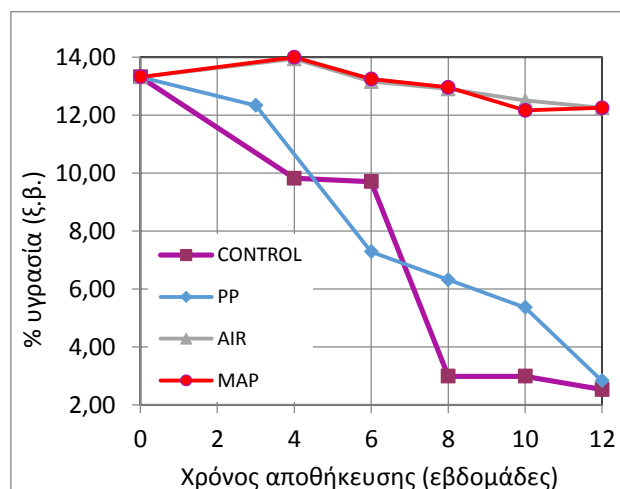
Κάθε συσκευασία (μέσος όρος από τα περίπου 100 δείγματα) περιείχε περίπου 5,4 g ζάχαρης άχνης και 23,4 g αμυγδαλωτού. Παρατηρήθηκαν σημαντικές διαφορές από δείγμα σε δείγμα τόσο στη μάζα του αμυγδαλωτού, που κυμάνθηκε από 20,6 έως 26,5 g, όσο και στη μάζα της

ζάχαρης, η οποία κυμάνθηκε από 2,1 έως 9,4 g. Το αμυγδαλωτό είχε αρχική ενεργότητα ύδατος 0,78 και υγρασία (ξ.β.) 13,3% ενώ η ζάχαρη είχε αρχικά  $a_w=0,42$  και 0,3% υγρασία (ξ.β.). Οπότε η τάση ήταν να μεταφερθεί υγρασία από το αμυγδαλωτό στη ζάχαρη και από τα δυο στο περιβάλλον σχετικής υγρασίας 35%, εφ' όσον φυσικά το επέτρεπε η διαπερατότητα του υλικού συσκευασίας σε υδρατμούς.

Η μεταβολή της  $a_w$  και της υγρασίας του αμυγδαλωτού για τις 4 συσκευασίες (μέσοι όροι 5 δειγμάτων) συναρτήσει του χρόνου παρουσιάζεται στα Σχήματα 1 και 2 αντίστοιχα.



**Σχήμα 1.** Μεταβολή της ενεργότητας ύδατος του αμυγδαλωτού ως προς τον χρόνο για τα 4 είδη συσκευασίας



**Σχήμα 2.** Μεταβολή της % περιεκτικότητας του αμυγδαλωτού σε υγρασία (ξηρή βάση) ως προς τον χρόνο για τα 4 είδη συσκευασίας

Για τη συσκευασία "CONTROL" μέσα στις 6 εβδομάδες αποθήκευσης, η  $a_w$  του αμυγδαλωτού μειώθηκε από 0,78 σε 0,71 και η υγρασία του από 13,3% σε 9,7%. Αντιθέτως για τη ζάχαρη η ενεργότητα ύδατος και η υγρασία αυξήθηκαν από 0,42 σε 0,59 και από 0,31% σε 0,35% αντίστοιχα. Η μεταφορά υγρασίας ήταν κυρίως από το αμυγδαλωτό προς τη ζάχαρη. Από τις 6 εβδομάδες και μετά, λόγω της διαφυγής υγρασίας προς το περιβάλλον, η  $a_w$  και η υγρασία του αμυγδαλωτού μειώνονταν προοδευτικά προς τελικές τιμές 0,44 και 2,5% στις 12 εβδομάδες. Για τη ζάχαρη η  $a_w$  μειώθηκε προοδευτικά σε 0,40 στις 12 εβδομάδες, ενώ η υγρασία της παρέμεινε περίπου σταθερή.

Για τη συσκευασία "PP" μέσα στις 6 εβδομάδες αποθήκευσης, η  $a_w$  του αμυγδαλωτού μειώθηκε από 0,78 σε 0,64 και η υγρασία του από 13,3% σε 7,3%. Ομοίως για τη ζάχαρη, η  $a_w$  και η υγρασία της μειώθηκαν από 0,42 σε 0,28 και από 0,31% σε 0,22% αντίστοιχα. Η μεταφορά υγρασίας ήταν κυρίως από το αμυγδαλωτό και τη ζάχαρη προς το εξωτερικό περιβάλλον. Μεταξύ 6 και 8

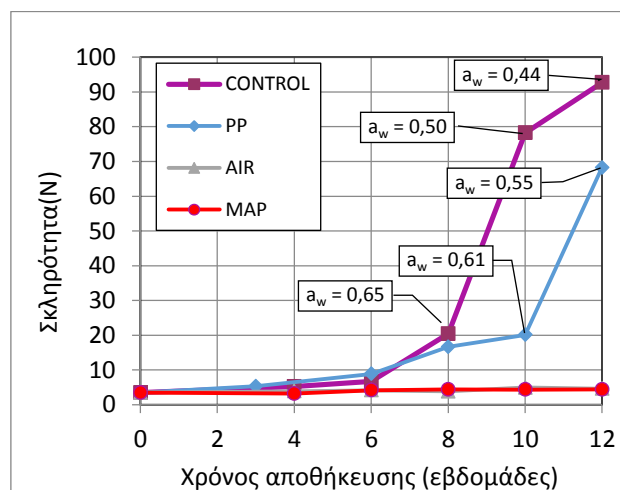
εβδομάδων παρατηρήθηκε εξισορρόπηση υγρασίας μεταξύ αμυγδαλωτού και ζάχαρης με τη μεταφορά υγρασίας κυρίως από το αμυγδαλωτό στη ζάχαρη με την  $a_w$  και την υγρασία του αμυγδαλωτού να μειώνονται ελάχιστα ενώ η  $a_w$  και η υγρασία της ζάχαρης αυξήθηκαν σε 0,46 και 0,35% αντίστοιχα. Από τις 8 εβδομάδες και μετά, λόγω της διαφυγής υγρασίας προς το περιβάλλον και της μεταφοράς της στη ζάχαρη, η ενεργότητα ύδατος και η υγρασία του αμυγδαλωτού μειώθηκαν προοδευτικά προς τις τελικές τιμές 0,55 και 2,8% στις 12 εβδομάδες. Για τη ζάχαρη, η ενεργότητα και η υγρασία παρέμειναν περίπου σταθερές, με τελικές τιμές 0,48 και 0,28% αντίστοιχα στις 12 εβδομάδες.

Για τη συσκευασία "AIR" κατά τις πρώτες 6 εβδομάδες αποθήκευσης, η  $a_w$  και η υγρασία του αμυγδαλωτού παρέμειναν περίπου σταθερές στις αρχικές τους τιμές. Ελάχιστη υγρασία (κατά μέσον όρο 0,05 g ανά αμυγδαλωτό) διέφυγε προς το περιβάλλον λόγω της μικρής διαπερατότητας σε υδρατμούς του υλικού συσκευασίας ενώ υγρασία μεταφέρθηκε από το αμυγδαλωτό στη ζάχαρη με αποτέλεσμα να αυξηθεί η  $a_w$  της δεύτερης από 0,42 σε 0,60. Από τις 6 εβδομάδες και μετά, η  $a_w$  και η υγρασία του αμυγδαλωτού μειώθηκαν ελάχιστα και έφτασαν στις 12 εβδομάδες στις τελικές τιμές 0,76 και 12,3% αντίστοιχα. Σε μερικές περιπτώσεις παρατηρήθηκε τοπικά υπερβολική απορρόφηση υγρασίας από τη ζάχαρη με αποτέλεσμα να φαίνεται «νοτισμένη». Επίσης λόγω τοπικής ύγρανσης ή όχι στις 8 και 10 εβδομάδες παρατηρήθηκε μεγάλη διαφοροποίηση ανάμεσα στις τιμές  $a_w$  των πέντε δειγμάτων ζάχαρης για τον ίδιο χρόνο αποθήκευσης.

Για τη συσκευασία "MAP" η συμπεριφορά ήταν εντελώς παρόμοια με τη συσκευασία "AIR".

### Μεταβολή της υφής του αμυγδαλωτού συναρτήσει του χρόνου

Στις δοκιμές διεύθυνσης τα 5 γραφήματα από τα 5 δείγματα κάθε περίπτωσης επεξεργάστηκαν με το software του Texture Analyzer ώστε να προκύψει ένα γράφημα μέσος όρος (average) από το οποίο υπολογίστηκε η σκληρότητα και η ενέργεια για διεύθυνση μέχρι 10 mm. Σ' όλα τα πειράματα παρατηρήθηκε πολύ καλή επαναληψιμότητα ανάμεσα στα δείγματα ίδιας συσκευασίας και συνθηκών αποθήκευσης που εξετάστηκαν κάθε φορά. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζεται η μεταβολή της σκληρότητας του αμυγδαλωτού συναρτήσει του χρόνου για τις 4 συσκευασίες.



**Σχήμα 3.** Μεταβολή της σκληρότητας του αμυγδαλωτού ως προς τον χρόνο για τα 4 είδη συσκευασίας

Για τις συσκευασίες "AIR" και "MAP" η μέγιστη δύναμη παρέμεινε κάτω από τα 5 N καθ' όλη τη διάρκεια αποθήκευσης των 12 εβδομάδων και η υφή των αμυγδαλωτών ήταν ίδια μ' αυτή του φρέσκου. Το ίδιο παρατηρήθηκε μέχρι τις 4 εβδομάδες και για τα "CONTROL" και "PP", για τα οποία όμως από τις 4 εβδομάδες και μετά η σκληρότητά τους άρχισε να αυξάνεται προοδευτικά. Η σκληρότητα ήταν κάτω από 10 N στις 6 εβδομάδες και αυξήθηκε γύρω στα 20 N στις 8 εβδομάδες, οπότε τα αμυγδαλωτά ήταν πλέον αρκετά σκληρά, αλλά η υφή τους ήταν ακόμα

αποδεκτή, κάτω από τα 25 N που θεωρείται ως όριο αποδοχής<sup>[1]</sup>. Τα “CONTROL” ήταν υπερβολικά σκληρά και μη αποδεκτά στις 10 και 12 εβδομάδες, ενώ τα “PP” παρέμειναν αποδεκτά στις 10 εβδομάδες και έγιναν υπερβολικά σκληρά και μη αποδεκτά στις 12. Στο Σχήμα 3 παρουσιάζονται και οι αντίστοιχοι μέσοι όροι των ενεργοτήτων ύδατος για ορισμένα δείγματα. Φαίνεται, όπως ήταν αναμενόμενο, ότι υπάρχει άμεση συσχέτιση σκληρότητας και ενεργότητας ύδατος. Η ενεργότητα ύδατος του φρέσκου αμυγδαλωτού ήταν 0,78. Μείωση της ενεργότητας ύδατος του αμυγδαλωτού κάτω από 0,61 συνεπάγεται μη αποδεκτή σκλήρυνσή του.

Ακριβώς αντίστοιχες παρατηρήσεις έγιναν και στο διάγραμμα της ενέργειας για διείσδυση μέχρι 10 mm συναρτήσεως του χρόνου αποθήκευσης.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι με βάση την υφή, η διάρκεια ζωής ήταν 12 εβδομάδες για τα αμυγδαλωτά στις συσκευασίες “AIR” και “MAP”, 10 εβδομάδες στις συσκευασίες “PP” και 8 στις συσκευασίες “CONTROL”.

### Αποτελέσματα μικροβιολογικών αναλύσεων, ελέγχου σύστασης αερίων & οπτικού ελέγχου

Στον Πίνακα 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της αρίθμησης ζυμών και μυκήτων στα τέσσερα είδη δειγμάτων για τους διάφορους χρόνους αποθήκευσης. Όπως προκύπτει από τον πίνακα, στις 6 και τις 8 εβδομάδες μετρήθηκε σημαντικός πληθυσμός μυκήτων στα αμυγδαλωτά στη συσκευασία “AIR” και ζυμών στα αμυγδαλωτά στη συσκευασία MAP. Ως γνωστόν η ύπαρξη στον ελεύθερο χώρο μέσα στη συσκευασία σημαντικού ποσοστού CO<sub>2</sub> και η απουσία O<sub>2</sub> αναστέλλουν την ανάπτυξη των μυκήτων, όχι όμως και των ζυμών. Γι’ αυτό, στις συσκευασίες “MAP” παρατηρήθηκαν μόνον ζύμες (με μια εξαίρεση) και στις συσκευασίες “AIR” μόνον μύκητες. Στις 8 και τις 10 εβδομάδες μετρήθηκε σημαντικός πληθυσμός μυκήτων και ζυμών στα αμυγδαλωτά στη συσκευασία “CONTROL”, ενώ απεναντίας στα αμυγδαλωτά στη συσκευασία “PP” για όλους τους χρόνους αποθήκευσης δεν μετρήθηκαν ζύμες και μύκητες. Σύμφωνα με την επίσημη μέθοδο για να ληφθούν υπόψη οι αποικίες στα τρυβλία πρέπει να είναι πάνω από 15, και στο PP ο μεγαλύτερος αριθμός αποικιών που καταγράφηκε ήταν 5 ζύμες στη μικρότερη αραιώση. Από τα παραπάνω, υποθέτοντας ότι το όριο αποδοχής του αμυγδαλωτού είναι να περιέχει λιγότερες από 100 cfu/g μύκητες και ζύμες, προκύπτει ότι με βάση τον αριθμό μυκήτων και ζυμών η διάρκεια ζωής ήταν 4 εβδομάδες για τα αμυγδαλωτά στις συσκευασίες “AIR” και “MAP”, 12 εβδομάδες στις συσκευασίες “PP” και 6 στις συσκευασίες “CONTROL”.

**Πίνακας 1.** Αρίθμηση μυκήτων και ζυμών στα διάφορα δείγματα

Χρόνος	cfu/g αμυγδαλωτού & ζάχαρης			
	“CONTROL”	“PP”	“AIR”	“MAP”
6 εβδ.	--	--	Δείγμα 1 M: $7,2 \times 10^3$ Δείγμα 2 M: $1,4 \times 10^6$ Δείγμα 3 M: $3,1 \times 10^5$	Δείγμα 1: -- Δείγμα 2: -- Δείγμα 3 Z: $1,5 \times 10^3$
8 εβδ.	Z: $4,7 \times 10^5$	--	Δείγμα 1 M: $2,1 \times 10^5$ Δείγμα 2 M: $6,6 \times 10^4$ Δείγμα 3 M: $1,0 \times 10^5$	Δείγμα 1 M: $1,1 \times 10^4$ Δείγμα 2: -- Δείγμα 3 Z: $1,1 \times 10^6$
10 εβδ.	M: $1,5 \times 10^4$	--	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε
12 εβδ.	Δεν μετρήθηκε	--	Δεν μετρήθηκε	Δεν μετρήθηκε

όπου: M: Μύκητες, Z: Ζύμες και -- σημαίνει Μύκητες και Ζύμες < 100 cfu/g.

Από τον έλεγχο της σύστασης των αερίων σε όλα σχεδόν τα δείγματα στις συσκευασίες “AIR” διαπιστώθηκε η ύπαρξη CO<sub>2</sub> μέσα στη συσκευασία, πράγμα μη αναμενόμενο εκ πρώτης όψεως, δεδομένου ότι τα δείγματα είχαν συσκευαστεί σε ατμοσφαιρικό αέρα. Το CO<sub>2</sub> είχε παραχθεί από την ανάπτυξη μυκήτων στο δείγμα πράγμα που επιβεβαιώθηκε με τον οπτικό έλεγχο. Στα δείγματα που το ποσοστό του CO<sub>2</sub> μετρήθηκε πάνω από 10% η οπτική παρατήρηση έδειξε τη ζάχαρη υγρή σχεδόν σ’ όλη την επιφάνεια του αμυγδαλωτού και πράσινη μούχλα στο αμυγδαλωτό.

## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από την προηγηθείσα ανάλυση προκύπτει ότι η διάρκεια ζωής των αμυγδαλωτών καθορίζεται από δυο αντιτιθέμενους μηχανισμούς: τη σκλήρυνση λόγω απώλειας υγρασίας και την ανάπτυξη μυκήτων και ζυμών λόγω υψηλής ενεργότητας ύδατος και υγρασίας. Έτσι από τον συνδυασμό των αποτελεσμάτων του ελέγχου υφής και μικροβιολογικών αναλύσεων προέκυψε ότι η διάρκεια ζωής των αμυγδαλωτών ήταν 10 εβδομάδες στις συσκευασίες “PP”, 6 εβδομάδες στις συσκευασίες “CONTROL” και 4 εβδομάδες στις συσκευασίες “AIR” και “MAP”. Φαίνεται ότι το PP, όντας υλικό με ενδιάμεση αδιαπερατότητα στους υδρατμούς επέτρεπε μεν στο αμυγδαλωτό να χάνει υγρασία ώστε να μην αναπτυχθούν μύκητες και ζύμες αλλά και με τέτοιο ρυθμό ώστε να μην σκληρύνει υπερβολικά και να είναι ακόμα αποδεκτό από άποψη υφής μέχρι και την 10η εβδομάδα αποθήκευσης.

Μερικές βελτιώσεις που θα μπορούσαν να γίνουν στη συσκευασία σε PP, οι οποίες βέβαια πρέπει πρώτα να ελεγχθούν σε περαιτέρω έρευνα, είναι οι ακόλουθες: (α) σακούλες από PP μικρότερων διαστάσεων που να χωράνε ακριβώς ένα αμυγδαλωτό ώστε να μειωθεί ο λόγος της επιφάνειας της συσκευασίας ως προς τη μάζα του περιεχόμενου αμυγδαλωτού, πράγμα που με τη σειρά του θα μειώσει τον ρυθμό απώλειας υγρασίας, (β) το χαρτονένιο κουτί όπου συσκευάζονται 7 ή 12 αμυγδαλωτά να μπαίνει μέσα σε σακούλα από το PP, η οποία εκτός από την ένδειξη για το απαραβίαστο της συσκευασίας θα προστατεύει τα αμυγδαλωτά από απώλεια υγρασίας, (γ) ακόμα καλύτερα από άποψη προστασίας είναι τα αμυγδαλωτά να συσκευάζονται ατομικά σε σακουλάκια από PP και μετά να τοποθετούνται ανά 7 ή 12 στο χαρτονένιο κουτί και μ' αυτόν τον τρόπο το άνοιγμα του κουτιού για την λήψη ενός αμυγδαλωτού δεν θα επηρεάζει τη διάρκεια ζωής των υπολοίπων στο κουτί.

Βελτιώσεις στην παραγωγική διαδικασία που θα μπορούσαν να γίνουν αφορούν τον ψεκασμό με ανθόνερο ώστε να γίνεται πιο ομοιόμορφη η κατανομή της υγρασίας στο αμυγδαλωτό και ύπαρξη συνθηκών που να διασφαλίζουν ότι τόσο το ανθόνερο όσο και η ζάχαρη άχνη έχουν όσο το δυνατόν μικρότερο αρχικό μικροβιακό φορτίο σε σπόρια μυκήτων και ζυμών. Επίσης τήρηση συνθηκών υγιεινής κατά την ψύξη των αμυγδαλωτών ώστε να μην επιμολύνονται αυτά από μύκητες και ζύμες. Ο οργανοληπτικός έλεγχος από εκπαιδευμένους δοκιμαστές όσον αφορά τη σκληρότητα, ευθρυπτότητα, άρωμα και γεύση κ.α. θα παρείχε πιθανόν ακόμα πιο σαφή αποτελέσματα για τη διάρκεια ζωής του αμυγδαλωτού.

Μεγαλύτερης έκτασης αλλαγές που θα μπορούσαν να γίνουν είναι η συσκευασία των αμυγδαλωτών χωρίς τη ζάχαρη άχνη επάνω τους σε υλικά με μεγάλη αδιαπερατότητα στην υγρασία ώστε να περιοριστεί η απώλεια υγρασίας και η επακολουθούσα σκλήρυνση καθώς και η ανάπτυξη μυκήτων. Ο δε καταναλωτής θα μπορούσε ο ίδιος να προσθέσει την ζάχαρη άχνη πάνω στο αμυγδαλωτό πριν το καταναλώσει.

Θα μπορούσαν επίσης να γίνουν αλλαγές στη σύσταση των αμυγδαλωτών, αν και αρκετά δύσκολο δεδομένου ότι πρόκειται για παραδοσιακό γλύκισμα, με προσθήκη αντιμυκητιακών παραγόντων όπως σορβικό κάλιο, και προσθέτων όπως σκόνη τυρογάλακτος, φρουκτόζη που μειώνουν την ενεργότητα ύδατος του τροφίμου.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] A. Baiano and M.A. Del Nobile. *J. Food Eng.* 66 (2005) 487-495.
- [2] A. Piga, P. Catzeddu, S. Farris, T. Roggio, A. Sanguinetti, E. Scano. *Eur. Food Res. Technol.* 221 (2005) 387-391.
- [3] F.V. Romeo, S. De Luca, A. Piscopo, V. Santisi, M. Poiana. *Food Sci. Technol. Int.* 16 (2010) 233-240.
- [4] Α. Ρέτση. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία (2016) Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΤΕΙ Αθήνας.
- [5] Ο. Βεντούρη και Ε. Χαραμή. Πτυχιακή Εργασία (2013) Τμήμα Τεχνολογίας Τροφίμων, ΤΕΙ Αθήνας.
- [6] C. Vanderzant and D.F. Splittstoesser. *Compendium of Methods for Microbiological Examination of Foods*, American Public Health Association, (1992) 84, 241-242.