

# Zamrzavanje i skladištenje mesa

Torsten Nilsson\*

Meso se industrijski zamrzava već oko sto godina. U početku je ono bilo zamrzavano da bi se moglo transportovati iz prekomorskih zemalja do tržišta u Evropi, a hladno skladištenje bilo je korišćeno i da bi se sačuvalo sezonski višak mesa. Kvarenje pod uticajem mikroorganizama bilo je zaustavljeno hladnim skladištenjem, međutim, kvalitet je bio slab zbog loše tehnike i zamrzavanja i skladištenja. Zbog toga je smrznuto meso steklo lošu reputaciju, koja je do izvesne mere ostala i danas, te mnogi potrošači kao i neki trgovci na smrznuto meso gledaju sa sumnjom. Ali meso, pravilno smrznuto savremenim sredstvima i uskladišteno u dobrim uslovima, je, kada je reč o kvalitetu, neznatno promenjeno i sa gledišta kvaliteta se beznačajno razlikuje od hladnog mesa.

Cilj ovog članka je da ukratko razmotri neke probleme zamrzavanja mesa i istakne važnija stanovišta koja se ne mogu predviđati ako se žele izbeći izlišni gubici u kvalitetu mesa.

Osim prugastih mišića različitih tkiva, meso sadrži na primer salo, vezivno tkivo, nerve itd. Glavni deo su, međutim, mišići, u čijem tkivu se za vreme zamrzavanja odvijaju najvažnije promene. Danas znamo mnogo o tome šta se stvarno događa kada se mišićno tkivo smrzne i vrlo je važno da se ta savremena saznanja primene u praksi smrzanja mesa.

Postoje bar četiri faktora koji utiču na rezultat, a time na kvalitet smrznutog mesa:

- sirovi proizvod ili samo meso pre zamrzavanja;
- proces zamrzavanja;

- uslovi za vreme skladištenja;
- odmrzavanje mesa.

## SIROVI PROIZVOD

Mišić se sastoji od snopova hiljada elastičnih ćelija poput niti, takozvanih *fibera*. Oni su vezani za kostur mrežom vezivnih tkiva. Pojedinačnu ćeliju čini ćelijski zid koji obmotava oko hiljadu žilica a među njima je jedan fluid koji sadrži encime i druge supstance. Svaka se žilica sastoji od dva molekularna proteinska vlakna — miosina i aktina. Skupljanje ili opuštanje mišića dolazi od većeg ili manjeg stepena preklopljenog preplitanja dva vlakna.

Funkcija mišića u toku života je da se skuplja i opušta. Smrt životinje klanjem ne znači smrt mišića u biološkom smislu. Biohemijski procesi, koji u živoj životinji vode do rada mišića, nastavljaju se u jednom razumnom periodu vremena nakon klanja. Uslovi su, međutim, izmenjeni zbog zastoja krvi i, otuda, snabdevanja kiseonikom, odsustva nervnih impulsa i opadanja temperature. Među promenama izazvanim biohemijskim reakcijama u mišiću je i naglo ukrućenje leša, koje se prepoznaje po kručanju mišića, padom pH od 7,4 na oko 5,6 i promenom kapaciteta vode mišićnih proteina. Od velike je važnosti i to da je mišić nakon klanja zaražen raznim vrstama mikroorganizama. Sve ove promene, koje u ovako kratkom izlaganju ne mogu biti detaljno opisane, vode ka pretvaranju mišića u meso. One su isto tako veoma važne za zamrzavanje mesa.

Ako je meso smrznuto pre početka mrtvačkog ukrućivanja i sačuvano na niskoj temperaturi skladišta, doći će do pojave tzv.

otkravljene ukrućenosti, kada se takvo meso odmrzne. Nju karakteriše intenzivno skraćivanje mišićnog fibera, koji može izneti i 60—70% od njegove prvobitne dužine. Skupljanje izaziva preterano lučenje tečnosti iz mišića, koji postaje suv i čvrst. Stoga je važno da se otkravljenom ukrućenost uzima u obzir prilikom razmatranja najpogodnijeg vremena zamrzavanja mesa nakon klanja.

Kao što je rečeno, pH vrednost mesa se nakon klanja smanjuje; pH utiče na kapacitet vode u mesu; ako je pH niži, niži je i kapacitet vode. Ako je meso smrznuto onda kada je pH vrednost dostigla svoju najnižu tačku, osobine malog kapaciteta vode rezultiraju u većem kapanju, kada se meso odmrzne. Ako vrednost pH u toku starenja mesa ponovo raste, kapacitet vode se opet povećava. Ali pre nego što se porast pH može izmeriti, postoji povećanje kapaciteta vode kada se takvo meso odmrzne nakon smrzanja. Kada je meso smrznuto, kapacitet vode se takođe mora uzeti u obzir.

## ZAMRZAVANJE

Ako se za izvesne proizvode mesa zahteva vrlo visok kapacitet vode, takvo meso je teoretski najbolje smrznuto odmah nakon klanja, kada je vrednost pH visoka. To je, naravno, neophodno da bi se izbegla otkravljenost ukrućenost. Međutim, nemoguće je zamrznuti zaklanu životinju ili jednu njenu četvrtinu dovoljno brzo da bi se ovaj cilj postigao. Meso mora zato prvo biti isečeno a zatim smrznuto rapidnom metodom.

Meso zaklane životinje se obično zamrzava nakon potpunog hlađenja. Takvo meso mora biti odvojeno od kostiju pre upotrebe, što zahteva odmrzavanje. Ako se

\* Dr Torsten Nilsson, Odeljenje za higijenu ishrane Veterinarskog koledža, Stockholm, Švedska.

smrzavanje izvodi trećeg dana nakon klanja, kapacitet vode u njemu je vrlo mali i prema tome kapanje je obilno kada se meso otkravi. Bolji delovi mesa nisu dovoljno stari i zato se može očekivati da će biti tvrdi. Najveći deo ovakvog mesa se koristi za proizvode mesa.

Ako je, s druge strane, meso starelo jednu do dve nedelje pre zamrzavanja, ono je mekše i bolje za kuvanje. Takvo meso nije, međutim, pogodno za preradivačke svrhe, pošto infekcije od mikroorganizama mogu biti znatne. Zamrzavanje mesa celih životinja (govedina) zato, sa gledišta kvaliteta, ima svoje granice.

Sa tehničke tačke gledišta, postoji nekoliko problema u zamrzavanju cele životinje. Munjevito zamrzavanje je jedini praktičan metod za zamrzavanje cele životinje i ako je između zaklanih životinja osigurana dobra cirkulacija vazduha, zamrzavanje će biti dovoljno brzo.

Smrzavanje je naravno prilično sporo, ali kvalitet smrznutog mesa se pokazao samo delimično zavisnim od stope smrzavanja. Vrlo je važno, međutim, da površinski sloj bude smrznut dovoljno brzo, da bi se onemogućilo povećanje broja mikroba, što je obično slučaj. Meso zdravih životinja je bezmalo oslobođeno mikroorganizama u unutrašnjem delu, te stoga problemi ove vrste ne igraju nikakvu ulogu u smrzavanju životinja ukoliko ono teče sporije.

Kada je meso isečeno, površine su inficirane, i pošto se odnos površine i zapremine povećava sa stepenom sečenja, problemi infekcije se takođe povećavaju. Ako se takvi proizvodi pakuju u kartonske kutije, sa higijenskog gledišta je veoma važno da se smrzavanje izvodi što je moguće brže. Čak i sa dobrom cirkulacijom vazduha između kartonskih kutija, potrebno je duže vreme nego što se obično veruje da se dostigne tačka smrzavanja u središtu kutije, pa je zato skoro nemoguće izbeći izvestan porast broja mikroorganizama. Najbolje je zato ako se takvi proizvodi — delovi mesa i proizvodi mesa — smrznu pre pakovanja.

U literatura ima dosta saopštenja o povoljnim uticajima stope smrzavanja na ukupni kvalitet mesa. Poslednja temeljnija istraživanja uticaja na takve parametre kvaliteta, kao što su mekoća i ukus, pokazuju, međutim, da postoje male razlike između stopa smrzavanja, koje iznose od 10 cm/h do 0,1 cm/h. Ali, kao što je već spomenuto, sa higijenske tačke gledišta, brza stopa smrzavanja je veoma važna.

### SKLADIŠTENJE

Uslovi skladištenja su takođe važni za kvalitet smrznutog mesa. Tokom hladnog skladištenja, javljaju se mnoge promene koje utiču na kvalitet. Te promene nastaju usled fizičkih, hemijskih i biohemijskih procesa, čiji uticaj pre ili kasnije dovodi do smanjenja kvaliteta. Promene zavise od vremena, ali svaka reakcija ima veću brzinu na višim temperaturama i otuda postoji izvesna povezanost između temperature i vremena skladištenja. Jedna od najozbiljnijih šteta koje utiču na meso tokom hladnog skladištenja je isušivanje. Kada mali ledeni kristali nestanu sa površine zbog isparavanja, površina dodira može biti jedno od objašnjenja naglih promena koje nastaju. Konačno, ove promene mogu dovesti do denaturacije proteina u površinskom sloju, uslova poznatog pod nazivom »opekotina od smrzavanja« (oštećenja zamrznutog proizvoda koje nastaje uglavnom od preteranog sušenja). Ali mnogo pre nego što je do ovog stanja došlo, svojstva sastava vode u proteinima su pogoršana. Kada se takvo meso odmrzne i led istopi, vlaga iz unutrašnjih delova se izvlači do ovog suvljeg sloja. Pošto su svojstva vodenog sastava površine mesa najviše ugrožena, to rezultira u većem kapanju. Ako je površina zasićena vodom spolja, npr. većom relativnom vlažnošću, na početku perioda odmrzavanja, ovo se donekle izbegava i kapanje je manje izraženo. Relativna vlažnost će zato biti visoka u početku perioda odmrzavanja.

Najvažnije je da meso u periodu skladištenja bude zaštićeno koliko je moguće od gubitaka

zbog isparavanja. Postoje različite metode zaštite od preteranog sušenja.

Dovoljno niska temperatura pruža dobru zaštitu, jer sa smanjenjem temperature pritisak pare na led vrlo brzo opada. Temperatura skladišta od  $-30^{\circ}\text{C}$  je zato uvek bolja nego viša, čak i ako je vreme skladištenja kraće. Takođe je važno da temperatura skladišta bude što je moguće konstantnija, budući da svako povećanje temperature dovede do većeg isparavanja.

Isparavanje se najefikasnije sprečava upotrebom materijala za pakovanje koji ima nisku propustljivost vodene pare.

Sve ovo nije moguće sa mesom cele životinje i površina tog mesa će se uvek sušiti. Niska temperatura skladišta i što je moguće viša relativna vlažnost, najbolji su načini zaštite mesa cele životinje od isušivanja.

Ako je meso pakovano u kartonske kutije ili u druge materijale, neophodno je da materijal za pakovanje bude dobro zaptiven. Ako nije tako, doći će do priličnog isparavanja unutar ambalaže, koje će prouzrokovati ozbiljno kvarenje proizvoda u paketu.

Led upotrebljen kao materijal za pakovanje, što znači pokrivanje proizvoda ledom, pruža vrlo dobru zaštitu od isparavanja. Ovaj metod nije pogodan za primenu kod većih delova mesa, ali je vrlo dobar proces za kocke mesa i za hamburgere, te pruža moćnu zaštitu od isparavanja.

### ODMRZAVANJE

Odmrzavanje je veoma važan, ali često zapostavljan proces. U toku odmrzavanja, mora se dobiti ista ona količina toplote koja je bila odstranjena u procesu zamrzavanja. Toplota mora biti sprovedena kroz sve dublje slojeve nesmrznutog (otkravljenog) mesa, do unutrašnjih delova. Pošto nesmrznuto meso provodi toplotu slabije od smrznutog, odmrzavanje će trajati duže nego zamrzavanje. Površinski sloj se odražava na temperaturi koja pospešuje razmnožavanje mikroba i niziak od kvarenja je zato očigledan.