

VLIV SKLADOVACÍ TEPLoty NA ÚČINNOST OCHRANNÉ KULTURY PROTI *LISTERIA MONOCYTOGENES* VE VEPŘOVÉM MLETÉM MASE

EFFECT OF STORAGE TEMPERATURE ON THE EFFICACY OF A PROTECTIVE CULTURE AGAINST *LISTERIA MONOCYTOGENES* IN MINCED PORK

Simona Ondruchová¹ – Marta Dušková¹ – Helena Veselá¹ – Pavlína Navrátilová¹
Alena Zouharová¹ – Barbora Drabová¹ – Josef Kameník¹

¹ Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Veterinární univerzita Brno, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, Česká republika

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0292>



ABSTRAKT

Cílem práce bylo posoudit vliv dvou typů bakteriálních ochranných kultur (OK) na růst *Listeria monocytogenes* v mletém vepřovém mase při dvou teplotách skladování (2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C). Vzorky byly inokulovány koktejlem čtyř kmenů *L. monocytogenes* a skladovány po dobu 14 dnů. Při skladování při 2 ± 1 °C nebyly mezi variantami s OK a kontrolními vzorky zjištěny statisticky významné rozdíly v počtech *L. monocytogenes* ani významné změny v průběhu skladování ($p > 0,05$). Při skladování při $5,5 \pm 1$ °C byl u kontrolních vzorků zaznamenán statisticky významný nárůst počtů *L. monocytogenes* mezi 0. a 2. dnem skladování ($p < 0,05$), zatímco u varianty s OK obsahující bakterie rodu *Pediococcus* nebyly změny v čase statisticky významné ($p > 0,05$). U varianty s OK s bakteriemi rodu *Leuconostoc* byl ve 14. dni skladování zjištěn statisticky významný pokles počtů *L. monocytogenes* ve srovnání s počátečním stavem ($p < 0,05$). Výsledky ukazují, že účinek OK na růst *L. monocytogenes* je omezený a výrazně závislý na skladovací teplotě a typu použité kultury.

Klíčová slova: bakterie mléčného kvašení, chladírenský řetězec, bioochrana

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of two types of bacterial protective cultures (PC) on the growth of *Listeria monocytogenes* in minced pork during storage at two temperatures (2 ± 1 °C and 5.5 ± 1 °C). The samples were inoculated with a cocktail of four *L. monocytogenes* strains and stored for 14 days. During storage at 2 ± 1 °C, no statistically significant differences in *L. monocytogenes* counts were observed between the PC-treated variants and the control samples, nor were significant changes detected over the storage period ($p > 0.05$). At 5.5 ± 1 °C, a statistically significant increase in *L. monocytogenes* counts was recorded in the control samples between day 0 and day 2 of storage ($p < 0.05$), whereas no statistically significant changes over time were observed in the variant containing a PC based on *Pediococcus* spp. ($p > 0.05$). In the variant with the PC containing *Leuconostoc* spp., a statistically significant decrease in *L. monocytogenes* counts was detected on day 14 of storage compared to the initial level ($p < 0.05$). The results indicate that the effect of protective cultures on the growth of *L. monocytogenes* is limited and strongly dependent on storage temperature and the type of culture applied.

Keywords: lactic acid bacteria, cold chain, bioprotection

ÚVOD

Mleté vepřové maso patří mezi mikrobiologicky vysoce rizikové potraviny, zejména v důsledku vysokého obsahu vody, bohatého nutričního profilu a výrazného zvětšení specifického povrchu během mletí. Tyto

faktory vytvářejí příznivé podmínky pro růst mikroorganismů i během chladiřenského skladování a současně zvyšují nároky na zajištění mikrobiologické stability produktu (Karbowski et al., 2025).

Z hlediska mikrobiologické bezpečnosti masa představuje významné riziko psychrotrofní patogen *Listeria monocytogenes*, který je považován za jeden z klíčových cílových mikroorganismů v oblasti bioprotekce masných výrobků. Jeho schopnost dlouhodobě přetrvávat v masné matici a adaptovat se na nízké skladovací teploty z něj činí vhodný modelový organismus pro hodnocení účinnosti ochranných opatření v mase (Aljasir and D'Amico, 2021; Cocolin et al., 2025; Jůzl et al., 2026).

Ochranné kultury jsou zkoumány jako cílený nástroj ke kontrole růstu *L. monocytogenes* během skladování masa a masných výrobků, přičemž jejich účinnost je úzce závislá na teplotních podmínkách skladování. Pro jejich praktické uplatnění je nezbytné, aby byly schopny působit při chladiřenských teplotách typických pro distribuci masa, neboť i relativně malé rozdíly v teplotě mohou významně ovlivnit mikrobiální stabilitu produktu a dynamiku růstu sledovaného patogenu (Cocolin, 2025; Jůzl et al., 2026).

Ochranné kultury by proto neměly být vnímány jako samostatná náhrada hygienických opatření, ale jako cílená překážka integrovaná do systému zajištění bezpečnosti potravin, který zahrnuje kontrolované podmínky chlazeného skladování masa a důsledné dodržování chladiřenského řetězce (Jůzl et al., 2026). Podle nařízení (ES) č. 853/2004 je maximální skladovací teplota chlazeného mletého masa stanovena na +2 °C. Vyhláška č. 69/2016 Sb., v aktuálním znění účinném od 1. 1. 2026, však tuto úpravu doplňuje a pro balené mleté maso vyráběné a uváděné na trh výhradně v maloobchodě na území ČR umožňuje uchovávání při vnitřní teplotě až +4 °C.

Cílem práce bylo posoudit vliv skladovací teploty na účinnost vybraných ochranných kultur na růst *Listeria monocytogenes* v mletém vepřovém mase během chlazeného skladování. Současně bylo hodnoceno, zda a do jaké míry se účinek ochranných kultur liší v závislosti na typu použité kultury a teplotních podmínkách skladování (2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C).

MATERIÁL A METODIKA

Příprava vzorků a experimentální uspořádání

Mleté vepřové maso bylo analyzováno ve dvou experimentech. Jako surovina byla v obou případech použita vepřová plec. V každém experimentu byly připraveny tři varianty: kontrola (bez OK) a dvě varianty s OK. Kontrolní vzorky sloužily jako referenční základ pro porovnání účinku OK. Jednotlivé varianty byly připraveny v množství 1 kg. V obou experimentech byly použity dvě odlišné ochranné kultury, označené jako varianta A a varianta B. Ochranná kultura A (OK A) obsahovala bakterie *Pedococcus acidilactici*, ochranná kultura B (OK B) bakterie *Leuconostoc carnosum*. Ochranné kultury byly připraveny a aplikovány do vzorků mletého masa podle doporučení výrobce.

Inokulace *Listeria monocytogenes* a skladování

Po mletí byl do vzorků určených k inokulaci přidán koktejl čtyř kmenů *L. monocytogenes* (serovary 1/2a, 1/2b, 1/2c a 4b) v cílové koncentraci přibližně 3 log KTJ·g⁻¹ masa. Následně byly vzorky rozděleny na kontrolní variantu bez aplikace ochranné kultury a na dvě varianty s aplikovanými ochrannými kulturami (OK A a OK B). Poté byly vzorky vakuově zabaleny a skladovány při definovaných teplotních podmínkách jednotlivých experimentů.

V experimentu 1 byly vzorky skladovány při teplotě 2 ± 1 °C, zatímco v experimentu 2 byly vzorky skladovány při teplotě $5,5 \pm 1$ °C. Mikrobiologické analýzy byly provedeny bezprostředně po přípravě a balení (0. den) a dále po 2, 7 a 14 dnech skladování.

Mikrobiologická analýza

Mikrobiologická analýza zahrnovala stanovení počtu *L. monocytogenes* (listeriový chromogenní agar podle Ottavianiho a Agostiho – ALOA agar, Oxoid, UK; 37 °C, 24–48 h) podle ČSN EN ISO 11290-2:2017, bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* (agar s krystalovou violetí, neutrální červení, žlučovými solemi a glukosou – VČŽG agar, Oxoid; 30 °C, 24 h; oxidázová reakce negativní, Erba Lachema, CZ) v souladu s normou ČSN EN ISO 21528-2:2021, psychrotrofních bakterií mléčného kvašení – pBMK (De Man, Rogosa a Sharpe agar – MRS agar, Oxoid; 15 °C, 7 dní; negativní reakce oxidázová i katalázová, Erba Lachema) a celkového počtu psychrotrofních mikroorganismů – pCPM (agar s glukosou, tryptonem a kvasničným extraktem – GTK agar, Oxoid; 6,5 °C, 10 dní) stanoveného podle normy ČSN EN ISO 4833-1:2014. Výsledky mikrobiologických analýz byly vyjádřeny v log KTJ·g⁻¹.

Statistické zpracování

Získaná data byla statisticky zpracována pomocí základní popisné statistiky. Pro hodnocení byly použity logaritmicky transformované hodnoty (log KTJ·g⁻¹). Statistické porovnání výsledků mezi jednotlivými variantami a mezi sledovanými dny skladování bylo provedeno pomocí analýzy rozptylu (ANOVA). Následně byl použit post-hoc test Tukey HSD. Rozdíly byly považovány za statisticky významné při hladině významnosti $p < 0,05$. Statistické vyhodnocení dat bylo provedeno v programu Microsoft® Excel® 2016 MSO (Microsoft Corporation, Redmond, WA, USA).

VÝSLEDKY A DISKUZE

Výsledky uvedené v tabulce 1 dokumentují vývoj *Listeria monocytogenes* v mletém vepřovém mase během 14 dnů skladování při 2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C v závislosti na použití ochranných kultur. Během skladování při 2 ± 1 °C (tab. 1) se počty *L. monocytogenes* mezi variantami s ochrannými kulturami a kontrolními vzorky bez ochranné kultury v žádném sledovaném dni statisticky významně nelišily ($p > 0,05$). Současně nebyly v rámci jednotlivých variant prokázány statisticky významné rozdíly v počtech *L. monocytogenes* v průběhu skladování.

Tabulka 1: Růst *Listeria monocytogenes* (log KTJ·g⁻¹, průměr ± SD) v mletém vepřovém mase během skladování při 2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C

Skladování při 2 ± 1 °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	3,82 ± 0,02 ^{Aa}	3,67 ± 0,15 ^{Aa}	3,88 ± 0,02 ^{Aa}	4,07 ± 0,19 ^{Aa}
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	3,75 ± 0,04 ^{Aa}	3,77 ± 0,12 ^{Aa}	3,65 ± 0,14 ^{Aa}	3,59 ± 0,22 ^{Aa}
Kontrola bez OK	3,98 ± 0,02 ^{Aa}	3,82 ± 0,16 ^{Aa}	3,99 ± 0,01 ^{Aa}	3,96 ± 0,05 ^{Aa}
Skladování při $5,5 \pm 1$ °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	3,86 ± 0,15 ^{Aa}	4,18 ± 0,10 ^{Ab}	4,08 ± 0,14 ^{Ab}	4,05 ± 0,09 ^{Ab}
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	3,81 ± 0,10 ^{Aa}	3,55 ± 0,30 ^{Aa}	3,48 ± 0,14 ^{Aa}	2,73 ± 0,35 ^{Ba}
Kontrola bez OK	3,90 ± 0,14 ^{Aa}	4,47 ± 0,03 ^{Bc}	4,29 ± 0,12 ^{Bc}	4,10 ± 0,32 ^{Bb}

Legenda: Malá písmena označují statisticky významné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho dne, velká písmena označují statisticky významné rozdíly mezi dny v rámci jedné varianty (Tukey HSD, $p < 0,05$)

Při skladování při 2 ± 1 °C nebyly v počtech *Listeria monocytogenes* v průběhu sledovaného období zaznamenány výrazné změny. Zároveň nebyl při této teplotě prokázán rozdíl mezi kontrolními vzorky a variantami s aplikovanými ochrannými kulturami. Tyto výsledky naznačují, že při nízké skladovací teplotě měl rozhodující vliv samotný teplotní režim, zatímco přítomnost ochranných kultur se v rámci sledovaného období statisticky neprojevila.

Naopak při skladování při $5,5 \pm 1$ °C (tab. 1) se projevil výrazný vliv doby skladování na vývoj počtů *L. monocytogenes*. U kontrolních vzorků bez OK byl zaznamenán statisticky významný nárůst počtů *L. monocytogenes* mezi 0. a 2. dnem skladování ($p < 0,05$), přičemž zvýšené hodnoty přetrvávaly i v dalších dnech. U varianty s OK *P. acidilactici* nebyly mezi jednotlivými dny skladování prokázány statisticky významné rozdíly v rámci varianty. Naproti tomu u varianty s OK s *L. carnosum* byl pozorován postupný pokles počtů *L. monocytogenes*, který vyústil ve statisticky významně nižší hodnoty ve 14. dni skladování ve srovnání s počátečním stavem ($p < 0,05$).

Odlišný průběh vývoje počtů *L. monocytogenes* při skladování při $5,5 \pm 1$ °C ukazuje, že při této teplotě se již mohou projevit rozdíly mezi jednotlivými variantami. Zatímco u kontrolních vzorků došlo k nárůstu počtů patogenu v časně fázi skladování, u variant s OK byl vývoj počtů stabilnější, případně byl zaznamenán jejich pokles. Tyto rozdíly naznačují, že při zvýšené skladovací teplotě může mít aplikace OK měřitelný vliv na chování *L. monocytogenes*, který se při nižší teplotě neprojevil. Souhrnně lze konstatovat, že účinek OK na vývoj *L. monocytogenes* se v této studii projevil pouze při vyšší skladovací teplotě, zatímco při 2 ± 1 °C zůstával průběh ve všech variantách srovnatelný.

Výsledky uvedené v tabulce 2 dokumentují rozdíly v dynamice růstu psychrotrofních bakterií mléčného kvašení (pBMK) mezi kontrolními vzorky a variantami s aplikovanými ochrannými kulturami. Již v 0. dni byly u variant A a B zjištěny vyšší počty pBMK ve srovnání s kontrolou, což odpovídá přímému přidavku těchto mikroorganismů v rámci ochranných kultur. Dynamika vývoje pBMK se mezi variantami lišila. Zatímco u kontrolních vzorků a varianty s ochrannou kulturou na bázi *Pediococcus* byl během skladování zaznamenán nárůst počtů pBMK, u varianty s *Leuconostoc carnosum* došlo po předchozím nárůstu ke statisticky významnému poklesu ve 14. dni skladování při 2 ± 1 °C ($p < 0,05$).

Vyšší počáteční počty pBMK u variant s OK odrážejí jejich cílenou aplikaci do masné matrice a potvrzují jejich přítomnost po celou dobu skladování. Postupný nárůst pBMK byl při teplotě 2 ± 1 °C pozvolný, což ukazuje na omezenou mikrobiální aktivitu za těchto podmínek. Přesto si varianty s OK udržovaly odlišný průběh vývoje pBMK ve srovnání s kontrolou, což naznačuje stabilní osídlení systému aplikovanými kulturami i při nízké skladovací teplotě.

Tabulka 2: Růst psychrotrofních bakterií mléčného kvašení (log KTJ·g⁻¹, průměr ± SD) v mletém vepřovém mase během skladování při 2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C

Skladování při 2 ± 1 °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	$6,85 \pm 0,10^{Aa}$	$7,00 \pm 0,12^{Aa}$	$7,08 \pm 0,15^{Aa}$	$7,81 \pm 0,01^{Ab}$
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	$6,83 \pm 0,31^{Aa}$	$7,62 \pm 0,28^{Ab}$	$8,05 \pm 0,09^{Bb}$	$6,69 \pm 0,41^{Aa}$
Kontrola bez OK	$<1,70^{Aa}$	$3,91 \pm 0,29^{Ba}$	$6,79 \pm 0,07^{Cb}$	$7,46 \pm 0,09^{Cb}$
Skladování při $5,5 \pm 1$ °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	$6,73 \pm 0,06^{Aa}$	$6,97 \pm 0,04^{Aa}$	$7,57 \pm 0,23^{Ab}$	$8,24 \pm 0,27^{Ab}$
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	$4,18 \pm 0,67^{Aa}$	$7,09 \pm 0,07^{Bb}$	$6,93 \pm 0,09^{Bb}$	$7,74 \pm 0,07^{Aa}$
Kontrola bez OK	$4,22 \pm 0,74^{Aa}$	$5,69 \pm 0,07^{Ba}$	$7,63 \pm 0,11^{Cb}$	$7,89 \pm 0,02^{Cc}$

Legenda: Malá písmena označují statisticky významné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho dne, velká písmena označují statisticky významné rozdíly mezi dny v rámci jedné varianty (Tukey HSD, $p < 0,05$)

Vyšší počty pBMK byly ve většině sledovaných dnů zjištěny u variant s OK ve srovnání s kontrolními vzorky, přičemž tyto rozdíly byly ve většině sledovaných dnů statisticky významné ($p < 0,05$). Při skladování při

$5,5 \pm 1$ °C byl u všech variant zaznamenán statisticky významný nárůst počtů pBMK v dřívějších dnech skladování ve srovnání s 2 ± 1 °C ($p < 0,05$).

Vyšší skladovací teplota vedla k rychlejšímu prosazení pBMK u všech sledovaných variant, což se projevilo již v časných fázích skladování. Rozdíly mezi variantami s OK a kontrolou byly při této teplotě výraznější než při 2 ± 1 °C, což naznačuje, že zvýšená teplota vytvářela příznivější podmínky pro aktivitu aplikovaných kultur. Současně je patrné, že vliv typu OK se při $5,5 \pm 1$ °C projevil rozdílně v průběhu skladování, aniž by byl tento efekt ve všech časových bodech shodný.

Údaje shrnuté v tabulce 3 ukazují vliv varianty (A, B, kontrola) a teploty skladování na vývoj celkového počtu psychrotrofních mikroorganismů v mletém vepřovém mase. Rozdíly v počáteční mikrobiální zátěži mezi oběma experimenty lze přičíst odlišným výchozím vlastnostem použité suroviny. Jak je patrné z tabulky 3, již v 0. dni skladování byly mezi jednotlivými variantami zjištěny statisticky významné rozdíly v počtech pCPM ($p < 0,05$), přičemž varianta B s ochrannou kulturou *Leuconostoc* dosahovala vyšších hodnot než varianta A a kontrolní vzorky, mezi nimiž rozdíl prokázán nebyl.

Tabulka 3: Růst celkového počtu psychrotrofních mikroorganismů ($\log \text{KTJ} \cdot \text{g}^{-1}$, průměr $\pm$ SD) v mletém vepřovém mase během skladování při 2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C

Skladování při 2 ± 1 °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	$5,40 \pm 0,14^{\text{Aa}}$	$6,30 \pm 0,17^{\text{Ba}}$	$7,16 \pm 0,06^{\text{Ca}}$	$7,76 \pm 0,12^{\text{Da}}$
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	$6,72 \pm 0,04^{\text{Ab}}$	$7,50 \pm 0,05^{\text{Bb}}$	$8,10 \pm 0,15^{\text{Cb}}$	$7,60 \pm 0,95^{\text{Da}}$
Kontrola bez OK	$5,59 \pm 0,07^{\text{Aa}}$	$6,54 \pm 0,23^{\text{Ba}}$	$7,14 \pm 0,13^{\text{Ca}}$	$7,25 \pm 0,24^{\text{Ca}}$
Skladování při $5,5 \pm 1$ °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	$7,82 \pm 0,13^{\text{Aa}}$	$8,82 \pm 0,08^{\text{Ba}}$	$8,67 \pm 0,06^{\text{Ba}}$	$8,56 \pm 0,13^{\text{Ba}}$
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	$7,94 \pm 0,08^{\text{Aa}}$	$8,96 \pm 0,02^{\text{Bb}}$	$8,66 \pm 0,24^{\text{Ba}}$	$8,39 \pm 0,04^{\text{Ba}}$
Kontrola bez OK	$8,16 \pm 0,02^{\text{Ab}}$	$8,85 \pm 0,09^{\text{Ba}}$	$8,47 \pm 0,03^{\text{Ca}}$	$8,66 \pm 0,03^{\text{Cb}}$

Legenda: Malá písmena označují statisticky významné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho dne, velká písmena označují statisticky významné rozdíly mezi dny v rámci jedné varianty (Tukey HSD, $p < 0,05$)

Při skladování mletého vepřového masa při $5,5 \pm 1$ °C (tab. 3), které vykazovalo vyšší počáteční kontaminaci, došlo u všech sledovaných variant ke statisticky významnému nárůstu pCPM již mezi 0. a 2. dnem skladování ($p < 0,05$). V dalších dnech byly u variant s OK zaznamenány pouze omezené změny hodnot, zatímco u kontrolních vzorků byly mezi 2. a 7. dnem skladování zaznamenány statisticky významné změny hodnot pCPM ($p < 0,05$). I přes rozdílnou výchozí kvalitu surovin je patrné, že zvýšená teplota skladování ($5,5 \pm 1$ °C) vedla k rychlejšímu dosažení limitních hodnot pCPM ve srovnání s dynamikou nárůstu při teplotě 2 ± 1 °C. Rozdíly mezi jednotlivými variantami byly při vyšší teplotě méně výrazné než rozdíly spojené s teplotním režimem a kvalitou vstupní suroviny.

Pozorovaný průběh pCPM potvrzuje dominantní vliv skladovací teploty na celkovou psychrotrofní mikrobiotu, která převážila nad efektem aplikovaných ochranných kultur. Zatímco při 2 ± 1 °C se rozdíly mezi variantami projevily zejména v počátečních fázích skladování, při $5,5 \pm 1$ °C byl vývoj pCPM řízen především teplotním režimem a výchozí mikrobiální zátěží suroviny. V tomto kontextu se ochranné kultury neprojevily jako faktor schopný významně modifikovat celkový růst psychrotrofních mikroorganismů.

Tabulka 4 zachycuje změny počtů bakterií z čeledi *Enterobacteriaceae* v mletém vepřovém mase v závislosti na teplotě skladování a aplikaci OK. V souladu s výsledky pCPM byla i u této skupiny mikroorganismů

zaznamenána vyšší počáteční kontaminace u vepřového masa použitého pro experiment při $5,5 \pm 1$ °C. Již v 0. dni byly mezi variantami zjištěny rozdíly v počtech *Enterobacteriaceae* ($p < 0,05$), přičemž tyto rozdíly byly výraznější při skladování při $5,5 \pm 1$ °C než při 2 ± 1 °C.

Během skladování při 2 ± 1 °C (tab. 4) byl u všech variant zaznamenán statisticky významný nárůst počtů *Enterobacteriaceae* v průběhu skladování ($p < 0,05$). Varianta s OK *Pediococcus* vykazovala po celou dobu sledování mírně nižší nebo srovnatelné hodnoty ve srovnání s kontrolou, varianta s OK *Leuconostoc* dosahovala v některých dnech statisticky významně vyšších hodnot ($p < 0,05$). Rozdíly mezi variantami však zůstávaly relativně malé a dynamika růstu byla při této teplotě pozvolná.

Tabulka 4: Růst *Enterobacteriaceae* ($\log \text{KTJ} \cdot \text{g}^{-1}$, průměr $\pm$ SD) v mletém vepřovém masu během skladování při 2 ± 1 °C a $5,5 \pm 1$ °C

Skladování při 2 ± 1 °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	$2,56 \pm 0,74^{\text{Aa}}$	$3,74 \pm 0,17^{\text{Ba}}$	$4,48 \pm 0,16^{\text{Ca}}$	$4,66 \pm 0,00^{\text{Da}}$
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	$2,89 \pm 0,12^{\text{Ab}}$	$3,58 \pm 0,04^{\text{Ba}}$	$4,08 \pm 0,00^{\text{Bb}}$	$4,20 \pm 0,04^{\text{Bb}}$
Kontrola bez OK	$2,79 \pm 0,10^{\text{Aa}}$	$3,81 \pm 0,05^{\text{Ba}}$	$4,55 \pm 0,12^{\text{Cb}}$	$4,65 \pm 0,08^{\text{Ca}}$
Skladování při $5,5 \pm 1$ °C				
Varianta	0. den	2. den	7. den	14. den
A – OK s <i>Pediococcus</i>	$3,58 \pm 0,71^{\text{Aa}}$	$6,28 \pm 0,02^{\text{Ba}}$	$7,08 \pm 0,00^{\text{Ca}}$	$7,19 \pm 0,01^{\text{Ca}}$
B – OK s <i>Leuconostoc</i>	$5,43 \pm 0,91^{\text{Ab}}$	$5,84 \pm 0,02^{\text{Ab}}$	$7,38 \pm 0,01^{\text{Bb}}$	$7,59 \pm 0,02^{\text{Bb}}$
Kontrola bez OK	$4,50 \pm 0,38^{\text{Aa}}$	$6,37 \pm 0,04^{\text{Ba}}$	$7,54 \pm 0,01^{\text{Cb}}$	$7,45 \pm 0,07^{\text{Cb}}$

Legenda: Malá písmena označují statisticky významné rozdíly mezi variantami v rámci jednoho dne, velká písmena označují statisticky významné rozdíly mezi dny v rámci jedné varianty (Tukey HSD, $p < 0,05$)

Naopak během skladování při $5,5 \pm 1$ °C došlo u všech sledovaných variant ke statisticky významnému nárůstu počtů *Enterobacteriaceae* již mezi 0. a 2. dnem skladování ($p < 0,05$), přičemž zvýšené hodnoty přetrvávaly i v dalších dnech. Rozdíly mezi variantami byly při této teplotě výraznější než při skladování při 2 ± 1 °C, zejména v počátečních fázích skladování. Varianta s OK *Pediococcus* vykazovala v některých dnech nižší počty *Enterobacteriaceae* ve srovnání s kontrolou, zatímco varianta s OK *Leuconostoc* dosahovala často vyšších hodnot.

Porovnání obou teplotních režimů ukazuje, že skladovací teplota měla zásadní vliv nejen na rychlost nárůstu počtů *Enterobacteriaceae*, ale i na míru rozdílů mezi jednotlivými variantami. Zatímco při 2 ± 1 °C zůstávaly rozdíly mezi variantami omezené, při $5,5 \pm 1$ °C se projevil výraznější rozptyl hodnot, zejména v počátečních fázích skladování. To naznačuje, že vyšší teplota zvyrazňuje rozdíly v mikrobiálním chování jednotlivých variant, aniž by se však projevil jednoznačný potlačující účinek ochranných kultur vůči této skupině mikroorganismů.

ZÁVĚR

Teplota skladování měla zásadní vliv na účinnost ochranných kultur i na vývoj *Listeria monocytogenes* v mletém vepřovém masu. Při skladování při 2 ± 1 °C nebyl během sledovaného období prokázán významný růst *L. monocytogenes* ani rozdíly mezi variantami s ochrannými kulturami a kontrolními vzorky. Při skladování při $5,5 \pm 1$ °C došlo u kontrolních vzorků k nárůstu počtů *L. monocytogenes*, zatímco u variant s ochrannými kulturami byly pozorovány pouze omezené a časově podmíněné změny v závislosti na použitém kmeni. Získané výsledky naznačují, že ochranné kultury mohou ovlivnit dynamiku růstu *L. monocytogenes* pouze v omezeném rozsahu a jejich přínos je výrazně závislý na skladovací teplotě.

Samotná aplikace ochranných kultur proto nepředstavuje samostatné řešení zajištění mikrobiologické bezpečnosti mletého masa.

PODĚKOVÁNÍ

Tento článek vznikl v rámci projektu QK23020047 „Ověření možností prokazování použití ochranných kultur ve výrobě potravin živočišného původu“ z programu aplikovaného výzkumu Ministerstva zemědělství na období 2017–2025, ZEMĚ.

LITERATURA

Aljasir, S. F., D'Amico, D. J. (2021): Effect of pre-exposure to protective bacterial cultures in food on *Listeria monocytogenes* virulence. *LWT – Food Science and Technology*, 152, 112373. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112373>

Cocolin, L. (2025): Microbial bioprotection: An opportunity to improve safety and quality of meat products in a sustainable way. *Meat Science*, 219, 109576. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109576>

ČSN EN ISO 11290-2 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu *Listeria monocytogenes* a *Listeria* spp. – Část 2: Metoda počítání kolonií. 2017.

ČSN EN ISO 21528-2 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda průkazu a stanovení počtu bakterií čeledi *Enterobacteriaceae* – Část 2: Technika počítání kolonií. 2021.

ČSN EN ISO 4833-1 Mikrobiologie potravinového řetězce – Horizontální metoda pro stanovení počtu mikroorganismů – Část 1: Technika přelivem a počítání kolonií vykultivovaných při 30 °C. 2014.

Jůzl, M., Kalhotka, L., Kameník, J., Dušková, M., Ondruchová, S., Slováček, J. (2026): Protective cultures applied in meat products: Technological functions, safety aspects and current advances: A review. *Processes*, 14(3), 425. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/pr14030425>

Karbowiak, M., Okoń, A., Łaszkiewicz, B., Szymański, P., Zielińska, D. (2025): Novel applications of lactic acid and acetic acid bacteria preparations in shaping the technological and microbiological quality of ready-to-cook minced pork. *Foods*, 14(11), 1934. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods14111934>

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 853/2004 ze dne 29. dubna 2004, kterým se stanoví zvláštní hygienická pravidla pro potraviny živočišného původu. Úřední věstník Evropské unie. L 139, 30. 4. 2004, s. 55–205.

Vyhláška č. 69/2016 Sb. o požadavcích na maso, masné výrobky, produkty rybolovu a akvakultury a výrobky z nich, vejce a výrobky z nich, ve znění pozdějších předpisů (ve znění účinném od 1. 1. 2026).

Kontaktní adresa: Ing. Simona Ondruchová, VETUNI Brno, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, Ústav hygieny a technologie potravin živočišného původu a gastronomie, Palackého tř. 1946/1, 612 42 Brno, e-mail: ondruchovas@vfu.cz.