

## O VPLYVE SPÔSOBU ROZMRAZOVANIA NA AKOSŤ A NA MIKROBIOLOGICKÚ NEZÁVADNOSŤ MÄSA

JÁN ARPAI

### Úvod a problematika

Rozmrazené mäso sa líši od čerstvého takou mierou, akou prebiehajú fyzikálne, chemické a prípadne aj mikrobiologické, resp. enzymatické procesy pri zmrazovaní, skladovaní a rozmrazovaní. Vplyvy, ktoré pôsobia počas zmrazovania a skladovania, prípadne ešte za intravitálnych podmienok, sme sledovali v predchádzajúcich prácach. Ukázali sme v nich, ako je akosť a hygienická nezávadnosť mrazeného mäsa závislá od celej reťaze podmienok, ktorá sa začína pri zootekniky a pokračuje cez jatočnú technológiu až po jednotlivé mraziarenské operácie, (1, 2, 3, 4). V predloženej práci sa zameriavame na hodnotenie posledného úseku technológie mraziarenskej konzervácie mäsa, t. j. na rozmrazovanie a to zvlášť z hľadiska mikrobiológie.

Napriek tomu, že práve pri rozmrazovaní sa najvýraznejšie môžu meniť štruktúrne ako aj koloidnochemické vlastnosti mäsa a môže dôjsť k zvýšenej enzymatickej i mikrobiologickej aktivite, nevenuje sa tejto záverečnej technologickej operácii mraziarenstva patričná pozornosť (5). Je dokonca otáznne, či je u nás na mnohých miestach možné, resp. správne vôbec hovoriť pri rozmrazovaní mäsa o technológii. Mäso sa totiž v jednotlivých výrobniciach, alebo obchodoch rozmrazuje rôznym spôsobom, podľa kapacity chladiarne, resp. teploty skladu, podľa toho, koľko je času na rozmrazovanie, podľa odbornej a hygienickej úrovne pracoviska a pracovníkov. Tomu zodpovedajúci je aj výsledok rozmrazovania, t. j. akosť a zdravotná nezávadnosť ako aj obľúbenosť mraziarensky konzervovaného mäsa. Svedčí o tom napr. tá skutočnosť, že v českých krajinách, kde je distribúcia mäsa po stránke technického a personálneho vybavenia na pomerne vyššej úrovni, čo sa odráža aj na racionálnejšom spôsobe rozmrazovania, nie sú zvláštne ťažkosti s mrazeným mäsom. Zatiaľ na Slovensku, kde vychádza z mraziarní rovnako kvalitné a hygienicky nezávadné mäso do distribúcie, sú s jeho odbytom miestami ťažkosti. To preto, že následkom nesprávneho rozmrazovania a neodbornej manipulácie sa zhoršuje vzhľad a hygiena mäsa. Hlavná príčina je v nedostatku chladiarenských priestorov, menovite takých, ktoré sú osobitne určené pre účely rozmrazovania. Pri vyššej teplote prebieha však rozmrazovanie tak rýchlo, že voda vymrazená z buniek a vlákien, ktorá vykryštalizovala medzi bunkami, nemá čas pri rozmrazovaní k spätnej migrácii a väzbe na bielkoviny. To má za následok vypúšťanie šťavy, čím dôjde nielen k stratám na váhe a biologickej hodnote mäsa, ale aj k vytváraniu vhodných podmienok z hľadiska vlhkosti pre rast kontaminujúcej mikroflóry (6).

Za týchto okolností sa nám zdalo potrebným v rámci nášho výskumu zaoberať sa pokusným sledovaním vhodnosti rôznych spôsobov rozmrazovania (7), pričom

sme popri obvyklých fyzikálnych a chemických ukazovateľoch (8) stanovovali najmä mikrobiologické pomery pri a po rozmrazení, ktorým — ako o tom svedčia rôzne údaje (9, 10) a najmä materiály zo zasadnutia IV. komisie Medzinárodného mraziarenského ústavu (I. I. F.) v Moskve v roku 1958 — sa doposiaľ nevenovali skoro žiadne výskumné práce.

## Pokusná časť

### Materiál a metódy

Ako materiál sme k pokusom použili delené bravčové mäso, mrazené v kartónoch, ktoré sa vyskladňovalo z mraziarne za bežných prevádzkových podmienok. Teplota mäsa bola pri tom v jadre pod  $-15^{\circ}\text{C}$ . Hovädzie mäso rovnakej adjustácie sme brali len k orientačnej porovnávacej skúške.

Metódy rozmrazovania sme si zvolili v súlade so súčasným stavom technológie, podľa ktorej sa rozlišuje rozmrazovanie na vzduchu (prípadne v inertnom plyne) a rozmrazovanie vo vode a to stojatej alebo prúdiacej (za osobitných podmienok obsahujúcej aj konzervačné prísady). (11).

a) Pokusy s rozmrazovaním na vzduchu sme robili vo veľkej chladničke a v chladiacom boxe. Na jeden pokus sme použili vždy jeden kartón mäsa, t. j. 25 kg.

Pri týchto pokusoch sme menili teplotu a vlhkosť. Stálosť zvolenej teploty sa udržiavala pomocou elektrickej relátkovej regulácie v hraniciach:

0 až  $2^{\circ}\text{C}$  — ako najnižšia prakticky použiteľná teplota rozmrazovania.

6 až  $8^{\circ}\text{C}$  — ako teplota, ktorá — na základe nášho prieskumu — je najčastejšie v bratislavských chladiarenských miestnostiach v lete a v nechladených skladoch v ostatnom ročnom období.

18 až  $20^{\circ}\text{C}$  — ako teplota nechladených skladov v teplejšom ročnom období.

Vlhkosť vzduchu pri rozmrazovaní sme nastavili na hornú hranicu, t. j. 90 až 95 % r. v. podchladením navlhčeného prostredia s nasledujúcim oteplením na požadovaný stupeň teploty. Spodná hranica vlhkosti, ktorá ležala pri 55 až 60 % r. v. sa dosiahla umiestnením pokusu nad roztok  $\text{CaCl}_2$ , ktorého koncentrácia sa upravila podľa použitej teploty rozmrazovania na základe výpočtov, ktoré sme použili už v predchádzajúcej práci (12).

Priebeh teploty a vlhkosti počas pokusov sa kontroloval termo-hygrografickou aparátúrou. Koniec rozmrazovania, t. j. situáciu, keď teplota v jadre mäsa dosiahla približne  $-1^{\circ}\text{C}$ , oznámil akustický signál, zapojený na kontaktný teplomer zasunutý do mäsa.

b) Pokusy s rozmrazovaním vo vode sa robili tým spôsobom, že sa pokusná dávka mäsa dala do mäsiarskeho koryta a zaliala jednak stojatou vodou a jednak vodou pretekajúcou.

K orientačným pokusom sa použil aj zriedený, čerstvý dusičnatý lák ( $8^{\circ}\text{Bé}$ ); lák rovnakého druhu, avšak už použitý, t. j. s mikrobiálne redukovanou soľou; a lák obsahujúci štvrtďávkú rýchlopeklovej zmesi, zn. „Praganda“. Ďalej sa pokusne skúšali protimikróbne účinky týchto prísad k rozmrazovacej vode:

I. benzoan sodný 0,3 %,

II. kyselina citrónová 0,5 %,

III. kyselina octová 0,5 %,

- IV. kyselina mliečna 1,0 %,
- V. kyselina sorbová 0,1 %,
- VI. zmes III + IV + V,
- VII. chlór tetracyklín 1 mg %,
- VIII. zmes V + VII,
- IX. NaCl 7,5 %,
- X. chlórovanie (s obsahom voľného Cl 1 mg %).

Teplota vody bola nastavená buď na 10 alebo 20 °C (s výkyvmi  $\pm 2$  °C). Tieto teploty sme zvolili vzhľadom na to, že tu išlo o spôsob rýchleho rozmrazovania. Dosiahlo sa to úpravou teploty vody a miestnosti, kde sa robili pokusy. Ostatné metodické podmienky boli rovnaké, ako pri pokusoch s rozmrazovaním na vzduchu.

Spôsoby rozmrazovania sme hodnotili na základe kvality a podľa mikrobiologických ukazovateľov mäsa. Akosť rozmrazeného mäsa vyjadrili:

1. Výsledky organoleptických skúšok (farba, vôňa a pružnosť mäsa) s použitím bodovacieho systému (13).
2. Zmeny na váhe, vyjadrené v %.
3. Výsledky skúšok tepelnej koagulácie, vyjadrené %-ným úbytkom váhy po uvarení štandardnej vzorky (9).
4. Výsledky skúšok napučievania, t. j. schopnosti mäsa pohlcovať vodu, ktorá sa merala na základe prírastku váhy štandardnej vzorky (o hrúbke 1 cm a váhe 100 g) po 24. hod. ponorení do destilovanej vody 25 °C teplej.
5. Výsledky stanovovania úbytku mäsovej šťavy pod tlakom, používajúc pritom metódy podľa Graua a Hamma (14), v úprave, ktorú sme opísali v predošlej práci (15).
6. Hodnoty elektrického odporu mäsa, ktoré podľa metódy Ingrama (16) charakterizujú zmeny v štruktúre a celkový rozsah biologických zmien tkaniva. Použili sme aparatúru zostavenú inž. J. Birtokom. Merania sa robili na približne súhlasných miestach vzoriek. Výsledky sa vyjadrili v ohmoch.
7. Hodnoty pH, stanovené elektrometrickým meraním. Na prípravu extraktu sa brala 50 g vzorka, rozkúskovala sa na drobno a vytrepala v 200 ml destilovanej vode po 15 min. Použili sa tie isté vzorky, z ktorých sa bral materiál aj na mikrobiologické vyšetrenie.
8. Výsledky nefelometrického merania zákalu mäsového extraktu, vyjadrené v % absorpcie.

Mikrobiologické pomery na mäse sa vyjadrili stanovovaním:

1. Celkového počtu zárodkov na  $2 \times 10$  g vzorkách, obvyklou technikou (17).
2. Pomeru mezofilov k fakultatívnym psychrofilom pomocou selektívnej inkubačnej teploty 37 a 22 °C.
3. Počtu *Escherichia coli*, narátaním typických kolónií v príslušnom riedení na laktózo-dezoxycholátových platniach inkubovaných pri 40 °C.
4. Množstva fekálnych streptokokov na platniach obsahujúcich kalium tellurit (1 : 15 000) podľa Tannera (18).
5. Výskytu klostridií s výraznou redukčnou schopnosťou (Verge a spolupracovníci) (19). Postupovali sme pritom cestou tepelnej selekcie klostridií (pri 80 °C po 20 min.), kultiváciou v agarovej Vf — pôde s glukózou (19) a počítaním v dvojvrstvových platniach zaliatych parafínom (20).

Z celkového počtu zárodkov pred ( $x$ ) a po rozmrazení ( $x'$ ) sa počítala priemer-

ná generačná doba ( $g$ ) resp. priemerná rýchlosť delenia ( $r$ ) v časovej jednotke, používajúc rovnice

$$g = \frac{1}{r} \quad \text{resp.} \quad r = \frac{\log_2 x' - \log_2 x}{t_2 - t_1}$$

kde  $t_2 - t_1$  je sledovaný časový úsek. Generačná doba sa udávala v minútach.

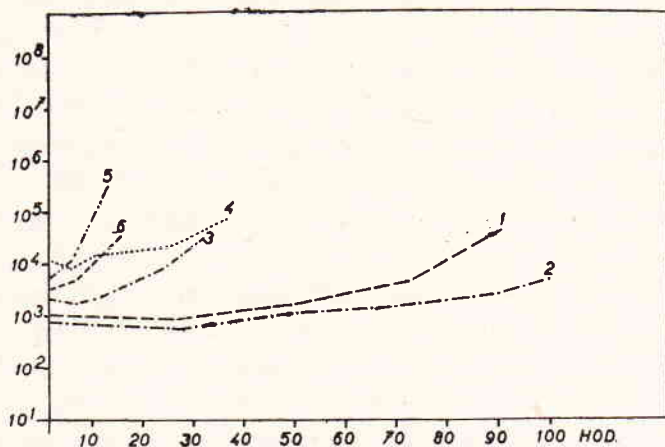
Pokusy sa robili bežne v dvoch opakovaníach, z ktorých sa bral aritmetický priemer. Jednotlivé analytické merania sa robili zväčša trojmo. Pri významnom prekračovaní metodologickej prípustnej odchýlky od stredu (v závislosti od presnosti metódy) sa stanovovania opakovali. Pri mikrobiologických kvantitatívnych metódach sme si určili túto hranicu na 15 %.

### V ý s l e d k y.

Výsledky pokusov, ktorými sme sledovali akostné znaky rozmrazeného mäsa v závislosti od podmienok rozmrazovania, sú zostavené do tabuľky 1. Z nej vidieť predovšetkým to, že spomedzi stanovených ukazovateľov najvýraznejšie odzrkadľuje vhodnosť spôsobu rozmrazovania zmena váhy, vytekanie šťavy a napučiavanie mäsa. Tieto ukazovatele sú vo výraznej a priamej korelácii k výsledkom zmyslových skúšok. Nasvedčujú poznatkom už vyššie citovaných autorov, resp. známej skutočnosti, že mäso rozmrazované pri nižšej teplote je lepšej akosti ako mäso rozmrazované rýchlejšie na vzduchu (5, 6, 7, 11). Také mäso má predovšetkým vyššiu údržnosť šťavy, čo sa prejavuje nepriamo aj na vplyve vlhkosti vzduchu na váhové zmeny mäsa pri rozmrazovaní. Výsledok stanovovania váhových zmien je totiž výslednicou prírastku váhy následkom zarosenia a úbytku následkom straty šťavy. Ak si mäso zväčšuje, alebo aspoň zachováva pri rozmrazovaní svoju váhu, svedčí to o vratnosti štrukturálnych a koloidno-chemických zmien vyvolaných pri zmrazovaní. Výsledky stanovenia napučiavania treba hodnotiť s prihliadnutím na dvojstrannú závislosť tohto procesu a to od stupňa dehydratácie a denaturácie bielkovinného tkaniva; z nich prvý pôsobí kladne na schopnosť mäsa pohlcovať vodu, druhý záporne. Podobne sa uplatňujú zložité vzťahy aj pri skúškach tepelnej koagulácie. Pri danej metodike možno vyšší percentuálny výsledok hodnotiť v kladnom smere. Zistené rozdiely sú však len málo výrazné. To isté platí aj pre namerané hodnoty pH a zákalu mäsového extraktu. Tieto hodnoty spadajú do všeobecného „trendu“ výsledkov, ktorý ukazuje, že so stúpajúcou teplotou vzduchu sa zhoršuje akosť rozmrazeného mäsa. Výnimku tvoria výsledky merania elektrického odporu, z ktorých možno vyčítať len toľko, že mäso rozmrazované pri vysokej vlhkosti má väčšiu kondukciu než v suchom prostredí. To je však málo a tento nedostatok pripisujeme nesprávnej metodike, ktorou sme nevedeli zachytiť jemnejšie rozdiely, resp. zmeny na tkanive. Preto sa na našom pracovisku pokračuje v sledovaní fyzikálno-chemických zmien na základe vodivosti podľa metódy K r y š p í n a (21).

Akosťné ukazovatele mäsa rozmrazeného vo vode sú zvlášť priaznivé z hľadiska váhových zmien. Pritom je zaujímavé, že vo vode rozmrazené mäso napriek tomu, že výrazným spôsobom zväčšilo svoju váhu, má ešte vo vysokej miere zachovanú schopnosť viazať vodu (napučiavanie). To ukazuje na to, že pri mokrom spôsobe rozmrazovania sa nepoškodzuje natívny stav bielkoviny ako je tomu

pri rozmrazovaní na vzduchu, kde stupeň napučovania je priamo úmerný strate šťavy. Záporný vplyv zvyšovania teploty sa prejavuje aj pri mokrom spôsobe rozmrazovania. Vidieť to nielen na výsledkoch zmyslových skúšok, ale aj na stupni tepelnej koagulácie, elektrického odporu, pH a zákalu mäsového výťažku. Z výsledkov možno tiež vyčítať, že pri použití tečúcej vody nedôjde k výraznému zvýšeniu vyluhovania mäsa, lebo zistené rozdiely, napríklad v zákale výťažku, alebo v tepelnej koagulácii, sú štatisticky len málo významné. Z hľadiska organoleptiky je mäso rozmrazené vo vode prinajmenej rovnocenné mäsu rozmrazenému na vzduchu — až na farbu. Na ďalšom mieste tejto práce však uvádzame aj výsledky tej časti pokusov, v ktorej sme sledovali, ako by sa dalo zabrániť zhoršenému vyfarbeniu mäsa. Za tým účelom sme pridávali peklováciu, resp. rýchlopeklováciu soľ do rozmrazovacej vody. Doposiaľ vyhodnotené výsledky možno zhrnúť do čiastkového záveru a konštatovať, že rýchlym rozmrazovaním možno



Obr. 1. Rozmnožovanie mikroorganizmov v priebehu rozmrazovania mäsa na vzduchu. Označenie kriviek zodpovedá očíslovaniu jednotlivých podmienok rozmrazovania v tab. 1. Na osi úsečiek je čas rozmrazovania v hodinách, na osi poradníc je počet mikroorganizmov na 1 g vzorky odobratej z povrchu mäsa.

získať bez toho, že by došlo k váhovým stratám, mäso dobrej akosti, ktoré sa hodí predovšetkým na ďalšie spracovanie. Je to tým dôležitejšie, že mraziarensky konzervované mäso, s výnimkou porcovaného mäsa, má perspektívne slúžiť výlučne ako surovina pre mäsopracujúci priemysel.

Mikrobiologické rozborý jasne ukazujú aké sú rozdiely medzi jednotlivými spôsobmi rozmrazovania najmä z toho hľadiska ako sa pri nich vytvárajú podmienky pre rast a rozmnožovanie mikroorganizmov na mäse. Výsledky kvantitatívneho sledovania celkového počtu zárodkov na mäse počas rozmrazovacieho procesu na vzduchu sú graficky znázornené na obraze 1. Tam je vidieť aký podiel majú jednotlivé kladné a záporné faktory na výslednom počte, resp. generálnej dobe proliferujúcich sa mikroorganizmov. Kladne vplyva na rozmnožovanie mikroorganizmov na mäse najmä rýchlosť rozmrazovania, t. j. zvyšovanie teploty. V rovnakom smere pôsobí pri rozmrazovaní na suchu aj stupeň vlhkosti. Naproti



Tabuľka 1

Podmienky rozmrazovania	Teplota v °C	Relatívna vlhkosť vzduchu v %	⊕ výsledky stanovovania								
			doby rozmrazovania v hodinách	organoleptického hodnotenia	tepelnej koagulácie v %	napučíavania v %	výtoku šťavy pod tlakom v %	zmien vo váhe v %	elektrického odporu v ohmoch	pH	
1. v kartóne na vzduchu	0—2	90—95	90	96	47,2	+1,5	2,5	+1,3	460	5,6	48
2. v kartóne na vzduchu	0—2	55—60	100	87	47,5	+2,2	3,3	—1,8	480	5,7	46
3. v kartóne na vzduchu	6—8	90—95	30	88	46,3	+4,1	4,2	+0,8	465	5,9	44
4. v kartóne na vzduchu	6—8	55—60	36	82	44,8	+4,5	5,1	—2,5	480	5,8	39
5. v kartóne na vzduchu	18—20	90—95	12	71	45,7	+5,8	4,5	—0,9	420	6,0	40
6. v kartóne na vzduchu	18—20	55—60	15	66	45,2	+5,1	6,3	—5,3	460	5,7	38
7. vo vode stojatej	10(±1)		12	92	49,5	+5,5	3,8	+4,0	450	5,8	47
8. vo vode stojatej	20(±2)		8	88	47,5	+4,6	4,3	+4,5	455	6,0	42
9. vo vode tečúcej	10(±1)		9,5	94	48,1	+4,2	4,4	+3,2	480	5,8	45
10. vo vode tečúcej	20(±2)		6	81	46,1	+4,3	4,9	+4,1	490	5,9	40

tomu skracovanie dĺžky doby rozmrazovania, ktoré je priamo úmerné zvýšeniu predtým uvedených činiteľov, pôsobí opačne, t. j. záporne na celkový počet mikroorganizmov. Tu vidieť, že hygienické pomery, t. j. mikróbné znečistenie je v dvojstranne protichodnej závislosti od technologických podmienok rozmrazovania. Pri posudzovaní polohy, resp. priebehu rastových kriviek mikróbov počas rozmrazovania, treba prihliadať aj na východiskové hodnoty, t. j. na počet zárodkov na mäse pred rozmrazovaním. Tento činiteľ prekrýva v niektorých prípadoch vplyv podmienok, za ktorých sa mäso rozmrazuje. Presvedčíme sa o tom na základe obrazu 1, kde krivka 4, ktorá znázorňuje priebeh rastu mikróbov pri rozmrazovaní za podmienok nižšej vlhkosti prostredia (55—60 %), leží vyššie ako krivka 3 vyjadrujúca rozmnožovanie mikroorganizmov za súbežného pokusu, pri ktorom rozmrazovanie prebiehalo za vysokej vlhkosti (90—95 %). Vysvetlenie tohto zdanlivo protirečivého javu nachádzame vo výpočte generačnej doby mno-

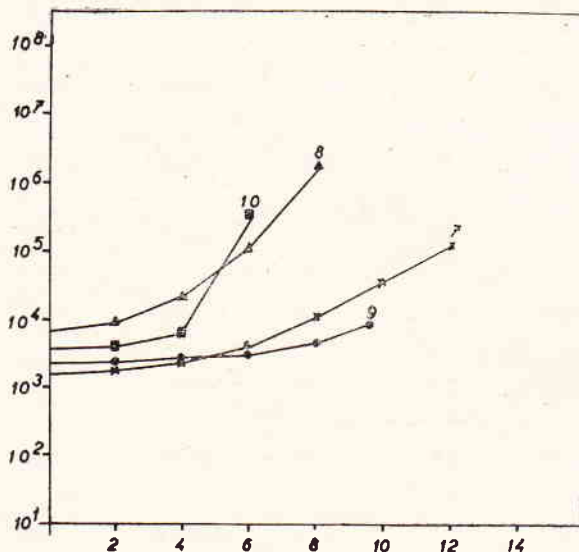
Tabuľka 2

Podmienky rozmrazovania ako v tab. 1 v riadku:	Mikrobiologické ukazovatele rozmrazeného mäsa					Teoretická generačná doba v hod.
	Celkový počet zárodkov	Podiel psychrofilov v %	Coli titer	Streptokokový titer	Clostridiový titer	
1.	$7,1 \times 10^4$	83	0,8	0,0003	0,5	6,3
2.	$0,7 \times 10^4$	75	10,0	0,0025	10,0	7,6
3.	$4,4 \times 10^4$	46	0,1	0,0008	0,2	2,9
4.	$8,5 \times 10^4$	38	1,0	0,0005	0,07	3,5
5.	$5,1 \times 10^4$	12	0,03	0,00009	0,06	1,3
6.	$6,6 \times 10^4$	15	0,05	0,0006	0,10	1,9
7.	$22,3 \times 10^4$	18	0,02	0,0003	0,08	2,1
8.	$406,0 \times 10^4$	4	0,009	0,00002	0,01	0,9
9.	$1,6 \times 10^4$	11	0,15	0,001	0,10	4,8
10.	$60,1 \times 10^4$	2	0,03	0,00007	0,05	0,8

žiacich sa mikroorganizmov, ktorá — ako to vidieť z tabuľky 2 — trvá pri rozmrazovacej teplote 6—8 °C za nízkej vlhkosti vzduchu (zodpovedajúcej krivke 4) až 3,5 hodín, kým pri zvýšenej vlhkosti (zodpovedajúcej krivke 3) len 2,9 hodín. Na tomto mieste treba zdôrazniť úzku spätosť týchto výsledkov s poznatkami z predchádzajúcich prác, ktorými sa spresnili vzťahy medzi mnohosťou mikroorganizmov pred a po mraziarenskom skladovaní (3). Teraz sa ukázalo, že vplyv hygienického režimu, ktorý podmieňuje stupeň mikrobiálneho znečistenia mäsa dodávaného na zmrazovanie, neurčuje len rozsah biochemických procesov, resp. nimi vyvolaných zmien na mäse počas mraziarenského skladovania, ale, že významne zasahuje aj do mikrobiologických pomerov rozmrazovania.

Mikrobiologické pomery na mäse počas rozmrazovania vo vode ukazuje graf na obraze 2. Popri určujúcom vplyve teploty, zisťujeme z grafu najmä to, že rozmrazovaním v tečúcej vode sa získava mäso mikrobiologicky podstatne čistejšie, než za rovnakých podmienok vo vode stojatej. Pri mokrom spôsobe rozmrazova-

nia — áko to vidieť z výsledkov — môže vplyv počiatočného znečistenia, resp. počtu mikróbov na mäse, ustúpiť až do istej miery vplyvu technológie a to preto, že pri rozmrazovaní vo vode sú, v pomere k rozmrazovaniu na vzduchu, výhodnejšie podmienky pre rozmnožovanie mikroorganizmov. Ukazujú to aj krátke generačné doby (0,9 a 0,8). Na ich vyhodnocovanie však rušivo vplýva, že sa časť mikroflóry odplaví. Tento úbytok je ťažko stanovovateľný, lebo závisí od rôznych, za našich pokusných podmienok ťažko štandardizovateľných podmienok, akými



Obr. 2. Údaje ako na obraze 1 pre rozmrazovanie vo vode.

sú napr. vlastnosti povrchu mäsa, spôsob jeho uloženia, alebo sila a smer vodného prúdu.

Akostný rozbor mikroflóry, ako sa nám javí z tabuľky 2, ukazuje, nakoľko nízke teploty poskytujú za daných pokusných podmienok selekčnú výhodu rozvoju psychrofilov. Proporcionálna závislosť výšky *coli* titru od teploty ukázala zase striktné teplotné nároky tejto skupiny baktérií.

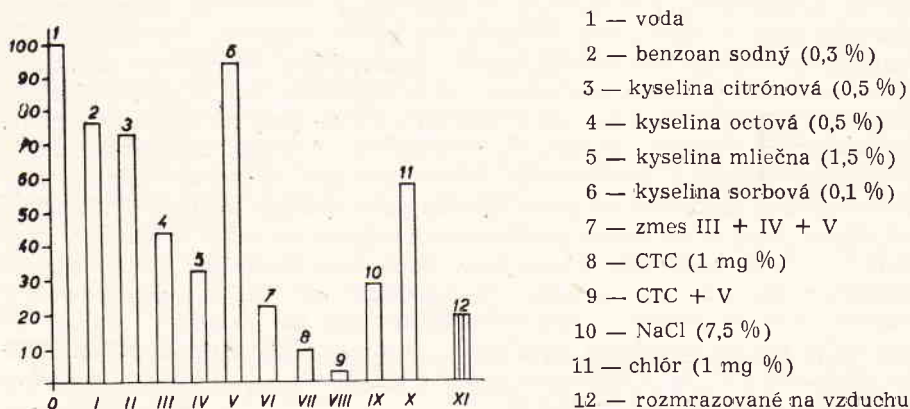
Pri teplote 0—2 °C sa mezofily vôbec nepomnožili, čo má veľký hygienický význam, keďže do tejto skupiny patrí prevažná väčšina choroboplodných zárodkov.

Pri posudzovaní zisteného počtu klostridií treba prihliadať na tú okolnosť, že tieto anaeróby sa vyskytujú prevažne v hĺbke mäsa. Tam však za našich, resp. správnych technologických podmienok nevystúpi teplota počas rozmrazovania na stupeň potrebný k rozvoju mikroflóry. Poznamenávame, že zloženie použitých kultivačných pôd zabezpečilo rast aj tej časti mikroflóry, ktorá následkom zmrazovania bola fyziologicky oslabená, t. j. mala zvýšené nároky na živiny, ako o tom píšeme na inom mieste (22). Množstvo zachytených streptokokov, patriacich prevažne medzi druhy fekálneho pôvodu, potvrdilo literárne údaje o ich častom výskyte na mäse (23) ako aj o ich vysokej psychrorezistencii (22). Z našich vý-



sledkov sa javí, že streptokoky tvoria relatívne konštantný a typický podiel celkovej mikroflóry rozmrazeného mäsa (25).

Mikrobiologické výsledky odhaľujú isté rozpory medzi požiadavkami technológie a hygieny. Protiklady záležia v tom, že z hľadiska technológie je žiadúca vyššia vlhkosť rozmrazovacieho prostredia, poprípade sa ukazuje vhodným aj rozmrazovanie vo vode, zatiaľ čo z hľadiska hygieny sú tieto podmienky nevhodné pre nebezpečie intenzívnejšieho rastu kontaminujúcej mikroflóry. Podobne



Obr. 3. Účinky dekontaminačných prostriedkov použitých pri rozmrazovaní vo vode stojatej. Na osi úsečiek druh protimikróbnej látky, na osi poradnic percentuálna stupnica (100 % platí pre vodu).

je to aj s teplotou. Prevádzkove, resp. ekonomicky výhodnejšie je rýchlejšie rozmrazovanie. To si vyžaduje vyššiu teplotu, ktorá opäť vytvára hygienicky nebezpečnú situáciu, keďže umožní rast mikroflóry a to aj patogénnej.

Riešenie týchto rozporov je — medzi iným — možné aplikáciou protimikróbných činidiel pri rozmrazovaní. Túto možnosť sme skúšali v ďalšej časti našich pokusov. Ich cieľom bolo nielen zabrzdiť rozmnožovanie mikróbov, ale aj zlepšiť vzhľad, menovite farbu mäsa rozmrazeného vo vode. Na histograme obrazu 3 vidieť, do akej miery sa podarilo znížiť priemerný počet mikroflóry mäsa po rozmrazovaní pridaním jednotlivých dezinfekčných činidiel. Najsilnejší dezinfekčný účinok mal chlór tetracyklín, ktorý sa použil v koncentrácii 1 mg %, a to najmä v kombinácii s 0,1 %-nou kyselinou sorbovou. Samotná kyselina sorbová — vzhľadom na jej špecifickú antifungálnu vlastnosť — mala len veľmi slabý účinok. Vhodne však doplnila obvyklé potravinárske konzervovadlá a to najmä zmes kyseliny mliečnej a octovej. Pomerne malá účinnosť týchto kyselín, najmä ak sa použili jednotlivé, je vysvetliteľná aktuálnou aciditou prostredia, ktorá inhibuje mechanizmus ich účinnosti. Z tej istej príčiny bola aj kyselina citrónová a benzoan sodný vo zvolených koncentráciách prakticky bez účinku. Solné roztoky boli účinné len pri vyšších koncentráciách (nad 7,5 %), to isté platí aj pre láky. Voľný chlór sa z roztoku veľmi rýchle strácal, preto bola literatúrou odporúčená koncentrácia 1 mg % ťažko udržiavateľná, čo sa za našich pokusov prejavovalo malou dezinfekčnou účinnosťou.

Pokusy, ktoré sa robili so zameraním zlepšiť vyfarbenie vo vode rozmrazeného mäsa, mali len orientačný ráz. Ukázalo sa, že starší lák, t. j. mikrobiálne redukovaný môže čiastočne zlepšiť farbu mäsa; má však nevýhodu, že obsahuje početnú, ťažko kontrolovateľnú mikroflóru. Pomocou rýchlopeklovacej soli sa dosiahol krajšie, i keď nie celkom prirodzené a rovnomerné vyfarbenie mäsa. Vznikli pritom ťažkosti z toho, že povrch jednotlivých kusov deleného mäsa sa nerovnomerne stýkal s lákom. Pravdepodobne to možno odstrániť pohybom mäsa v láku. My sme to však pre technické ťažkosti predbežne neskúšali. Z tých istých príčin sa neurčovali ani parametre vzťahov medzi rýchlosťou rozmrazovania, množstvom vody a rýchlosťou jej prietoku, váhou, akosťou, rozložením mäsa a kvalitatívnymi resp. mikrobiologickými ukazovateľmi. Na základe uvedených pokusov sme došli k celkovému záveru, že v prípadoch, kde si to prevádzkové podmienky vyžadujú, je možné bez zvýšených strát a újmy na hygiene aj rýchle rozmrazovať tzv. mokrým spôsobom, za použitia vhodných dekontaminačných prostriedkov. Spomedzi konvenčných potravinárskych dekontaminačných prostriedkov možno odporúčať predovšetkým kyselinu mliečnu, ktorá je fyziologicky veľmi blízka mäsu a má široké protibaktériové spektrum (26). V prípade, že sa priaznivo vyrieši stanovisko hygienikov, bude najvýhodnejšie použiť vhodné antibiotikum, ktoré by malo podobné vysoké účinky ako CTC v našich pokusoch. Vzhľadom na to, že mokrou cestou rozmrazené mäso ide na solenie, resp. ďalšie spracovanie, nie sú potraviny hygienicky ohrozené aktívnymi zbytkami CTC. Vplyv reziduálií CTC na mikrobiálne procesy v láku, t. j. v priebehu solenia by sa však musel experimentálne objasniť.

## Diskusia

O opísaných pokusoch, resp. ich výsledkoch možno diskutovať z hľadiska teórie a praxe rozmrazovania. Naše výsledky svedčia predovšetkým proti tým teoretickým názorom, ktoré vychádzajú z prác Stille-ho (24) hlásajú, že z hľadiska hygienického by bolo žiaduce rozmrazovať čo najrýchlejšie, lebo týmto spôsobom sa usmrcuje alebo poškodzuje najviac mikroorganizmov. Stille však vyslovil názor, že mikroorganizmy sú tým väčšmi usmrcované, čím pomalšie sa zmrazujú a čím rýchlejšie sa rozmrazujú, na základe modelových pokusov, ktorých podmienky boli podstatne odlišné od pomerov pri rozmrazovaní mäsa. O mikrobiologickej čistote rozmrazeného mäsa rozhoduje nielen množstvo mikroorganizmov, ktoré prežili účinky rozmrazovania, ale najmä rýchlosť, ktorou sa kontaminujúce mikróby počas rozmrazovania rozmnožujú. Táto rýchlosť je však podmienená výškou teploty pri rozmrazovaní. Stille-ho závery by sa mohli uplatniť v technológii rozmrazovania iba za predpokladu, že sa rozmrazovaním poškodí celá mikroflóra mäsa, alebo že rozmrazovanie a distribúcia mäsa sa vykoná tak rýchlo a takým spôsobom, že sa prežívajúca časť mikroorganizmov nestáči pomnožiť. Zo skúsenosti však vieme, že v praxi sú tieto predpoklady nespĺniteľné. K tomu treba ešte poznamenať, že vhodnosť spôsobu rozmrazovania nie je určená výlučne stránkou mikrobiologickou, ako to vyplýva aj z ukazovateľov akosti mäsa, sledovaných v rámci predloženej práce.

Praxi má táto práca ukázať, že za súčasného stavu výroby mrazeného mäsa má spôsob rozmrazovania kľúčový význam pre zlepšenie jeho akostných a hygienic-

kých ukazovateľov. Príčiny zaostávania technológií a hygieny rozmrazovania za celkovou úrovňou mraziarenskej konzervácie vidíme v nedocenení významu tejto operácie, ktorá organizačne t. č. ani nespadá do pracovného okruhu mraziarní. Prispeje k tomu aj perspektíva vývoja mrazeného mäsa k rôznym formám mäsových polotovarov, ktoré sa budú rozmrazovať až pred kulinárnou úpravou (7).

Bolo by však žiadúce, ak sa má zabrániť stratám na váhe a zachovať akosť resp. biologická hodnota a hygienická nezávadnosť výrobku, aby sa rozmrazovanie robilo ako osobitná súčasť výroby podľa optimálnej technológie vo zvláštnych zariadeniach k tomu vhodne vybavených. Predbežne sa odporúča pre obchod rozmrazovať suchou cestou veľmi pomaly, pre mäso priemysel však už vlhkým spôsobom. Technológia rozmrazovania by sa musela progresívne zdokonaľovať, tak ako budú k tomu vytvorené vhodné technické podmienky. Odberateľ, t. j. menovite obchod by dostal mäso už v rozmrazenom stave, ktoré pri správnej technológii rozmrazovania má za chladiarenských podmienok skoro takú trvanlivosť, ako mäso čerstvé. Týmto spôsobom by mäso mraziarensky konzervované sa zlepšilo po stránke organoleptickej a hygienickej a zvýšila by sa jeho obľúba u spotrebiteľskej verejnosti.

### P o ď a k o v a n i e

Ďakujem za obetavú spoluprácu všetkým pracovníkom nášho oddelenia, menovite s. Marte Bánhegyiovej, ako aj s. Mikulášovi Kolomanovi, pracovníkovi Bratislavského mäso priemyslu.

### S ú h r n

Na základe organoleptických, fyzikálnych, chemických a mikrobiologických ukazovateľov sa sledovala akosť a hygienické vlastnosti mäsa rozmrazovaného rôznou technológiou na vzduchu a vo vode. Bol stanovený vplyv teploty a vlhkosti rozmrazovacieho prostredia na priebeh rozmnožovania mikroorganizmov počas rozmrazovania, s osobitným zreteľom na význam mikrobiologickej čistoty mäsa prichádzajúceho na rozmrazovanie.

Zistilo sa, že v prípadoch, kde prevádzkové príčiny nedovoľujú rozmrazovať pomaly, t. j. pri teplotách málo nad bodom mrazu, je možné použiť rýchle rozmrazovanie vo vode prúdiacej po prípade aj stojatej, pričom rozmnožovanie kontaminujúcej mikroflóry možno zabrzdiť prídavkom rôznych potravinársky nezávadných dezinfekčných prostriedkov, predovšetkým 1 % kyselinou mliečnou. Spomedzi skúšaných dekontaminačných prostriedkov najväčšiu účinnosť malo antibiotikum chlór tetracyklín, ktoré sa týmto stáva perspektívne významným.

Z výsledkov práce vyplývajú optimálne podmienky pre rozmrazovanie na vzduchu ako aj vo vode a spôsoby, ktorými možno zľadiť požiadavky technológie, resp. prevádzky s hygienou.

# О ВЛИЯНИИ СПОСОБА РАЗМОРАЖИВАНИЯ МЯСА НА ЕГО КАЧЕСТВО И МИКРОБИОЛОГИЧЕСКУЮ СТОЙКОСТЬ

## Заклучение

На основании органолептических, физических, химических и микробиологических показателей, проводились наблюдения за качеством и гигиеническими свойствами размораживаемого мяса. Размораживание происходило на разные способы — на воздухе и в воде. Было установлено влияние температуры и сырости окружающей среды, на размножения микроорганизмов во время размораживания, с особым вниманием к значению микробиологической чистоты размораживаемого мяса.

Оказалось, что в тех случаях, когда нет возможности, по эксплуатационным причинам, применить медленное размораживание, то есть при температуре немногим выше нуля, можно применить быстрое размораживание в текущей воде, или даже в стоячей, причем размножение контаминирующей микрофлоры можно затормозить прибавив дезинфекционные средства, не вредные для пищевых продуктов, прежде всего 1 %-ую молочную кислоту. Среди испробованных деконтаминационных средств, наиболее эффективным оказался антибиотический препарат — хлортетрациклин, который для этой цели, станет необходимым.

Исходя из работы можно установить самые выгодные условия для размораживания, на воздухе, и в воде, и способы, по которым можно согласовать требования технологии, или эксплуатации, и гигиены.

## EINFLUSS DER ART DES TAUENS AUF DIE QUALITÄT UND MIKROBIELLE UNBEDENKLICHKEIT VON FLEISCH

### Zusammenfassung

Die Qualität und die hygienischen Eigenschaften mittels verschiedener Technologie in der Atmosphäre und im Wasser aufgetauten Fleisches wurden auf Grund organoleptischer, physikalischer, chemischer und mikrobiologischer Untersuchungsergebnisse verfolgt. Der Einfluss der Temperatur und Feuchtigkeit der Umgebung auf die Vermehrung von Mikroorganismen während der Auftauung unter besonderer Berücksichtigung der mikrobiellen Reinheit des Fleisches wurde untersucht.

Es wurde festgestellt, dass in Fällen bei welchen die Betriebsumstände ein langsames Auftauen, d. i. Auftauen bei Temperaturen nur wenig über dem Nullpunkt nicht ermöglichen, rasches Auftauen im fließenden oder stehenden Wasser möglich ist, wobei das Vermehren kontaminierender Mikroflora durch Zugabe verschiedener, in nahrungstechnischer Hinsicht unschädlicher Desinfektionsmitteln, hauptsächlich durch Zugabe 1-prozentiger Milchsäure unterbunden wird.

Von den geprüften Dekontaminierungsmitteln erwies sich das Antibiotikum Chlor-tetrazyklin am wirksamsten, womit dieses Antibiotikum für die Zukunft wichtig erscheint.

Die Ergebnisse dieser Arbeit ermöglichen optimale Bedingungen des Auftauens in der Atmosphäre sowie im Wasser festzustellen und Arbeitsvorgänge auszuarbeiten, welche Forderungen der Technologie mit denjenigen des Betriebes und der Hygiene vereinbaren.

### Literatúra

1. Arpai J. a kolektív, Mikrobiológia a biochémia mrazených potravín. Záv. zpráva VÚM, Bratislava, 1959.
2. Arpai J., Hodnotenie technologických postupov rozmrazovania mäsa z hľadiska hygieny. Referát na XVII. Celoštátnom chemickom sjazde v Olomouci, september, 1960.
3. Arpai J., Behúň M., Duchoň T., Odráz hygienického režimu na biochemické procesy v mrazenom mäse. Čs. hygiena, 5, 429, 1960.

4. Arpai J., Banhegyi M., Prieskum mikrobiologických pomerov mrazeného mäsa. Průmysl potravin 10, 493, 1959.
5. Kotek J., Výzkum zmrazování masa. Dílčí záv. zpráva na VÚM, Bratislava, 1956.
6. Plank R., Handbuch d. Kältetechnik. Springer Verlag, Berlin, 1960.
7. Arpai J., Banhegyi M., O typičnosti mikroflóry mrazeného mäsa. Průmysl potravin 11, 212, 1960.
8. Golovkin N. A., Čižov G., Škoľnikova Je., Šagan O., Malačenko M., O racionalnych metodach razmoraživanja mjas. Mjasnaja industrija 3, 13, 1951.
9. Golovkin N. A., Čižov G., Škoľnikova Je., Šagan O., Malčenko M., O racionalnych metodach razmoraživanja mjas. Mjasnaja industrija 4, 14, 1951.
10. Gakičko S. I., Borodin V. D., Razmoraživanje blokov melkoj ryby, Gostorgizdat, Moskva, 1959.
11. Manerberger A. A., Mirkin E. Ju., Technologija mjas a mjasoproduktov, Piščepromizdat, Moskva, 1949.
12. Arpai J., O podmienkach životnej aktivity mikroflóry kukuričného zrna so zvláštnym zreteľom na plesne. Poľnohospodárstvo 3, 239, 1956.
13. Tilgner D. J., Analiza organoleptyczna żywności. Wydaw. Przm. Lek. i Spozyw., Warszawa, 1957.
14. Grau R., Hamm R., Über das Wasserbindungsvermögen des toten Säugetiermuskels. Die Fleischwirtschaft, 4, 295, 1952.
15. Arpai J., Behúň M., Lifková Z., Vrablicová D., Sledovanie vplyvu prikrmovania ošipáných Aureovitam 12 na akosť mäsa s osobitným zreteľom na požiadavky mraziarenskej konzervácie. Živočišna výroba (Sborník ČSAZV) 5, 725, 1960.
16. Ingram M., Fatigue musculaire, pH et prolifération bacterienne dans la viande. Ann. Inst. Pasteur, 75, 139, 1948.
17. Arpai J., Hodnotenie pracovných postupov na stanovenie mikroflóry mäsa s osobitným zreteľom na mäso zmrazené. Veterinársky časopis 9, 379, 1959.
18. Tanner F. W., The Microbiology of Foods. Gerrard Press, Champaign, 1944.
19. Raška K., Sedlák J., Mašek J., Nákazy a otravy alimentárneho pôvodu. Thomayerova Sbirka, Praha, 1951.
20. Leistner L., Ein Einfaches Verfahren zur Zählung und Züchtung von Anaeroben. Die Fleischwirtschaft 7, 109, 1955.
21. Kryšpin J., Podstata některých změn elektrické vodivosti tkání. SZN, Praha 1959.
22. Arpai J., Vplyv zmrazovacej teploty na kvótu odumierania a fyziologického poškodenia mikroorganizmov. Biológia 16, 34, 1961.
23. Barnes E., Ingram M., The identity of faecal streptococci in canned hams. Ann. Inst. Pasteur, Lille, 7, 115, 1955.
24. Stille B., Untersuchungen über den Kältetod von Mikroorganismen. Arch. f. Mikrobiologie 14, 554, 1950.
25. Arpai J., Identifikačné práce na vyše dvesto mikrobiálnych kultúrach izolovaných z mrazeného mäsa. Časť I. Veterinársky časopis 9, 186, 1960. Časť II. Veterinársky časopis 9, 270, 1960.
26. Zelinka J., Zelinková E., Baktericidný účinok kyseliny mliečnej na niektoré mikroorganizmy. Průmysl potravin 8, 261, 1957.
27. Arpai J., Behúň M., O použitelnosti chlortetracyklínu pri mraziarenskej konzervácii mäsa. Průmysl potravin 11, 231, 1960.