

SLEDOVANIE ZMIEN OBSAHOV VYBRANÝCH BIOGÉNNYCH AMÍNŮV V MÄSE SUMCA VEĽKÉHO PRI FYZIKÁLNO-CHEMICKÝCH PROCESOCH

MONITORING OF CHANGES IN THE CONTENT OF SELECTED BIOGENIC AMINES IN CATFISH MEAT DURING PHYSICOCHEMICAL PROCESSES

Matej Mázor¹ – Jozef Golian¹ – Lucia Ailer¹ – Silvia Jakabová¹

¹ Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, Chrenová, 949 76 Nitra, Slovensko

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-100-6-0238>



ABSTRAKT

Vo vzorkách sumca veľkého sme analyzovali tri biogénne amíny. Analyzované boli vzorky čerstvého mäsa, mäsa skladovaného pri $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ počas 1 mesiaca, 3 mesiacov a po varení na $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ 30 minút, po sterilizácii na $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ v sterilizátore a po pečení vo vreckách na pečenie pri teplote $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ 15 minút. Obsah 2-fenyletylamínu nebol zistený v čerstvej ani mrazenej vzorke. Najvyšší obsah mala vzorka po varení. Zo všetkých opracovaných vzoriek dosahovala najnižší obsah sterilizovaná vzorka. Spermidín bol zistený v každej vzorke pri čom najnižší obsah mala čerstvá vzorka o hodnote $17,14\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a najvyšší bol pri pečení a to až $119,18\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. Obsah sperminu mala najnižší čerstvá vzorka ($9,46\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) a $172,45\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ dosahovala vzorka ktorá bola varená pri $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Kľúčové slova: sumec, biogénne amíny, mrazenie, opracovanie

ABSTRACT

We analysed three biogenic amines in catfish samples. Samples of fresh meat, meat stored at $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 1 month, 3 months and after cooking at $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 30 minutes, after sterilization at $120\text{ }^{\circ}\text{C}$ in a sterilizer and after baking in baking bags at $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ for 15 minutes were analysed. The content of 2-phenylethylamine was not detected in either the fresh or frozen sample. The highest content was in the sample after cooking. Of all the processed samples, the lowest content was achieved by the sterilized sample. Spermidine was detected in each sample, with the lowest content in the fresh sample with a value of $17.14\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ and the highest in baking, up to $119.18\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$. The lowest spermine content was achieved in the fresh sample ($9.46\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) and $172.45\text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ was achieved in the sample that was boiled at $50\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Keywords: catfish, biogenic amines, freezing, processing

ÚVOD

Biogénne amíny (BA) sa často produkujú počas skladovania a kazení rýb a produktov z nich. Biogénne amíny sú typ alifatických alebo heterocyklických nízko molekulárnych zlúčenín obsahujúcich dusík, ktoré sa prevažne produkujú dekarboxyláciou voľných aminokyselín prostredníctvom dekarboxylázy vylučovanej mikroorganizmami (Ma et al., 2021).

Nadmerný príjem BA môže poškodiť ľudský organizmus. Vzhľadom na rozdiely v toxicite jednotlivých typov BA, typu potravinového substrátu, individuálnych rozdieloch v náchylnosti spôsobených efektívnosťou detoxikačných systémov a interakcii medzi BA (napríklad synergický efekt medzi tyramínom a histamínom) je ťažké určiť jednotný maximálny limit pre príjem BA. V súčasnosti jediná legislatíva regulujúca BA v potravinách cieľi na histamín v rybách a jeho derivátoch (del Rio et al., 2023).

2-fenyletylamín pomáha pri regulácii krvného tlaku a eliminácii noradrenalinu v nervovom systéme. Pri vysokom obsahu v tele môže spôsobovať migrény (del Rio et al., 2020). Spermín a spermidín napomáhajú pri syntéze DNA a RNA. Vysoký obsah spermínu v tele môže zapríčiniť zníženie krvného tlaku a tak isto zapríčiniť nižšiu zrážanlivosť krvi. Vysoký obsah spermidínu môže zapríčiniť tvorbu nitrozamínov ktoré môžu pôsobiť karcinogénne (Royo et al., 2019).

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Vzorky sumca veľkého na analýzu boli zakúpené v čerstvom chladenom stave bez kože v obchodnej sieti Metro, v balení s hmotnosťou 3 kg. Filety boli pôvodom z Českej republiky.

Všetky chemikálie použité počas analýz boli analytickej kvality a pochádzali zo Slovenska, Nemecka Švédska a Francúzska, zakúpené boli od firmy Lambda Life, a.s. (Bratislava, Slovensko). Použila sa ultračistá voda, HCl, ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$), štandardový roztok, danzylchlorid, acetón, Na_2CO_3 , amoniak ($c = 10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$), dietyléter a acetonitril.

Príprava vzoriek

Čerstvá vzorka určená na analýzu bola hneď v deň dodania lyofilizovaná. Ostatné vzorky boli spracované jednotlivými spôsobmi tepelnej úpravy resp. pripravené na zamrazenie a skladovanie. Mrazené filety boli vo vákuovaných vreckách uskladnené pri teplote -18°C po dobu jedného až troch mesiacov a následne boli lyofilizované. Filety s úpravou varením boli nakrájané do centrifugačných skúmaviek, uzavreté a vo vodnom kúpeli varené pri teplote 50°C po dobu 30 minút. Filety sterilizované pri teplote 120°C boli v sterilizačnom zariadení spracované (autoklávané) pri vyššom tlaku 60 minút. Vzorky boli umiestnené do centrifugačných skúmaviek, uzatvorené a vložené do sterilizátora, následne bol spustený celý proces sterilizácie. Vzorky ktoré boli upravené pečením boli po dobu 15 min tepelne ošetrené pri teplote 180°C v uzavretých vreckách na pečenie. Následne boli všetky tepelne upravené vzorky lyofilizované.

Stanovenie biogénnych amínov

Zásobný roztok zmesi jednotlivých štandardov biogénnych amínov bol pripravený rozpustením 40 mg jednotlivých štandardov v 100 ml ultračistej vody, pričom výsledná koncentrácia bola $400 \mu\text{g} \cdot \text{ml}^{-1}$ pre každý štandard. Zmiešaný roztok štandardov sa zriedil 10x a výsledný roztok sa použil pre kalibračné účely. Kyselina chlorovodíková ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$) sa použila na extrakciu amínov z lyofilizátov vzoriek. Derivatizačné činidlo sa pripravilo rozpustením 50 mg danzylchloridu (DCI) v 10 ml acetónu. Ostatné roztoky pre analýzu boli nasýtený roztok Na_2CO_3 s pH prispôbeným na 11,2 s použitím hydroxidu sodného a roztok amoniaku s koncentráciou $10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$, ktorý sa použil na ukončenie derivatizačného procesu.

Vzorky lyofilizátov sumca veľkého sa extrahovali a derivatizovali podľa metodiky popísanej v publikácii Jakabová et al. (2023). Lyofilizát sa navážil do polypropylénových centrifugačných skúmaviek v množstve $2,0 \pm 0,01 \text{ g}$. Vzorky sa extrahovali 25 ml roztokom kyseliny chlorovodíkovej ($c = 0,1 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$).

Vzorky sa zhomogenizovali v dezintegrátore a odstredili pri 6 000 otáčkach za minútu po dobu 10 minút pri 4°C .

Extrakt sa filtroval cez striekačkový filter PVDF ($0,22 \mu\text{m}$, 25 mm). Do centrifugačnej skúmavky sa pridal 1 ml extraktu a zneutralizoval sa pridaním 0,5 ml nasýteného roztoku Na_2CO_3 , po pretrepaní sa ku vzorke pridal 1 ml roztoku danzylchloridu, následne sa vzorky inkubovali v tme pri 40°C po dobu 60 min.

Po inkubácii sa derivatizácia ukončila pridaním 250 μl roztoku amoniaku ($c = 10 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$). Zmes sa pretrepávala 1 min. a potom sa nechala v pokoji 30 min. Ku zmesi sa pridali 2 ml dietyléteru a na extrahovanie derivatizovaných biogénnych amínov. Z vrchnej organickej fázy sa odobralo 1 800 μl

priamo do HPLC vialky. Dietyléter sa odparil pod prúdom dusíka a vzorky sa rekonštruovali pridaním 0,5 ml acetonitrilu. Následne sa priamo merali na HPLC.

HPLC separácia: meranie sa realizovalo na prístroji HPLC-DAD Agilent 1260 Infinity II (Agilent Technologies, Nemecko). Separácia prebehla pri gradientovej elúcii s mobilnými fázami H₂O a ACN na separačnej kolóne Zorbax Eclipse XDB C18 column 150 mm × 3,0 mm × 3,5 μm s predkolónou Agilent EC-C18 pre-column 30 mm × 4,6 mm × 2,7 μm pri prietoku 0,6 ml·min⁻¹. Zmes štandardov ako aj vzorky boli dávkané v objeme 3 μl.

Každá vzorka bola meraná 3 krát. Kvantifikácia vychádzala z údajov zberaných pri vlnovej dĺžke 254 nm. Koncentrácia amínov bola prepočítaná na jednotku mg·kg⁻¹ sušiny vzorky.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V tabuľke 1 uvádzame obsah 2-fenyletylamínu v jednotlivých vzorkách sumca veľkého. V čerstvej vzorke sa nenachádzal 2-fenyletylamín. V mrazených vzorkách sa taktiež nenachádzal detegovateľný obsah 2-fenyletylamínu. V tepelne upravenej vzorke pri teplote 50 °C počas 30 min nastal nárast na 10,43 mg·kg⁻¹ sušiny, pri teplote 120 °C počas 60 minút v sterilizačnom zariadení na 9,38 mg·kg⁻¹ sušiny a pri pečení pri teplote 180 °C počas 15 min na 10,11 mg·kg⁻¹ sušiny oproti pôvodnému nulovému obsahu. Nárast pri pečení je vysvetlený tým, že počas tepelného spracovania mohlo dôjsť k dekarboxylácii fenylalanínu, čo vedie k odstráneniu karboxylového kyslíka z fenylalanínu a tvorbe 2-PEA. Ďalej to mohlo byť ovplyvnené vznikom Maillardových reakcií, pri ktorých vznikajú aromatické zlúčeniny, medzi ktoré patrí aj 2-PEA. Okrem Maillardovej reakcie mohli byť počas tepelného spracovania prítomné aj ďalšie chemické reakcie. Tieto reakcie mohli zahŕňať rôzne rozklady alebo transformácie zložiek mäsa, ktoré vedú k tvorbe 2-PEA ako vedľajšieho produktu.

Vysoký obsah 2-fenyletylamínu môže spôsobiť hypertenziu a migrénu u konkrétnych pacientov, ktorí podstupujú liečbu inhibítorom monoamín oxidázy (Visciano et al., 2020). U 2-fenyletylamínu je odporúčaný horný referenčný limit 30 mg na kg hmotnosti jedinca. Autori zistili, že tymian a oregano môžu inhibovať tvorbu 2-fenyletylamínu a predĺžiť tak trvanlivosť filiet kapra (*Cyprinus carpio*) (Krížek et al., 2018). Ďalší autori zistili, že čajové polyfenoly významne inhibujú tvorbu biogénnych amínov pri namáčaní zamrznutých filiet kapra. Obsah BA vo vzorkách ošetrovaných čajovými polyfenolmi bol o 30–46 % nižší ako v kontrolných vzorkách (Dai et al., 2021)

Tabuľka 1: Obsah 2-fenyletylamínu vo vzorkách sumca veľkého po tepelných úpravách a v procese skladovania mrazením

Vzorka	mg·kg ⁻¹ SH	Smerodajná odchýlka
Sumec veľký čerstvý	0	0
Sumec veľký pri 50 °C 30 minút	10,43	0,76
Sumec veľký pri 120 °C 60 minút	10,11	0,12
Sumec veľký 180 °C 15 minút	9,38	0,12
Sumec veľký –18 °C 1 mesiac	0	0
Sumec veľký –18 °C 3 mesiace	0	0

V rámci štatistického hodnotenia sme sa zaoberali porovnávaním rôznych variant a identifikáciou štatisticky významných rozdielov v obsahu 2-fenyletylamínu u jednotlivých experimentálnych variant. Použili sme p-hodnoty na určenie úrovne štatistickej významnosti pre dané rozdiely. V kontexte vykonanej štatistickej analýzy sme nezaznamenali štatisticky významné rozdiely medzi vzorkou skladovanou v mrazničke počas jedného mesiaca a vzorkou skladovanou v mrazničke počas troch mesiacov pri teplote –18 °C. Toto

konštatovanie je založené na vyhodnotení p-hodnôt, ktoré nezodpovedajú stanoveným úrovniám štatistickej významnosti ($p > 0,05$). Konkrétne hodnoty sú uvedené v tabuľke 2.

Tabuľka 2: Štatistické vyhodnotenie obsahu 2-fenyletylamínu vo vzorkách sumca veľkého

Vzorka	SV čerstvý	SV 1M	SV 3M	SV 50 °C	SV 180 °C	SV 120 °C
Sumec veľký čerstvý		-	-	***	***	***
Sumec veľký 1 mesiac	1		-	***	***	***
Sumec veľký 3 mesiace	1	1		***	***	***
Sumec veľký 50 °C 30 minút	9,65E-13	9,65E-13	9,65E-13		-	*
Sumec veľký 180 °C 15 minút	1,23E-12	1,23E-12	1,23E-12	0,825E-12		-
Sumec veľký 120 °C 60 minút	2,08E-12	2,08E-12	2,08E-12	0,0175	0,1304	

Legenda: Číselné hodnoty vyjadrujú vypočítané p-hodnoty; štatisticky významné rozdiely: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

V tabuľke 3 uvádzame obsah spermidínu v jednotlivých vzorkách sumca veľkého. Pôvodný obsah spermidínu v čerstvej vzorke bolo 17,14 mg·kg⁻¹ sušiny. Pri mrazení počas -18 °C jedného mesiaca nastal 261 % nárast oproti pôvodnému obsahu spermidínu. Pri mrazení pri teplote -18 °C počas troch mesiacov nastal 436 % nárast oproti pôvodnému obsahu spermidínu. V tepelne upravenej vzorke pri teplote 50 °C 30 min nastal nárast o 493 %, pri teplote 120 °C počas 60 min v autokláve o 595 % a pri pečení pri 180 °C počas 15 min o 589 %.

Autori zistili, že opracovanie pri vysokom hydrostatickém tlaku znížili obsah spermidínu v sušenom haringu. Hoci ultravysokotlaková technológia dokáže do určitej miery kontrolovať BA vo vodných produktoch, často vyžaduje veľkorozmerné zariadenia, ktoré sú drahé a ovplyvňujú farbu, chuť a chuť vodných produktov (Doeun et al., 2016).

Tabuľka 3: Obsah spermidínu vo vzorkách sumca veľkého po tepelných úpravách a v procese skladovania mrazením

Vzorka	mg·kg ⁻¹ SH	Smerodajná odchýlka
Sumec veľký čerstvý	17,14	0,30
Sumec veľký pri 50 °C 30 minút	101,61	1,66
Sumec veľký pri 120 °C 60 minút	118,17	0,4
Sumec veľký 180 °C 15 minút	119,18	0,29
Sumec veľký -18 °C 1 mesiac	61,83	0,19
Sumec veľký -18 °C 3 mesiace	91,85	0,15

Z Tabuľky 4 vyplýva, že medzi varením rybiech filiet na 50 °C 30 min a pečením na 180 °C neexistuje štatisticky významný rozdiel. Úroveň *** ($p < 0,001$) medzi ostatnými variantmi signalizuje extrémnu úroveň významnosti, pri ktorých bol zistený rozdiel na mimoriadne nízkej hladine 0,001.

V tabuľke 5 uvádzame obsah sperminu vo všetkých vzorkách. Pôvodný obsah sperminu v čerstvej vzorke bol 9,46 g na 100 g sušiny. Pri mrazení pri teplote -18 °C počas 1 mesiaca nastal 316 % nárast oproti pôvodnému obsahu sperminu. Pri mrazení počas -18 °C 3 mesiace nastal 739 % nárast oproti pôvodnému obsahu sperminu. V tepelne upravenej vzorke pri teplote 50 °C 30 min nastal rapidný nárast o 1 723 %, pri teplote 120 °C počas 60 minút v autokláve o 623 % a pri pečení pri teplote 180 °C 15 minút nastal tiež rapidný nárast o 1 588 %. Počas mrazenia a tepelnej úpravy mäsa ryby mohlo dôjsť k uvoľňovaniu ornitínu a arginínu z tkanív mäsa a ich následnej dekarboxylácii na spermidín a spermin. Reakciami Maillardových zlúčenín medzi aminokyselinami a cukrami mohlo viesť k tvorbe rôznych zlúčenín, vrátane spermidínu a sperminu.

Zmeny pH taktiež mohli ovplyvniť aktivitu enzýmov a bakteriálnu činnosť, čo mohlo viesť k tvorbe spermidínu a sperminu.

Sanchez-Parra et al. (2022) zistili, že, spermidín klesal, keď sa čerstvý žltoplutvý tuniak a jeho suchý sušený produkt „mojama“, skladovali pri -9°C a -18°C .

Z Tabuľky 6 vyplýva, že úroveň *** ($p < 0,001$) medzi všetkými variantami tepelnej úpravy existuje extrémna úroveň významnosti, pri ktorých bol zistený rozdiel na mimoriadne nízkej hladine 0,001.

Tabuľka 4: Štatistické vyhodnotenie obsahu spermidínu vo vzorkách sumca veľkého

Vzorka	SV čerstvý	SV 1M	SV 3M	SV 50 °C	SV 180 °C	SV 120 °C
Sumec veľký čerstvý				***	***	***
Sumec veľký 1 mesiac	3,03E-14			***	***	***
Sumec veľký 3 mesiace	2,81E-14	6,82E-13		***	*	*
Sumec veľký 50 °C 30 minút	2,81E-14	2,81E-14	1,45E-12		***	*
Sumec veľký 180 °C 15 minút	2,81E-14	2,81E-14	1,88E-12	0,7314		***
Sumec veľký 120 °C 60 minút	2,81E-14	4,74E-14	1,54E-07	1,39E-10	3,41E-10	

Legenda: Číselné hodnoty vyjadrujú vypočítané p -hodnoty; štatisticky významné rozdiely: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

Tabuľka 5: Obsah sperminu vo vzorkách sumca veľkého po tepelných úpravách a v procese skladovania mrazením

Vzorka	mg·kg ⁻¹ SH	Smerodajná odchýlka
Sumec veľký čerstvý	9,46	0,12
Sumec veľký pri 50 °C 30 minút	172,45	0,87
Sumec veľký pri 120 °C 60 minút	159,68	1,06
Sumec veľký 180 °C 15 minút	68,37	1,09
Sumec veľký -18°C 1 mesiac	39,34	0,41
Sumec veľký -18°C 3 mesiace	79,4	0,41

Tabuľka 6: Štatistické vyhodnotenie obsahu sperminu vo vzorkách sumca veľkého

Vzorka	SV čerstvý	SV 1M	SV 3M	SV 50 °C	SV 180 °C	SV 120 °C
Sumec veľký čerstvý		-	-	***	***	***
Sumec veľký 1 mesiac	9,94E-13		-	***	***	***
Sumec veľký 3 mesiace	2,81E-14	6,10E-14		***	*	*
Sumec veľký 50 °C 30 minút	2,81E-14	1,25E-12	6,08E-08		***	*
Sumec veľký 180 °C 15 minút	2,81E-14	2,81E-14	2,81E-14	2,81E-14		***
Sumec veľký 120 °C 60 minút	2,81E-14	2,81E-14	2,81E-14	2,81E-14	1,19E-08	

Legenda: Číselné hodnoty vyjadrujú vypočítané p -hodnoty; štatisticky významné rozdiely: * $p < 0,05$; ** $p < 0,01$; *** $p < 0,001$

ZÁVER

V našej práci sme sa venovali sledovaniu zmien obsahov troch biogénnych amínov v mäse sumca veľkého v závislosti od spôsobu skladovania a fyzikálno-chemického opracovania. Analyzované boli konkrétne 2-fenyletylamín, spermidín a spermin vo vzorkách čerstvého mäsa, v mäse skladovanom pri -18°C počas jedného a troch mesiacov a po rôznych spôsoboch tepelnej úpravy (varenie, sterilizácia a pečenie).

Výsledky ukázali, že 2-fenyletylamín nebol detegovaný v čerstvých ani mrazených vzorkách, zatiaľ čo po tepelnom opracovaní došlo k jeho tvorbe. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané po varení a pečení.

Spermidín bol prítomný vo všetkých analyzovaných vzorkách, pričom jeho obsah významne narastal vplyvom mrazenia aj tepelného opracovania. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané pri pečení a sterilizácii. Podobný trend bol pozorovaný aj pri spermine, ktorého obsah sa výrazne zvýšil najmä po varení pri 50 °C.

Na základe štatistického vyhodnotenia môžeme konštatovať, že spôsob tepelnej úpravy má významný vplyv na obsah týchto biogénnych amínov, zatiaľ čo rozdiely medzi jednotlivými dobami mrazenia neboli vždy štatisticky významné.

POĎAKOVANIE

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-22-0402.

LITERATÚRA

del Rio, B., Fernandez, M., Redruello, B., Ladero, V., Alvarez, M. A. (2023): New insights into the toxicological effects of dietary biogenic amines. *Food Chemistry*, 435, Article 137558. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2023.137558>

Doeun, D., Shin, H. S., Chung, M. S. (2016): Effects of storage temperatures, vacuum packaging, and high hydrostatic pressure treatment on the formation of biogenic amines in Gwamegi. *Applied Biological Chemistry*, 59(1), 51–58. Dostupné z: <https://doi.org/10.1007/s13765-015-0128-5>

Jakabová, S., Árvay, J., Benešová, L., Zajác, P., Čapla, J., Čurlej, J., Golian, J. (2023): Evaluation of biogenic amines in goat and sheep cheeses of Slovak origin. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 13(2), e10000. Dostupné z: <https://doi.org/10.55251/jmbfs.10000>

Krizek, M., Dadakova, E., Vacha, F., Pelikanova, T., Matejkova, K. (2018): The effects of two essential oil and UV-light irradiation treatments on the formation of biogenic amines in vacuum packed fillets of carp (*Cyprinus carpio*). *LWT – Food Science and Technology*, 95, 268–273. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.04.097>

Ma, X., Bi, J., Li, X., Zhang, G., Hao, H., Hou, H. (2021): Contribution of microorganisms to biogenic amine accumulation during fish sauce fermentation and screening of novel starters. *Foods*, 10(11), 2572. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods10112572>

Sanchez-Parra, M., Lopez, A., Munoz-Redondo, J. M., Montenegro-Gomez, J. C., Perez Aparicio, J., Pereira-Caro, G. (2022): Study of the influence of the fishing season and the storage temperature in the fishing vessel on the biogenic amine and volatile profiles in fresh yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) and dry-cured mojama. *Journal of Food Composition and Analysis*, 114, Article 104845. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104845>

Royo, J. L., Castellano-Castillo, D., Ruiz-Galdon, M., Molina-Vega, M., Cardona, F., Tinahones, F. J., et al. (2019): Monoamino oxidase alleles correlate with the presence of essential hypertension among hypogonadic patients. *Molecular Genetics and Genomic Medicine*, 8(1), Article e1040. Dostupné z: <https://doi.org/10.1002/mgg3.1040>

Visciano, P., Schirone, M., Paparella, A. (2020): An overview of histamine and other biogenic amines in fish and fish products. *Foods*, 9(12), E1795. Dostupné z: <https://doi.org/10.3390/foods9121795>

Kontaktná adresa: prof. Ing. Jozef Golian, Dr., Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, e-mail: jozef.golian@uniag.sk