

BIOGENNÍ AMINY V RŮZNÝCH TYPECH POTRAVIN Z TRŽNÍ SÍTĚ V ČESKÉ REPUBLICE

BIOGENIC AMINES IN DIFFERENT TYPES OF FOOD FROM CZECH MARKET NETWORK

Jan Šmoldas¹ – Barbora Palátová Nežiková¹ – Irena Řehůřková¹ – Jiří Ruprich¹

¹Centrum zdraví, výživy a potravin, SZÚ, Palackého tř. 3a, 612 42 Brno

<https://doi.org/10.11118/978-80-7701-048-1-0239>



ABSTRAKT

Biogenní aminy jsou organické látky odvozené od aminokyselin. Nacházejí se přirozeně v potravinách, ale ve vysokých koncentracích jsou známkou kažení potravin. Následná konzumace takových potravin může vést k otravám. Legislativa však stanovuje pouze limit pro histamin v některých druzích ryb a produktech rybolovu (Nařízení komise (ES) č. 2073/2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny).

V rámci této studie bylo stanoveno osm vybraných biogenních aminů (konkrétně kadaverin, histamin, fenyletylamin, putrescin, spermidin, spermin, tryptamin a tyramin) ve vzorcích potravin. Vzorky potravin byly získány v tržní síti v České republice v rámci monitoringu dietární expozice probíhajícího na Centru zdraví, výživy a potravin, SZÚ.

Získané výsledky jsou ve shodě s jinými studiemi zabývající se obdobnou problematikou. Námi zjištěné koncentrace by neměly pro běžného zdravého spotřebitele představovat riziko.

Klíčová slova: biogenní aminy, potraviny, Česká republika

ABSTRACT

Biogenic amines are organic compounds derived from amino acids. They are naturally occurring in foods, however, in high concentrations, they are a sign of food spoilage. The consumption of such foods can lead to poisoning. Legislation sets limits only for histamine in certain types of fish and fishery products (Commission Regulation (EC) No. 2073/2005 on microbiological criteria for food).

This study determined the levels of eight selected biogenic amines (specifically cadaverine, histamine, phenylethylamine, putrescine, spermidine, spermine, tryptamine, and tyramine) in food samples. The food samples were obtained from the market network in the Czech Republic as part of ongoing monitoring of dietary exposure conducted at the Centre for Health, Nutrition, and Food, National Institute of Public Health.

Our results are in agreement with other studies dealing with the same topic. Our measured concentrations should not pose a risk to the average healthy consumer.

Keywords: biogenic amines, food, Czech Republic

ÚVOD

Biogenní aminy jsou pestrá skupina dusíkatých organických sloučenin, které vznikají dekarboxylací aminokyselin, nebo transaminací aldehydů a ketonů (Wójcik et al., 2021). Tyto látky se přirozeně vyskytují v širokém spektru potravin, zejména v těch, které jsou bohaté na proteiny (maso, ryby, sýry) nebo podléhají fermentaci (Durak-Dados et al., 2020). Zatímco nízké koncentrace v potravinách jsou běžné a neškodné, jejich zvýšená koncentrace může mít negativní dopad na lidské zdraví (Erdag et al., 2019). V některých případech mohou biogenní aminy působit jako ukazatel kvality a čerstvosti potravin, protože jejich koncentrace obvykle stoupají při mikrobiálním rozkladu (Naila et al., 2010).

Mezi nejznámější biogenní aminy patří kadaverin, histamin, fenyletylamin, putrescin, spermidin, spermin, tryptamin a tyramin (Önal 2007). Každý z těchto aminů má specifické vlastnosti, které mohou ovlivnit chuť, vůni, ale i bezpečnost potravin (Erdag et al., 2019). Stanovit bezpečnou koncentraci v potravinách je ale problematické, protože jejich efekt je ovlivněn přítomností jiných sloučenin a fyziologickým stavem daného jedince (Feddern et al., 2019).

Kadaverin a putrescin jsou běžně přítomné látky v masných výrobcích. Negativně ovlivňují organoleptické vlastnosti potravin a jsou spojovány s kažením masa. Putrescin je pak i často přítomen ve fermentovaných potravinách jako jsou sýry a uzeniny (Pircher et al., 2007). Ve vysokých koncentracích pak tyto biogenní aminy mohou podporovat vznik karcinogenních nitrosaminů (Bulushi et al., 2009).

Histamin je jeden z nejznámějších a zdravotně významných biogenních aminů. Vyskytuje se především v rybách a jeho koncentrace roste při nesprávné manipulaci a skladování těchto ryb. Vysoké koncentrace histaminu mohou způsobit histaminovou otravu, která se projevuje bolestí hlavy, kožní vyrážkou, trávicími potížemi a v extrémních případech i kardiovaskulárními problémy (Wójcik et al., 2021). Mezi širokou veřejností je pak známá histaminová intolerance, což je stav, kdy tělo není schopné efektivně odbourávat histamin. Projevuje se podobně jako alergická reakce a pro ovlivněné jedince je nutné sledovat koncentrace histaminu v potravinách (Comas-Basté et al., 2020).

Tyramin je další amin, který může způsobovat vážné zdravotní problémy, zvláště u pacientů používající léky obsahující inhibitor monoaminoxidázy (např. antidepressiva). Tato kombinace vede ke kardiovaskulárním obtížím, které mohou skončit i smrtí. Mezi další toxikologické efekty tyraminu patří například nevolnosti a trávicí problémy (Ozogul and Ozogul, 2019).

Fenyletylamin se nachází například v čokoládě nebo sýrech. Má stimulační účinky na nervovou soustavu, vedoucí například ke změně nálad nebo pozornosti. Obvykle bývá v potravinách přítomen v nízkých koncentracích, ve vyšších koncentracích pak může způsobovat bolesti hlavy nebo závratě (Marcobal et al., 2012) a stejně jako tyramin může způsobovat vysoký tlak u pacientů užívajících léky obsahující inhibitor monoaminoxidázy (del Rio et al., 2020).

Tryptamin se akumuluje především v rybách a rybích výrobcích, sýrech a fermentovaných potravinách. Má vliv na nervový systém a může způsobovat vysoký tlak, nevolnosti a bolesti hlavy (del Rio et al., 2020).

Spermidin a spermin jsou polyaminy, které se vyskytují zejména ve fermentovaných a rostlinných potravinách (například sója a pšeničné klíčky). Zatímco v minulosti byly vnímány jako toxické látky společně s ostatními biogenními aminy, poslední studie naznačují, že problematika jejich účinků na jedince je komplexnější. Nicméně i nejvyšší reportované koncentrace v potravinách by měly být pro zdravé jedince bezpečné (del Rio et al., 2018; Zou et al., 2022).

Včasné zjištění přítomnosti a pravidelné sledování hladin těchto látek v potravinách je proto nezbytné pro zajištění bezpečnosti a kvality potravin a ochranu zdraví spotřebitelů (Ruiz-Capillas a Herrero, 2019). Legislativa v Evropské unii však stanovuje pouze limit na obsah histaminu v rybách a rybích výrobcích (Nařízení komise (ES) č. 2073/2005). Celkové hodnocení rizik plynoucích z obsahu biogenních aminů v potravinách je tak stále aktuálním tématem (Tiris et al., 2023).

MATERIÁL A METODIKA

Vzorkování

Vzorky potravin byly zakoupeny v obchodech v tržní síti České republiky (ČR) v rámci monitoringu dietární expozice člověka v ČR vedeného Centrem zdraví, výživy a potravin (CZVP) SZÚ. Tento program byl popsán podrobně například zde (Ruprich et al., 2006; Státní zdravotní ústav, 2024a; Státní zdravotní ústav, 2024b). Ve zkratce, obchody byly vybrány podle své velikosti tak, aby odpovídaly preferencím spotřebitelů. Pro potřeby monitoringu byla ČR rozdělena do čtyř kvadrantů v závislosti na počtu obyvatel. Každé čtvrtletí probíhá jeden nákup v každém kvadrantu. Při každém nákupu jsou pořízeny 3 výrobky od každého druhu vybraných potravin. Tyto výrobky jsou následně zpracovány jako jeden vzorek reprezentující daný kvadrant ČR. Celkově tedy v rámci čtyř nákupů dojde k pořízení 12 kusů jednotlivých výrobků vybraných potravin, které se zpracují jako 4 vzorky. Pro potřeby vyhodnocení výsledků pak byly jednotlivé potraviny rozděleny do následujících skupin: ovoce a zelenina, maso a masné výrobky, mléčné výrobky, ryby a rybí výrobky, trvanlivé potraviny, nápoje a mražené potraviny.

Po výše popsaném zakoupení byly vzorky v chladu transportovány do CZVP, kde byly kulinárně zpracovány, homogenizovány a v mrazu (-20 °C) uschovány do analýzy.

Příprava vzorků

Každý vzorek byl připravován souběžně minimálně ze dvou navážek. Následovala ultrazvuková extrakce v prostředí kyseliny 5-sulfosalicylové. Ze vzorků byl poté odebrán supernatant, který byl derivatizován za pomoci benzoyl-chloridu v prostředí borátového pufru. Následně byla odebrána část supernatantu pro stanovení metodou LC-MS (kapalinová chromatografie s hmotnostní spektrometrií).

V rámci analýzy vzorků byly také vždy připraveny blanky (slepé vzorky) a referenční materiál stejným způsobem jako reálné vzorky. Jako blank byla použita filtrovaná deionizovaná (DI) voda. Pro kontrolu šumu

při analýze bylo analyzováno také čisté rozpouštědlo. Blanky ani čisté rozpouštědlo nevykazovaly kontaminaci.

Analýza vzorků

V rámci této studie bylo analyzováno 8 biogenních aminů. Konkrétně se jednalo o kadaverin (CAD), histamin (HIS), fenyletylamin (PEA), putrescin (PUT), spermidin (SPD), spermin (SPE), tryptamin (TRY) a tyramin (TYR). Vzorky byly analyzovány pomocí systému kapalinového chromatografu (Agilent 1290 Infinity II) s hmotnostním spektrometrem (Agilent 6470B QQQ). Jako počáteční mobilní fáze byla použita směs DI vody s přídavkem 0,1% kyseliny mravenčí a acetonitrilu v poměru 70:30 (v/v). Eluce pak probíhala gradientově až do poměru 20:80 (v/v). K analýze byla použita analytická kolona Luna Omega PS C18 100 x 2,1 mm s velikostí částic 1,6 μm s příslušnou předkolonou (Phenomenex). Byla využívána ionizace pomocí elektrospreje (ESI) v pozitivním módu a měření probíhalo v režimu MRM (multiple reaction monitoring).

Zpracování dat

Data byla vyhodnocena v programu Microsoft Excel 2013 (Microsoft). Hodnoty slepých vzorků (blanků) se obecně pohybovaly pod limitem kvantifikace a nebyly tedy odečítány od reportovaných koncentrací. Reportované koncentrace rovněž nebyly korigovány na výtěžnost.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Histamin

Koncentrace histaminu se pohybovaly v intervalu od limitu kvantifikace (LOQ) do 77,3 mg/kg pro všechny vzorky všech typů potravin. V kategorii mléčných výrobků a nápojů, s výjimkou sýrů s plísní uvnitř hmoty (průměr = 21,7 mg/kg), byly naměřeny koncentrace histaminu pod LOQ. Vysoký obsah histaminu bývá především u široké veřejnosti spojován s vínem, ačkoli se jedná o již překonaný poznatek (Kanny et al., 2001). Tento jev jsme potvrdili i v naší studii, kdy se všechny naměřené koncentrace vína se pohybovaly pod LOQ (1,67 mg/kg). Hodnota námi stanovené LOQ však odpovídá reportovaným koncentracím v jiných studiích (Bartowsky & Stockley, 2011; Esposito et al., 2019) a lze proto usoudit, že naše výsledky jsou ve shodě. Ostatní koncentrace se také obecně pohybují v obdobných hladinách jako u jiných studií (San Mauro Martin et al., 2016; Sánchez-Pérez et al., 2021).

Kadaverin

Koncentrace kadaverinu se pohybovaly v intervalu od LOQ do 88,6 mg/kg pro všechny jednotlivé vzorky ve všech skupinách potravin. V souladu s literaturou byly jeho nejvyšší koncentrace naměřeny v mase a masných výrobcích (průměr = 8,6 mg/kg; medián = 1,7 mg/kg). V kategorii ovoce a zelenina nebyla s výjimkou kysaného zelí (průměr = 43,5 mg/kg) koncentrace kadaverinu pozorována v žádném vzorku nad LOQ. V některých souborech vzorků konkrétní potraviny (např. speciality drůbeží, losos, tavený sýr, játrový salám,...) se pak vyskytovaly odlehle hodnoty. Tato pozorování může naznačovat zhoršenou kvalitu dané potraviny způsobenou například špatným skladováním nebo stářím vzorku. Naše naměřené koncentrace jsou však obecně nižší než v obdobných studiích (Durak-Dados et al., 2020; Rauscher-Gabernig et al., 2012).

Fenyletylamin

Koncentrace PEA vyšší než LOQ byly pozorovány v 21,5 % vzorků. Pozorován byl například v čokoládě, tvrdých sýrech, vínu, fermentovaných salámech a kysaném zelí. S výjimkou jednoho vzorku (sýr tvrdý uzený, $c = 28,9$ mg/kg) byly všechny naměřené koncentrace nižší než 10 mg/kg. Při srovnání s obdobnými studiemi jsou námi zjištěné koncentrace obdobné nebo nižší (Buňková et al., 2013; Doeun et al., 2017).

Putrescin

Koncentrace PUT se pohybovaly v intervalu od LOQ do 199 mg/kg pro všechny jednotlivé vzorky. Potraviny s nejvyšší koncentrací byly zelí kysané (průměr = 175 mg/kg), pomeranče (průměr = 95,1 mg/kg) a banány (průměr = 62,2 mg/kg). Kategorie ovoce a zelenina obecně vykazovala nejvyšší hladiny. Ve skupinách masa a masných výrobků, mléčných výrobků a trvanlivých potravin se koncentrace s výjimkou odlehklých hodnot pohybovaly do 10 mg/kg. Naše pozorované koncentrace jsou pak obecně stejné jako v obdobných studiích (Doeun et al., 2017; Kalač a Krausová, 2005; Rauscher-Gabernig et al., 2012).

Spermidin

Koncentrace SPD se pohybovaly v intervalu od LOQ do 74,8 mg/kg pro všechny jednotlivé vzorky. S výjimkou sýrů s plísní uvnitř hmoty byly ve skupině mléčných výrobků pozorovány koncentrace pod LOQ (1,48 mg/kg). Nejvyšší koncentrace pak byly naměřeny v drobích drůbežích (průměr = 60,5 mg/kg) a zmrazené zelenině (průměr = 31,6 mg/kg), dále pak v bramborových lupíncích, játrovém salámu, špenátu a hořčici. Jednotlivé celé kategorie se tak nedají jednoznačně charakterizovat a je nutné vždy sledovat individuální potraviny. Naše reportované koncentrace pak odpovídají obdobným studiím (Kalač a Krausová, 2005; Muñoz-Esparza et al., 2019).

Spermin

Koncentrace sperminu se pohybovaly v intervalu od LOQ do 198 mg/kg pro všechny jednotlivé vzorky. Naměřené koncentrace v masě a masných výrobcích byly statisticky vyšší ($p < 0,05$) oproti všem dalším kategoriím. Konkrétní výrobky s nejvyšší koncentrací pak byly drůbeží droby (průměr = 170 mg/kg) a játrový salám (průměr = 77 mg/kg). Naše pozorované koncentrace jsou pak obecně stejné jako v obdobných studiích (Kalač a Krausová, 2005; Rauscher-Gabernig et al., 2012).

Tryptamin

Koncentrace TRY vyšší než LOQ byly pozorovány v 30,5 % vzorků a v 9 % vzorků byla koncentrace vyšší než 1 mg/kg. Mezi potraviny s nejvyšší koncentrací patřilo kiwi (průměr = 9,9 mg/kg) a kysané zelí (průměr = 6,0 mg/kg). Námi pozorovaná četnost detekce i koncentrace jsou pak ve shodě s obdobnými studiemi (Ozogul and Ozogul, 2019; Wüst et al., 2016).

Tyramin

Koncentrace TYR se pohybovaly v intervalu od LOQ do 116 mg/kg pro všechny jednotlivé vzorky. S výjimkou kysaného zelí byly nejvyšší koncentrace naměřeny ve vzorcích živočišného původu (masné

a mléčné výrobky). Mezi konkrétní potraviny s nejvyšším průměrem pak patřily trvanlivé fermentované salámy, tvrdé sýry a játrový salám. Námi pozorované koncentrace jsou pak ve shodě s obdobnými studiemi (Andersen et al., 2019).

ZÁVĚR

Biogenní aminy v potravinách jsou komplexní problematikou, která je stále aktuální. Je náročné zjistit bezpečné koncentrace v potravinách pro jednotlivé sloučeniny a následně je aplikovat pro širokou veřejnost. Naše studie se zaměřila na reportování koncentrací osmi vybraných biogenních aminů napříč různými skupinami potravin běžně konzumovanými v České republice. Námi zjištěné koncentrace jsou pak srovnatelné nebo nižší než reportované v jiných obdobných studiích. V některých případech jsme pozorovali odlehle hodnoty v koncentracích, které mohou indikovat špatné skladování nebo stáří dané potraviny. Obecně tak lze říci, že potraviny zakoupené v české tržní síti by neměly pro zdravé spotřebitele představovat riziko. Tento závěr by však měl být podpořen dalším měřením většího počtu vzorků nebo dalších druhů potravin.

PODĚKOVÁNÍ

Autoři by rádi poděkovali laboratoři preanalytické přípravy vzorků, která zajistila nákup a kulinární zpracování vzorků. Autoři by také rádi poděkovali Daně Koblasové a Marii Kilbergrové z laboratoře kapalinové chromatografie za zpracování vzorků.

Tato práce byla podpořena MZ ČR – RVO (Státní zdravotní ústav – SZÚ, 75010330).

LITERATURA

- Andersen, G., Marcinek, P., Sulzinger, N., Schieberle, P., Krautwurst, D. (2019): Food sources and biomolecular targets of tyramine, *Nutrition Reviews*, 77(2), 107–115. Dostupné z: doi/10.1093/nutrit/nuy036
- Bartowsky, E. J., Stockley, C. S. (2011): Histamine in Australian wines—a survey between 1982 and 2009. *Ann Microbiol* 61, 167–172. Dostupné z: doi/10.1007/s13213-010-0070-z
- Bulushi, I. A., Poole, S., Deeth, H. C., Dykes, G. A. (2009): Biogenic Amines in Fish: Roles in Intoxication, Spoilage, and Nitrosamine Formation—A Review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 49(4), 369–377. Dostupné z: doi/10.1080/10408390802067514
- Buňková, L., Adamcová, G., Hudcová, K., Velichová, H., Pachlová, V., Lorencová, E., Buňka, F. (2013): Monitoring of biogenic amines in cheeses manufactured at small-scale farms and in fermented dairy products in the Czech Republic. *Food Chem.* 141:548–551. Dostupné z: doi/10.1016/j.foodchem.2013.03.036
- Comas-Basté, O., Sánchez-Pérez, S., Veciana-Nogués, M. T., Latorre-Moratalla, M., Vidal-Carou, M. d. C. (2020). Histamine Intolerance: The Current State of the Art. *Biomolecules*, 10(8), 1181. Dostupné z: doi/10.3390/biom10081181

- del Rio, B., Redruello, B., Linares, D. M., Ladero, V., Ruas-Madiedo, P., Fernandez, M., Cruz, M. M., Alvarez, M. A. (2018): Spermine and spermidine are cytotoxic towards intestinal cell cultures, but are they a health hazard at concentrations found in foods? *Food Chemistry*, Volume 269, Pages 321–326, Dostupné z: doi/10.1016/j.foodchem.2018.06.148
- del Rio, B., Redruello, B., Fernandez, M., Cruz, M. M., Ladero, V., Alvarez M. A. (2020): The biogenic amine tryptamine, unlike β -phenylethylamine, shows in vitro cytotoxicity at concentrations that have been found in foods. *Food Chemistry*, Volume 331, Dostupné z: doi/10.1016/j.foodchem.2020.127303
- Doeun, D., Davaatseren, M., Chung, MS. (2017): Biogenic amines in foods. *Food Sci Biotechnol* 26, 1463–1474. Dostupné z: doi/10.1007/s10068-017-0239-3
- Durak-Dados, A., Michalski, M., Osek, J. (2020): Histamine and other biogenic amines in food. *Journal of Veterinary Research*, 64(2) 281–288. Dostupné z: doi/10.2478/jvetres-2020-0029
- Erdag, D., Merhan, O., Yildiz, B. (2019): Biochemical and Pharmacological Properties of Biogenic Amines. *IntechOpen*. Dostupné z: doi/10.5772/intechopen.81569
- Esposito, F., Montuori, P., Schettino, M., Velotto, S., Stasi, T., Romano, R., Cirillo, T. (2019): Level of Biogenic Amines in Red and White Wines, Dietary Exposure, and Histamine-Mediated Symptoms upon Wine Ingestion. *Molecules*, 24(19), 3629. Dostupné z: doi/10.3390/molecules24193629
- Feddern V., Mazzuco H., Fonseca F. N., de Lima G. J. M. M. (2019): A review on biogenic amines in food and feed: toxicological aspects, impact on health and control measures. *Animal Production Science* 59, 608–618. Dostupné z: doi/10.1071/AN18076
- Kalač, P., Krausová, P. (2005): A review of dietary polyamines: Formation, implications for growth and health and occurrence in foods. *Food Chemistry* 90, 219–230. Dostupné z: doi/10.1016/j.foodchem.2004.03.044
- Kanny, G., Gerbaux, V., Olszewski, A., Frémont, S., Empereur, F., Nabet, F., Cabanis, J.C., Moneret-Vautrin, D.A. (2001): No correlation between wine intolerance and histamine content of wine. *Journal of Allergy and Clinical Immunology* 107, 375–378. Dostupné z: doi/10.1067/mai.2001.112122
- Marcobal, A., De Las Rivas, B., Landete, J. M., Tabera, L., Muñoz, R. (2012): Tyramine and Phenylethylamine Biosynthesis by Food Bacteria. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 52(5), 448–467. Dostupné z: doi/10.1080/10408398.2010.500545
- Muñoz-Esparza NC, Latorre-Moratalla ML, Comas-Basté O, Toro-Funes N, Veciana-Nogués MT, Vidal-Carou MC (2019): Polyamines in Food. *Front. Nutr.* 6:108. Dostupné z: doi: 10.3389/fnut.2019.00108
- Naila, A., Flint, S., Fletcher, G., Bremer, P. and Meerdink, G. (2010): Control of Biogenic Amines in Food—Existing and Emerging Approaches. *Journal of Food Science*, 75: R139-R150. Dostupné z: doi/10.1111/j.1750-3841.2010.01774.x

- Nařízení Komise (ES) č. 2073/2005 ze dne 15. listopadu 2005 o mikrobiologických kritériích pro potraviny ve znění pozdějších předpisů. Dostupné na <http://data.europa.eu/eli/reg/2005/2073/2020-03-08>
- Önal, A. (2007): A review: Current analytical methods for the determination of biogenic amines in foods. *Food Chemistry*. Dostupné z: [doi/10.1016/j.foodchem.2006.08.028](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.028)
- Ozogul, Y., Ozogul, F. (2019): Biogenic amines formation, toxicity, regulations in food. *Biogenic amines in food: Analysis, occurrence and toxicity*. Dostupné z: [doi/10.1039/9781788015813](https://doi.org/10.1039/9781788015813)
- Paulsen, P., Grossgut, R., Bauer, F., Rauscher-Gabernig, E. (2012): Estimates of maximum tolerable levels of tyramine content in foods in Austria. *Journal of food and nutrition research*. 51. 52-59. Dostupné z:
- Pircher, A., Bauer, F. & Paulsen, P (2007): Formation of cadaverine, histamine, putrescine and tyramine by bacteria isolated from meat, fermented sausages and cheeses. *Eur Food Res Technol* 226, 225–231. Dostupné z: [doi/10.1007/s00217-006-0530-7](https://doi.org/10.1007/s00217-006-0530-7)
- Rauscher-Gabernig, E., Gabernig, R., Brueller, W. et al. (2012): Dietary exposure assessment of putrescine and cadaverine and derivation of tolerable levels in selected foods consumed in Austria. *Eur Food Res Technol* 235, 209–220. Dostupné z: [doi/10.1007/s00217-012-1748-1](https://doi.org/10.1007/s00217-012-1748-1)
- Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M. (2019): Impact of Biogenic Amines on Food Quality and Safety. *Foods* (Basel, Switzerland), 8(2), 62. Dostupné z: [doi/10.3390/foods8020062](https://doi.org/10.3390/foods8020062)
- Ruprich, J., Dofková, M., Řehůřková, I., Slaměníková, E., Resová, D. (2006): Individuální spotřeba potravin – národní studie SISP04. SZÚ. Dostupné z: <https://czvp.szu.cz/spotrebapotravin.htm>
- San Mauro Martin, I., Brachero, S., Garicano Vilar, E., (2016): Histamine intolerance and dietary management: A complete review. *Allergologia et Immunopathologia*. Dostupné z: [doi:10.1016/j.aller.2016.04.015](https://doi.org/10.1016/j.aller.2016.04.015)
- Sánchez-Pérez, S., Comas-Basté, O., Veciana-Nogués, M. T., Latorre-Moratalla, M. L., Vidal-Carou, M. C. (2021): Low-Histamine Diets: Is the Exclusion of Foods Justified by Their Histamine Content? *Nutrients*, 13(5), 1395. Dostupné z: [doi/10.3390/nu13051395](https://doi.org/10.3390/nu13051395)
- Státní zdravotní ústav (2024) a: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva České republiky ve vztahu k životnímu prostředí, Souhrnná zpráva za rok 2023. ISBN 978-80-7071-452-2. Dostupné online z: https://szu.gov.cz/wp-content/uploads/2024/09/SZU_Monitoring_24_web.pdf
- Státní zdravotní ústav (2024) b: Systém monitorování zdravotního stavu obyvatelstva ČR ve vztahu k životnímu prostředí, Odborná zpráva za rok 2023. ISBN 978-80-7071-453-9 (online). Dostupné z: https://szu.gov.cz/wp-content/uploads/2024/11/Vysledky_systemu_-2023.pdf

Tırıs, G., Sare Yanıkoğlu, R., Ceylan, B., Egeli, D., Kepekci Tekkeli, E., Önal, A. (2023): A review of the currently developed analytical methods for the determination of biogenic amines in food products. Food Chemistry. Elsevier Ltd. Dostupné z :doi/10.1016/j.foodchem.2022.133919

Wójcik, W., Łukasiewicz, M. Puppel, K. (2021): Biogenic amines: formation, action and toxicity – a review. J Sci Food Agric, 101: 2634-2640. Dostupné z: doi/10.1002/jsfa.10928

Wüst, N., Rauscher-Gabernig, E., Steinwider, J., Bauer, F., Paulsen, P. (2016): Risk assessment of dietary exposure to tryptamine for the Austrian population. Food Additives & Contaminants: Part A, 34(3), 404–420. Dostupné z: doi/10.1080/19440049.2016.1269207

Zou, D., Zhao, Z., Li, L., Min, Y., Zhang, D., Ji, A., Jiang, C., Wei, X., Wu, X. (2022): A comprehensive review of spermidine: Safety, health effects, absorption and metabolism, food materials evaluation, physical and chemical processing, and bioprocessing. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety, 21, 2820–2842. Dostupné z: doi/10.1111/1541-4337.12963

Kontaktní adresa: Mgr. Jan Šmoldas, Centrum zdraví, výživy a potravin, Státní zdravotní ústav, Palackého třída 2952/3a, 612 00 Brno, e-mail: jan.smoldas@szu.cz