



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΙΩΑΝΝΙΝΩΝ**  
**ΑΝΟΙΚΤΑ ΑΚΑΔΗΜΑΪΚΑ ΜΑΘΗΜΑΤΑ**



---

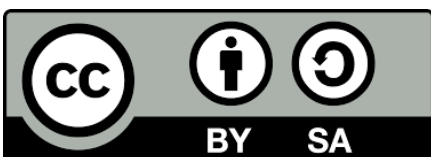
**Τίτλος Μαθήματος:** Χημεία Τροφίμων

**Ενότητα:** Χημεία και Τεχνολογία κρέατος

**Διδάσκων:** Καθηγητής Μιχάλης Κοντομηνάς

**Τμήμα:** Χημείας

---



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

## ΜΕΡΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

# ΤΡΟΦΙΜΑ ΖΩΪΚΗΣ ΠΡΟΕΛΕΥ- ΣΗΣ (ΖΩΪΚΑ ΤΡΟΦΙΜΑ)

Με τον όρο «ζωϊκά τρόφιμα» χαρακτηρίζονται κατά κύριο λόγο το κρέας, τα πουλερικά, τα θηράματα και τα ψάρια καθώς και τα προϊόντα που λαμβάνονται από τα ζώα: το γάλα, το τυρί, το βούτυρο, τα αυγά κ.λπ.

Τα ζωϊκά τρόφιμα περιέχουν τις ίδιες τάξεις θρεπτικών υλών (πρωτεΐνες, λίπος, υδατάνθρακες κ.λπ.) με τα φυτικά τρόφιμα, σε διαφορετικές όμως αναλογίες. Επί πλέον τα ζωϊκά τρόφιμα δεν περιέχουν ποτέ την κυτταρίνη που απαντά στα φυτικά τρόφιμα.

Η προτίμηση πολλών καταναλωτών για τα ζωϊκά τρόφιμα μπορεί ν' αποδοθεί: α) στην ευχάριστη οσμή και γεύση που αποκτούν ύστερα από κατάλληλη επεξεργασία· β) στη μεγάλη θρεπτική αξία που έχουν· εξαιτίας της σημαντικής περιεκτικότητάς τους σε υψηλής βιολογικής αξίας πρωτεΐνες, σε βιταμίνες του συμπλέγματος Β και σε πολύτιμα ανόργανα συστατικά, όπως είναι ο σίδηρος και ο φωσφόρος.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

# ΚΡΕΑΣ ΚΑΙ ΠΡΟΪΟΝΤΑ ΚΡΕΑΤΟΣ

### 10.1 Εισαγωγή – δομή του μυός

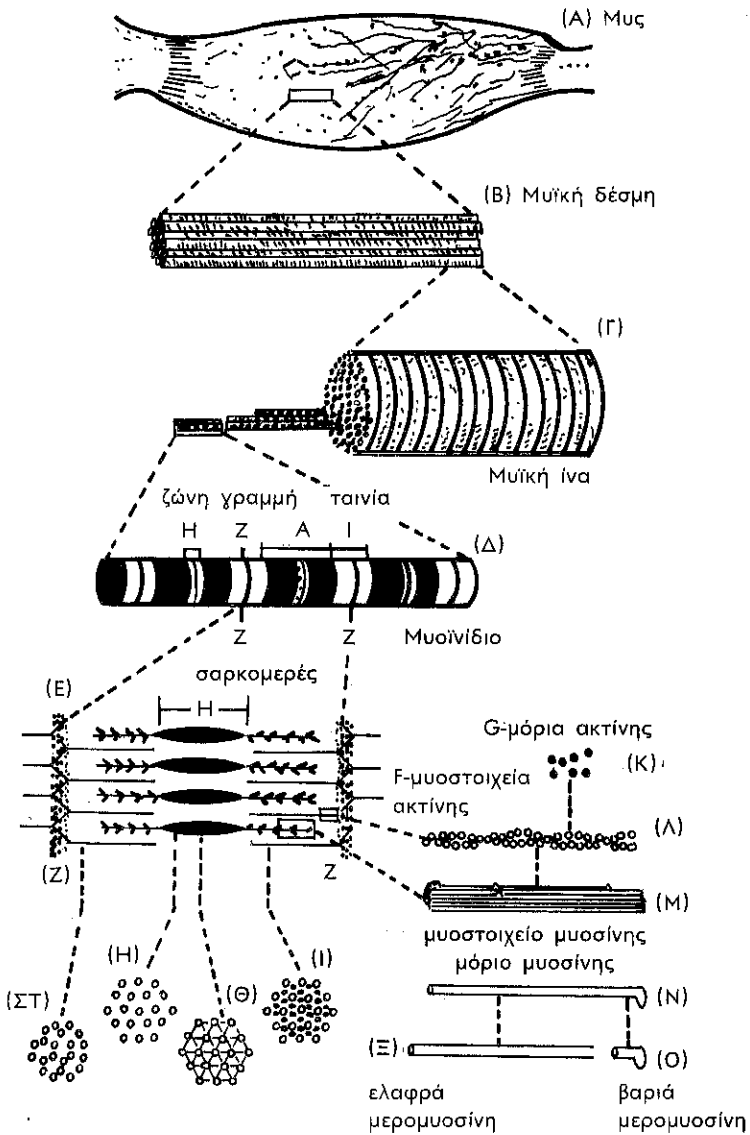
Γενικά η λέξη κρέας σημαίνει τα κομμάτια των σφαχτών ή και ολόκληρα τα σφαχτά των ζώων ή των πτηνών που προορίζονται για τη διατροφή των ανθρώπων.

Ειδικά ως κρέας χαρακτηρίζονται οι μυϊκοί ιστοί του σώματος των ωφελίμων ζώων της κτηνοτροφίας (βοδιού, χοίρου, προβάτου κ.λπ.).

Τα κύρια δομικά συστατικά του σώματος των ζώων είναι τα κύτταρα, τα οποία συνδυάζονται μεταξύ τους και με τις μεσσοκυτάρειες ύλες σχηματίζουν τους ιστούς. Οι σπουδαιότεροι από τους ιστούς είναι ο μυϊκός, ο συνδετικός, ο επιθηλιακός, ο νευρικός και ο λιπαρός. Από τον συνδυασμό των διαφόρων ιστών προκύπτουν τα διάφορα όργανα που σχηματίζουν το σώμα των ζώων.

Ιδιαίτερη σημασία για το κρέας έχουν ο μυϊκός και ο λιπαρός ιστός. Όσο περισσότερο μυϊκό ιστό έχει ένα κομμάτι κρέας, τόσο λιγότερο λιπαρό ιστό έχει και αντίθετα.

Ο μυϊκός ιστός, η δομή του οποίου φαίνεται στο σχήμα 10-1, αποτελείται από μεγάλο αριθμό **μυών**, οι οποίοι με τη σειρά τους αποτελούνται από μυϊκές **δέσμες**. Κάθε δέσμη αποτελείται από μυϊκές **ίνες** που μοιάζουν με λεπτό ρολό μεταλλικών νομισμάτων πάχους λίγων μόλις μικρομέτρων (μm). Κάθε μυϊκή ίνα αποτελείται από πολλά **μυοϊνίδια**, χαρακτηριστική εικόνα των οποίων φαίνεται στο σχήμα 10-1. Κάθε μυοϊνίδιο απαρτίζεται από επαναλαμβανόμενες μονάδες, τα **σαρκομερή**, τα οποία έχουν μήκος 2-3 μm. Σε κάθε σαρκομερές διακρίνονται η ζώνη H (σχ. 10-1 Δ), η γραμμή Z και οι ταινίες A και I. Το μέγεθος και η θέση των ζωνών και γραμμών αυτών έχει άμεση σχέση με την κατάσταση του μυός. Όταν δηλαδή ο μυς συσταλεί, το μήκος του σαρκομερούς μειώνε-



Σχήμα 10-1. Σχεδιάγραμμα οργάνωσης του μυός (Α) μυς, (Β) μυϊκή δέσμη (Γ) μυϊκή ίνα, (Δ) μυοϊνίδιο, (Ε) σαρκομερές με τα μυοστοιχεία του (ΣΤ-Ι) κάθετη τομή των μυοστοιχείων, (Κ) μόρια ακτίνης (Λ) μυοστοιχείο ακτίνης, (Μ) μυοστοιχείο μυοσίνης, (Ν) μόριο μυοσίνης αποτελούμενο από τη (Ο) βαριά μερομυοσίνη και (Ξ) ελαφρά μερομυοσίνη.

ται αισθητά, γιατί τα στοιχεία της ακτίνης και μυοσίνης (σχ. 10-1 Λ,Μ) αλληλοκαλύπτονται. Τέλος εξωτερικά ο μυς περιβάλλεται από προστατευτική μεμβράνη, αποτελούμενη από συνδετικό ιστό, το **επιμύσιο**. Περαιτέρω κάθε μυϊκή δέσμη περιβάλλεται από παρόμοια μεμβράνη, το **περιμύσιο**, και κάθε μυϊκή ίνα από το **ενδομύσιο**. (σαρκόκλημα). Ο μυς συνδέεται με τα οστά μέσω των τενόντων που αποτελούν την προέκταση του μύος στα δύο του άκρα.

## 10.2 Σύσταση του μύος

Το κύριο συστατικό του μύος είναι το **νερό** που κατά μέσον όρο φτάνει τα 75% κ.β.

Οι **πρωτεΐνες** (18.5% κ.β.) του μύος διακρίνονται σε τρία είδη: τις μυοσινώδεις (9.5% μυοσίνη, ακτίγη, τροπομυοσίνη), τις σαρκοπλασματικές (6.0% μυογλοβίνη, αιμογλοβίνη) και τις πρωτεΐνες του συνδετικού ιστού (3% κολλαγόνο, ελαστίνη). Το **λίπος** που ανάλογα με την προέλευση του μύος κυμαίνεται μεταξύ 1.5-13.0%, (μ.ο. 3.0%) αποτελείται από ουδέτερα λιπίδια, φωσφολιπίδια, χοληστερόλη κ.τ.λ. Τα σημαντικότερα λιπαρά οξέα που απαντούν στο λίπος του μύος περιλαμβάνουν το ελαϊκό οξύ (40%), το παλμιτικό οξύ (28%), το στεατικό οξύ (20%), το λινελαϊκό (5%) και το λινολενικό (0.5%). Οι **υδατάνθρακες** (1%) αποτελούνται από γλυκογόνο, γλυκόζη και σ-φωσφογλυκόζη. Τα **Αζωτούχα μη πρωτεϊνικά συστατικά** (15%) αποτελούνται από κρεατίνη, κρεατινίνη, τα νουκλεοτίδια ATP και ADP και τα πεπτίδια, καρνοσίνη, ανσερίνη κ.ά. Από τα ένζυμα τα σπουδαιότερα είναι τα πρωτεολυτικά, τα σακχαρολυτικά και τα οξειδωτικά. Στα ένζυμα οφείλεται σε μεγάλο βαθμό η ωρίμαση του κρέατος. Τα **ανόργανα συστατικά** (1%) περιλαμβάνουν κάλιο, φωσφόρο, θείο, χλώριο, νάτριο και σε μικρότερα ποσά Mg, Ca, Fe, Co, Cu, Zn και

ΠΙΝΑΚΑΣ 10-1

Συστατικό	Μέση % σύσταση του ωμού κρέατος και ψαριών χωρίς κόκαλα					
	Κρέας			Ψάρι		
	Βοδινό	Πρόβατου	Χοίρου	Μπακαλιάρος	Ρέγγα	Σαρδέλλες κονσέρβα
Πρωτεΐνες	15	13	12	16	16	20
Λίπος	28	31	40	0,5	15	24
Νερό	56	55	47	81	66	50
Ασβέστιο	10	10	10	25	100	400
Σίδηρος	0,4	2,0	1,0	1,0	1,5	4,0
Βιταμίνη Α	50	50	0	0	150	210
Θειαμίνη	80	160	720	60	10	90
Θερμίδες	312	331	408	69	199	296

Μη. Το κρέας περιέχει πολύ μικρά ποσά βιταμινών, τα οποία ελαττώνονται ακόμη περισσότερο με την αύξηση της ηλικίας των ζώων. Στον πίνακα 10-1 δίνεται η μέση % σύσταση του κρέατος ορισμένων θηλαστικών και ψαριών.

Λόγω της ιδιαίτερης σημασίας που έχουν οι πρωτεΐνες του μυός, εξετάζονται στη συνέχεια λεπτομερέστερα.

### **A. Μυοϊνώδεις πρωτεΐνες ή πρωτεΐνες της μυϊκής συστολής**

Οι σπουδαιότερες πρωτεΐνες της κατηγορίας αυτής είναι η ακτίνη και η μυοσίνη. Η μυοσίνη αποτελεί το 15-30% των μυοϊνωδών πρωτεϊνών. Η μυοσίνη αποτελείται από δύο πολυπεπίδια συνδεδεμένα μεταξύ τους κατά τέτοιο τρόπο ώστε να σχηματίζουν δομή α-έλικα. Το μοριακό τους βάρος είναι περίπου 470,000 d. Το μακρομόριο της μυοσίνης φέρει στην άκρη του σφαιρική κεφαλή (βαριά μυοσίνη, σχ. 10-1 Ο) η οποία παρουσιάζει ενζυματική δραστηριότητα (ΑΤΡαση) και μπορεί να αντιδρά με την ακτίνη. Η ακτίνη βρίσκεται στο μυ με τη μορφή διπλού έλικα, τη λεγόμενη ινώδη ακτίνη (σχ. 10-1Α).

Η σφαιρική ακτίνη (σχ. 10-1 Ο), η οποία αποτελεί το μονομερές της ινώδους ακτίνης, έχει τη δυνατότητα να ενώνεται σταθερά με το ΑΤΡ (αδενοσινοτριφωσφορικό οξύ) που επίσης βρίσκεται στα μυϊκά κύτταρα και παρουσία ιόντων  $Mg^{2+}$  πολυμερίζεται για να δώσει την F-ακτίνη με σύγχρονη υδρόλυση του ΑΤΡ προς ΑDΡ και φωσφορικό οξύ. Όταν η ακτίνη και η μυοσίνη, σε καθαρή κατάσταση, αναμιχθούν, σχηματίζεται το σύμπλοκο της «ακτομυοσίνης», με τη βοήθεια σουλφυδριλικών δεσμών μεταξύ των αμινομάδων των δύο πρωτεϊνών.

Άλλες μυοϊνώδεις πρωτεΐνες είναι η τροπομυοσίνη Β, τροπομυοσίνη Α, τροπονίνη Α, τροπονίνη Β, α-ακτινίνη και β-ακτινίνη.

### **B. Σαρκοπλασμικές πρωτεΐνες**

Σπουδαιότεροι εκπρόσωποι της κατηγορίας αυτής είναι η μυογλοβίνη και η αιμογλοβίνη, στις οποίες οφείλεται το χαρακτηριστικό κόκκινο χρώμα του κρέατος και οι οποίες εξετάζονται, με λεπτομέρεια, στο κεφάλαιο 16.3. Άλλες πρωτεΐνες της κατηγορίας αυτής περιλαμβάνουν διαλυτά γλυκολυτικά ένζυμα καθώς και άλλα ένζυμα, όπως η κρεατινοκινάση και η ΑΜΡδιαμινάση.

### **Γ. Πρωτεΐνες του συνδετικού ιστού**

Οι σπουδαιότερες «συνδετικές» πρωτεΐνες του μυός είναι το κολλαγόνο και η ελαστίνη.

1. **Κολλαγόνο.** Αποτελεί το κύριο κλάσμα των συνδετικών πρωτεϊνών και

συνεισφέρει στη σκληρότητα του μυϊκού ιστού. Αντιπροσωπεύει περίπου το 30–35% των συνολικών πρωτεϊνών στα θηλαστικά. Ένα κλάσμα του κολλαγόνου διαλύεται σε ουδέτερο διάλυμα άλατος, άλλο κλάσμα διαλύεται σε οξύ και τρίτο κλάσμα είναι ολότελα αδιάλυτο. Η βασική μονάδα του κολλαγόνου είναι το τροποκολλαγόνο, κυλινδρική πρωτεΐνη μήκους 2,800 Å. Αποτελείται από 3 πεπτιδικές αλυσίδες συνδεδεμένες σε ελικοειδή δομή, μοριακού βάρους περίπου 300,000 d. Η διαλυτότητα του κολλαγόνου ελαττώνεται καθώς οι διαμοριακοί δεσμοί στο μακρομόριο αυξάνουν. Το κολλαγόνο παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον γιατί είναι η μόνη πρωτεΐνη που περιέχει: α) μεγάλο ποσοστό υδροξυπρολίνης και β) υδροξυλυσίνης.

Δύο βασικές οξειδωτικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στο μακρομόριο του κολλαγόνου είναι η μετατροπή της προλίνης σε υδροξυπρολίνη και της λυσίνης σε υδροξυλυσίνη.

Η πιο χαρακτηριστική μεταβολή που υφίσταται το κολλαγόνο είναι η μετατροπή του σε ζελατίνη. Όταν το κολλαγόνο θερμαίνεται, πάνω από ορισμένη θερμοκρασία, υδρολύονται αρκετοί ενδομοριακοί, διαμοριακοί καθώς και πεπτιδικοί δεσμοί στο μακρομόριό του. Έτσι σχηματίζεται η άμορφη δομή της ζελατίνης. Η μεταβολή αυτή είναι ουσιαστικά μερική μετουσίωση, αφού διατηρείται μερικά η δομή της πρωτεΐνης. Ολοκληρωτική καταστροφή της αρχικής δομής καταλήγει στο σχηματισμό της κόλλας. Ελαττωμένης της θερμοκρασίας το μόριο του κολλαγόνου ανασυντίθεται μερικά. Η σχηματιζόμενη ζελατίνη είναι μια πηκτή, η σταθερότητα της οποίας είναι συνάρτηση της αρχικής συγκέντρωσης του κολλαγόνου. Μετατροπή του κολλαγόνου σε ζελατίνη γίνεται κατά το μαγείρεμα του κρέατος και σ' αυτό οφείλεται η ζελατινοειδής όψη του προϊόντος μετά το μαγείρεμα και την ψύξη που ακολουθεί.

**2. Ελαστίνη.** Αποτελείται από ίνες που φέρνουν διακλαδώσεις και παρουσιάζει μεγάλη ελαστικότητα. Απαντά κυρίως στις αρτηρίες του αίματος και πολύ λιγώτερο στο μυϊκό ιστό και συγκεκριμένα μεταξύ των μυϊκών δεσμών.

Η διακλαδούμενη δομή οφείλεται στην παρουσία των αμινοξέων δεσμοσίνης και ισοδεσμοσίνης.

### 10.3 Συστολή του μυός

Στο μυ που βρίσκεται σε ανάπαυση η ακτίνη και η μυοσίνη βρίσκονται χωρισμένες μέσω του συμπλόκου Mg-ATP, το οποίο δρα σαν πλαστικοποιητής. Με εντολή του νευρικού συστήματος στην αρχή του κύκλου της συστολής του μυός, ελευθερώνεται  $Ca^{2+}$  από το σαρκόπλασμα (ουσία που αντιστοιχεί στο κυτταρόπλασμα των λοιπών κυττάρων). Τα ιόντα  $Ca^{2+}$  ελευθερώνουν ATP από το σύμπλοκο Mg-ATP και ταυτόχρονα ενεργ-



γοποιούν τη βαριά μερομυοσίνη (HMM). Η τελευταία (HMM) διασπά το ATP προς ADP ελευθερώνοντας ενέργεια του φωσφοροδεσμού που επιτρέπει την προσέγγιση των τμημάτων της ακτίνης με τη μυοσίνη (σχηματισμός συμπλόκου «ακτομυοσίνης» στο σαρκομερές). Συνολικά η συστολή του μύος εκφράζεται σαν ελάττωση του πλάτους της ζώνης H (σχ. 10-1E).

Στη συνέχεια κατά τη διαστολή του μύος, ύστερα από νέα εντολή του νευρικού συστήματος επαναδεσμεύονται τα ιόντα  $Ca^{2+}$  από το σαρκόπλασμα, επανασχηματίζεται το σύμπλοκο Mg-ATP, πράγμα που διασπά την ακτομυοσίνη σε ακτίνη και μυοσίνη και ο μύς ηρεμεί. Αυτό είναι το λεγόμενο μοντέλο ολίσθησης των στοιχείων της ακτίνης και μυοσίνης του Huxley, 1969.

#### 10.4 Τύποι μυϊκών ιστών

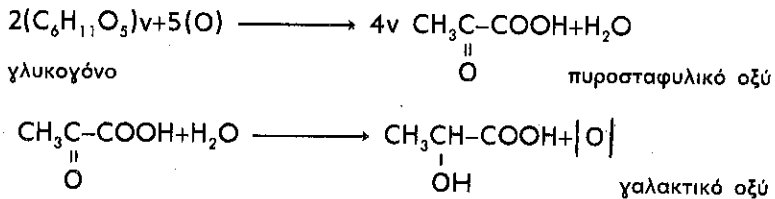
Οι μύες διαφέρουν μεταξύ τους ως προς το μέγεθος, το σχήμα, το μήκος και το χρώμα. Διακρίνονται με βάση το χρώμα τους σε κόκκινους και λευκούς. Οι δύο αυτοί τύποι μυών έχουν διαφορετική αποστολή στον οργανισμό. Οι κόκκινοι μύες περιέχουν ποσοστό κόκκινων μυϊκών ινών μεγαλύτερο του 40%, λόγω αναπτυγμένου αγγειακού συστήματος. Έχουν μεγάλη περιεκτικότητα μυογλοβίνης, μεταφέρουν στα όργανα μεγάλες ποσότητες οξυγόνου και χρησιμοποιούνται στον οξειδωτικό μεταβολισμό για ελαττωμένη, αλλά μακροχρόνια δραστηριότητα. Αντίθετα, οι λευκοί μύες προορίζονται για έντονη, αλλά βραχύχρονη δραστηριότητα.

Εκτός από το μυϊκό και το συνδετικό ιστό, σημασία για το κρέας έχει και ο λιπαρός ιστός. Ο ιστός αυτός αποτελείται από λιπώδη κύτταρα, τα οποία είναι σφαιρικά και περιέχουν λίπος υπό μορφή σταγόνων. Το λίπος απαντά, κατά κύριο λόγο, κάτω από το δέρμα και γύρω από τα εσωτερικά όργανα. Δεν αποτελεί μέρος του ψαχνού του κρέατος. Ο συνδετικός ιστός περιέχει επίσης ένα ποσό λίπους, το οποίο εν τούτοις δεν διακρίνεται κατά την απλή θεώρηση του κρέατος. Το γεγονός αυτό καθιστά δυσκολότερη την πέψη του κρέατος, γιατί περιβάλλει τις μυϊκές ίνες με ένα λεπτό ελαιώδες στρώμα ανθεκτικό στην επίδραση των πεπτικών υγρών.

#### 10.5 Ακαμψία του Θανάτου (Rigor Mortis)

Αμέσως μετά τη σφαγή του ζώου, αρχίζει μια σειρά πολύπλοκων φυσικών και χημικών μεταβολών στο μυϊκό ιστό που έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή του σε κρέας έτοιμο για κατανάλωση. Ο μεταβολισμός στο μυϊκό ιστό συνεχίζεται και μετά τη θανάτωση του ζώου με τη διαφορά ότι, λόγω της διακοπής στην παροχή του οξυγόνου, οι αντιδράσεις γίνονται αναερόβια.

Το γλυκογόνο παρουσία μικρής ποσότητας οξυγόνου διασπάται προς γαλακτικό οξύ, σύμφωνα με τις αντιδράσεις:

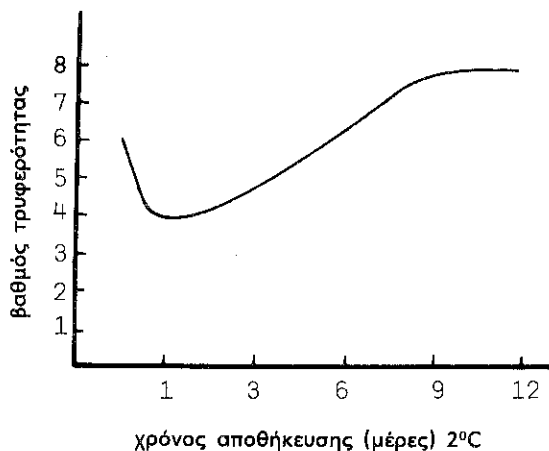


Το γαλακτικό οξύ συσσωρευόμενο κατεβάζει το pH του μυϊκού ιστού από 7.2 σε 5.5. Ταυτόχρονα ο μυς χάνει την ευκαμψία του και γίνεται σκληρός. Το φαινόμενο αυτό είναι γνωστό σαν **ακαμψία του θανάτου** ή *rigor mortis*, και έχει σοβαρές επιπτώσεις στη γεύση, το χρώμα, το χυμώδες και την τρυφερότητα του κρέατος που θα προκύψει. Η σκλήρυνση του μυϊκού ιστού μεταξύ άλλων αιτιών οφείλεται και στο γεγονός ότι κατά την πιο πάνω διαδικασία ελαττώνεται η παραγωγή του ATP με αποτέλεσμα να ενώνονται οι πρωτεΐνες μιοσίνη και ακτίνη (σχηματισμός συμπλόκου ακτομιοσίνης). Αυτό αντιστοιχεί σε επιβράχυνση του μυϊκού ιστού και συνεπώς σκλήρυνση. Η επιβράχυνση εξαρτάται από το αν υπάρχει ερεθισμός για συστολή του μυός, όσο υπάρχει ακόμη αρκετή ποσότητα ATP που παρέχει ενέργεια για την επιβράχυνση. Εάν ο ερεθισμός αυτός εκδηλωθεί όσο υπάρχει αρκετό ATP, τότε παρατηρείται σημαντική επιβράχυνση στον μυϊκό ιστό. Αν πάλι το ATP έχει σχεδόν εξαντληθεί, όταν εκδηλωθεί ο ερεθισμός, τότε δεν παρουσιάζεται σημαντική συστολή στον μυ. Γι' αυτό χρειάζεται ειδική μέριμνα ώστε τα ζώα, πριν από τη σφαγή, να μην ερεθίζονται και να ξεκουράζονται έτσι ώστε ο μυϊκός ιστός να βρίσκεται, κατά το δυνατό, σε χαλάρωση, κατάσταση που αντιστοιχεί σε τρυφερό κρέας.

## 10.6 Παρέλευση της ακαμψίας του θανάτου (σίτεμα)

Με την παραγωγή του γαλακτικού οξέος στο μυϊκό ιστό, το pH κατεβαίνει από το 7.2 στο 5.5 περίπου. Η τιμή αυτή του pH συμπίπτει σχεδόν με το ισοηλεκτρικό σημείο των περισσότερων πρωτεϊνών του μυός (pI μιοσίνης = 5.4). Στο ισοηλεκτρικό τους σημείο, οι πρωτεΐνες χάνουν τη σταθερότητά τους και εύκολα μετουσιώνονται. Η μετουσίωση συνοδεύεται από μερική διάσπαση των πρωτεϊνικών δεσμών με αποτέλεσμα το σχηματισμό πεπτιδίων και αμινοξέων. Διασπάσεις αυτού του είδους αυξάνουν την τρυφερότητα του κρέατος. Σημαντική εξάλλου είναι η επίδραση των πρωτεολυτικών ενζύμων όπως η θρυψίνη, η οποία, απουσία ATP προκαλεί αποικοδόμηση τόσο των πρωτεϊνών του συνδετικού ιστού όσο και των

πρωτεϊνών του μυϊκού ιστού πράγμα που μεταφράζεται σε αύξηση της τρυφερότητας του κρέατος. Αν ο μυϊκός ιστός διατηρηθεί σε χαμηλή θερμοκρασία (1–3°C) η παρέλευση της ακαμψίας του θανάτου πραγματοποιείται σε δύο περίπου μέρες. Στο σχήμα 10–2 φαίνεται η αύξηση της τρυφερότητας του μυϊκού ιστού σε συνάρτηση με το χρόνο αποθήκευσης.



Σχήμα 10–2. Επίδραση του χρόνου αποθήκευσης στο βαθμό τρυφερότητας του κρέατος στους 20C.

(Από Paul and Palmer, 1972)

Η καλύτερη δυνατή γεύση και τρυφερότητα επιτυγχάνονται μετά από ωρίμαση για 2–4 εβδομάδες στους 2°C. Για την αύξηση της τρυφερότητας του κρέατος χρησιμοποιούνται ακόμη διάφοροι «τρυφεροποιητές» όπως το NaCl σε συγκέντρωση 2%. Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται πρωτεολυτικά ένζυμα (π.χ. παπαΐνη). Μισή ώρα πριν από τη σφαγή γίνεται ένεση στο ζώο με διάλυμα ενζύμου 5–10%. Το ένζυμο μέσω του αίματος διασπά τις πρωτεΐνες και τρυφεροποιεί το μυϊκό ιστό.

Κατά την ωρίμαση του κρέατος επέρχεται και αλλαγή του χρώματός του. Το ερυθρό χρώμα του βοδινού κρέατος δεν οφείλεται στο αίμα που περιέχει αλλά στη χρωστική μυογλοβίνη (ή μιοσφαιρίνη) που βρίσκεται διασπαρμένη σε όλη τη μάζα του. Κατά την ωρίμαση η μυογλοβίνη προσλαμβάνει οξυγόνο και μετατρέπεται σε οξυμυογλοβίνη, η οποία κατά την παραπέρα παραμονή μετατρέπεται στην καστανέρυθη μεταμυογλοβίνη. Περισσότερα για τις παραπάνω μεταβολές της μυογλοβίνης αναφέρονται στο κεφάλαιο 16.3).

## 10.7 Παράγοντες που επηρεάζουν τη σύσταση και την ποιότητα του κρέατος

Η σύσταση και η ποιότητα του κρέατος επηρεάζονται από πολλούς παράγοντες, σημαντικότεροι των οποίων είναι:

**A.** Το είδος του ζώου (βόδι, πρόβατο, χοιρινό, κασίκι, κουνέλι, κοτόπουλο κ.ά.).

**B.** Η ράτσα, που επηρεάζει άμεσα το χρώμα, την τρυφερότητα, το χυμώδες, την κατανομή του λίπους στους ιστούς κ.ά.

**Γ.** Το φύλο του ζώου: Συνήθως το κρέας του θηλυκού είναι πιο τρυφερό και γευστικό και διαφέρει στην υφή από το κρέας του αρσενικού.

**Δ.** Η ηλικία του ζώου: Η αναλογία του μυϊκού και λιπαρού ιστού / κόκαλου μεταβάλλεται αισθητά με την ηλικία του ζώου. Το ποσοστό του λίπους αυξάνει, η συνολική υγρασία ελαττώνεται, πράγμα που καθιστά το κρέας σκληρό και δύσπεπτο. Με την ηλικία γενικά αυξάνει το ποσοστό του συνδετικού ιστού σε βάρος του μυϊκού ιστού. Δηλαδή παρατηρείται σύνδεση των ινών του κολλαγόνου με σχηματισμό διακλαδώσεων, πράγμα που καθιστά το κρέας σκληρό. Ακόμη το χρώμα του κρέατος σκουραίνει με την αύξηση της ηλικίας του ζώου.

**Ε.** Ο τρόπος διατροφής του ζώου: Διατροφή με υψηλό ενεργειακό περιεχόμενο δίνει κρέας γευστικό τρυφερό με καλό χυμώδες.

**ΣΤ.** Ο βαθμός άσκησης του ζώου: Γενικά οι μύες που ασκούνται πολύ (μύες των ποδιών) δίνουν κρέας σκληρό.

**Ζ.** Η ένταση (stress). Δημιουργία έντασης πριν από τη θανάτωση του ζώου δίνει κρέας σκούρο και στεγνό για τους λόγους που αναφέρθηκαν παραπάνω (κεφ. 10.5).

## 10.8 Επίδραση των διαφόρων κατεργασιών στο κρέας

Οι διάφορες μέθοδοι κατεργασίας του κρέατος έχουν σκοπό να προφυλάξουν το προϊόν από: (Α) την επίδραση των μικροοργανισμών. (Β) τις χημικές αντιδράσεις ανάμεσα στα συστατικά των ιστών. (Γ) τις φυσικές ανεπιθύμητες μεταβολές όπως π.χ. αφυδάτωση κ.τ.λ.

Οι μέθοδοι αυτές περιλαμβάνουν:

1. Τη θέρμανση. 2. Την ψύξη. 3. Την κατάψυξη. 4. Τη χρήση χημικών συντηρητικών (αλάτιση). 5. Τη συσκευασία.

Η πιο συνηθισμένη κατεργασία από τις παραπάνω είναι η θέρμανση (μαγείρεμα) και η ψύξη.

### 1. Θέρμανση

Με τη θέρμανση του κρέατος καταστρέφονται όλοι ή οι περισσότεροι από τους μικροοργανισμούς και αδρανοποιούνται τα ένζυμα. Κατά το

μαγείρεμα οι πρωτεΐνες του μυϊκού ιστού υφίστανται θρόμβωση και μετουσίωση (60–80°C) με αποτέλεσμα το κρέας να καθίσταται λιγότερο ή περισσότερο μαλακό, ανάλογα με τις συνθήκες του μαγειρέματος. Συνέπεια της μετουσίωσης είναι η ελάττωση της ικανότητας συγκράτησης νερού από τις πρωτεΐνες του κρέατος (WHC, Water Holding Capacity). Η μεγαλύτερη απώλεια στην ικανότητα συγκράτησης του νερού (WHC) συμβαίνει στις θερμοκρασίες 60–80°C.

Ο συνδετικός ιστός (το κολλαγόνο και η ελαστίνη) γίνεται μαλακός αν το κρέας θερμανθεί επί ένα χρονικό διάστημα στους 65°C και στη συνέχεια σε υψηλότερες θερμοκρασίες επί αρκετό χρονικό διάστημα. Το κολλαγόνο υδρολύεται και σχηματίζει ζελατίνη και έτσι κάνει το κρέας μαλακότερο. Επίσης ο λιπαρός ιστός τήκεται και κάνει το κρέας πιο χυμώδες. Αντίθετα κατά την παρατεταμένη θέρμανση (2 ώρες στους 40°C) επέρχεται σκλήρυνση των μυϊκών ινών γιατί ελαττώνεται η διαλυτότητα των πρωτεϊνών κάτω από τις παραπάνω συνθήκες. Για τους λόγους αυτούς τα κομμάτια κρέατος που περιέχουν μεγάλες ποσότητες συνδετικού ιστού και μικρές ποσότητες μυϊκών ινών πρέπει να ψήνονται με παρατεταμένη θέρμανση, παρουσία νερού. Αντίθετα τα κομμάτια που περιέχουν λίγο συνδετικό ιστό (όπως οι μπριζόλες) πρέπει να ψήνονται σε υψηλές θερμοκρασίες επί σύντομο χρονικό διάστημα για να περιορισθεί η σκλήρυνση των μυϊκών ινών. Επίσης κατά το μαγείρεμα μετουσιώνεται η χρωστική μυογλοβίνη με αποτέλεσμα την απελευθέρωση του συγκροτήματος της αίμης (βλ. κεφ. 16.1), η οποία εύκολα οξειδώνεται προς τη χρωστική αιμίνη (καφέ χρώματος). Τέλος κατά το μαγείρεμα αναπτύσσεται το χαρακτηριστικό άρωμα του κρέατος. Το άρωμα αυτό είναι αποτέλεσμα της παρουσίας μεγάλου αριθμού ενώσεων, όπως π.χ. 1-οκτέν(3)ολη, 1-πεντεν(3)ολη, 2-εξεν(1)όλη, 2-ακετυλ(2)θειαζολίνη, 4-υδροξυ(2.5)διμεθυλ(3)(2H)φουρανόνη καθώς και 3-υδροξυ(2)βουτανόνη και γ-βούτυρολακτόνη.

Όσον αφορά στην επίδραση του ψησίματος στην θρεπτική αξία του κρέατος πρέπει να λαμβάνεται υπόψη ότι αυτή περιορίζεται λίγο λόγω σημαντικής απώλειας βιταμινών και κατά κύριο λόγο της θειαμίνης.

## 2. Ψύξη

Η ψύξη συντηρεί το μυϊκό ιστό, γιατί παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και επιβραδύνει τις χημικές και ενζυματικές αντιδράσεις που συμβαίνουν στο προϊόν σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Κατά την ψύξη πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στην υγρασία του προϊόντος. Μικρή απώλεια υγρασίας στην επιφάνεια είναι επιθυμητή, γιατί παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών. Μεγάλες απώλειες υγρασίας πρέπει να αποφεύγονται, γιατί καθιστούν το προϊόν σκληρό και διευκολύνουν την οξείδωση της μυογλοβίνης σε μεταμυογλοβίνη, οπότε το

προϊόν λαμβάνει ανεπιθύμητο καφετί χρώμα.

### 3. Κατάψυξη

Κατά την κατάψυξη, με το σχηματισμό των πρώτων κρυστάλλων αυξάνεται η συγκέντρωση των αλάτων στο μυϊκό ιστό. Η αύξηση αυτή στη συγκέντρωση των αλάτων σε συνδυασμό με την πιθανή μεταβολή του pH προκαλούν μετουσίωση των πρωτεϊνών του μυός. Η μετουσίωση, όπως αναφέρθηκε και πριν, προκαλεί ελάττωση στην ικανότητα συγκράτησης νερού (WHC) του προϊόντος, έτσι ώστε κατά την απόψυξη παρατηρείται μεγάλη απώλεια υγρών του κρέατος. Το ένζυμο γενικά δεν αδρανοποιούνται με την κατάψυξη. Οι λιπάσες και οι φωσφολιπάσες ελευθερώνουν λιπαρά οξέα από το λίπος, τα οποία μπορούν εύκολα να οξειδωθούν. Η πιθανότητα μιας τέτοιας οξειδωσης αυξάνει με την παράταση του χρόνου κατάψυξης.

### 4. Χρήση χημικών συντηρητικών (αλάτιση)

Κυρίως χρησιμοποιείται  $\text{NaCl}$  και  $\text{NaNO}_2$  ή  $\text{NaNO}_3$ . Η προσθήκη  $\text{NaCl}$  παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών επειδή δημιουργούνται υψηλές τιμές ωσμωτικής πίεσης. Η προσθήκη  $\text{NaNO}_2$  παράγει το γνωστό ροζ χρώμα που οφείλεται στη νιτρωδομυογλοβίνη ( $\text{NoMb}$  βλ. κεφ. 16.1). Η  $\text{NoMb}$  με τη μορφή αυτή είναι ασταθής αλλά με τη θέρμανση σχηματίζει τη σταθερή ένωση νιτρωδομυο-χρωματογόνο ( $\text{DNOMb}$ ).

### 5. Συσκευασία

Αποτελεί συμπληρωματική μέθοδο συντήρησης του κρέατος. Το ήδη κατεψυγμένο αποστειρωμένο προϊόν συσκευάζεται σε πλαστικό ή μεταλλικό κουτί αντίστοιχα, για να αποφευχθεί η πρόσληψη οξυγόνου και νερού. Η συσκευασία για το φρέσκο κρέας πρέπει να είναι σχετικά αδιαπέραστη στην υγρασία, αλλά και σχετικά διαπερατή από το οξυγόνο ώστε να σχηματίζεται η χρωστική οξυμυογλοβίνη με το χαρακτηριστικό έντονο κόκκινο χρώμα. Εκτός του μυϊκού κρέατος χρησιμοποιούνται για τη διατροφή διάφορα προϊόντα κρέατος, όπως το ζαμπόν, το μπέικον, τα αλλαντικά καθώς και παραπροϊόντα της σφαγής, όπως το συκώτι, τα νεφρά, η καρδιά, η γλώσσα, το μυαλό κ.τ.λ. Τέλος κατά τα τελευταία χρόνια έχουν παρασκευαστεί υποκατάστατα του κρέατος κυρίως από πρωτεΐνη σόγιας, η οποία μετά από κατάλληλη επεξεργασία για την τροποποίηση της υφής της, δίνει προϊόντα παραπλήσιας εμφάνισης και θρεπτικής αξίας με το κρέας.

**Βιβλιογραφία**

1. **H.W. Shultz and Anglemier (eds.):** Symposium on Foods: Proteins and their Reactions, AVI Publ. Co., Westport (1964).
2. **E.J. Briskey, R.G. Cassens, and J.C. Trautman (eds.):** Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food, Univ. of Wisconsin Press, Madison (1960).
3. **W. D. Brown and A.L Tappel.:** Pigment-antioxidant Relationships to Meat Color Stability, Proc. 10th Res. Conf. circ. No 45, Am. Meat Inst. Found., Chicago (1958).
4. **F.E. Deatherage.:** The Effect of Water and Inorganic Salts on Tenderness, Proc. Meat Tenderness Symp., Campbell Soup Co., Camden, N.J. (1963).
5. **J.F. Price and B.S. Schweigert (eds.):** The Science of Meat and Meat Products, 2nd edit. Freeman Publ. Co., San Francisco (1971).
6. **E.J. Briskey, R.G. Cossens and B.B Marsh (eds.):** Physiology and Biochemistry of Muscle as a Food, 2nd edit., Univ. of Wisconsin Press, Madison, (1970).
7. **R.A. Lawrie.:** Meat Science, Pergamon Press, Oxford (1966).
8. **A. Vies.:** The Macromolecular Chemistry of Gelatin, Academic Press, New York (1964).
9. **L.B. Jensen.:** Meat and Meat Products, Ronald Press Co., New York (1949).
10. **G.H. Bourne (edit.):** Structure and Function of Muscle, Vol. 11, Academic Press, New York (1960).
11. **Γ.Ζ. Κατσά.:** Το Κρέας, τα Προϊόντα και τα Παραπροϊόντα του, Αθήνα (1976).
12. **J.C. Forrest, E.D. Aberle, M.B. Hedrick, M.D. Judge and R.A. Merkel.:** Principles of Meat Science, W.J. Freeman and Co., San Francisco (1975).
13. **Α.Γ. Πανέτσου:** Υγιεινή Τροφίμων, Ζωικής Προελεύσεως, Τόμοι Α,Β, Έκδοση 4η, Θεσσαλονίκη (1978).

**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.



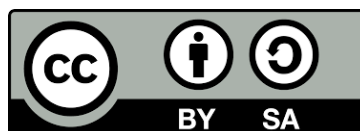
## Σημειώματα

### 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/>.