



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ
ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ

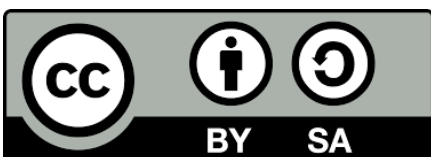


Τίτλος Μαθήματος: Χημεία Τροφίμων

Ενότητα: Χημεία και Τεχνολογία κρέατος

Διδάσκων: Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς

Τμήμα: Χημείας



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 11

ΠΟΥΛΕΡΙΚΑ, ΘΑΛΑΣΣΙΝΑ ΚΑΙ ΑΥΓΑ

11.1 Πουλερικά

Στα πουλερικά περιλαμβάνονται, κατά σειρά σπουδαιότητας για τη διατροφή του ανθρώπου, το κοτόπουλο, η γαλοπούλα, η πάπια κ.ά. Τα πουλερικά εκτρέφονται για το κρέας τους και για τα αυγά τους. Σημαντικό επίτευγμα της σημερινής τεχνολογίας είναι το γεγονός ότι το κοτόπουλο μπορεί να φτάσει τα 2 kg σε διάστημα 8 εβδομάδων. Σ' αυτό το διάστημα το κοτόπουλο καταναλώνει περίπου 4 kg τροφή. Γι αυτό στοιχίζει 50% φτηνότερα απ' ότι το κρέας του μοσχαριού που χρειάζεται πολύ περισσότερη τροφή μέχρι να φθάσει στο στάδιο της σφαγής. Το κρέας των πουλερικών, από θρεπτική άποψη, αποτελεί άριστη τροφή. Η μέση σύσταση του ωμού κρέατος των πουλερικών είναι: Νερό 64%. Πρωτεΐνη 32%. Λίπος 3.5%. Το δέρμα τους είναι επιπρόσθετα πηγή βιταμινών και ανόργανων συστατικών. Η πρωτεΐνη των πουλερικών είναι παραπλήσιας βιολογικής αξίας με εκείνη του κρέατος των θηλαστικών, ενώ το λίπος τους περιέχει μεγαλύτερο ποσό ακόρεστων λιπαρών οξέων απ' ότι το κρέας των θηλαστικών.

Τα επιθυμητά χαρακτηριστικά των μαγειρεμένων πουλερικών είναι η τρυφερότητα, το χυμώδες και η ιδιάζουσα ευχάριστη γεύση. Η τρυφερότητα εξαρτάται από γενετικούς παράγοντες (είδος, ηλικία, φύλο) αλλά κυρίως από τις συνθήκες κατεργασίας. Λόγω και εδώ του φαινομένου της ακαμψίας του θανάτου, πρέπει τα μεν κοτόπουλα να διατηρούνται προς ωρίμαση τουλάχιστον επί 24 ώρες μετά τη σφαγή στους 4°C, τα δε γαλοπούλα τουλάχιστον επί 12 ώρες στην ίδια θερμοκρασία. Όσο πιο ήπια είναι η μέθοδος αποπτέρωσης, τόσο πιο τρυφερό είναι το κρέας που προκύπτει.

Το χυμώδες των πουλερικών εξαρτάται από τις συνθήκες αποθήκευσής τους: πρέπει να αποφεύγονται μεγάλες θερμοκρασίες αποθήκευσης, περιβάλλοντα με χαμηλή σχετική υγρασία καθώς και μακρά χρονικά διαστήματα αποθήκευσης.

Η χαρακτηριστική γεύση των πουλερικών αναπτύσσεται κατά τη διάρκεια του σωστού μαγειρέματος. Η οσμή ψαριού που συχνά εμφανίζονται τα πουλερικά αποφεύγεται με κατάλληλη ρύθμιση της διαίτας τους πριν από τη σφαγή. Ο ίδιος ο μυϊκός ιστός αποτελεί την πηγή της επιθυμητής γεύσης στα πουλερικά. Έχει δείχτει ότι το H_2S και η NH_3 παίζουν σημαντικό ρόλο στο χαρακτηριστικό άρωμα του κοτόπουλου καθώς επίσης και μια σειρά από καρβονυλικές ενώσεις.

Η συνηθισμένη κατεργασία για τα πουλερικά περιλαμβάνει τη σφαγή, την αφαίμαξη, τη θέρμανση στους $71-81^\circ C$ επί 1 min (υποβοηθείται η αποπτέρωση), τη μηχανική αποπτέρωση (μάδημα), τον τεμαχισμό, τη συσκευασία και την ψύξη ή κατάψυξη. Προσοχή πρέπει να δίνεται στην τήρηση του χρόνου και της θερμοκρασίας κατά τη θερμική κατεργασία των πουλερικών, γιατί εύκολα σκληραίνει το κρέας τους. Κατά την ψύξη, κατάψυξη και απόψυξη πρέπει να τηρούνται σχολαστικά οι προδιαγραφές για την αποφυγή ανάπτυξης μικροοργανισμών στο προϊόν. Συνδυασμός ψύξης ή κατάψυξης με πλαστική συσκευασία βοηθάει αποτελεσματικά στη διατήρηση του προϊόντος.

Τέλος, ο χρόνος μαγειρέματος επηρεάζει την τρυφερότητα του κρέατος των πουλερικών, ιδιαίτερα των ηλικιωμένων, το οποίο περιέχει υψηλό ποσοστό συνδετικού ιστού. Σ' αυτές τις περιπτώσεις επιβάλλεται παρατεταμένο μαγείρεμα για τη μετατροπή του κολλαγόνου σε ζελατίνη. Προσοχή στο χρόνο μαγειρέματος πρέπει να δίνεται και στα νεαρής ηλικίας πουλερικά, γιατί επηρεάζεται το χυμώδες των ιστών τους με αποτέλεσμα τη λήψη στεγνού προϊόντος. Λιγότερο από το χυμώδες, επηρεάζεται η γεύση από τη διάρκεια του μαγειρέματος. Στα πουλερικά συνηθίζεται η προσθήκη ενισχυτών γεύσης (Flavor Intensifiers), όπως το όξινο γλουταμινικό νάτριο (H_2NCH_2COONa). Τα παραπροϊόντα της σφαγής (φτερά, αίμα, εντόσθια και κεφάλια) τα οποία δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη διατροφή, χρησιμοποιούνται για την παραγωγή λίπους και πτηνάλευρων. Τα βρώσιμα παραπροϊόντα (συκώτι, καρδιά κ.ά.) συσκευάζονται χωριστά και τοποθετούνται στο εσωτερικό του σώματος των πουλερικών.

11.2 Θαλασσινά

Στα βρώσιμα θαλασσινά περιλαμβάνονται τα ψάρια της θάλασσας, τα ψάρια του γλυκού νερού και τα οστρακοειδή όπως ο αστακός, τα καβούρια, οι γαρίδες, οι караβίδες και τα μαλάκια, όπως το καλαμάρι, η σου-

πιά, το χταπόδι κ.ά. Η σύσταση των θαλασσινών είναι παραπλήσια με εκείνη των θηλαστικών. Περιέχουν: Νερό 66–84%. Πρωτεΐνες 15–24%. Λίπος 0.1–22%. Λοιπά Συστατικά 0.8–2%.

Αποτελούν πλούσια πηγή των βιταμινών Α, Β και D.

Τα θαλασσινά βάσει του ποσοστού λίπους που περιέχουν διακρίνονται σε:

Προϊόντα χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπος (<5%), υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (15–20%) π.χ. μπακαλιάρος.

Προϊόντα μέτριας περιεκτικότητας σε λίπος (5–15%), υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (15–20%) π.χ. σολομός.

Προϊόντα υψηλής περιεκτικότητας σε λίπος (>15%), χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (<15%) π.χ. πέστροφα.

Προϊόντα χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπος (<5%), πολύ υψηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (>20%) π.χ. τόννος.

Προϊόντα χαμηλής περιεκτικότητας σε λίπος (<5%), χαμηλής περιεκτικότητας σε πρωτεΐνη (<15%) π.χ. στρείδια, μύδια κ.ά.

Η χημική σύσταση των θαλασσινών επηρεάζεται από παράγοντες όπως η διατροφή, το μέγεθος, η ηλικία, η εποχή ψαρέματος, ο ψαρότοπος κ.ά. Από τις μυοσίνες πρωτεΐνες βασικό ρόλο και εδώ παίζουν η ακτίνη, η μυοσίνη και κατά δεύτερο λόγο, οι τροπομυοσίνες. Η αναλογία μυοσίνης /ακτίνης είναι από 2/1 έως 4/1, παραπλήσια δηλαδή εκείνης των θηλαστικών. Οι υπόλοιπες πρωτεΐνες αποτελούν το συνδετικό ιστό και είναι ουσιαστικά το κολλαγόνο. Στα θαλασσινά το κολλαγόνο περιέχει μικρότερο ποσοστό προλίνης και υδροξυπρολίνης και μεγαλύτερο ποσοστό σερίνης και θρεονίνης απ' ό,τι στο κρέας των θηλαστικών. Οι πρωτεΐνες των ψαριών έχουν πολύ μεγάλη βιολογική αξία και είναι περισσότερο εύπεπτες από τις αντίστοιχες των θηλαστικών.

Το λίπος των θαλασσινών αποτελείται από τριγλυκερίδια και μικρά ποσά ελεύθερων λιπαρών οξέων, στερόλες, φωσφατίδια κ.ά. Εκτός από τα λιπαρά οξέα που απαντούν στο λίπος των θηλαστικών (παλμιτικό, στεατικό, ελαϊκό), στο λίπος των θαλασσινών περιέχονται κορεσμένα και ακόρεστα λιπαρά οξέα με 20, 22 και 24 άτομα άνθρακα.

Το φαινόμενο της ακαμψίας του θανάτου εμφανίζεται και στα ψάρια, αλλά διαρκεί μικρότερο χρόνο σε σύγκριση με τα θηλαστικά. Αρχίζει από 1 έως 7 ώρες μετά το θάνατο. Η ακαμψία του θανάτου επηρεάζεται από παράγοντες όπως η ψύξη και η κατάψυξη, (ψάρια υπό ψύξη παρουσιάζουν μεγαλύτερης διάρκειας ακαμψία), η διατροφή, ο χρόνος που μεσολαβεί από το θάνατο μέχρι την κατάψυξη καθώς και ο βαθμός της αντίστασης που προβάλλει το ψάρι κατά το ψάρεμα. Κατά τη διάρκεια της ακαμψίας το παραγόμενο γαλακτικό οξύ κατεβάζει το pH στην τιμή 6.2 έως 6.5 έναντι της τιμής 5.5 στο κρέας. Γι αυτό τα ψάρια είναι προϊόντα περισσότερο ευαλλοιώτα από το κρέας. Το pH τους δηλαδή ευνοεί περισσότερο την ανάπτυξη μικροοργανισμών.

Τα περισσότερα ψάρια σήμερα αλιεύονται στις ανοιχτές θάλασσες και καταψύχονται αμέσως σε ειδικές ψυκτικές εγκαταστάσεις μέσα στα αλιευτικά πλοία, αφού το πλοίο επιστρέφει στην ξηρά 1 ή 2 φορές το μήνα. Κατά την κατάψυξή τους, τα ψάρια αλλοιώνονται με αργό ρυθμό, ενώ ταυτόχρονα εμφανίζεται σκλήρυνση του μυϊκού ιστού. Επίσης κατά τη διάρκεια της ψύξης η δραστηριότητα των ενζύμων (αλδολάσης) μειώνεται σταδιακά. Μεταβολές επέρχονται και στο λίπος κατά την κατάψυξη: π.χ. κατά τη διάρκεια κατάψυξης μπακαλιάρου επί 9 μήνες στους -12°C η περιεκτικότητα σε λιπαρά οξέα αυξάνεται από 5 σε 326 mg/100g μύος, λόγω υδρόλυσης της φωσφατιδυλοαιθανολαμίνης και χολίνης. Κατά την απόψυξη τα ψάρια χάνουν μεγάλο μέρος από τα υγρά τους όπως και το κρέας.

Η ποιότητα των μαγειρεμένων ψαριών εξαρτάται από το είδος και το χρονικό διάστημα του μαγειρέματος. Η γεύση και η υφή των ψαριών δείχτηκε ανώτερη στα τηγανισμένα ψάρια, σε σύγκριση με τα βρασμένα ή τα ψημένα. Με την αύξηση της θερμοκρασίας μαγειρέματος των ψαριών αυξάνει η απώλεια υγρασίας. Η καλύτερη γεύση και υφή των ψαριών λαμβάνεται μετά θερμική κατεργασία στους $80-85^{\circ}\text{C}$. Ένας άλλος δημοφιλής τρόπος διάθεσης των ψαριών περιλαμβάνει την κονσερβοποίηση (π.χ. τόννος, σαρδέλλα), τις λεπτομέρειες της οποίας εξετάζει η Τεχνολογία των Τροφίμων.

11.3 Το πρόβλημα του υδράργυρου

Ο Υδράργυρος απαντά στο χώμα, στους ιστούς των φυτών και των ζώων και στο νερό. Η συγκέντρωσή του στο νερό κυμαίνεται από 0.03–2.0 ppm w/w. Τόσο τα φυτά όσο και τα ζώα συσσωρεύουν τον υδράργυρο στον οργανισμό τους, αφού το μέταλλο αυτό δεν αποβάλλεται μέσω του μεταβολισμού στο περιβάλλον. Συνεπώς, για ψάρια μεγάλου μεγέθους και ηλικίας, υπάρχει ο κίνδυνος περιεκτικότητας μεγάλων συγκεντρώσεων υδράργυρου. Σύμφωνα με αποτελέσματα της Υπηρεσίας Ελέγχου Τροφίμων και Φαρμάκων των ΗΠΑ (F.D.A.), ανάλυση 853 δειγμάτων ξιφία έδειξε πως το 95% των δειγμάτων περιείχε ≥ 1.0 ppm Hg. Γι αυτό υποδείχθηκε στο κοινό να αποφεύγει την κατανάλωση του ξιφία. Μετά την παραπάνω περίπτωση στις ΗΠΑ ορίστηκε σαν ανώτατη επιτρεπτή συγκέντρωση Hg στα ψάρια τα 0.5 ppm.

11.4 Οστρακοειδή

Ο σπουδαιότερος από οικονομική άποψη εκπρόσωπος των οστρακοειδών είναι η γαρίδα. Οι γαρίδες αφού αλιευτούν καταψύχονται και ταξινομούνται ανάλογα με το μέγεθός τους. Πρέπει να καταναλώνονται γρήγορα γιατί είναι ευαλλοίωτο προϊόν (pH=7.2). Όσο πιο γρήγορα καταψύ-

χθούν τόσο περισσότερο διατηρούν την ποιότητά τους.

Άλλα βρώσιμα οστρακοειδή είναι τα στρείδια και τα μύδια, τα οποία λαμβάνονται με ξύσιμο του βυθού ή κοντά στις ακτές. Το όστρακο ανοίγεται με το χέρι και εξάγεται το ζωντανό περιεχόμενο. Ακολουθεί κάποιας μορφής κατεργασία, π.χ. άσχευασία. Τα μέρη των θαλασσινών που δεν χρησιμοποιούνται για τη διατροφή αλέθονται, αφυδατώνονται για να δώσουν ιχθυάλευρα που χρησιμοποιούνται σαν τροφή ψαριών ή πουλερικών. Με εκχύλιση του λίπους των ιχθυάλευρων, απομακρύνεται η γεύση του «ψαριού» και προκύπτει το «συμπύκνωμα της πρωτεΐνης των ψαριών» (Fish Protein Concentrate), το οποίο χρησιμοποιείται σαν συστατικό σε παρασκευάσματα που χρησιμοποιούνται στη διατροφή του ανθρώπου. Το προϊόν αυτό είναι πλούσιο σε πρωτεΐνες και ανόργανα συστατικά. Σημαντικό είναι το γεγονός πως με έξοδα 0.5 δρχ. περίπου ημερησίως / άτομο, το σωστά παρασκευασμένο ιχθυάλευρο, θα μπορούσε να προμηθεύει το απαιτούμενο ποσό πρωτεΐνης σ' ολόκληρο τον πληθυσμό της γης.

11.5 Αυγά

Για τη διατροφή του ανθρώπου χρησιμοποιούνται κατά κύριο λόγο τα αυγά της όρνιθας και ορισμένων ψαριών (τά χαβιάρια).

Τα αυγά είναι πολύτιμα τρόφιμα γιατί προορίζονται για την αναπαραγωγή, περικλείουν δε το έμβρυο στο οποίο παρέχουν τροφή και προστασία μέχρι την εκκόλαψη. Αυτό φυσικά δε σημαίνει ότι τα αυγά αποτελούν πλήρη τροφή για τον άνθρωπο, αλλά ότι περιέχουν πολλές χρήσιμες θρεπτικές ύλες, όπως οι πρωτεΐνες, τα ανόργανα άλατα, οι βιταμίνες κ.λ.π. Τα αυγά μοιάζουν στη σύσταση με το γάλα: και τα δύο παρέχουν τα απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη δύο βιολογικών ειδών: διαφέρουν όμως κατά το ότι ενώ στο γάλα περιέχονται τα απαραίτητα συστατικά για την ανάπτυξη των νεογνών, στα αυγά περιέχονται τα συστατικά που είναι απαραίτητα μέχρι την εκκόλαψη των νεοσσών. Το γάλα και τα αυγά μοιάζουν επίσης κατά το ότι είναι πλούσια σε πρωτεΐνες και λίπος, διαφέρουν όμως ως προς την περιεκτικότητα σε υδατάνθρακες: το γάλα περιέχει σημαντικά ποσά λακτόζης, ενώ τα αυγά περιέχουν ίχνη μόνο υδατανθράκων.

Τα αυγά περιέχουν σημαντικά ποσά ανόργανων αλάτων και σιδήρου, μικρές ποσότητες ασβέστιου καθώς και των βιταμινών Α, Β και D και ίχνη μόνο βιταμίνης C.

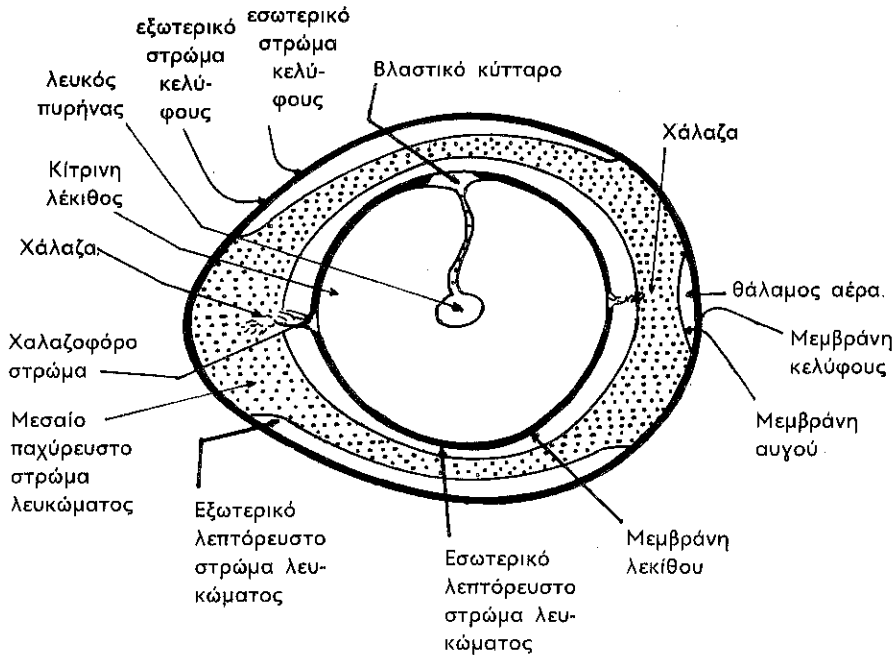
Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει ο κρόκος (λέκιθος) των αυγών λόγω της αυξημένης περιεκτικότητάς του σε θρεπτικά συστατικά τα οποία προορίζονται για τον σχηματισμό του αίματος, του εγκεφάλου, των οστών και των μυών των νεοσσών. Τα ίδια θρεπτικά συστατικά είναι

απαραίτητα για την ανάπτυξη των παιδιών.

Αλλά και το λευκό του αυγού, η αλβουμίνη, έχει σημαντική αξία και βρίσκει πολλές εφαρμογές στη μαγειρική, τη ζαχαροπλαστική, τη διαύγαση των κρασιών κ.λ.π.

Α. Μορφολογική κατασκευή και σύσταση των αυγών

Τα κύρια δομικά στοιχεία των αυγών είναι το κίτρινο του αυγού ή κρόκος ή λέκιθος (27-32% κ.β.), το λεύκωμα, ή λευκό του αυγού ή ασπράδι του αυγού (56-61%) και το κέλυφος (8-11%) (βλ. .σχ. 11-1).



Σχήμα 11-1. Δομή του αυγού όρνιθας.

Ο κρόκος είναι σχεδόν σφαιρικός και περιβάλλεται από στρώμα λευκής λεκίθου το οποίο επεκτείνεται προς το κέντρο του και σχηματίζει λευκό πυρήνα. Ο λευκός πυρήνας περιβάλλεται από ομόκεντρα στρώματα εναλλάξ κίτρινης και λευκής λεκίθου.

Ο κρόκος χωρίζεται από το λεύκωμα με τη μεμβράνη της λεκίθου, έχει χρώμα κιτρινωπό προς το πορτοκαλί και ασθενώς όξινη αντίδραση ($pH=6$). Πήζει κατά τρόπο μη αντιστρεπτό στους $75-80^{\circ}C$. Τα κύρια συστατικά του είναι το νερό (45-51%), οι πρωτεΐνες (16-17%), το λίπος (31-36%), η τέφρα (1.3%), οι υδατάνθρακες (0.2-1.1%) και οι βιταμίνες Α και οι προβιταμίνες της, D, Β₁ και Β₂. Ο κρόκος περιέχει πολύ περισσό-

τερο λίπος και λιγώτερο νερό από το λεύκωμα. Το χρώμα του κρόκου οφείλεται στη χρωστική λουτεΐνη, η οποία προέρχεται από τις τροφές του πτηνού και είναι μίγμα α- και β- καροτινίου, ωφλαβίνης και ξανθοφύλλης. Όσο σκοτεινότερο είναι το χρώμα του κρόκου τόσο πλουσιότερος είναι ο κρόκος σε προβιταμίνες Α.

Ο κρόκος του αυγού περιέχει επιπλέον σημαντικά ποσά λεκιθίνης, χοληστερόλης και διάφορα ένζυμα.

Το λευκό του αυγού περιβάλλει τον κρόκο και σχηματίζει προς τους δύο πόλους ίνες από παχύτερη μάζα, τις χάλαζες, που συγκρατούν τον κρόκο στο κέντρο του αυγού. Κύριο συστατικό του λευκού του αυγού είναι το νερό (85-90%). Επίσης περιέχει πρωτεΐνες κυρίως αλβουμίνες (12%), λίπος (0.25%), τέφρα (0.6%), υδατάνθρακες κυρίως γλυκόζη (0.7%) και μικρές ποσότητες λεκιθίνης, χοληστερόλης, βιταμίνης Β₂ και διάφορα ένζυμα, κατά κύριο λόγο λυσοζύμη, η οποία έχει αντιβακτηριακές ιδιότητες. Το λευκό του αυγού έχει αλκαλική αντίδραση (pH=7.9).

Το κέλυφος του αυγού αποτελείται από ανόργανες ουσίες (94.5%), ανθρακικό ασβέστιο, φωσφορικό μαγνήσιο, φωσφορικό ασβέστιο κ.λ.π., διαποτισμένες από οργανική ουσία (κολλαγόνο 4.0%). Περιέχει επίσης νερό σε αναλογία 1.5%. Το κέλυφος είναι διαπερατό από τους υδρατμούς, τον αέρα και το διοξείδιο του άνθρακα και σχετικά ανθεκτικό στις προσβολές των μικροοργανισμών.

1. Μεταβολές στα αυγά κατά τη διατήρηση

Κατά τη διατήρηση των αυγών ειδικά σε υψηλές θερμοκρασίες επέρχονται μεταβολές στο χρώμα, στη γεύση και στις υπόλοιπες ιδιότητες οι οποίες επηρεάζουν την ποιότητά τους. Σημαντικότερες απ' αυτές είναι οι εξής: Αμέσως μετά τη γέννηση δεν υπάρχει ο θάλαμος αέρα στο αμβλύ άκρο του αυγού, καθώς όμως ψύχεται και αποκτά τη θερμοκρασία του περιβάλλοντος το περιεχόμενό του συρρικνώνεται, εισέρχεται αέρας από τους πόρους του κελύφους και σχηματίζεται ο θάλαμος αέρα. Το μέγεθός του συνεχώς αυξάνει κατά τη διατήρηση των αυγών, καθώς εξατμίζεται μια ποσότητα νερού και αντικαθίσταται από αέρα. Η αύξηση του μεγέθους του θαλάμου μπορεί να περιοριστεί, αν αυξηθεί η σχετική υγρασία (ο επί τοις εκατό κορεσμός του αέρα με υδρατμούς) του χώρου στον οποίο διατηρούνται τα αυγά. Η αύξηση του μεγέθους του θαλάμου αέρα, παρόλο που αποτελεί χρήσιμο κριτήριο κατά την ωσκόπηση, απλώς υποδηλώνει την απώλεια υγρασίας. Παράλληλα με την απώλεια υγρασίας μέσω του κελύφους παρατηρείται και μια κίνηση του νερού από το λευκό προς τον κρόκο, λόγω της μεγαλύτερης ωσμωτικής πίεσης στον κρόκο. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση του όγκου του κρόκου, τη μείωση του ιξώδους του και την εξασθένηση της μεμβράνης που τον περιβάλλει. Για το λόγο αυτό, στα αυγά που διατηρήθηκαν επί ένα χρονικό

διάστημα σε υψηλές σχετικά θερμοκρασίες, οι κρόκοι γίνονται «πλαδαροί» και «διαρρέουν». Παράλληλα, το λευκό του αυγού γίνεται λεπτόρρευστο, πιθανώς λόγω της δράσης πρωτεϊνολυτικών ενζύμων.

Εξάλλου κατά τη διατήρηση των αυγών παρατηρείται απώλεια διοξειδίου του άνθρακα μέσω του κελύφους με αποτέλεσμα την άνοδο του pH. Σε διάστημα 3 ημερών το pH του λευκού του αυγού από 7.9 ανέρχεται σε 9.3 ή περισσότερο. Επίσης αυξάνει με βραδύ ρυθμό και το pH του κρόκου. Το διοξείδιο του άνθρακα προέρχεται από την μεταβολική δραστηριότητα της όρνιθας, διαλύεται στο αυγό και σχηματίζει ανθρακικό οξύ και όξινα ανθρακικά άλατα. Η απώλεια του διοξειδίου του άνθρακα συνεχίζεται μέχρι την αποκατάσταση ισορροπίας με το υπάρχον, στον αέρα του χώρου, διοξείδιο του άνθρακα. Η αύξηση της αλκαλικότητας των αυγών καθιστά τα αυγά λιγότερο εκτεθειμένα στην προσβολή από μικροοργανισμούς, αλλά επιδρά αναμφισβήτητα στις φυσικοχημικές μεταβολές που γίνονται κατά τη διατήρηση των αυγών. Η απώλεια διοξειδίου του άνθρακα από τα αυγά μπορεί να περιοριστεί με τη διατήρησή τους σε χώρους των οποίων ο αέρας περιέχει αυξημένα ποσά CO₂ (2.5%). Με τη μέθοδο αυτή καθυστερούν οι μεταβολές του pH, η ανάπτυξη των μικροοργανισμών, η εξασθένηση της μεμβράνης του κρόκου, αλλά το λευκό του αυγού κάτω από τις συνθήκες αυτές με την παραμονή γίνεται πιο λεπτόρρευστο. Κατά τη διατήρηση των αυγών αναπτύσσεται η χαρακτηριστική οσμή και γεύση των παλαιών (μπαγιατίκων) αυγών που οφείλεται στις μεταβολές οι οποίες συμβαίνουν στις πρωτεΐνες και το λίπος τους. Ακόμη τα αυγά απορροφούν εύκολα ανεπιθύμητες οσμές από το περιβάλλον, γι' αυτό αυτές πρέπει να αποκλείονται από τους χώρους αποθήκευσής τους.

Εκτός από τις αναπόφευκτες μεταβολές που γίνονται κατά την παλαίωση των αυγών, καμιά φορά επέρχονται και μικροβιακές αλλοιώσεις. Αμέσως μετά τη γέννηση από υγιείς όρνιθες τα αυγά είναι ελεύθερα μικροοργανισμών, καθώς όμως ψύχονται μπορεί να εισέλθουν σ' αυτά διάφοροι μικροοργανισμοί μέσω του πορώδους κελύφους. Οι ευκαιρίες για την είσοδο των μικροοργανισμών αυξάνουν, αν το κέλυφος είναι βρώμικο ή αν πλυθούν με σκέτο νερό. Αν οι μικροοργανισμοί επιτύχουν να εισέλθουν από το κέλυφος, έχουν να αντιμετωπίσουν τα φυσικά μέσα άμυνας του αυγού: τη μεμβράνη του κελύφους, το αλκαλικό περιβάλλον και τη βακτηριοκτόνα λυσοζύμη του λευκού του αυγού. Όταν όμως η μόλυνση είναι υπερβολικά μεγάλη, οι μικροοργανισμοί υπερνικούν τους αμυντικούς μηχανισμούς και προκαλούν αλλοιώσεις των αυγών. Οι σπουδαιότεροι από τους βλαπτικούς μικροοργανισμούς, που ενδιαφέρουν ιδιαίτερα τους τεχνολόγους τροφίμων, ανήκουν στα εξής είδη:

- α) *Pseudomonas*: προκαλούν τη σήψη και δυσσομία των αυγών.
- β) *Sporotrichum*: προκαλούν τη σήψη του κρόκου.

γ) *Cladosporium*: προκαλούν τη δημιουργία μαύρων κηλίδων και την ταχεία αλλοίωση του κρόκου.

δ) *Proteus*: προκαλούν τη σήψη των αυγών και τη δημιουργία αερίων που καμιά φορά αναφλέγονται κατά τη θραύση των αυγών.

ε) *Coliform*: προκαλούν τη δημιουργία οσμής ψαριού (την ψαρίλα).

Επιπλέον οι όρνιθες προσβάλλονται από ασθένειες και μπορούν με τα αυγά τους να προκαλέσουν τροφικές δηλητηριάσεις. Σπουδαιότερη από τις ασθένειες αυτές είναι η σαλμονέλλωση που προκαλείται από μια ομάδα μικροοργανισμών, τις σαλμονέλλες. Τα μολυσμένα από την αιτία αυτή αυγά καταναλίσκονται από περιορισμένο αριθμό ατόμων στα οποία προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις. Αν αναμιχθούν όμως με μεγάλο αριθμό αυγών, για την παρασκευή π.χ. ξηρών αυγών, αποτελούν πραγματικό κίνδυνο.

Επομένως κατά τη διατήρηση των αυγών μπορεί να επέλθουν μεταβολές στη σύστασή τους από διάφορους παράγοντες, με αποτέλεσμα την αύξηση του μεγέθους του θαλάμου αέρα, την αύξηση του pH, τη διεύρυνση του κρόκου και την εξασθένηση της μεμβράνης που τον περιβάλλει, και την αλλοίωση της οσμής και της γεύσης τους. Επίσης από την δράση των μικροοργανισμών μπορεί να προκύψει αλλοίωση των αυγών. Για την εξασφάλιση υγιεινών αυγών και την επί αρκετό χρόνο διατήρησή τους πρέπει:

α) Να επικρατούν υγιεινές συνθήκες στα πτηνότροφεία για να μη μολυνθεί το κέλυφος.

β) Να αποφεύγεται το πλύσιμο των αυγών με σκέτο νερό.

γ) Τα αλλοιωμένα αυγά δεν πρέπει να αποθηκεύονται μαζί με φρέσκα, γιατί, αν σπάσουν, μπορεί να αποτελέσουν αιτία μόλυνσης και για τα φρέσκα αυγά.

δ) Να διατηρούνται τα αυγά με κατάλληλη ψύξη ή με ξήρανση, ή με κατάψυξη.

B. Διατήρηση των αυγών

1. Διατήρηση με ψύξη

Το κύριο μέλημα των τεχνολόγων των τροφίμων είναι η καθυστέρηση ή η παρεμπόδιση των φυσικών μεταβολών που συμβαίνουν κατά τη διατήρηση των αυγών και η παρεμπόδιση των βλαβών από εξωτερικά αίτια και κατά κύριο λόγο από τις προσβολές από μικροοργανισμούς. Οι κανονικές μεταβολές πρέπει να παρεμποδισθούν το ταχύτερο δυνατό, γιατί, όταν αρχίσουν, προχωρούν με ταχύ ρυθμό και ευνοούν την προσβολή των αυγών από μικροοργανισμούς. Η σπουδαιότερη μέθοδος διατήρησης των αυγών στηρίζεται στην αποθήκευση υπό ψύξη. Ειδικά κιβώτια με αυ-

γά τοποθετούνται σε ομοιόμορφα ψυχόμενους χώρους, όπου η θερμοκρασία είναι λίγο πάνω από το σημείο πήξης τους (-2°C) και η σχετική υγρασία του αέρα είναι 90% περίπου. Κάτω από τις συνθήκες αυτές τα αυγά διατηρούνται σε καλή κατάσταση πάνω από εννέα μήνες. Καλύτερα αποτελέσματα λαμβάνονται, αν πριν από την εισαγωγή των αυγών στα ψυγεία γίνει επάλειψη του κελύφους με παραφινέλαιο.

Όταν πρόκειται να προσφερθούν στην κατανάλωση τα διατηρημένα με ψύξη αυγά είναι απαραίτητο η θερμοκρασία τους να ανέβει με βραδύ ρυθμό για να μη συσσωρευτεί υγρασία στο κέλυφος και προκληθεί αλλοίωσή τους. Για το σκοπό αυτό φέρονται αρχικά σε ξηρούς χώρους θερμοκρασίας 8°C όπου παραμένουν επί 24 ώρες για να πάρουν τη θερμοκρασία αυτή και μετά φέρονται στη θερμοκρασία του περιβάλλοντος. Τα διατηρημένα με ψύξη αυγά πρέπει να καταναλισκονται γρήγορα, γιατί αλλοιώνονται ταχύτερα από τα φρέσκα αυγά.

2. Διατήρηση με κατάψυξη

Η κατάψυξη εφαρμόζεται για τη συντήρηση των αυγών χωρίς το κέλυφος (γιατί προκαλεί το σπάσιμο των κελύφων) και έχει πολύ καλά αποτελέσματα για την παραγωγή μεγάλων ποσοτήτων διατηρημένων αυγών που χρησιμοποιούνται από τις βιομηχανίες τροφίμων. Άλλωστε οι βιομηχανίες σπάνια χρησιμοποιούν ολόκληρα αυγά γιατί απαιτείται πρόσθετη εργασία. Με τη διατήρηση με κατάψυξη αξιοποιούνται και τα βρώμικα, τα σπασμένα, τα ραγισμένα και τα μικρού μεγέθους αυγά τα οποία κατά τα άλλα είναι πρόσφατα και κανονικής σύστασης. Πριν από τη θραύση πλένονται καλά και ωοσκοπούνται. Η θραύση γίνεται με ειδικές μηχανές, δυναμικότητας 7,000 έως 14,000 αυγά την ώρα. Τα αυγά θραύονται ανά τρία σε μικρά κύπελλα και αν κάποιο από αυτό είναι αλλοιωμένο απορρίπτεται ολόκληρο το κύπελλο και απολυμαίνεται το μαχαιρίδιο θραύσης. Στη συνέχεια η μάζα των αυγών διηθείται για την απομάκρυνση τυχόν τεμαχίων κελύφους και των χαλαζών, αναμιγνύεται καλά και φέρεται σε δοχεία 15 ή 20 χιλιογράμμων, τα οποία καταψύχονται στους -16°C έως -20°C επί 72 ώρες. Καμιά φορά, εφαρμόζεται η ταχεία κατάψυξη στους -40°C έως -45°C επί 7 δευτερόλεπτα.

Τα καλής ποιότητας αυγά, αν διακινηθούν και επεξεργασθούν σωστά, περιέχουν μικρό αριθμό μικροοργανισμών. Πάντως για περισσότερη ασφάλεια τα αυγά πριν από την κατάψυξη παστεριώνονται με θέρμανση της υγρής μάζας στους 63°C επί 1 min, χωρίς να παραβλάπτονται οι ιδιότητές τους. Τα δοχεία των κατεψυγμένων αυγών μπορούν να διατηρηθούν επί μακρό χρόνο χωρίς αλλοίωση υπό κατάψυξη. Προκειμένου να χρησιμοποιηθούν τα κατεψυγμένα αυγά αποψύχονται με παραμονή στους $12-13^{\circ}\text{C}$ επί 48 ώρες. Τα αποψυχθέντα κατεψυγμένα πλήρη αυγά

χρησιμοποιούνται από τους αρτοποιούς και τους ζαχαροπλάστες για οποιαδήποτε χρήση όπως και τα φρέσκα αυγά.

Πολλές φορές καταψύχονται χωριστά οι κρόκοι και τα λευκά των αυγών. Αν οι κρόκοι παραμείνουν στην κατάψυξη επί μακρό χρόνο, μετά την απόψυξη μεταβάλλονται σε ζελατινώδη μάζα. Για το λόγο αυτό πριν από την κατάψυξη αναμιγνύονται με διαλύματα 10% μαγειρικού άλατος ή 10% ζάχαρης, οπότε αποφεύγεται η μεταβολή αυτή. Οι αλατισμένοι κρόκοι χρησιμοποιούνται από τους παρασκευαστές μαγιονέζας, ενώ οι σακχαρούχοι από τους ζαχαροπλάστες.

3. Διατήρηση με ξήρανση

Εκτός από την ψύξη και την κατάψυξη που εφαρμόζονται για τη διατήρηση των αυγών, εφαρμόζεται επίσης κατά ένα ποσοστό και η ξήρανσή τους. Για το σκοπό αυτό επιλέγονται πρόσφατα αυγά από υγιείς όρνιθες και αρχικά υποβάλλονται στις κατεργασίες όπως στην κατάψυξη, δηλαδή, πλένονται, ωσσκοπούνται και θραύονται. Η υγρή μάζα υποβάλλεται σε παστερίωση στους 60°C και αμέσως ξηραίνεται με καταιόνιση, για να μη δοθεί ο απαιτούμενος χρόνος για τον πολλαπλασιασμό των μικροοργανισμών που πιθανόν να υπάρχουν. Η εγκατάσταση ξήρανσης είναι όμοια με τις χρησιμοποιούμενες για την ξήρανση του γάλακτος. Η υγρή μάζα των αυγών καταιονίζεται από ειδικό καταιονιστήρα στο θάλαμο ξήρανσης, όπου αναμιγνύεται με θερμό αδρανές αέριο (άζωτο) θερμοκρασίας 121–149°C. Η σκόνη των αυγών κατακαθίζει στον πυθμένα του θαλάμου και απομακρύνεται με κατάλληλη διάταξη.

Πολλές φορές ξηραίνονται χωριστά το λευκό και οι κρόκοι των αυγών. Πριν από την ξήρανση συνήθως η υγρή μάζα υποβάλλεται σε ζύμωση για να απομακρυνθεί η γλυκόζη την οποία περιέχουν και να αποφευχθούν κίνδυνοι σκοτεινής χρώσης λόγω μη ενζυματικής αμαύρωσης.

Με την κατεργασία αυτή τα λαμβανόμενα προϊόντα είναι διαλυτά στο νερό και διατηρούν τη διογκωτική τους ικανότητα κατά μεγάλο ποσοστό. Η σκόνη των αυγών έχει κίτρινο χρώμα και ευχάριστη οσμή. Με την πάροδο του χρόνου ταγγίζει και γίνεται δύσοσμη και ακατάλληλη για οποιαδήποτε χρήση, γι' αυτό πρέπει να συσκευάζεται με αδρανές αέριο και να διατηρείται σε χαμηλές θερμοκρασίες. Επειδή πολλές φορές τα ξηρά αυγά περιέχουν μεγάλο αριθμό μικροοργανισμών μεταξύ των οποίων και τις επικίνδυνες σαλμονέλλες, επιβάλλεται η χρησιμοποίησή τους σε προϊόντα που υποβάλλονται σε ψήσιμο.

Γ. Θρεπτική αξία των αυγών

Τα αυγά παρέχουν στον οργανισμό σημαντικά ποσά σιδήρου, φωσφόρου και πρωτεϊνών μεγάλης βιολογικής αξίας. Στις πρωτεΐνες των αυγών δίνεται αυθαίρετα η μεγαλύτερη τιμή για τη βιολογική τους αξία (100) και

βάσει αυτού υπολογίζονται οι βιολογικές αξίες των πρωτεϊνών των άλλων τροφίμων. Επιπλέον τα αυγά δίνουν στον οργανισμό σημαντικές ποσότητες λίπους, βιταμίνης Α και ασβέστιου και μικρά ποσά βιταμίνης D, ριβοφλαβίνης, θειαμίνης και βιοτίνης.

Δ. Η χρησιμοποίηση των αυγών

Τα αυγά χρησιμοποιούνται πάρα πολύ στη διατροφή όχι τόσο για την θρεπτική τους αξία όσο για τα πολλά πλεονεκτήματα που παρέχει η χρησιμοποίησή τους στη μαγειρική, τη ζαχαροπλαστική, την αρτοποιία κ.λ.π. για την παρασκευή εύγευστων και εμφανίσιμων προϊόντων. Τα αυγά δρουν ως διογκωτικά, ως γαλακτωματοποιητές, ως πηκτωματογόνα, ως μέσα για τη συγκράτηση της υγρασίας και τη βελτίωση της υφής, ως μέσα χρώσης, ως μέσα για τη βελτίωση της γεύσης και της θρεπτικής αξίας κ.λπ.

Η διογκωτική ικανότητα οφείλεται κατά κύριο λόγο στο λευκό του αυγού, το οποίο μπορεί με το χτύπημα ή την ισχυρή ανάδευση, μόνο του ή σε μίγματα με άλλα τρόφιμα, να σχηματίσει έντονο αφρό και να δεσμεύσει ικανές ποσότητες αέρα, επί αρκετό χρόνο μέχρις ότου το προϊόν σταθεροποιηθεί με θέρμανση ή με άλλο τρόπο. Ο κρόκος μόνος δεν έχει διογκωτικές ικανότητες. Ο κρόκος με το χτύπημα δεν παρέχει ισχυρό αφρισμό γιατί περιέχει πολύ λίπος με το οποίο εμπλουτίζει τα προϊόντα. Επίσης ο κρόκος χρωματίζει τα προϊόντα και τους δίνει χαρακτηριστική ευχάριστη οσμή και γεύση.

Τόσο ο κρόκος του αυγού όσο και το λευκό και ολόκληρο το αυγό έχουν καλές γαλακτωματοποιητικές ιδιότητες. Εντούτοις, η γαλακτωματοποιητική ικανότητα του κρόκου είναι τετραπλάσια του λευκού, ολόκληρου δε του αυγού κάπου ενδιάμεσα μεταξύ των δύο. Η μεγάλη γαλακτωματοποιητική ικανότητα του κρόκου αποδίδεται στις λεκιθινοπρωτεΐνες τις οποίες περιέχει. Απόδειξη των εξαιρετών γαλακτωματοποιητικών ιδιοτήτων του αυγού αποτελεί η μαγιονέζα, η οποία είναι γαλάκτωμα νερού σε λάδι (65%) όπου ο μόνος γαλακτωματοποιητής είναι τα αυγά.

Βιβλιογραφία

1. **M.I. Gillies:** Fish and Shellfish Processing, Noyes Data Corp. Park Ridge N.J.(1975).
2. **I.C. Carter (edit):** Egg Quality, A Study of the Hen's Egg, Oliver and Boyd Publ., Edinburg (1968).
3. **W.J. Stadelman and QJ. Cotterill (eds):** Egg Science and Technology, AVI Publ. Co., Westport, Conn (1973).

4. **J. Brooks and D.J. Taylor:** Eggs and Egg Products, Dept. Scientific and Industrial Res., Food Investigation Special Report No. 60, Her Majesty's Stationery Office, London (1955)
5. **G. Borgstrom (edit):** Fish as Food, Vol. I, Academic Press, New York (1961)
6. **G.J. Mountney:** Poultry Products Technology, 2nd edition, Avi Publ. Co., Westport, Conn (1976).
7. **D.K. Tressler, W.B. Van Arsdel, and M.J. Copley (eds):** The Freezing Preservation of Foods, 4th edition, Vol. 3, Avi Publ Co., Westport, Conn. (1968).
8. **M.E. Stansby:** Industry Fishery Technology, Reinhold Publ. Corp. New York (1963)
9. **D.K. Tressler and J.M. Deman:** Marine Products of Commerce, 2nd edition, Reinhold Publ. Corp., New York (1951).

**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα
Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**

Τέλος Ενότητας

Χρηματοδότηση

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.



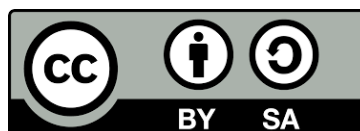
Σημειώματα

Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Διδάσκων: Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς. «Χημεία Τροφίμων. Χημεία και Τεχνολογία κρέατος». Έκδοση: 1.0. Ιωάννινα 2014. Διαθέσιμο από τη δικτυακή διεύθυνση: <http://ecourse.uoi.gr/course/view.php?id=1312>.

Σημείωμα Αδειοδότησης

- Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή, Διεθνής Έκδοση 4.0 [1] ή μεταγενέστερη.



[1] <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>.