

DIELEKTRICKÉ VLASTNOSTI ROZMRAZENÉHO RYBÍHO MASA A VYUŽITÍ FRESHMETRU PRO DETEGOVÁNÍ ZMRAZENÍ

JITKA RUTKAYOVÁ, JARMILA VOŘÍŠKOVÁ,
KAREL BENEŠ, MIROSLAV KAŠPARŮ, JAN
ŠKRLETA a DAVID KLEČACKÝ

*Katedra zootechnických věd, Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Studentská 1668, 370 05 České Budějovice
rutkayova@zf.jcu.cz*

Došlo 8.6.18, přepracováno 18.2.19, přijato 25.3.19.

Klíčová slova: kapr, kvalita masa, mrazené/rozmrazené maso, freshmetr, falšování potravin, kontrola potravin

Úvod

Současným problémem falšování potravin, včetně masa a výrobků z něj, jsou náhrady jakostního druhu masa za méně hodnotné¹, ale také falšování doby spotřeby, či vydávání potravin dříve zmrazených za potravinu čerstvé. Typickým příkladem je rybí maso, které podléhá velmi rychle zkáze². Nejvhodnějšími způsoby zachování vlastností rybího masa, resp. udržení kvality čerstvé svaloviny a prodloužení její uchovatelnosti, jsou např. konzervace vysokým tlakem, glazování, chlazení a mrazení. Právě mrazení je účinnou konzervační metodou používanou pro dlouhodobé skladování s cílem co nejdéle zachovat vlastnosti rybího masa v době usmrcení, tj. „čerstvost“, jelikož ta se většinou vztahuje ke kvalitě jednotlivých složek nebo k časovému období, během něhož ji lze deklarovat³. V maso je „čerstvost“ určována rozvíjející se kyselostí způsobenou proteolytickou degenerací svalových vláken a oxidací tuku⁴. Avšak pojem „čerstvost“ pro ryby a rybí výrobky není zatím v české potravinářské legislativě přesně definován, nejsou známy spolehlivější mezní hranice čerstvé svaloviny pro jednotlivé druhy, tj. nejsou určeny kritické zlomové hodnoty jednotlivých parametrů charakterizujících čerstvost nebo nečerstvost rybí svaloviny, které by přesně určily maximum pro využitelnost rybího masa a rybích výrobků. Při používání termínu „čerstvost“ se doporučuje co možná nejpřesněji charakterizovat, jaké vnější podmínky je nutno dodržet, aby se jednalo o čerstvou potravinu, zejména z důvodu, aby se předcházelo obvinění z klamání spotřebitele³. „Čerstvost“ zmrazených ryb je pouze relativní, neboť dochází k určitým fyzikálním a enzymovým změnám⁵. Samozřejmě by neměly být ryby, které prošly jen krátkodobým procesem zamrazení, označovány jako čerstvé.

Freshmetry zachycují změny elektrické vodivosti, ke kterým dochází v průběhu zrání masa poškozením buněčných membrán^{6,7}. Mimo zachycování změn elektrické vodivosti mohou však být také nápomocny při odhalování falsifikátů čerstvých, resp. chlazených ryb^{8,9}, které byly dříve zmrazeny.

Cílem práce bylo provést analýzu kapřího masa, které bylo zamrazeno na různě dlouhé období, na základě dielektrických vlastností přístrojem freshmetr (Fish freshness meter; Distell) v laboratorních podmínkách za účelem prokázání detegovatelnosti zamrazení na dielektrickém skóre a zjistit případně míru spolehlivosti zjištění.

Experimentální část

V analýze bylo hodnoceno maso kapra obecného (*Cyprinus carpio* L.), konkrétně linie novohradského kapra, a to ve stáří 3 let. Ryby byly chovány polointenzivním způsobem. Pokus byl proveden ve 2 etapách – jarní a podzimní. Pro vlastní pokus bylo použito v obou etapách 14 ryb: v jarní etapě s průměrnou kusovou hmotností $m = 2222$ g (směrodatná odchylka (SD) = 245 g), resp. 28 filetů s průměrnou hmotností 580 g (SD = 73 g); v podzimní etapě s průměrnou kusovou hmotností $m = 2223$ g (SD = 330 g), resp. 28 filetů s průměrnou hmotností 566 g (SD = 95 g). Pro dlouhodobé skladování vzorků byly standardizovány stále podmínky v mrazicím boxu (−18 °C). Rozmrazování probíhalo procesem postupného rozmrazování¹⁰ při stálé (klimatizované) teplotě 17 °C po dobu 15 hodin před měřením. Pokus trval 140 dní (1. den – čerstvá svalovina/výchozí stav). Měření probíhalo v intervalu 14 dnů, minimálně z 8 kontaktních snímaní (míst) z 1 ryby, celkem z 28 filetů (1krát za 14 dní). Výběr vzorků pro řazení do pokusu v průběhu testování trvajících 140 dnů byl proveden za pomoci náhodného výběru. Pro analýzu zamrazení masa bylo využito měření dielektrických vlastností pomocí freshmetru, tj. měření s využitím kalibrace výrobce Fresh Torry-Std s rozsahem 18–1, a Fresh Torry-1 v rozsahu 18,5–0,1; kde 18 (18,5) znamená maximum a 1 (0,1) minimum hodnotící škály čerstvosti, přičemž obvyklý je u chlazených ryb rozsah 14–4 (cit.⁸). Maso, které bylo předtím zamrazeno, dle manuálu vykazuje hodnoty < 4 (cit.⁸). Získaná data byla statisticky vyhodnocena analýzou rozptylu.

Výsledky a diskuse

V průběhu celého pokusu bylo u rozmrazených vzorků masa naměřeno celkem 2krát 52 hodnot, tj. 26 hodnot (10krát 2–3 vzorky s ohledem na využití všech vzorků v časovém harmonogramu pokusu) pro vlastní měření čerstvosti s kalibrací Fresh Torry-1 a 26 pro Fresh Torry-Std v každé etapě. Naměřené hodnoty v jarní i podzimní etapě odpovídaly údajům deklarovaným v technickém manuálu⁸, tj. < 4, v těchto pokusech dokonce

Tabulka I

Průměrné hodnoty dielektrických vlastností naměřené přístrojem freshmetr s kalibrací Torry-1 a Torry-Std v jednotlivých dnech pokusu po rozmrazení rybího masa v jarní a podzimní etapě

Den měření	Etapa pokusu			
	jarní		podzimní	
	Torry-1 ± SD	Torry-Std ± SD	Torry-1 ± SD	Torry-Std ± SD
1 – čerstvý vzorek	14,0 ^A ± 0,4	14,2 ^A ± 0,4	14,2 ^A ± 0,1	14,3 ^A ± 0,3
14	2,6 ^B ± 0,3	2,2 ^B ± 0,5	2,1 ^B ± 0,5	1,9 ^B ± 0,6
28	2,3 ^B ± 0,8	1,9 ^B ± 0,1	2,2 ^B ± 0,3	2,1 ^B ± 0,4
42	2,0 ^B ± 0,7	2,5 ^B ± 0,5	1,9 ^B ± 0,3	2,0 ^B ± 0,4
56	1,3 ^B ± 0,4	1,3 ^B ± 0,4	1,8 ^B ± 0,1	2,0 ^B ± 0,7
70	1,5 ^B ± 0,6	1,7 ^B ± 0,4	2,4 ^{BC} ± 0,3	2,3 ^B ± 0,2
84	1,3 ^B ± 0,1	1,5 ^B ± 0,1	1,0 ^{BD} ± 0,2	1,3 ^B ± 0,4
98	1,6 ^B ± 0,4	1,6 ^B ± 0,5	1,6 ^B ± 0,7	1,2 ^B ± 0,6
112	2,3 ^B ± 0,6	2,2 ^B ± 1,1	1,4 ^B ± 0,4	1,6 ^B ± 0,0
126	1,3 ^B ± 0,4	1,5 ^B ± 0,1	1,5 ^B ± 0,4	1,8 ^B ± 0,5
140	2,0 ^B ± 0,2	2,1 ^B ± 0,1	1,7 ^B ± 0,3	1,8 ^B ± 0,2
$\bar{X} \pm SD$	2,9 ± 3,7	3,0 ± 3,7	2,9 ± 3,8	2,9 ± 3,8
$\bar{X} \pm SD$ (bez dne 1)	1,8 ± 0,5	1,9 ± 0,4	1,8 ± 0,4	1,8 ± 0,4

Různá písmena ve stejném sloupci označují statisticky signifikantní rozdíly průměrných naměřených hodnot dielektrických vlastností mezi jednotlivými dny měření: pro A, B, C a D ($P \leq 0,01$); SD – směrodatná odchylka

< 3, resp. v rozsahu 1,2–2,6 (průměrná zjištěná hodnota Fresh Torry-1 = 1,8; SD = 0,5 a Fresh Torry-Std = 1,9; SD = 0,4 v jarní etapě a pro Fresh Torry-1 = 1,8; SD = 0,4 a na kalibraci Fresh Torry-Std = 1,8; SD = 0,4 v podzimní etapě). Konkrétní hodnoty jednotlivých měření uvádí tab. I. Ze statistické indukce nelze potvrdit, že se liší jarní a podzimní etapa testovaných vzorků. Z toho lze vyvodit, že metodu lze užít jak pro ryby (resp. rybí maso) odlovené z jarních, tak i podzimních výlovů. Na základě statistické analýzy bylo zjištěno, že existují rozdíly mezi naměřenými průměrnými hodnotami dielektrických vlastností jednotlivých vzorků čerstvého a rozmrazeného masa, které bylo dříve zamrazeno na různě dlouhé období a především, že u všech vzorků kapřího masa celkově došlo vlivem mrazení ke snížení hodnot dielektrických vlastností na uvedené hodnoty, tj. < 3 (tab. I).

Zjištěné výsledky prokazují schopnost přístroje detegovat zamrazení ryb, resp. detegovat změny dielektrických vlastností po zamrazení rybího masa (filetů). Z tab. I je patrné, že 1. den pokusu v jarní etapě, potažmo i v podzimní etapě, vykazovalo čerstvé rybí maso hodnoty 14,0 a 14,2 (resp. 14,2 a 14,3 v podzimní etapě) pro jednotlivé kalibrace (viz tab. I). Obdobné hodnoty u čerstvého kapřího masa byly například zjištěny i při jiném pokusu (dosud nepublikováno) a námi analyzované spektrum vzorků čerstvého kapřího masa v témže okamžiku pak vykazovalo průměrné hodnoty 13,7 (N = 28) a 13,8 (N = 28) pro shodné kalibrace. Po 14 dnech skladování (zamrazení) už byly zaznamenány po rozmrazení hodnoty

2,6 a 2,2. Analogickou metodou byly zjištěny obdobné výsledky pro maso amura bílého (*Ctenopharyngodon idella* L.) a tlamouna nilského (*Oreochromis niloticus* L.)¹¹. Použitá metoda využívala obdobného fyzikálního principu (tj. měření elektrického odporu, resp. úbytku elektrického napětí v rybí svalovině) jako námi použitý freshmetr.

K diskusi zůstává, jaká je minimální doba zmrazení, po které by se změny dielektrických hodnot projevíly, resp., zda by se např. po několika minutovém zamrazení projevila tato změna v dielektrických vlastnostech. Z výsledků této studie provedené s masem dominantní české kaprovité ryby (kapr obecný) vyplývá, že měření dielektrických vlastností může být použito pro rychlé prokázání zmrazení tkáně.

Závěr

Z prokázaných odlišných hodnot dielektrických vlastností chlazeného a rozmrazeného kapřího masa vyplývá možné použití freshmetru jako pomocného detektoru při odhalování masa kapra obecného, které by mohlo být dříve zamrazené a následně deklarováno jako čerstvé nebo chlazené rybí maso. Konkrétně v těchto pokusech vykázal přístroj 100% spolehlivost (během všech měření byly zjištěné hodnoty konzistentní s hodnotami udávanými výrobcem dle manuálu přístroje, tj. méně než 4, resp. 3–0). Je možné využít možnost kalibrací freshmetru stanovených výrobcem, tj. Fresh Torry-1 a Fresh Torry-Std. Prezentováno

vané testování u sladkovodního druhu kapra obecného v ČR bylo provedeno v laboratorních podmínkách.

Autoři děkují M. Maršálkovi a za finanční grantovou podporu GAJU 028/2019/Z.

LITERATURA

1. Akhatova D., Zdeňková K., Koncošová M., Demnerová K.: Chem. Listy 112, 207 (2018).
2. Gandotra R., Koul M., Gupta S., Gupta V.: Biolife 2, 779 (2014).
3. Hvizdalová I.: Fleischwirtschaft 90, 10 (2010).
4. <https://www.cabi.org/ahpc/glossary/62926>, staženo 25. 5. 2018.
5. Sampels S., Levý E., Mráz J., Vejsada P., Zajíc T.: *Kvalita a gastronomie ryb a rybích výrobků*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, České Budějovice 2014.
6. Feldhusen F., Neumann D., Wenzel S.: Fleischwirtschaft 67, 455 (1987).
7. Majzlík I., Mach K., Nováková V., v knize: *Sustainable Development of Crop and Animal Production – Way of Development of Czech Countryside*, str. 208. Česká zemědělská univerzita, Praha 2002.
8. <https://www.distell.com/wp-content/uploads/2014/04/Freshness-Meter-User-Manual-v2.9.pdf> (User Manual Distell Fish Freshness meter), staženo 26. 10. 2017.
9. Rutkayová J., Voříšková J., Beneš K., Hasoňová L., Vácha F., Křížek M., Rost M., Jirotková D., Hanusová L.: Chem. Listy 112, 333 (2018).
10. Vácha F.: *Pravidla správné výrobní a hygienické praxe pro zpracování sladkovodních a mořských ryb*, Rybářské sdružení ČR, České Budějovice 2003.
11. Zhang L., Shen H., Luo Y.: Int. J. Food Sci. Technol. 45, 2560 (2010).

J. Rutkayová, J. Voříšková, K. Beneš, M. Kašparů, J. Škrleta, and D. Klečáček (*University of South Bohemia, Faculty of Agriculture, České Budějovice*): **The Dielectric Properties Detection of Frozen-thawed Fish Meat by Using Freshness Meter**

The aim of the study was to evaluate the dielectric properties of fresh and frozen-thawed common carp (*Cyprinus carpio* L.) meat under laboratory conditions by a freshness meter (Fish freshness meter; Distell). We studied the suitability of this method to prove or disprove the falsification of meat declared as fresh which was frozen for some time and then thawed. The results demonstrated that the use of freshness meter for common carp meat is appropriate. A 100% confidence level was found in the trial performed and the measured values corresponded to those given by the instrument manufacturer.

Keywords: carp, meat quality, frozen/frozen-thawed meat, freshness meter, food falsification, food control

Acknowledgements

We would like to thank Mr. M. Maršálek for his organizational assistance during this study. This study was funded by a grant from the Grant Agency of the University of South Bohemia (project no. GAJU028 / 2019 / Z).