

Ročník XIII, číslo 2, 2022
Volume XIII, Number 2, 2022

Journal of

**Tourism, Hospitality and
Commerce**



Vysoká škola obchodní a hotelová s.r.o.
College of Business and Hotel Management
Ltd.

ISSN 1804-3836

Journal of Tourism, Hospitality and Commerce

vědecko-odborný recenzovaný časopis

Vydavatel/Publisher:

Vysoká škola obchodní a hotelová s.r.o
Bosonožská 9
62500 Brno
IČO: 25325078

Nakladatelský editor/Executive editor:

prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.

Odborný editor/Responsible editor:

Ing. Pavla Burešová, Ph.D.

Technický editor/Technical editor:

Ing. Pavla Burešová, Ph.D.

Překlady do anglického jazyka/Translations in to English:

Mgr. Ivana Daňhelová

Členové redakční rady/Editorial Board members:

prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc. (VŠOH) – předseda
prof. Ing. Jozef Golian, Dr. (FBP SPU v Nitře)
prof. Ing. Květoslava Šustová, Ph.D. (VŠOH)
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc. (VŠOH)
doc. Ing. Miloslava Chovancová, CSc. (FAME UTB ve Zlíně)
Mgr. Tomáš Jeřábek, Ph.D., MBA (VŠOH)
Ing. Pavel Taraba, Ph.D. (FLKŘ UTB ve Zlíně)
Ing. Ján Sidor, PhD. (Ekonomická univerzita Bratislava)
Ing. Marina Sedláková (Asociace průvodců ČR)

Frekvence vydání: 2krát ročně/Published twice a year

Distribuce/Distributor: Vysoká škola obchodní a hotelová s.r.o

Elektronická forma

Evidenční číslo periodického tisku: MKČR E 19523/Registration No: MK ČR E 19523

ISSN 1804-3836 (Print)

© Vysoká škola obchodní a hotelová s.r.o.

OBSAH – CONTENTS

EDITORIAL	4
PROFIL AMINOKYSELÍN V KRÁLIČOM MÄSE AMINO ACIDS PROFILE OF RABBIT MEAT <i>Peter HAŠČÍK, Matej ČECH, Peter HERC, Lukáš JURČAGA, Miroslava KAČÁNIOVÁ</i>	5
MIKROBIOLOGICKÁ KVALITA SOUS VIDE MÄSA KURACÍCH PRÍS PO APLIKÁCII KORIANDROVEJ SILICE A LISTERIA MONOCYTOGENES MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SOUS VIDE BREAST CHICKEN MEAT AFTER CORIANDER ESSENTIAL OIL AND LISTERIA MONOCYTOGENES APPLICATIONS <i>Miroslava KAČÁNIOVÁ, Simona KUNOVÁ, Peter HAŠČÍK, Lucia GALOVIČOVÁ, Natália ČMIKOVÁ, Petra BOROTOVÁ</i>	12
TUKY AKO ESENCIÁLNE MAKRONUTRIENTY FATS, THE ESSENTIAL MACRONUTRIENTS <i>Nikoleta ŠIMONOVÁ, Anna KALAFOVÁ, Peter HERC, Juraj ČUBOŇ, Peter HAŠČÍK, Marek BOBKO, Andrea MESÁROŠOVÁ, Matej ČECH, Lukáš JURČAGA</i>	25
SLEDOVANIE OBSAHU MALONDIALDEHYDU A TVB-N v MÄSE KAPRA OBYČAJNEHO (Cyprinus Carpio) POČAS SKLADOVANIA V MRAZE MONITORING OF MALONDIALDEHYDE AND TVB-N IN CYPRINUS CARPIO MEAT DURING FROST STORAGE <i>Peter HERC, Juraj ČUBOŇ, Peter HAŠČÍK, Matej ČECH, Marek BOBKO, Lukáš JURČAGA, Jana TKÁČOVÁ</i>	39
CHEMICKÉ ZMENY Mäsa VPLYVOM TEPELNEJ ÚPRAVY CHEMICAL CHANGES OF MEAT AFFECTED BY HEAT TREATMENT <i>Jana TKÁČOVÁ, Juraj ČUBOŇ, Miroslav KROČKO, Viera DUCKOVÁ, Peter HAŠČÍK, Peter HERC, Adriana PAVELKOVÁ</i>	47

EDITORIAL

Časopis Journal of Tourism, Hospitality and Commerce uveřejňuje statě vědeckého i přehledového charakteru, zabývající se tématy z oblasti cestovního ruchu, gastronomie, bezpečnosti potravin a hotelnictví.

V roce 2022 přináší druhé číslo třináctého ročníku vědeckého časopisu JTHC velmi zajímavé články zaměřené na bezpečnost potravin při sledování obsahu malondialdehybu v mase ryb, aminokyselinového profilu králíčího masa, mikrobiologické kvality metodou sous vide kuřecího masa, tuky jako esenciálními makronutrienty.

The Journal of Tourism, Hospitality and Commerce publishes articles of a scientific and survey nature, dealing with topics in the field of tourism, gastronomy, food safety and hospitality.

In 2022, the second issue of the thirteenth year of the JTC science magazine brings very interesting articles focused on food safety in monitoring the content of Malondialdehyb in the meat of fish, amino acid profile of rabbit meat, microbiological quality using the chicken video, fats as essential macronutrients.

Brno, 23.9.2022

prof. Ing. Stanislav Kráčmar, DrSc.
předseda redakční rady
The Chairman of Editorial Board

PROFIL AMINOKYSELÍN V KRÁLIČOM MÄSE

AMINO ACIDS PROFILE OF RABBIT MEAT

Peter Haščík, Matej Čech, Peter Herc, Lukáš Jurčaga, Miroslava Kačániová

Abstrakt:

Vedecká práca bola zameraná na aminokyselinové zloženie vybraných častí králičieho mäsa z farmového chovu (krížence Nitrianskeho králika a Nemeckého obrovitého strakáča). Štatisticky významné rozdiely sme zistili len pri obsahu cysteínu, kde preukazne najvyššie ($P < 0,05$) množstvo bolo v pleci ($0,233 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). U ostatných aminokyselín sme preukazné rozdiely medzi vybranými svalmi nezistili ($P \geq 0,05$), avšak rovnako ako pri obsahu cysteínu bol ich najvyšší obsah v svalovine z pleca a najnižší v stehennej svalovine. Králičie mäso sa vyznačuje nízkym obsahom tuku a dobrým obsahom bielkovín. Z výsledkov vyplýva, že králičie mäso krížencov Nitrianskeho králika a Nemeckého obrovitého strakáča sledovaných častí jatočného tela (plece, chrbát, stehno) je dobrým zdrojom aminokyselín a môže byť výborným zdrojom po konzumácii tohto druhu mäsa vo výžive ľudí.

Kľúčové slová: králik, mäso, aminokyseliny.

Abstract:

The scientific work was focused on the amino acid composition of selected parts of farmed rabbit meat (crosses of the Nitra rabbit and the Checkered Giant rabbit). We observed statistically significant differences only in the content of cysteine, where we found the highest ($P < 0.05$) amount in the shoulder ($0.233 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). For the other amino acids, we did not observe any significant differences ($P \geq 0,05$), between the selected muscles, but as with the cysteine content, we observed their highest amino acids content in the shoulder muscle and the lowest content in the thigh muscle. Rabbit meat is characterized by low fat content and good protein content. The results show that rabbit meat between a cross between the Nitra rabbit and the Checkered Giant rabbit is a good source of amino acids and can be their source in human nutrition.

Key words: rabbit, meat, amino acids.

ÚVOD

Jatočný králik je živý jedinec domácich zvierat. Patrí do čeľade *Leporidae* a dnes sa chová prevažne s cieľom získať králičie mäso ktoré je následne určené na ľudskú spotrebu alebo na výrobu potravín (**Rácz, 2008**).

Zloženie mäsa králikov z hľadiska chemického je významnou akostnou charakteristikou, od ktorej sú odvodené ďalšie dôležité vlastnosti mäsa, ako je nutričná hodnota, senzorické, či technologické vlastnosti. Najdôležitejšie chemické vlastnosti, ktorými možno charakterizovať kvalitu mäsa sú obsah vody, lipidov, bielkovín, a minerálnych látok. Tiež ale závisí aj od zastúpenia aminokyselín, mastných kyselín a obsahu cholesterolu (**Pogany Simonová et al., 2010**).

Obsah vody v králičom mäse kolíše v rozpätí 63,6 až 76,8 %. Priemer obsahu vody v králičom mäse je 70,8 %. Jednotlivé partie jatočného tela králikov sa v obsahu vody líšia. Najvyšší obsah vody je v svalu *musculus longissimus dorsi* a to približne 75,5 %. Najnižšia hodnota je v svaloch hrudníka 66-67 %. Obsah vody je negatívne korelovaný s obsahom tuku. Obsah vody môže byť ovplyvnení viacerými faktormi ako je napríklad vek. Je preukázateľné že zvieratá ktoré sú porázané vo vyššom veku majú vyšší obsah vody ako tie ktoré sú porázané v nižšom veku. Taktiež so stúpajúcim podielom bielkovín v krmive rastie obsah vody v mäse. Najvyšší obsah vody bol zaznamenaný pri skrmovaní zmesi s podielom bielkovín 17 % (**Pogany Simonová et al., 2010**).

Tuk mäsa králikov je v prevažnej miere zložený z triglyceridov, fosfolipidov a cholesterolu. Obsah fosfolipidov sa pohybuje v rozpätí 0,5–1 g.100 g⁻¹ kostrovej svaloviny. Tuk je hlavným nosičom aromatických látok. Veľký význam pre chuť a krehkosť mäsa má intramuskulárny tuk, ktorý je medzi bunkami rozložený vo forme žiliiek a tvorí mramorovanie. Jednotlivé časti králičieho mäsa sa v jednotlivých partiách značne odlišujú. Všeobecne platí že svalovina stehna obsahuje viac tuku než svalovina chrbta. Oproti tomu svaly hrudníka majú najvyšší obsah tuku, približne 12 %. Jeden z faktorov ktorý ovplyvňuje obsah tuku je genotyp jedinca. Ďalšími faktormi ktoré môžu ovplyvniť intramuskulárny tuk sú pohlavie, vek, dosiahnutá hmotnosť v čase pred porážkou, výživa apod. (**Metzger et al., 2006**).

Pre králičie mäso je charakteristický nízky obsah cholesterolu, a to na úrovni okolo 59 mg.100 g⁻¹. Medzi najdôležitejšie faktory, ktoré ovplyvňujú obsah cholesterolu v mäse patrí výživa a genotyp (**Dalle Zotte a Szendro, 2011**).

Bielkoviny mäsa králikov sú označované ako plnohodnotné, čo znamená, že obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny. Pri porovnaní králika s inými druhmi hospodárskych zvierat je jeho mäso charakteristické vysokým obsahom bielkovín. Obsah proteínov sa pohybuje v rozmedzí 18 až 23 % (**Papadomichelakis et al., 2017**). Dôležitá je aj stráviteľnosť bielkovín, ktorá je v králičom mäse, dosahuje 95 %. Najnižší obsah bielkovín sa v králičom mäse nachádza v svaloch hrudníka, najvyšší v chrbtovej svalovine (**Bivolarski et al., 2011**).

Priemerný obsah minerálnych látok v králičom mäse je 1,1 až 1,6 %. Vyšší obsah sa vyskytuje v svalovine stehna v porovnaní s chrbtovou svalovinou. Faktorom, ktorý ovplyvňuje obsah minerálnych látok v mäse môže byť pohlavie. Uvádza sa vyšší obsah minerálnych látok u samcov v porovnaní so samicami (**Škandro et al., 2008**).

Konzumáciou 100 g králičieho mäsa sa zaistí z dennej potreby 8 % vitamínu B₂ (0,18 mg), 12 % vitamínu B₅, 21 % vitamínu B₆ (0,6 mg), 77 % vitamínu B₃ (7,3 mg) (**Hernandez a Dalle Zotte, 2010**).

V prípade vitamínu B₁₂ pokryje 100 g králičieho mäsa jeho dennú potrebu (0,007 mg) (**Combes, 2004**).

Nevýhodou je, že pri tepelnom spracovaní králičieho mäsa dochádza k stratám týchto vitamínov. Podiel vitamínu E závisí aj od zloženia krmiva pre králika (**Lombardi-Boccia et al., 2005**).

Z minerálnych látok obsahuje mäso králika vysoký podiel fosforu (210 mg), horčíka (19 mg), draslíka (330 mg), zinku (1,6 mg). Na druhej strane má nízky obsah sodíka a železa (**Dalle Zotte, 2004**).

Tabuľka 1: Obsah dôležitých vitamínov a minerálnych látok v mg.100 g⁻¹ mäsa u rôznych druhov hospodárskych zvierat (**World Population food, 2014**)

mäso	Minerálne látky [mg na 100 g mäsa]					Vitamíny [mg na 100 g mäsa]				
	P	Mg	K	Na	Fe	B1	B2	B6	B12	E
hovädzie	177	24	324	70	2,8	0,1	1,18	0,4	0,0015	0,45
teľacie	200	26	300	50	0,22	0,15	0,25	0,4	0,001	0,9
bravčové	180	21	320	76	2	0,8	0,19	0,5	0,0006	0
jahnacie	170	22	300	80	2,5	0,2	0,21	0,3	0,002	0
kozie	154	-	345	90	2,5	0,13	0,18	0,33	-	0,7
hydina	200	20	356	80	1,8	0,1	0,2	0,5	0,003	0,25
králičie	210	19	330	41	2,4	0,04	0,18	0,6	0,007	0

Králičie mäso je ľahko stráviteľné, má jemná svalová vlákna, minimálne množstvo kolagénu a nízky obsah tuku. Svojou textúrou a zložením sa podobá mäsu hydínovému s výnimkou vodnej hydiny. Z hľadiska nutričného zloženia je významný zdroj plnohodnotných bielkovín s obsahom všetkých esenciálnych aminokyselín. Tieto bielkoviny hrajú významnú úlohu pri stavbe a obnove buniek a sú dôležitým zdrojom energie. Králičie mäso má vysoký obsah esenciálnych aminokyselín. V 100 g králičieho mäsa je 2,1 g lyzínu, 1,1 g sírnych aminokyselín, 2 g treonínu, 1,2 g valínu, 1,2 g izoleucínu, 1,7 g leucínu, 1 g fenylalanínu (**Hernandez a Dalle Zotte, 2010**).

Tabuľka 2: Porovnanie profilu AMK mäsa králika s inými druhmi hospodárskych zvierat (**Rafay, 1993**)

aminokyselina	mäso králika		bravčové mäso	teľacie mäso	kuracie mäso
	surové	varené			
Lyzín	1,6	1,78	1,23	1,69	1,66
Cystín	0,23	0,22	-	-	-
Metionín	0,52	0,55	-	-	-
Metionín + Cystín	0,75	0,77	0,6	0,74	0,78
Histidín	0,53	0,56	0,49	0,59	0,52
Leucín	1,51	1,64	1,2	1,57	1,6
Arginín	1,21	1,3	0,97	1,23	1,22
Tyrozín	0,65	0,86	0,54	0,68	0,66
Fenylalanín	0,72	0,81	0,63	0,8	0,73
Treonín	0,85	0,92	0,74	0,85	0,85
Valín	0,94	1	0,81	1,02	0,89
Izoleucín	0,86	0,92	0,77	0,93	0,92

Tabuľka 3: Porovnanie chemického zloženia mäsa rôznych druhov zvierat (Rafay, 1993)

porovnanie chemického zloženia mäsa z rôznych druhov zvierat				
ukazovateľ	Obsah			
100g mäsa	energetická hodnota (KJ)	voda (g)	bielkoviny (g)	tuk (g)
mladý králik	502,08	71,2	21,5	2,3
starší králik	673,62	70	21	3,8
kurča	518,82	73,3	22,5	3,2
morka	740,57	66,7	23,7	8,5
hovädzie chudé	665,26	70,2	20,8	7,8
bravčové chudé	991,61	63,6	17,3	18,2

MATERIÁL A METODIKA

Králiky vybrané k analýze aminokyselinového zloženia svaloviny (9 ks) boli chované klieťkovým systémom, kde na jedného králika krížencov nemecký obrovitý strakáč s nitrianskym králikom pripadal priestor 1 m², boli vykrmované v rovnakom chove a za rovnakých chovateľských a výživárskych podmienok.

Samotný výkrm králikov bol v letných mesiacoch, kde bol aj prísun zeleného krmiva a jadrové krmivo bolo v granulovanej forme od firmy Energys HOBBY.

Zloženie podávaného granulovaného krmiva bolo nasledovné: pšeničné otruby, lucernová múčka, cukrovárske rezky sušené, palmojadrové výlisky, ražné krmivo, múčka z objemového krmiva, sladový kvet, jačmeň, repkový extrahovaný šrot, šupky zo slnečnicového semena, extrahovaný šrot z lúpaného slnečnicového semena, ovos, repkové výlisky, vinas, melasa z cukrovej repy, uhličitan vápenatý, chlorid sodný.

Tabuľka 4: Analytické zloženie granulovaného krmiva

analytické zložky	
zložka	podiel (%)
dusíkaté látky	15,4
oleje a tuky	3,3
vláknina	16,4
popol	6,9
lyzín	0,75
metionín	0,31
vápnik	0,8
fosfor	0,55
sodík	0,2

Jadrové krmivo sa králikom podávalo 2krát denne v množstve 70 g na jedného jedinca. Podávané zelené krmivo bolo vo forme d'ateliny.

Pre uskutočnené analýzy sme odporazili 9 ks králikov vo veku 12 mesiacov. Následne boli jatočné telá spracované a disekciou sme získali jednotlivé podiely cenných mäsitých častí (chrbát, plece, stehno) u ktorých sme sledovali obsah aminokyselín.

Na vyhodnotenie kvality králičieho mäsa sme ako reprezentatívnu vzorku odoberali svalovinu stehna, pleca a chrbta, ktoré tvoria najzaujímavejšie a najcennejšie časti jatočného tela králikov. Základné zloženie aminokyselín vybraných častí jatočného tela králikov bolo spracované prístrojom NICOLET 6700 FT-IR (Thermo Scientific - USA), ktorý funguje na princípe infračervenej spektroskopie podľa metodiky **Haščík et al. (2021)**.

Dosiahnuté výsledky jednotlivých hodnotených ukazovateľov boli spracované pomocou štatistického programu SAS software (version 9.3, SAS Institute Inc., USA), pričom boli vypočítané základné štatistické charakteristiky (aritmetický priemer, smerodajná odchýlka). Určenie preukaznosti rozdielov medzi jednotlivými ukazovateľmi bolo vykonané pomocou Duncanovho testu.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Údaje o výsledkoch aminokyselinového zloženia najcennejších častí jatočného tela krížencov králikov (stehno, plece, chrbát) sú uvedené v tabuľke 5.

Tabuľka 5: Aminokyselinové zloženie mäsa králikov (g.100 g⁻¹) (priemer ± SD)

Aminokyselina	Stehno	Plece	Chrbát	P-value
Arginín	0,925±0,113	1,119±0,066	0,971±0,156	0,189
Cysteín	0,198±0,016 ^b	0,233±0,012 ^a	0,222±0,019 ^{ab}	0,043
Fenylalanín	0,616±0,059	0,713±0,039	0,640±0,096	0,272
Histidín	0,612±0,047	0,668±0,035	0,620±0,128	0,675
Izoleucín	0,558±0,073	0,688±0,041	0,583±0,098	0,155
Leucín	1,170±0,125	1,398±0,073	1,228±0,184	0,182
Lyzín	1,228±0,146	1,472±0,087	1,287±0,213	0,219
Metionín	0,462±0,040	0,528±0,021	0,483±0,062	0,257
Treonín	0,675±0,072	0,801±0,044	0,718±0,074	0,131
Valín	0,734±0,039	0,764±0,035	0,731±0,083	0,738

Na základe našich výsledkov môžeme konštatovať, že najnižšie zastúpené aminokyseliny boli zistené v stehne a najvyššie množstvo v pleci jatočných králikov kríženca Nitrianskeho králika a Nemeckého obrovitého strakáča.

Štatisticky významné rozdiely boli zistené medzi sledovanými svalmi len v obsahu cysteínu, kde bola preukazne najvyššia hodnota ($P < 0,05$) v pleci jatočných králikov (0,233 g.100 g⁻¹) v porovnaní so stehnom (0,198 g.100 g⁻¹). Pri ostatných aminokyselinách sme štatisticky preukazné rozdiely medzi sledovanými svalmi nepozorovali.

Naše výsledky sú porovnateľné s výsledkami práce **Herc et al. (2020)**, ktorí tiež použili králikov plemena Nitriansky králik a skúmali vplyv prídavku macy peruánskej na kvalitu mäsa králikov. Autori v chrbtovej svalovine zistili (v g.100 g⁻¹) obsah arginínu 1,124 – 1,144; cysteínu 0,268 – 0,278; fenylalanínu 0,724 – 0,733; histidínu 0,729 – 0,745; izoleucínu 0,686 – 0,701; leucínu 1,416 – 1,436; lyzínu 1,495 – 1,522; metionínu 0,555 – 0,577; treonínu 0,855 – 0,861 a valínu 0,793 – 0,807 g.100 g⁻¹, čo sú podobné výsledky ako v našom výskume. Podobné výsledky zistili aj **Wognin et al. (2018)** po prídavku rôznych druhov listovej zeleniny do krmnej dávky

králikov. Obsah stanovených aminokyselín v mäse (v g.100 g⁻¹) králikov sa pohyboval v ich práci nasledovne: fenylalanín 0,27 – 0,89; leucín 0,81 – 1,52; treonín 0,89 – 1,79; valín 0,04 – 0,14; lyzín 0,70 – 3,71; metionín 0,84 – 2; tyrozín 0,15 – 0,97. Podobné aminokyselinové zloženie pozorovali aj **Kurchaeva et al. (2020)** v experimentálnej skupine u králikov hybridnej kombinácie Hypharm po aplikácii probiotického preparátu do ich výživy.

Vojtaššáková (2002) zistili vo svojej práci v porovnaní s našimi výsledkami mierne vyšší obsah vybraných aminokyselín v králičom mäse a to leucín 1,73; fenylalanín 1,04; lyzín 2,12; izoleucín 1,15; treonín 2,01 a valín 1,19 g.100 g⁻¹. Rovnako vyšší obsah týchto aminokyselín zistili vo svojej štúdii aj **Herc et al. (2021)** v chrbtovej svalovine (1,55; 0,80; 1,64; 0,75; 0,90; 0,79 g.100 g⁻¹) a v stehennej svalovine (1,60; 0,83; 1,70; 0,78; 0,92; 0,83 g.100 g⁻¹). Títo autori však vo svojom výskume použili plemeno Castorex, ktoré nie je primárne využívané na mäso a má teda svalovinu bohatšiu na aminokyseliny, čo platí aj pre plemená diskutované ďalšími autormi. V porovnaní s výsledkami nášho pokusu zistili vyššie hodnoty obsahu všetkých desiatich esenciálnych aminokyselín v chrbtovej a stehennej svalovine plemena Novozélandský biely králik aj **Bivolarski et al. (2011)**, ktorí poukázali, že vzhľadom na obsah aminokyselín a biologickú hodnotu bielkovín v mäse sa odporúča odstav králikov vo veku 35 dní. Zároveň potvrdili, že v chrbtová svalovina obsahuje viac aminokyselín v porovnaní so stehennou, čo je v súlade s našimi výsledkami. Aj **Pogany Simonová et al. (2010)** zistili podobne vysoký obsah esenciálnych aminokyselín králikov u plemena Hy – plus, a to až na úrovni okolo 52 g.100 g⁻¹ bielkovín v chrbtovej svalovine po aplikácii rôznych rastlinných prídavkov do ich krmiva.

ZÁVER

Na základe preštudovanej literatúry môžeme konštatovať, že mäso, vrátane králičieho mäsa je plnohodnotná potrava s vysokým obsahom dobre využiteľných bielkovín a pomerne vysokým zastúpením aminokyselín. Vo vedeckej štúdii sme sledovali aminokyselinové zloženie vybraných častí jatočného tela krížencov králikov Nemecký obrovitý strakáč a Nitriansky králik (králičie plece, chrbát, stehno). Z hľadiska dosiahnutých výsledkov môžeme konštatovať, že najnižší obsah aminokyselín bol v stehne, vyšší v chrbte a najvyšší v pleci. Preto pre zabezpečenie príjmu dôležitých aminokyselín v potrave človeka a konzumácii mäsa, by sme sa mali riadiť aj nami zistenými skutočnosťami z hľadiska obsahu aminokyselín, resp. bielkovín v jednotlivých svaloch jatočného tela králikov.

ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY

- BIVOLARSKI, B. – VACHKOVA, E. – RIBARSKI, S. – UZUNOVA, K. – PAVLOV, D. 2011. Amino acid content and biological value of rabbit meat proteins, depending on weaning age. In Bulgarian Journal of Veterinary Medicine. [online], vol. 14, no. 2, pp. 94-102. [cit. 2022-05-01]. ISSN 1313-3543. Dostupné na: <http://www.uni-sz.bg/bjvm/BJVM%20June%202011%20p.94-102.pdf>
- COMBES, S. 2004. Nutritional value of rabbit meat: a review. In Productions Animales. [online]. vol. 17, no. 5, pp. 373-383. [cit. 2022-04-27]. ISSN 0990-0632.
- DALLE ZOTTE, Antonella a Zsolt SZENDRŐ. The role of rabbit meat as functional food. Meat Science [online]. 2011, 88(3), 319-331 [cit. 2022-05-02]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2011.02.017>

DALLE ZOTTE, ANTONELLA. (2004). Dietary advantages: rabbit must tame consumers. In Viandes et produits carnés. [online]. vol. 23, pp. 161-167. [cit. 2018-02-07]. ISSN 0241-0389.

HERC, P., Bučko, O., Tirpák, F., Tokárová, K., Vizzarri, F., Massányi, P., Slanina, T. Effect of zeolite (clinoptilolite) on chemical parameters of rabbit meat. Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences [online]. 2021, 11(1) [cit. 2022-05-02]. ISSN 13385178. <https://doi.org/10.15414/jmbfs.3986>

HERC, Peter. *Vplyv Žeruchy peruánskej na vybrané chemické a technologické parametre mäsa králikov: Effect of Maca on selected chemical and technological parameters of rabbit meat*. 2020. Diplomové práce. Slovenská poľnohospodárska univerzita (Nitra, Slovensko)

HERNÁNDEZ, P. a A. D. ZOTTE. Influence of diet on rabbit meat quality. BLAS, C. de a J. WISEMAN, ed. Nutrition of the rabbit [online]. Wallingford: CABI, 2010, 2010, s. 163-178 [cit. 2022-05-02]. ISBN 9781845936693. Dostupné z: <https://doi.org/10.1079/9781845936693.0163>

KURCHAEVA, Elena, Aleksander VOSTROILOV, Elena VYSOTSKAYA, Igor MAKSIMOV, D. FAYZRAKHMANOV, B. ZIGANSHIN, F. NEZHMETDINOVA a R. SHAYDULLIN. Feed synbiotic additive to improve the productivity and quality of rabbit meat. BIO Web of Conferences [online]. 2020, 17 [cit. 2022-05-02]. ISSN 2117-4458. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20201700253>

LOMBARDI-BOCCIA, Ginevra, Sabina LANZI a Altero AGUZZI. Aspects of meat quality: trace elements and B vitamins in raw and cooked meats. Journal of Food Composition and Analysis [online]. 2005, 18(1), 39-46 [cit. 2022-05-02]. ISSN 08891575. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2003.10.007>

METZGER, S., M. ODERMATT, Z. SZENDRŐ, et al. Comparison of carcass traits and meat quality of Hyplus hybrid, purebred Pannon White rabbits and their crossbreds. Archives Animal Breeding [online]. 2006, 49(4), 389-399 [cit. 2022-05-02]. ISSN 2363-9822. Dostupné z: <https://doi.org/10.5194/aab-49-389-2006>

PAPADOMICHELAKIS, G., E. ZOIDIS, A.C. PAPPAS a I. HADJIGEORGIOU. Seasonal variations in the fatty acid composition of Greek wild rabbit meat. Meat Science [online]. 2017, 134, 158-162 [cit. 2022-05-02]. ISSN 03091740. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.08.001>

POGANY SIMONOVÁ, Monika – CHRASTINOVÁ, Ľubica – MOJTO, Jozef - LAUKOVÁ, Andrea – SZABÓOVÁ, Renáta – RAFAY, Ján. 2010. Quality of Rabbit Meat and Phyto – Additives. In Czech Journal of food Sciences (CJFS). [online], vol. 28, no. 3, pp. 161-167. [cit. 2022-04-21]. ISSN 1805-9317. Dostupné na: <http://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/22711.pdf>

RÁCZ, G. 2008. *Zajac alebo králik*. In: Chovateľ, 2006. vol. 44. no. 3. s. 4 – 6, ISSN0862-557.

RAFAY, J. (1993). *Intenzívny chov brojlerových králikov*, s. 99 – 130. ISBN 80-85567-01-6.

ŠKANDRO, M. – TARIG, A. – ALIĆ, B. - GOLETIĆ T. - KUSTURA A. 2008 Qualitative and quantitative characteristics of New Zeland White rabbit meat. In Meso, [online], pp. 149 – 153. [cit. 2022-04-21]. Dostupné na: <https://hrcak.srce.hr/file/36092>

VOJTAŠŠÁKOVÁ, Alexandra. *Mäso jatočných zvierat: Meat*. Přeložil S. ŠTEFEK. Nitra: ÚVTIP, 2002. Potravinové tabuľky, 7. zv. ISBN 80-89088-10-4.

WOGNIN, Légbé Raïssa Marie Flavienne, Kraidy Athanase OTCHOUMOU, Konan Franck YAO a Sébastien NIAMKE. Improving the nutritive value and sensory quality of rabbit meat by using leafy vegetables as feedstuffs. Journal of Animal & Plant Sciences [online]. 2018, 36.1, 5812-5824 [cit. 2022-05-02]. ISSN 20717024. Dostupné z: <https://doi.org/10.35759/JANmPISci.v36-1.5>

World Population food. 2014. Online databáza. [cit. 2022-04-20]. Dostupné na: <http://world--population.net/food/cs/351>

Kontaktné údaje:

Peter Haščík, University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: peter.hascik@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3402-5658>

Matej Čech University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: xcech@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3260-2447>

Peter Herc, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: peter.herc96@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2366-8324>

Lukáš Jurčaga, University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, e-mail: xjurcaga@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9693-4796>

Miroslava Kačániová, Ústav záhradníctva, Tulipánová 7, 949 76, Nitra, Slovensko, miroslava.kacaniova@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4460-0222>

Přijato: 3. 5. 2022

Recenzováno: 15. 5. 2022

Akceptováno: 30. 3. 2022

MIKROBIOLOGICKÁ KVALITA SOUS VIDE MÄSA KURACÍCH PRS PO APLIKÁCII KORIANDROVEJ SILICE A *LISTERIA MONOCYTOGENES*

MICROBIOLOGICAL QUALITY OF SOUS VIDE BREAST CHICKEN MEAT AFTER CORIANDER ESSENTIAL OIL AND *LISTERIA MONOCYTOGENES* APPLICATIONS

*Miroslava Kačániová, Simona Kunová, Peter Haščík, Lucia Galovičová,
Natália Čmíková, Petra Borotová*

Abstrakt:

*Predĺženie trvanlivosti hydínového mäsa je hlavným problémom hydínárskeho priemyslu. Trvanlivosť hydiny závisí od viacerých faktorov, najmä počiatočného bakteriálneho zaťaženia, skladovacej teploty a prostredia okolo mäsa. Cieľom štúdie bolo zhodnotiť mikrobiologickú kvalitu kuracích prs za použitia sous vide metódy po aplikácii *Listeria monocytogenes* a koriandrovej rastlinnej silice. *Listeria monocytogenes* a koriandrová silica boli aplikované na povrch kuracích prs v kombinácii s vákuovým balením. Po aplikácii boli vzorky ošetrené metódou sous vide pri troch rôznych teplotách (55 °C, 60 °C a 65 °C) počas štyroch rôznych časových intervalov (5; 15; 30 a 60 minút). Ďalším cieľom bolo izolovať baktérie z jednotlivých skupín mikroorganizmov a identifikovať ich MALDI-TOF MS Biotyper (hmotnostná spektrometria). Boli identifikované grampozitívne a gramnegatívne baktérie. Väčšina izolovaných druhov vzoriek boli gramnegatívne baktérie. Počet a zastúpenie *Listeria monocytogenes* sa menili v závislosti od teploty a času, ale najvyššia hodnota bola pri vzorke, ktorá bola tepelne upravená pri teplote 55 °C počas 5 minút a najnižšiu hodnotu mala vzorka uvarená sous vide pri 65 °C a 30 minútach. Vplyv koriandrovej silice má významný podiel na *L. monocytogenes* spolu s teplotou a časom.*

Kľúčové slová: sous vide mäso, koriandrová silica, baktérie hmotnostná spektrometria

Abstract:

*Extending the shelf life of poultry meat is a major concern of the poultry industry. The shelf life of poultry depends on several factors, especially the initial bacterial load, storage temperature and the environment around the meat. The aim of the study was to evaluate the microbiological quality of chicken breast using sous vide meat after the application of *Listeria monocytogenes* and coriander essential oil. *Listeria monocytogenes* and coriander essential oil were applied to the surface of chicken breasts in combination with vacuum packaging. After application, the samples were treated with the sous vide method at three different temperatures (55 °C, 60 °C and 65 °C) for four different time intervals (5; 15; 30; and 60 minutes). Next goal was to isolate bacteria from individual groups of microorganisms and identify them by MALDI-TOF MS Biotyper (mass spectrometry). Gram-positive and gram-negative bacteria were identified. Most of the sample species isolated were Gram-negative bacteria. The number and representation of *Listeria monocytogenes* varied depending on temperature and time, but the highest value was in the sample that was heat-treated at 55 °C for 5 minutes and the lowest value was in the sample cooked sous vide at 65 °C and 30 minutes.*

The effect of coriander essential oil has a significant effect on L. monocytogenes along with temperature and time.

Key words: sous vide meat, coriander essential oil, bacteria, mass spectrometry

ÚVOD

Hydinové mäso je celosvetovo veľmi obľúbenou potravinovou komoditou pre jeho nízke výrobné náklady, nízky obsah tuku, vysokú nutričnú hodnotu a výraznú chuť [1,2]. Vďaka rôznorodému zloženiu živín predstavuje mäso ideálne prostredie pre rast a rozmnožovanie mikroorganizmov kaziacich mäso, ako aj patogénov prenášaných potravinami [3]. Preto je nevyhnutné aplikovať adekvátne konzervačné technológie na predĺženie skladovateľnosti mäsa a mäsových výrobkov podliehajúcich skaze, čo je hlavným problémom mäsového priemyslu [4]. Pri produkcii hydinového mäsa sa osobitná pozornosť venuje tomu, že živé zvieratá sú hostiteľmi rôznych mikroorganizmov, ktoré sa usídľujú na ich koži, perí ako aj v gastrointestinálnom trakte. Počas zabíjania je väčšina týchto mikroorganizmov eliminovaná, avšak následná kontaminácia je možná v ktorejkoľvek fáze výrobného procesu, ako je napríklad páranie peria a pitvanie, umývanie, chladenie alebo mrazenie. Ku kontaminácii mäsa môžu prispieť aj mikroorganizmy z prostredia, zariadení a rúk pracovníkov. Počas spracovania sa uvádza, že medzi mäsovú mikrobiotu patria grampozitívne paličkovité, gramnegatívne baktérie vrátane čeľade Enterobacteriaceae, rodu *Pseudomonas*, ktoré boli izolované najčastejšie [5]. Priemyselné hydinové bitúanky sa vyznačujú osobitným technologickým postupom, ktorého jednotlivé stupne často nie sú v súlade s modernými zásadami hygienickej výroby mäsa. Okolnosti, ktoré môžu zmeniť mikrobiologickú kvalitu hydinového mäsa, sa môžu objaviť počas všetkých krokov spracovania [6].

Schopnosť *L. monocytogenes* prispôbiť sa chladenému prostrediu a vytvárať biofilmy je problémom potravinárskeho priemyslu, najmä v prípade bitúankov [7]. Potenciálnymi zdrojmi kontaminácie *L. monocytogenes* teda môžu byť rôzne kroky spojené s produkciou, spracovaním a skladovaním hydinového mäsa, ako sa uvádza v niekoľkých štúdiách [8-10].

Prirodzene sa vyskytujúce antimikrobiálne zlúčeniny majú dobrý potenciál na použitie ako potravinové konzervačné látky. Rastlinné silice, iné extrakty z rastlín, bylín, korenín a niektoré z ich zložiek vykazujú antimikrobiálnu aktivitu proti rôznym potravinovým patogénom a mikroorganizmom znehodnocujúcim potraviny [11-13]. Tvrdí sa, že rastliny a rastlinné produkty majú zdraviu prospešné účinky, ktoré môžu súvisieť s ich antioxidačnou aktivitou *in vivo* [14-16].

Coriandrum sativum je považovaný za mimoriadne liečivý ajurvédsky strom všeobecne uznávaný ako Dhanya. Z rôznych častí koriandra boli získavané olej, mastné kyseliny, flavonoidy a steroly. Rôzne časti tejto rastliny, ako sú listy, semená, kvety a plody, majú rôzne aktivity, ako je antifungálna aktivita, antioxidačná, antidiabetická, antihelmintická, antimutagénna, uspávací-hypnotická, diuretická, antikonvulzívna, znižujúca cholesterol, protirakovinová, anxiolytická, hepatoprotektívna, protivredová, antiprotazoálna, vyznačujú sa tiež obrannou úlohou proti otrave olovom a detoxikácii ťažkých kovov [17]. *Coriandrum sativum* je stredomorská rastlina, ale je vyšľachtená vo veľkých mierach v strednej Európe, severnej Afrike a Ázii. Používa sa na viaceré účely. Sušené semená *Coriandrum sativum* sú užitočné v mnohých koreninách a zanechávajú svoje organické a zdravé účinky v jedlách, čo má priaznivý vplyv na náš tráviaci systém. Pri dochucovaní potravín, ako je pečivo a mäso, hrá dôležitú úlohu už od vekov [18]

Cieľom našej práce bolo zhodnotiť mikrobiologickú kvalitu kuracích prís pripravených sous vide metódou po aplikácii koriandrovej rastlinnej silice a baktérie *Listeria monocytogenes*.

MATERIÁL A METÓDY

Použitá rastlinná silica

V rámci experimentálnych prác bola použitá komerčne dostupná *Coriandrum sativum* L. rastlinná silica (CSRS; Hanus s.r.o., Nitra, Slovensko), ktorá bola pripravená destiláciou sušených plodov vodnou parou. Pôvod rastliny je Balkán a hlavné zložky silice boli: D-linalool min. 65 %, α -pinén, myrcén, undekanal, geraniol.

Príprava vzoriek

Kuracie prsia boli pripravené nasledovne (tabuľka 1, 2):

MČ: čerstvé mäso bolo vákuovo zabalené do polyetylénových vreciek, skladované anaeróbne pri 4 °C a varené pri teplote 55-65 °C počas 5-60 minút.

MČC: čerstvé mäso bolo ošetrované 0,1 % CSRS, vákuovo balené do polyetylénových vreciek, skladované anaeróbne pri 4 °C a varené pri 55-60 °C, 5-60 min.

MLM: čerstvé mäso bolo ošetrované *L. monocytogenes*, vákuovo balené do polyetylénových vreciek, skladované anaeróbne pri 4 °C a varené pri 55-60 °C, 5-60 min.

MLMC: čerstvé mäso bolo ošetrované *L. monocytogenes* a 0,1 % CSRS, vákuovo balené do polyetylénových vreciek, skladované anaeróbne pri 4 °C a varené pri 55-60 °C, 5-60 min.

Tabuľka 1. Podmienky tepelného spracovania pomocou metódy sous vide kontrolných vzoriek.

Kontrolne vzorky MČ	Kontrolne vzorky ošetrované koriandrovou silicou (MČC)
1. Kontrola 4 °C	14. Kontrola 4 °C
2. 55 °C 5'	15. 55 °C 5'
3. 55 °C 15'	16. 55 °C 15'
4. 55 °C 30'	17. 55 °C 30'
5. 55 °C 60'	18. 55 °C 60'
6. 60 °C 5'	19. 60 °C 5'
7. 60 °C 15'	20. 60 °C 15'
8. 60 °C 30'	21. 60 °C 30'
9. 60 °C 60'	22. 60 °C 60'
10. 65 °C 5'	23. 65 °C 5'
11. 65 °C 15'	24. 65 °C 15'
12. 65 °C 30'	25. 65 °C 30'
13. 65 °C 60'	26. 65 °C 60'

Tabuľka 2. Podmienky tepelného spracovania metódou sous vide vzoriek s baktériou *L. monocytogenes*.

Mäso s <i>L. monocytogenes</i> (MLM)	Mäso s <i>L. monocytogenes</i> s CSRS (MLMC)
27. Kontrola 4°C	40. Kontrola 4°C
28. 55 °C 5'	41. 55 °C 5'
29. 55 °C 15'	42. 55 °C 15'
30. 55 °C 30'	43. 55 °C 30'
31. 55 °C 60'	44. 55 °C 60'
32. 60 °C 5'	45. 60 °C 5'
33. 60 °C 15'	46. 60 °C 15'
34. 60 °C 30'	47. 60 °C 30'
35. 60 °C 60'	48. 60 °C 60'
36. 65 °C 5'	49. 65 °C 5'
37. 65 °C 15'	50. 65 °C 15'
38. 65 °C 30'	51. 65 °C 30'
39. 65 °C 60'	52. 65 °C 60'

Mikrobiologická analýza vzoriek

Vzorky sa pripravovali za sterilných podmienok, približne 300 g kuracích prs bolo rozdelených na 52 vzoriek. Mäso bolo odobraté ($5 \pm 0,2$ g) a vložené do vrúbkovaných vákuových vrecúšok (Proficook PC-VK 1015), niektoré vzorky boli ošetrované baktériou *Listeria monocytogenes*, potom vákuovo zabalené. Kontrola bola pripravená zo surového mäsa v deň nula, tieto vzorky neboli tepelne upravené. Na druhý deň sa do vzoriek pridala rastlinná silica. Vzorky boli umiestnené do zariadenia CASO SV1000 sous-vide. *L. monocytogenes* CCM 4699 bola pripravená na koncentráciu 1×10^8 KTJ a pridaná do vzorky v objeme 100 µl.

Množstvo 5 g kuracích prs sa odobralo sterilným skalpelom a okamžite sa prenieslo do sterilného sáčku Stomacher obsahujúceho 45 ml 0,1 % pufovej peptónovej vody (BPW, pH 7,0, Basingstoke, UK) a homogenizovalo sa 30 min pri izbovej teplote. Pre každú vzorku sa pripravili vhodné sériové desatinné riedenia v 0,1 % roztoku BPW. Množstvo 0,1 ml sériových riedení pripravených vzoriek sa rozotrela na povrch vysušeného živného média.

Celkové počty mikroorganizmov (CPM) boli naočkované na Plate count agar (PCA, Oxoid, UK), inkubácia sa uskutočnila 2 dni pri 30 °C. Oxford Agar s doplnkami bol naočkovaný 0,1 ml vzorky. Inkubácia sa uskutočnila pri 37 °C počas 24 hodín.

Identifikácia mikroorganizmov

Po inkubácii boli izolované kolónie vybrané a re-suspendované v 300 µl sterilnej destilovanej vody a dôkladne premiešané. Následne sa pridalo 900 µl absolútneho etanolu. Zmes sa centrifugovala pri 10 000 x g počas 2 minút. Po odstránení supernatantu sa pelet znovu odstredil. Zvyšný etanol sa úplne odstránil a zrazenina sa nechala vysušiť pri teplote miestnosti. Potom sa pridalo 30 µl kyseliny mravčej (70 %) a zmiešalo sa s peletom. Následne sa pridalo 30 µl acetonitrilu a dôkladne sa premiešalo. Roztok sa centrifugoval pri maximálnej rýchlosti počas 2 minút a 1 µl supernatantu sa nanieslo na kovovú doštičku MALDI (Bruker Daltonics, Bremen, Nemecko). Ihneď po vysušení sa do každej jamky pridalo 1 µl matrice a nechalo sa vysušiť na vzduchu. Vzorky boli potom spracované spektrometrom MALDI-TOF MS vybaveným softvérom Flex Control (Bruker Daltonics). Každé spektrum sa získalo spriemerovaním 40 laserových výbojov získaných v automatickom režime s minimálnym

výkonom lasera potrebným na ionizáciu vzoriek. Spektrá boli analyzované a výsledky boli porovnané s databázou podľa softvéru v reálnom čase, klasifikácia v3.1.

Štatistická analýza

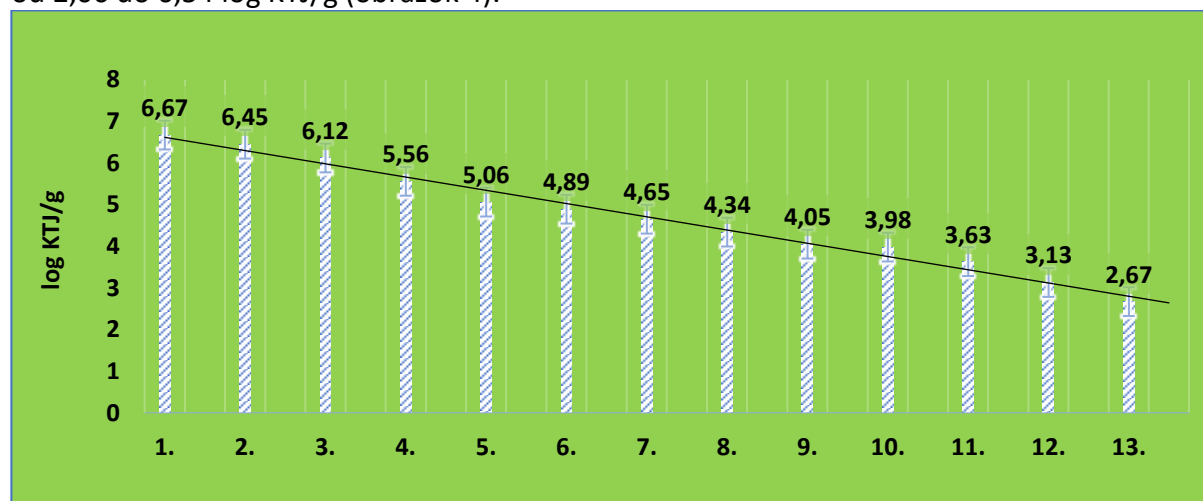
Všetky analýzy sa uskutočnili trojmo. Štatistická variabilita údajov bola spracovaná pomocou softvéru Microsoft-Excel®.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

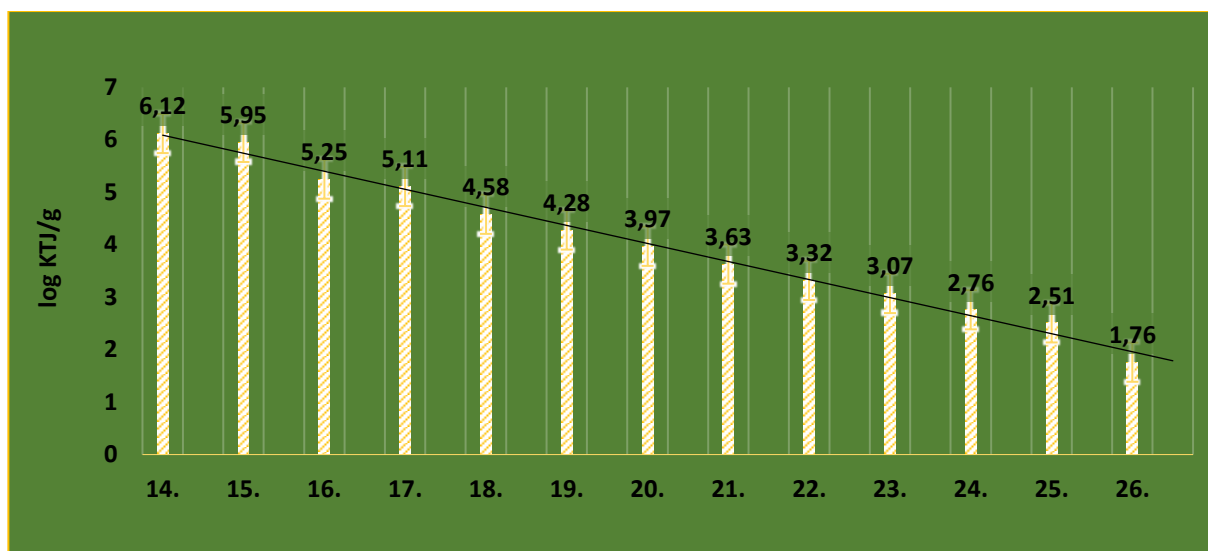
Mikrobiologická analýza sous vide kuracích prs

Významná úroveň mikrobiálnej kontaminácie výrobkov z hydínového mäsa, najmä počas rozrábky, je dôležitou otázkou. Táto situácia často vedie k rýchlemu skazeniu mäsa, ktoré môže ohroziť zdravie spotrebiteľa. Uvádza sa, že kontaminácia mäsa môže viesť k rôznym chorobám prenášaným potravinami, najmä k salmonelóze. Preto je prvoradý význam spracovania alebo balenia potravín rôznymi metódami, ktoré môžu predĺžiť trvanlivosť produktu a zabrániť novej kontaminácii [19,20].

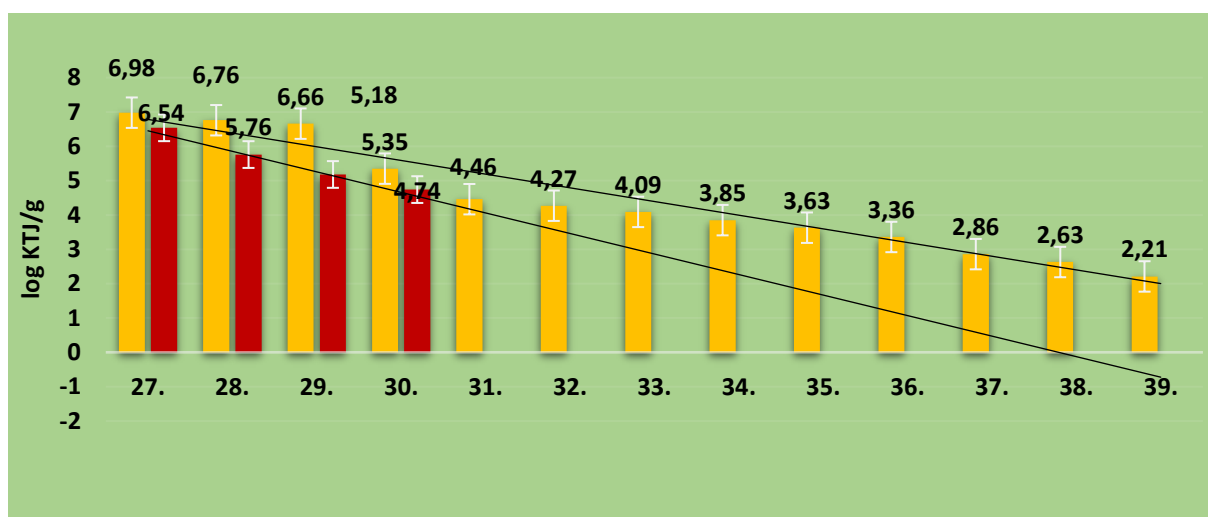
Cieľom našej práce bolo posúdiť mikrobiologické riziká pre potraviny s použitím tepelnej úpravy a RS. Surové mäso zbavené akejkoľvek antibakteriálnej úpravy je náchylné na mikrobiologické znehodnotenie a rast všetkých bakteriálnych skupín. Naša mikrobiologická analýza potvrdila, že koriandrová silica mala inhibičný účinok na *Listeria monocytogenes* a na celkový počet mikroorganizmov (CPM). CPM vo vzorkách sous vide mäsa bez prídavku RS sa pohybovala od 2,67 do 6,67 log KTJ/g (obrázok 1). CPM vo vzorkách mäsa s prídavkom koriandrovej silice sa pohyboval od 1,76 do 6,12 log KTJ/g (obrázok 2). CPM vo vzorkách sous vide mäsa s aplikáciou *L. monocytogenes* sa pohybovala od 2,21 do 6,98 log KTJ/g (obrázok 3). CPM vo vzorkách mäsa naočkovaných *L. monocytogenes* a koriandrovou silicou bola v rozsahu od 2,06 do 6,54 log KTJ/g (obrázok 4).



Obrázok 1. Celkový počet mikroorganizmov vo vzorkách sous vide mäsa z kuracích prs bez prídania RS



Obrázok 2. Celkový počet mikroorganizmov vo vzorkách sous vide mäsa z kuracích prs s prídavkom koriandrovej RS

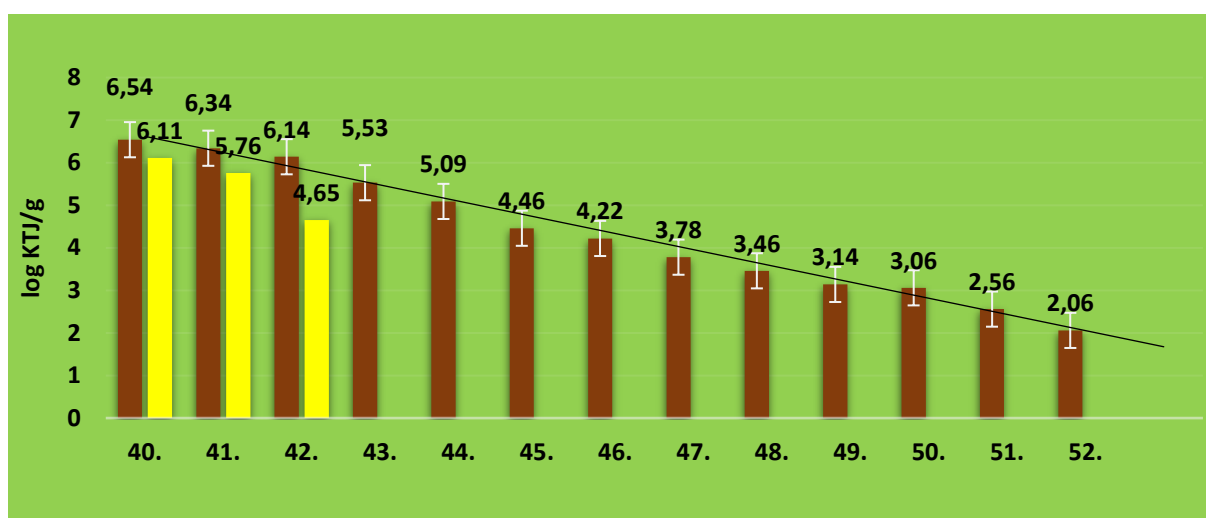


Obrázok 3. Celkový počet mikroorganizmov a *L. monocytogenes* vo vzorkách sous vide mäsa z kuracích prs bez pridania RS

Použitím tepelnej úpravy mäsa spôsobom sous vide sa predlžuje trvanlivosť mäsa. Počas varenia zostávajú aromatické zložky a vlhkosť v potravinách, efektívna premena tepla z vody na jedlo spolu s vystavením celého produktu rovnomernej teplote a rovnomernou úpravou zvonku do stredu tiež prispievajú k výraznému zlepšeniu senzorických vlastností konečného produktu. Takže sous vide varenie môže poskytnúť produkt, ktorý je chutný, výživný a má tiež dlhšiu trvanlivosť v porovnaní so štandardnými produktmi [21]. Bolo vykonaných mnoho štúdií [22-25] na určenie trvanlivosti produktov varených metódou sous vide, ktoré odhalili, že skladovateľnosť sa môže líšiť v závislosti od vlastností produktu. Mol a kol. [24] ukázali, že trvanlivosť sous vide ryby *Sarda sarda*, varenej pri 70 °C počas 10 minút, bola 28 dní pri 4 °C a 15 dní pri 12 °C. Na druhej strane Diaz a kol. [23] uviedli, že sous vide varené bravčové karé bolo po 10 týždňoch neprijateľné. Zistilo sa, že varenie a balenie sous vide poskytuje mäsovým výrobkom dlhú trvanlivosť. To súhlasí s inými štúdiami o jedlách na báze mäsa sous vide [26,27]. V tejto súvislosti umiestnenie morčacieho rezňa, ktorý sa získava s pridaním korenia,

na výrobky rýchleho občerstvenia spracovaného metódou sous vide, uspokojí potreby spotrebiteľov a poskytne dodatočnú mikrobiálnu bezpečnosť výrobku. Tým, že sa predpokladá, že produkty varené sous vide metódou, majú dlhšiu trvanlivosť ako surové produkty, namiesto surových morčacích rezňov s 8-dňovou trvanlivosťou, je veľmi vítané vyvinúť alternatívny produkt, ktorý je uvarený, pripravený na použitie a má teda dlhšiu trvanlivosť a tým dochádza k uspokojeniu potrieb spotrebiteľov [28].

Celkový počet *Listeria monocytogenes* vo vzorkách ošetrovaných touto baktériou je znázornený na obrázkoch 3 a 4. *L. monocytogenes* bola životaschopná iba v kontrolnej vzorke a vzorka ošetrovaná 55 °C počas 5-30 minút. Vo vzorkách ošetrovaných koriandrovou silicou bol pozorovaný výskyt *L. monocytogenes* u kontroly a vzoriek ošetrovaných 55 °C počas 5 a 15 minút.



Obrázok 4. Celkový počet mikroorganizmov a *L. monocytogenes* vo vzorkách sous vide mäsa z kuracích prs s prídavkom koriandrovej RS

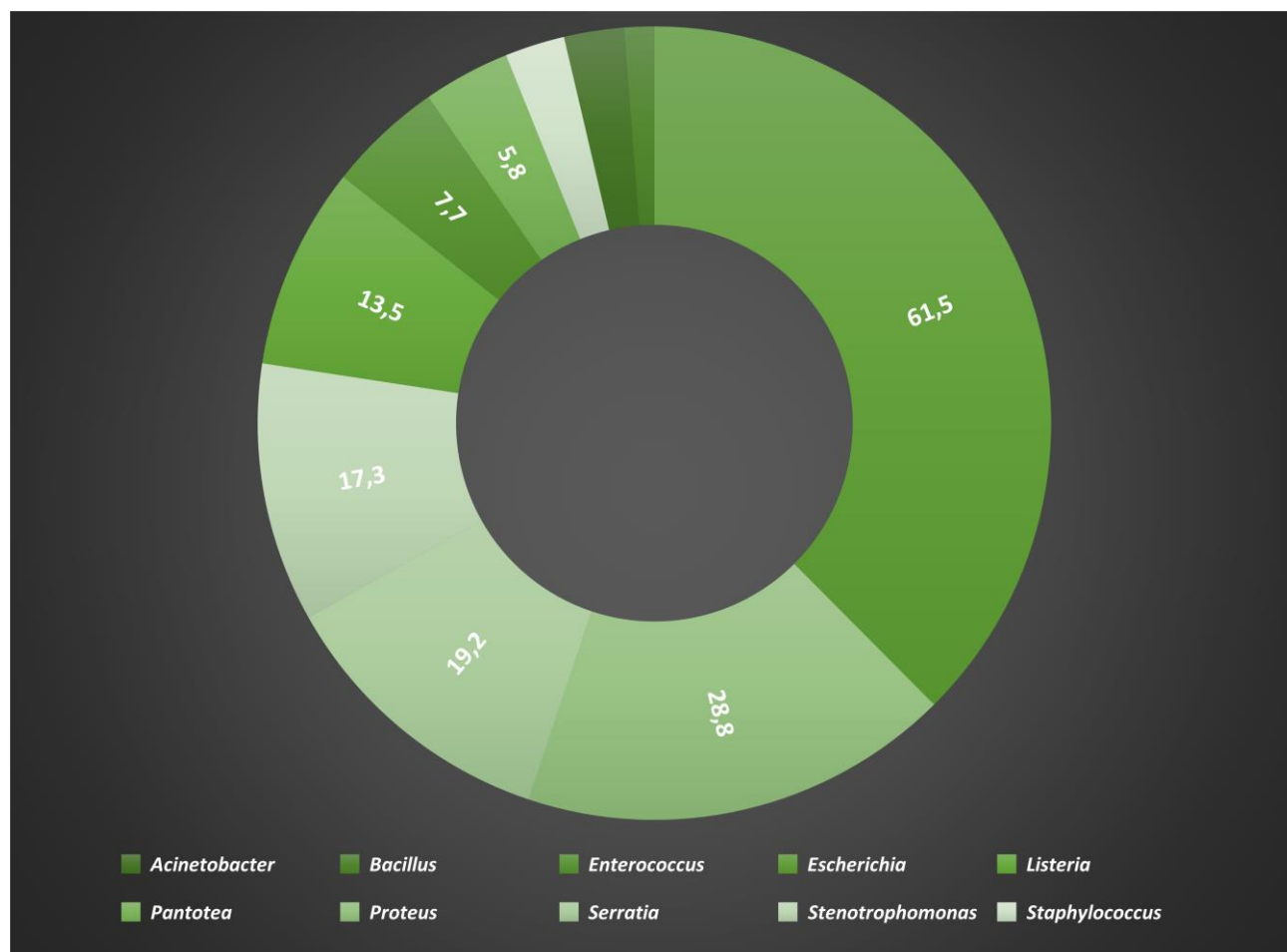
Tabuľka 3. Izolované bakteriálne kmene v sous vide mäse z kuracích prs bez pridania RS

MC		MCC	
1.	<i>Escherichia coli</i> , <i>Proteus mirabilis</i>	14.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
2.	<i>Pantoea ananatis</i> , <i>P. mirabilis</i> , <i>Serratia fonticola</i>	15.	<i>P. ananatis</i> , <i>P. mirabilis</i>
3.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>	16.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
4.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>	17.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
5.	<i>P. mirabilis</i> , <i>P. ananatis</i>	18.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
6.	<i>Escherichia fergusonii</i> , <i>P. ananatis</i>	19.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
7.	<i>E. coli</i> , <i>S. fonticola</i>	20.	<i>E. coli</i> , <i>S. maltophilia</i>
8.	<i>E. coli</i> , <i>Stenotrophomonas maltophilia</i> , <i>S. fonticola</i>	21.	<i>Serratia liquefaciens</i> , <i>S. maltophilia</i>
9.	<i>E. coli</i>	22.	<i>P. mirabilis</i> , <i>Staphylococcus saprophyticus</i>
10.	<i>S. maltophilia</i>	23.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
11.	<i>S. liquefaciens</i> , <i>E. coli</i>	24.	<i>Enterococcus faecalis</i> , <i>E. coli</i>
12.	<i>S. liquefaciens</i> , <i>E. coli</i>	25.	<i>E. coli</i>
13.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>	26.	<i>S. maltophilia</i>

Izolované bakteriálne druhy zo vzoriek sous vide mäsa z kuracích prs sú uvedené v tabuľkách 3 a 4, zatiaľ čo percentuálne zastúpenie bakteriálnych druhov je znázornený na obrázku 5. Najviac izolovanou baktériou zo všetkých vzoriek bola *Escherichia coli* (61,5 %). Farag a kol. [29] dokázali, že RS z tymiánu a rasce majú najsilnejšiu antibakteriálnu aktivitu v porovnaní s inými RS. Štúdia o inhibičných vlastnostiach 60 rôznych RS na kmeň *P. putida* izolovaný z mäsa odhalila, že oreganová silica má vysokú antibakteriálnu aktivitu [30]. Anízové extrakty sa tiež vyznačovali silnou antibakteriálnou aktivitou proti *P. aeruginosa* a *Candida albicans* [31]. Betts a Gaza [32] študovali rast a tepelnú odolnosť baktérií v produktoch sous vide a opísali vzťah medzi teplotou a časom spracovania a rastom baktérií počas skladovania. Zvýšenie teploty až o 90 °C môže výrazne znížiť počet mikroorganizmov. Zistilo sa, že pridanie RS rozmarínu v koncentrácii 1,25 % (v/w) je účinné proti *L. monocytogenes*. Neboli však pozorované žiadne štatistické rozdiely po podaní rozmarínového RS v množstve 0,2 % (v/w) vo filetoch z hydiny skladovaných pri 4 °C po 7 dňoch skladovania [33]. Antimikrobiálny účinok rozmarínovej RS možno pripísať eukalyptolu, ktorý je hlavnou chemickou zlúčeninou. Tiež kyslíkové skupiny eukalyptolu môžu narušiť štruktúru bunkovej membrány aj pri subinhibičných koncentráciách [34]. Kunová a kol. [35] izolovali *Staphylococcus warningeri* z neošetreného mäsa skladovaného na vzduchu. *Kocuria rhizophila* bola izolovaná z vákuovo balených kontrolných vzoriek, *Staphylococcus warningeri*, *Aeromonas salmonicida* a *Aeromonas popoffii* z mäsa ošetreného EDTA, *Staphylococcus hominis* a *Staphylococcus epidermidis* z mäsa ošetreného rascovou silicou [36]. Celkovo bolo zo sous vide mäsa po aplikácii koriandrovej silice a vákuového balenia identifikovaných 10 rodov: *Acinetobacter*, *Bacillus*, *Enterococcus*, *Escherichia*, *Listeria*, *Pantotaea*, *Proteus*, *Serratia*, *Staphylococcus* a *Stenotrophomonas*.

Tabuľka 4. Izolované bakteriálne kmene z sous vide mäsa kuracích prs s prídavkom RS a *L. monocytogenes*

MLM		MLMC	
27.	<i>Listeria monocytogenes</i> , <i>E. coli</i>	40.	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i>
28.	<i>Acinetobacter pittii</i> , <i>L. monocytogenes</i>	41.	<i>L. monocytogenes</i> , <i>P. vulgaris</i>
29.	<i>A. pittii</i> , <i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i>	42.	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i>
30.	<i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i>	43.	<i>E. coli</i>
31.	<i>E. faecalis</i> , <i>E. fergusonii</i>	44.	<i>E. coli</i>
32.	<i>E. fergusonii</i>	45.	<i>S. liquefaciens</i>
33.	<i>E. faecalis</i> ,	46.	<i>E. coli</i> , <i>Bacillus</i> spp.
34.	<i>E. coli</i> , <i>P. ananalis</i>	47.	<i>S. liquefaciens</i> , <i>S. maltophilia</i>
35.	<i>S. maltophilia</i>	48.	<i>P. mirabilis</i> , <i>S. saprophyticus</i>
36.	<i>S. liquefaciens</i>	49.	<i>E. coli</i> , <i>P. mirabilis</i>
37.	<i>S. liquefaciens</i>	50.	<i>E. faecalis</i> , <i>E. coli</i>
38.	<i>S. maltophilia</i>	51.	<i>S. maltophilia</i>
39.	<i>S. liquefaciens</i>	52.	<i>E. coli</i>



Obrázok 5. Výskyt izolovaných bakteriálnych kmeňov (%) zo vzoriek

ZÁVER

Kuracie prsia sous vide podporujú mikrobiálny rast vrátane patogénnej mikrobioty. Podmienky skladovania a spracovania môžu ovplyvniť mikrobiologickú kontamináciu kuracieho mäsa. Naša štúdia ukazuje, že metóda sous vide je účinnou metódou na ošetrenie kuracích prs sous vide na ochranu mäsa pred skazením. Prvotná kvalita suroviny je dôležitá pre zabezpečenie konečnej kvality mäsa. Aplikácia rastlinných silíc spolu s teplotou chráni mäso proti mikrobiálnej kontaminácii a je to metóda, ktorá sa môže používať na predlžovanie trvanlivosti potravín.

PodĎakovanie: „Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-20-0058 („Potenciál rastlinných silíc z aromatických rastlín na lekárske použitie a na konzerváciu potravín).“

Literatúra:

- [1] BARBUT S. *Poultry Products Processing. An Industry Guide*. London CRC Press, 2001.
- [2] PATSIAS, A., BADEKA, A. V., SAVVAIDIS, I. N., KONTOMINAS, M. G. Combined effect of freeze chilling, MAP on quality parameters of raw chicken fillets. *Food Microbiology*, 2008, 25.4: 575-581.
- [3] ZHOU, G. H., XU, X. L., LIU, Y. Preservation technologies for fresh meat –a review. *Meat Science*, 2010, 86.1:119-128.

- [4] WANG, S. H., CHANG, M. H., CHEN T. C. Shelf-life, microbiological profile of chicken wing products following sous vide treatment. *International Journal. Poultry Science*, 2004, 3.5:326-332.
- [5] KAČÁNIOVÁ, M., TERENTJEVA, M., PUCHALSKI, C., PETROVÁ, J., HUTKOVÁ, J., KÁNTOR, A., MELLEN, M., ČUBOŇ, J., HAŠČÍK, P., KLUZ, M., KORDIAKA, R., KUNOVÁ, S. Microbiological quality of chicken thighs meat after four essential oils combination, EDTA and vacuum packing. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2016, 10.1:107-113.
- [6] Kozačinski, L., Hadžiosmanović, M., Zdolec, N. *Microbiological quality of poultry meat on the Croatian market*. Veterinarski Arhiv, 2006, 76:305-313.
- [7] HOFFMANN, S., MACULLOCH, B. BATZ, M. *Economic burden of major foodborne illnesses acquired in the United States*, EIB-140, Vol. 140, U.S. Department of Agriculture, Economic Research Service 2015, p. 59.
- [8] ALSHEIKH A. D. I. MOHAMMED G. E. ABDALLA M. A. AND BAKHIET A. O. (2014). First Isolation and identification of *L. monocytogenes* isolated from frozen and shock frozen dressed broiler chicken in Sudan. *British Microbiology Research Journal*, 2014, 4.1:28-38.
- [9] BOUAYAD, L., HAMDİ, T. M., NAIM, M., LECLERCQ, A., LECUIT M. Prevalence of *Listeria spp.* and molecular characterization of *Listeria monocytogenes* isolates from broilers at the abattoir. *Foodborne Pathogens and Disease*, 2015, 12.7:611-616.
- [10] BRIZIO A. P. D. R., PRENTICE, C. Chilled broiler carcasses: A study on the prevalence of *Salmonella*, *Listeria* and *Campylobacter*. *International Journal of Food Research and Technology*, 2015, 22.1:55-58.
- [11] BAKKALI, F., AVERBECK, S., AVERBECK, D., IDAOMAR, M. Biological effects of essential oils –A review. *Food Chemical Toxicology*, 2008, 46:446-475.
- [12] BURT, S. Essential oils: their antibacterial properties, potential applications in foods –a review. *International Journal of Food Microbiology*, 2004, 94:223-253.
- [13] HOLLEY, R. A., PATEL, D. Improvement in shelf-life, safety of perishable foods by plant essential oils, smoke antimicrobials. *Food Microbiology*, 2005, 4:273-292.
- [14] IVANIŠOVÁ, E., FRANČÁKOVÁ, H., DRÁB, Š., BENČOVÁ S. *Elderberry as important source of antioxidant, biologically active compounds*. Proceedings International Scientific, Professional Conference 15th Ružička Days, Today Science Tomorrow Industry, Vukovar, Croatia, 2015a.
- [15] IVANIŠOVÁ, E., FRANČÁKOVÁ, H., RITSCHLOVÁ, P., DRÁB, Š., SOLGAJOVÁ, M., TOKÁR, M. Biological activity of apple juice enriched by herbal extracts. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2015b, 4. special issue 3:69-73.
- [16] IVANIŠOVÁ, E., TOKÁR, M., MOCKO, K., MENDELOVÁ, A., BOJŇANSKÁ, T., MAREČEK, J. Antioxidant activity of selected plant products. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2013, 2. special issue 1:1692-1703.
- [17] ZARE-SHEHNEH. Biological activities of a new antimicrobial peptide from *Coriandrum sativum*. *Int J Biosci.* 2014, 4.6:89-99.
- [18] LARIBI. Coriander (*Coriandrum sativum* L.) and its bioactive constituents. *Fitoterapia*. 2015, 103:9-26
- [19] ATASEVER, M., KELES, A., GUNER, A., TEKINSEN, K. Salam üretiminde tavuk ve hindi eti kullanımı. *Eurasian Journal of Veterian Science*, 2000, 16.2:103-110.
- [20] ÇOLAK, H., UĞURLUAY, G., NAZLI, B., BİNGÖL, E. B. The effect of humidity absorbing filters used as packing material on the shelf life of turkey meat. *İstanbul Üniversitesi Veterinerlik Fakültesi Dergisi*, 2011, 37.2:107-116.

- [21] BALDWIN, D. E. *Sous vide cooking: a review*. International Journal of Gastronomy and Food Science, 2011, 1:15-30.
- [22] WANG, S. H., CHANG, M. H., CHEN T. C. Shelf-life and microbiological profiler of chicken wing products following Sous Vide treatment. *International Journal of Poultry Science*, 2004, 3:326-332.
- [23] DIAZ, P., NIETO, G., GARRIDO, M. D., BANON, S. Microbial, physical-chemical and sensory spoilage during the refrigerated storage of cooked pork loin processed by the sous vide method. *Meat Science*, 2008, 80.2:287-292.
- [24] MOL, S., ÖZTURAN, S., COSANSU, S. Determination of the quality and shelf life of sous vide packaged bonito (Sarda sarda, bloch, 1793) stored at 4 and 12°C. *Journal of Food Quality*, 2012, 35:137–143.
- [25] SINGH, C. B., KUMARI, N., SENAPATI, S. R., LEKSHMI, M., NAGALAKSHMI, K., BALANGE, A., K., CHOUKSEY, M. K., VENKATESHWARLU, G., MARTIN XAVIER, K. A. Sous vide processed ready-to-cook seerfish steaks: Process optimization by response surface methodology and its quality evaluation. *LWT - Food Science and Technology*, 2016, 74:62-69.
- [26] HANSEN, T. B., KOCHER, S., JUNCHER, D., BERTELSEN, G. Storage characteristics of sous vide cooked roast beef. *Journal Food Science Technology*, 1995, 30:365-378.
- [27] NYATI, H. An evaluation of the effect of storage and processing temperatures on the microbiological status of sous vide extended shelf-life products. *Food Control*, 2000, 11: 471-476.
- [28] AKOĞLU, I., BIYIKLI, M., AKOĞLU, A., KURHAN Ş. Determination of the Quality and Shelf Life of Sous Vide Cooked Turkey Cutlet Stored at 4 and 12°C. *Revista Brasileira de Ciência Avícola*, 2018, 20.1:1-8.
- [29] FARAG, R., DAW, Z., HEWEDI, F., EL-BAROTY, G. Antimicrobial Activity of Some Egyptian Spice Essential Oils. *Journal of Food Protection*, 1989, 52.9:665-667.
- [30] OUSSALAH, M., CAILLET, S., SAUCIER, L., LACROIX, M. *Antimicrobial effects of selected plant essential oils on the growth of a Pseudomonas putida strain isolated from meat*. Meat Science, 2006, 73.2:236-244.
- [31] CHANWITHEESUK, A., TEERAWUTGULRAG, A., WONGCHANAPIBOON, T., KILBURN, J., RAKARIYATHAM, N. *Antimicrobial Activity of Anise (Pimpinella anisum L.) Seed Extracts*. Chiang Mai Journal of Science, 2005, 32:1,53-59.
- [32] BETTS, G. D., GAZE, J. E. Growth and heat resistance of psychrotrophic Clostridium botulinum in relation to "sous vide" products. *Food Control*, 6.1:57-63.
- [33] KAHRAMAN, T., ISSA, G., BINGOL, E. B., KAHRAMAN, B. B., DUMEN, E. Effect of rosemary essential oil and modified-atmosphere packaging (MAP) on meat quality and survival of pathogens in poultry fillets. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2015, 46.2:591–599.
- [34] SOUSA, P., OLIVEIRA, A., FIGUEIREDO, C., SOUZA L. Influence of Carvacrol and 1,8-Cineole on Cell Viability, Membrane Integrity, and Morphology of Aeromonas hydrophila Cultivated in a Vegetable-Based Broth. *Journal of Food Protection*, 2015, 78.2:424-429.
- [35] KUNOVÁ, S., ZELENÁKOVÁ, L., LOPAŠOVSKÝ, Ľ., MELLEN, M., ČAPLA, J., ZAJÁC, P., KAČÁNIOVÁ M. Microbiological quality of chicken breast meat after application of thyme and caraway essential oils. *Potravinárstvo Slovak Journal of Food Sciences*, 2017, 11.1:167-174.
- [36] KAČÁNIOVÁ, M., MELLEN, M., VUKOVIC, N. L., KLUZ, M., PUCHALSKI, C., HAŠČÍK, P., KUNOVÁ, S. Combined Effect of Vacuum Packaging, Fennel and Savory Essential Oil Treatment on the Quality of Chicken Thighs. *Microorganisms*, 2019, 7.5:134.

Kontaktné údaje:

prof. Ing. Miroslava Kačániová, PhD., Ústav záhradníctva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, miroslava.kacaniova@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4460-0222>

doc. Ing. Simona Kunová, PhD., Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, simona.kunova@uniag.sk. ORCID: 0000-0003-2240-1756

prof. Ing. Peter Haščík, PhD., Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, peter.hascik@uniag.sk. ORCID: 0000-0002-3402-5658.

Ing. Lucia Galovičová, Ústav záhradníctva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, l.galovicova95@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1203-4115>

Ing. Natália Čmiková, Ústav záhradníctva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovensko, natalia.cmikova@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4419-0590>.

Přijato: 10. 6. 2022

Recenzováno: 20. 6. 2022

Akceptováno: 30. 6. 2022

TUKY AKO ESENCIÁLNE MAKRONUTRIENTY

FATS, THE ESSENTIAL MACRONUTRIENTS

*Nikoleta Šimonová, Anna Kalafová, Peter Herc, Juraj Čuboň, Peter Haščík,
Marek Bobko, Andrea Mesárošová, Matej Čech, Lukáš Jurčaga*

Abstrakt:

Odporúčaný príjem tukov, ako jedného z esenciálnych makronutrientov, je stanovený z celkového denného energetického príjmu na 15–35 %. Okrem kvantity prijímaných tukov je veľmi dôležitá ich kvalita, ktorá momentálne nie je optimálna a preto je často spájaná s globálne zvýšenou incidenciou srdcovo-cievnych ochorení, so vznikom a rozvojom kolorektálneho karcinómu, kedy v strave dlhodobo prevláda konzumácia nasýtených mastných kyselín, spolu so zlou životosprávou a obezitou. Správna kompozícia nášho stravovania a zachovanie vhodného pomeru medzi omega 3:6 mastnými kyselinami hrá zásadnú úlohu pri udržiavaní zdravia z dlhodobého hľadiska. Tuky majú množstvo nezastupiteľných funkcií v našom organizme a nároky na ich množstvo je závislé od mnohých faktorov, ako pohlavie, telesná hmotnosť apod. Tuky predstavujú v našom tele prakticky neobmedzený rezervoár energie, ktorá je uložená v tukových zásobách, v adipocytoch. Nedostatočný príjem tukov môže vyústiť do malnutrície a následného katabolizmu. Nadmerný príjem tuku spolu s nesprávnou kompozíciou tukov, vzhľadom k nárokom organizmu, sa ukladá do tukových zásob, kedy progresívne môže vzniknúť nad hmotnosť a obezita, s ktorou sú spojené mnohé komorbidity ako diabetes 2. typu, zvýšené riziko vzniku srdcovo-cievnych ochorení, zhoršené parametre lipoproteínov v sére, predovšetkým LDL cholesterolu. Dôležité je racionálne kombinovanie živočíšnych a rastlinných zdrojov tukov v adekvátnych množstvách. Takýmto prístupom telu zabezpečíme príjem všetkých stavebných a ochranných látok a jeho optimálnu funkciu.

Kľúčové slová: výživa, lipidy, tuky, zdravie

Abstract:

The recommended fat intake, as one of the essential macronutrients, is set at 15 - 35% of daily energy consumption. In addition to the amount of fats ingested, their quality is very important, which is currently not optimal and is therefore often associated with a globally increased incidence of cardiovascular disease, so the emergence and development of colorectal cancer, when dietary consumption of saturated fatty acids predominates in the diet, along with poor lifestyle and obesity. The right composition of our diet and maintaining a suitable ratio between omega 3: 6 fatty acids play a crucial role in maintaining health in the long run. Fats have a number of irreplaceable functions in our body and the demand on their amount depends on many factors, such as gender, body weight etc. Fats represent a practically

unlimited reserve of energy in our body, which is stored in fat stores, in adipocytes. Insufficient fat intake can result in malnutrition and subsequent catabolism. Excessive fat intake together with incorrect composition of fatty acids, due to the body's demands, is stored in fat stores, where overweight and obesity can progressively occur, which is associated with many comorbidities such as type 2 diabetes, high risk of cardiovascular disease, worsened parameters serum lipoproteins, especially LDL cholesterol. It is important to rationally combine animal and plant fat sources in adequate amounts. With this approach to the body, we ensure the intake of all building and protective substances and its optimal function.

Key words: nutrition, lipids, fat, health

Základná charakteristika tukov

Tuky patria do širšej rodiny lipidov. Presná definícia lipidov má viacero podôb. Lipidy sú skupiny produktov vrátane mastných kyselín a ich derivátov, steroidov, terpénov, karotenoidov, žľových kyselín, ktoré majú spoločnú vlastnosť rozpustnosti v organických rozpúšťadlách, ako dietyléter, hexán, benzén, chloroform, alebo metanol (**Christie, 1982**). K lipidom sa zaraďujú aj neprchavé lipofilné látky (lipoidy), ktoré sprevádzajú rôzne lipidy. Patria sem najmä uhľovodíky (nasýtené, nenasýtené), ktoré sú prekursorom steroidov, triterpénové alkoholy, lipofilné vitamíny (A, D, E, K), prírodné farbivá karotenoidy, steroly, ako napríklad brassikasterol, tvorený kapustou repkovou (**Chlebo et al., 2020**). Spoločnou vlastnosťou lipidov je, že sa vzájomne odpudzujú s vodou. Najdôležitejšou stavebnou jednotkou všetkých lipidov sú mastné kyseliny (MK), ktoré sa od seba líšia dĺžkou a charakterom uhľovodíkového reťazca, od ktorého sa odvíja ich vhodné technologické spracovanie a využitie, ich vplyv na ľudský organizmus (**Sekretár, 2020**).

Tuk v ľudskom tele všeobecne môžeme rozdeliť do nasledujúcich skupín.

1. Tuk zásobný, ktorý tvorí (nevyčerpatelnú) najväčšiu energetickú rezervu. Okrem energetickej funkcie má aj funkciu termoregulačnú. Preto, často ľudia, ktorí majú nízky celkový obsah tuku v tele bývajú náchylní a citliví na chlad.
2. Tuk štrukturálny, ktorý tvorí bunkové membrány a tiež tuk, ktorý je podstatou myelinizovaných pošiev nervových vlákien.
3. Steroidné látky - hormóny ako testosterón, estrogén, ktoré majú základ v cholesterole.
4. Cholesterol je nevyhnutný pre fungovanie organizmu, jeho hladina by sa mala v krvnom sére pohybovať 3,7 – 5,2 mmol/l-1.
5. Eikosanoidy – signálne molekuly odvodené od kyseliny arachidónovej, tvoria sa z nej napr. prostaglandíny, prostacyklíny, leukotrény, tromboxány, ktoré sú nevyhnutné pre zabezpečenie systémovej kontroly vnútorného prostredia organizmu.
6. Kožný maz má lipoidný charakter.
7. Mliečna žľaza pre produkciu materského mlieka, ktoré obsahuje 2–4 % tuku. Pre kojencov tým predstavuje výdatný zdroj energie a stavebný materiál.
8. Z glycerolu sa pomocou glukoneogenézy syntetizuje glukóza (**Sekretár, 2020; Akoh, 2017; Kasper, 2015**).

Tuky, majú energetickú hodnotu v priemere 38 kJ.g⁻¹ (9 kcal/1 g⁻¹), teda predstavujú najdôležitejšiu energetickú rezervu v ľudskom organizme. Tiež majú dôležitú funkciu ako zložky bunkových membrán a ako výstupné látky pri syntéze eikozanoidov a iných biologicky

účinných zlúčenín. Všetky biologické vlastnosti triacylglycerolov (TAG) vrátane trávenia a resorpcie sú závislé na typoch mastných kyselín v ich molekule. Faktory určujúce fyzikálne, fyziologické a biochemické vlastnosti TAG sú:

1. dĺžka reťazca príslušných MK,
2. počet a lokalizácia dvojitého väzby,
3. sterická konfigurácia,
4. pozícia zvyškov MK v molekule TAG (**Kasper, 2015; Akoh, 2017; Lawrence, 2010**).

Dôležitou vlastnosťou tukov je, že obsahujú vždy párny počet uhlíkov v reťazci mastných kyselín. Podľa stupňa nasýtenosti rozdeľujeme mastné kyseliny na nasýtené, ktoré majú jednoduché väzby medzi uhlíkmi, najčastejšie majú párny počet uhlíkov, sú veľmi stále, k ich zmenám dochádza až po dlhodobom zahreве pôsobením vysokej teploty a na mastné kyseliny nenasýtené, ktoré sú menej stále a majú medzi uhlíkmi jednu (monoénové) alebo viaceré (polyénové) dvojité väzby. Biologicky najvýznamnejšie polyénové mastné kyseliny majú prvú dvojité väzbu na treťom, resp. šiestom uhlíku, preto sa označujú ako ω -3 (n-3) a ω -6 (n-6) omega mastné kyseliny. Kyselina olejová (C 18:1) je najviac zastúpenou kyselinou v strave z n-6 nenasýtených mastných kyselín. Ďalej sú to kyselina linolová LA (C 18:2) a kyselina arachidonová AA (C 20:4). Zo skupiny omega-3 mastných kyselín majú dôležitú úlohu C 18:2 kyselina α -linolenová ALA, C 20:5 kyselina eikosapentaenová EPA, C 22:6 kyselina dokosaheptaenová DHA (**Kasper, 2015; Wiktorowska-Owczarek et al., 2015**).

Nenasýtené mastné kyseliny majú vo všeobecnosti bod topenia výrazne nižší ako nasýtené mastné kyseliny a preto sú veľmi reaktívne pri technologických postupoch prípravy jedál a potravín. Dĺžka reťazca a počet nenasýtených väzieb rozhodujú o fyzikálnych vlastnostiach mastných kyselín. Odporúčaná spotreba tukov vo výžive ľudí variuje na základe pohlavia, veku, výšky, hmotnosti, fyzickej aktivity, celkového zdravotného stavu. Pokiaľ je príjem tukov zo stravy vysoký, nad potreby organizmu, nastáva alimentárna hyperlipémia. Lipémia je celková hladina lipidov v krvi. Tieto lipidy sa dostávajú do zásobných orgánov, ako zásobný tuk, alebo sú tkanivovým mokom transportované do bunkových membrán, ako štrukturálne lipidy. Tuky predstavujú nevyčerpatelný zdroj energie, neobmedzenú energetickú rezervu. (**Chlebo et al., 2020; Kasper, 2015**).

Cholesterol je pre mnohé telesné funkcie ako napríklad pre činnosť mozgu absolútne nevyhnutný. Pečeň produkuje denne asi 1800 mg cholesterolu – endogénne, z toho sa dostáva žľazou do čreva a stolice asi 600 mg ako cholesterol a 400 mg zostáva vo forme žľazových kyselín. Zvyšných 800 mg sa dostáva z pečene do krvného obehu, kde cirkuluje vo forme lipoproteínov. Stravou získavame priemerne asi 500–600 mg cholesterolu, z toho asi 50–60 % resorbuje, zvyšok sa spája s cholesterolom z metabolizmu v čreve a odchádza stolicou (**Sekretár, 2020; Kováč, 2020**).

V organizme musí byť v rámci udržania správnych telesných funkcií rovnováha medzi jednotlivými frakciami lipoproteínov

- HDL - High Density Lipoproteins–Lipoproteín s vysokou hustotou.
- LDL - Low Density Lipoproteins Lipoproteín s nízkou hustotou

Lipoproteíny s vysokou hustotou vystielajú vnútorné steny tepien a tvoria tak ochrannú vrstvu. Pomáhajú rozpúšťať prípadné tukové usadeniny práve na stenách tepien. Naopak lipoproteíny s nízkou hustotou tieto nánosy spôsobujú a ich vysoké množstvo v tele spôsobuje zvýšenú incidenciu vzniku srdcovocievnych ochorení. Hodnoty LDL cholesterolu sa dajú efektívne znížiť zmenou životosprávy. Vysoký obsah cholesterolu (celkového) obsahujú živočíšne produkty ako vajecné žĺtky, vnútornosti, bravčová masť, mäso, ale aj mliečne

výrobky ako maslo, smotana, syry. Rastlinné produkty ako strukoviny, zelenina cholesterol neobsahujú. Hladina cholesterolu s vekom jedincov stúpa. V súčasnosti sa odporúča znížiť denné množstvo prijímaného exogénneho cholesterolu na 300 mg, zatiaľ čo príjem momentálne je dvojnásobný. Vysoká hladina nepriaznivo pôsobí na organizmus rozvojom srdcovo-cievnych ochorení, s ktorými sa spája vysoká konzumácia nasýtených mastných kyselín. Naopak priaznivo pôsobia polynenasýtené esenciálne mastné kyseliny (**Sekretár, 2020**). Svetová zdravotnícka organizácia odporúča príjem cholesterolu znížiť na menej ako 300 mg denne. Práve s rozvojom srdcovo-cievnych ochorení sa najviac spájajú trans mastné kyseliny, ktorých sa ale našťastie produkcia v komerčných produktoch radikálne znížila. Trans izoméry mastných kyselín vznikajú jednak činnosťou mikroflóry tráviaceho traktu prežuvavcov (ktoré ale zo zdravotného hľadiska nepredstavujú riziko), ale predovšetkým komerčne pri zahreве cis mastných kyselín na vysoké teploty a predovšetkým ako vedľajší produkt pri stužovaní olejov metódou parciálnej katalytickej hydrogenácie (**Dlouhý, 2020; Pokorný, 2004**).

Odporúčaný príjem a kompozícia tukov v strave

Zabezpečenie dostatočného príjmu tukov je nevyhnutné pre život. Pri celkovej konzumácii tuku dosahujúcej až 15-35 % celkovej energie dodanej potravou sa odporúča, aby nasýtené mastné kyseliny tvorili 1/3 z tohto pomeru tukov a teda menej ako 10 % z celkovej energie zo stravy (**Elmadfa, Kornsteiner, 2009**). Takéto zastúpenie deklarujú aj odborníci zo Svetovej zdravotníckej organizácie a Svetovej organizácie výživy a poľnohospodárstva (WHO, FAO). U kojencov je tento príjem ale vyšší a to 40–60 %, toto množstvo je ale zabezpečené materským mliekom, ktoré je bohaté práve aj na tuky (**IOM, 2002 / 2005; Uauy, Dangour, 2009**).

Vysoký príjem nasýtených mastných kyselín v kompozícii stravy je spájaný so zvýšením LDL cholesterolu, so zvýšeným rizikom vzniku a rozvoju srdcovo-cievnych ochorení, k zvýšenej akumulácii ektopického tuku, k zvýšenej incidencii obezity a s tým spájané dysfunkcie a komorbidity (**Savard et al., 2013**). Polynenasýtené mastné kyseliny by mali tvoriť 6-10 % z celkového množstva energie prijatej z tukov v strave a zostatok pripadá na mononenasýtené mastné kyseliny. Pomer ω -6 : ω -3 by mal dosahovať 3 : 1 (**Simopoulos, 2007**). Momentálne je obrovský nepomer v prospech omega 6 MK, a to cca 10 (12) : 1 (**Simopoulos, 2001**). Odporúča sa aj do rôznych potravinových zdrojov n-6 mastných kyselín, napríklad do rôznych omáčok, pridávať aj zdroje n-3 mastných kyselín, napríklad ľanový olej, aby sa tým upravil pomer n-3 : 6, ktorý má potenciál v expresii pro-zápalových markérov, ako uvádza vo svojom výskume (**Collie et al. 2021**). Mediteriánska strava je svojou kompozíciou práve vhodná, čo sa týka pomeru n-3 : 6 : 9 mastných kyselín a tým je aj z pohľadu zdravotných benefitov srdcovo-cievneho systému (**Renauld et al. (1995); Lorigeril, Salen, 2006**).

Kyselina linolová (n-6) by mala tvoriť 5-8 % z príjmu tukov, kyselina alfa-linolénová (n-3) 1-2 %. Pri nedostatku týchto nenasýtených mastných kyselín dochádza k poruchám rastu, vývoja, nervovej činnosti, imunitného systému. Za minimálnu dennú dávku príjmu pokladáme pri kyseline linolovej hodnotu 4-8 g / denne, pri kyseline linolénovej 2 g / denne. Premena kyseliny alfa linolénovej na biologicky účinné mastné kyseliny s dlhým reťazcom, kyselina eikosapentaénová (EPA) a dokosahexaénová (DHA) dosahuje iba okolo 10 %, čo je nepatrné množstvo. Omega 3 mastné kyseliny sú obzvlášť potrebné pre organizmus v rámci prevencie pred srdcovo-cievnyimi ochoreniami a je nevyhnutná ich dostatočná koncentrácia v tele.

Adekvátne množstvo dosiahneme konzumáciou tučných morských rýb 2–3 krát za týždeň, alebo 30 – 40 g denne. Najviac kyseliny EPA obsahuje makrela a to na 16 g.100g⁻¹ tejto mastnej kyseliny. Po nej tuniak (1,2 g) a losos (0,8 g). Aj morské riasy sú bohaté na mastné kyseliny EPA a DHA. Veľmi dôležitý faktor na obsah týchto mastných kyselín v mäse rýb je aj spôsob ich chovu. Pokiaľ sú ryby chované na farmách bez prísunu rias a v umelom prostredí, obsah omega 3 mastných kyselín bude v mäse nižší. Taktiež aj v porovnaní vajec u sliepok, ktoré majú k dispozícii výbeh, slnečné žiarenie a prípadne aj kŕmenie s prídavkom omega 3 mastných kyselín (MK). V tomto prípade sa obsah omega 3 MK v žĺtku pohybuje na hodnote viac ako 1700 mg, v prípade že, pokiaľ sliepka nemá dostatočný výbeh a stravu iba okolo 175 mg.100 g⁻¹ (Sekretár, 2020; Paveleková *et al.*, 2006; Aranceta - Pérez-Rodrigo, 2012; Meyers *et al.*, 2006).

Tabuľka 1: Odporúčané denné výživové dávky pre dojčatá a deti (Kajaba et al., 2015)

Výživový faktor		Dojčatá		Deti		Deti školského veku		
		Vek-mesiace		Vek-roky		Vek-roky		
		0-6	7-12	1-3	4-6	7-10	11-14	
							Chlapci	Dievčatá
Energia	kcal.kg ⁻¹	95	90	90	80	72	60	55
	kJ.deň ⁻¹	2300	3100	5000	6900	8800	10700	10300
	kcal.deň ⁻¹	550	750	1200	1650	2100	2550	2450
Bielkoviny	g	12	16	25	35	53	64	62
Úroveň telesnej aktivity	PAL	1,4	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
Tuky	g	29	36	48	63	78	87	82
K.linolová	g	2,5	3	3,4	4,6	5,9	7,2	6,9
K. alfa-linolénová	g	0,3	0,4	0,4	0,7	1	1,3	1,3
K. dokozahehexaénová	mg	100	100	250	250	250	250	250
PMK n-3	g	0,4	0,5	0,7	1	1,3	1,6	1,6
Cholesterol	mg	270	250	250	250	300	300	300
Sacharidy	g	60	91	167	236	297	378	367
Vápnik	mg	300	400	600	700	900	1200	1300
Železo	mg	7	10	8	9	10	12	16
Vitamín A	µg	250	250	250	300	400	600	600
Vitamín B1	mg	0,3	0,4	0,6	0,8	1	1,3	1,2
Vitamín B2	mg	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,5	1,3

Vitamín C	mg	50	55	60	70	80	90	100
Vitamín E	mg	4	5	6	8	10	13	14

Koncentrácia DHA v materskom mlieku má lineárnu závislosť od koncentrácie DHA v tele matky a v gravidite sa u matky dopyt po týchto nenasýtených mastných kyselinách zvyšuje (**Gebauer et al., 2006**). V období dojčenia je veľmi dôležitý príjem nenasýtených mastných kyselín v správnych pomeroch (**Brenna, Lapillonne, 2009**). Je veľmi dôležitý aj dostatočný príjem kyseliny arachidónovej (n-6), z ktorej sa syntetizujú eikosanoidy. Zdroje tejto kyseliny sú predovšetkým živočíšneho pôvodu, ako vajcia, mäso, mliečne výrobky, no napríklad u vegánov, kedy je práve týchto zdrojov nedostatok (**Šimonová, 2018**), sa dokáže kyselina linolová konvertovať na kyselinu arachidónovú (**Tallima, Ridi, 2017; Komprda et al., 2005; Satokar et al., 2020**).

Trans mastné kyseliny vznikajú v malom množstve v bachore prežúvavcov, ale tiež pri chemickom spracovávaní tukov. Z tohto dôvodu sa malé množstvo trans nenasýtenej mastnej kyseliny vakcénovej vyskytuje v mliečnych žľazách, no nemá účinky na tukový metabolizmus ako kyselina elaidová. Trans mastné tuky sa v určitom množstve vyskytujú aj v arašidovej pomazánke (Nugeta). Trans mastné kyseliny zvyšujú riziko vzniku ochorení koronárnych ciev 2,5 – 10 násobne. Mali by tvoriť menej ako 1 % z príjmu tukov (**Kasper, 2015; Sekretar, 2020; Zhou, 1997**).

Tabuľka 2: Odporúčané denné výživové dávky pre adolescentov (Kajaba et al., 2015)

Výživový faktor		Dospievajúci chlapci		Dospievajúce dievčatá	
		Vek-roky		Vek-roky	
		15-18		15-18	
		Študenti	Zvýš. fyz. aktivita	Študenti	Zvýš. fyz. aktivita
Energia	kcal.kg ⁻¹	50	58	42	53
	kJ.deň ⁻¹	12600	15500	10000	12100
	kcal.deň ⁻¹	3000	3700	2400	2900
Bielkoviny	g	75	90	60	70
Úroveň telesnej aktivity	PAL	1,7	2,1	1,65	2
Tuky	g	100	125	82	97
K. linolová	g	8,7	10,4	6,8	8,2
K. alfa-linolénová	g	1,7	1,9	1,2	1,6
K. dokozahehexaénová	mg	250	250	250	250
PMK n-3	g	2	2,2	1,5	1,9
Cholesterol	mg	300	300	300	300

Sacharidy	g	450	554	354	437
Vápnik	mg	1300	1500	1200	1400
Železo	mg	12	15	15	18
Vitamín A	µg	750	900	650	800
Vitamín B1	mg	1,3	1,5	1,1	1,3
Vitamín B2	mg	1,5	1,7	1,2	1,5
Vitamín C	mg	100	130	90	120
Vitamín E	mg	15	18	14	17

Trávenie tukov

Aby naše telo dokázalo využiť tuky z potravy, musia byť adekvátne spracované. Na toto nám slúži náš tráviaci systém, ktorý pozostáva z viacerých orgánov, ktoré majú mnohé funkcie. Fyziológia tráviaceho systému je komplexná a zahŕňa procesy príjmu, spracovania (trávenia) a vstrebávania látok z potravy a tie sú fundamentálne pre zabezpečenie všetkých nárokov nášho organizmu. Tráviaci systém má schopnosť prijatú potravu spracovávať mechanicky už v ústach pomocou žuvania, prehĺtania a pod mechanickým trávením patria aj pohyby čriev, ktoré zabezpečujú kontinuálne posúvanie na tráveniny. Potrava sa spracováva ďalej aj chemicky pomocou slín, tráviacich štiav a žlče, kde dochádza aj vďaka enzýmom k rozbúravaniu veľkých makromolekúl, ktoré prijímame zo stravy na malé, ktoré prechádzajú cez sliznicu čreva ďalej do systému a telo ich adekvátne metabolizuje a využíva. Tráviaci trakt má taktiež obrovský význam pri ochrane organizmu pred infekciou, či účinkom toxických látok (**Čalkovská et al., 2010**).

Kedže ľudský organizmus nie je schopný všetky látky prijímané potravou využiť, musia byť rozložené špecifickými enzýmami v procese trávenia na jednoduchšie, aby bol zabezpečený ich prestup črevnou sliznicou do krvného riečišťa a lymfatického obehu a môžu byť dopravené k jednotlivým orgánom, tkanivám, bunkám. Približne 95 % z celkového príjmu tukov v potrave tvoria triacylglyceroly 90 %, zvyšných 5 % tukovej potravy tvorí cholesterol, fosfolipidy, vitamíny a ďalšie látky rozpustné v tukoch, ako aj malý podiel triacylglycerolov so stredne dlhými masťnými kyselinami (**Kasper, 2015; Wildman a Medeiros, 2018**).

Faktom je, že tuky musia byť v procese trávenia emulgifikované žľčovými kyselinami v tenkom čreve, aby mohli byť trávené. Prvé štiepenie tukov prebieha v žalúdku pôsobením žalúdočnej lipázy, ktorá dokáže rozkladať emulgovaný tuk mlieka a smotany. Hlavné trávenie tukov ale nastáva v tenkom čreve, v dvanástniku, kde sa obsah na tráveniny premiešava s pankreatickou šťavou a so žľoch. Neutrálny tuk je po tomto procese vo forme malých kvapôčok <1 µm vstrebávaný cez sliznicu tenkého čreva (**Čalkovská a kol., 2010**). Výsledkom trávenia tukov sú voľné masťné kyseliny, monoacylglycerol a glycerol. Glycerol, spolu s masťnými kyselinami sa rýchlo vstrebáva do vrátnicového krvného obehu. Vo vode ťažko rozpustné produkty hydrolýzy lipidov (vyššie MK, TAG) sa stávajú ľahšie rozpustnými takým spôsobom, že spolu so soľami žľčových kyselín vytvárajú micely, usporiadané podobne ako kvapôčky tukovej emulzie, 3 – 10 nm. Obsahujú vo svojej štruktúre taktiež cholesterol a lecitín. V micely sú tukové zložky usporiadané tak, že hydrofóbne molekuly sú vo vnútri micely a hydrofilné sú na jej povrchu. Žľčové kyseliny s výraznými hydrofilnými vlastnosťami, umiestnené na povrchu micely,

pôsobia ako emulgátory. Prostredníctvom micíel sa hydrolyzované lipidy prenášajú na povrch črevnej sliznice, ktorá z nich vytvára fragmenty hydrolýzy. Cholesterol a mastné kyseliny z micíel vstupujú do buniek sliznice (enterocytov) pasívnou difúziou a ďalší osud závisí od ich veľkosti. Mastné kyseliny, ktoré obsahujú menej než 10–12 atómov uhlíka prechádzajú z buniek sliznice priamo do portálnej krvi, kde sú prenášané ako voľné mastné kyseliny. Mastné kyseliny z dlhým reťazcom, monoacylglyceroly a diacylglyceroly sú reesterifikované na triacylglyceroly a vznikajú tukové útvary veľké 80–100 μm – chylomikróny, ktoré sa skladajú z 86 % TAG, 9 % fosfolipidov, 3 % cholesterolu, 2 % bielkovín. Na bazolaterálnom povrchu enterocytov sú chylomikróny vylučované exocytózou do lymfy. Takmer všetky lipidy sú vstrebávané v lačníku (jejunum – stredný úsek čreva) (Kováčik *et al.*, 2015; Kasper, 2015; Sekretár, 2020).

Metabolizmus tukov

Metabolizmus je komplex energetických a chemických premien, ktoré po prijatí potravy prebiehajú v tele. Látky, ktoré majú energetickú hodnotu sa počas metabolizmu rozkladajú a uvoľňujú energiu (katabolizmus), no taktiež sa využívajú na výstavbu nových štruktúr a tiež aj regulačných látok (hormóny, enzýmy) (anabolizmus) (Čalkovská *et al.*, 2010). Rozhodujúci význam pre energetické rezervy pripadajú na depotný tuk. Triglyceridy syntetizované v pečeni sa viažu na lipoproteíny a prestupujú do krvného riečišťa, zatiaľ čo tuky vytvorené v tukovom tkanive sa uskladňujú ako depotný tuk v adipocytoch. Tieto zásoby sú tvorené procesom lipogenézy, ktorá prebieha kontinuálne, pretože sa všetky štruktúry, ktoré obsahujú tuk neustále obnovujú. Účinkom lipázy v tukovom tkanive sa deponovaný tuk môže hydrolyzovať a opäť poskytnúť svoju energetickú hodnotu. Lipolýza účinkom lipázy je aktivovaná radou hormónov. Zvyšuje ju adrenalin, noradrenalin, glukagón, somatotropný hormón. Mastné kyseliny uvoľnené lipolýzou prestupujú do krvi a transportujú sa naviazané na albumín. Uložený tuk podlieha neustále procesom syntézy a dekompozície, u zdravého človeka je dynamická rovnováha medzi lipolýzou a lipogenézou. (Kasper, 2015, Chleba *et al.*, 2020)

Zdroje tuku

Obsah tuku v jednotlivých zdrojoch značne variuje podľa toho, o aký zdroj tuku ide. Všeobecne živočíšne zdroje sú bohatšími zdrojmi tuku ako rastlinné. Zdroje sa okrem kvantity tuku líšia aj od ich kvality. Obsah tuku v hydínovom mäse závisí najmä od druhovej príslušnosti hydiny, tiež od veku, spôsobu výživy a ďalších faktorov (Čuboň *et al.*, 2020).

Priemerná porcia mäsa hydiny (130 g), obsahuje približne 7,8 g tuku, v porovnaní s 130 g porciou mäsa hovädzieho, ktoré obsahuje 22,1 g tuku, a to isté množstvo bravčového mäsa obsahuje 28,2 g tuku. Lipidy mäsa sa skladajú predovšetkým z triglycerolov a fosfolipidov. Triglyceroly sú zásobovacie lipidy tvorené 3 mastnými kyselinami esterifikovanými glycerolom a sú bohaté na nasýtené mastné kyseliny, zatiaľ čo fosfolipidy sú funkčné lipidy prevládajúce v bunkových membránach a obsahujú viac polynenasýtených mastných kyselín (Jaturasitha *et al.*, 2016). V strave si okrem evidentných zdrojov tukov ako maslo, oleje treba dávať pozor aj na tuky skryté, ktoré sú obsiahnuté vo vysokom množstve napríklad v sušienkach, chipsoch a iných priemyselne spracovaných výrobkoch, vo výrobkoch convenience, ktoré prešli určitým stupňom spracovania, ako aj odporúča autorita Svetová zdravotnícka organizácia.

V mäse a tkanivách prevládajú z nasýtených mastných kyselín kyselina palmitová a steárová, z nenasýtených mastných kyselín prevládajú kyselina olejová, arachidonová, alfa-linolenová, linolová. Lipidy v tukových bunkách prispievajú k chuti a šťavnatosti mäsa. Hydínové mäso,

hlavne mäso vodnej hydiny je bohaté na polynenasýtené mastné kyseliny (**Genchev et al., 2008**).

Z hľadiska obsahu n-3 PUFA je z rastlinných olejov najhodnotnejší olej ľanový, tento olej by sa mal používať pri studenej kuchyni, pretože práve obsah n-3 z neho tvorí olej, ktorý má nízky bod zadymenia a preto nie je vhodný na tepelnú úpravu (**Sekretár, 2020**). Naopak olej, ktorý má vhodný pomer n-3:n-6 je olej repkový (rafinovaný) ktorý je aj stabilný aj pri vyšších teplotách a preto sa jeho využitie pri technologickom postupe tepelnej prípravy jedál odporúča (**Takeoka, 1997**). Na tepelné spracovanie je vhodný aj olej olivový, ktorý obsahuje kyselinu olejovú z radu MUFA (mononenasýtené mastné kyseliny), ktoré sú vhodné na tepelné spracovanie a taktiež zdraviu prospešné. Používať na tepelnú úpravu sa odporúča olivový olej, ktorý prešiel procesom rafinácie. Na fritovanie sa ale odporúčajú vysoko záťažové oleje, často kombinácie slnečnicového a repkového oleja, aby sa čo najviac obmedzila produkcia oxidačných, toxických a karcinogénnych produktov pri tomto spracovaní, kedy vznikajú aj látky, ktoré znižujú senzorickú kvalitu (**Gertz et al., 2000**).

Na základe výskumov a publikácií z posledných rokov sa utvrdzuje názor, že nahrádzanie nasýtených tukov, ktorých máme momentálne v našej strave nepomer a nadbytok za nenasýtené kyseliny z radu MUFA majú pozitívny vplyv na zdravie kardiovaskulárneho systému a tým môžu byť súčasťou prevencie pred vznikom a rozvojom srdcovo-cievnych ochorení, (**Jakobsen et al., 2009**).

Spotreba tukov na Slovensku

V roku 2015 spotreba jedlých tukov a olejov spolu na obyvateľa stúpila oproti roku 2014 o 2,4 % a predstavovala hodnotu 21,1 kg. V porovnaní s odporúčanými dávkami potravín (ODP) celková spotreba tukov a olejov spadá do intervalu racionálnej spotreby 19,8 - 23,1 kg. Štruktúra spotreby jednotlivých tukov je nasledovná: rastlinné tuky a oleje predstavujú 64,9 %, maslo a bravčová masť 34,6 %, a ostatné tuky 0,5 % (Štatistický úrad Slovenskej Republiky, 2015).

Tabuľka 3 Vývoj spotreby tukov v kg na obyvateľa za rok v SR (Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2015)

Druh	2011	2012	2013	2014	2015	ODP
Tuky spolu (hmotnosť)	22,1	22,2	22,2	20,6	21,1	22,0
z toho maslo	2,9	3,2	3,0	3,2	3,6	2,8
Bravčová masť	2,9	3,2	3,7	3,9	3,7	3,0
Rastlinné tuky a oleje	16,2	15,7	15,4	13,4	13,7	16,2

PodĎakovanie:

Práca bola vypracovaná s podporou projektu KEGA 027SPU-4/2019 a Dopytovo-orientovaného výskumu pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SiFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Záver

Tuky, ako skupina lipidov, sú esenciálnym makronutrientom, ktorého príjem je nevyhnutný pre správnu funkciu všetkých sústav v organizme človeka. Nie je dôležitá iba kvantita tuku obsiahnutého v strave, ktorého množstvo sa uvádza aj ako percentuálny podiel z celkového denného energetického príjmu 15–30 %, ale je dôležitá aj kvalita konzumovaných tukov. Veľmi dôležitá je kompozícia tukov v strave, nasýtené mastné kyseliny by mali tvoriť z denného príjmu tukov 10 %, nenasýtené mastné kyseliny 6–10 %. Veľmi dôležitý je aj pomer n-6:3 mastným kyselinám, ktorého pomer by mal tvoriť cca 5:1, no momentálne je tento pomer cca 15:1 a preto je globálnym cieľom zlepšenie tohto pomeru práve tým, že sa bude dbať na konzumáciu esenciálnych mastných kyselín z radu n-3 a predovšetkým EPA, DHA kyselín. Taktiež cieľom je aj zníženie konzumácie n-6 mastných kyselín, ktoré majú pro-zápalový charakter, zatiaľ čo n-3 protizápalový a aj mnohé iné významné funkcie v organizme. Zabezpečenie správnej hormonálnej regulácie aj syntézou steroidných hormónov, u ktorých je práve cholesterol prekursorom, je kľúčové. Odporúčaný denný príjem exogénneho cholesterolu by nemal presiahnuť 300 mg denne, zatiaľ čo pečeň je taktiež schopná syntézy endogénneho cholesterolu. Živočíšne zdroje tukov, ako napríklad vaječné žĺtok, maslo, smotana, tučné mäso sú zdrojmi cholesterolu v pomerne vysokej miere, naopak rastlinná strava ako strukoviny, zelenina cholesterol neobsahujú. Práve naopak, rastlinné zdroje majú potenciál znižovať lipoproteíny s nízkou hustotou, ktoré predstavujú pre organizmus riziko pokiaľ sú prítomné vo vysokých množstvách. Aj z tohto dôvodu je dôležitá strava pestrá a vyvážená, ktorá obsahuje aj rastlinné a živočíšne zdroje tukov, ktorých zdravotný význam sa odvíja od charakteru zastúpenia konkrétneho tuku.

POUŽITÁ LITERATÚRA

- AKOH, C. C. (Ed.). (2017). Food lipids: chemistry, nutrition, and biotechnology. CRC press. ISBN 978-1-4987-4485-0
- ARANCETA, J., & PÉREZ-RODRIGO, C. (2012). Recommended dietary reference intakes, nutritional goals and dietary guidelines for fat and fatty acids: A systematic review. *British Journal of Nutrition*, 107(S2), S8-S22. doi:10.1017/S0007114512001444
- BRENNA, J. T., LAPILLONNE, A. (2009). Background paper on fat and fatty acid requirements during pregnancy and lactation. *Annals of nutrition & metabolism*, 55(1/3), 97-122. doi:10.2307/48514094
- CABALLERO, B., ALLEN, L., PRENTICE, A. (2005). Encyclopedia of human nutrition. Elsevier. ISBN 0-12-150110-8
- CHLEBO, P., KERESTEŠ, J. et al. Zdravie a výživa ľudí. Druhé dopl., preprac. a rozšír. vyd. Bratislava: CAD Press, c2020, s. 1428-1939 s., [16] s. fareb. fotogr. príloh. ISBN 978-80-88969-90-7
- CHLEBO, P. – MALÁ, P. – MRÁZOVÁ, J. – CHLEBOVÁ, Z. 2020. Anatómia a fyziológia GITU a fyziológia trávenia. In Chlebo, P. a Keresteš, J. et al. Zdravie a výživa ľudí. Druhé dopl., preprac. a rozšír. vyd. Bratislava: CAD Press, c2020, 180-181 s., fareb. fotogr. príloh. ISBN 978-80-88969-90-7
- CHRISTIE, W. W. Lipid Analysis. Pergamon Press, New York, 1982, p. 1.
- COLLIE, H. - ANDREAE MRS, M. C., & CLARK, W. A. (2021). Omega-3 Fortification of Marinara Sauce. Dostupné na: <https://dc.etsu.edu/asrf/2021/presentations/59/>
- ČUBOŇ, J., HAŠČÍK, P., ELIMAM, I., GARLÍK, J., KAČÁNIOVÁ, M., & MOHAMMED, H. A. (2020). THE INFLUENCE OF BEE POLLEN ON THE MEAT CHEMICAL COMPOSITION FOR BROILER'S

ROSS 308 MUSCLES. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 10(1), 1128-1137.

ČALKOVSKÁ, A. (2010). *Fyziológia človeka: pre nelekárske študijné programy*. Martin: Osveta. ISBN 978-80-8063-344-8

ČUBOŇ, Juraj, Peter HAŠČÍK, Lukáš HLEBA, Rastislav HOLLY, Michaela JURENKOVÁ a Miroslava HLEBOVÁ. *Mäsová úžitkovosť a kvalita mäsa vybraných druhov hrabavej hydiny*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2020. ISBN 978-80-552-2206-6.

ČUBOŇ, Juraj, Peter HAŠČÍK, Miroslava HLEBOVÁ, Lukáš HLEBA a Ondřej BUČKO. *Meat and fat quality of T-class slaughter pigs: Kvalita mäsa a tuku jatočných ošípaných triedy T : scientific monograph*. Český Těšín: Ing. Václav HELÁN - 2 THETA, 2020. ISBN 978-80-88279-04-4.

ČUBOŇ, Juraj, Peter HAŠČÍK, Jana TKÁČOVÁ, Tomáš TÓTH a Petronela CVIKOVÁ. *Kvalita mäsa jahniat plemena cigája a merino: The meat quality of cigaja and merino breed: vedecká monografia*. Český Těšín: 2 Theta, 2018. ISBN 978-80-86380-94-0.

DE LORGERIL M, SALEN P. The Mediterranean diet in secondary prevention of coronary heart disease. *Clin Invest Med*. 2006 Jun;29(3):154-8. PMID: 17058434. Dostupné na: <https://www.researchgate.net/profile/Entesar>

GERTZ, C., KLOSTERMANN, S., & KOCHHAR, S. P. (2000). Testing and comparing oxidative stability of vegetable oils and fats at frying temperature. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102(8-9), 543-551. [https://doi.org/10.1002/1438-9312\(200009\)102:8/9<543::AID-EJLT543>3.0.CO;2-V](https://doi.org/10.1002/1438-9312(200009)102:8/9<543::AID-EJLT543>3.0.CO;2-V)

JATURASITHA, S., CHAIWANG, N., KAYAN, A., & KREUZER, M. (2016). Nutritional strategies to improve the lipid composition of meat, with emphasis on Thailand and Asia. *Meat science*, 120, 157-166.

KAJABA, I., *et al.* *Odporúčané výživové dávky pre obyvateľstvo Slovenskej republiky (9. revízia)*. *Vestník MZ SR*, 2015, 63: 19-28.

KASPER, Heinrich. *Výživa v medicíně a dietetika*. Praha: Grada, 2015. ISBN 978-80-247-4533-6.

KOMPRDA T., ZELENKA J., FAJMONOVÁ E., FIALOVÁ M., KLADROBA D. Arachidonic acid and long-chain n-3 polyunsaturated fatty acid contents in meat of selected poultry and fish species in relation to dietary fat sources. *J Agric Food Chem*. 2005;53(17):6804–6812. <https://doi.org/10.1021/jf0504162>

GEBAUER, S. K., PSOTA, T. L., HARRIS, W. S., & KRIS-ETHERTON, P. M. (2006). n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *The American journal of clinical nutrition*, 83(6), 1526S-1535S. <https://doi.org/10.1093/ajcn/83.6.1526S>

GENCHEV, A., MIHAYLOVA, G., RIBARSKI, S., PAVLOV, A., & KABAKCHIEV, M. (2008). Meat quality and composition in Japanese quails. *Trakia Journal of Sciences*, 6(4), 72-82. ISSN 1313-3551

ELMADFA, I., & KORNSTEINER, M. (2009). Dietary fat intake—a global perspective. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 54(Suppl. 1), 8-14. <https://doi.org/10.1159/000220822>

Institutes of Medicine (IOM) (2002/2005) Panel on Macronutrients, Panel on the Definition of Dietary Fiber, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. *DRI Dietary reference intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, and Amino Acids*. Washington, DC: The National Academies Press.

- JAKOBSEN, M. U., O'REILLY, E. J., HEITMANN, B. L., PEREIRA, M. A., BÄLTER, K., FRASER, G. E., ... & ASCHERIO, A. (2009). Major types of dietary fat and risk of coronary heart disease: a pooled analysis of 11 cohort studies. *The American journal of clinical nutrition*, 89(5), 1425-1432.
- RENAUD S, DE LORGERIL M, DELAYE J, GUIDOLLET J, JACQUARD F, MAMELLE N, MARTIN JL, MONJAUD I, SALEN P, TOUBOL P. Cretan Mediterranean diet for prevention of coronary heart disease. *Am J Clin Nutr*. 1995 Jun;61(6 Suppl):1360S-1367S. doi: 10.1093/ajcn/61.6.1360S. PMID: 7754988.
- ATURASITHA, S., CHAIWANG, N., KAYAN, A., & KREUZER, M. (2016). Nutritional strategies to improve the lipid composition of meat, with emphasis on Thailand and Asia. *Meat science*, 120, 157-166. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.04.014>
- KOVÁČ, M. 2020. Skryté tuky v potravinách. In Chlebo, P. a Keresteš, J. *et al.* Zdravie a výživa ľudí. Druhé dopl., preprac. a rozšír. vyd. Bratislava: CAD Press, c2020, 162-164 s., fareb. fotogr. príloh. ISBN 978-80-88969-90-7
- LAWRENCE, G. D. (2010). The fats of life: essential fatty acids in health and disease. Rutgers University Press. ISBN 978-0-8135-4677-3
- MAREČEK, J. – TOTH, ZS. – HAMADOVÁ, Z. 2020. Základy teórie správnej výživy. In Chlebo, P. a Keresteš, J. *et al.* Zdravie a výživa ľudí. Druhé dopl., preprac. a rozšír. vyd. Bratislava: CAD Press, c2020, 153-156 s., fareb. fotogr. príloh. ISBN 978-80-88969-90-7
- MEYERS, L. D., HELLWIG, J. P., & OTTEN, J. J. (Eds.). (2006). Dietary reference intakes: the essential guide to nutrient requirements. National Academies Press. ISBN 0—309-65646-X
- Ministerstvo zdravotníctva SR, 2001. Skupiny potravinových komodít a kritériá pre hodnotenie ich zdravotnej neškodnosti. Projekt Zdravá výživa pre zdravé srdce. Ministerstvo zdravotníctva SR, máj 2001. 16 s.
- SATOKAR, V. V., CUTFIELD, W. S., CAMERON-SMITH, D., & ALBERT, B. B. (2020). Omega-3 fats in pregnancy: could a targeted approach lead to better metabolic health for children?. *Nutrition Reviews*. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuaa071>
- SAVARD C., TARTAGLIONE E.V., KUVÉR R., HAIGH W.G., FARRELL G.C., SUBRAMANIAN S., CHAIT A., YE H M.M., QUINN L.S., IOANNOU G.N. (2013) Synergistic interaction of dietary cholesterol and dietary fat in inducing experimental steatohepatitis. *Hepatology* (Baltimore, MD) 57(1):81–92. <https://doi.org/10.1002/hep.25789>
- SEKRETÁR, S. 2020. Tuky vo výžive. In Chlebo, P. a Keresteš, J. *et al.* Zdravie a výživa ľudí. Druhé dopl., preprac. a rozšír. vyd. Bratislava: CAD Press, c2020, 239-240 s., fareb. fotogr. príloh. ISBN 978-80-88969-90-7
- SEKRETÁR, S. 2020. Rastlinné tuky. In Chlebo, P. a Keresteš, J. *et al.* Zdravie a výživa ľudí. Druhé dopl., preprac. a rozšír. vyd. Bratislava: CAD Press, c2020, 272-288 s., fareb. fotogr. príloh. ISBN 978-80-88969-90-7
- SIMOPOULOS, A. P. (2001). N-3 fatty acids and human health: Defining strategies for public policy. *Lipids*, 36(1), S83-S89. <https://doi.org/10.1007/s11745-001-0687-7>
- SIMOPOULOS, A. 2007. Omega-3 fatty acids and athletics. In *Current sports medicine reports* [online], vol. 4, pp. 230–236. ISSN 537-8918. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17617998/>.
- Spotreba potravín v SR, Štatistický úrad Slovenskej Republiky, 2015 ISBN 978-80-8121-470-7
- ŠIMONOVÁ, Nikoleta. Riziká alternatívnych spôsobov výživy. 2018. Bakalárske práce. Slovenská poľnohospodárska univerzita (Nitra, Slovensko), Fakulta agrobiológie a potravinových zdrojov, Katedra výživy ľudí. Školiteľ Jana Mrázová.

- TAKEOKA, G. R., FULL, G. H., & DAO, L. T. (1997). Effect of heating on the characteristics and chemical composition of selected frying oils and fats. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(8), 3244-3249. <https://doi.org/10.1021/jf970111q>
- TALLIMA, H., & EL RIDI, R. (2017). Arachidonic acid: Physiological roles and potential health benefits-A review. *Journal of advanced research*, 11, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.jare.2017.11.004>
- UAUY, R., DANGOUR, A.D. (2009) Fat and Fatty Acid Requirements and Recommendations for Infants of 0-2 Years and Children of 2-18 Years. *Ann Nutr Metab* 55, 76-96. doi:10.2307/48514093
- WIKTOROWSKA-OWCZAREK A., BEREZIŃSKA M., NOWAK J.Z. PUFAs: structures, metabolism and functions. *Adv Clin Exp Med*. 2015;24(6):931-941. DOI: 10.17219/acem/31243 ISSN 1899-5276
- WILDMAN, R. E. – MEDEIROS, D. M. (2018). *Advanced human nutrition*. Jones & Bartlett Learning. ISBN 978-443-5000
- WHO, J., & CONSULTATION, F. E. (2003). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases. *World Health Organ Tech Rep Ser*, 916(i-viii).
- IVONA PAVELEKOVÁ, VIERA PETERKOVÁ, JANA FANČOVIČOVÁ, ALFRÉD TRNKA. *Základy zdravej výživy*. Bratislava: Veda, 2006. ISBN 80-8082-077-5, ISBN 80-224-0920-0.
- ZHOU L., XU N., NILSSON A. Tissue uptake and interconversion of plasma unesterified 14C linoleic acid in the guinea pig. *Biochim Biophys Acta*. 1997;1349(3):197-210. [https://doi.org/10.1016/S0005-2760\(97\)00131-8](https://doi.org/10.1016/S0005-2760(97)00131-8)

Kontaktní adresa:

Nikoleta Šimonová, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav aplikovanej biológie, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: xsimonovan1@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8217-2521>

Anna Kalafová, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav aplikovanej biológie, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: anna.kalafova@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4203-9731>

Peter Herc, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: peter.herc96@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2366-8324>

Juraj Čuboň, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: juraj.cubon@uniag.sk. ORCID:<https://orcid.org/0000-0002-1388-1527>

Peter Haščík, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: peter.hascik@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3402-5658>

Marek Bobko, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: marek.bobko@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4699-2087>

Andrea Mesárošová, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: xmesarosova@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2657-4582>

Matej Čech, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: xcech@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3260-2447>

Lukáš Jurčaga, Slovenská Poľnohospodárska Univerzita, Nitra, Ústav Potravinárstva, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, E-mail: xjurcaga@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9693-4796>

Přijato: 9. 6. 2022

Recenzováno: 12. 6. 2022

Akceptováno: 30. 6. 2022

SLEDOVANIE OBSAHU MALONDIALDEHYDU A TVB-N V MÄSE KAPRA OBYČAJNÉHO (*CYPRINUS CARPIO*) POČAS SKLADOVANIA V MRAZE

MONITORING OF MALONEDIALDEHYDE AND TVB-N IN *CYPRINUS CARPIO* MEAT DURING FROST STORAGE

Peter Herc, Juraj Čuboň, Peter Haščík, Matej Čech, Marek Bobko, Lukáš

Jurčaga, Jana Tkáčová

Abstrakt:

*Rybie mäso je pre svoju nutričnú a stolovú hodnotu vyhľadávanou potravinou, preto cieľom práce bolo zhodnotiť hlavný trhovú druh na Slovensku. Vzorky boli odobraté priamo v spracovateľskej spoločnosti, ochladené vo vločkovom ľade a šokovo zmrazené (-36 °C). Experiment zahŕňal 10 rýb Kapra obyčajného (*Cyprinus carpio*) s priemernou hmotnosťou 3 kg. Vzorky od všetkých jedincov boli odobraté na mieste porážky na analýzu oxidačnej stability (obsah malondialdehydu), celkového prchavého zásaditého dusíka (TVB-N). Prvé analýzy sa uskutočnili do 24 hodín post mortem a následne prvý a druhý mesiac skladovania v mraze pri -18 °C. Jednotlivé analyzované parametre boli spracované v programe Microsoft Excel a GraphPad Prism 6 (Turkeyho test) na štyroch úrovniach preukaznosti P - 0,05; 0,01; 0,001; 0,0001. Obsah TVB-N po prvom mesiaci skladovania bol výrazne vyšší ako po porážke. Druhý mesiac skladovania nebol nárast TVB-N taký výrazný ako v prvom mesiaci skladovania. Obsah malondialdehydu mal tak isto ako to bolo pri TVB-N tendenciu rásť viac v prvom mesiaci skladovania ako v druhom mesiaci skladovania. Vzorky Kapra rybníčného sa ďalej uchovávajú v mrazničke a budeme ich každý ďalší mesiac analyzovať. Jednotlivé analyzované parametre boli spracované v programe Microsoft Excel a GraphPad Prism 6 (Turkeyho test) na štyroch úrovniach preukaznosti P - 0,05; 0,01; 0,001; 0,0001.*

Kľúčové slová: ryby, mäso, oxidácia, degradácia, tuky, bielkoviny

Abstract:

*Fish meat is a sought-after food for its nutritional and table value; therefore, the aim of the work was to evaluate the main market species in Slovakia. Samples were taken directly at the processing company, cooled in flake ice and shock-frozen (-36 °C). The experiment involved 10 fish carp (*Cyprinus carpio*) with an average weight of 3 kg. Samples from all individuals were taken at the site of slaughter for analysis of oxidative stability (malondialdehyde content), total volatile basic nitrogen (TVB-N). The first analyzes were performed within 24 hours post mortem and then the first and second months of cold storage at -18 °C. The individual analyzed parameters were processed in Microsoft Excel and GraphPad Prism 6 (Turkey test) at four*

levels of evidence $P = 0.05; 0.01; 0.001; 0.0001$. The TVB-N content after the first month of storage was significantly higher than after slaughter. The second month of storage, the increase in TVB-N was not as significant as in the first month of storage. As in the case of TVB-N, malondialdehyde content tended to increase more in the first month of storage than in the second month of storage. Carp samples are still stored in the freezer and will be analyzed every other month.

Key words: fish, meat, oxidation, degradation, fats, proteins

ÚVOD

Mäso rýb sa rozdeľuje na svetlú a tmavú a medzi sebou ich rozlišujeme chemickým zložením, nutričnou hodnotou a fyziologickým významom. U väčšiny rýb prevláda svetlá svalovina (**Rehbein et al., 2009**). Rybie mäso je tiež cenným zdrojom základných stopových prvkov (meď, železo, jód, mangán, selén, zinok), väčšiny vitamínov skupiny B a radu ďalších mikroživín. Obsah základných výživných látok v mäse rýb závisí od mnohých faktorov (**De Smet, 2012**). Senzorické vlastnosti, kvalitu a súdržnosť rybieho mäsa ovplyvňuje najmä jeho chemické zloženie. Rýchle kazenie zapríčiňuje vysoký obsah vody, ktorý vytvára dobré podmienky pre rast mikroorganizmov (**Pipová et al., 2006**).

Tabulka 1 Základné chemické zloženie vybraných druhov rýb (g.100g⁻¹)

	Kapor	Sumec	Štuka	Zubač	Pstruh	Sled'	Makrela	Tuniak
Voda	72	72	80	78	78	63	98	62
Tuk	7	11	0,9	0,7	2	18	12	16
Bielkoviny	19	15	18	19	19	17	19	22

Rybie mäso, ako živočíšny zdroj bielkovín, je charakteristické obsahom bielkovín 15-20 % (**Pipová et al., 2006**). Bielkoviny tohto živočíšneho druhu obsahujú esenciálne aminokyseliny, ktoré sú vo vyváženom a priaznivom pomere pre človeka. Označujeme ich za plnohodnotné a taktiež ľahko stráviteľné (**Buchtová, 2001**). Ľahká a rýchla kulinárska úprava rybieho mäsa je spojená z faktom, že rybie mäso obsahuje minimálne množstvá spojivových bielkovín (**Buchtová, 2001**). Pri rybách sa kladie dôraz na enzymatickou dekarboxyláciou vzniknutý histamín (biogénny amín), ktorý je spojený s nežiaducimi alergiami u citlivých ľudí (**Pipová et al., 2006**).

Ryby podľa obsahu tuku delíme na:

Chudé – max 2 % tuku (štuka, ostriež, pstruh)

Stredne tučné – 2-10 % tuku (kapor, platesy)

Tučné – viac ako 10 % tuku (sumec, úhor, makrela) (**Buchtová, 2001**).

Ryby, sladkovodné aj morské, sú mimoriadne bohatým zdrojom polynenasýtených mastných kyselín určených na ľudskú konzumáciu. Morské druhy rýb sa zvyčajne vyznačujú vysokou hladinou n-3 PUFA, najmä EPA a DHA, čo z nich robí vynikajúci zdroj týchto živín v strave človeka (**Xiyang, 2020**). Ryby sú hlavným zdrojom n-3 PUFA kyseliny eikozapentaénovej (EPA, C20: 5 n-3) a kyseliny dokozahehexaénovej (DHA, C22:6 n-3), ktorým sa pripisuje veľa zdravotných účinkov. Mäso iných druhov zvierat je v týchto PUFA chudobnejšie, ale je hlavným

zdrojom PUFA u ľudí, ktorí ryby nejedia (De Smet, 2012). Osman *et al.* (2001) skúmali obsah tuku v rôznych druhoch morských rýb a uvádzajú, že väčšina rýb mala obsah tuku pod 5 %.

Tabuľka 2 Porovnanie obsahu vybraných mastných kyselín v mäse kapra obyčajného a tresky severnej (g.100g⁻¹FAME)

Mastná kyselina	Kapor obyčajný	Treska severná
Laurinová	0,07	
Myristová	2,28	2,95
Palmitová	17,77	20,90
Steárová	4,30	11,10
Olejová	16,58	11,20
Vakcénová	4,86	5,90
Linolová	1,61	1,20
Linolenová	4,50	0,88
Arachidónová	5,47	0,12
Eikozapentaenová	9,34	8,94
Dokozapentaenová	6,77	3,31
Dekozahexaenová	14,56	4,15

Komprda *et al.* (2003) uvádzajú, že obsah cholesterolu kapra je 73,5 mg.100 g⁻¹. Osman *et al.* (2001) konštatujú, že obsah cholesterolu v rybom mäse je premenlivý. Morské druhy rýb majú obsah cholesterolu 37,1-49,1 mg.100 g⁻¹.

Degradácia bielkovín a oxidácia tukov

Proteolýza, oxidácia a fosforylácia bielkovín, majú významné úlohy počas obdobia zrenia mäsa a prispievajú k variabilite kvality (Carlin, 2018). Počas skladovania a prepravy dochádza k znehodnocovaniu mäsa rýb prostredníctvom mikrobiálnych a enzymatických reakcií. Chemické a biologické zmeny vyvolané pôsobením enzýmov, najmä proteáz. V záujme zachovania kvality mäsa rýb by mala byť minimalizovaná degradácia proteínov sprostredkovaných proteázami. Okrem bežne používaných spôsobov konzervácie, ako je napríklad mrazenie alebo chladenie, sa môžu použiť prísady, ktoré znižujú aktivitu proteázy. Na získanie prvotriednej kvality rybieho mäsa a výrobkov z neho sa môžu použiť potravinové inhibítory proteázy (PI) (Singh a Benjakul, 2018).

Obsah celkového prchavého bázičného dusíka (TVB-N) je zásadný priamy ukazovateľ hodnotenia čerstvosti a bezpečnosti mäsa. TVB-N je látka obsahujúca alkalický dusík, ktorá sa vytvára rozkladom bielkovín v dôsledku enzymatickej degradácie a mikrobiálny účinok počas znehodnocovania potravín na báze zvierat. TVB-N v mäse obsahuje amoniak, trimetylamín a dimetylamín. Počas kazení sa môže TVB-N kombinovať s rozkladanými organickými kyselinami, za vzniku soli základného dusíka (+ NH₄ · R⁻), ktorá sa môže zvýšiť obsah TVB-N v mäse (Li *et al.*, 2019). Celkový obsah prchavého bázičného dusíka (TVB-N) v mäse je kľúčovým faktorom pri meraní kvality mäsa a takisto jeho čerstvosti počas skladovania (Lee *et al.*, 2018).

Oxidácia tukov sa začína získaním produktu čiže pri mäse usmrtením zvieraťa a končí sa konzumáciou. Proces degradácie ovplyvňuje skladovanie, spracovanie, manipulácia a preprava, preto by sa mali pri týchto úkonoch dbať na kontrolu ideálnych podmienok (Dominguez *et al.*, 2019). Hlavnými faktormi, ktoré ovplyvňujú oxidáciu lipidov v mäse, sú

obsah tuku a zloženie mastných kyselín, pretože mastné kyseliny sú substrátom oxidačných procesov. V mäse sú lipidy usporiadané do triglyceridy a fosfolipidy s nízkym podielom iných typov lipidov, ako sú napríklad voľné mastné kyseliny, cholesterol alebo vitamíny. Množstvo intramuskulárneho tuku priamo koreluje s obsahom triglyceridov, pretože to sú rezervné lipidy (približne 95 % mäsových lipidov) (**Pereira et al., 2018**), zatiaľ čo obsah fosfolipidov predstavuje asi 500 mg.100g⁻¹ mäsa a je konštantný, pretože sa nachádzajú v membránach a ich počet sa nemení. Vytvorené produkty oxidáciou môžeme deliť na primárne a sekundárne, ktoré sú ďalej ukazovateľmi oxidácie. Primárne produkty oxidácie sú napríklad hydroperoxydy a konjugované diény (**Niki et al., 2005**).

Reakciou sekundárnych produktov oxidácie s inými látkami obsiahnutými v mäse je podporená ďalšia oxidácia. Reakcie aminokyselín s reaktívnymi bočnými reťazcami má za následok tvorbu karbonylových zlúčenín (**Kristinsson, 2014**). Široká škála sekundárnych produktov zahŕňa zlúčeniny ako malondialdehyd (MDA), propanal a hexanal, ktoré spôsobujú žltnutie mäsa, pričom koncentráciu malondialdehydu môžeme pokladať za ukazovateľ jeho čerstvosti (**Ross a Smith, 2006**). Malondialdehyd (MDA) je trojuhlíkatá zlúčenina, ktorá vzniká po štiepení peroxidovaných PUFA, je jedným z hlavných produktov peroxidácie lipidov. V dôsledku toho dochádza v oxidácii lipidov k podstatnému množstvu aldehydov (**Pereira et al., 2018**).

MATERIÁL A METÓDY

Vzorky boli odobraté priamo v spracovateľskej spoločnosti, ochladené vo vložkovom ľade a šokovo zmrazené (-36 °C). Experiment zahŕňal 10 jedincov Kapra rybníčaného s priemernou hmotnosťou 3 kg. Po usmrtení, jatočnom opracovaní a šokovom zmrazení boli ryby uchované pri -18 °C. Štandardizáciu vzorky sme zabezpečili tým, že na analýzy boli odobrané z jednej časti tela, a to pod chrbtovou plutvou smerom k brušnej dutine. Vzorky boli odobraté vždy z ešte zamrzutej ryby, aby sme zabezpečili, že meranie nebude ovplyvňovať rozmrazenie prípadne iné faktory skladovania. Pripravené vzorky boli ihneď po odobratí podrobené analýzám.

Stanovenie celkových prchavých dusíkatých zásad (TVB-N) destiláciou vodnou parou a následnou titráciou

Postup:

- Extrakcia prchavých dusíkatých zásad zo vzorky zhomogenizovaného mäsa použitím roztoku 0,6 mol l⁻¹ kyseliny chloristej,
- Destilácia extraktu vodnou parou a zachytenie prchavých zásaditých zložiek do nádrže na kyslý absorbent,
- Stanovenie koncentrácie TVB-N titráciou absorbovaných zásaditých látok použitím Tashiro indikátora.

Titráciou roztoku v zbernej nádobke s kyselinou chlorovodíkovou, sa vypočítala koncentrácia TVB-N.

$$\text{TVB} - \text{N (mg. 100g}^{-1}\text{)} = \frac{(\text{V1} - \text{V0}) \times 0,14 \times 2 \times 100}{\text{M}}$$

V1 = objem roztoku 0,01 mol kyseliny chlorovodíkovej v ml na vzorku,

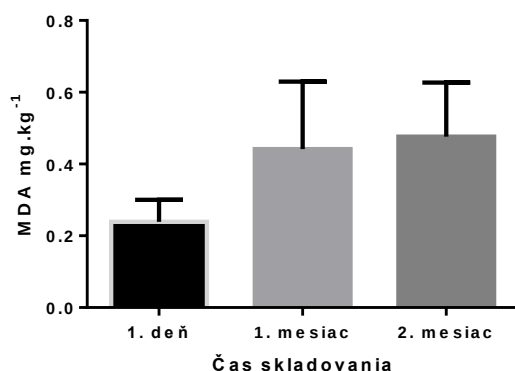
V0 = objem roztoku 0,01 mol kyseliny chlorovodíkovej v ml na slepý pokus,

M = hmotnosť vzorky v g.

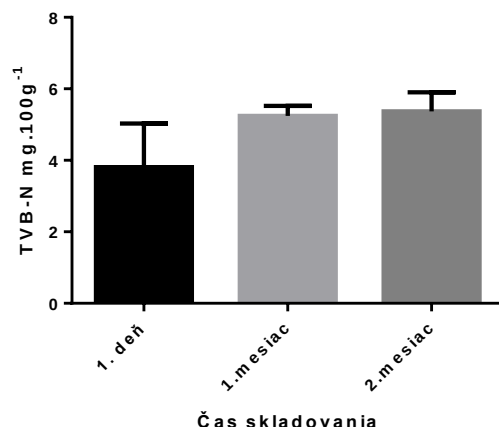
Analýza oxidačnej stability (TBARS) stanovením koncentrácie malondialdehydu podľa Jurčagu *et al.* (2021) Princíp: spektrofotometrické stanovenie farebného komplexu, ktorý vzniká reakciou 2 molekúl TBA a MDA pri vlnovej dĺžke 532 nm.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah malondialdehydu v mäse kaprov po prvom a druhom mesiaci skladovania v mraze bol signifikantne vyšší ($p \leq 0,05$) ako v prvý deň *post mortem*. Podobné výsledky zaznamenali vo svojej práci aj Khalili-Tilami *et al.* (2022), ktorý skúmali tvorbu malondialdehydu počas štyroch mesiacov s opakovaním merania každé 2 mesiace a zistili, že obsah malondialdehydu vo vzorkách pomletého mäsa Kapra rybníčného sa dlhším časom skladovania preukazuje ($p \leq 0,05$) zvyšoval. Po prvom a druhom mesiaci skladovania sme zaznamenali preukazne ($p \leq 0,05$) vyšší obsah TVB-N ako prvý deň skladovania. Štúdia Morachis-Valdez *et al.* (2017), poukazuje na ešte prijateľné hodnoty obsahu TVB-N v mäse kapra rybníčného pre konzumáciu a udávajú, že obsah TVB-N 25-40 mg.100g⁻¹ je stále vhodná na konzumáciu. Ich experiment pozostával zo sledovania filiet z kapra počas piatich mesiacov skladovania v mraze pri -18 °C. Obsah TVB-N už na začiatku experimentu bol u nich vysoký a prevyšoval hodnoty nášho prvého merania dvojnásobne. Po piatich mesiacoch skladovania bol obsah TVB-N vzorky 18-20 mg.100g⁻¹, čo je ešte prijateľné pre konzumenta.



Graf 1 Obsah malondialdehydu mg.kg⁻¹ počas dvoch mesiacov skladovania
Zdroj: Vlastné spracovanie



Graf 2 Obsah TVB-N mg.100g⁻¹ počas dvoch mesiacov skladovania
Zdroj: Vlastné spracovanie

ZÁVER

Mrazenie potravín a hlavne mrazenie a skladovanie všetkých druhov mias si vyžaduje špeciálnu pozornosť. Nadprodukcia potravín núti obchodníkov k dlhodobému skladovaniu a následnej nutričnej degradácii produktov alebo výrobkov. Dlhodobé skladovanie rybieho mäsa všeobecne je veľmi špecifické pretože obsahuje vysoký pomer mononenasýtených a polynenasýtených mastných kyselín, ktoré ľahko podliehajú oxidácií. Z našich výsledkov vyplýva, že aj pri mraziarenskom skladovaní mäsa Kapra obvyčajného signifikantne rastie obsah meraných degradačných metabolitov a tým ovplyvňuje aj senzorické a nutričné ukazovatele pri konzumácii po skladovaní. Vzorky budeme naďalej skladovať do 6 mesiacov a každý mesiac ich podrobíme ďalším analýzám.

Použitá literatúra

- BUCHTOVÁ, Hana. *Hygiena a technologie zpracování ryb a ostatních vodních živočichů: Alimentární onemocnění z ryb; Mrazírenství*. Brno: Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2001. ISBN 80-7305-401-9.
- CARLIN, K. Postmortem muscle protein degradation and meat quality. *Journal of Animal Science* [online]. 2018, **96**(suppl_3), 272-272 [cit. 2022-02-28]. ISSN 0021-8812. Dostupné z: doi:10.1093/jas/sky404.596
- CITIL, O. B. - SARIYEL, V. - AKOZ M. 2015. Fatty Acid Composition of Muscle Lipids of *Cyprinus carpio* L. Living in Different Dam Lake, Turkey. In *International Journal of Animal and Veterinary Sciences*, vol 9, no. 7. ISSN 2455-2518. waset.org/Publication/10003373
- DOMÍNGUEZ, Rubén, Mirian PATEIRO, Mohammed GAGAOUA, Francisco J. BARBA, Wangang ZHANG a José M. LORENZO. A Comprehensive Review on Lipid Oxidation in Meat and Meat Products. *Antioxidants* [online]. 2019, **8**(10) [cit. 2022-02-28]. ISSN 2076-3921. Dostupné z: doi:10.3390/antiox8100429
- JURČAGA, Lukáš, Marek BOBKO, Adriana KOLESÁROVÁ, Alica BOBKOVÁ, Alžbeta DEMIANOVÁ, Peter HAŠČÍK, Lubomír BELEJ, Andrea MENDELOVÁ, Ondřej BUČKO, Miroslav KROČKO a Matej ČECH. Blackcurrant (*Ribes nigrum* L.) and Kamchatka Honeysuckle (*Lonicera caerulea* var. *Kamtschatica*) Extract Effects on Technological Properties, Sensory Quality, and Lipid

Oxidation of Raw-Cooked Meat Product (Frankfurters). *Foods* [online]. 2021, **10**(12) [cit. 2022-02-28]. ISSN 2304-8158. Dostupné z: doi:10.3390/foods10122957

KOMPRDA, T. – ZELENKA, J. – FAJMONOVÁ, E. – BAKAJ, P. – PECHOVÁ, P. 2003. Cholesterol Content in Meat of Some Poultry and Fish Species As Influenced by Live Weight and Total Lipid Content. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol 51, no. 26, pp. 7692–7697. ISSN 1520-5118. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf030378r>

KHALILI TILAMI, T. S., S. SAMPELS, A. TOMČALA a J. MRÁZ. Essential fatty acids composition and oxidative stability of frozen minced carp meat. *International Journal of Food Properties* [online]. 2022, **25**(1), 204-213 [cit. 2022-02-28]. ISSN 1094-2912. Dostupné z: doi:10.1080/10942912.2022.2030751

KRISTINSSON, Hordur G., ed. *Antioxidants and Functional Components in Aquatic Foods* [online]. Chichester, UK: John Wiley & Sons, 2014 [cit. 2022-02-28]. ISBN 9781118855102. Dostupné z: doi:10.1002/9781118855102

LEE, Hoonsoo, Moon S. KIM, Wang-Hee LEE a Byoung-Kwan CHO. Determination of the total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in pork meat using hyperspectral fluorescence imaging. *Sensors and Actuators B: Chemical* [online]. 2018, **259**, 532-539 [cit. 2022-02-28]. ISSN 09254005. Dostupné z: doi: 10.1016/j.snb.2017.12.102

LI, Yanlei, Xiuying TANG, Zhixiong SHEN a Jun DONG. Prediction of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content of chilled beef for freshness evaluation by using viscoelasticity based on airflow and laser technique. *Food Chemistry* [online]. 2019, **287**, 126-132 [cit. 2022-02-28]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.213

MORACHIS-VALDEZ, Ana Gabriela, Leobardo Manuel GÓMEZ-OLIVÁN, Imelda GARCÍA-ARGUETA, María Dolores HERNÁNDEZ-NAVARRO, Daniel DÍAZ-BANDERA a Octavio DUBLÁN-GARCÍA. Effect of Chitosan Edible Coating on the Biochemical and Physical Characteristics of Carp Fillet (*Cyprinus carpio*) Stored at -18°C. *International Journal of Food Science* [online]. 2017, **2017**, 1-10 [cit. 2022-02-28]. ISSN 2356-7015. Dostupné z: doi:10.1155/2017/2812483

NIKI, Etsuo, Yasukazu YOSHIDA, Yoshiro SAITO a Noriko NOGUCHI. Lipid peroxidation: Mechanisms, inhibition, and biological effects. *Biochemical and Biophysical Research Communications* [online]. 2005, **338**(1), 668-676 [cit. 2022-02-28]. ISSN 0006291X. Dostupné z: doi: 10.1016/j.bbrc.2005.08.072

OSMAN, H, A.R SURIAH a E.C LAW. Fatty acid composition and cholesterol content of selected marine fish in Malaysian waters. *Food Chemistry* [online]. 2001, **73**(1), 55-60 [cit. 2022-02-28]. ISSN 03088146. Dostupné z: doi:10.1016/S0308-8146(00)00277-6

PEREIRA, LÚCIA F., Ana a Virgínia KELLY G. ABREU. Lipid Peroxidation in Meat and Meat Products. AHMED MANSOUR, Mahmoud, ed. *Lipid Peroxidation Research* [online]. IntechOpen, 2020, 2020-1-22 [cit. 2022-02-28]. ISBN 978-1-83968-547-7. Dostupné z: doi:10.5772/intechopen.81533

PIPOVÁ, M., BUCHTOVÁ, H., CABADAJ, R., GIMA, J., HANZEL, S., IGLOVSKÁ, N., KANTÍKOVÁ, M., KOHÚT, J., KOŠUTH, P., KOZÁK, A., NAGY, J., PLIEŠOVSKÝ, J., RAJSKÝ, D., SOKOL, J., STEINHAUSEROVÁ, I., VEČEREK, V.: *Hygiena a technológia spracovania sladkovodných a morských rýb*. Košice: Univerzita veterinárskeho lekárstva, 2006. ISBN 80-8077-048-4, 417 s. Dostupné z <https://katalog.vfu.cz/>

REHBEIN H., OEHLENSCHLÄGER J., (2009), *Fishery Products. Quality, safety and authenticity*, ISBN 978-1-4051-4162-8, 23-34 s. Dostupné z <http://www.was.org/Shopping/fishery>

ROSS, Carolyn F. a Denise M. SMITH. Use of Volatiles as Indicators of Lipid Oxidation in Muscle Foods. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 2006, **5**(1), 18-25 [cit. 2022-02-28]. ISSN 1541-4337. Dostupné z: doi:10.1111/j.1541-4337.2006.tb00077.x

SINGH, Avtar a Soottawat BENJAKUL. Proteolysis and Its Control Using Protease Inhibitors in Fish and Fish Products: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* [online]. 2018, **17**(2), 496-509 [cit. 2022-02-28]. ISSN 15414337. Dostupné z: doi:10.1111/1541-4337.12337

DE SMET, S. Meat, poultry, and fish composition: Strategies for optimizing human intake of essential nutrients. *Animal Frontiers* [online]. 2012, **2**(4), 10-16 [cit. 2022-02-28]. ISSN 2160-6056. Dostupné z: doi:10.2527/af.2012-0057

XIYANG, Z. – XI, N. – XIAOXIAO, H. – XIAN, S. – XINJIAN, Y. – YUANXIONG, CH. - RI-QING, Y. – YUPING, W. 2020. Fatty acid composition analyses of commercially important fish species from the Pearl River Estuary, China. In *PLoS One*, vol 15, no. 1, pp. ISSN 1932-6203. Dostupné na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0228276>

ZHANG, Xiyang, Xi NING, Xiaoxiao HE, et al. Fatty acid composition analyses of commercially important fish species from the Pearl River Estuary, China. *PLOS ONE* [online]. 2020, **15**(1) [cit. 2022-02-28]. ISSN 1932-6203. Dostupné z: doi: 10.1371/journal.pone.0228276

Podakovanie

Práca bola vypracovaná s podporou projektu Dopytovo-orientovaného výskumu pre udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SiFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Kontaktné údaje:

Peter Herc, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: peter.herc96@gmail.com. ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2366-8324>

Juraj Čuboň, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: juraj.cubon@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1388-1527>

Lukáš Jurčaga, University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, e-mail: xjurcaga@uniag.sk ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9693-4796>

Marek Bobko, University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra-Chrenová, Slovenská republika, e-mail: marek.bobko@uniag.sk

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4699-2087>

Peter Haščík, University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: peter.hascik@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3402-5658>

Matej Čech University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences Institute of Food Sciences, Department of Technology and Quality of Animal Products, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, E-mail: xcech@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3260-2447>

Jana Tkáčová, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: tkacova.jt@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8236-2536>

Prijato: 24.2.2022

Recenzováno: 3.3.2022

Akceptováno: 11.3.2022

CHEMICKÉ ZMENY MÄSA VPLYVOM TEPELNEJ ÚPRAVY

CHEMICAL CHANGES OF MEAT AFFECTED BY HEAT TREATMENT

**Jana Tkáčová, Juraj Čuboň, Miroslav Kročko, Viera Ducková, Peter Haščík,
Petert Herc, Adriana Pavelková**

Abstrakt:

Základy tepelnej úpravy potravín siahajú do čias, kedy človek objavil oheň a začal si pomocou neho upravovať potraviny. Historicky tepelná úprava potravín prešla určitým vývojom. Už neplní len funkciu uspokojenia hladu človeka, ale v súčasnosti sa kladie dôraz hlavne na kvalitu a na zabezpečenie výživových potrieb. Výberom potraviny, spôsobom tepelnej úpravy, dodržiavaním pravidiel pri príprave jedál vieme do značnej miery ovplyvniť výsledný produkt – jedlo. Pri tepelnej úprave mäsa dochádza ku zmenám v konfigurácii bielkovín – napríklad k tzv. denaturácii, ku zmene ich fyzikálnych vlastností. Počas tepelnej úpravy môže dochádzať k reakcii medzi redukujúcimi sacharidmi a aminokyselinami, čím dochádza k Maillardovým reakciám za vzniku rôznofarebných produktov. Vplyvom tepla na lipidy dochádza k tvorbe rôznych nových produktov. Tieto zmeny môžu byť žiaduce alebo nežiaduce zo zdravotného hľadiska, ale i z pohľadu akceptácie konzumenta. Správnou voľbou tepelnej úpravy je potrebné podporiť žiaduce zmeny, pričom nežiaduce zmeny je potrebné eliminovať v čo najväčšej miere.

Kľúčové slová: mäso, tepelná úprava, bielkoviny, sacharidy, tuky

Abstract:

The basics of cooking food go back to the days when man discovered fire and began to use food to use it. Historically, the heat treatment of food has undergone some development. Not only does it fulfill the function of satisfying human hunger, but at present the emphasis is mainly on quality and on ensuring nutritional needs. By choosing food, the method of heat treatment, and following the rules in the preparation of meals, we can significantly influence the final product-food. During the heat treatment of meat, there are changes in the configuration of proteins-for example, the so-called denaturation, to alter their physical properties. During heat treatment, a reaction between reducing carbohydrates and amino acids can occur, causing Maillard reactions to form multi-colored products. Due to the effect of heat on lipids, various new products are formed. These changes may be desirable or undesirable from a health point of view but also from the point of view of consumer acceptance. With the right choice of heat treatment, it is necessary to support the desired changes, while undesirable changes must be eliminated as much as possible.

Key words: meat, heat treatment, proteins, carbohydrates, lipids

ÚVOD

Vývoj úpravy potravín a stolovania je neoddeliteľnou súčasťou vývoja ľudskej civilizácie. Prvotnopospolné kmene kuchyňu ako takú ešte nepoznali. Prvým míľnikom k rozvoju kuchyne bol objav ohňa, ktorý sa datuje do obdobia pred viac ako milión rokov, do obdobia existencie ľudského druhu *Homo erectus*. Mäsitú stravu si pripravovali na jednoduchom ohnisku. Zistili, že pečené mäso je chutnejšie ako mäso surové. Neskôr si začali zhotovovať ražeň, rošt a hlinené nádoby, postupne sa vyvíjali modernejšie postupy, čo im umožnilo dokonalejšiu úpravu jedál (**Habánová a Habán, 2016**).

V dôsledku zmeny životného štýlu sa začali potraviny spracúvať zahrievaním vo fľašiach a plechovkách, ako ich vyvinul Appert a neskôr Pasteur (moderné sterilizačné techniky). Tepelné spracovanie môže viesť k tvorbe zlúčenín v potravinách, ktoré môžu mať vplyv na zdravie. (**Van Boekel et al., 2010**).

Kulinárska úprava potravín sa vykonáva za účelom zvýšenia stráviteľnosti potravín, využitia živín a zlepšenia senzorických vlastností (**Dostálová, 2013**).

Už po zabití zvieratá dochádza k určitým zmenám, ktoré majú vplyv na produkt tepelnej úpravy.

Akonáhle je zviera zabité, obehový systém prestane fungovať, ale enzýmy zostávajú aktívne (**Mudambi, Rao a Rajagopal, 2015**).

Hneď po zabití má mäso vysokú väznosť, dobre viaže vlastnú aj pridanú vodu, nie je tuhé, je vhodné na výrobu mletých mäsových výrobkov, je to tzv. teplé mäso (27-40 °C), ktoré sa môže mraziť, čím sa uchovávajú jeho vlastnosti. Toto štádium sa označuje ako *prae-rigor* – tzv. štádium pred rigorom (**Süli et al., 2019**). Neskôr svaly začnú tuhnúť (**Mudambi, Rao a Rajagopal, 2015**). V priebehu tejto fázy dochádza ku skracovaniu dĺžky sarkomér, čím sa znižuje elasticita svalu spôsobujúca zvýšenú tuhosť mäsa (**Sentandreu et al., 2002**).

Táto zmena sa nazýva *rigor mortis*. Spolu s touto zmenou prebiehajú vo svaloch metabolické zmeny. Vzniká kyselina mliečna, ktorá znižuje pH. Kyselina mliečna vzniká oxidáciou glykogénu. Množstvo kyseliny mliečnej produkovanej po zabití závisí od množstva glykogénu vo svaloch. Nižšia zásoba glykogénu vytvára lepkavé a gumovité mäso, čo je nežiaduce (**Mudambi, Rao a Rajagopal, 2015**).

Pokles pH vo svalovine a nástup *rigor mortis* závisí na teplote. Behom nástupu *rigor mortis* dochádza ku skracovaniu svalov a zhoršuje sa väznosť vody. Z tohto dôvodu sa pri tepelnej úprave z mäsa uvoľňuje značné množstvo mäsovej šťavy a s ňou aj značné množstvo cenných látok mäsa, mäso nemá typickú krehkosť a šťavnatosť (**Steinhauser et al., 1995**).

Po určitom čase začnú stuhnuté svaly zvieratá krehnúť. Toto sa nazýva zrenie mäsa. Jemnosť mäsa sa zvyšuje s časom skladovania (**Mudambi, Rao a Rajagopal, 2015**).

V tejto fáze začína proteolýza svalových myofibríl, denaturácia kolagénu, deštrukcia spojiv a diasociácia aktín-myozínového komplexu a asociácia bielkovín. Samotný proces krehnutia mäsa je závislý na čase a približne po 72 hodinách je hlavná časť procesu krehnutia mäsa kompletná (**Koohmaraie, 1992**).

Toto štádium sa prejaví opätovným zvýšením pH a väznosti (aj keď nie na pôvodné hodnoty), krehkosťou mäsa, zvýšením koncentrácie peptidov a aminokyselín, zvýšením rozpustnosti bielkovín. Dochádza k štiepeniu bielkovín špecifickými enzýmami a zlepšuje sa tým senzorická hodnota mäsa. Doba zrenia mäsa je druhovo špecifická (**Süli et al., 2019**).

Podmienky skladovania by mali byť kontrolované. Nekontrolované podmienky môžu umožniť rast hnilobných baktérií (**Mudambi, Rao a Rajagopal, 2015**).

Varením sú potraviny bezpečné na konzumáciu a sú chutné. Aby bola zaručená bezpečnosť potravín, potraviny sa varia dlhší čas pri vyšších teplotách; táto prax však znižuje nutričné hodnoty a organoleptickú kvalitu potravín, spôsobuje stratu nutričných látok, stratu hmotnosti a oxidáciu vo vode rozpustných a termolabilných vitamínov, stratu tukov v dôsledku fúzie, v dôsledku chemických reakcií (**Gómez et al., 2020**).

Rovnako ako ostatné potraviny, aj mäso sa upravuje za účelom získania lepších vlastností upravovanej potraviny (**Tkáčová, 2021**).

Ďalším dôvodom, prečo sa mäso upravuje je, aby bolo ľahšie žuvateľné, lepšie sa trávilo a bolo chutnejšie (**Mc Gee, 2004**).

Zmeny, ktoré v mäse prebiehajú počas tepelnej úpravy závisia od jeho chemického zloženia. Mäso zvierat pozostáva zo 70-75 % vody, 18-22 % bielkovín, 2-3 % tukov, 1-1,5 % minerálnych látok, 0,9-1 % extraktívnych bezdusíkatých látok a 1,7 % extraktívnych dusíkatých látok (**Steinhauser et al., 1995**).

Zmeny bielkovín vplyvom tepelnej úpravy

Rozdelenie bielkovín vychádza z ich rozpustnosti. Sarkoplazmatické bielkoviny (albumíny – myogen a myoalbumín, globulíny-myoglobín, hemoglobín) sú bielkoviny rozpustné vo vode a v slabých soľných roztokoch (**Steinhauser et al., 1995**).

Tieto bielkoviny sa postupne denaturujú približne od 40 °C. Mäso sa tak stáva bledším kvôli zvýšenému svetelnému rozptylu. Väčšina bielkovín sa denaturuje pri teplotách vyšších ako 60 °C a pri teplote asi 70 °C už dochádza k ukončeniu denaturácie (**Ranken, 2000**).

Myofibrilárne bielkoviny rozdeľujeme na kontraktilné (aktín, myozín), regulačné (tropomyozín, troponín, aktinín) a podporné (titín, nebulín). Myofibrilárne bielkoviny sú rozpustné v roztokoch solí, ale vo vode sú nerozpustné (**Steinhauser et al., 1995**).

Kontraktilné bielkoviny sú denaturované pri približne 65-70 °C (**Ranken, 2000**).

Stromatické bielkoviny – sa vyskytujú vo väzivách, šľachách, koži, kostiach (kolagén, elastín, keratín) a nie sú rozpustné vo vode a ani v soľných roztokoch (**Steinhauser et al., 1995**). Spojivové tkanivo (kolagén) sa zmenšuje pri 55-60 °C, preto približne pri tejto teplote dochádza k zvýšeniu strát vody. Kolagén mäkne asi pri 80-100 °C v prítomnosti vody a hydrolyzuje sa na želatínu (**Ranken, 2000**).

Pri teplotách do 100 °C dochádza k enzymatickej inaktivácii lipáz, proteáz, dochádza k zlepšeniu stráviteľnosti alebo zníženiu toxicity. Medzi teplotami 100 až 140 °C, napríklad pri tlakovom varení a pečení, sa stráviteľnosť bielkovín znižuje formovaním vnútromolekulárnych a medzimolekulárnych kovalentných väzieb. Rovnaké účinky sa vyskytujú pri teplotách nad 140 °C, ako pri vyprážaní a opekaní na grile, kde dochádza k deštrukcii aminokyselín, ako napríklad cysteínu alebo tryptofánu, s izomerizáciou na D-konfiguráciu a znížením nutričnej hodnoty (**Gómez et al., 2020**).

Z uvedeného vyplýva, že bielkoviny denaturujú pri rôznych teplotách (**Tkáčová, 2021**).

Vo všeobecnosti možno povedať, že varenie vedie k zmäkčeniu bielkovín v potravinách, pretože voda je viazaná v procese koagulácie. Ak sa koagulovaná bielkovina ďalej zahrieva, stráca vlhkosť a stáva sa suchou a gumovou. Preto je dôležité pri príprave aktívne sledovať teplotu a čas úpravy (**Mudambi, Rao a Rajagopal, 2015**).

Denaturácia bielkovín je proces, ktorý mení ich molekulárnu štruktúru bez porušenia ich peptidových väzieb. Tento proces ovplyvňuje bielkoviny v rôznej miere, v závislosti od štruktúry bielkoviny. Denaturácia môže byť vyvolaná rôznymi faktormi, z ktorých sú najdôležitejšie teplo, pH, obsah soli. Denaturácia je zložitý proces, ktorý nemožno jednoducho

opísať. Denaturácia zvyčajne zahŕňa stratu biologickej aktivity a významné zmeny fyzikálnych alebo funkčných vlastností, napríklad ako rozpustnosť **(de Man, 1999)**.

Ak sa po odstránení denaturačného faktora pôvodná štruktúra nemôže obnoviť, hovoríme o nezvratnej – ireverzibilnej denaturácii. Pri nezvratnej denaturácii bielkovín môže teplo pôsobiť ako denaturačný faktor. Denaturovaná bielkovina má rovnakú primárnu štruktúru ako pôvodná bielkovina **(Tkáčová, 2021)**.

Účinok tepla však zvyčajne zahŕňa zmenu terciárnej štruktúry, ktorá vedie k menej usporiadanému polypeptidovému reťazcu **(de Man, 1999)**.

Slabé väzby medzi nabitými skupinami a slabá vzájomná príťažlivosť nepolárnych skupín sú narušené pri zvýšených teplotách, v dôsledku čoho sa stratí terciárna štruktúra bielkoviny **(Tkáčová, 2021)**.

Denaturáciu možno definovať ako veľkú zmenu v natívnej štruktúre, ktorá nezahŕňa zmenu aminokyselinovej sekvencie. Denaturácia a koagulácia väčšiny bielkovín prebieha pri teplotách 55 až 75 °C. Denaturácia môže niekedy viesť k flokulácii globulárnych bielkovín, ale môže tiež viesť k tvorbe gélov. Potraviny môžu byť denaturované a ich bielkoviny destabilizované aj pri mrazení a mraziarenskom skladovaní. Rybie bielkoviny sú obzvlášť náchylné na destabilizáciu. Po zmrazení sa ryby môžu stať húževnaté a gumové a strácajú vlhkosť **(de Man, 1999)**.

Vplyvom teploty dochádza v mäse aj k ďalším premenám.

Pri teplote 60-65 °C dochádza ku skracovaniu (zmršťovaniu) spojivových bielkovín a následným zvyšovaním teploty sa kolagén mení na želatínu. Vytvorená želatína s koncentráciou viac ako 1 % vytvára pri izbovej teplote gél. Vznik želatíny má v technológii spracovania mäsa podstatný význam. Časti bohaté na kolagén pri tepelnom zahreве mäknú a prispievajú k tvorbe produktov s požadovanou konzistenciou **(Vollmannová et al., 2018)**.

Pri teplote 58–60 °C myozín začína denaturovať a koagulovať. Kolagén tiež začína denaturovať. Vzhľadom na tvar dlhých prepletených vlákien kolagénovej bielkoviny, denaturácia spôsobuje zmrštenie kolagénu. Kombinácia denaturácie myozínu a straty väzby vody so zmršťovaním kolagénu obaleného okolo svalového vlákna vedie k strate šťavy a celkové zmenšenie svalového tkaniva. Pomalé nepretržité ohrievanie mäsa bude pokračovať v denaturácii spojivového tkaniva obsahujúceho kolagén. Pri teplotách blízkyh 60 °C, kolagén pokračuje v denaturácii, ale tiež sa pomaly rozkladá a rozpúšťa do želatíny. Pomalé varenie pri nízkej teplote teda môže znížiť húževnatosť a obsah kolagénu zmení mäso na mäkkšie a jemnejšie mäso, keď sa kolagén rozpustí. Ďalším varením sa vytlačí voda, zvýši sa teplota vnútornej časti mäsa (jadra) a mäso sa vysuší z vonkajšej časti. V mäse nad 74–77 °C sa stratí väčšina vody, všetky bielkoviny budú denaturované a myoglobín sa premení na hnedý hemichróm. Kolagén má medzi bielkovinami jedinečné vlastnosti, pretože vo svojom prirodzenom stave je kolagén nerozpustná vláknitá bielkovina a pri denaturácii stráca časť svojej trojrozmernej štruktúry a stáva sa rozpustnou vo vode. Pri opatrnom zahrievaní želatína po ochladení vytvorí gél **(Provost et al., 2016)**.

Počas tepelného spracovania dochádza aj k zmene aktivity enzýmov.

Aktivita enzýmov počas tepelného spracovania je založená na zmene štruktúry mäsa následkom enzymatickej hydrolýzy bielkovín, čím sa zlepšujú biochemické a fyzikálnochemické ukazovatele kvality. Enzymatická hydrolýza začína už tepelným opracovaním mäsa, so zvyšujúcou sa teplotou hydrolýza prebieha intenzívnejšie **(Agris, 2007)**. Funkčnosť bielkovín v potravinách môže byť tiež ovplyvnená Maillardovými reakciami vrátane tepelnej stability a rozpustnosti bielkovín, emulgačných vlastností, penivosti, gélovatenia a texturálnych vlastností **(Lund a Ray, 2017)**.

Zmeny sacharidov vplyvom tepelnej úpravy

Sacharidy sa vo všeobecnosti považujú za stabilné pri varení. Avšak niektorým zmenám, ktoré závisia od faktorov ako čas, teplota, sa nemožno vyhnúť (**Gómez et al., 2020**).

Vplyvom tepelného pôsobenia dochádza v mäse aj k reakciám medzi redukujúcim sacharidom a dostupnou amínovou skupinou v aminoskupine.

Tieto reakcie objavil v roku 1912 Louis Camille de Maillard, francúzsky chemik a lekár. Zistil, že keď sa redukujúci sacharid, ako je glukóza alebo fruktóza nachádza v prítomnosti bielkoviny, ako je kolagén, pri telesnej teplote, tak sa sacharid viaže na bielkovinu. Reakcie medzi takouto bielkovinou a sacharidom boli nazvané „Maillardove reakcie“ (**Losso, 2016**).

Maillardove reakcie sú ovplyvnené spôsobom prenosu tepla. Najmä metódy suchého tepla (príprava na panvici) zvyšujú množstvo Maillardových reakcií a naopak, metódy vlhkého tepla zabraňujú uskutočneniu reakcií (**Devine a Dikeman, 2014**).

V priebehu Maillardových reakcií dochádza k vzniku nerozpustných hnedých pigmentov melanoidínov (**Tkáčová, 2021**).

Maillardove reakcie sa môžu vyskytnúť v potravinách počas spracovania alebo varenia, keď sa bielkoviny a reaktívny sacharid (ribóza-sacharid v mäse) s tukmi alebo bez nich tepelne spracováva pri teplotách vyšších ako je 32 °C. Reakcia sa urýchľuje teplom a rýchlo napreduje, keď bielkoviny a sacharidy reagujú v podmienkach suchého ohrevu vrátane pečenia, dusenia, grilovania, vyprážania, praženia, restovania alebo opekania. Pretože mnoho potravinových produktov alebo prísad obsahuje zmes bielkovín bohatých na aminokyseliny lyzín, arginín alebo histidín a reaktívny sacharid a spracovávajú sa pri teplote blízkej alebo vyššej ako je telesná teplota, dochádza k Maillardovým reakciám pravidelne počas varenia. Lyzín je esenciálna aminokyselina, ktorá je vo veľkom množstve zastúpená v mäse, vajciach a rybách. Druh, zastúpenie sacharidov, teplota varenia, obsah vody, kyslosť jedla a spôsob varenia sú veľmi dôležité pre dokončenie Maillardových reakcií (**Losso, 2016**).

Keďže v živých organizmoch sa nachádza 20 rôznych aminokyselín a niekoľko rôznych sacharidov, jedná sa skôr o skupinu reakcií ako o jednu reakciu. Rýchlosť a priebeh reakcií sú ovplyvnené povahou reagujúcej aminokyseliny alebo bielkoviny a sacharidu. Maillardove reakcie majú význam pri výrobe potravín a v gastronómii sú dokonca do určitej miery žiaduce (**Tkáčová, 2021**).

Jedným z najzreteľnejších negatívnych dôsledkov Maillardovej reakcie v potravinách je strata nutričnej hodnoty zapojených bielkovín, so stratou kvality a možno zníženie bezpečnosti potravín (**Martins et al., 2000**).

Modifikácia lyzínu, esenciálnej aminokyseliny, pomocou Maillardovej reakcie nevyhnutne vedie k nižšej nutričnej hodnote potravín. Stráviteľnosť bielkovín môže byť tiež znížená.

Maillardove reakcie ovplyvňujú kvalitu viacerých potravín vrátane organoleptických vlastností, farby a funkčnosti bielkovín. Vyvinuli sa jedinečné aromatické profily v závislosti od teplotno-časových profilov. V niektorých prípadoch Maillardove reakcie prispievajú k požadovaným zmenám, ako je vytváranie jemnej chuti, zatiaľ čo v iných prípadoch dochádza k nežiadúcim zmenám kvality, najmä ak ide o Maillardove reakcie, ktoré vytvárajú horkú a spálenú chuť. Z uvedeného je potrebná kontrola potravín pri ich výrobe (**Lund a Ray, 2017**).

Produkty MR dodávajú jedlu požadovanú vôňu a zlepšujú chuť jedla. Počas Maillardových reakcií sa tiež tvoria prchavé aj neprchavé aromatické zlúčeniny čo spôsobuje zlepšenie senzorických vlastností tepelne upravených potravín. Tvorba chuti počas Maillardových reakcií je výsledkom výskytu faktorov typu aminokyselín v bielkovine, cukor, teplota, pH, čas

a obsah vlhkosti. Zloženie cukru a aminokyselín často určuje typ vytvorených aromatických zlúčenín. Napríklad, interakcia medzi aminokyselinou cysteínom a ribózou odvodenou z nukleotidu v mäsovom svalu vedie k tvorbe zlúčenín obsahujúcich síru, ktoré charakterizujú chuť vareného mäsa **(Losso, 2016)**.

Výsledkom tohto procesu je tvorba hnedých dusíkatých polymérov alebo melanoidínov **(Tkáčová, 2021)**.

Maillardove reakcie, okrem farby, vône, chuti, ovplyvňujú aj textúru potravín, a to vzájomným zosieťovaním bielkovín **(Fayle a Gerrard, 2002)**.

Pri Maillardových reakciách môžu vznikať aj karcinogénne zlúčeniny (pri grilovaní mäsa na rošte, pri údení) a mutagénne látky (glykolát, metyloxát). Najvýraznejší vplyv na priebeh Maillardových reakcií má teplota a obsah vody v surovine. Rýchlosť reakcií je ovplyvnená aj zvyšujúcim sa pH **(Vollmannová et al., 2018)**.

Pre hodnotenie priebehu Maillardových reakcií sa používa stanovenie obsahu furozínu ako markeru **(Taveres et al., 2018)**.

To, že výsledkom Maillardových reakcií sú žiaduce aj nežiaduce produkty, je potrebné pri spracovaní potravín vziať do úvahy a nájsť medzi nimi rovnováhu s prihliadnutím na minimalizáciu straty výživovej hodnoty pri dosiahnutí optimálnej chuti, farby, maximalizácie antioxidantu. Pochopenie Maillardových reakcií je pridanou hodnotou nielen pri tradičných metódach ako praženie, pečenie a varenie, ale aj mikrovlnné varenie **(Martins et al., 2000)**.

Zmeny lipidov vplyvom tepelnej úpravy

Keď sú lipidy vystavené vysokým teplotám, ich rozkladom dochádza k vzniku nových produktov. Z nich relatívne malú časť tvoria početné prchavé zlúčeniny s menšou molekulovou hmotnosťou. Väčšiu časť tvoria neprchavé produkty. Tieto zlúčeniny pozostávajú zo zmesi derivátov s vyššou molekulovou hmotnosťou **(Richardson a Finley, 2012)**, cyklických monomérov, dimérov alebo polymérov, ako je to v prípade akroleínov **(Richardson a Finley, 2012, Gómez et al., 2020)**.

Nadmerné zahrievanie môže spôsobiť reakciu karbonylovej zložky vznikajúcej rozkladom nenasýtených mastných kyselín, ktoré môžu viesť k reakcii podobnej tým, ktoré sa podieľajú na neenzymatickom hnednutí. Lipázy a fosfolipázy uvoľňujú mastné kyseliny. Voľné mastné kyseliny sú viac náchylné na oxidačné žltnutie. Tento problém je obzvlášť významný vo výrobkoch s vysokým stupňom nenasýtených mastných kyselín (bravčové mäso a morské plody) **(Dandago, 2009)**.

Polynenasýtené mastné kyseliny sú však vysoko citlivé na peroxidáciu lipidov vyvolanú voľnými radikálmi, ktorá vytvára potenciálne toxické zlúčeniny nepríjemného zápachu. Jedným z hlavných toxických látok vznikajúcich v tepelne upravenom mäse je malondialdehyd. Profil mastných kyselín sa používa ako indikátor oxidačných zmien v mäse po tepelnej úprave **(Rasinska et al., 2019)**.

Zmeny vitamínov vplyvom tepelnej úpravy

Počas tepelnej úpravy mäsa dochádza k jeho zmršťovaniu, čo spôsobuje uvoľňovanie štiav mäsa spolu so železom, tiamínom a s vitamínmi rozpustných v tukoch. Výrazné straty sú zaznamenané pri metódach suchého tepla. Pri metódach vlhkého tepla sa uvoľnené šťavy dostávajú do varnej tekutiny a keďže mäso sa zvyčajne konzumuje spolu s touto uvoľnenou tekutinou, nedochádza k strate. Počas tepelnej úpravy dochádza k topeniu tuku. Čím je vyššia teplota tepelnej úpravy, tým je väčšia strata tuku do varnej nádoby alebo do tekutiny na

varenie. Strata je úmerná teplote varenia a počas varenia sa môže stratiť asi 30-60 % vitamínov. Na stratu vitamínov môže mať vplyv aj predbežná príprava pred tepelnou úpravou. Napríklad odrezaním tuku z kúskov mäsa sa zníži obsah vitamínu D v potravinách. (**URL 1**)

Záver

Prvá úprava potravín siaha do obdobia objavenia ohňa človekom. Ľudia už v tomto období zistili, že potraviny, ktoré sú tepelne upravené majú lahodnejšiu chuť. Postupom času sa tepelná úprava zdokonaľovala. Tepelná úprava potravín je jednou z najčastejších metód úpravy potravín. Tepelnou úpravou potravín, vrátane mäsa, dochádza v potravinách k zmenám. Tieto zmeny môžu byť pre konzumenta viac, resp. menej prijateľné. Vplyvom tepelnej úpravy dochádza v mäse ku zmenám bielkovín, sacharidov, lipidov a ostatných látok. Správnym výberom tepelnej úpravy a správnym zvolením teplôt a času pôsobenia tepla je možné sa vyvarovať nežiaducim dôsledkom z konzumácie tepelne upravených potravín.

PodĎakovanie

Publikácia vznikla vďaka podpore v rámci projektov APVV-18-0312 a KEGA 034SPU-4/2021

Literatúra

- AGRIS, 2007. Použití enzymatických preparátů při úpravě masa. 2007. In Agris.cz [online], [cit. 2021-04-08]. Dostupné na: <http://www.agris.cz/clanek/156124>
- DANDAGO, Munir Abba. Changes in nutrients during storage and processing of foods; a review. *Techno Sci African J*, 2009, 3: 24-27.
- De ROVIRA, D., 2017. Dictionary of Flavors, John Wiley & Sons Ltd, New Jersey, s. 634.
- DeMAN, J. M. 1999. Principles of Food Chemistry. Gaithersburg: Aspen, 595 p. ISBN 0-8342-1234-X.
- DEVINE, Carrick; DIKEMAN, Michael (ed.). Encyclopedia of meat sciences. Elsevier, 2014.
- DOSTÁLOVÁ, J. 2013. *Co se děje s potravinami při přípravě pokrmů*. 2. svazek, 56 p.
- FAYLE, Siân E.; GERRARD, Juliet A. The maillard reaction. Royal Society of Chemistry, 2002.
- GÓMEZ, Inmaculada, et al. The effects of processing and preservation technologies on meat quality: Sensory and nutritional aspects. *Foods*, 2020, 9.10: 1416.
- HABÁNOVÁ M., HABÁN M. 2016. Úprava potravín a stravovanie. Nitra: SPU, 222 p. ISBN 9 788055 215853.
- CHOI, Nak-Eon; HAN, Jung H. How flavor works: the science of taste and aroma. John Wiley & Sons, 2015.
- KOOHMARAIE, M. 1992. The role of Ca²⁺-dependent proteases (calpains) in post mortem proteolysis and meat tenderness. In *Biochimie*. vol. 74, 1999, p.239-245.
- LOSSO N.J., 2016. The Maillard Reaction Reconsidered Cooking and Eating for Health. by CRC Press, 1st edition, s. 464, ISBN 9781482248210
- LUND, Marianne N.; RAY, Colin A. Control of Maillard reactions in foods: Strategies and chemical mechanisms. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2017, 65.23: 4537-4552.
- MARTINS, Sara IFS; JONGEN, Wim MF; VAN BOEKEL, Martinus AJS. A review of Maillard reaction in food and implications to kinetic modelling. *Trends in food science & technology*, 2000, 11.9-10: 364-373.
- Mc GEE, H. 2004. On Food and Cooking - The Science of Cooking and Lore of the Kitchen. New York: Scribner, 3160 p. ISBN: 1-4165-5637-0.

MUDAMBI, SUMATI RAJAGOPAL; RAO, SHALINI M.; RAJAGOPAL, M. V. food Science. New Age International, 2015.

PROVOST, J. J., COLABROY, K. L., KELLY, B. S., WALLERT, M. A., 2016. The Science of Cooking. New Jersey: John Wiley and Sons. 522 p. ISBN 9781119210337.

RANKEN, M. D. 2000. HANDBOOK OF MEAT PRODUCT TECHNOLOGY Blackwell Science s. 245 ISBN 0-632-05377-1

RASINSKA, Ewa, et al. Effects of cooking methods on changes in fatty acids contents, lipid oxidation and volatile compounds of rabbit meat. *Lwt*, 2019, 110: 64-70.

RICHARDSON, Thomas; FINLEY, John W. (ed.). Chemical changes in food during processing. Springer Science & Business Media, 2012.

ROTOLO-PUKKILA, Minna K., et al. Concentration of umami compounds in pork meat and cooking juice with different cooking times and temperatures. *Journal of Food Science*, 2015, 80.12: C2711-C2716.

SENTANDREU, M. A., COULIS, G., OUALI, A. 2002. Role of muscle endopeptidases and their inhibitors in meat tenderness. In *Trends in Food Science and Technology*, vol. 13, 2002, p. 400–421

STEINHAUSER, Ladislav et al., 1995. Hygiena a technologie masa. Last, s. 664.

SÜLI, J, SOBEKOVÁ, A., BUJDOŠOVÁ, Z., HRUŠKOVÁ, T, 2019. Zloženie potravín a potravinových surovín. Osveta, Martin, s. 588, ISBN 978-80-8063-475-9

TAVARES, WILSON P. SEMEDO, et al. Effect of different cooking conditions on the profiles of Maillard reaction products and nutrient composition of hairtail (*Thichiurus lepturus*) fillets. *Food research international*, 2018, 103: 390-397.

THIS, HERVÉ, DEBEVOISE, MALCOLM. Molecular Gastronomy. Exploring the Science of Flavor. 2008. p. 392, ISBN 13: 9780231133135

TKÁČOVÁ JANA, 2021. Technológia prípravy stravy. SPU v Nitre, s. 121.

URL 1:
<https://www.acsedu.co.uk/uploads/Food/Lesson%201%20and%20Assignment%201%20Sample%20Human%20Nutrition%20II.pdf>

VAN BOEKEL, Martinus, et al. A review on the beneficial aspects of food processing. *Molecular nutrition & food research*, 2010, 54.9: 1215-1247.

VOLMANOVÁ, A. MUSILOVÁ, J., URMINSKÁ D. a kol. 2018. Chémia potravín. Nitra: SPU. 543 p. ISBN 9 788055 218144.

Address:

Jana Tkáčová, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: tkacova.jt@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8236-2536>

Juraj Čuboň, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: juraj.cubon@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1388-1527>

Miroslav Kročko, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: miroslav.krocko@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6365-1631>

Viera Ducková, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: viera.duckova@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9907-1081>

Peter Haščík, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: peter.hascik@uniag.sk. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3402-5658>

Peter Herc, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: peter.herc96@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2366-8324>

Adriana Pavelková, Slovak University of Agriculture, Faculty of Biotechnology and Food Sciences. Institute of Food Sciences, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra Slovakia, E-mail: adriana.pavelkova@uniag.sk.

Přijato: 24.4.2022

Recenzováno: 3.5.2022

Akceptováno: 11.5.2022