

# ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΚΡΕΑΤΟΣ ΜΕ ΨΥΞΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΨΥΞΗ

Κρέας: ευαλλοίωτο τρόφιμο

Κύρια αίτια αλλοίωσης:

- μικροοργανισμοί
- ένζυμα
- χημικές αντιδράσεις

Η διατήρηση του κρέατος σε χαμηλές θερμοκρασίες διακρίνεται σε ψύξη και κατάψυξη

Ποιο το όριο διαχωρισμού των δύο μεθόδων?

Ψύξη: η μείωση της θερμοκρασίας του κρέατος και η συντήρηση αυτού σε θερμοκρασίες υψηλότερες από το σημείο πήξης

Κατάψυξη: η μείωση της θερμοκρασίας του κρέατος και η συντήρηση αυτού σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από το σημείο πήξης

# Αρχές συντήρησης του κρέατος με ψύξη

Αντικειμενικός σκοπός της ψύξης:

- προστασία των ευαλλοίωτων ιστών από αλλοιώσεις που θα το καταστήσουν ακατάλληλο για κατανάλωση
- αναστολή ανάπτυξης μικροοργανισμών που θα μπορούσαν να προκαλέσουν δηλητηριάσεις

Ποιες οι πηγές μόλυνσης του κρέατος μετά τη σφαγή του?

Οι μικροοργανισμοί που προκαλούν αλλοιώσεις στο κρέας είναι τα βακτήρια, οι ζύμες και οι μύκητες.

Τα βακτήρια (παρουσία οξυγόνου)

- σχηματίζουν στην επιφάνεια του κρέατος γλοιώδεις ουσίες (slime)
- καταστρέφουν τις χρωστικές του κρέατος ή παράγουν νέες
- δημιουργούν δυσάρεστες οσμές
- αποικοδομούν τις λιπαρές ύλες

Τα βακτήρια (απουσία οξυγόνου)

- προκαλούν σήψη που συνοδεύεται από δυσάρεστες οσμές, παραγωγή αερίου, οξίνιση

Ανάλογες είναι οι αλλοιώσεις των ζυμών και μυκήτων παρουσία πάντα αέρα

Βαθμός επιμόλυνσης του κρέατος μετά τη σφαγή του ζώου:  $10^1$ - $10^6$  κύτταρα/cm<sup>3</sup>  
και εξαρτάται από τις συνθήκες υγιεινής του σφαγείου

Τη στιγμή που γίνεται αντιληπτή η αλλοίωση του κρέατος (σχηματισμός γλοιώδους ουσίας/παραγωγή οσμών) ο πληθυσμός των βακτηρίων είναι  $10^7$  κύτταρα/cm<sup>3</sup>

Αντικειμενικός σκοπός ψύξης: παρεμπόδιση μιας τέτοιας αύξησης πληθυσμού μ/ων.

Πολλά βακτήρια που μολύνουν το κρέας μετά τη σφαγή του ζώου είναι ψυχρότροφα (ικανά να πολλαπλασιαστούν σε χαμηλές θερμοκρασίες συντήρησης παρά το γεγονός ότι άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης είναι στους 30 °C)

Όσο πιο απομακρυσμένη είναι η θερμοκρασία συντήρησης από την άριστη θερμοκρασία ανάπτυξης τόσο μεγαλύτερη η διάρκεια ζωής του τροφίμου.

Όταν η θερμοκρασία διατήρησης του κρέατος παραμένει σταθερή τότε η διάρκεια συντήρησης εξαρτάται από το αρχικό μικροβιολογικό φορτίο. (δηλαδή?)

Γιατί ο κιμάς έχει μεγαλύτερο μικροβιακό φορτίο από το αντίστοιχο τεμάχιο κρέατος από το οποίο προέκυψε?

Βασικό παράγοντα για την ανάπτυξη των μικροοργανισμών αποτελεί η διαθέσιμη υγρασία ( $a_w$ )

Τι ονομάζουμε  $a_w$  ?

Σχέση ενεργότητας νερού και σχετικής υγρασίας που περιβάλλει το τρόφιμο  
Αν η σχετική υγρασία που περιβάλλει το κρέας αντιστοιχεί σε ( $a_w$ ) χαμηλότερη από αυτή που έχει το κρέας στην επιφάνεια του τότε το κρέας αποβάλλει νερό με αποτέλεσμα τη μείωση του συντελεστή ενεργότητας νερού στην επιφάνεια. Η μείωση αυτή του ( $a_w$ ) παρεμποδίζει την ανάπτυξη των μικροοργανισμών και επιμηκύνει τη διάρκεια συντήρησης του κρέατος με ψύξη

Τα παθογόνα βακτήρια που προκαλούν τροφικές δηλητηριάσεις δεν περιλαμβάνονται στα ψυχρότροφα βακτήρια

Οι σαλμονέλλες δεν αναπτύσσονται κάτω από  $7^\circ\text{C}$

Ο *Staph. aureus* αναπτύσσεται στους  $5.6^\circ\text{C}$  αλλά η τοξίνη που παράγει αναστέλλεται σε θερμοκρασίες μικρότερες από  $18^\circ\text{C}$

Το *Clostridium perfringens* δεν αναπτύσσεται κάτω από  $15^\circ\text{C}$

Οι τύποι Α και Β του *C. botulinum* δεν παράγουν τοξίνη σε θερμοκρασίες χαμηλότερες από  $10^\circ\text{C}$  (σε μερικές περιπτώσεις αναφέρεται ως ελάχιστη θερμοκρασία αυτή των  $3.3^\circ\text{C}$ )

Συντήρηση του κρέατος σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των  $3^\circ\text{C}$  αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα για την ανάπτυξη παθογόνων μικροοργανισμών στο κρέας

## Ψύξη σφάγιων

Λόγοι που επιβάλλουν τη γρήγορη ψύξη

Το σφάγιο μετά τη σφαγή είναι μια θερμή, υγρή μάζα μυϊκού, λιπώδους και συνδετικού ιστού καθώς και οστών

Η θερμοκρασία στο βαθύτερο σημείο είναι 38-40 °C ενώ στην επιφάνεια 25-32 °C.

Η ψύξη των σφάγιων πρέπει να γίνει το δυνατό συντομότερα από τη σφαγή του ζώου. Ο λόγος είναι η παρεμπόδιση της αλλοίωσης στο εσωτερικό του κρέατος. Η αλλοίωση εκδηλώνεται με όξινη οσμή ή οσμή σήψης. Μικροβιολογικές εξετάσεις δείχνουν ότι η αλλοίωση είναι αποτέλεσμα δράσης αναερόβιων ή προαιρετικά αναερόβιων βακτηρίων και εκδηλώνεται όταν οι πληθυσμοί φτάσουν σε  $10^7-10^8$  κύτταρα/cm<sup>3</sup> .

Για την αποφυγή της αλλοίωσης το σφάγιο πρέπει να ψυχθεί αρχικά όσο το δυνατό συντομότερα σε θερμοκρασία 15 °C στο βαθύτερο σημείο και στη συνέχεια σε θερμοκρασία 5 °C.

Σε θερμοκρασία 38-40 °C ο ρυθμός διπλασιασμού των βακτηρίων ξεπερνά τα 2<sup>3</sup>/ώρα, ενώ σε θερμοκρασίες χαμηλότερες των 20 °C ο ρυθμός διπλασιασμού ελαττώνεται θεαματικά.

## ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΟ ΡΥΘΜΟ ΨΥΞΗΣ

Η ψύξη γίνεται σε ειδικούς χώρους γνωστοί ως «σήραγγες ή τούνελ ψύξης».

Οι χώροι αυτοί φέρουν:

- κατάλληλη μόνωση για ελαχιστοποίηση απωλειών θερμότητας
- σύστημα παραγωγής και ομοιόμορφης κυκλοφορίας του αέρα
- σύστημα ανάρτησης και μετακίνησης των σφαγίων

Η πτώση της θερμοκρασίας δημιουργεί διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ της επιφάνειας του κρέατος και του πυρήνα. Αποτέλεσμα της διαφοράς είναι η μεταφορά θερμότητας με αγωγιμότητα από το εσωτερικό στην επιφάνεια του κρέατος. Το αποτέλεσμα είναι η σταδιακή ψύξη του σφαγίου στο εσωτερικό του κρέατος.

## ΜΕΘΟΔΟΙ ΨΥΞΗΣ ΤΩΝ ΣΦΑΓΙΩΝ

Για την ψύξη των σφαγίων εφαρμόζονται δύο μέθοδοι:

- ταχεία ψύξη
- υπερταχεία ψύξη
  
- με την ταχεία ψύξη αποφεύγεται η συγκέντρωση υγρασίας στην επιφάνεια του κρέατος και οι απώλειες βάρους
- η υπερταχεία ψύξη περιλαμβάνει 2 φάσεις την ενεργό ψύξη και την παθητική ψύξη

### Πλεονέκτημα υπερταχείας ψύξης

Σε σύντομο διάστημα επέρχεται ικανοποιητική ψύξη και ξήρανση της επιφάνειας του σφαγίου με αποτέλεσμα να επιβραδύνεται σημαντικά η ανάπτυξη των μικροοργανισμών

### Μειονέκτημα υπερταχείας ψύξης

Η δυσμενής επίδραση που ασκεί στην επιφάνεια του κρέατος που είναι γνωστή ως «συστολή ψύξης». Το φαινόμενο παρατηρείται στα σφάγια μικρών ζώων όταν η θερμοκρασία κατά την ψύξη μειωθεί κάτω από τους 10 °C πριν αρχίσει η νεκρική ακαμψία. Για την αποφυγή του φαινομένου η ψύξη κάτω των 10 °C δεν πρέπει να γίνεται πριν περάσουν 10 τουλάχιστον ώρες από τη σφαγή του ζώου.

## ΣΥΝΤΗΡΗΣΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ ΥΠΟ ΨΥΞΗ

Μετά την ολοκλήρωση της ψύξης τα σφάγια εξέρχονται από τις σήραγγες και οδηγούνται στους ψυκτικούς θαλάμους συντήρησης

Κατά τη διάρκεια συντήρησης του κρέατος υπό ψύξη στους θαλάμους η θερμοκρασία στην επιφάνεια του σφάγιου διατηρείται ίση ή ελαφρώς χαμηλότερη από τη θερμοκρασία του αέρα που το περιβάλλει. Ο ρυθμός απομάκρυνσης της θερμότητας από το σφάγιο είναι πολύ μικρός.

Επειδή:

- η θερμοκρασία του αέρα συμπίπτει με τη θερμοκρασία της επιφάνειας του κρέατος
  - η ταχύτητα κίνησης του αέρα είναι χαμηλή
- η ικανότητα του αέρα να απομακρύνει την υγρασία από την επιφάνεια του σφαγίου εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη σχετική υγρασία

Ο έλεγχος της σχετικής υγρασίας του αέρα κατά την ψύξη: σημαντικός παράγοντας για την ποιότητα του κρέατος



## ΚΡΕΑΣ ΣΥΣΚΕΥΑΣΜΕΝΟ ΥΠΟ ΚΕΝΟ

Βασική προϋπόθεση για τη σωστή συντήρηση υπό ψύξη είναι η αυστηρή διατήρηση της θερμοκρασίας στους 0°C.

Για το αεροστεγώς συσκευασμένο κρέας η σχετική υγρασία του χώρου ψύξης δεν έχει καμία σημασία

Κατά τη συντήρηση συσκευασμένου κρέατος η σύνθεση στο εσωτερικό της συσκευασίας μεταβάλλεται λόγω αναπνευστικής δραστηριότητας του κρέατος και των μικροοργανισμών. Αποτέλεσμα της μεταβολής είναι η αύξηση της συγκέντρωσης του CO<sub>2</sub>. Το CO<sub>2</sub> παρεμποδίζει την ανάπτυξη ψυχρότροφων βακτηρίων με αποτέλεσμα να αυξάνει τη διάρκεια ζωής

Στο συσκευασμένο κρέας που συντηρείται υπό ψύξη ευνοείται η μετατροπή της μυοσφαιρίνης σε μεταμυοσφαιρίνη λόγω μείωσης της μερικής πίεσης του οξυγόνου

Σοβαρό πρόβλημα της συντήρησης συσκευασμένου κρέατος αποτελεί ο σχηματισμός οπού στο μέσο της συσκευασίας. Για την αντιμετώπιση του προβλήματος χρησιμοποιούνται ειδικοί δίσκοι στη συσκευασία που απορροφούν τον οπό.

Αργή ψύξη ευνοεί το σχηματισμό οπού λόγω της μετουσίωσης των πρωτεϊνών του κρέατος που τις καθιστά λιγότερο διαλυτές.

Ο χώρος ψύξης πρέπει να είναι σκοτεινός αφού το φως επιταχύνει την υποβάθμιση του κρέατος

## ΚΑΤΑΨΥΞΗ ΚΡΕΑΤΟΣ

Η κατάψυξη του κρέατος περιλαμβάνει 3 φάσεις:

- τη φάση κατάψυξης (επέρχεται μείωση θερμοκρασίας σε τιμές χαμηλότερες από το σημείο πήξης  $-1.5^{\circ}\text{C}$ ).
- τη συντήρηση του κρέατος υπό κατάψυξη (το κρέας διατηρείται σε σταθερή θερμοκρασία μικρότερη του σημείου πήξης)
- την απόψυξη (το κρέας επανέρχεται μερικώς στην αρχική του κατάσταση)

Οι τρεις φάσεις κατάψυξης είναι αλληλοεξαρτώμενες. Αποτυχία σε μια από τις παραπάνω φάσεις έχει σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του κρέατος. Καμία από τις τρεις φάσεις δεν επιφέρει βελτίωση της ποιότητας του κρέατος.

Η κατάψυξη του κρέατος μπορεί να θεωρηθεί σαν μια διεργασία αφυδάτωσης αφού με το σχηματισμό παγοκρυστάλλων επέρχεται ακινητοποίηση του νερού.

## ΦΑΣΗ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ ΚΡΕΑΤΟΣ

Με τη μείωση της θερμοκρασίας σε τιμές μικρότερες από το σημείο πήξης ( $-1.5^{\circ}\text{C}$ ) το νερό μετατρέπεται σε παγοκρυστάλλους.

Σε θερμοκρασία  $-1.5$  έως  $-5^{\circ}\text{C}$ : 70-75% του νερού κρυσταλλοποιείται

Σε θερμοκρασία  $-10^{\circ}\text{C}$ : 85% του νερού κρυσταλλοποιείται

Σε θερμοκρασία  $-30^{\circ}\text{C}$ : 96% του νερού κρυσταλλοποιείται

Για την κρυσταλλοποίηση όλης της ποσότητας του νερού που υπάρχει στο κρέας η θερμοκρασία πρέπει να κατέλθει στους  $-65^{\circ}\text{C}$

Η ποιότητα του κρέατος επηρεάζεται σημαντικά από:

- τη μορφή παγοκρυστάλλων
- το μέγεθος των παγοκρυστάλλων
- την κατανομή τους στους εξωκυτταρικούς χώρους

Η ποιότητα του κρέατος σχετίζεται άμεσα με:

- τη μεταβολή της ΙΣΥ (ικανότητα συγκράτησης ύδατος) μετά την απόψυξη
- τις μεταβολές του κρέατος που επιφέρουν μείωση της τρυφερότητας
- τις μεταβολές του επιφανειακού χρώματος

Ο σχηματισμός παγοκρυστάλλων περιλαμβάνει 2 διαδοχικές φάσεις:

- το σχηματισμό πυρήνων κρυστάλλωσης
- την αύξηση των παγοκρυστάλλων σε μέγεθος

Όσο μεγαλύτερη είναι η πτώση της θερμοκρασίας σε τιμές χαμηλότερες από το σημείο πήξης τόσο μεγαλύτερος ο αριθμός των πυρήνων κρυστάλλωσης που σχηματίζονται στη μονάδα του χρόνου. Από τη στιγμή που θα σχηματιστούν οι πυρήνες κρυστάλλωσης αρχίζουν και αυξάνουν σε μέγεθος.

Ο μυϊκός ιστός του κρέατος αποτελείται από ενδοκυτταρικούς (μυϊκή ίνα) και εξωκυτταρικούς χώρους. Ο σχηματισμός πυρήνων κρυστάλλωσης είναι πιθανότερο να συμβεί στους εξωκυτταρικούς χώρους.

Ο αριθμός, το μέγεθος και η θέση σχηματισμού των παγοκρυστάλλων εξαρτάται από το ρυθμό κατάψυξης του κρέατος

Ο ρυθμός κατάψυξης του κρέατος εξαρτάται από:

- τον όγκο του κρέατος
- τη σύνθεση σε μυϊκό και λιπώδη ιστό
- τη θερμοκρασία του μέσου ψύξης
- την ταχύτητα κυκλοφορίας του αέρα
- τη φύση του υλικού συσκευασίας

Το κρέας καταψύχεται με τη μορφή:

- ολόκληρου σφαγίου
- ημιμορίων
- τεταρτημορίων
- μεγάλων τεμαχίων
- αποστεωμένο
- συσκευασμένο

Η συσκευασία:

- προστατεύει το κρέας από την επιμόλυνση
- περιορίζει τις απώλειες σε υγρασία
- παρεμποδίζει την οξείδωση και τον αποχρωματισμό

Η κατάψυξη του κρέατος γίνεται κυρίως με έκθεση σε ψυχρό αέρα. Σε ορισμένες περιπτώσεις γίνεται και με επαφή με ψυχρή επιφάνεια. Στην πρώτη περίπτωση το κρέας εισέρχεται σε ψυκτικό θάλαμο ή σήραγγα κατάψυξης. Κατά τη διάρκεια παραμονής το κρέας έρχεται σε επαφή με ρεύμα ψυχρού αέρα θερμοκρασίας  $-30$  έως  $-40$  °C και ταχύτητα κίνησης 2-4 m/sec. Έκθεση του κρέατος σε τέτοιες συνθήκες επιφέρει σημαντικές απώλειες σε υγρασία και πιθανόν το σχηματισμό ανοιχτόχρωμων κηλίδων στην επιφάνεια που χαρακτηρίζονται ως «εγκαύματα κατάψυξης».

## ΦΑΣΗ ΣΥΝΤΗΡΗΣΗΣ ΥΠΟ ΚΑΤΑΨΥΞΗ

Η συντήρηση γίνεται σε θερμοκρασίες μεταξύ  $-10$  και  $-30$  °C. Η πλέον χρησιμοποιούμενη θερμοκρασία είναι αυτή των  $-18$  °C.

Η διάρκεια εξαρτάται από:

- το είδος κρέατος
- τη θερμοκρασία συντήρησης

Προϋποθέσεις για καλή συντήρηση του κρέατος υπό κατάψυξη είναι:

- η διατήρηση του κρέατος υπό συνθήκες σταθερής θερμοκρασίας, υψηλής σχετικής υγρασίας, απόλυτου σκότους
- προστασία από ξένες οσμές

### **Μεταβολές που συμβαίνουν κατά τη συντήρηση του κρέατος υπό κατάψυξη**

- Αλλοδομή πρωτεϊνών

Ο σχηματισμός κρυστάλλων πάγου έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της συγκέντρωσης αλάτων στην υδατική φάση που παραμένει και την μεταβολή της δομής των πρωτεϊνών κατά τη διάρκεια συντήρησης

- Επανακρυστάλλωση

Με την επανακρυστάλλωση επέρχεται αύξηση του μεγέθους των μεγάλων κρυστάλλων του κρέατος σε βάρος των μικρών

## •Οξείδωση λίπους

Αποτελεί τον κυριότερο περιοριστικό παράγοντα στην επί μακρόν συντήρηση του κρέατος υπό κατάψυξη

Η αντίδραση του οξυγόνου με το λίπος είναι μια αυτοκαταλυτική αντίδραση. Η αντίδραση είναι βραδεία αλλά η ταχύτητα αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας

Ο ρυθμός της αντίδρασης εξαρτάται από το είδος του λίπους. Το βοδινό και πρόβειο λίπος (σκληρά λίπη) περιέχουν λίγα ακόρεστα λιπαρά οξέα και είναι περισσότερο σταθερά στην οξείδωση. Το χοιρινό λίπος (μαλακό λίπος) περιέχει μεγαλύτερο αριθμό ακόρεστων λιπαρών οξέων

Ένας από τους καλύτερους καταλύτες της αντίδρασης είναι η αιμοσφαιρίνη. Για το λόγο αυτό επιδιώκεται η καλύτερη δυνατή αφαίμαξη κατά τη σφαγή του ζώου.

Όσο μεγαλύτερη η διάρκεια της ωρίμανσης του κρέατος πριν τη κατάψυξη τόσο μικρότερη η διάρκεια συντήρησης.

Στην πράξη η οξείδωση του λίπους μπορεί να επιβραδυνθεί με:

- μείωση της θερμοκρασίας
- προσεκτική συσκευασία
- αποφυγή έκθεσης στο φως
- διατήρηση σταθερής θερμοκρασίας



- Αφυδάτωση λόγω εξάχνωσης

Η αφυδάτωση των επιφανειακών στρωμάτων επιφέρει απώλειες βάρους στο προϊόν τεράστιας οικονομικής σημασίας

Η εξάχνωση επηρεάζει αρνητικά την ποιότητα των κρέατος λόγω οξειδωσης

Η επιφάνια του κρέατος γίνεται ξηρή και αποχρωματίζεται

## ΑΠΟΨΥΞΗ ΚΡΕΑΤΟΣ

Είναι η αντίστροφη φάση της κατάψυξης

Κατά την ολοκλήρωση της φάσης δεν παραμένει στο κρέας νερό υπό μορφή κρυστάλλων

Ο χρόνος απόψυξης είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τον χρόνο κατάψυξης.

Κατά την απόψυξη του κρέατος λαμβάνουν χώρα φαινόμενα όπως:

- έξοδος οπού
- ανάπτυξη μικροοργανισμών
- εξάτμιση νερού

Η απόψυξη γίνεται με δύο τρόπους:

- με επαφή με τον αέρα

Η ανάπτυξη των μικροοργανισμών είναι γρηγορότερη όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία και χαμηλότερη η ταχύτητα κίνησης του αέρα. Οι καλύτερες συνθήκες απόψυξης βιβλιογραφικά είναι +15 °C, σχετική υγρασία 95-100% και υψηλή ταχύτητα κίνησης του αέρα.

- με βύθιση σε νερό

Με το νερό πετυχαίνεται πιο γρήγορη ανταλλαγή θερμότητας. Το νερό μπορεί να έχει θερμοκρασία μέχρι +40 °C. Σημαντικό μειονέκτημα αποτελεί η απώλεια ουσιών από τα επιφανειακά στρώματα του κρέατος και η μικροβιακή επιμόλυνση

# ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΕΞΕΡΧΟΜΕΝΟΥ ΟΠΟΥ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΑΠΟΨΥΞΗ ΤΟΥ ΚΡΕΑΤΟΣ

Ο οπός αποτελείται από:

- νερό
- υδατοδιαλυτές πρωτεΐνες
- πεπτίδια
- αμινοξέα
- γαλακτικό οξύ
- βιταμίνες του συμπλέγματος Β
- άλατα

Ο σχηματισμός του οπού κατά την απόψυξη εξαρτάται από:

- μέγεθος των παγοκρυστάλλων
- έκταση σχηματισμού στο εσωτερικό της μυϊκής ίνας ή στους εξωκυτταρικούς χώρους
- ωσμωτικά φαινόμενα

Υπό σταθερές συνθήκες απόψυξης στο κρέας που καταψύχθηκε με την ταχεία μέθοδο σχηματίζεται μικρότερη ποσότητα οπού σε σχέση με το κρέας που καταψύχθηκε με την βραδεία μέθοδο

**Γενικά κατά την απόψυξη του κρέατος εξέρχεται οπός  
ο οποίος είναι ανεπιθύμητος, διότι**

- Α) μειώνεται η θρεπτική αξία του κρέατος (χάνονται πρωτεΐνες, βιταμίνες, άλατα)
- Β) ευνοείται η ανάπτυξη μικροοργανισμών (υγρη επιφάνεια).
- Η ποσότητα του εξερχόμενου οπού εξαρτάται από τη μέθοδο κατάψυξης, από τη θερμοκρασία και διάρκεια συντήρησης του κρέατος με κατάψυξη και από τον τρόπο απόψυξης.

Την ποσότητα του σχηματιζόμενου οπού κατά την απόψυξη επηρεάζουν:

- το τελικό pH του κρέατος
- η διάρκεια ωρίμανσης του κρέατος
- η θερμοκρασία και η διάρκεια συντήρησης του κρέατος υπό κατάψυξη
- το σχήμα και το μέγεθος του κρέατος

Το μέγεθος του οπού κατά την απόψυξη σχετίζεται με το λόγο επιφάνεια/βάρος ή όγκο.

Το νερό που ελευθερώνεται από τους παγοκρυστάλλους και δεν προσλαμβάνεται από τις πρωτεΐνες θα πρέπει να μετακινηθεί στην επιφάνεια του κρέατος προκειμένου να εξέλθει ως οπός.

Κατά συνέπεια όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος επιφάνεια/όγκος (μικρό τεμάχιο) τόσο μικρότερη είναι η απόσταση που πρέπει να διανύσει το νερό για να εξέλθει ως οπός.

## ΕΠΙΔΡΑΣΗ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΨΥΞΗΣ ΣΤΟΥΣ ΜΙΚΡΟΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥΣ

Η μικροχλωρίδα του κρέατος αποτελείται από βακτήρια, ζύμες και μύκητες. Κατά κανόνα οι ζύμες και οι μύκητες επιζούν καλύτερα κατά τη φάση της κατάψυξης.

Οι μύκητες και οι ζύμες μπορούν να αναπτυχθούν στους  $-8^{\circ}\text{C}$  ενώ τα βακτήρια αναστέλλουν την ανάπτυξη τους σε θερμοκρασίες κοντά στους  $-4^{\circ}\text{C}$ .

Τα θετικά κατά Gram (λακτοβάκιλλοι, μικρόκοκκοι) είναι πιο ανθεκτικά στην κατάψυξη σε σχέση με τα αρνητικά κατά Gram (σαλμονέλλες, ψευδομονάδες).

Τα σπόρια των βακτηρίων του γένους *Bacillus* και *Clostridium* δεν επηρεάζονται από την κατάψυξη.

Οι τοξίνες του *Staph. aureus* και *Cl. Botulinum* επιζούν σε συνθήκες κατάψυξης.

# ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΙΚΑ

- Η συντήρηση του κρέατος με κατάψυξη γίνεται σε θερμοκρασίες  $-10$  και  $-30$  °C
- Γενικά η διατήρηση του κρέατος με κατάψυξη προκαλεί διάρρηξη των ιστών καταστρέφοντας τις μεμβράνες των κυττάρων
- Όταν το κρέας συντηρείται υπό κατάψυξη σε θερμοκρασία  $-10$  C δημιουργούνται κρύσταλλοι πάγου, οι οποίοι αυξάνουν τη συγκέντρωση των αλάτων στην υδατική φάση
- Αποτέλεσμα της συγκέντρωσης των αλάτων είναι η μετουσίωση των πρωτεϊνών.

- Επιπλέον με την κατάψυξη προκαλείται διάρρηξη των δεσμών πρωτεϊνών-νερού με αποτέλεσμα να μειώνεται η ποσότητα του συγκρατούμενου νερού, να καταστρέφονται οι δομικές ιδιότητες των τροφίμων και να μειώνεται η θρεπτική τους αξία
- Γενικά όσο μεγαλύτερη η διάρκεια της κατάψυξης, τόσο μεγαλύτερη η έκταση της μετουσίωσης των πρωτεϊνών
- Όσο χαμηλότερη η θερμοκρασία συντήρησης του κρέατος υπό κατάψυξη, τόσο μικρότερη η έκταση της μετουσίωσης των πρωτεϊνών, μεγαλύτερη η δυνατότητα εκχύλισης τους και μεγαλύτερη η ικανότητα νερού κατά την απόψυξη



- Η απόψυξη του κρέατος επηρεάζει σημαντικά τη θρεπτική αξία του
- Κατά την απόψυξη με βύθιση σε νερό παρατηρείται απώλεια ουσιών από τα επιφανειακά στρώματα του κρέατος και κίνδυνος μικροβιακής επιμόλυνσης
- Κατά την απόψυξη σε αέρα, η ανάπτυξη των μικροοργανισμών είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο υψηλότερη είναι η θερμοκρασία και η σχετική υγρασία και χαμηλότερη η ταχύτητα κίνησης του αέρα. Θεωρείται η καταλληλότερη μέθοδος σε σχέση με χρήση μικροκυμάτων, εμβάπτιση σε θερμό νερό, χρήση υδρατμών χαμηλής θερμοκρασίας κ.α.