

OPTIMIZATION OF FROZING PERIOD RAW MATERIALS TO PROCESS HEAT UNTREATED MEAT PRODUCTS

OPTIMALIZACE DOBY MRAŽENÍ VSTUPNÍ SUROVINY PŘI VÝROBĚ TEPELNĚ NEOPRACOVANÝCH MASNÝCH VÝROBKŮ

Šulcerová H., Jarošová A., Burdychová R.

Ústav technologie potravin, Agronomická fakulta, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika.

E-mail: xmuzikar@node.mendelu.cz, ualja@mendelu.cz, xburdycho@node.mendelu.cz

ABSTRACT

Hygienic quality of meat depends on number, microbial species and ability of growth of microorganisms present in meat and on its surface, on manipulation with meat since slaughtery till its processing, as well as on storing conditions. In this work, the level of microbial contamination of pork and beef meat for processing in heat-untreated meat products was monitored. In company providing samples for this work, meat was kept frozen for period of 6 days (144 hours), which was not effective due to the financially expensive freezing storages. The relation ship between meat freezing period and number of selected technological as well as hygienical significant microorganisms was monitored, with the aim to optimize frozing period to keep microbial quality of meat. Microbiological analysis of meat samples was performed in accrodance with CSN ISO 7218, before freezing of meat and after 48, 72, 96, 120 and 144 hours of freezing. Total number of microorganisms, total number of psychrotrophic microorganisms, yeast and fungi, coliforms, bacteria of the genus *Enterococcus* and bacteria of family *Enterobacteriaceae* was detected. As from results, sufficient period for meat freezing was 72 hours. After this period total count as well as bacteria of *Enterobacteriaceae* family, coliforms bacteria and bacteria of the genus *Enterococcus* reached the level, which at next freezing was not influenced. By next prolonging of freezing period – above 72 hours – number of psychrotrophic microorganisms was growing, which was not wanted from the technological point of view. Numbers of yeast and moulds became almost unchanged during the whole freezing period. When shortening the freezing, period at the same suitable microbial quality of raw material, expensive operation of freezing storages is capable for more effective usage of other raw materials.

Key words: microorganisms of meat, freezing period of meat

ÚVOD

Surovině pro výrobu tepelně neopracovaných masných výrobků je třeba věnovat mimořádnou pozornost, a to jak z hlediska hygienického, tak i technologického (PIPEK, 1998). Libové maso zbavené viditelného tuku a kostí obsahuje 70 – 80 % vody (aktivita vody $a_w = 0,99$), 20 % bílkovin, různý obsah tuku (cca 5 %), asi 1 % minerálních látek, vitaminy, malé množství nízkomolekulárních látek a přibližně 1 % sacharidů. Hodnota pH masa se pohybuje kolem 6,8 – 7,0. Na základě svého chemického složení a fyzikálních vlastností je maso ideální živnou půdou pro rozvoj mikroorganismů (GÖRNER, VALÍK, 2004). Po smrti zvířete podléhá maso činnosti mikroorganismů, které působí jeho zkázu. Je nutné, této činnosti mikroorganismů zabránit (PIPEK, 1995). Jedním ze způsobů, které se používají, je princip anabiózy, tj. zvyšování odolnosti prostředí proti rozvoji mikroorganismů. Nejčastějším způsobem je snížení teploty. Pro krátkodobé skladování se využívají chladírenské teploty (psychroanabióza), pro dlouhodobé skladování se maso zmrazuje (kryoanabióza) (INGR, 2003). Při mražení masa dochází k redukci vodní aktivity, voda přítomná v maso zamrzá. Tvorba ledu mění růstové podmínky pro mikroorganismy, dochází ke zkoncentrování rozpuštěných látek ve zbytkové tekuté vodě. Maso začíná mrznout při $-1,5\text{ }^\circ\text{C}$ (KADLEC, 2002), při $-2,5\text{ }^\circ\text{C}$ je zmrazena přibližně polovina tkáňové vody. Další snižování teploty vede k dalšímu zmrazení vody, vždy však zůstává určitý podíl vody v tekuté formě, např. 26 % při $-5\text{ }^\circ\text{C}$, 18 % při $-10\text{ }^\circ\text{C}$, 14 % při $-18\text{ }^\circ\text{C}$, 10 % při $-40\text{ }^\circ\text{C}$; (UPMANN, et. al., 2000).

Stanovením celkového počtu mikroorganismů (CPM) zjistíme, zda při výrobě masného výrobku byla zachována správná hygienická praxe. Vyšší hodnoty CPM než je povoleno v normě ukazují, že surovina, z níž byl výrobek vyroben, obsahovala vysoký počet mikroorganismů, nebo že výrobek nebyl vyroben za hygienických podmínek. Dále je hodnota CPM ukazatelem nežádoucího pomnožení mikroorganismů v důsledku nedostatečného chlazení či špatného skladování.

Nadměrný počet psychrotrofních mikroorganismů ukazuje na primární či sekundární kontaminaci. Většina bakterií této skupiny se vyznačuje proteolytickými a lipolytickými vlastnostmi. Vzhledem k tomu, že nízké teploty neinhibují tvorbu a činnost enzymatických systémů proteáz a lipáz, může dojít ke změnám struktury bílkovin a tuků, zvláště pak po delší době skladování surovin a produktů.

Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* a rodu *Enterococcus* jsou Gram-pozitivní mikroorganismy, ubikvitárně se vyskytující na materiálech rostlinného i živočišného původu. Enterokoky kolonizují materiál zejména živočišného původu (HUGAS et al., 2003). Patří sem nepatogenní, podmíněně patogenní i patogenní rody (ŠILHÁNKOVÁ, 2002). Vedle patogenních druhů (*Enterococcus faecalis*), které jsou indikátory fekálního znečištění, se zde vyskytují i druhy používané jako startovací kultury (*Enterococcus faecium*) při výrobě fermentovaných masných výrobků. Dobře se rozmnožují především v technologicky zpracovaných potravinách.

Koliformní bakterie se vyskytují v potravinách i na předmětech denního používání. Jsou indikátorem sekundární kontaminace potravin. Pro chemickou labilitu jsou indikátorem sanitace technologického nářadí a zařízení. Výskyt koliformních bakterií je nežádoucí, neboť i ony mohou být indikátory fekálního znečištění.

Kvasinky a plísně se vyznačují výraznou proteolytickou, lipolytickou a sacharolytickou aktivitou. Rostou při nižší hodnotě aktivity vody a mají nižší optimální teploty růstu. Náchylné jsou zejména potraviny slabě kyselé s hodnotami pH 5,5 – 5,0. Ze surovin a potravin živočišného původu jsou velice náchylné maso a masné výrobky i při mrazírenském skladování (GÖRNER, VALÍK, 2004).

Práce se zabývala sledováním míry kontaminace čerstvého vepřového a hovězího masa a jejím ovlivněním v průběhu mrazírenského skladování masa určeného ke zpracování do tepelně neopracovaných (fermentovaných) masných výrobků. Cílem bylo navrhnout optimální dobu pro skladování vstupní suroviny při zachování její mikrobiální kvality a zefektivnit využívání provozu náročných mrazírenských skladů.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

K mikrobiologickým rozborům byl použit materiál dodaný vybraným výrobcem masných výrobků. Byly použity vzorky mletého vepřového a hovězího masa určeného pro výrobu tepelně neopracovaných masných výrobků. Postup odběru vzorků pro mikrobiologický rozbor byl proveden dle normy ČSN ISO 8261.

Tab. 1 Odběry vzorků a charakteristika použitého materiálu

Vzorek č.	Data odběrů vzorků (rok 2006)				Charakteristika
	I.	II.	III.	IV.	
1	11.9.	16.10.	13.11.	11.12.	vepřové maso čerstvé chlazené (max. 7 °C)
2	11.9.	16.10.	13.11.	11.12.	hovězí maso čerstvé chlazené (max. 7°C)
3	13.9.	18.10.	15.11.	13.12.	směsný vzorek V+H zmrazené (min. -18 °C)
4	14.9.	19.10.	16.11.	14.12.	směsný vzorek V+H zmrazené (min. -18 °C)
5	15.9.	20.10.	17.11.	15.12.	směsný vzorek V+H zmrazené (min. -18 °C)
6	16.9.	21.10.	18.11.	16.12.	směsný vzorek V+H zmrazené (min. -18 °C)
7	17.9.	22.10.	19.11.	17.12.	směsný vzorek V+H zmrazené (min. -18 °C)

Metodika

Vzorky pro mikrobiologický rozbor byly připraveny dle normy ČSN ISO 7218. Stanovení bylo provedeno ve čtyřech opakováních, vždy jednou v měsících září – prosinec (Tab. 1, I. – IV.).

Celkový počet mikroorganismů (CPM) byl stanoven dle normy ČSN ISO 4833 na živné půdě PCA agar (NOACK, Francie). Celkový počet psychrotrofních mikroorganismů byl stanoven dle normy ČSN ISO 6730 na půdě PCA agar se sušeným mlékem (NOACK, Francie). Bakterie čeledi *Enterobacteriaceae* byly stanoveny dle normy ČSN ISO 21528-2

na půdě VRBG agar (NOACK, Francie). Stanovení bakterií rodu *Enterococcus* bylo provedeno na živné půdě SLANETZ - BARTLEY agar (NOACK, Francie) s TTC suplementem (50,0 mg/l; NOACK, Francie) následujícím způsobem: 10 g odebraného vzorku masa bylo zalito 90 ml sterilního fyziologického roztoku (NOACK, Francie) a 90 s homogenizováno. Následně byl 1 ml příslušného desítkového ředění pipetován na Petriho misku a zalit živnou půdou SLANETZ-BARTLEY. Doba kultivace byla 24 hod. při teplotě 37 °C. Stanovení koliformních bakterií bylo provedeno dle ČSN ISO 4832 na půdě VRBA agar (NOACK, Francie) a kvasinky a plísňe byly stanoveny dle ČSN ISO 7954 na půdě CHGA agar (NOACK, Francie).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Mikrobiologická analýza vzorků masa byla provedena u chlazeného masa (7 °C) a po zamražení masa (-18 °C) v intervalech po 48, 72, 96, 120 a 144 hodinách mražení ve čtyřech opakováních (Tab. 2 – 5). Sledován byl celkový počet mikroorganismů, celkový počet psychrotrofních mikroorganismů, kvasinky a plísňe, koliformní bakterie, enterokoky a bakterie čeledi *Enterobacteriaceae*.

Výsledky analýz ukázaly, že dostačující doba mražení masa při teplotě -18 °C je 72 hodin. Po této době mražení došlo k výraznějšímu poklesu celkového počtu mikroorganismů. Celkový počet aerobních mikroorganismů je dle Nařízení Komise č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny 10^6 KTJ/g, což bylo u všech analyzovaných vzorků splněno. Počty bakterií čeledi *Enterobacteriaceae*, koliformních bakterií a enterokoků klesly na hodnotu, která již dalším mražením nebyla ovlivněna.

Cantoni C. a kol. (2000) se zabývali sledováním úbytku bakterií *Salmonella* spp. v mase. Vzorky byly podrobeny teplotám -3 a -5 °C. Úplná destrukce bakterií *Salmonella* spp. byla zjištěna po 48-72 hod. Kombinace doby a teploty zamražení (-18 °C, 72 h) byla pro likvidaci bakterií *Salmonella* spp. dostačující.

Prodloužením doby mražení nad 72 h narůstaly počty psychrotrofních mikroorganismů, což je z technologického hlediska nežádoucí, neboť jejich proteolytickou či lipolytickou aktivitou může dojít k rozkladu bílkovin či tuků, a tím k narušení sensorické hodnoty masa. Počty kvasinek a plísni zůstávaly po celou dobu mražení téměř stejné.

Tab. 2 Výsledky stanovení počtu vybraných mikroorganismů – I. stanovení.

Vzorek č.	počty KTJ/g					
	Koliformní	<i>Enterobacteriaceae</i>	<i>Enterococcus</i>	kvasinky a plísňe	CPM	psychrotrofní
1	$3,8 \cdot 10^5$	$8,0 \cdot 10^5$	$1,6 \cdot 10^5$	$6,9 \cdot 10^5$	$9,8 \cdot 10^6$	$1,8 \cdot 10^4$
2	$4,1 \cdot 10^5$	$1,7 \cdot 10^5$	$3,3 \cdot 10^4$	$8,6 \cdot 10^6$	$9,6 \cdot 10^6$	$5,2 \cdot 10^5$
3	$5,0 \cdot 10^2$	$9,0 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^3$	$5,8 \cdot 10^3$	$8,5 \cdot 10^6$	$5,4 \cdot 10^5$
4	$4,0 \cdot 10^2$	$8,7 \cdot 10^3$	$5,5 \cdot 10^2$	$4,0 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^5$	$2,5 \cdot 10^4$
5	$3,2 \cdot 10^2$	$1,4 \cdot 10^3$	$4,8 \cdot 10^2$	$2,6 \cdot 10^4$	$1,4 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$
6	$6,8 \cdot 10^1$	$7,3 \cdot 10^2$	$4,1 \cdot 10^2$	$3,2 \cdot 10^4$	$2,3 \cdot 10^4$	$5,6 \cdot 10^5$
7	$4,1 \cdot 10^2$	$8,7 \cdot 10^2$	$3,9 \cdot 10^2$	$4,1 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^5$	$6,2 \cdot 10^5$

Tab. 3 Výsledky stanovení počtu vybraných mikroorganismů – II. stanovení.

Vzorek č.	počty KTJ/g					
	Koliformní	Enterobacteriaceae	Enterococcus	kvasinky a plísně	CPM	psychrotrofní
1	$2,2 \cdot 10^5$	$4,5 \cdot 10^4$	$1,5 \cdot 10^4$	$4,2 \cdot 10^5$	$9,0 \cdot 10^6$	$3,2 \cdot 10^4$
2	$5,0 \cdot 10^5$	$2,8 \cdot 10^5$	$7,7 \cdot 10^3$	$6,0 \cdot 10^5$	$1,9 \cdot 10^6$	$6,9 \cdot 10^5$
3	$8,0 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$3,8 \cdot 10^3$	$4,9 \cdot 10^3$	$2,0 \cdot 10^5$	$2,3 \cdot 10^4$
4	$7,0 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^2$	$6,0 \cdot 10^2$	$4,3 \cdot 10^2$	$1,8 \cdot 10^4$	$1,6 \cdot 10^4$
5	$3,4 \cdot 10^1$	$3,5 \cdot 10^2$	$2,7 \cdot 10^2$	$9,0 \cdot 10^2$	$1,0 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^5$
6	$2,5 \cdot 10^1$	$4,1 \cdot 10^2$	$1,9 \cdot 10^2$	$2,4 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^5$	$2,1 \cdot 10^6$
7	$2,2 \cdot 10^1$	$3,6 \cdot 10^2$	$3,1 \cdot 10^2$	$5,2 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^4$	$6,5 \cdot 10^6$

Tab. 4 Výsledky stanovení počtu vybraných mikroorganismů – III. stanovení.

Vzorek č.	počty KTJ/g					
	Koliformní	Enterobacteriaceae	Enterococcus	kvasinky a plísně	CPM	psychrotrofní
1	$6,5 \cdot 10^5$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^4$	$2,0 \cdot 10^5$	$8,6 \cdot 10^6$	$5,7 \cdot 10^4$
2	$1,6 \cdot 10^6$	$6,8 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^4$	$6,0 \cdot 10^5$	$5,3 \cdot 10^6$	$4,9 \cdot 10^4$
3	$3,0 \cdot 10^2$	$9,0 \cdot 10^3$	$2,8 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^5$	$5,5 \cdot 10^5$
4	$1,7 \cdot 10^1$	$2,5 \cdot 10^1$	$2,7 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^4$	$4,1 \cdot 10^4$
5	$1,6 \cdot 10^1$	$2,6 \cdot 10^2$	$2,5 \cdot 10^2$	$2,0 \cdot 10^3$	$1,4 \cdot 10^4$	$5,0 \cdot 10^5$
6	$2,2 \cdot 10^1$	$1,9 \cdot 10^1$	$3,3 \cdot 10^2$	$4,6 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^5$	$4,1 \cdot 10^6$
7	$2,5 \cdot 10^1$	$1,1 \cdot 10^2$	$2,9 \cdot 10^2$	$3,1 \cdot 10^3$	$1,8 \cdot 10^4$	$4,3 \cdot 10^6$

Tab. 5 Výsledky stanovení počtu vybraných mikroorganismů – IV. stanovení.

Vzorek č.	počty KTJ/g					
	Koliformní	Enterobacteriaceae	Enterococcus	kvasinky a plísně	CPM	psychrotrofní
1	$5,2 \cdot 10^5$	$3,2 \cdot 10^5$	$2,2 \cdot 10^3$	$3,5 \cdot 10^4$	$6,8 \cdot 10^6$	$3,4 \cdot 10^4$
2	$4,8 \cdot 10^5$	$4,2 \cdot 10^5$	$6,9 \cdot 10^3$	$7,2 \cdot 10^5$	$2,6 \cdot 10^6$	$5,8 \cdot 10^4$
3	$5,1 \cdot 10^1$	$2,2 \cdot 10^2$	$1,1 \cdot 10^3$	$2,1 \cdot 10^3$	$2,5 \cdot 10^5$	$6,2 \cdot 10^5$
4	$1,0 \cdot 10^1$	$2,5 \cdot 10^1$	$5,6 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^5$	$5,2 \cdot 10^5$
5	$1,2 \cdot 10^2$	$1,7 \cdot 10^1$	$3,3 \cdot 10^2$	$1,2 \cdot 10^3$	$8,6 \cdot 10^4$	$9,8 \cdot 10^5$
6	$2,1 \cdot 10^2$	$1,6 \cdot 10^1$	$3,1 \cdot 10^2$	$1,5 \cdot 10^3$	$1,1 \cdot 10^5$	$1,2 \cdot 10^6$
7	$2,3 \cdot 10^1$	$1,2 \cdot 10^2$	$2,3 \cdot 10^2$	$3,1 \cdot 10^3$	$5,2 \cdot 10^4$	$8,5 \cdot 10^6$

ZÁVĚR

Ze získaných výsledků plyne, že požadovaným zkrácením doby mražení vstupní suroviny pro výrobu tepelně neopracovaných masných výrobků zachováme její mikrobiální kvalitu. Finančně náročný provoz mrazírenských skladů lze též efektivněji využívat pro skladování další suroviny.

LITERATURA

CANTONI, C., MAIFRENI, M., COMI, G. Destruction of Salmonella in meats by use of low temperature. *Industrie alimentari* 2000, 39 (394) : 838-843.

GÖRNER, F., VALÍK, L.: *Aplikovaná mikrobiológia požívatin*. Bratislava: Malé centrum, 2004. 528 s. ISBN 80-967064-9-7.

HUGAS, M., GARRIGA, M., AYMERICH, M.T. Functionalty of enterococci in meat products. *International Journal of Food Microbiology* 2003, 88, 223-233.

INGR, I.: *Produkce a zpracování masa*. MZLU v Brně, 2003. 202 s. ISBN 80-7157-719-7.

KADLEC, P. a kol.: *Technologie potravin I*. VŠCHT v Praze, 2002. 300 s. ISBN 80-7080-509-9.

PIPEK, P.: *Technologie masa I*. VŠCHT v Praze, 1995. 334 s. ISBN 80-7080.

PIPEK, P.: *Technologie masa II*. VŠCHT v Praze, 1998. 348 s. ISBN 80-7192-283-8.

ŠILHÁNKOVÁ, L.: *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Academia, 2002. 363 s. ISBN 8-85605-71-6.

UPMANN, M., PAULSEN, P., SMULDERS, F.J.M., JAMES, C. Microbiology of refrigerated meat, *Fleischwirtschaft*, 2000, 80, č.8., s. 90-97.

Kontaktní adresa:

Ing. Hana Šulcerová, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: 545 133 337, e-mail: xmuzikar@node.mendelu.cz.

Doc. Ing. Alžbeta Jarošová, Ph.D., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: 545 133 191, e-mail: ualja@mendelu.cz.

Ing. Radka Burdychová, Ph.D., Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Ústav technologie potravin, Zemědělská 1, 613 00 Brno, tel.: 545 133 334, e-mail: xburdycho@node.mendelu.cz.