

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

HUBY

VIEME, ČO JEME ?

POPULÁRNO-VEDECKÝ SEMINÁR PRE MILOVNÍKOV HÚB



*V sychravý deň sa v tieni pňov objavia
čierne plodnice hnojníkov. Ich farba nie
je len ozdobou – je to pancier, ktorý ich
chráni pred svetlom, teplom a svetom
mikróbov.*

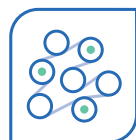


HUBY VIEME,ČO JEME ?

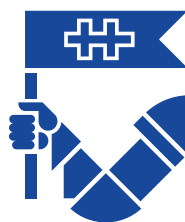


mushroomFANS

S podporou



Nitrianska
krajská rada
mládeže



**Mesto
Nitra**



MINISTERSTVO

**ŠKOLSTVA, VÝSKUMU,
VÝVOJA A MLÁDEŽE
SLOVENSKEJ REPUBLIKY**

Tento seminár vznikol vďaka finančnej podpore získanej v rámci riešenia projektu Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky VEGA 1/0307/25 a Agentúry na podporu výskumu a vývoja APVV-22-0402.



Zborník príspevkov z III. ročníka populárno-vedeckého seminára o hubách, hubároch a všetkého, čo sa toho týka - HUBY vieme, čo jeme?, konaný 5. 6. 2026 v kongresovej sále Výskumného centra AgroBioTech, na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa **22. 6. 2026** ako zborník prác z odbornej konferencie online. Zborník neprešiel redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre. Za obsah príspevkov zodpovedajú autori jednotlivých príspevkov.

Editori: PaedDr. Silvia JAKABOVÁ, PhD., Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Grafická úprava: Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Názov: HUBY - vieme, čo jeme?

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: Prvé

Rok vydania: 2026

Recenzenti:

doc. RNDr. Lenka DEMKOVÁ, PhD.

Katedra ekológie

Fakulta humanitných a prírodných vied

Prešovská univerzita v Prešove

doc. Ing. Martin HAUPTVOGL, PhD.

Ústav udržateľného regionálneho a miestneho rozvoja

Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ISBN: **978-80-552-2741-2**

DOI: **<https://doi.org/10.15414/2024.9788055227412>**

CC-BY-NC 4.0 International

Obsah

Lesné spoločenstvá ako navigácia pri hľadaní hríbov Vladimír KUNCA	6
Amatoxínové otravy na Slovensku Mária CIBIROVÁ - Zuzana MYDLOVÁ	13
Analýza a návrh úpravy legislatívy pestovania jedlých húb v Slovenskej republike Marcel GOLIAN	20
Chemické zloženie húb a jeho význam pre výživu a zdravie človeka Marek ŠNIRC	28
Tradičná potravina alebo moderný trend? Spotrebiteľské správanie mladej generácie pri konzumácii húb Kristína PREDANÓCYOVÁ - Ivona JANČO - Eva IVANIŠOVÁ - Július ÁRVAY	43
Nutričný a antioxidačný profil menej známej jedlej huby - lievika trúbkovitého s dôrazom na potenciál v modernej potravinárskej praxi Eva IVANIŠOVÁ - Adriana KOLESÁROVÁ - Dorota GUMUL - Marek KRUCZEK	51

Lesné spoločenstvá ako navigácia pri hľadaní hříbov

Vladimír KUNCA

Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 960 01 Zvolen, Slovenská republika. Email: kunca@tuzvo.sk

Abstrakt

Čísлом jedna pri veľmi obľúbenom zbere húb sú na Slovensku dubáky, teda hříby s bielou dužinou. V práci som načrtol prehľad typických biotopových nárokov štyroch u nás známych druhov rodu *Boletus*, ktoré na Slovensku máme. Ako kľúčové, okrem napr. zrejmých klimatických parametrov ako sú zrážky a teplota, sa javia charakteristiky lesného porastu, hlavne drevinové zloženie a vlastnosti pôdy. Rôzne sú aj fenologické rozdiely, teda obdobia výskytu plodníc. Diskutujeme aj o súbežnom výskyte plodníc chránených druhov iných hříbovitých húb, ktoré sa tiež zvyknú zbierať. Existencia a výskyt plodníc jednotlivých hodnotených druhov hříbov sú zjavne dosť špecifické a stále skrývajú veľa tajomstiev.

Kľúčové slová: dubáky, biotop, lesy, dub, buk, smrek

Úvod

Pre veľa hubárov sú „hubami“ hlavne hříby, zvlášť teda plodnice s bielou dužinou, ktoré sa často aj takto pojmovovo nesprávne stotožňujú. Schulp a kol. (2014) uvádzajú medzi najzbieranejšími hubami v Európe aj hříb smrekový a hříby sú zároveň aj najobľúbenejšími hubami, ktorých plodnice Slováci zbierajú (Kovalčík, 2014). Žiadny z u nás rastúcich hříbov nie je jedovatý v zmysle, žeby obsahoval typické toxíny. Pod slovom „dubák“ alebo aj „hříb“ väčšina slovenských hubárov nerozlišuje viaceré, až štyri druhy hříbov s bielou dužinou: hříb dubový (*Boletus reticulatus*), hříb smrekový (*B. edulis*), hříb bronzový (*B. aereus*) a hříb sosnový (*B. pinophilus*). Medzi nimi sú určité rozdiely v ekológii, environmentálnych nárokoch, vo fenológii a dokonca aj z kulinárskeho hľadiska. Práve jedlé druhy hříbov (*Boletus* spp.) sú najviac zbiwveranými hubami aj v Európe a zároveň obsahujú metabolity, ktoré môžu byť z pohľadu ľudskej stravy dokonca považované za „zdravé potraviny“ (Heleno a kol., 2011). Na svete je mimochodom známych viac ako 100 druhov hříbov (rod *Boletus* spp.).

Cieľom nášho príspevku je zosumarizovať nielen prehľad húb rodu hříb (*Boletus* spp.) na Slovensku, avšak poukázať hlavne na špecifické rozdiely medzi typickými biotopmi jednotlivých druhov tohto rodu húb na Slovensku, zvlášť z pohľadu rôznych charakteristík a parametrov lesných spoločenstiev.

Materiál a metodika

Príspevok vychádza hlavne z osobných skúseností autora. Zo Slovenska nie je publikovaných veľa prác, ktoré sa venujú hříbovým hubám. Niektoré informácie sme tak zhrnuli, no i čerpali z prác ako Šutara a kol. (2009), Kunca a Glejdura (2013), Mikšík a Kunca (2015), Kunca a kol. (2018), Olah a kol. (2020). Niektoré nálezy hříbovitých húb sú dokladované exsikátmi v súkromnom fungáriu autora (PVKU).

Výsledky a diskusia

Krajina Slovenska je veľmi rôznorodá, čo sa odráža aj vo výskyte hříbovitých húb. Keďže hříby (*Boletus* spp.) sú ektomykorízne druhy húb, pomerne vysoká lesnatosť Slovenska až do takmer 45 % poskytuje pre nich výborné podmienky. V lesných spoločenstvách od cca. 100 m až po 1500 m n. m. sa všade vyskytujú hříby, aj tie s bielou dužinou. Od najnižších polôh sú to dubové lesy, keďže vo všeobecnosti v lužných lesoch hříby nerastú. So zvyšujúcou sa nadmorskou výškou sú to aj prechody do zmiešaných listnatých lesov a potom do bukových lesov. Bohaté sú pre tento rod aj lesy tzv. „karpatskej zmesi“, kde zmes drevín ako buk, jedľa a smrek, kde je vysoká možnosť nadviazať so stromami symbiotický vzťah. A celé sa to končí v horských smrekových lesoch, hoci plodnice hříbov sa dajú nájsť ešte vyššie. Členitý terén vytvára

rôzne kombinácie aj z pohľadu mikroklimatických a reliéfnych podmienok, čo tiež ovplyvňuje výskyt aj „náročnejších“ hribových druhov. Len výnimočne však poznáme lokality v širšom ponímaní (aspoň niekoľko desiatok hektárov), kde sa všetky tieto štyri druhy hřibov s bielou dužinou vyskytujú spolu. Často sú takéto miesta lokálne odlišné, meniace sa na geologickej úrovni, kde je jednou časťou nejaká „kyslá“ hornina, alebo v podhorských podmienkach členitý reliéf s výraznou expozičnou mikroklimou, odzrkadľujúce sa aj na drevinovom zložení.

Ako prvý, posledné roky už aj v apríli, avšak nie pravidelne každý rok, sa na pôdach chudobných na živiny a vo svetlejších častiach lesných spoločenstiev objavuje hřib sosnový (*B. pinophilus*). Jeho plodnice sa zároveň dajú nájsť aj ako posledné počas roka, výnimočne aj v decembri. Naše nepublikované

výsledky pôdnej reakcie pôd s výskytom tohto druhu z takmer celého Slovenska jasne poukazujú na viazanosť na kyslé lesné pôdy. Už aj jeho druhové meno poukazuje na vzťah s drevinou (borovica), ktorá sa často „presadzuje“ na živinovo veľmi chudobných pôdach. Osobne by som bol skôr naklonený názvu toho druhu ako *Boletus acidophilus*. Na druhej strane, jeho mykorízny vzťah je dokumentovaný s rôznymi drevinami. Jeho plodnice sa nachádzajú v dubinách, bučinách, jedľobučinách, smrečinách a dokonca aj pod kosodrevinou. Tieto spoločenstvách sa často dajú priamo charakterizovať ako kyslé (Obrazok 1).

Typickými horninami, ktoré ich tvoria, sú napr. kremenec, žula, avšak aj ryolit. Tieto spoločenstvá často spoznáme aj podľa výskytu tzv. kyslomilných druhov rastlín, ako napr. čučoriedka obyčajná. Plod-



Obrázok 1

Typický biotop hřiba sosnového (*B. pinophilus*) – svetlá bučina s nízkym podielom opadanky na chudobnom geologickom podloží



Obrázok 2

Hřib sosnový (*B. pinophilus*)

nice druhu sú medzi hříbmi s bielou dužinou typické robustnosťou, červenohnedou hrboľatou pokožkou klobúka a hnedastým sfarbením hornej polovice hlúbika (Obrázok 2).

Najbežnejší a najrozšírenejší z týchto hříbov u nás je hříb dubový (*B. reticulatus*). Typicky a pomerne pravidelne (aspoň raz za rok) sa jeho plodnice dajú nájsť práve skôr v nižších polohách, z čoho nepriamo vychádza aj jeho slovenské druhové meno (Obrázok 3). Jeho latinské druhové meno znamená „sieťko-

vaný“. A to je jeden zo znakov, ktorý ho odlišuje od najskôr zameniteľného hříba smrekového – vo väčšej časti hnedosieťkovaný povrch hlúbika. Okrem toho má typicky svetlo hnedú, a akoby zamatovú, vláknitú pokožku klobúka (Obrázok 4). Výskyt prvých plodníc druhu sa už stáva aj májovou záležitosťou. Často aj niekoľko násobná tvorba plodníc počas roka trvá zhruba do teplejšej časti jesene. V tomto ohľade je to skôr typický letný druh hříba. Okrem dubov, teda od najnižších polôh nášho územia, dokáže tvoriť

Obrázok 3

Typický biotop hříba dubového (*B. reticulatus*) – svetlý listnatý les s prevahou dubov



mykorízu aj s inými listnáčmi ako hrab, lipa, lieska, buk, no vyššie i výnimočne s ihličnanmi ako je napr. smrek aj okolo 1000 m n.m.

U nás najmenej častý z prezentovaných hříbov je hříb bronzový (*B. aereus*). Je to teplomilný, pôvodne až mediteránny druh, u nás so severnou hranicou rozšírenia v Európe. Okrem iného ho typicky od ostatných druhov odlišuje tiež povrch pokožky klobúka, ktorá je pri mladých plodniciach až čierna, neskôr prechádza do tmavohnedej, často s rôznymi farebnými „flakmi“ až tehlovohnedej farby. Často je pokožka klobúka špecificky, v porovnaní s inými uvádzanými druhmi viacfarebná. Viazaný je na najteplejšie regióny našej krajiny, hlavne v symbiotickom spojení s dubmi, zvlášť s dubom cerovým (*Quercus cerris*) (Obrázok 5). Skôr výnimočne aj s inými listnáčmi ako hrab alebo buk na živinovo bohatých pôdach. Plodnice nemusia rásť každý rok, no takmer výhradne len v letných mesiacoch po intenzívnych búrkach, vo veľmi teplom počasí. S otepľovaním sa zjavne viac šíri po Slovensku a objavuje sa aj v regiónoch, kde nebol nikdy známy. Je to s hříbom dubovým tiež jediný, ktorý sa dá nájsť aj pri netypickom biotope lužných lesov, teda na ich

okrajoch, skôr na prechode takýchto lesov do travino-bylinného spoločenstva.

Najtypickejším „dubákom“ je pre väčšinu hubárov u nás hříb smrekový (*B. edulis*), ktorý je základným druhom jesennej hubačky. Predurčuje ho k tomu hlavne typické obdobie rastu v chladnejšej časti roka, kedy je výskyt lariev hmyzu v plodniciach malý až nulový. Plodnice sa dajú nájsť od najnižších polôh až po tie na hornej hranici lesa pod rôznymi drevinami. Okrem všetkých tzv. pre dubáky základných drevín ako je dub, buk, jedľa a smrek (Obrázok 6), to môže byť aj breza, lieska alebo borovica. Základné poznávacie znaky plodníc, okrem typického výskytu na jeseň (výnimočne počas chladnej časti leta), sú svetlý hlúbik s bielou, nevýraznou sieťkou a slizká, lepkavá pokožka klobúka. Tá prechádza počas rastu postupnou farebnou zmenou od bielej až po tmavohnedú, podľa dostupnosti denného svetla. Kulinársky rozdielne vlastnosti týchto druhov sú zatiaľ evidované skôr len na hubárskej úrovni. Prednostne sa pri spomínaných druhoch cení hlavne zachovanie si bielej farby po usušení plodníc. Samozrejme, je to rôzne v závislosti na veku plodnice. Staršie plodnice majú po usušení rôzne farebné odtiene, zároveň



Obrázok 4
Hrib dubový
(*B. reticulatus*)



Obrázok 5
Typický biotop hříba
bronzového (*B. aereus*)
– veľmi teplý a svetlý
listnatý les s dominanciou
duba cerového na bohatej
sopečnej pôde



Obrázok 6
Typický biotop hříba
smrekového (*B. edulis*)
– smrečina so svetlejšími
časťami lesa

s určitou drobivou štruktúrou. Aj preto sa odporúča nezbierať staršie plodnice hřibov - húb, hoci kľúčová je v tomto prípade hlavne prítomnosť tzv. druhotných metabolitov v plodniciach, teda látok, ktoré vznikajú napr. v procese rozkladu a môžu byť pre človeka jedovaté (Nieminen & Mustonen 2020). Často sa medzi hubármi oceňuje medzi hřibmi hlavne pevnosť plodníc, ktoré sú bez lariev. V tomto ohľade sú „najcennejšie“ hřib sosnový alebo neskoro na jeseň rastúce smrekové. Hřiby dubové sú v tomto ohľade presne na druhej strane, no pri nich sa často oceňuje napr. asi najintenzívnejšia, najprijemnejšia vôňa plodníc po vysušení. Zrejmé rozdiely pri troch z uvedených druhov sú aj v obsahu rôznych látok, ktoré sú zodpovedné za arómu v ich plodniciach (Heleno a kol. 2011). Čo sa týka množstva uvoľňovaných aromatických látok, „lahodných“ pre ľudský čuch a chuť, veríme, že bude súčasťou našich budúcich výskumov.

Pomerne často zbierané a konzumované sú však aj niektoré z chránených druhov hřibov, ako napr. hřib priveskatý (*Butyriboletus appendiculatus*), hřib striebristý (*Butyriboletus fechtneri*) alebo hřib kráľovský (*Butyriboletus regius*). Väčšina zo vzácných hřibov Slovenska sa vyskytuje hlavne v lesoch nižších a teplých polohách s dominanciou dubov. Zjavne im tiež viac vyhovujú na živiny bohatšie pôdne podmienky. Rast ich plodníc na takýchto biotopoch je tak takmer vždy úzko naviazaný na výdatnejšie zrážky práve v letnom období. Opäť zopakujem, že nadmerný zber plodníc môže mať niekedy aj škodlivý vplyv na populáciu aj bežných hřibov a využívanie hřibov a zber ich plodníc by mali byť súčasťou trvalo udržateľného rozvoja krajiny (Donnini a kol., 2013). Geologické podmienky alebo materský substrát pôdy sú často rozhodujúce pre existenciu niektorých druhov hřibov, ako aj hřibov (Chen a kol. 2018, Ambrosio a kol. 2019). Významnú úlohu pri mykorrhíznych hubách tak zohráva i pH pôdy (Kutszegi a kol. 2015). Svoj nezanedbateľný vplyv tu majú navyše aj lesnícke zásahy a prejavy zmien klímy (Parladé a kol. 2017, Salerni a kol. 2023). Zvlášť lesnícky manažment značne ovplyvňuje kvantitu mycélia hřiba smrekového (Mediavilla a kol. 2017). Takéto zásahy lesného hospodárstva sa určite prejavujú aj na hrúbke opadu asimilačných orgánov. Je známe, že výskyt plodníc mykorrhíznych hřibov je vyšší pri malom objeme opadanky (Arnolds, 1991), čo často pozorujeme aj pri hřiboch. Výskyt ektomykorrhíznych druhov hřibov je často spájaný so staršími lesmi, individuálne aj so staršími stromami (Suz a kol. 2014). To často platí aj pre väčšinu hřibovitých druhov, no hřib



Obrázok 7

Jeden z možných biotopov hřiba smrekového (*B. edulis*) – mladá, hustá smrečina s hrubou vrstvou ihličia

smrekový dokáže pomerne početne vytvoriť plodnice aj v mladých smrečinách s hrubou vrstvou ihličia (Obrázok 7). Viaceré z takýchto poznatkov a súvisiacich parametrov sme využili aj pri vyhodnotení zastúpenia vhodných biotopov pre zber ektomykorrhíznych hřibov, medzi ktoré sa do popredia radia práve hřiby (Olah a kol. 2020).

Záver

Aj napriek stúpajúcemu záujmu o huby s liečivými účinkami, hřiby vysoko pravdepodobne aj naďalej zostanú najobľúbenejšími druhmi pre zber plodníc. Aj najnovšie poznatky ukazujú, že aj v ich prípade

sa už eviduje výskyt zdraviu prospešných látok. Poznanie existencie hřibov a tvorby ich plodníc však asi aj naďalej budú stále nie úplne zrejmé, keďže sa vždy nedajú presne predpovedať a v krajine identifikovať. Možno len ďalšie poznatky, ako napr. aj vyššie koncentrácie zinku v pôde miest rastu hřibov (Ambrosio a kol. 2019), prinesú pokrok v poznaní ich environmentálnych nárokov.

Podakovanie

Táto práca vznikla s podporou projektu Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky VEGA 1/0197/24.

Literatúra

- Ambrosio, E., Marescotti, P., Benucci, G.M.N., Cecchi, G., Brancucci, M., Zotti, M. Mariotti M.G. 2019. Can the soil geology and chemistry analysis of a site predict the geographic origin of wild edible mushrooms (Porcini group)? In *Acta Mycologica*, vol. 54, no. 2, pp. 1130. Dostupné na: <https://doi.org/10.5586/am.1130>
- Arnolds, E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. In *Agriculture Ecosystem Environment*, vol. 35, pp. 209–244.
- Donnini, D., Gargano, M. L., Perini, C., Savino, E., Murat, C., Di Piazza, S., Bencivenga, M., Venanzoni, R., Zambonelli, A. 2013. Wild and cultivated mushrooms as a model of sustainable development. In *Plant Biosystems* [online], vol. 147, pp. 226–236. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1080/11263504.2012.754386.
- Heleno, S. A., Barros, L., Sousa, M. J., Martins, A., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. 2011. Targeted metabolites analysis in wild *Boletus* species. In *LWT—Food Science and Technology* [online], vol. 44, no. 6, pp. 1343–1348. ISSN 0023-6438. [cit. 2026-03-21]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2011.01.017.
- Chen, Y., Yuan, Z., Bi, S., Wang, X., Ye, Y., Svenning, J. 2018. Macrofungal species distributions depend on habitat partitioning of topography, light, and vegetation in a temperate mountain forest. In *Scientific Reports*, vol. 8, pp. 13589. Dostupné na: <https://doi.org/10.1038/s41598-018-31795-7>
- Kovalčík, M. 2014. Value of forest berries and mushrooms picking in Slovakia's forests. In *Beskydy* [online], vol. 7, no. 1, pp. 39–46. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.11118/beskyd201407010039.
- Kunca, V., Olah, B., Gallay, I. 2018. Zber plodníc voľne rastúcich hřib ako ekosystémová služba a jej potenciál v lesoch na území okresu Zvolen. In *Acta Facultatis Ecologiae*, vol. 39, pp. 13–22.
- Kunca, V., Glejdura, S. 2013. Huby. In *Zvolen - monografia mesta*. Zvolen : Mesto Zvolen, pp. 54–56. ISBN: 978-80-971236-7-3. [cit. 2026-03-20].
- Kutszegi, G., Siller, I., Dima, B., Takács, K., Merényi, Z., Varga, T., Turcsányi, G., Bidlo, A., Ódor, P. 2015. Drivers of macrofungal species composition in temperate forests, West Hungary: functional groups compared. In *Fungal Ecology*, vol. 17, pp. 69–83. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2015.05.009>
- Mediavilla, O., Hernández-Rodríguez, M., Olaizola, J., Santos-del-Blanco, L., Oria-de-Rueda, J.A., Martín-Pinto, P. 2017. Insights into the dynamics of *Boletus edulis* mycelium and fruiting after fire prevention management. In *Forest Ecology and Management*, vol. 404, pp. 108–114. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.08.031>.
- Mikšík, M., Kunca, V. 2015. 1000 slovenských a českých hřib. Bratislava : Svojtko & Co., 800 pp. [cit. 2026-03-21].
- Nieminen, P., Mustonen, A.M. 2020: Toxic Potential of Traditionally Consumed Mushroom Species-A Controversial Continuum with Many Unanswered Questions. In *Toxins (Basel)*, vol. 12, no. 10, pp. 639. doi: 10.3390/toxins12100639
- Olah, B., Kunca, V., Gallay, I. 2020. Assessing the Potential of Forest Stands for Ectomycorrhizal Mushrooms as A Subsistence Ecosystem Service for Socially Disadvantaged People: A Case Study from Central Slovakia. In *Forests* [online], vol. 11, no. 3, pp. 282. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.3390/f11030282.
- Parladé J., Martínez-Peña F., Pera J. 2017. Effects of forest management and climatic variables on the mycelium dynamics and sporocarp production of the ectomycorrhizal fungus *Boletus edulis*. In *Forest Ecology and Management*, vol. 390, pp. 73–79.
- Salerni, E., Paoli, L., Perini, C. 2023. Combined impact of forest management and climate change on *Boletus edulis* productivity: may mycosilviculture mitigate the effects of climate extremes?. In *Italian Journal of Mycology*, vol. 52, no. 1, pp. 76–88. <https://doi.org/10.6092/issn.2531-7342/16464>
- Schulp, C. J. E., Thuiller, W., Verburg, P. H. 2014.

Wild food in Europe: A synthesis of knowledge and data of terrestrial wild food as an ecosystem service. In *Ecological Economics* [online], vol. 105, pp. 292–305. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ecolecon.2014.06.018.

Suz, L.M., Barsoum, N., Benham, S., Dietrich, H.P., Fetzner, K.D., Fischer, R., García, P., Gehrman, J., Kristöfel, F., Manninger, M., Neagu, S., Nicolas, M.,

Oldenburger, J., Raspe, S., Sánchez, G., Schröck, H.W., Schubert, A., Verheyen, K., Verstraeten, A., Bidartondo, M.I. 2014. Environmental drivers of ectomycorrhizal communities in Europe's temperate oak forests. In *Molecular Ecology*, vol. 23, pp. 5628–5644.

Šutara, J., Mikšík, M., Janda, V. 2009: *Hřibovité houby*. Praha: Academia, 294 pp.

Amatoxínové otravy na Slovensku

Mária CIBIROVÁ - Zuzana MYDLOVÁ

Skríningové centrum novorodencov SR, Detská fakultná nemocnica s poliklinikou, Námestie L. Svobodu 4, 974 09 Banská Bystrica, Slovenská republika. Email: maria.cibirova@dfnbb.sk

Abstrakt

Prednáška je zameraná na vysoké riziko zámery jedlých a jedovatých húb rastúcich na Slovensku a diagnostiku amatoxínových otráv. Podrobne sú popísané huby obsahujúce amatoxíny, metabolizmus amatoxínov v organizme a štádia intoxikácie. Pri diagnostike otravy po požití húb sa na potvrdenie alebo vylúčenie požitia amanity stanovuje koncentrácia amatoxínu v sére a v moči kitom Bühlman AMANITIN ELISA. Vyšetrenie sa vykonáva v Skríningovom centre novorodencov Slovenskej republiky (SCN SR) v Detskej fakultnej nemocnici v Banskej Bystrici. Laboratórium okrem zamerania na novorodenecký skríning vyšetruje aj amatoxínové otravy už 20 rokov a v tejto prednáške sú aj zozbierané údaje graficky vyhodnotené.

Kľúčové slová: amatoxín, amanitín, amatoxínové otravy, ELISA

Úvod

Otravy hubami patria medzi časté, veľmi nebezpečné, až život ohrozujúce alimentárne otravy. Medzi najnebezpečnejšie typy otráv patrí hepatotoxický-cyklopeptidový typ, ktorý spôsobujú muchotrávky, bedličky a kapucňovky. Tieto jedovaté huby obsahujú termostabilné cyklopeptidové cytotoxické mykotoxiny. Ich účinok nezniží ani tepelná úprava a preto sú intoxikácie týmito hubami najnebezpečnejšie. Najväčšie riziko otravy hrozí pri zámene, v presvedčení, že sme nazbierali jedlý druh. Správne a rýchle stanovenie diagnózy je preto veľmi dôležité. V súčasnosti je už možné diagnostikovať amatoxínovú otravu pomocou priameho stanovenia toxínov v biologickej tekutine otráveného pacienta pred nezvratným poškodením pečene a obličiek ich vplyvom. Napriek dlhej dobe (viac ako 6 hodín) kedy sa po požití húb prejavajú prvé klinické príznaky, je rýchle vyšetrenie a nasadenie liečebného protokolu život zachraňujúci faktor. Cieľom prednášky je zhrnúť dostupné informácie o otravách hubami a zhodnotiť priame a kvantitatívne stanovenie Amanitínu v ľudskom moči a sére kitom Bühlman Amanitin Elisa z pohľadu laboratória a jeho význam pri liečbe otravy. Lekár sa môže včas rozhodnúť, či začať liečbu. V jednom prípade to zachraňuje život, v druhom prípade to šetrí nemalé peniaze na liečbu. Dôležitý je aj fakt, že medikácia sa v prípade negatívneho výsledku môže korigovať a tým ušetriť pacienta od náročnej a

stresujúcej liečby.

Materiál a metodika

Na vyšetrenie prítomnosti amanitínov používame ELISA KIT pre priame a kvantitatívne stanovenie α -amanitínu a γ -amanitínu v ľudskom sére, plazme a moči od firmy BÜHLMANN, ktorá ho vyrába ako jediná na svete. Je to kompetitívna imunoreakcia polyklonálnej protilátky, špecifická pre alfa a gama amanitín. Počas prvej inkubácie amanitín prítomný v nariadenej vzorke moča, séra, alebo plazmy, „súťaží“ s biotín-amanitínom (amanitín konjugovaný do biotínu v pufri) o miesto na špecifickej králičej anti-amanitín protilátke. Po premytí je pridaný streptavidín konjugát s chrenovou peroxidázou (enzým), ktorý sa viaže počas druhej inkubácie na komplex amanitín-biotín-protilátka. Nena viazaný enzým je vymytý pri druhom premývaní a následne sa pridá TMB substrátový roztok (obsahuje tetrametylbenzidín, peroxid vodíka a dimetylformamid) a inkubuje sa tretíkrát. Intenzita vzniknutého farebného produktu je nepriamo úmerná koncentráciou amanitínu vo vzorke. Po pridaní stop roztoku (kyselina sírová) sa farba zmení z modrej na žltú a môže byť kvantifikovaná spektrofotometricky pri 450 nm (BÜHLMANN LABORATORIES AG, 2013). Funkčná najmenej zistiteľná dávka (FLDD) bola vypočítaná ako 1,5 ng/ml (medzná hodnota interného testu CV = 15 %). Minimálna detekovateľná dávka (analytická citlivosť) amanitínu bola vypočítaná ako 0,22 ng/ml.

Špecifickosť metódy

Křížové reakcie polyklonálnej králičej protilátky anti- α -amanitínu s rôznymi amatoxínmi a falotoxínmi boli stanovené pri 50 % väzbe.

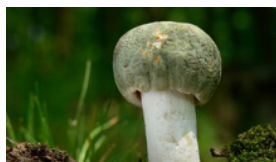
- α -Amanitín: 100,0 %
- γ -Amanitín: 90,0 %
- ϵ -Amanitín: 0,10 %
- Phalloidin: nedetekovateľný
- β -Amanitín: 0,10 %
- Phallacidín: nedetekovateľný

Výsledky a diskusia

Otravy spôsobené požitím jedovatých húb možno rozdeliť do ôsmich typov uvedených nižšie (Gavorník, 2000; internetový zdroj 1).

1. typ – cytopeptidový, cytotoxický

Medzi najnebezpečnejšie otravy 1. typu patrí hepatotoxický typ, spôsobený termostabilnými toxínmi. Muchotrávka zelená (*Amanita phalloides*) - možná záměna za jedlé plávky.



Obrázok 1

Muchotrávka zelená (*Amanita phalloides*) - možná záměna za jedlé plávky: plávka trávovozelená (vľavo) a plávka zelenkastá (vpravo)

2. typ – gyromitrínový, monometylhvazdrazínový

Jedovatá látka je gyromitrín.

Ušiak obyčajný (*Gyromitra esculenta*) - Možná záměna za jedlý smrčok (*Morchella esculenta*)
Tulipánovka fialová (*Sarcosphaera coronaria*)

3. typ – muskarínový

Toxická látka je muskarín. Rôznorodé príznaky otravy ako potenie, slinenie, zvracanie, hnačky, problémy



Obrázok 2

Muchotrávka biela (*Amanita verna*) - vľavo. Možná záměna za Pečiarku poľnú (*Agaricus campestris*) - vpravo.



Obrázok 3

Bedlička ostrošupinatá (*Echinoderma asperum*) - možná záměna za jedlé bedle (Bedľa vysoká - vpravo hore a Bedľa červenajúca - vpravo dole)

s dýchaním, zrakom a podobne sa prejavajú skoro, niekedy už počas jedla, najneskôr do 2 hodín.

Vláknica červenkastá (*Inocybe erubescens*) + strmulky (*Clitocybe* spp.).

4. typ – koprínový, vazotoxický

Otravu spôsobuje koprín a priebeh otravy je podobný ako po podaní antabusu v kombinácii s alkoholom. Hnojník atramentový (*Coprinopsis atramentaria*).

5. typ – izoxazolový, neurotoxický

Sú to včasné otravy s prvými príznakmi prichádzajúcimi od 30 minút do niekoľko hodín po jedle. Jedy sú kyselina ibotenová, muscimol, muskazon, ale aj iné látky. Okrem príznakov otravy, ako sú nevoľnosť, zvracanie, bolesti hlavy, sa v tomto prípade objavujú aj halucinácie a zmeny správania. Muchotrávka ti-grovaná (*Amanita pantherina*), M. červená (*Amanita muscaria*), M. kráľovská (*Amanita regalis*).

6. typ – indolový psychotropno-neurotoxický

Otravy spôsobujú jedovaté huby, ktoré obsahujú látky odvodené od tryptamínu a sú spojené s nebezpečenstvom drogovej závislosti.

Patria sem rody holohlavec (*Psilocybe* spp.), zvoncovec (*Panaeolus* spp.) a kapucňovec (*Conocybe* spp.).

7. typ – gastrointestinálny

Patria sem pečiariky (*Agaricus*), plávky (*Russula*), niektoré hriby, hodvábnice (*Entoloma*) a čirovky (*Tricholomopsis*).

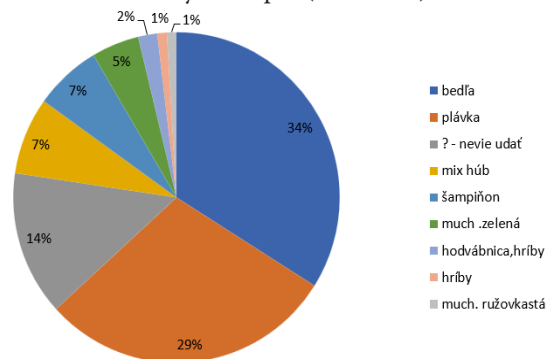
8. typ – orelanínový

Tieto otravy majú najdlhší čas latencie a v tom je ich veľká zákernosť. Spôsobujú ťažké poškodenie obličiek s ich akútnym zlyhaním. Patria sem jedovaté huby rodu pavučinovec (*Cortinarius* spp.).

Najčastejšia je zámena jedlej huby s jedovatou pri bedliach a plávkach s muchotrávkou zelenou (Obrázok 1). Tento omyl udávajú pacienti pri prijatí do nemocnice. Tento údaj spolu so šampiňónom (pečiarkou) a neidentifikovateľnými hubami tvorí viac ako 80% otráv z celkového počtu pozitívne dokázaných na otravu amatoxínom.

V našom centre (Skríningové centrum novorodencov SR pri DFNSP Banská Bystrica) vyšetrujeme

α -amanitín a γ -amanitín od roku 2004. Hoci činnosť SCN je zameraná na iné úlohy, spôsob práce na pracovisku ako aj zvládnuté diagnostické metódy ELISA, spolu so skúsenosťami s liečbou otráv v DFNSP Banská Bystrica viedli k rozhodnutiu otestovať kit a zrealizovať prospektívnu štúdiu diagnostiky a liečby amatoxínových otráv pomocou tohoto kitu a REL-DADKOM protokolu. Muchotrávka zelená (*Amanita phalloides*) je považovaná za najjedovatejšiu a najnebezpečnejšiu hubu celosvetovo. Celá plodnica obsahuje zmes peptidických jedov, ktoré môžeme rozdeliť do niekoľkých skupín (Tabuľka 1).



Obrázok 4

Rozdelenie udávaných húb
(Zdroj: SCN SR pri DFNSP Banská Bystrica)

Tabuľka 1 Rozdelenie peptidických jedov

Amatoxíny	Falolyzíny	Falotoxíny	Virotoxíny	Toxofalíny
alfa-amanitín	phallolysin A	faloidín	viroidín	toxofalín
beta-amanitín	phallolysin B	faloín	dezoxoviroidín	
gama-amanitín		profaloín	ala ¹ - viroidín	
epsilon-amanitín		falisín	ala ¹ - dezoxoviroidín	
amanulín		falacín	viroisín	
kyselina amanulínová		falacidín	dezoxoviroisín	
proamanulín		falisacín	alloviroidín	
amanín				
amanínamid				

Amatoxíny sú cyklické oktapeptidy s indolsulfoxidovým mostíkom. Cytotoxický efekt je vyvolaný selektívnou inhibíciou DNA-dependentnej RNA polymerázy II a III. Amanitíny blokujú prenos genetického kódu z DNA na informačnú RNA, čím zastavujú proteosyntézu a následne spôsobujú nekrozu buniek, najviac hepatocytov (Meinecke a Meinecke-Tillmann, 1993).

Sú to silné jedy a len 0,1 mg na kg telesnej hmotnosti môže byť smrteľnou dávkou pre dospelých. Požitie 20 – 25g húb sa rovná 5 – 8 mg amatoxínov, čo

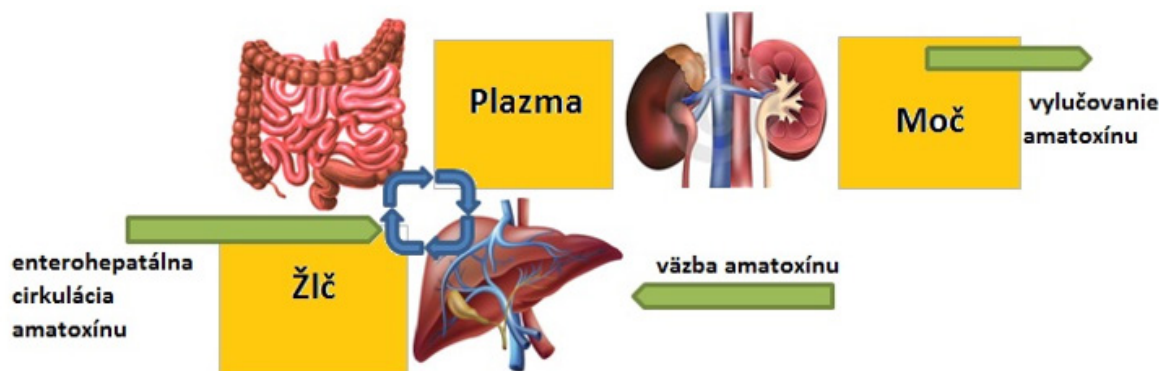
môže byť smrteľné (Herink a kol., 1993). Deti majú aktívnejší metabolizmus (rast + vývoj) a to zvyšuje negatívny efekt blokády RNA (Dluholucký a kol., 1980).

Metabolizmus amatoxínov v organizme

Toxíny sa rýchlo vstrebávajú z gastrointestinálneho traktu a končia v cieľových orgánoch, ktorými sú pečeň a obličky. Amanitín v malom množstve preniká do krvného obehu, ale už niekoľko hodín po požití hladina amatoxínov klesá pod detekčný limit. Je to spôsobené renálnym vylučovaním, kde sa jed-

ným prietokom vylúči 60 % amatoxínov a výraznej enterohepatálnej recirkulácii. Tubulárna reabsorpcia v obličkách je len 5 %, ale pri dehydratácii reabsorpcia stúpa. Väzba amatoxínov na eukaryotické bunky je ireverzibilná, ale včasnou cieľovou liečbou ich vieme z organizmu odstrániť (Dluholucký a kol., 2012; Herink a kol., 2007). Podľa dostupnej literatúry je dôvod domnievať sa, že α -amanitín prestupuje pla-

centárnou bariérou pravdepodobne len v 1. trimestri gravidity, neskôr plodu nehrozí nebezpečenstvo a nie je žiadny dôvod na ukončenie gravidity (Studená a kol., 1998; Jaroš a Kaščák, 1996; Dolfi a Gonnella, 1994; Nagy a kol., 1994). Amanitín sa vylučuje do materského mlieka (Jaroš a Kaščák, 1996; Nagy a kol., 1994).



Obrázok 5

Metabolizmus amatoxínov v organizme (Zdroj: Cibirová, SCN SR pri DFNSP Banská Bystrica)

Liečba

Hlavným cieľom liečby je zabránenie resorbcie mykotoxínov z tráviaceho traktu do organizmu a ich účinná eliminácia z organizmu. V súčasnosti neexistuje chemicky špecifické antidotum proti amatoxínom. Pri liečbe sa používa Silibinin (Legalon SIL inj.), ktorý podaný samostatne však nie je stopercentne účinný. Len rýchla a intenzívna liečba znižuje mortalitu a morbiditu. Na klinike detí a dorastu v Banskej Bystrici bol pri otrave muchotrávkou zelenou vypracovaný v roku 1978 PROTOKOL, kde je presný návod, ako postupovať pri liečbe intoxikácie spôsobenou touto hubou. Protokol bol naposledy uverejnený aj v Lekárskych listoch č. 39 (Dluholucký a Raffaj, 2004) a v časopise Interná medicína (Dluholucký a kol., 2012).

Autorom PROTOKOLU je prof. MUDr. Svetozár Dluholucký CSc. Legalon silibinin môžeme považovať za účinné antidotum len pri jeho použití s megadávkovým PNC-kompletnej liečbe podľa tohto PROTOKOLU. Úspešnosť liečby amatoxínových intoxikácií spočíva v komplexnosti – PROTOKOL – a snaha o liečbu len antidotami nemôže mať efekt pre pretrvávanie amanitínov v tele (Dluholucký a kol., 2006, 2012).

V liečbe PROTOKOLOM od r.1978 dosiahol viac ako 90% prežitie bez následkov. Z pacientov u ktorých bol dodržaný PROTOKOL nezomrel ani jeden!

Protokol je uverejnený aj na webových stránkach DFNSP Banská Bystrica pod názvom RELDADKOM, čo predstavuje spojenie skratiek jednotlivých krokov intoxikácie. Dôležitá je prvotná rehydratácia - prevencia renálnej reabsorpcie amatoxínov. Nasleduje eliminácia - výplach žalúdka, po 8 hodinách je málo efektívny, bol používaný v minulosti a v súčasnosti je zbytočnou záťažou. Stačí nálož *carbo medicinalis* a laktulóza na navodenie miernej osmotickej hnačky. Diuréza - čiže glukóza, manitol a Rheodextran, a to v pomere: 5 % glukóza 40 ml/kg +10 % manitol 2 ml/kg + Rheodextran 4 ml/kg. Stieť za 4 hodiny, rýchlosťou 8 – 10 ml/kg/hodinu kontinuálne. Ak sa hepatálne testy stabilizujú, postupne znižovanie objemu infúzie. Antidotá - Penicilín G - viaže na hepatocyty, a tým sa redukuje vychytávanie amatoxínov hepatocyty (1 – 2 milión jednotiek/kg váhy/24 hodín).

Silibinin (Legalon SIL inj.)- podáva sa 20 mg/kg/24 hodín, v 4 dávkach á 6 hodín v dvojhodinovej infúzií, medzi infúziou s penicilínom, možné aj v rehydratačných infúziách. Podáva sa do normalizácie hepatálnych parametrov. Je to extrakt zo semien bodliaka pestreca mariánskeho, do terapie otráv bol zavedený v 70 rokoch (Dluholucký a kol., 2006).

Koaguláza - čerstvá zmrazená plazma sa podáva ako substitúcia koagulačných faktorov. Monitorovanie - počas celej doby liečby je potrebné sledovať všetky parametre vnútorného prostredia, hladiny glykémie,

aminotransferáz, plazmatických proteínov, renálnych funkcií a koagulačných faktorov. Uvedené parametre sa môžu prudko zmeniť v priebehu niekoľkých hodín. Čím včasnejšia liečba, tým lepšia prognóza. Podstatný je dobrý klinický stav a nie výška hepatálnych testov (Dluholucký a kol., 2006, 2012). Hodnotenie výsledku cut-off. Hodnoty amanitínu nad hodnotu 1,5 ng/ml môžu indikovať intoxikáciu amanitínom. Výrobca doporučuje brať túto hodnotu len ako „vodítko“, lebo koncentrácia amanitínu v moči a v krvi je závislá na čase, v ktorom bol materiál na vyšetrenie od pacienta odoberaný. Na druhej strane, negatívny výsledok ELISA testu automaticky neznamená, že sa nejedná o intoxikáciu jedovatými hubami. Negatívny výsledok znamená, že nebol zistený

tený alfa a gama amanitín. Každý lekár musí presne vedieť, či pacient jedol huby niekoľko posledných dní pred výskytom symptómov.

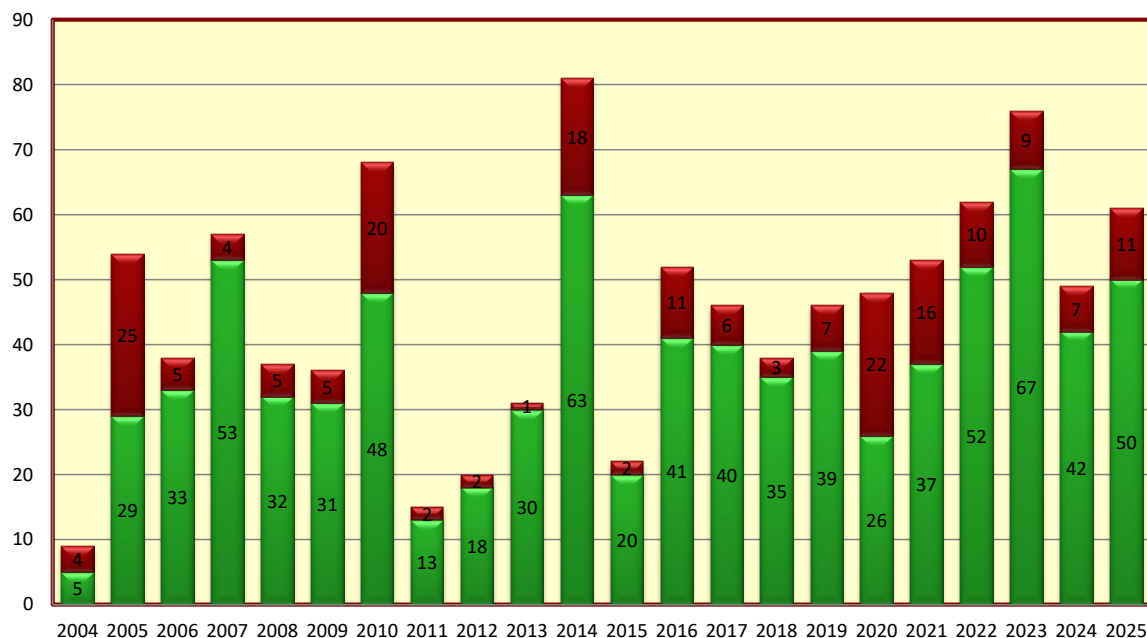
Hodnotenie výsledku cut-off

Hodnoty amanitínu nad hodnotu 1,5 ng/ml môžu indikovať intoxikáciu amanitínom. Výrobca doporučuje brať túto hodnotu len ako „vodítko“, lebo koncentrácia amanitínu v moči a v krvi je závislá na čase, v ktorom bol materiál na vyšetrenie od pacienta odoberaný. Na druhej strane, negatívny výsledok ELISA testu automaticky neznamená, že sa nejedná o intoxikáciu jedovatými hubami. Negatívny výsledok znamená, že nebol zistený alfa a gama amanitín.

Každý lekár musí presne vedieť, či pacient jedol huby niekoľko posledných dní pred výskytom symptómov.

Tabuľka 2 Detekovateľnosť amanitínu

Štádium	Čas	Klinické príznaky	Detekovateľnosť
1	do 12 hodín	Latencia	v krvi, v moči
2	12-36 hodín až do 48 hodín	Gastroenteritída	v moči, v krvi - obmedzene
3	48-72 hodín	Druhá latencia	v moči - obmedzene v krvi - väčšinou nedetekovateľné
4	5-7 dní	Pečeňová kóma	v moči - kontroverzné!



Obrázok 6 Počty vyšetrení v rokoch 2004-2025 s pozitívnymi prípadmi (červená farba) (Zdroj: SCN SR pri DFNsP Banská Bystrica)

Na diagnostiku otráv s priamym vyšetrením amanitínov sa používajú rôzne metódy. Naša používaná metóda na vyšetrenie prítomnosti amanitínov ELISA KIT pre priame a kvantitatívne stanovenie α -amanitínu a γ -amanitínu v ľudskom sére, plazme a moči

od firmy BÜHLMANN je metóda rýchla a presná a je veľmi vhodná pre použitie v klinickej medicíne, keďže nie je potrebná drahá laboratórna technika pri meraní. Pri iných metódach, hoci výsledok je správny a presný, je potrebné špeciálne vybavenie

laboratória.

Záver

Od roku 2004 do roku 2025 sme v našom laboratóriu vyšetrili vyše 1000 pacientov s podozrením na intoxikáciu hubami. Z nich sme u 177 potvrdili intoxikáciu amanitínom. Výsledky vyšetrení jasne dokazujú, že hladina amanitínu je závislá od množstva a času požitia húb. Potvrdila sa nám aj doporučovaná hodnota cut-off 1,5 ng/ml, ktorú sme brali ako smerodajnú pre potvrdenie intoxikácie amanitínom v moči. Hodnota cut-off v krvi sme po skúsenostiach s vyšetrením upravili na 2,0 ng/ml. U jednej otrávenej pacientky sa nám potvrdila aj teória, že amanitíny prestupujú do materského mlieka. Pri hodnote 2,36 ng/ml v moči a 0,87 ng/ml v krvi bola hodnota alfa a gama amanitínu v materskom mlieku 3,83 ng/ml. Odber materiálu bol urobený v 55,5 hodine od otravy. Najväčší prínos vyšetrenia je, že pozitívny výsledok pomáha zachrániť ľudský život a v

prípade negativity sme pacientov ušetrili od náročnej a zatažujúcej liečby, ako aj zbytočného vynaloženia finančných prostriedkov na liečbu. Zároveň, ak je pri liečbe pacienta dodržaný liečebný protokol prof. MUDr. Dluholuckého, CSc., aj smrteľná otrava muchotrávkou zelenou sa stáva otravou, kedy pacient prežíva s minimálnym poškodením organizmu, čo je svetovým unikátom.

V „hubárskej“ sezóne od júna do októbra po pracovnej dobe funguje v SCN SR pri DFNSP Banská Bystrica pohotovostná služba, ktorá vyšetruje alfa a gama amanitín u všetkých pacientov s podozrením na amatoxínovú otravu. Naše pracovisko už od roku 2004 vykonáva toto vyšetrenie s celoslovenskou pôsobnosťou a všetky informácie ohľadom konzultácie liečby a vyšetrenia na amanitínové intoxikácie ako aj kontakt na vyšetrenie sú uvedené na stránke DFNSP Banská Bystrica. Po konzultácii je vyšetrenie dostupné po celý rok pre deti aj dospelých pacientov na nasledujúcom odkaze:

<http://www.detskanemocnica.sk/manazment-otrav-muchotravkou-zelenou>

Literatúra

BÜHLMANN LABORATORIES AG. 2013. Amanitin ELISA kit. In Návod na použitie [online], pp. 1–24. [cit. 2024-04-26]. Dostupné na: https://www.sceti.co.jp/images/psearch/pdf/BUL_EK-AM1_p.pdf

Dluholucký, S., Laho, L., Kráľinský, K., Hudec, P., Zbojan, J., Raffaj, D. 2006. Otrava muchotrávkou zelenou – plne liečiteľná príhoda. Naše 25-ročné skúsenosti s liečbou detí. In Čes-slov Pediat, vol. 61, no. 6, pp. 350–356 [cit. 2024-04-26].

Dluholucký, S., Raffaj, D. 2004. Manažment intoxikácií u detí. In Lekárske listy, vol. 39, pp 24 [cit. 2024-04-26].

Dluholucký, S., Knapková, M., Cibirová, M. 2012. Otravy muchotrávkou zelenou - amatoxínové intoxikácie. Patogenéza, diagnostika a liečba (Amanita phalloides poisoning - amatoxin intoxications, pathogenesis, diagnostics and treatment). In Interná medicína : recenzovaný, postgraduálne zameraný odborný lekárske časopis, vol. 12, no. 3, pp. 113–119 [cit. 2024-04-26]. ISSN 13358359.

Dluholucký, S., Snitková, M., Knapková, M., Cibirová, M., Mydlová, Z. 2022. Results of diagnostics and treatment of Amanita phalloides poisoning in Slovakia (2004–2020). In Toxicon [online], vol. 219, 106927 [cit. 2024-04-26]. ISSN 0041-0101. Dostupné

na: <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2022.09.013>.

Dluholucký, S., Rajčanová, V., Timová, S., Bielik, E., Gregová, E. 1980. Naše skúsenosti s liečbou otráv muchotrávkou zelenou-Amanita phalloides-u detí. In Česko-Slovenská Pediatrie, vol. 1, no. 35, pp. 276–280 [cit. 2024-04-26].

Dolfi, F., Gonnella, R. 1994. Acute Amanita phalloides poisoning in the second pregnancy trimester. In Minerva anesthesiologica, vol. 60, no. 3, pp. 153–154 [cit. 2024-04-26].

Gavorník, P. 2000. Otravy hubami. In Bratislava : Univerzita Komenského, pp. 99 [cit. 2024-04-26]. ISBN 80-223-1491-9.

Herink, J. 1993. Přehled současných poznatků o patogenezi a patofyziologii otravy muchomůrkou zelenou (Amanita phalloides). In Časopis Lékařů Českých, vol. 132, pp. 452–455. ISSN 0008-7335 [cit. 2024-04-26].

Jaroš, F., Kaščák, M. 1996. Incidencia a súčasná liečba cytotoxických cyklopeptidových (faloidných) otráv u gravidných žien. In Vnitřní lékařství, vol. 42, no.6, pp. 414–417 [cit. 2024-04-26]. ISSN 0042 – 773X.

Meinecke, B., Meinecke-Tillmann, S. 1993. Effects of -amanitin on nuclear maturation of porcine oocytes in vitro. In Journal of Reproduction and Fertility [online], vol. 98, no. 1, pp. 195–201 [cit. 2024-04-

26]. Dostupné na: doi:10.1530/jrf.0.0980195. PMID 8345464.

Nagy, I., Pogatsa-Murray, G., Zalanyi, S., Komlosi, P., Laszlo, F., Ungi, I. 1994. Amanita poisoning during the second trimester of pregnancy. In *Journal of Molecular Medicine*, vol. 72, no.10, pp. 794–798 [cit. 2024-04-26].

Studená, A., Firmrnt, J., Studená, K. 1998. Akútna otrava hubami v treťom trimestri gravidity. In *Anesteziologie a neodkladná péče*, vol.9, no. 4, pp.175–

176 [cit. 2024-04-26]. ISSN 0862 – 4968.

Internetové zdroje:

1. <http://www.nahuby.sk/atlas-hub>
2. http://www.nahuby.sk/atlas_hub_dvojniky_detail.php?dvojniky_id=10
3. http://www.nahuby.sk/atlas_hub_dvojniky_detail.php?dvojniky_id=11
4. http://www.nahuby.sk/atlas_hub_dvojniky_detail.php?dvojniky_id=1

Analýza a návrh úpravy legislatívy pestovania jedlých húb v Slovenskej republike

Marcel GOLIAN

Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika.
Email: marcel.golian@uniag.sk

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá analýzou legislatívneho rámca upravujúceho pestovanie, spracovanie a uvádzanie jedlých húb na trh v Slovenskej republike v kontexte európskych a globálnych prístupov. Cieľom práce bolo identifikovať hlavné nedostatky existujúcej právnej úpravy a navrhnuť možnosti jej aktualizácie so zohľadnením súčasného vedeckého poznania, technologického pokroku a potrieb pestovateľskej praxe. Metodika bola založená na kvalitatívnej obsahovej analýze relevantných právnych predpisov, ich komparácii s legislatívnymi prístupmi vybraných krajín a na syntéze poznatkov z odbornej literatúry. Súčasťou práce bola aj expertná konzultácia s odborníkmi z oblasti mykológie a potravinárstva. Výsledky poukazujú na skutočnosť, že slovenská legislatíva je založená na princípe pozitívneho zoznamu druhov, čo ju v porovnaní s modernými regulačnými prístupmi robí menej flexibilnou. Zároveň bola identifikovaná absencia jednotného odborného konsenzu na rozsah a smer legislatívnych zmien. Na základe týchto zistení bol vypracovaný návrh novelizácie vyhlášky č. 132/2014 Z. z., ktorý rozširuje jej pôsobnosť aj na pestovanie húb, upravuje podmienky pre nepôvodné druhy a precizuje požiadavky na bezpečnosť produkcie. Navrhované zmeny smerujú k vytvoreniu modernejšieho a flexibilnejšieho regulačného rámca, ktorý by umožnil rozvoj sektora jedlých húb pri zachovaní vysokej úrovne ochrany zdravia spotrebiteľa a životného prostredia.

Kľúčové slová: jedlé huby; legislatíva; potravinové právo; pestovanie húb; bezpečnosť potravín; udržateľnosť

Úvod

Jedlé huby predstavujú významnú a dynamicky sa rozvíjajúcu komoditu na rozhraní poľnohospodárstva, potravinárstva a verejného zdravia. V posledných desaťročiach sa ich význam výrazne zvýšil nielen z hľadiska objemu produkcie, ale aj v širšom kontexte výživy obyvateľstva a prevencie civilizačných ochorení. V súčasnosti sa huby nevnímajú len ako tradičná potravina, ale čoraz častejšie aj ako funkčná zložka výživy s potenciálom priaznivo ovplyvňovať zdravotný stav populácie, najmä vďaka obsahu biologicky aktívnych látok a ich účinkom na fyziologické procesy organizmu (Rauf et al., 2023; Sommano et al., 2022). Z nutričného hľadiska sú charakteristické relatívne vysokým obsahom bielkovín s prítomnosťou esenciálnych aminokyselín, vlákniny, vitamínov skupiny B a minerálnych látok pri nízkom obsahu tukov a energetickej hodnoty, čo ich radí medzi perspektívne alternatívne zdroje proteínov v

kontexte udržateľnej výživy (Hervouet et al., 2022). Z pohľadu produkcie je pestovanie húb špecifické tým, že prebieha prevažne v kontrolovaných podmienkach a je úzko viazané na kvalitu použitého substrátu, mikroklimatické podmienky a hygienu prostredia. Niektoré druhy, najmä rodu *Pleurotus*, sú schopné efektívne rásť na rôznych lignocelulóзовých materiáloch vrátane poľnohospodárskych odpadov, čo predstavuje významný prínos z hľadiska udržateľnosti produkcie a efektívneho využívania sekundárnych surovín (Ritota & Manzi, 2023). Táto variabilita vstupných surovín však zároveň kladie zvýšené nároky na kontrolu kvality, keďže môže významne ovplyvniť bezpečnosť, nutričné zloženie a senzoricke vlastnosti finálneho produktu. Okrem samotnej produkcie zohráva dôležitú úlohu aj spracovanie húb, keďže čerstvé huby sa vyznačujú vysokým obsahom vody a intenzívnou metabolickou aktivitou po zbere, čo vedie k rýchlemu zhoršovaniu ich kvality a krátkej

trvanlivosti (Huo et al., 2023). Tradičné aj moderné metódy spracovania, vrátane sušenia, mrazenia, sterilizácie či marinovania, zohrávajú kľúčovú úlohu pri zachovaní kvality a bezpečnosti húb (Bernaš et al., 2006; Huo et al., 2023).

Význam húb v potravinárstve sa ďalej rozširuje v súvislosti s ich využitím ako funkčných ingrediencií. Huby sa aplikujú pri fortifikácii rôznych potravín a nachádzajú uplatnenie v širokom spektre výrobkov, vrátane pekárenských produktov, cestovín, polievok či hotových jedál (Dhanapal & Rajoo, 2023). Zároveň sa využívajú ako náhrada tradičných zložiek, napríklad mäsa alebo tukov, čím prispievajú k vývoju nutrične hodnotnejších a environmentálne udržateľnejších potravín (Rangel-Vargas et al., 2021). Ich senzorické vlastnosti, najmä charakteristická chuť a aróma vyplývajúca z komplexného zloženia prchavých a neprchavých zlúčenín, zohrávajú dôležitú úlohu pri akceptácii spotrebiteľmi (Xie, 2013; Jiang et al., 2023). Tieto vlastnosti však môžu byť významne ovplyvnené technologickým spracovaním a formuláciou výrobkov, čo predstavuje výzvu pri vývoji nových potravinárskych produktov (Jiang et al., 2023; Ritota & Manzi, 2023).

Z environmentálneho hľadiska majú huby významný potenciál, keďže zohrávajú kľúčovú úlohu v ekosystémoch, napríklad prostredníctvom symbiotických vzťahov s rastlinami, čím prispievajú k rastu lesných porastov a kolobehu živín (Pérez Álvarez et al., 2024). Súčasne však introdukcia nepôvodných druhov húb predstavuje potenciálne významné ekologické riziko. Ekologické dôsledky ich zavlečenia sú často ťažko predvídateľné, najmä v dôsledku nedostatočných poznatkov o prirodzenej diverzite a fungovaní pôvodných hubových spoločenstiev (Desprez-Loustau et al., 2007). Navyše, huby sa môžu v novom prostredí správať odlišne ako v pôvodnom areáli, pričom najmä patogénne druhy môžu vykazovať zvýšenú agresivitu a spôsobovať závažné poškodenia hostiteľských organizmov (Fones et al., 2017). Šírenie patogénnych húb mimo ich prirodzený geografický areál môže viesť k vzniku nových ochorení rastlín a živočíchov, ktoré nemajú voči týmto patogénom vytvorenú prirodzenú odolnosť (Fones et al., 2017). Takéto prípady boli v minulosti spojené nielen s významnými stratami v poľnohospodárstve, ale aj s narušením stability ekosystémov. Na základe týchto poznatkov možno predpokladať, že obdobné riziká sa môžu vyskytnúť aj pri introdukcii ďalších, v súčasnosti menej preskúmaných druhov húb, vrátane tých, ktoré sú potenciálne využiteľné v pestovateľskej a potravinárskej praxi.

Uvedené skutočnosti zdôrazňujú potrebu obozretného a systematického prístupu k zavádzaniu nových druhov húb do produkcie a poukazujú na význam legislatívnych mechanizmov, ktoré by mali zohľadňovať nielen ich nutričný a ekonomický prínos, ale aj potenciálne environmentálne riziká spojené s ich šírením mimo kontrolovaných podmienok.

Komplexnosť problematiky pestovania a spracovania jedlých húb, zahŕňajúca aspekty poľnohospodárskej produkcie, potravinovej bezpečnosti, výživy aj environmentálnej udržateľnosti, však nie je v podmienkach Slovenskej republiky plne reflektovaná v platnej legislatíve. Tá neprešla zásadnou aktualizáciou od jej vzniku, čo vedie k nesúladu medzi právnymi požiadavkami a aktuálnymi vedeckými poznatkami, technologickým pokrokom a potrebami praxe. Tento nesúlad sa prejavuje najmä v oblasti vymedzenia pestovaných druhov, ako aj v nedostatočnom zohľadnení moderných produkčných a spracovateľských postupov.

Cieľom príspevku je preto analyzovať aktuálnu situáciu v oblasti pestovania jedlých húb na Slovensku z pohľadu legislatívy a identifikovať kľúčové nedostatky existujúcej právnej úpravy. Súčasťou práce je aj návrh možných úprav legislatívneho rámca so zameraním na rozšírenie spektra pestovaných druhov, zohľadnenie technologického pokroku a zabezpečenie primeranej úrovne kvality a bezpečnosti produkcie.

Materiál a metodika

Príspevok je založený na analyticko-komparatívnom prístupe zameranom na hodnotenie platnej legislatívy upravujúcej pestovanie jedlých húb v Slovenskej republike a na návrh jej úpravy. Ako východiskový materiál boli využité relevantné právne predpisy Slovenskej republiky, predovšetkým vyhláška č. 132/2014 Z. z., ktorá upravuje požiadavky na kvalitu, spracovanie a uvádzanie húb na trh, ako aj súvisiace právne normy v oblasti potravinového práva, hygieny a bezpečnosti potravín na národnej aj európskej úrovni.

Metodický postup zahŕňal kvalitatívnu obsahovú analýzu legislatívnych dokumentov so zameraním najmä na vymedzenie pestovaných druhov húb, požiadavky na pestovateľské podmienky, manipuláciu, hygienu a bezpečnosť produkcie, ako aj na identifikáciu legislatívnych medzier v oblasti samotného pestovania. Táto analýza bola následne rozšírená o komparáciu s legislatívnymi prístupmi vybraných krajín Európskej únie a tretích krajín, pričom dôraz bol kladený najmä na spôsob regulácie pestovania,

existenciu zoznamov povolených druhov a prepojenie legislatívy na environmentálne a potravinové právo.

Teoretický rámec práce bol doplnený o prehľad aktuálnej vedeckej literatúry zameranej na pestovanie húb, ich nutričný význam, technologické spracovanie a environmentálne aspekty produkcie (Bernaš et al., 2006; Huo et al., 2023; Ritota & Manzi, 2023; Rangel-Vargas et al., 2021), čím sa zabezpečilo prepojenie legislatívnej analýzy s aktuálnym vedeckým poznáním.

V nadväznosti na identifikované nedostatky bola realizovaná aj kvalitatívna expertná konzultácia formou cieľenej komunikácie s odborníkmi z oblasti mykológie, potravinárstva a pestovateľskej praxe. Získané stanoviská boli následne analyzované a syntetizované s cieľom identifikovať hlavné smery možných legislatívnych úprav, pričom osobitná pozornosť bola venovaná rozdielnym názorovým prístupom a ich implikáciám pre prax.

Na základe výsledkov legislatívnej analýzy, komparácie a expertných vstupov bol následne vypracovaný návrh novelizácie vyhlášky č. 132/2014 Z. z., ktorý zahŕňa konkrétne úpravy jednotlivých ustanovení a príloh. Tento návrh bol formulovaný s cieľom zosúladiť existujúci legislatívny rámec so súčasným vedeckým poznáním, technologickým pokrokom a princípmi udržateľného rozvoja, pričom zohľadňuje aj environmentálne riziká a potreby pestovateľskej praxe.

Výsledky a diskusia

Základný legislatívny a regulačný rámec produkcie jedlých húb a výrobkov z nich

Legislatívny rámec upravujúci pestovanie, spracovanie a uvádzanie jedlých húb na trh v Slovenskej republike vychádza zo všeobecných princípov potravinového práva, ktoré sú formované kombináciou národnej legislatívy a priamo záväzných právnych aktov Európskej únie. Tento rámec zabezpečuje komplexnú reguláciu celého potravinového reťazca – od prvovýroby až po distribúciu finálnych produktov – pričom jeho primárnym cieľom je ochrana zdravia spotrebiteľa, zabezpečenie kvality potravín a minimalizácia rizík spojených s ich konzumáciou. Na národnej úrovni predstavuje základný právny predpis zákon Národnej rady Slovenskej republiky č. 152/1995 Z. z. o potravinách v znení neskorších predpisov, ktorý vymedzuje základné povinnosti prevádzkovateľov potravinárskych podnikov. Tento zákon ustanovuje, že za bezpečnosť potravín nesie primárnu zodpovednosť prevádzkovateľ, ktorý je

povinný zabezpečiť, aby všetky produkty uvádzané na trh boli zdravotne neškodné, kvalitné a spĺňali požiadavky stanovené právnymi predpismi. V prípade pestovania jedlých húb sa tieto povinnosti vzťahujú na celý proces produkcie, vrátane výberu a kontroly vstupných surovín, zabezpečenia hygienických podmienok pestovania, manipulácie s produktom po zbere, ako aj jeho skladovania a následnej distribúcie. Zákon zároveň upravuje požiadavky na hygienu výroby, manipuláciu s potravinami, ich balenie, označovanie a uvádzanie na trh. Prevádzkovatelia sú povinní zaviesť systémy vnútornej kontroly, viesť evidenciu o pôvode surovín a produktoch a zabezpečiť ich sledovateľnosť v celom potravinovom reťazci. Sledovateľnosť predstavuje kľúčový prvok bezpečnosti potravín, keďže umožňuje identifikovať pôvod produktu a v prípade potreby zabezpečiť jeho stiahnutie z trhu. V kontexte produkcie húb to znamená schopnosť spätne dohľadať napríklad použitý substrát, podmienky pestovania alebo spôsob spracovania.

Národná legislatíva je úzko previazaná s právom Európskej únie, ktoré tvorí základný rámec pre reguláciu potravín vo všetkých členských štátoch. Kľúčovým právnym aktom je nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 178/2002 z 28. januára 2002, ktorým sa ustanovujú všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva. Toto nariadenie definuje základné pojmy, ako sú potraviná, potravinársky podnik alebo prevádzkovateľ potravinárskeho podniku, a zároveň zavádza princípy, na ktorých je postavený celý systém bezpečnosti potravín v Európskej únii. Medzi najvýznamnejšie princípy patrí princíp analýzy rizika, ktorý zahŕňa identifikáciu nebezpečenstiev, ich hodnotenie a riadenie. Tento prístup umožňuje vedecky podložené rozhodovanie v oblasti bezpečnosti potravín a tvorby legislatívnych opatrení. Významnú úlohu zohráva aj zásada preventívnosti, ktorá umožňuje prijať ochranné opatrenia aj v prípade vedeckej neistoty, ak existuje potenciálne riziko pre zdravie spotrebiteľa. Nariadenie zároveň zavádza požiadavku vysledovateľnosti, ktorá sa vzťahuje na všetky stupne výroby a distribúcie potravín, vrátane jedlých húb.

Na všeobecné zásady nadväzuje nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 852/2004 z 29. apríla 2004 o hygiene potravín, ktoré konkretizuje požiadavky na hygienu v celom potravinovom reťazci vrátane prvovýroby. V prípade pestovania jedlých húb má toto nariadenie zásadný význam, keďže stanovuje požiadavky na zabezpečenie hygienických podmienok produkcie. Patria sem najmä opatrenia

na prevenciu kontaminácie z prostredia, kontrola kvality vody používanej pri pestovaní, zabezpečenie čistoty zariadení a priestorov, kontrola škodcov a správne nakladanie s odpadmi.

Súčasťou týchto požiadaviek je aj uplatňovanie zásad správnej hygienickej praxe (GHP) a správnej výrobnnej praxe (GMP), ktoré predstavujú základné nástroje na zabezpečenie hygieny výroby. Pri spracovaní húb sú prevádzkovatelia povinní zaviesť systém HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points), ktorý umožňuje identifikovať kritické kontrolné body v procese výroby a zabezpečiť kontrolu potenciálnych rizík.

Mikrobiologickú bezpečnosť potravín upravuje nariadenie Komisie (ES) č. 2073/2005 z 15. novembra 2005 o mikrobiologických kritériách pre potraviny (4), ktoré stanovuje mikrobiologické kritériá pre potraviny. Toto nariadenie rozlišuje medzi kritériami bezpečnosti potravín a kritériami hygieny procesu a ustanovuje limity pre prítomnosť patogénnych mikroorganizmov. V prípade jedlých húb sú relevantné najmä požiadavky na neprítomnosť baktérií rodu *Salmonella* a limity pre *Listeria monocytogenes* v potravinách určených na priamu spotrebu. Prevádzkovatelia sú povinní vykonávať pravidelné mikrobiologické kontroly, odber vzoriek a zabezpečiť súlad produkcie s týmito kritériami počas celej doby trvanlivosti výrobku.

Chemickú bezpečnosť potravín zabezpečuje nariadenie Komisie (EÚ) 2023/915 z 25. apríla 2023 o maximálnych limitoch pre niektoré kontaminanty v potravinách, ktorým sa zrušuje nariadenie (ES) č. 1881/2006 (5). Toto nariadenie sa vzťahuje na široké spektrum kontaminantov, vrátane ťažkých kovov, ako sú olovo, kadmium a ortuť, ako aj organických kontaminantov, napríklad polycyklických aromatických uhľovodíkov alebo mykotoxínov. V kontexte jedlých húb je jeho význam obzvlášť dôležitý vzhľadom na schopnosť húb akumulovať kontaminanty z prostredia, najmä z pôdy alebo substrátu, čo môže priamo ovplyvniť zdravotnú neškodnosť finálnych produktov.

Významným doplnkom chemickej bezpečnosti potravín je aj nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 396/2005 z 23. februára 2005 o maximálnych hladinách rezíduí pesticídov v alebo na potravinách a krmivách rastlinného a živočíšneho pôvodu (doplní sa do zoznamu literatúry), ktoré stanovuje limity pre rezíduá pesticídov a prispieva k ochrane zdravia spotrebiteľa.

Osobitnú kategóriu predstavuje nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2015/2283 z 25. no-

vembra 2015 o nových potravinách, ktoré upravuje podmienky uvádzania na trh potravín, ktoré neboli v Európskej únii významne konzumované pred 15. májom 1997. Toto nariadenie sa vzťahuje aj na produkty z húb, najmä na menej známe druhy alebo produkty získané novými technologickými postupmi, ako sú extrakty, koncentráty alebo produkty z kultivovaného mycélia. Takéto potraviny podliehajú povinnému bezpečnostnému hodnoteniu zo strany Európskeho úradu pre bezpečnosť potravín (EFSA) a môžu byť uvedené na trh len po ich schválení a zaradení do zoznamu povolených nových potravín.

Európsky úrad pre bezpečnosť potravín (EFSA) zohráva kľúčovú úlohu v systéme hodnotenia rizík, pričom poskytuje vedecké stanoviská a metodické usmernenia pre posudzovanie bezpečnosti potravín. Tieto dokumenty zahŕňajú hodnotenie toxikologických, nutričných a mikrobiologických aspektov a slúžia ako podklad pre rozhodovanie regulačných orgánov. Hoci nemajú priamy právne záväzný charakter, predstavujú významný nástroj pre zabezpečenie jednotného prístupu k hodnoteniu bezpečnosti potravín v rámci Európskej únie.

Na globálnej úrovni sú významným referenčným rámcom aj odporúčania Organizácie Spojených národov pre výživu a poľnohospodárstvo (FAO) a Svetovej zdravotníckej organizácie (WHO), najmä prostredníctvom systému Codex Alimentarius. Tento systém stanovuje medzinárodné štandardy v oblasti bezpečnosti potravín, hygieny výroby a správnej poľnohospodárskej praxe. V prípade produkcie jedlých húb sú relevantné najmä odporúčania týkajúce sa prevencie kontaminácie, kontroly kvality vstupných surovín, hygieny pestovateľských podmienok a zabezpečenia bezpečnosti potravín počas celého výrobného procesu. Hoci tieto odporúčania nie sú právne záväzné, významne ovplyvňujú tvorbu legislatívy a prispievajú k harmonizácii požiadaviek na bezpečnosť potravín na medzinárodnej úrovni.

Špecializovaný legislatívny a regulačný rámec produkcie jedlých húb a výrobkov z nich

V európskom aj globálnom kontexte možno identifikovať viacero prístupov k regulácii jedlých húb, ktoré sa odlišujú najmä mierou dôrazu na druhovú reguláciu, bezpečnosť potravín a kontrolu produkčných procesov. V krajinách strednej Európy, ako sú Poľsko a Česká republika, je legislatívny rámec tradične založený na explicitnom vymedzení zoznamov druhov húb, ktoré možno uvádzať na trh, pričom ich predaj je podmienený odbornou kontrolou a potvrdením správnej identifikácie (vyhláška č. 397/2021

Sb., o požadavcích na konzervované ovoce a konzervovanou zeleninu, skořápkové plody, houby a další výrobky; Rozporządzenie Ministra Zdrowia z dnia 17 maja 2004 r. w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu lub produkcji przetworów grzybowych). Tento model vychádza z historicky podmieneného dôrazu na prevenciu otráv a predstavuje relatívne striktné regulovaný prístup založený na princípe druhovej selekcie.

Naopak, v západoeurópskych krajinách, ako sú Taliansko, Francúzsko či Rakúsko, sa uplatňuje flexibilnejší a viacúrovňový prístup, ktorý kombinuje legislatívne rámce s regionálnymi špecifikami, tradičnými praktikami a odborným dohľadom. V Taliansku je regulácia doplnená regionálnymi pravidlami upravujúcimi zber a ochranu prírodných zdrojov (Legge 23 agosto 1993, n. 352, Norme quadro in materia di raccolta e commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati), zatiaľ čo vo Francúzsku je dôraz kladený na presnú identifikáciu druhov a kontrolu ich toxicity prostredníctvom definovaných zoznamov (Arrêté du 13 octobre 1989 relatif à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet de réglementations préfectorales). V Nemecku a Rakúsku je regulácia vo väčšej miere previazaná so všeobecným potravinovým právom a hygienickými požiadavkami, pričom významnú úlohu zohrávajú aj odborné odporúčania a činnosť mykologických expertov.

Zároveň je potrebné zdôrazniť, že regulácia jedlých húb v uvedených krajinách nie je izolovaná, ale je úzko prepojená s ďalšími právnymi oblasťami, najmä s legislatívou v oblasti ochrany prírody, biodiverzity a hospodárenia s prírodnými zdrojmi. Podmienky zberu húb, množstevné limity či obmedzenia zberu v chránených územiach sú často upravené v rámci právnych predpisov na ochranu prírody, čím sa zabezpečuje udržateľnosť ekosystémov. V prípade pestovania húb zohrávajú významnú úlohu aj predpisy týkajúce sa nakladania s odpadmi a využívania vedľajších produktov, keďže huby sa často pestujú na lignocelulózových substrátoch pochádzajúcich z poľnohospodárskej alebo potravinárskej výroby. Tým dochádza k významnému prepojeniu potravinového práva s environmentálnou legislatívou a princípmi cirkulárnej ekonomiky.

Mimo Európy, napríklad v Spojených štátoch amerických, je regulácia jedlých húb súčasťou širšieho systému bezpečnosti potravín a je založená predovšetkým na princípe zodpovednosti výrobcu za zdravotnú neškodnosť produktu, bez existencie explicitných zoznamov povolených druhov (U.S. Food and Drug

Administration, Food Code). V Číne je legislatíva orientovaná najmä na reguláciu pestovateľských postupov, kvalitu substrátov a štandardizáciu produkcie, pričom tieto požiadavky sú úzko prepojené s environmentálnymi politikami a exportnými štandardmi.

V podmienkach Slovenskej republiky je problematika jedlých húb upravená najmä vyhláškou Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 132/2014 Z. z. o jedlých hubách a výrobkoch z nich, ktorá predstavuje kľúčový vykonávací právny predpis v oblasti kvality, spracovania a uvádzania húb na trh. Táto vyhláška komplexne upravuje požiadavky na čerstvé aj spracované jedlé huby, pričom definuje základné pojmy, technologické postupy a kvalitatívne kritériá pre jednotlivé kategórie výrobkov. Osobitnú pozornosť venuje požiadavkám na čerstvé jedlé huby, ktoré musia byť zdravotne neškodné, dostatočne vyvinuté, bez známkov hniloby, plesní či nadmerného poškodenia a zbavené nečistôt a cudzorodých prímiesí. Zároveň stanovuje limity pre obsah nečistôt, požiadavky na manipuláciu, skladovanie a prepravu, ako aj maximálnu dobu uvádzania čerstvých húb na trh od ich zberu, čím reflektuje ich vysokú biologickú aktivitu a rýchlu kazivosť.

Kľúčovým prvkom vyhlášky je explicitné vymedzenie druhov jedlých húb, ktoré je možné uvádzať na trh, pričom osobitne rozlišuje medzi voľne rastúcimi a pestovanými hubami. Na trh je možné uvádzať výlučne tie druhy, ktoré sú uvedené v príslušných prílohách vyhlášky, čím sa zavádza systém druhovej selekcie založený na princípe pozitívneho zoznamu. Vyhláška zároveň upravuje požiadavky na spracované hubové výrobky, ako sú sušené huby, sterilizované výrobky, mrazené produkty alebo hubové extrakty, pričom stanovuje limity pre obsah vody, soli, nečistôt a ďalších parametrov kvality, ako aj požiadavky na označovanie výrobkov vrátane povinnosti uvádzať použitý druh huby. Osobitné ustanovenia sa týkajú aj technologických postupov, napríklad sušenia, sterilizácie či konzervácie, s cieľom zabezpečiť stabilitu a bezpečnosť finálnych produktov.

Vyhláška tak vytvára detailný legislatívny rámec pre celú vertikálu nakladania s jedlými hubami – od prvotnej manipulácie so surovinou až po finálny výrobok uvádzaný na trh. Hoci primárne upravuje požiadavky na kvalitu a bezpečnosť produktov, jej ustanovenia majú zároveň nepriamy dopad aj na pestovanie húb, keďže výber pestovaných druhov je v praxi limitovaný zoznamom druhov povolených na uvádzanie na trh. Tento prístup reflektuje tradičný model regulácie založený na druhovej selekcii, ktorý

je v širšom kontexte prepojený aj s ďalšími oblasťami právnej úpravy, najmä s ochranou prírody, nakladaním s biologickým odpadom a všeobecnými požiadavkami na bezpečnosť potravín.

Z uvedeného porovnania vyplýva, že zatiaľ čo niektoré krajiny využívajú model explicitných zoznamov povolených druhov, moderné regulačné systémy pristupujú k problematike komplexnejšie a integrujú ju do širšieho rámca environmentálnych a potravinových politík. Dôraz sa tak postupne presúva z regulácie samotných druhov na riadenie rizík, kontrolu produkčných procesov a zabezpečenie udržateľnosti produkcie.

Návrh úpravy legislatívneho rámca produkcie jedlých húb na Slovensku

Na základe analýzy legislatívnych prístupov v rôznych krajinách Európskej únie možno konštatovať, že v súčasnosti neexistuje jednotný a explicitný právny rámec upravujúci pestovanie jedlých húb ako samostatnú regulačnú kategóriu. Väčšina právnych predpisov sa sústreďuje predovšetkým na bezpečnosť potravín, uvádzanie húb na trh a kontrolu ich kvality, pričom samotná pestovateľská činnosť je regulovaná prevažne nepriamo prostredníctvom všeobecných ustanovení potravinového, hygienického a environmentálneho práva. Tento nejednotný prístup spolu s absenciou záväznej európskej legislatívy špecificky zameranej na pestovanie húb poukazuje na potrebu prehodnotenia a aktualizácie národných právnych úprav, najmä v krajinách, kde je regulácia založená na striktné vymedzených zoznamoch druhov.

V nadväznosti na tieto zistenia bola v rámci práce iniciovaná odborná diskusia s cieľom získať stanoviská k aktuálnej legislatíve Slovenskej republiky a k možnostiam jej úpravy. Oslovená bola širšia skupina odborníkov z oblasti mykológie, potravinárstva a pestovateľskej praxe, pričom relevantnú spätnú väzbu poskytla len časť z nich. Na základe získaných podnetov bol následne vypracovaný návrh úpravy legislatívy, ktorý reflektuje identifikované nedostatky, potrebu rozšírenia spektra pestovaných druhov, ako aj požiadavky vyplývajúce zo súčasného vývoja v oblasti produkcie húb.

Analýza získaných stanovísk zároveň poukázala na výraznú nejednotnosť názorov odbornej verejnosti. Zatiaľ čo časť odborníkov podporuje rozšírenie zoznamu pestovaných druhov a liberalizáciu legislatívneho rámca v záujme podpory rozvoja sektora, iní upozorňujú na potenciálne ekologické, biologické a praktické riziká spojené s introdukciou nepôvodných druhov a zdôrazňujú potrebu opatrného a kontrolo-

vaného prístupu. Táto názorová diverzita poukazuje na komplexnosť problematiky a absenciu jednoznačného odborného konsenzu, čo je nevyhnutné zohľadniť pri formulovaní legislatívnych zmien.

Na základe uvedených skutočností bol vypracovaný návrh novelizácie vyhlášky Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky č. 132/2014 Z. z. o jedlých hubách a výrobkoch z nich, ktorý predstavuje systematický zásah do viacerých jej ustanovení s cieľom reflektovať aktuálne požiadavky praxe, vedeckého poznania a environmentálnej ochrany, pri súčasnom zachovaní rovnováhy medzi podporou rozvoja sektora a minimalizáciou potenciálnych rizík. Zároveň je potrebné zdôrazniť, že predložený návrh má pracovný charakter a jeho finálna podoba si vyžaduje ďalšiu odbornú diskusiu a konzultáciu so širšou odbornou verejnosťou, vrátane zástupcov mykologickej, potravinárskej a legislatívnej praxe.

Navrhované zmeny sa v prvom rade týkajú § 1 (Predmet úpravy), kde sa dopĺňa pôsobnosť vyhlášky aj na samotné pestovanie jedlých húb. V pôvodnom znení vyhláška upravuje predovšetkým spracovanie, manipuláciu a uvádzanie na trh, pričom pestovanie ako primárna fáza potravinového reťazca nie je explicitne zahrnuté. Navrhovaným doplnením sa táto legislatívna medzera odstraňuje a pestovanie sa systematicky začleňuje do rámca požiadaviek na bezpečnosť potravín, hygienu výroby a ochranu životného prostredia. K zásadným úpravám dochádza v § 6 (Požiadavky na čerstvé jedlé huby), kde sa rozširuje rozsah regulácie o nové odseky. Navrhuje sa zavedenie ustanovenia, podľa ktorého sa nepôvodné, tropické a podmienené jedlé druhy môžu pestovať výlučne v uzavretých alebo kontrolovaných kultivačných systémoch (navrhovaný § 6 ods. 8). Cieľom tohto opatrenia je minimalizovať riziko úniku biologického materiálu do prostredia a potenciálneho narušenia prirodzených ekosystémov. Súčasne sa zavádza povinnosť pestovateľov nakladať s biologickým materiálom tak, aby nedošlo k jeho nekontrolovanému šíreniu, pričom sa explicitne upravuje spôsob zneškodnenia vyrodeneho substrátu (navrhovaný § 6 ods. 9). Navrhované opatrenia zahŕňajú najmä riadené kompostovanie pri definovaných teplotných podmienkach alebo iné technologické postupy zabezpečujúce deaktiváciu mycélia a spór.

Ďalšia významná zmena sa týka § 7 (Požiadavky na výrobky z jedlých húb), kde sa dopĺňa ustanovenie, podľa ktorého môžu byť výrobky z jedlých húb vyrábané výlučne z druhov uvedených v prílohe č. 1 časti A a B (navrhovaný § 7 ods. 1). Táto úprava zabezpe-

čuje jednotnosť požiadaviek pre čerstvé aj spracované huby a zároveň posilňuje kontrolovateľnosť pôvodu surovín v potravinárskej výrobe, čím sa znižuje riziko použitia neoverených alebo potenciálne rizikových druhov.

Zmeny sa dotýkajú aj § 13 (Záverečné ustanovenia), kde sa dopĺňa nový odsek upravujúci nakladanie s vyrodeným substrátom ako sekundárnym produktom pestovania húb. Pestovateľ je povinný zabezpečiť jeho spracovanie, zneškodnenie alebo ďalšie využitie spôsobom, ktorý vylučuje prežitie alebo šírenie pestovaných druhov do prostredia. Ustanovenie zároveň obsahuje príklady vhodných postupov, čím sa zvyšuje jeho praktická aplikovateľnosť a právna istota pre pestovateľov.

Samostatnú kategóriu zmien predstavuje úprava prílohy č. 1, konkrétne časti B, ktorá obsahuje zoznam pestovaných jedlých húb. Tento zoznam bol rozšírený o viaceré druhy bežne pestované v európskom a globálnom priestore (napr. *Hericium erinaceus*, *Ganoderma lucidum*, *Flammulina velutipes*, *Pleurotus eryngii*), pričom pri niektorých druhoch boli doplnené špecifické podmienky pestovania alebo konzumácie (napr. povinná tepelná úprava alebo pestovanie v kontrolovaných podmienkach). Súčasne boli aktualizované taxonomické názvy druhov v súlade so súčasným vedeckým poznaním, čím sa zabezpečuje kompatibilita legislatívy s medzinárodnými databázami a odbornou literatúrou.

Navrhované zmeny tak predstavujú komplexný a systematický zásah do existujúceho legislatívneho rámca, ktorého cieľom je nielen odstránenie identifikovaných nedostatkov, ale aj vytvorenie flexibilnejšieho a modernejšieho systému regulácie. Tento systém by mal zabezpečiť vysokú úroveň ochrany zdravia spotrebiteľa a životného prostredia pri súčasnom zohľadnení potrieb pestovateľskej praxe a podpory rozvoja sektora jedlých húb na Slovensku.

Záver

Analýza legislatívneho rámca pre produkciu jedlých húb na Slovensku poukázala na jeho výraznú orientáciu na druhovú selekciu, ktorá v súčasnosti len čiastočne reflektuje vedecký pokrok a potreby pestovateľskej praxe. V porovnaní s modernými prístupmi v zahraničí sa ukazuje potreba posunu smerom k flexibilnejšiemu systému založenému na riadení rizík a kontrole procesov. Navrhovaná úprava vyhlášky č. 132/2014 Z. z. predstavuje snahu o vyváženie medzi podporou rozvoja sektora a zabezpečením ochrany zdravia a životného prostredia. Zároveň však výsledky poukazujú na absenciu jednotného

odborného konsenzu, čo zdôrazňuje komplexnosť riešenej problematiky. Do budúcnosti bude kľúčové priebežne aktualizovať legislatívu v súlade s vedeckými poznatkami a zabezpečiť udržateľný a bezpečný rozvoj produkcie jedlých húb.

Literatúra

ZÁKON NÁRODNEJ RADY SLOVENSKEJ REPUBLIKY č. 152/1995 Z. z. o potravinách v znení neskorších predpisov. Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://www.slov-lex.sk/ezbierky/pravne-predpisy/SK/ZZ/1995/152/>

NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 178/2002 z 28. januára 2002, ktorým sa ustanovujú všeobecné zásady a požiadavky potravinového práva. Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/sk/TXT/?uri=CELEX:32002R0178>

NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 853/2004 z 29. apríla 2004 o hygiene potravín. Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02004R0852-20210324>

NARIADENIE KOMISIE (ES) č. 2073/2005 z 15. novembra 2005 o mikrobiologických kritériách pre potraviny. Online. [cit. 2026-04-15].

NARIADENIE KOMISIE (EÚ) 2023/915 z 25. apríla 2023 o maximálnych limitoch pre niektoré kontaminanty v potravinách, ktorým sa zrušuje nariadenie (ES) č. 1881/2006. Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2023/915/oj>

NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (ES) č. 396/2005 z 23. februára 2005 o maximálnych hladinách reziduí pesticídov v alebo na potravinách a krmivách rastlinného a živočíšneho pôvodu a o zmene a doplnení smernice Rady 91/414/EHS. Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2005/396/oj>

NARIADENIE EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY (EÚ) 2015/2283 z 25. novembra 2015 o nových potravinách. Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex%3A32015R2283>

VYHLÁŠKA MINISTERSTVA PÔDOHOSPODÁRSTVA A ROZVOJA VIDIEKA SLOVENSKEJ REPUBLIKY č. 132/2014 Z. z., ktorou sa ustanovujú

požiadavky na jedlé huby a výrobky z jedlých húb.

VYHLÁŠKA č. 397/2021 Sb. o požadavcích na konzervované ovoce a konzervovanou zeleninu, skořápkové plody a houby (Česká republika). Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2021-397>

ROZPORZĄDZENIE MINISTRA ZDROWIA z dnia 17 maja 2004 r. w sprawie grzybów dopuszczonych do obrotu (Polsko).

ARRÊTÉ DU 13 OCTOBRE 1989 relatif à la liste des espèces végétales sauvages pouvant faire l'objet de réglementation (Francúzsko). Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://aida.ineris.fr/>

LEGGE 23 AGOSTO 1993, N. 352 – Norme quadro in materia di raccolta e commercializzazione dei funghi epigei freschi e conservati (Taliano). Online. [cit. 2026-04-15]. Dostupné na internete: <https://www.normattiva.it/>

RAUF, A. et al., 2023. Edible Mushrooms as Potential Functional Foods in Amelioration of Hypertension. *Phytotherapy Research*. Online. Vol. 37, s. 2644–2660. DOI: 10.1002/ptr.7865.

SOMMANO, S. R. et al., 2022. Novel Perspective of Medicinal Mushroom Cultivations: A Review Case for 'Magic' Mushrooms. *Agronomy*. Online. Vol. 12, no. 12, 3185. DOI: 10.3390/agronomy12123185.

HERVOUET, L. et al., 2022. The Use of Mushrooms as a Source of Protein in Market Products. *Romanian Biotechnological Letters*. Online. Vol. 27, no. 4, s. 3575–3582.

RITOTA, M. – MANZI, P., 2023. Edible Mushrooms: Functional Foods or Functional Ingredients? *AIMS Agriculture and Food*. Online. Vol. 8, no. 2, s. 391–439. DOI: 10.3934/agrfood.2023022.

BERNAŚ, E. et al., 2006. Storage and Processing of Edible Mushrooms. Online. Vol. 5, no. 2, s. 5–23.

HUO, J. et al., 2023. New Preservation and Detection Technologies for Edible Mushrooms: A Review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. Online. Vol. 103, no. 7, s. 3230–3248. DOI: 10.1002/jsfa.12472.

DHANAPAL, D. – RAJOO, S., 2023. Value Addition of Mushrooms by Incorporation in Food Products: An Overview. *International Journal of Food Engineering*. Online. DOI: 10.1515/ijfe-2023-0073.

RANGEL-VARGAS, E. et al., 2021. Edible Mushrooms as a Natural Source of Food Ingredient/Additive Replacer. *Foods*. Online. Vol. 10, no. 11, 2687. DOI: 10.3390/foods10112687.

XIE, Y.-Z., 2013. Research and Application Progress on Flavor Substances of Edible Mushrooms. *Edible Fungi of China*.

JIANG, C. M. et al., 2023. A Review on the Edible Mushroom as a Source of Special Flavor. *Food Frontiers*. Online. DOI: 10.1002/fft.2.263.

PÉREZ ÁLVAREZ, S. et al., 2024. Edible Mushrooms – Perspectives and Considerations. Online.

DESPREZ-LOUSTAU, M.-L. et al., 2007. The Fungal Dimension of Biological Invasions. *Trends in Ecology & Evolution*. Online. Vol. 22, no. 9, s. 472–480. DOI: 10.1016/j.tree.2007.04.005.

FONES, H. N. – FISHER, M. C. – GURR, S. J., 2017. Emerging Fungal Threats to Plants and Animals Challenge Agriculture and Ecosystem Resilience. *Microbiology Spectrum*. Online. DOI: 10.1128/microbiolspec.funk-0027-2016.

Chemické zloženie húb a jeho význam pre výživu a zdravie človeka

Marek ŠNIRC

Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika. Email: marek.snirc@uniag.sk

Abstrakt

Huby predstavujú významnú zložku ľudskej výživy vďaka svojmu jedinečnému chemickému zloženiu, nízkej energetickej hodnote a obsahu biologicky aktívnych látok. Príspevok poskytuje prehľad súčasných poznatkov o základných chemických zložkách húb vrátane sacharidov, bielkovín, lipidov, vitamínov, aromatických a fenolických zlúčenín. Osobitná pozornosť je venovaná β -glukánu, chitínu a ďalším bioaktívnym látkam, ktoré vykazujú antioxidačné, imunomodulačné a potenciálne preventívne účinky vo vzťahu k civilizačným ochoreniam. Súčasťou práce je charakteristika obsahu makroelementov a mikroelementov, ich biologickej funkcie, schopnosti bioakumulácie a významu pre ľudský organizmus. Pozornosť je venovaná aj rizikovým prvkom, ktoré môžu huby akumulovať z prostredia a ktoré môžu pri zvýšených koncentráciách predstavovať zdravotné riziko. Výsledky poukazujú na význam húb ako nutrične hodnotnej potraviny a perspektívneho zdroja funkčných zložiek využiteľných vo výžive, potravinárstve a zdravotníctve.

Kľúčové slová: huby, chemické zloženie, bioaktívne látky, β -glukány, minerálne látky, vitamíny, antioxidyanty, bioakumulácia, nutričná hodnota, funkčné potraviny

Základná chemická kompozícia a energetická hodnota húb

Plodnice húb sa vyznačujú vysokým obsahom vody, ktorý sa pohybuje v rozmedzí 85 – 90 %. Tento faktor ovplyvňuje konzistenciu húb a ich krátku skladovateľnosť, keďže vysoká aktivita vody podporuje mikrobiálny rast (Kalač, 2019; Ramos et al., 2019). Obsah suchej hmoty (SH) sa obvykle pohybuje medzi 8 – 14 % (Vetter, 2021; Rijal et al., 2021).

Tuky tvoria 2 – 4 % SH, pričom sú charakterizované vysokým podielom nenasýtených mastných kyselín, čo prispieva k nízkej energetickej hodnote húb (Heleno et al., 2015; Tafere, 2022). Hlavnú časť SH húb tvoria sacharidy, ktoré predstavujú 50 – 65 %. Pre ľudský organizmus sú často ťažko stráviteľné, avšak majú významné biologické vlastnosti (Kalač, 2019; Heleno et al., 2015; Wang, 2014). Hrubý proteín tvorí 20 – 25 % SH a jeho obsah môže byť ovplyvnený použitím rôznych faktorov výpočtu dusíka. Faktor 6,25, bežne používaný pri mäse, môže viesť k nadhodnoteniu proteínov v hubách, a preto sa odporúča nižší faktor 4,38, ktorý presnejšie zohľadňuje nebielkovinový dusík (Rijal et al., 2021; Kalač, 2016; Wang a

Marcone, 2011). Obsah popola je relatívne stabilný parameter, zvyčajne predstavuje 5 – 12 % SH. Zahŕňa minerálne látky, pričom draslík je zvyčajne dominantným prvkom a jeho koncentrácie sú vyššie ako u väčšiny rastlinných potravín (Kalač, 2019; Ukaogo et al., 2021; Tafere, 2022).

Energetická hodnota húb je relatívne nízka, čo ich robí ideálnymi pre nízkokalorické diéty. Priemerná energetická hodnota sa pohybuje medzi 350 – 450 kcal·kg⁻¹ ČH, avšak táto hodnota môže byť mierne nadhodnotená z dôvodu prítomnosti nestráviteľných sacharidov (Kalač, 2019; Heleno et al., 2015).

Lipidy a mastné kyseliny

Huby obsahujú nízky podiel tuku, zvyčajne v rozmedzí 2 – 8 % SH, avšak ich lipidový profil je z nutričného hľadiska vysoko hodnotný. Profil mastných kyselín je ovplyvnený ekologickými faktormi a geografickým pôvodom húb (Barros et al., 2008). Medzi hlavné skupiny lipidov v hubách patria neutrálne lipidy, ako triglyceridy, a polárne lipidy, predovšetkým fosfolipidy. Neutrálne lipidy tvoria približne 34 % z celkového obsahu lipidov, pričom

tento podiel sa môže výrazne medzidruhovo líšiť, od 13 % u pečiarky poľnej (*Agaricus campestris*) až po 67 % u muchotrávky červenkastej (*Amanita rubescens*) (Pedneault et al., 2008). Fosfolipidy v hubách obsahujú estery kyseliny fosforečnej, viazané na aminoalkoholy, ako sú etanolamín a cholín, a zohrávajú významnú úlohu v štruktúre bunkových membrán (Kalač, 2016). Profil mastných kyselín v hubách je charakterizovaný dominanciou nenasýtených mastných kyselín, pričom prevládajú kyselina linolová, ktorá môže tvoriť až 81 % z celkového obsahu lipidov a kyselina olejová približne 20 %. Z nasýtených mastných kyselín je najviac zastúpená kyselina palmitová, zatiaľ čo z nutričného hľadiska menej priaznivá kyselina myristová sa vyskytuje iba v minimálnych koncentráciách (Kalač, 2016; Ribeiro et al., 2009). Kyselina linolová tvorí 62 %, kyselina olejová 14 % a kyselina palmitová 17 % u hriba smrekového (*Boletus edulis*), zatiaľ čo u pečiarky dvojvýtrusnej kyselina linolová predstavuje 49 %, kyselina olejová 20 % a kyselina palmitová 23 %. U húževnatca jedlého kyselina linolová tvorí až 81 % celkového profilu, pričom kyselina palmitová a kyselina olejová tvoria 15 %, resp. 3 % (Kalač, 2016). Vysoký podiel polyne nasýtených mastných kyselín významne prispieva k zdravotným benefitom, najmä k zníženiu hladiny cholesterolu a podpore kardiovaskulárneho zdravia. Polyne nasýtené mastné kyseliny sú významné z hľadiska senzorických vlastností húb. Ich oxidácia vedie k tvorbe aromatických zlúčenín, ktoré prispievajú k charakteristickej vôni a chuti húb (Valverde et al., 2015). Kyselina α -linolénová sa v hubách nachádza v minimálnych množstvách, zvyčajne menej ako 1 %, čo vedie k vysokému pomeru ω -6/ ω -3, často presahujúcemu 10:1 (Barros et al., 2007). Ďalšou významnou nenasýtenou mastnou kyselinou v hubách je kyselina olejová, ktorá je zastúpená v množstve 10 – 20 %. Je dôležitá v podpore kardiovaskulárneho zdravia, pretože znižuje hladinu LDL cholesterolu a vykazuje antiinflatórne účinky. V lipidovom profile húb sa nachádza aj kyselina palmitolejová, hoci jej obsah je zanedbateľný, zvyčajne menej ako 1 % (Kalač, 2016). Medzi nasýtenými mastnými kyselinami v hubách dominuje kyselina palmitová, ktorá tvorí približne 15 – 30 % z celkového obsahu mastných kyselín. Je bežnou súčasťou lipidov bunkových membrán, avšak vo vyšších koncentráciách môže prispievať k zvýšeniu hladiny LDL cholesterolu (Kalač, 2016; Ribeiro et al., 2009). Menej zastúpené sú kyselina stearová a kyselina myristová, ktorých koncentrácie zvyčajne nepresahujú 10 %, resp. 1 % z celkového lipidového profilu (Ribeiro et al., 2009).

Lipidy a mastné kyseliny

Sacharidy tvoria dominantnú zložku sušiny húb, s podielom pohybujúcim sa v rozmedzí 35 – 70 % SH, v závislosti od druhu a rastových podmienok (Kalač, 2016). Možno ich rozdeliť do troch hlavných skupín: mono- a di-sacharidy, oligosacharidy a polysacharidy. Monosacharidy húb zahŕňajú ribózu, arabinózu, xylózu, fruktózu, manózu, galaktózu a glukózu, zatiaľ čo medzi oligosacharidy patria sacharóza a trehalóza (Kim et al., 2009). Polysacharidy chitín, glukány a heteropolysacharidy tvoria zo zdravotného hľadiska najvýznamnejšiu skupinu. β -glukány sú kľúčové pre stabilitu bunkovej steny a zohrávajú významnú úlohu v bioaktívnych vlastnostiach húb (Mallard et al., 2019). Sú zložené z D-glukózových monomérov spojených β -(1 $\rightarrow$ 3) a β -(1 $\rightarrow$ 6) väzbami. Ich fyziologické účinky zahŕňajú imunomodulačné, antikarcinogénne, antioxidačné a antimikrobiálne vlastnosti, majú schopnosť znižovať hladinu cholesterolu a regulovať glykemickú rovnováhu (Zhu et al., 2015). Sú významné v prevencii a liečbe rakoviny, cukrovky a kardiovaskulárnych ochorení (Ruthes et al., 2016). Okrem β -glukánov boli v hubách identifikované aj heteropolysacharidy zložené z rôznych monosacharidov, ako aj proteín-glukánové komplexy, ktoré rozširujú spektrum fyziologických účinkov polysacharidov. Trehalóza, hlavný disacharid húb, tvorí približne 10 – 25 % SH a je zodpovedná za transport uhlíka z mycélia do plodníc počas fruktifikácie. Okrem toho pôsobí ako ochranný faktor zabezpečujúci odolnosť buniek húb voči stresovým podmienkam, ako sú vysušenie a nízke teploty (Kim et al., 2009; Song et al., 2020).

Manitol patrí medzi cukorné alkoholy, je prítomný v koncentráciách 5 – 15 % SH a plní významnú osmoregulačnú funkciu, pričom sa podieľa na transporte energie v bunkách. Naopak, obsah monosacharidov je relatívne nízky a zvyčajne nepresahuje 1 % SH. Sacharidy sa podieľajú na metabolických procesoch húb a ich adaptabilite na nepriaznivé environmentálne podmienky a prispievajú k ich nutričnému významu (Kalač, 2016).

Chitín je nerozpustný polysacharid a významná zložka bunkovej steny húb. Pozostáva z β -(1 $\rightarrow$ 4)-väzieb N-acetylglukozamínu. Tento biopolymér môže podliehať čiastočnej deacetylácii, čím vzniká chitosan, látka s významným využitím v potravinárskom priemysle a biomedicínskych aplikáciách (Nitschke et al., 2011). Chitín a β -glukány sú hlavné zdravotne významné zložky húb (Kalač, 2019). Sacharidy v hubách sú dôležité aj zo senzorického

hľadiska. Polysacharidy sú zodpovedné za štruktúru a pevnosť bunkovej steny, čím prispievajú k textúre húb. Mono- a oligosacharidy významne ovplyvňujú chuť a vôňu húb. Oxidácia polysacharidov vedie k tvorbe aromatických zlúčenín, ktoré sa podieľajú na jedinečných organoleptických vlastnostiach húb (Valverde et al., 2015).

Bielkoviny

Priemerný obsah bielkovín v hubách sa pohybuje v rozmedzí 15 – 35 % SH v závislosti od druhu (Kalač, 2016). Napríklad pečiarica dvojvýtrusná obsahuje 30 – 35 % bielkovín SH, hrib smrekový má obsah bielkovín v rozmedzí 25 – 30 % SH a húževnatec jedlý obsahuje zvyčajne 20 – 28 % SH (Bernaš et al., 2006; Kalač, 2016). Okrem nutričného významu majú bielkoviny húb aj biologickú aktivitu, keďže obsahujú široké spektrum bioaktívnych látok. Sú charakteristické vysokým obsahom esenciálnych aminokyselín, ako sú lyzín, leucín, izoleucín, valín a treonín, ktoré sú nevyhnutné pre správne fungovanie organizmu (Kalač, 2016). Benefitom je vysoký obsah lyzínu, ktorý je často deficitný v obilninách, čím huby predstavujú výborný doplnok k cereálnym jedlám a prispievajú k nutričnej vyváženosti stravy (Barros et al., 2007). Z hľadiska rozpustnosti vo vode ich možno rozdeliť do dvoch hlavných skupín. Rozpustné bielkoviny predstavujú približne 60 – 70 % celkového obsahu bielkovín. Obsahujú enzýmy podieľajúce sa na metabolických procesoch, napríklad glutatión S-transferázu, ktorá zohráva kľúčovú úlohu v ochrane buniek pred oxidačným stresom. Naopak, nerozpustné bielkoviny obsahujú chitín-viazané proteíny, ktoré sú dôležité pre štruktúru a pevnosť bunkových stien húb. Táto kombinácia rozpustných a nerozpustných bielkovín zdôrazňuje biologickú a funkčnú rozmanitosť, ktorá je nevyhnutná pre správne fungovanie metabolizmu a štrukturálnu integritu buniek húb (Kalač, 2016).

Bielkoviny húb obsahujú imunomodulačné zlúčeniny, ktoré posilňujú získanú aj vrodenu imunitu, prispievajú k ochrane organizmu proti patogénom a zvyšujú jeho odolnosť voči infekciám. Bioaktívne vlastnosti bielkovín zdôrazňujú ich potenciál pre zdravotné a terapeutické využitie (Ruthes et al., 2016). Bielkoviny v hubách sa často kombinujú s polysacharidmi a vytvárajú proteín-glukánové komplexy, ktoré majú významné antiinflátórne a antioxidačné účinky. Zúčastňujú sa na regulácii metabolizmu lipidov a glukózy, čo ich robí dôležitými pri prevencii a liečbe chronických ochorení, ako sú diabetes a kardiovaskulárne choroby (Kim et al.,

2009). Bielkoviny v hubách sa vyznačujú vysokou stráviteľnosťou, ktorá dosahuje 70 – 90 %, čo ich radí medzi cenné zdroje aminokyselín, vhodné pre vegetariánsku stravu (Ribeiro et al., 2009).

Vitamíny

Huby sú bohatým zdrojom vitamínov, najmä vitamínov skupiny B a vitamínu D, ktoré sú nevyhnutné pre správne fungovanie fyziologických procesov organizmu. Vitamíny skupiny B sú v hubách bohato zastúpené, pričom medzi najvýznamnejšie patrí niacín (B3) a riboflavín (B2). Tieto vitamíny sa v hubách nachádzajú v podobných alebo dokonca vyšších množstvách ako v čerstvom kuracom mäse či rybách (Bernaš et al., 2006; Furlani et al., 2008). Riboflavín je nevyhnutný pre správnu bunkovú funkciu a metabolizmus tukov, zatiaľ čo niacín zohráva zásadnú úlohu pri syntéze koenzýmov nikotínamid adenín dinukleotidu (NAD) a nikotínamid adenín dinukleotid fosfátu (NADP), ktoré sú nevyhnutné pre energetický metabolizmus (Fatima et al., 2019).

Napríklad hrib smrekový obsahuje 1,25 mg/100 g SH tiamínu (B1) a až 9,36 mg/100 g SH riboflavínu. Kyselina pantoténová (B5) je dôležitá pre syntézu mastných kyselín, pričom druhy ako hľiva ustricová obsahujú až 3,5 mg/100 g SH (Kalač, 2016). Zaujímavá je prítomnosť kobalamínu (B12), ktorý sa bežne vyskytuje v živočíšnych produktoch. Jeho prítomnosť bola potvrdená v plodniciach divorastúcich kuriatok jedlých (*Cantharellus cibarius*), s obsahom 1,09 – 2,65 µg/100 g SH (Bito et al., 2014; Yeung, 2019). Vitamín D, známy aj ako „slnečný vitamín“, je v hubách prítomný vo forme ergokalciferolu (D2), ktorého koncentrácia môže byť porovnateľná s obsahom v rybách (Ložnjak et al., 2018; Bernaš et al., 2006). V hubách sa syntetizuje pôsobením UVB žiarenia, čo z nich robí významný zdroj vitamínu D2, obzvlášť vhodný pre vegetariánsku a vegánsku stravu. Zúčastňuje sa regulácie metabolizmu Ca a P, podporuje zdravie kostí a zabezpečuje neuromuskulárnu homeostázu (Taofiq et al., 2017).

Hoci je kyselina askorbová (vitamín C) v hubách prítomná v nízkych množstvách (0,1 – 3 mg/100 g SH), spolu s tokoferolmi (vitamín E) prispieva k ich antioxidačnému potenciálu. Tokoferol, konkrétne α-tokoferol, sa v hubách nachádza v koncentráciách 0,5 – 3 mg/100 g SH (Kalač, 2016).

Aromatické látky

Aróma húb vzniká kombináciou prchavých a neprchavých zlúčenín, pričom jej zloženie a intenzita sa mení v závislosti od druhu húb, spôsobu spracovania

a podmienok skladovania. Prchavé látky zohrávajú významnú úlohu pri formovaní charakteristickej arómy, ktorá patrí medzi hlavné dôvody obľúbenosti húb v celosvetovej gastronómii (Selli et al., 2021). Prchavé látky syntetizované v plodniciach húb zahŕňajú viac než 150 identifikovaných zlúčenín, medzi ktoré patria alkoholy, aldehydy, ketóny, kyseliny, estery, terpény a heterocyklické zlúčeniny (Aisala et al., 2019; Selli et al., 2021). Tieto zlúčeniny vznikajú prevažne oxidáciou mastných kyselín, najmä kyseliny linolovej, prostredníctvom enzymatických a neenzymatických procesov (Holighaus a Rohlf, 2019). Jedinečný charakter arómy húb je spojený s prítomnosťou osemuhlíkových prchavých zlúčenín, ako sú 1-oktén-3-ol, 1-oktén-3-ón, 3-oktanol a 2-oktenal, ktoré sú známe svojou zemitou arómou a jemne sladkastou chuťou a považované za charakteristické markery senzorického profilu húb (Sun et al., 2018). Najvýznamnejší je 1-oktén-3-ol, známy aj ako „aróma húb“, ktorý vzniká degradáciou kyseliny linolovej a tvorí dominantnú prchavú zlúčeninu v druhoch, ako sú pečiarica dvojvýtrusná a hrib smrekový (Holighaus a Rohlf, 2019). Okrem týchto zlúčenín sa na aróme podieľajú aj terpény, ako limonén a pinen, ktoré prispievajú k citrusovému a ihličnatému tónom, čím rozširujú senzorický profil húb (Aisala et al., 2019).

Počas tepelného spracovania húb, najmä pri varení alebo sušení, dochádza k zvýšeniu komplexnosti chuťového profilu. Významnú úlohu v tomto procese zohráva Maillardova reakcia, pri ktorej interakcia medzi aminokyselinami a redukujúcimi cukrami vedie k tvorbe heterocyklických zlúčenín. Tieto zlúčeniny výrazne obohacujú a zosilňujú arómu varených húb, čím prispievajú k ich charakteristickým senzorickým vlastnostiam (Wang a Marcone, 2011). Skladovanie, sušenie a varenie spôsobujú zmeny v koncentráciách aromatických zlúčenín, čím modifikujú výsledný aromatický profil. V dôsledku toho majú varené a sušené huby často intenzívnejšiu a komplexnejšiu arómu v porovnaní s čerstvými hubami (Selli et al., 2021). Vďaka jedinečnej aróme a chuti nachádzajú huby široké uplatnenie nielen v čerstvej forme, ale aj ako aditívum v potravinárskom priemysle. Sú využívané na výrobu ochucovadiel a pridávané do rôznych potravinových produktov s cieľom zvýrazniť ich senzorické vlastnosti a zlepšiť celkovú senzorickú atraktivitu (Burgos et al., 2017).

Fenolické zlúčeniny

Fenolické zlúčeniny patria medzi najvýznamnejšie bioaktívne látky prítomné v hubách, ktoré významne

prispievajú k ich antioxidačnej kapacite, senzorickým vlastnostiam a zdravotným benefitom. Podieľajú sa na ochrane buniek pred oxidačným stresom spôsobeným nadprodukciou voľných radikálov. Udržiavanie rovnováhy medzi tvorbou voľných radikálov a antioxidačnými obrannými mechanizmami je nevyhnutné pre správnu funkciu organizmu. Nerovnováha v tomto systéme môže viesť k poškodeniu DNA, lipidov a proteínov, čím prispieva k patogenéze chronických ochorení, ako sú kardiovaskulárne choroby, rakovina či neurodegeneratívne poruchy (Kalač, 2016; Selli et al., 2021).

Fenolické zlúčeniny sú chemické látky charakterizované prítomnosťou aromatického kruhu s jednou alebo viacerými hydroxylovými skupinami. V hubách sa najčastejšie nachádzajú vo forme glykozidov, esterov a polymérov, čo im zaisťuje dobrú rozpustnosť vo vode. Na základe počtu fenolových kruhov a prítomnosti funkčných skupín sa fenolické zlúčeniny klasifikujú na jednoduché fenoly, fenolové kyseliny, fenypropanoidy, flavonoidy, flavonoly, flavóny, stilbény a lignany (Cateni et al., 2021). Medzi hlavné fenolické zlúčeniny v hubách patria fenolové kyseliny, ktoré sa delia na hydroxybenzoové kyseliny (kyselina galová, protokatechová, p-hydroxybenzoová) a hydroxyškoricové kyseliny (kyselina ferulová, kávová, p-kumarová, o-kumarová) (Ferreira et al., 2009). Obsah fenolických zlúčenín v hubách sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 0,1 – 0,6 g/100 g SH ekvivalentu kyseliny galovej (GAE). Hydroxyškoricové kyseliny sú často prítomné vo forme esterov, ako je kyselina kávová viazaná na kyselinu chinovú, čím vznikajú zlúčeniny, ako 3-o-kafeoylchinová, 4-o-kafeoylchinová a 5-o-kafeoylchinová kyselina. Okrem toho boli v hubách identifikované triesloviny a kyselina elagová, ktoré významne prispievajú k ich antioxidačnému potenciálu (Kalač, 2016).

Fenolické zlúčeniny významne ovplyvňujú senzorické vlastnosti húb, vrátane farby, vône a chuti, čím zohrávajú kľúčovú úlohu pri akceptácii húb konzumentmi (Selli et al., 2021). Hydroxyškoricové kyseliny môžu prispievať k horkastým tónom, zatiaľ čo kyselina galová a protokatechová sa spájajú s jemnejšími chuťovými profilmi. Obsah fenolov sa líši v závislosti od druhu húb, pričom kyselina galová je bežnou zložkou fenolického profilu, často prítomnou v množstve pod 5 mg/100 g SH. Kyselina ferulová je typická hydroxyškoricová kyselina vyskytujúca sa vo forme esterov v koncentráciách 2 – 10 mg/100 g SH (Ferreira et al., 2009).

Fenolické zlúčeniny predstavujú dôležitú bioaktívnu zložku húb, ktorá prispieva nielen k ich antioxidač-

ným vlastnostiam, ale aj k senzorickej atraktivite. Zdravotné benefity zdôrazňujú potenciál húb ako funkčných potravín a prírodných zdrojov antioxidantov s uplatnením v potravinárskom a farmaceutickom priemysle (Kalač, 2016).

Majoritné minerálne látky

Obsah minerálnych látok v hubách je vysoko variabilný a odráža schopnosť húb akumulovať prvky zo substrátu, pričom jej úroveň je determinovaná environmentálnymi podmienkami, druhovou špecifickosťou a biologickými vlastnosťami húb (Mlecze et al., 2020; Kalač, 2019). S minerálnymi látkami úzko súvisí bioakumulácia, ktorá definuje schopnosť húb koncentrovať prvky zo substrátu do plodníc. Tento proces sa kvantifikuje pomocou faktora biokoncentrácie. Akumulácia esenciálnych prvkov je dôležitá v biologických procesoch húb, ako je energetický metabolizmus a aktivita enzýmov (Zsigmond et al., 2020; Mlecze et al., 2020). Akumulácia rizikových prvkov je obzvlášť výrazná u húb rastúcich na kontaminovaných substrátoch a závisí od pH, obsahu organickej hmoty a biologickej schopnosti akumulácie konkrétneho druhu huby (Senila et al., 2024; Niedzielski et al., 2024).

Chemizmus, biochemizmus a distribúcia minerálnych látok v hubách odrážajú ich úlohu v metabolických procesoch a adaptáciu na environmentálne podmienky. Vyskytujú sa vo forme voľných iónov, organických komplexov alebo nerozpustných anorganických solí, pričom distribúcia a funkcia súvisia s ich biologickým významom. Substrát výrazne determinuje chemické zastúpenie prvkov v plodniciach. Schopnosť húb selektívne akumulovať prvky umožňuje preferenčné vychytávanie niektorých prvkov, zatiaľ čo iné sú akumulované v nižších koncentráciách. Táto selektivita je biologicky riadený proces, ktorý je ovplyvňovaný genetickými faktormi a ich interakciou s prostredím (Mlecze et al., 2020). Hlavné minerálne látky obsiahnuté v hubách zahŕňajú draslík, fosfor, horčík, vápnik, sodík, síru a chlór. Tieto prvky tvoria podstatnú časť sušiny húb. Tieto prvky sa zúčastňujú na biologických procesoch, udržiavaní osmotickej rovnováhy, regulácii energetického metabolizmu a stabilizácii bunkových štruktúr (Kalač, 2019; Siwulski, 2022).

Draslík je najhojnejšie zastúpený makroelement v hubách. Najbežnejšie sa vyskytujúce koncentrácie v jedlých hubách sa pohybujú v rozmedzí 10 – 35 g/kg SH, avšak niektoré druhy, ako plávka mandľová (*Russula vesca*) a strmulec sivohnedý (*Lyophyllum fumosum*), môžu obsahovať koncentrácie až 402 g/

kg, resp. 222 g/kg SH. Koncentrácie sa môžu líšiť v závislosti od druhu huby a zloženia substrátu (Sarikurkc et al., 2021; Malinowski et al., 2021). Je prítomný v celej plodnici, avšak jeho distribúcia nie je homogénna. Vyššie koncentrácie sa nachádzajú v klobúku, nasledované hlúbikom, rúrkami alebo lupeňmi. Najnižšie koncentrácie sa vyskytujú v spórach (Kalač, 2016; Mlecze et al., 2020). Huby majú výraznú schopnosť bioakumulácie K, pričom faktor bioakumulácie sa bežne pohybuje v rozmedzí 20 – 40. V extrémnych prípadoch niektoré druhy dosahujú mimoriadne vysoké hodnoty faktora bioakumulácie (300 – 3400) (Basir et al., 2024; Falandysz a Drewnowska, 2015; Senila et al., 2024). Draslík je pre ľudský organizmus esenciálny prvok, ktorý zohráva významnú úlohu pri regulácii osmotického tlaku, prenose nervových signálov a svalových kontrakcií. Huby predstavujú vhodný zdroj pre osoby trpiace jeho deficitom. Na druhej strane, nadmerný príjem môže predstavovať riziko pre jedincov s obličkovými ochoreniami (Kalač, 2016; Mlecze et al., 2020). Fosfor je významným makroelementom húb, ktorý sa podieľa na energetickom metabolizme a tvorbe bunkových štruktúr. Jeho obsah je v porovnaní s potravinami rastlinného pôvodu vysoký, pričom hodnoty sa pohybujú v širokom rozmedzí v závislosti od druhu a environmentálnych podmienok. Bežné koncentrácie P v hubách sa pohybujú od 5 do 23 g/kg SH, avšak niektoré druhy ako pôvabnica ružovkastá (*Lepista sordida*), môžu dosahovať až 35,9 g/kg SH (Kalač, 2019; Malinowski et al., 2021). Huby akumulujú P zo substrátu, pričom hodnoty faktora bioakumulácie sa pohybujú od 5 do 50. Napríklad u pôvabnice fialovej (*Lepista nuda*) boli zaznamenané hodnoty bioakumulácie v rozmedzí 20,2 – 50,6, u bedle vysokej (*Macrolepiota procera*) dosahovali 57 pre klobúky a 31 pre hlúbiky, a u kuriatka jedlého sa pohybovali medzi 31 a 54 v závislosti od lokality zberu (Falandysz a Drewnowska, 2015; Sarikurkc et al., 2021). Jeho obsah nie je v plodniciach rozdelený rovnomerne. Vyššie koncentrácie sa zvyčajne nachádzajú v klobúku. Vyskytuje sa najmä vo forme fosfátových zlúčenín a fosfolipidov, ktoré sú nevyhnutné pre funkciu bunkových membrán a metabolické procesy (Siwulski et al., 2022). Významne prispieva k ich nutričnej hodnote, zohráva dôležitú úlohu v metabolizme fosfátov a syntéze DNA. Aj keď považovaný za ľahko dostupný, neexistuje dostatok štúdií o jeho biologickej dostupnosti z hubových pokrmov. V porovnaní so zeleninou sú huby bohatším zdrojom P, čím sa stávajú vhodným doplnkom stravy pri jeho deficite (Kalač, 2019; Sarikurkc et al., 2021).

Horčík patrí medzi hlavné minerálne látky prítomné v hubách, pričom jeho koncentrácie sa zvyčajne pohybujú v rozmedzí 0,8 – 1,8 g/kg SH. Hríb smrekový a suchohríb plstnatý (*Xerocomus subtomentosus*) obsahujú hodnoty v rozmedzí 0,8 – 1,5 g/kg SH. Hliva ustricová môže obsahovať až 1,8 – 2,4 g/kg SH, pričom substrátová suplementácia môže obsah v plodnici ešte navýšiť (Tolessa et al., 2024). V niektorých druhoch, ako sú húževnatec jedlý a hliva ustricová, môžu hodnoty dosahovať v extrémnych prípadoch až 3 – 9,5 g/kg SH (Kalač, 2019; Ndifor et al., 2025). Obsah Mg je v porovnaní s väčšinou zeleniny vo všeobecnosti nižší. Hodnoty faktora bioakumulácie sa pohybujú v rozmedzí 1 – 10, čo poukazuje na jeho nízku akumuláciu zo substrátu. Výnimkou sú druhy, ako kuriatko jedlé, kde sa hodnoty faktora bioakumulácie pohybujú v rozmedzí 10 – 40, v závislosti od rastových podmienok. Distribúcia medzi klobúkom a hlúbikom býva zvyčajne rovnomerná (Falandysz a Drewnowska, 2015; Calleja-Gómez et al., 2025). Jeho prítomnosť je esenciálna pre enzymatické procesy a stabilizáciu bunkových štruktúr. Horčík je pre ľudský organizmus esenciálnym prvkom, ktorý je nevyhnutný pre správnu funkciu nervového systému, svalovú kontrakciu a aktivitu enzýmov (Bellido et al., 2024).

Vápnik patrí v rámci makroelementov v hubách medzi menej zastúpený prvok, pričom jeho koncentrácia vo väčšine druhov dosahuje hodnoty v rozmedzí 0,05 – 0,75 g/kg SH. Výnimkou sú niektoré druhy húb, ako kuriatko jedlé alebo suchohríb hnedý, ktoré obsahujú koncentrácie 3,62 g/kg SH. Hliva ustricovitá a strmulcec brestový (*Hypsizygus ulmarius*) môžu obsahovať až 9,2 g/kg SH (Kumar et al., 2025; Govindarajan et al., 2024). Distribúcia medzi klobúkom a hlúbikom sa môže výrazne líšiť nielen medzi druhmi, ale aj v rámci druhu (Kalač, 2019; Mleczek et al., 2020). Vo všeobecnosti sa nepovažuje za prvok, ktorý by huby efektívne akumulovali. Hodnoty faktora bioakumulácie sú spravidla približne 1. Napríklad u kuriatka jedlého sa hodnoty faktora bioakumulácie pohybujú v rozmedzí 0,91 – 4,9 v závislosti od lokality, zatiaľ čo pre bedľu vysokú boli zistené hodnoty 0,68 pre klobúky aj hlúbiky (Falandysz a Drewnowska, 2015; Senila et al., 2024). V plodniciach je zvyčajne rozdelený rovnomerne, prípadne s mierne vyššími koncentraciami v klobúkoch. Obsah Ca je v porovnaní s väčšinou zeleniny nižší (Kalač, 2019). Jeho prítomnosť zohráva významnú úlohu pri stabilizácii bunkových stien a v enzymatických procesoch. V prípade kultivovaných druhov môže fortifikácia substrátu zvýšiť jeho obsah v plodniciach

až o 1,1 – 1,5-násobne (Tolessa et al., 2024).

Sodík patrí v hubách medzi menej zastúpené makroelementy, pričom jeho koncentrácie sa zvyčajne pohybujú v rozmedzí 0,05 – 0,75 g/kg SH, v závislosti od druhu substrátu. U pečiariky obyčajnej (*Agaricus bitorquis*) a suchohríba plstnatého boli zistené koncentrácie až 3,47 g/kg a 2,04 g/kg SH (Kalač, 2019; Falandysz et al., 2020). Hodnoty faktora bioakumulácie sa pohybujú v rozmedzí 4,1 – 110. U bedle vysokej dosahujú klobúky hodnoty faktora bioakumulácie 50 – 110, zatiaľ čo u kuriatka jedlého sa faktor bioakumulácie pohybuje medzi 4,1 – 9,5 (Falandysz a Drewnowska, 2015; Mleczek et al., 2020). Distribúcia v plodniciach nie je rovnomerná, vyššia koncentrácia je typická pre klobúky. U kozáka brezového (*Leccinum scabrum*) bola zaznamenaná vyššia koncentrácia v hlúbikoch (Kalač, 2019). Sodík sa podieľa na regulácii osmotického tlaku a nervovej signalizácie. Jeho obsah v hubách je porovnateľný alebo nižší ako v bežných druhoch zeleniny. Preto sú huby vhodnou potravinou pre osoby obmedzujúce príjem soli, napríklad pri hypertenzii (Mleczek et al., 2020; Kalač, 2019).

Koncentrácia síry v hubách sa zvyčajne pohybuje v rozmedzí 0,9 – 4,4 g/kg SH. Vyššie hodnoty boli zaznamenané u hríba smrekového s koncentráciou až 13,87 g/kg SH, pričom u tanečnice poľnej (*Marasmius oreades*) dosiahla koncentrácia 10,2 g/kg SH. Vysoký obsah sírnych zlúčenín, najmä prchavých sírnych zlúčenín je typický pre hríb smrekový (Li et al., 2024). V plodniciach je medzi klobúkom a hlúbikom distribuovaná rovnomerne. Koncentrácie sú porovnateľné s obsahom v bežne konzumovanej zelenine, avšak nižšie ako v strukovinách (Kalač, 2019). Technologické úpravy môžu viesť k zvýšeniu obsahu S, čo následne mení celkový profil sírnych zlúčenín v hubách (Yang et al., 2024). Schopnosť akumulácie sa líši medzidruhovo, avšak dostupné údaje o faktoroch bioakumulácie sú obmedzené. Síra prostredníctvom sírnych aminokyselín a antioxidantov prispieva k výživovej hodnote húb a poskytuje antioxidačnú ochranu s potenciálnymi zdravotnými benefitmi. Sírne zlúčeniny zlepšujú aromatické vlastnosti húb a zvyšujú ich atraktivitu pre gastronomické využitie (Peer a Kuehnelt, 2024; Kalač, 2019).

Chlór patrí medzi málo skúmané prvky v hubách. Jeho koncentrácie v plodniciach sa pohybujú v rozmedzí 0,1 – 14,4 g/kg SH. Najvyššie hodnoty boli zaznamenané v strmulke prehnutej (*Paralepista flaccida*) (14,4 g/kg SH) a lakovke ametystovej (*Laccaria amethystina*) (5,1 – 7,1 g/kg SH) (Kalač, 2019). U hlivy ustricovitej a pečiariky dvojvýtusnej sa koncen-

trácia Cl pohybuje v rozmedzí 0,25 – 3,12 g/kg SH. Podmienky kultivácie môžu významne ovplyvniť obsah Cl v plodniciach, pričom substrátová fortifikácia môže zvýšiť koncentráciu v hubách až 1,8-násobne (Coelho Junior et al., 2021; Jin et al., 2024). Informácie o faktore bioakumulácie sú obmedzené. Koncentrácia v hubách môže byť ovplyvnená pH a obsahom rozpustných solí substrátu (Cejpková et al., 2016).

Minoritné prvky v hubách a rizikové prvky v hubách

Bežné koncentrácie Cu v plodniciach jedlých húb sa pohybujú v rozmedzí 10 – 120 mg/kg SH, avšak niektoré druhy, ako hrib smrekový, môžu obsahovať až 220 mg/kg SH (Kalač, 2019; Falandysz, 2022). Podľa Krejsu et al. (2021) sa koncentrácia Cu v plodniciach kozáka brezového pohybuje od 8,1 do 16,4 mg/kg SH, pričom najvyššie hodnoty boli zaznamenané v oblastiach s vyšším geochemickým obsahom Cu v substráte. V hubách sa nachádza predovšetkým vo forme enzýmových komplexov. Medzi najvýznamnejšie funkcie Cu patrí účasť v dýchanom reťazci, kde zabezpečuje prenos elektrónov v mitochondriách. Zohráva dôležitú úlohu v antioxidačných procesoch, najmä v superoxiddismutázach (SOD), kde napomáha neutralizovať reaktívne formy kyslíka, čím chráni bunky pred oxidačným stresom. Taktiež je zapojená do metabolismu proteínov a sacharidov, kde podporuje syntézu kolagénu a hemoglobínu (Kalač, 2019; Falandysz, 2022). Primárne sa vyskytuje v chelátovanej forme, čo zvyšuje jej biologickú dostupnosť pre ľudský organizmus. Táto forma umožňuje efektívnejšie vstrebávanie v tráviacom trakte a jej využitie v metabolických procesoch. Koncentrácia Cu v hubách je ovplyvnená geneticky, chemickým zložením substrátu a environmentálnymi podmienkami (Falandysz, 2022; Krejsa et al., 2021). Mykorízne huby majú vyššiu schopnosť akumulovať Cu v porovnaní so saprofytickými druhmi (Krejsa et al., 2021). Huby rastúce v oblastiach blízko priemyselných zón majú v dôsledku antropogénnej činnosti zvýšenú koncentráciu Cu (Liu et al., 2022). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 0,5 – 5,4. V prípade kozáka brezového bol zaznamenaný faktor bioakumulácie 8,1 – 16,4. Distribúcia Cu v plodnici je vyššia v klobúku (Krejsa et al., 2021). Pre ľudský organizmus je Cu esenciálny prvok, nevyhnutný pre tvorbu červených krviniek, správnu funkciu nervového systému a oxidatívne procesy spojené s antioxidačnou obranou organizmu (Kalač, 2019). Nadmerný príjem môže viesť k neurologickým poruchám, poškodeniu pečene a žalúdočným ťažkostiam, čo môže predstavovať

zdravotné riziko najmä pre citlivé skupiny obyvateľstva (Falandysz, 2022; Liu et al., 2022).

Priemerné hodnoty Fe sa v plodniciach húb pohybujú v rozmedzí 20 – 200 mg/kg SH, pričom niektoré druhy môžu obsahovať až 450 mg/kg SH (Kalač, 2019). Huby rastúce v minerálne bohatých substrátoch majú vyšší obsah Fe v porovnaní s kultivovanými hubami (Rajoriya a Dixit, 2023). V hubách sa nachádza predovšetkým vo forme hemoproteínov a enzýmových komplexov, ktoré ovplyvňujú prenos elektrónov a syntézu DNA. Je nevyhnutné pre aktivitu cytochrómu P450, ktorý sa podieľa na metabolizme organických zlúčenín. Okrem toho podporuje syntézu rôznych enzýmov zapojených do antioxidačných mechanizmov a metabolismu sacharidov (Kalač, 2019). Biologická dostupnosť Fe v hubách je vysoká, preto sú huby vhodným zdrojom Fe (Sultana et al., 2024). Varenie húb môže zvýšiť obsah Fe v plodniciach v dôsledku zakonzentrovania Fe v plodnici, zatiaľ čo vyprážanie spôsobuje mierny pokles v dôsledku termického rozrušenia bunkových stien (Wang et al., 2024). V substráte je prítomné v rôznych formách, pričom jeho dostupnosť pre huby závisí od pH a redoxných podmienok prostredia (Rajoriya a Dixit, 2023). Mykorízne huby majú tendenciu akumulovať viac Fe než saprofytické druhy (Sultana et al., 2024). Huby rastúce v oblastiach s priemyselnou kontamináciou obsahujú vyššie koncentrácie, čo môže predstavovať riziko ich konzumácie (Yang et al., 2024). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 1,2 – 6,8, pričom vyššie koncentrácie sú v klobúku (Kumar et al., 2025). Nedostatok Fe môže viesť k anémii, únave a oslabeniu imunitného systému. Nadmerný príjem môže byť toxický, pretože vo vysokých koncentráciách pôsobí prooxidatívne a môže spôsobovať poškodenie buniek (Yang et al., 2024).

Bežné koncentrácie Se v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 0,2 – 5 mg/kg SH, pričom niektoré druhy, ako hrib smrekový, môžu obsahovať až 15 mg/kg SH (Peer a Kuehnelt, 2024). V selenizovaných substrátoch môže hľiva ustricovitá obsahovať až 594,9 mg/kg SH, čo naznačuje vysoký potenciál biofortifikácie (Guan et al., 2025). V hubách sa vyskytuje predovšetkým vo forme organických zlúčenín, ako sú selenometionín a selenocystein, ktoré sú dôležité pre metabolické procesy. Tieto formy sú považované za biologicky dostupné a vykazujú antioxidačné vlastnosti. Huby obsahujú taktiež selenoneín, ktorý má silné antioxidačné účinky (Peer a Kuehnelt, 2024). Podporuje funkciu enzýmov zapojených do detoxikácie rizikových prvkov a môže prispieť k ochrane

organizmu pred toxickými látkami (Losoya-Sifuentes et al., 2025). Mykorízne huby majú tendenciu akumulovať vyššie koncentrácie než saprofytické druhy (Peer a Kuehnelt, 2024). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 1,4 – 8,2 (Stojek et al., 2024). Nachádza sa predovšetkým v klobúkoch (Peer a Kuehnelt, 2024). Jeho prítomnosť je nevyhnutná v antioxidačných procesoch, podpore imunitného systému a prevencii neurodegeneratívnych ochorení (Losoya-Sifuentes et al., 2025). Je súčasťou enzýmov, ako je glutatiónperoxidáza, ktorá je nevyhnutná pri ochrane buniek pred oxidačným poškodením. Jeho nedostatok môže viesť k oslabeniu imunitného systému, zvýšenej náchylnosti na infekcie a poruchám štítnej žľazy. Naopak, nadmerný príjem môže byť toxický a môže viesť k selenóze, ktorá sa prejavuje gastrointestinálnymi ťažkosťami, stratou vlasov a poškodením nervového systému (Guan et al., 2025). Priemerné hodnoty Zn v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 20 – 150 mg/kg SH, pričom v extrémnych prípadoch môžu koncentrácie dosahovať 623 mg/kg SH (Senila et al., 2024). Obsah v hubách je ovplyvnený geochemickými faktormi prostredia, pričom vyššie koncentrácie Zn boli zaznamenané v hubách rastúcich v pôdach bohatých na minerály (Stojek et al., 2024). V hubách sa nachádza predovšetkým vo forme organických komplexov a je nevyhnutný pre metabolické procesy organizmu. Je dôležitý pre aktivitu viac ako 300 enzýmov podieľajúcich sa na metabolizme bielkovín, syntéze DNA a procese bunkovej signalizácie (Calleja-Gómez et al., 2025). Zohráva kľúčovú úlohu v antioxidačných mechanizmoch húb a je súčasťou superoxidodismutázy, ktorá chráni bunky pred oxidačným stresom (Padamini et al., 2024). Niektoré druhy húb obsahujú Zn v dobre biologicky dostupnej forme, čím môžu prispievať k jeho dostatočnému príjmu v ľudskej výžive (Govindarajan et al., 2024). Fortifikácia substrátu môže zvýšiť jeho obsah v hubách až 2,7-násobne (Fomekong et al., 2024). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 1,5 – 7,9 (Senila et al., 2024). Nachádza sa predovšetkým v klobúkoch, pričom pomer koncentrácie medzi klobúkom a hlúbikom je 1,8 : 1 (Stojek et al., 2024). Pre ľudský organizmus je nevyhnutný pre reguláciu imunitného systému, správne hojenie rán, syntézu DNA a správnu funkciu enzymatických systémov (Padamini et al., 2024). Nedostatok môže viesť k oslabeniu imunitného systému, poruchám rastu a zhoršeniu kognitívnych funkcií. Nadmerný príjem môže byť toxický a môže spôsobiť gastrointestinálne ťažkosti, narušenie metabolizmu Cu a oslabenie imunitnej odpovede organizmu (Padamini

et al., 2024).

Priemerné hodnoty Al v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 5 – 100 mg/kg SH, pričom druhy ako hriab smrekový a rýdzik pravý (*Lactarius deliciosus*) môžu obsahovať až 320 mg/kg SH (Krejsa et al., 2024). Koncentrácia Al v hubách rastúcich v oblastiach s kyslými pôdami môže byť výrazne vyššia, keďže nízke pH podporuje rozpustnosť v pôdnom roztoku a jeho následnú akumuláciu hubami (Najabi et al., 2024). V hubách sa nachádza prevažne vo forme anorganických komplexov, pričom jeho prítomnosť v plodniciach je dôsledkom akumulácie zo substrátu (Krejsa et al., 2024). Na rozdiel od esenciálnych prvkov nemá v metabolizme preukázanú biologickú funkciu. Huby sa podieľajú na prirodzenom cykle Al v ekosystéme, pričom fungujú ako akumulátory a môžu ho transportovať z pôdy do potravinového reťazca. Bioakumulácia sa môže zvyšovať v oblastiach s environmentálnym zaťažením ovplyvnených kyslými dažďami a priemyselnými emisiami (Najabi et al., 2024). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 0,8 – 6,2 (Krejsa et al., 2024). Nachádza sa predovšetkým v klobúkoch, pričom pomer medzi klobúkom a hlúbikom je 1,5 : 1 (Stojek et al., 2024). Jeho príjem vo vysokých dávkach má negatívne účinky na organizmus. Nadmerná expozícia je spojená so zvýšeným rizikom neurodegeneratívnych ochorení, ako je Alzheimerova choroba. Taktiež môže ovplyvňovať metabolizmus Ca a P (Najabi et al., 2024). Priemerné hodnoty As v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 0,05 – 2 mg/kg SH. Obsah v hubách je vyšší v lokalitách ovplyvnených priemyselnou činnosťou. V hubách sa viaže na organické zlúčeniny, ako je arzénobetain. Organické formy sú menej toxické v porovnaní s anorganickými v podobe arzénitov a arsenátov. Jeho metabolizmus v hubách je ovplyvnený enzymatickými mechanizmami, ktoré transformujú anorganické zlúčeniny na menej toxické organické formy. Saprofytické druhy obsahujú prevažne organické formy As, zatiaľ čo mykorízne huby môžu akumulovať aj vyššie množstvá anorganického As. V substráte je prítomný v rôznych oxidačných stavoch, pričom jeho biologická dostupnosť závisí od pH a obsahu organickej hmoty. Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 0,6 – 4,8. Kumuluje sa primárne v klobúkoch, pričom pomer koncentrácie medzi klobúkom a hlúbikom je 2,2 : 1. V organizme nemá žiadnu biologickú funkciu a jeho príjem je toxický. Chronická expozícia je spojená so zvýšeným rizikom rakoviny, poškodenia pečene a obličiek, ako aj s neurologickými poruchami (Calleja-Gómez et al., 2024).

Priemerné hodnoty Cd v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 0,05 – 2 mg/kg SH, avšak v extrémnych prípadoch môžu dosahovať koncentrácie až 2 – 5 mg/kg SH. Obsah v hubách je vyšší v lokalitách ovplyvnených priemyselnou činnosťou a súbežnou kontamináciou inými rizikovými prvkami (Chawngthu et al., 2024; Jagdev et al., 2024). V hubách sa vyskytuje prevažne vo forme anorganických zlúčenín. MykORIZNÉ huby majú tendenciu akumulovať vyššie koncentrácie v porovnaní so saprofytickými druhmi. Substrátová fortifikácia esenciálnymi prvkami môže pozitívne ovplyvniť obsah Cd v hubách (Jagdev et al., 2024). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 0,8 – 6,2 (Chawngthu et al., 2024). Kumuluje sa predovšetkým v klobúkoch, pričom pomer koncentrácie medzi klobúkom a hlúbikom je 1,9 : 1 (Jagdev et al., 2024). Nemá žiadnu biologickú funkciu a jeho príjem je toxický. Chronická expozícia je spojená so zvýšeným rizikom poškodenia obličiek, osteoporózy a kardiovaskulárnych ochorení (Jagdev et al., 2023). Priemerné koncentrácie Hg v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 0,02 – 1,5 mg/kg SH, pričom druhy, ako muchotrávka červenkastá a hriab smrekový, môžu obsahovať až 2,4 mg/kg SH (Demková et al., 2024). Najvyššie koncentrácie Hg v hubách boli zaznamenané v lokalitách s prirodzene zvýšeným obsahom Hg alebo v oblastiach ovplyvnených priemyselnou činnosťou (Saba, 2024). Najčastejšie sa v hubách vyskytuje vo forme anorganickej Hg, avšak v niektorých prípadoch môže byť prítomná aj metylovaná Hg, ktorá je výrazne toxiknejšia (Yang et al., 2024). MykORIZNÉ huby majú v porovnaní so saprofytickými druhmi vyššiu schopnosť akumulovať Hg. V pôde sa nachádza v rôznych oxidačných stavoch (Hg^0 , HgI^+ , HgII^{2+}), pričom dostupnosť závisí od pH, obsahu organických látok a redoxného potenciálu (Saba, 2024). Huby rastúce v oblastiach s vysokým obsahom S v substráte môžu vykazovať zvýšenú akumuláciu Hg, pretože sírne zlúčeniny pozitívne ovplyvňujú prístupnosť Hg pre huby (Wang et al., 2024). Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 0,5 – 4,2 (Demková et al., 2024). Nachádza sa predovšetkým v klobúkoch, pričom pomer koncentrácie Hg medzi klobúkom a hlúbikom je 2,6 : 1 (Yang et al., 2024). Ortuť je vysoko toxický prvok, ktorý nemá žiadnu biologickú funkciu. Chronická expozícia je spojená so zvýšeným rizikom neurodegeneratívnych ochorení, poškodenia obličiek a kardiovaskulárnych problémov (Andráš et al., 2022; Yang et al., 2024). Priemerné koncentrácie Pb v plodniciach húb sa pohybujú v rozmedzí 0,02 – 2,5 mg/kg SH, v extrémnych prípadoch až 4,5 mg/kg SH (Chawngthu

et al., 2024). V hubách sa nachádza prevažne vo forme anorganických zlúčenín, pričom prítomnosť v plodniciach je dôsledkom adsorpcie zo substrátu a následnej translokácie (Calleja-Gómez et al., 2024). V pôde sa nachádza v oxidačných stavoch PbII^+ , PbIV^{2+} , pričom jeho biologická dostupnosť závisí od pH, obsahu organických látok a prítomnosti humínových kyselín. Faktor bioakumulácie sa pohybuje v rozmedzí 0,5 – 6,8 (Chawngthu et al., 2024). Olovo je vysoko toxický prvok, ktorý nemá v ľudskom organizme žiadnu biologickú funkciu a jeho nadmerný príjem môže viesť k vážnym zdravotným problémom. Chronická expozícia je spojená so zvýšeným rizikom neurologických porúch, poškodenia obličiek a imunitných dysfunkcií (Calleja-Gómez et al., 2024).

Záver

Huby predstavujú nutrične hodnotnú skupinu potravín s nízkou energetickou hodnotou a priaznivým obsahom biologicky aktívnych látok. Ich chemické zloženie je charakteristické vysokým obsahom vody, významným podielom sacharidov, kvalitných bielkovín, nenasýtených mastných kyselín, vitamínov a minerálnych látok. Mimoriadny význam majú polysacharidy, predovšetkým β -glukány a chitín, ktoré sú spájané s imunomodulačnými, antioxidačnými a ďalšími priaznivými fyziologickými účinkami. Významnú úlohu zohrávajú aj fenolické zlúčeniny a ďalšie bioaktívne komponenty, ktoré prispievajú k ochrane organizmu pred oxidačným stresom a podieľajú sa na senzorických vlastnostiach húb.

Z pohľadu minerálnej výživy sú huby cenným zdrojom viacerých makro- a mikroelementov, najmä draslíka, fosforu, horčíka, medi, zinku a selénu. Zároveň však disponujú schopnosťou akumulovať rizikové prvky z prostredia, ako sú kadmium, ortuť, olovo či arzén. Preto je pri ich zbere a konzumácii potrebné zohľadňovať pôvod húb a environmentálny stav lokality, z ktorej pochádzajú.

Súčasný poznatky potvrdzujú, že huby nie sú len atraktívnou gastronomickou surovinou, ale predstavujú aj významný zdroj látok s potenciálnym využitím vo funkčných potravinách, nutraceutikách a farmaceutických aplikáciách. Ďalší výskum by mal byť zameraný najmä na biologickú dostupnosť jednotlivých živín, mechanizmy účinku bioaktívnych zlúčenín a možnosti cieleného ovplyvňovania chemického zloženia húb prostredníctvom pestovateľských a technologických postupov.

Podakovanie

Táto práca vznikla s podporou projektu Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky VEGA 1/0307/25.

Literatúra

AISALA, H. – SOLA, J. – HOPIA, A. – LINDERBORG, K. M. – SANDELL, M. 2019. Odor-contributing volatile compounds of wild edible Nordic mushrooms analyzed with HS-SPME-GC-MS and HS-SPME-GC-O/FID. In *Food Chemistry*, roč. 283, 2019, s. 566-578. ISSN 0308-8146 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.053>.

ANDRÁŠ, P. – MIDULA, P. – GROFČÍK, J. – DRÍMAL, M. – DIRNER, V. – RUSKO, M. – DADOVÁ, J. – TURISOVÁ, I. 2022. Mercury accumulation in wild mushrooms at abandoned Hg-deposit Malachov (Slovakia). In *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences* [online], roč. 17, 2022, č. 1, s. 143–147 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.26471/cjees/2022/017/208>.

BARROS, L. – BAPTISTA, P. – CORREIA, D. M. – SÁ MORAIS, J. – FERREIRA, I. C. 2007. Effects of conservation treatment and cooking on the chemical composition and antioxidant activity of Portuguese wild edible mushrooms. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online], roč. 55, 2007, č. 12, s. 4781-4788 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1520-5118. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf070407o>.

BARROS, L. – VENTURINI, B. A. – BAPTISTA, P. – ESTEVINHO, L. M. – FERREIRA, I. C. 2008. Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: a comprehensive study. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry* [online], roč. 56, 2008, č. 10, s. 3856-3862 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0021-8561. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf8003114>.

BASIR, R. – MAHI, M. H. – FERDOUS, T. – GANI, M. A. – ELIAS, S. M. – YESMIN, S. – ISLAM, M. S. – KHANDAKAR, J. 2024. Spent mushroom substrate (SMS) as a potential casing material for commercial cultivation of *Calocybe indica*: Improved mineral profile and microbial advantages. In *Research Square* [online], 2024 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-5011964/v1>.

BELLIDO, E. – ORTEGA-CANEDA, E. – LÓPEZ, A. R. 2024. Quantification of Minerals in Edible

Mushrooms via Optimized Microwave-Assisted Digestion: Nutritional Contributions of Fe, Mg, Na, K, and Ca. In *Foods* [online], roč. 13, 2024, č. 24, s. 4051 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods13244051>.

BERNAŚ, E. – JAWORSKA, G. – LISIEWSKA, Z. 2006. Edible mushrooms as a source of valuable nutritive constituents. In *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria* [online], roč. 5, 2006, č. 1, s. 5-20 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: https://www.food.actapol.net/volume5/issue1/1_1_2006.pdf.

BITO, T. – TENG, F. – OHISHI, N. – TAKENAKA, S. – MIYAMOTO, E. – SAKUNO, E. – WATANABE, F. 2014. Characterization of vitamin B12 compounds in the fruiting bodies of shiitake mushroom (*Lentinula edodes*) and bed logs after fruiting of the mushroom. In *Mycoscience* [online], roč. 55, 2014, č. 6, s. 462-468 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1340-3540. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.myc.2014.01.008>.

BURGOS, N. – MELLINAS, A. C. – GARCÍA-SERNA, E. – JIMÉNEZ, A. 2017. Nanoencapsulation of flavor and aromas in food packaging. In *Food Packaging*, Academic Press, s. 567-601. ISBN 978-0-12-804302-8 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-804302-8.00017-0>.

CALLEJA-GÓMEZ, M. – MARTÍ-QUIJAL, F. J. – ROIG, P. – CASTAGNINI, J. M. – BARBA, F. J. 2025. Electric Field Extracts Obtained from Edible Mushrooms: A Detailed ICP-MS Analysis of Their Mineral and Heavy Metal Contents and Their Cytotoxic Effect on Cells. In *Food and Bioprocess Technology* [online], 2025 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s11947-024-03730-4>.

CALLEJA-GÓMEZ, M. – PALLARÉS, N. – BARBA, F. J. – BERRADA, H. 2024. Heavy metal bioaccumulation in edible mushrooms: Influence of growing conditions. In *Revista de Toxicología* [online], roč. 41, 2024, č. 2 [cit. 2025-02-10].

CATENI, F. – GARGANO, M. L. – PROCIDA, G. – VENTURELLA, G. – CIRLINCIONE, F. – FERRARO, V. 2021. Mycochemicals in wild and cultivated mushrooms: nutrition and health. In *Phytochemistry Reviews* [online], roč. 2021, s. 1-45 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1568-7767.

CEJPKOVÁ, J. – GRYNDLER, M. – HRŠELOVÁ, H. – KOTRBA, P. – BOROVIČKA, J. 2016. Bioaccumulation of heavy metals, metalloids, and chlorine

in ectomycorrhizae from smelter-polluted area. In *Environmental Pollution* [online], 2016 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.009>.

CHAWNGTHU, Z. – THACHUNGLURA, V. L. – ZOTHANZAMA, J. – KHUMLIANLAL, J. 2024. Risk assessment of heavy metals in wild mushroom from Mizoram, India. In *Environmental Pollution and Management* [online], roč. 1, 2024, s. 147–151 [cit. 2025-02-10]. ISSN 2950-3051. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.epm.2024.09.001>.

COELHO JUNIOR, G. S. – RONDAN, F. S. – LIMA, J. P. 2021. Determination of Halogens by Ion Chromatography in Edible Mushrooms after Microwave-Induced Combustion for Sample Preparation. In *Journal of Analytical Chemistry* [online], 2021 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1155/2021/6005481>.

DEMKOVÁ, L. – ŠNIRC, M. – JANČO, I. – HARANGOZO, E. – HAUPTVOGL, M. – BOBULSKÁ, L. – KUNCA, V. – ÁRVAY, J. 2024. Blusher mushroom (*Amanita rubescens* Pers.): A Study of Mercury Content in Substrate and Mushroom Samples from Slovakia with Respect to Locality and Developmental Stages. In *Biological Trace Element Research* [online], 2024 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04280-8>.

FALANDYSZ, J. 2022. Nutritional and other trace elements and their associations in raw King Bolete mushrooms, *Boletus edulis*. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online], roč. 19, 2022, s. 417 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/ijerph19010417>.

FALANDYSZ, J. – DREWNOWSKA, M. 2015. Macro and trace elements in Common Chanterelle (*Cantharellus cibarius*) mushroom from the European background areas in Poland: Composition, accumulation, dietary exposure and data review for species. In *Journal of Environmental Science and Health, Part B* [online], roč. 50, 2015, s. 374–387 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/03601234.2015.1000190>.

FALANDYSZ, J. – MĘDYK, M. – SABA, M. – ZHANG, J. – WANG, Y. – LI, T. 2020. Mercury in traditionally foraged species of fungi (macromycetes) from the karst area across Yunnan province in China. In *Applied Microbiology and Biotechnology* [online], 2020 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00253-020-10876-6>.

[org/10.1007/s00253-020-10876-6](https://doi.org/10.1007/s00253-020-10876-6).

FATIMA, Z. – JIN, X. – ZOU, Y. – KAW, H. Y. – QUINTO, M. – LI, D. 2019. Recent trends in analytical methods for water-soluble vitamins. In *Journal of Chromatography A* [online], roč. 1606, 2019, s. 360245 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0021-9673. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2019.05.025>.

FERREIRA, I. C. – BARROS, L. – ABREU, R. 2009. Antioxidants in wild mushrooms. In *Current Medicinal Chemistry* [online], roč. 16, 2009, č. 12, s. 1543–1560 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0929-8673. Dostupné na: <https://doi.org/10.2174/092986709787909587>.

FOMEKONG, G.-C. – NGUIMBOU, R. M. – TSA-GUE, M. V. – DJANTOU, E. B. – NJINTANG YANOU, N. 2024. Effect of steam cooking and particle size on the nutritional composition, phytochemicals and antioxidant activities of oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) powder. In *Food Science and Biotechnology* [online], roč. 33, 2024, s. 2343–2356 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10068-024-01586-0>.

FURLANI, R. P. Z. – GODOY, H. T. 2008. Vitamins B1 and B2 contents in cultivated mushrooms. In *Food Chemistry* [online], roč. 106, 2008, č. 2, s. 816–819 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2007.06.007>.

GOVINDARAJAN, A. – SELVAM, G. – VARATHARAJU, A. – ANNAMALAI, P. – SELVARAJ, B. 2024. Nutritional contents and antioxidant properties of *Pleurotus florida* (Fr.) Kumm. and *Hypsizygus ulmarius* (Bull. ex Fr.) Redhead. In *KAVAKA* [online], roč. 60, 2024, č. 2, s. 38–48 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.36460/Kavaka/60/2/2024/38-48>.

GUAN, A. – WANG, M. – GONG, Y. – HUANG, T. – DU, Y. – ZONG, S. 2025. Optimization of selenium biofortification by liquid fermentation based on 2,4-dichlorophenoxyacetic acid and its effect on nutritional value of *Pleurotus ostreatus*. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], roč. 137, 2025, Part A, s. 106850 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0889-1575. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106850>.

HELENO, S. A. – BARROS, L. – MARTINS, A. – MORALES, P. – FERNÁNDEZ-RUIZ, V. – GLAMOLLIJA, J. – SOKOVIC, M. – FERREIRA, I. C. F. R. 2015. Nutritional value, bioactive compounds,

- antimicrobial activity and bioaccessibility studies with wild edible mushrooms. In *LWT - Food Science and Technology* [online], roč. 63, 2015, č. 2, s. 799-806 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2015.04.028>.
- HOLIGHAUS, G. – ROHLFS, M. 2019. Volatile and non-volatile fungal oxylipins in fungus-invertebrate interactions. In *Fungal Ecology* [online], roč. 38, 2019, s. 28–36 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1754-5048. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.funeco.2018.09.005>.
- JAGDEV, G. S. – SGAMMA, T. – EVANS, M. D. – LOBO-BEDMAR, M. C. – PEÑA-FERNÁNDEZ, A. 2023. Biomonitoring lead contamination in urban and rural soils across Leicestershire (UK). In *ISEE Conference Abstracts* [online], roč. 2023, č. 1 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1289/isee.2023.LA-013>.
- JAGDEV, G. S. – SGAMMA, T. – LOBO-BEDMAR, M. – EVANS, M. D. – PEÑA, M. – PEÑA-FERNÁNDEZ, A. 2024. Content of manganese in the wild edible mushroom species of *Agaricus bitorquis* in the English city of Leicester. In *Proceedings of the 4th International Electronic Conference on Nutrients*, 16–18 October 2024. Basel: MDPI [online], 2024 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://sciforum.net/paper/view/18774>.
- JIN, W. – SU, F. – ZHOU, H. – JIANG, Q. – LI, Y. – ZHAO, H. – LUO, T. 2024. Effects of chlorine dioxide on the postharvest storage quality of fresh-cut button mushrooms (*Agaricus bisporus*). In *Horticulturae* [online], roč. 10, 2024, č. 11, s. 1155 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/horticulturae10111555>.
- KALÁČ, P. 2016. *Edible Mushrooms: Chemical Composition and Nutritional Value*. 1. vyd. Elsevier. ISBN 9780128044551.
- KALÁČ, P. 2019. *Mineral Composition and Radioactivity of Edible Mushrooms*. London: Academic Press, Elsevier [online], 2019 [cit. 2025-02-10]. ISBN 978-0-12-817565-1. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817565-1.00001-7>.
- KIM, M. Y. – LEE, S. J. – AHN, J. K. – KIM, E. H. – KIM, M. J. – KIM, S. L. – SONG, H. K. 2009. Comparison of free amino acid, carbohydrate concentrations in Korean edible and medicinal mushrooms. In *Food Chemistry* [online], roč. 113, 2009, č. 2, s. 386–393 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.045>.
- KREJSA, J. – ŠÍMA, J. – KOBERA, M. – ŠEDA, M. – SVOBODA, L. 2021. Detrimental and essential elements in fruiting bodies of mushrooms with ecological relationship to birch (*Betula* sp.) collected in the Bohemian Forest, the Czech Republic. In *Environmental Science and Pollution Research* [online], roč. 28, 2021, s. 67852–67862 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13762-4>.
- KREJSA, J. – ŠÍMA, J. – KRÍŽEK, M. – ŠEDA, M. – SVOBODA, L. 2024. Selected detrimental and essential elements in fruiting bodies of culinary and toxic medicinal macroscopic fungi growing in the Bohemian Forest, the Czech Republic. In *Journal of Environmental Science and Health, Part B* [online], roč. 59, 2024, č. 8, s. 483–496 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/03601234.2024.2362548>.
- KUMAR, A. – DEVI, R. – DHALARIA, R. – TAPWAL, A. – VERMA, R. – RASHID, S. – ELOS-SAILY, G. M. – KHAN, K. A. – CHEN, K.-T. – VERMA, T. 2025. Nutritional, Nutraceutical, and Medicinal Potential of *Cantharellus cibarius* Fr.: A Comprehensive Review. In *Food Science & Nutrition* [online], roč. 13, 2025, e4641 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/fsn3.4641>.
- LI, Z. – PAN, F. – HUANG, W. – GAO, S. – FENG, X. – CHANG, M. – CHEN, L. – BIAN, Y. – TIAN, W. – LIU, Y. 2024. Transcriptome reveals the key genes related to the metabolism of volatile sulfur-containing compounds in *Lentinula edodes* mycelium. In *Foods* [online], roč. 13, 2024, s. 2179 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods13142179>.
- LIU, S. – LIU, H. – LI, J. – WANG, Y. 2022. Research progress on elements of wild edible mushrooms. In *Journal of Fungi* [online], roč. 8, 2022, s. 964 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/jof8090964>.
- LOSOYA-SIFUENTES, C. – CRUZ, M. – ROCHA-PIZAÑA, M. DEL R. – LOREDO-TREVIÑO, A. – BELMARES, R. 2025. Edible mushrooms: A nutrient-rich ingredient for healthier food products – A review. In *Current Nutrition Reports* [online], roč. 14, 2025, s. 9 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s13668-024-00605-0>.
- LOŽNJAK, P. – JAKOBSEN, J. 2018. Stability of vi-

tamin D₃ and vitamin D₂ in oil, fish and mushrooms after household cooking. In *Food Chemistry* [online], roč. 254, 2018, s. 144-149 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.01.182>.

MALINOWSKI, R. – SOTEK, Z. – STASIŃSKA, M. – MALINOWSKA, K. – RADKE, P. – MALINOWSKA, A. 2021. Bioaccumulation of macro-nutrients in edible mushrooms in various habitat conditions of NW Poland—Role in the human diet. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online], roč. 18, 2021, s. 8881 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/ijerph18168881>.

MALLARD, B. – LEACH, D. N. – WOHLMUTH, H. – TIRALONGO, J. 2019. Synergistic immuno-modulatory activity in human macrophages of a medicinal mushroom formulation consisting of Reishi, Shiitake and Maitake. In *PloS ONE* [online], roč. 14, 2019, č. 11, e0224740 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1932-6203. Dostupné na: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0224740>.

MLECZEK, M. – BUDZYŃSKA, S. – SIWULSKI, M. – NIEDZIELSKI, P. 2020. Elemental characteristics of mushroom species cultivated in China and Poland. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], 2020.

NAJABI, F. – REZAZAD BARI, M. – ALMASI, H. – AMIRI, S. 2024. The effect of edible salep gum coating containing *Lactobacillus fermentum* bacteria on the quality characteristics of button mushroom. In *Iranian Journal of Food Science and Industry* [online], roč. 21, 2024, č. 151, s. 86 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.22034/FSCT.21.151.86>.

NDIFOR, A. R. – NGNINTEDO, D. – MOSSEBO, D. C. – KEMZEU, R. – EDOUN EBOUEL, F. L. – MELOGMO DONGMO, Y. K. – AMBASSA, P. – HENOUMONT, C. – NJINGA NGAITAD, S. – LAURENT, S. – SONCHIEU, J. – NGAMENI, B. – FOTSO WABO, G. 2025. Constituents, Nutrient Content, and In Vitro Antioxidant and Anti-Inflammatory Activity of *Tricholomopsis aurea* (Agaricomycetes) from Cameroon. In *International Journal of Medicinal Mushrooms* [online], roč. 27, 2025, č. 4, s. 71–85 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1615/IntJMedMushrooms.2024057418>.

NIEDZIELSKI, P. – SIWULSKI, M. – SZOSTEK, M. – BUDKA, A. – BUDZYŃSKA, S. – KR-

ZESŁOWSKA, M. – KALAČ, P. – MLECZEK, M. 2024. Mineral composition variation in Boletales mushrooms—indication of soil properties and taxonomic influence. In *Environmental Science and Pollution Research* [online], roč. 31, 2024, s. 41137–41154 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s11356-024-33916-4>.

NITSCHKE, J. – ALTENBACH, H. J. – MALOLEPSZY, T. – MÖLLEKEN, H. 2011. A new method for the quantification of chitin and chitosan in edible mushrooms. In *Carbohydrate Research* [online], roč. 346, 2011, č. 11, s. 1307-1310 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1873-426X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.carres.2011.03.040>.

PADAMINI, R. – RATHOUR, S. K. – DANGE, M. M. – ALI, M. U. – CHAVDA, H. 2024. *Mushroom: The Fascinating Fungi*. New Delhi: Emerald Publishing House, 2024. ISBN 978-93-95345-88-0.

PEDNEAULT, K. – ANGERS, P. – GOSSELIN, A. – TWEDDELL, R. J. 2008. Fatty acid profiles of polar and neutral lipids of ten species of higher basidiomycetes indigenous to eastern Canada. In *Mycological Research* [online], roč. 112, 2008, č. 12, s. 1428-1434 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.mycres.2008.06.026>.

PEER, F. – KUEHNELT, D. 2024. High levels of the health-relevant antioxidant selenoneine identified in the edible mushroom *Boletus edulis*. In *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* [online], 2024 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2024.126967>.

RAJORIYA, A. – DIXIT, S. 2023. Mushrooms: A new approach as wholesome food. In *Just Agriculture* [online], roč. 4, 2023, č. 2 [cit. 2025-02-10]. e-ISSN 2582-8223. Dostupné na: www.justagriculture.in.

RAMOS, M. – BURGOS, N. – BARNARD, A. – EVANS, G. – PREECE, J. – GRAZ, M. – RUTHES, A. C. – JIMÉNEZ-QUERO, A. – MARTÍNEZ-ABAD, A. – VILAPLANA, F. – NGOC, L. P. – BROUWER, A. – VAN DER BURG, B. – GARRIGÓS, M. DEL C. – JIMÉNEZ, A. 2019. *Agaricus bisporus* and its by-products as a source of valuable extracts and bio-active compounds. In *Food Chemistry* [online], roč. 292, 2019, s. 176-187 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.04.035>.

RIBEIRO, B. – DE PINHO, P. G. – ANDRADE, P. B. – BAPTISTA, P. – VALENTÃO, P. 2009. Fatty

acid composition of wild edible mushroom species: A comparative study. In *Microchemical Journal* [online], roč. 93, 2009, č. 1, s. 29–35 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0026-265X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2009.04.005>.

RIJAL, R. – RANA, M. – SRIVASTAVA, S. 2021. Biochemical composition, nutritional values and medicinal properties of some edible mushrooms: A review. In *Environment and Ecology*, roč. 39, 2021, č. 2, s. 358–369. ISSN 0970-0420.

RUTHES, A. C. – SMIDERLE, F. R. – IACOMINI, M. 2016. Mushroom heteropolysaccharides: A review on their sources, structure and biological effects. In *Carbohydrate Polymers* [online], roč. 136, 2016, s. 358–375 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1879-1344. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.08.061>.

SABA, M. 2024. Badanie oddziaływania odlewni metali nieżelaznych na pobliski ekosystem leśny: wpływ emisji metali ciężkich na glebę i grzyby. Dizertačná práca. Gdańsk: University of Gdańsk, Faculty of Chemistry, 2024. 141 s. Dostupné na: <https://repozytorium.bg.ug.edu.pl/info/phd/UOG515ddbe1ef6949a9a69d1d792fb98a21/>.

SARIKURKCU, C. – AKATA, I. – TEPE, B. 2021. Metal concentration and health risk assessment of eight *Russula* mushrooms collected from Kizilcahamam-Ankara, Turkey. In *Environmental Science and Pollution Research* [online], 2021 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11833-6>.

SELLI, S. – GUCLU, G. – SEVINDIK, O. – KELEBEK, H. 2021. Variations in the key aroma and phenolic compounds of champignon (*Agaricus bisporus*) and oyster (*Pleurotus ostreatus*) mushrooms after two cooking treatments as elucidated by GC-MS-O and LC-DAD-ESI-MS/MS. In *Food Chemistry* [online], roč. 354, 2021, s. 129576 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0308-8146. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.129576>.

SENILA, M. – RESZ, M.-A. – TOROK, I. – SENILA, L. 2024. Nutritional composition and health risk of toxic metals of some edible wild mushrooms growing in a mining area of Apuseni Mountains, Western Carpathians. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], roč. 128, 2024, s. 106061 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0889-1575. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2024.106061>.

SIWULSKI, M. – NIEDZIELSKI, P. – BUDKA, A. – BUDZYŃSKA, S. – KUCZYŃSKA-KIPPEN, N. – KALAČ, P. – SOBIERALSKI, K. – MLECZEK, M. 2022. Patterns of changes in the mineral composition of *Agaricus bisporus* cultivated in Poland between 1977–2020. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], roč. 109, 2022, s. 104660 [cit. 2025-02-10]. Elsevier. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2022.104660>.

SONG, X. – REN, Z. – WANG, X. – JIA, L. – ZHANG, C. 2020. Antioxidant, anti-inflammatory and renoprotective effects of acidic-hydrolytic polysaccharides by spent mushroom compost (*Lentinula edodes*) on LPS-induced kidney injury. In *International Journal of Biological Macromolecules* [online], roč. 151, 2020, s. 1267–1276 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.10.173>.

STOJEK, K. – KROŚNIAK, M. – BOBROWSKA-KORCZAK, B. – CZORTEK, P. – DECOCK, L. – SCHERER-LORENZEN, M. – VERBEKEN, A. – VERHEYEN, K. – JAROSZEWICZ, B. 2024. The concentrations of microelements in forest mushrooms are influenced by soil pH and C/N ratio and less by stand characteristics. In *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* [online], roč. 86, 2024, s. 127534 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0946-672X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jtemb.2024.127534>.

SULTANA, S. – SHAMSUZZAMAN, M. – SATTAR MIAH, M. A. – JAHAN KAKON, A. – HELMAFI, A. – SEN, A. – SIDDIQUI, M. N. – BHATTACHARJYA, D. K. 2024. Assessment of proximate composition, mineral element profile and antioxidant properties of the edible oyster mushroom grown in Bangladesh. In *Discover Food* [online], roč. 4, 2024, s. 126 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s44187-024-00216-2>.

SUN, L. – HE, W. – XIN, G. – CAI, P. – ZHANG, Y. – ZHANG, Z. – WEN, X. 2018. Volatile components, total phenolic compounds, and antioxidant capacities of worm-infected *Gomphidius rutilus*. In *Food Science and Human Wellness* [online], roč. 7, 2018, č. 2, s. 148–155 [cit. 2025-02-10]. ISSN 2213-4530. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2018.05.004>.

TAFERE, D. A. 2022. Chemical Composition and Uses of Wild Edible Mushrooms - A Review. In *EC*

Nutrition, roč. 17, 2022, č. 8, s. 37-44.

TAOFIQ, O. – FERNANDES, Â. – BARROS, L. – BARREIRO, M. F. – FERREIRA, I. C. 2017. UV-irradiated mushrooms as a source of vitamin D₂: A review. In Trends in Food Science & Technology [online], roč. 70, 2017, s. 82–94 [cit. 2025-02-10]. ISSN 0924-2244. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.008>.

TOLESSA, A. – MEGERSA, S. 2024. Enhancing yields of *Pleurotus ostreatus* and *Lentinula edodes* mushrooms using water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) supplemented with locally available nutrients. In Heliyon [online], 2024 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.15144>.

UKAOGO, P. O. – SIDDHANT, E. – EZEIBE, C. N. – CHUKWU, P. O. – AJONG, A. B. – DEHMCHI, F. 2021. Evaluation of risk caused by intake of trace metal through consumption of *Pleurotus tuber-regium* collected around automobile village in Abia State. In Bulletin of the Chemical Society of Ethiopia [online], roč. 35, 2021, č. 2, s. 229–241 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://dx.doi.org/10.4314/bcse.v35i2.2>.

VALVERDE, M. E. – HERNÁNDEZ-PÉREZ, T. – PAREDES-LÓPEZ, O. 2015. Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. In International Journal of Microbiology [online], roč. 2015, s. 376387 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1687-9198. Dostupné na: <https://doi.org/10.1155/2015/376387>.

VETTER, J. 2021. Mushrooms as Functional Foods. In: Advances in Macrofungi. 1. vyd. CRC Press, s. 36. eBook ISBN: 9781003191278.

WANG, S. – MARCONE, M. F. 2011. The biochemistry and biological properties of the world's most expensive underground edible mushroom: Truffles. In Food Research International [online], roč. 44, 2011, č. 9, s. 2567–2581 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2011.06.008>.

WANG, X. M. – ZHANG, J. – WU, L. H. – ZHAO, Y. L. – LI, T. – LI, J. Q. – WANG, Y. Z. – LIU, H. G. 2014. A mini-review of chemical composition and

nutritional value of edible wild-grown mushrooms from China. In Food Chemistry [online], roč. 151, 2014, s. 279–285 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.062>.

WANG, X. – WANG, P. – WANG, H. – ZHANG, G. – SUN, J. 2024. Health-risk assessment of mercury in main market-sold foods in the Pingliang region of Gansu province, China, from 2013 to 2021. In Food Additives & Contaminants: Part A [online], roč. 41, 2024, č. 11, s. 1443–1453 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/19440049.2024.2390498>.

YANG, X. – LIU, M. – ZHANG, Y. – GUO, L. – WANG, J. – LI, S. – ZHANG, Y. – LI, X. – XU, L. – YU, H. 2024. Comparative proteomics analysis reveals the domesticated *Lepista sordida* primordium differentiation regulation mechanism and the subsequent different development patterns in the pileus and stipe. In Food Science and Human Wellness [online], roč. 13, 2024, č. 5, s. 3066–3082 [cit. 2025-02-10]. ISSN 2213-4530. Dostupné na: <https://doi.org/10.26599/FSHW.2023.9250051>.

YEUNG, C. Y. 2019. Fat-soluble vitamin deficiency in pediatric patients with chronic liver disease. In Pediatrics & Neonatology [online], roč. 60, 2019, č. 1, s. 1–2 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1875-9572. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.01.003>.

ZHU, F. – DU, B. – BIAN, Z. – XU, B. 2015. Beta-glucans from edible and medicinal mushrooms: Characteristics, physicochemical and biological activities. In Journal of Food Composition and Analysis [online], roč. 41, 2015, s. 165–173 [cit. 2025-02-10]. ISSN 1096-0481. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2015.01.019>.

ZSIGMOND, A. R. – KANTOR, I. – MAY, Z. – URÁK, I. – HÉBERGER, K. 2020. Elemental composition of *Russula cyanoxantha* along an urbanization gradient in Cluj-Napoca (Romania). In Chemosphere [online], roč. 238, 2020, s. 124566 [cit. 2025-02-10]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.124566>.

Tradičná potravina alebo moderný trend?

Spotrebiteľské správanie mladej generácie pri konzumácii húb

Kristína PREDANÓCYOVÁ¹ - Ivona JANČO¹ - Eva IVANIŠOVÁ^{1,2} - Július ÁRVAY³

¹ Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika. Email: kristina.predanocyova@uniag.sk

² Ústav potravinárstva, Fakulta biotechnológie a potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika.

³ Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika.

Abstrakt

Jedlé huby predstavujú významný zdroj nutričných a bioaktívnych látok s potenciálnymi zdravotnými benefitmi, a ich význam v ľudskej výžive narastá v kontexte trendov smerujúcich k zdravšiemu a udržateľnejšiemu stravovaniu. Cieľom štúdie bolo zhodnotiť postavenie húb ako tradičnej potravy a zároveň preskúmať spotrebiteľské vnímanie v kontexte moderných výživových trendov, s dôrazom na spotrebiteľské správanie mladej generácie. Výsledky štúdie poukazujú, že spotrebiteľia Generácie Z sú prevažne príležitostnými konzumentmi jedlých húb a ich ročná spotreba nepresahuje 5 kg. Zistenia zároveň naznačujú výraznú preferenciu využívania jedlých húb v hlavných jedlách a polievkach a medzi hlavné determinanty konzumácie patrí chuť, snaha o dodržiavanie zásad racionálneho stravovania a vytvorený návyk. Z hľadiska druhov sú najviac preferované hríby a hlivy. Ďalej bolo zistené, že medzi rozhodujúce faktory ovplyvňujúce konzumáciu jedlých húb patria okrem samotného druhu aj ich kvalita, čerstvosť, cena a vzhľad. Mladí spotrebiteľia vnímajú jedlé huby ako tradičnú potravinu s nutričnými benefitmi, avšak ich akceptácia ako potenciálnej náhrady mäsových produktov zostáva na nízkej úrovni. Výsledky štúdie môžu byť prínosné pre tvorcov politik aj potravinárske podniky, najmä v oblasti zvyšovania povedomia spotrebiteľov o zdravotných a udržateľných prínosoch konzumácie jedlých húb, ako aj pri ich inkorporácii do inovatívnych potravinárskych produktov.

Kľúčové slová: jedlé huby, konzumácia, preferencie, faktory, mäsové náhrady, generácia Z

Úvod

Jedlé huby predstavujú významnú zložku ľudskej výživy nielen pre svoju chuť a arómu, ale aj pre bohaté nutričné a biologicky aktívne zloženie. Vo všeobecnosti plodnice húb na báze sušiny obsahujú približne 39,9 % sacharidov, 17,5 % bielkovín a 2,9 % tukov, pričom zvyšok tvoria minerálne látky (Kalač, 2016; Ferreira a kol., 2009). Charakteristickým znakom jedlých, voľne rastúcich aj kultivovaných húb je vysoký obsah nenasýtených mastných kyselín (Heleno a kol., 2011). Okrem základných živín sú

huby významným zdrojom bioaktívnych látok, medzi ktorými zohrávajú dôležitú úlohu polysacharidy, najmä pre ich imunomodulačné, protizápalové a antioxidačné účinky (Zhang a kol., 2018; Wang a kol., 2015).

Zaujím o divorastúce jedlé huby má v Európe dlhú tradíciu a v súčasnosti naďalej rastie, a to nielen vďaka ich nutričnej hodnote, ale aj pre ich jedinečné senzorycké vlastnosti. Predstavujú cenný zdroj najmä stráviteľných bielkovín, esenciálnych aminokyselín (napr. leucín, lyzín, metionín, tryptofán), sacharidov,

vlákniny, vitamínov (najmä skupiny B a vitamínu D), fenolických látok, organických kyselín a antioxidantov. Vyznačujú sa tiež vysokým obsahom vody (až 95 %) a nízkou energetickou hodnotou, čo z nich robí atraktívnu potravinu pre široké spektrum spotrebiteľov (Barros a kol., 2008). Chemické zloženie húb sa však líši v závislosti od druhu a podmienok rastu, najmä od substrátu. Významnou zložkou bunkových stien húb sú polysacharidy, predovšetkým chitín a β -glukány. V posledných rokoch boli z rôznych druhov húb izolované a charakterizované viaceré polysacharidy s cytotoxickými, antioxidačnými a protizápalovými účinkami (Cheung a kol., 2008). Z pohľadu spotrebiteľa sú huby vnímané ako funkčná a zdravá potravina s pozitívnym vplyvom na zdravie. Spotrebiteľské štúdie poukazujú na to, že rozhodovanie o ich konzumácii je ovplyvnené najmä nutričnou hodnotou, zdravotnými benefítmi, chuťovými vlastnosťami a dostupnosťou (De Cianni a kol., 2023). Výsledky prieskumov na Slovensku zároveň ukazujú, že väčšina populácie huby pravidelne konzumuje a považuje ich za prirodzenú súčasť stravy s priaznivým účinkom na zdravie (Predanócyová a kol., 2023). Napriek uvedenému môže spotrebiteľské správanie ovplyvňovať aj viacero bariér, ako sú obavy o bezpečnosť pri zbere divorastúcich húb, sezónnosť či cenová dostupnosť (De Cianni a kol., 2023). Výber potravín a preferencie spotrebiteľov sú ovplyvňované vnútornými aj vonkajšími atribútmi, ktoré sa viažu na všetky aspekty produktu a jeho prezentácie (Menichelli a kol., 2012). Medzi vnútorné faktory patria senzorické vlastnosti, ako sú chuť, aróma či textúra, ako aj energetická hodnota a schopnosť nasýtenia. Vonkajšie faktory zahŕňajú cenu, značku, reklamu, balenie ako nositeľa informácií a praktickosť použitia. Všetky uvedené faktory je potrebné zohľadniť pri komplexnom skúmaní spotrebiteľského správania (Forbes a kol., 2016). V posledných rokoch sa mení aj postoj spotrebiteľov k tradičným potravinám, pričom najmä mladá generácia čoraz viac uprednostňuje potraviny spájané so zdravým životným štýlom, udržateľnosťou a funkčnými benefítmi. V kontexte uvedeného sa jedlé huby dostávajú do pozornosti nielen ako tradičná surovina, ale aj ako súčasť moderných výživových trendov, vrátane vegetariánskej a flexitariánskej stravy či rastlinných alternatív živočíšnych produktov (Hartmann a Siegrist, 2017). Z hľadiska využitia v potravinárstve rastie záujem o začlenenie húb do mäsových výrobkov, a to najmä pre ich priaznivé textúrne a chuťové vlastnosti. Predmetné vlastnosti sú podmienené prítomnosťou

kyseliny glutámovej, kyseliny asparágovej a 5'-nukleotidov, ktoré sú zodpovedné za vnímanie umami chuti (Patinho a kol., 2021). Umami chuť umožňuje využitie húb pri výrobe potravín so zníženým obsahom sodíka. Charakteristický aromatický profil húb je výsledkom komplexnej zmesi prchavých zlúčenín, najmä alkoholov, aldehydov, ketónov, esterov, alkánov a heterocyklických látok (Sun a kol., 2020). Záujem spotrebiteľov o huby je podporovaný aj ich vnímaním ako funkčnej potraviny s priaznivými zdravotnými účinkami (Ferreira & Barros, 2020). Aj napriek priaznivým zdravotným účinkom zostáva miera ich akceptácie a frekvencia konzumácie u mladých spotrebiteľov rozdielna a ovplyvnená viacerými sociálnymi, senzorickými a behaviorálnymi faktormi (Menichelli a kol. 2012, Forbes a kol., 2016). Z uvedeného dôvodu bolo cieľom príspevku skúmať spotrebiteľské správanie mladej generácie vo vzťahu ku konzumácii jedlých húb a identifikovať spotrebiteľské vnímanie húb ako tradičnej potraviny, ale aj z hľadiska budúcich perspektív jedlých húb ako potenciálnych náhrad mäsových produktov.

Materiál a metodika

Spotrebiteľská štúdia vychádza z prieskumu zameraného na konzumentov húb s cieľom identifikovať správanie spotrebiteľov Generácie Z pri konzumácii jedlých húb, ako aj spotrebiteľské vnímanie jedlých húb v kontexte budúcich trendov, najmä ako potenciálnych náhrad mäsových výrobkov. Spotrebiteľský prieskum bol realizovaný formou online dotazníkového prieskumu na území Slovenskej republiky v období od júna 2022 do apríla 2026 na vzorke 411 respondentov, ktorí patria do Generácie Z a sú aspoň príležitostnými konzumentmi jedlých húb. Spotrebiteľia zapojení do dotazníkového prieskumu boli klasifikovaní podľa vybraných socio-demografických charakteristík, konkrétne pohlavia, počtu členov v domácnosti, úrovne vzdelania a miesta bydliska (Tabuľka 1).

Prvá časť spotrebiteľského prieskumu bola orientovaná na identifikovanie vzorcov spotreby jedlých húb, pričom bola skúmaná frekvencia konzumácie, množstvo skonzumovaných húb, ako aj preferencia jedlých húb v jedlách a kľúčové dôvody konzumácie. Ďalšia časť prieskumu bola zameraná na konkrétne druhy jedlých húb a spotrebiteľia Generácie Z hodnotili svoje preferencie konzumácie na 5-bodovej škále, pričom 1 predstavovala žiadnu preferenciu/žiadnu konzumáciu a 5 predstavovala silnú preferenciu/veľmi častú konzumáciu. Hodnotených bolo 19 druhov jedlých húb: bedle, čírovnica májová, hlivy,

Tabuľka 1 Socio-demografický profil vzorky

		početnosť	%
Pohlavie	muž	104	25,30
	žena	307	74,70
Vzdelanie	stredoškolské	229	55,72
	vysokoškolské	182	44,28
Počet členov v domácnosti	1 až 2 členovia	71	17,28
	3 členovia	95	23,11
	4 členovia	148	36,01
	5 členov a viac	97	23,60
Bydlisko	dedina	219	53,28
	mesto	192	46,72

hríby, kozáky, kuriatka, masliaky, muchotrávky, pečiariky, plávky, pôvabnica fialová, prášnica bradavičnatá, rýdziky, smrčkovce, smrčky, suchohríby, tanečnica poľná, trúdnik klobúčkatý, vatovec obrovský. V kontexte identifikovania rozdielov v hodnotení spotrebiteľských preferencií medzi jednotlivými druhmi húb bol aplikovaný Friedman test s post-hoc Nemenyii metódou a pre vizualizáciu štatisticky významných rozdielov bol použitý Demšarov graf.

Kľúčová časť prieskumu bola orientovaná na identifikovanie faktorov ovplyvňujúcich konzumáciu jedlých húb. Mladí spotrebiteľia hodnotili vybrané faktory (kvalita, druh huby, cena, krajina pôvodu, lokalita zberu, zdravotný aspekt, vzhľad, vôňa, čerstvosť, obal, veľkosť balenia, materiál obalu, cenové zvýhodnenie, propagácia produktu, podpora predaja, miesto predaja, odporúčania, predchádzajúca skúsenosť) na 5-bodovej škále, pričom 1 predstavovala nízku dôležitosť faktora a 5 predstavovala vysokú dôležitosť faktora.

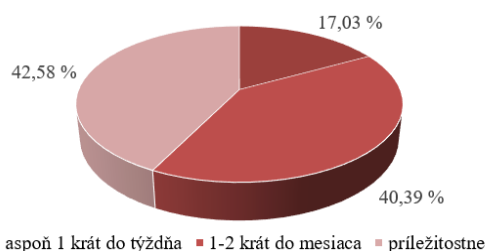
Posledná časť prieskumu bola zameraná na otázky týkajúce sa spotrebiteľského vnímania konzumácie jedlých húb, ako aj na ich budúce perspektívy a možnosti ich využitia ako náhrady mäsových produktov. Spotrebiteľia vyjadrovali mieru súhlasu na Likertovej škále od 1 do 5, pričom hodnota 1 predstavovala úplný nesúhlas a hodnota 5 úplný súhlas s nasledujúcimi tvrdeniami: huby obsahujú veľké množstvo výživových látok, konzumácia húb je zdraviu prospešná, konzumácia húb je bezpečná, konzumácia húb je udržateľná, konzumácia húb je ekologická, konzumácia húb nie je v rozpore s morálnymi zásadami v porovnaní s konzumáciou mäsa, huby sú cenovo drahšie v porovnaní s mäsom, viem si predstaviť huby ako súčasť pôvodne mäsitých jedál, huby

sú vhodnou náhradou za mäso, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, ak by pripravené jedlo z húb vzhľadovo pripomínalo mäsité jedlo, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, ak by pripravené jedlo z húb chuťovo pripomínalo mäsité jedlo, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, ak by pripravené jedlo z húb vôňou pripomínalo mäsité jedlo, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, ak by pripravené jedlo z húb farbou pripomínalo mäsité jedlo, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, ak by cena húb bola porovnateľná s cenami mäsa, konzumoval/a by som huby ako náhradu mäsa, ak by som mal/a viac informácií o zdravotných účinkoch konzumácie, príprave jedál.

Pre štatistickú analýzu dát bola stanovená hladina významnosti 0,05 a štatistické metódy boli implementované s použitím štatistických softvérov XLSTAT 2022.4.1.

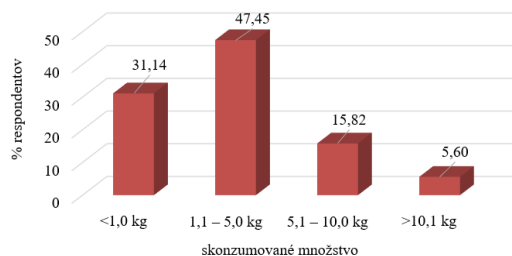
Výsledky a diskusia

Výsledky spotrebiteľského prieskumu ukázali, že jedlé huby nie sú medzi spotrebiteľmi mladej generácie konzumované pravidelne, prevláda príležitostná konzumácia (42,58 %) alebo konzumácia 1-2 krát do mesiaca (40,39 %). Dôležité je zdôrazniť, že iba 17,03 % spotrebiteľov Generácie Z konzumujú huby pravidelne, aspoň jedenkrát za týždeň. Výsledky naznačujú, že huby nie sú stabilnou súčasťou stravovania väčšiny mladých spotrebiteľov. Nízka frekvencia konzumácie jedlých húb môže súvisieť aj s preferenciami mladých spotrebiteľov, dostupnosťou čerstvých húb, sezónnosťou alebo nedostatkom inšpirácie na ich prípravu (Obrázok 1).



Obrázok 1 Frekvencia konzumácie jedlých húb u spotrebiteľov Generácie Z

V kontexte frekvencie konzumácie bolo skúmané aj množstvo jedlých húb konzumované spotrebiteľmi mladej generácie. Výsledky prieskumu indikujú relatívne nízku konzumáciu húb u spotrebiteľov Generácie Z, čo korešponduje s identifikovanou nízkou frekvenciou konzumácie. Z výsledkov vyplýva, že najväčší podiel respondentov (47,45 %) uviedol ročnú spotrebu v rozmedzí 1,1–5,0 kg, čo naznačuje skôr miernu, ale relatívne pravidelnú konzumáciu húb. Približne tretina mladých spotrebiteľov (31,14 %) skonzumuje menej ako 1,0 kg húb ročne, čo poukazuje na nízku úroveň ich zaradenia do jedálneho lístka. Vyššie množstvá sú zastúpené výrazne menej, 15,82 % respondentov konzumuje 5,1–10,0 kg húb ročne a iba 5,60 % spotrebiteľov uviedlo spotrebu presahujúcu 10,1 kg za rok (Obrázok 2).

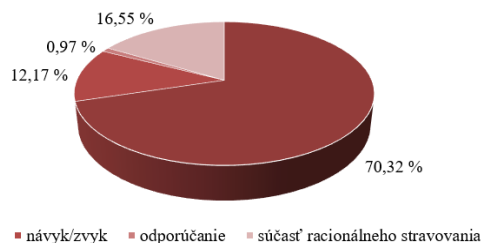


Obrázok 2 Množstvo skonzumovaných jedlých húb za 1 rok u spotrebiteľov Generácie Z

Výsledky spotrebiteľského prieskumu poukazujú aj na spôsob využívania jedlých húb v rôznych typoch jedál. Najčastejšie sú spotrebiteľmi mladej generácie huby konzumované ako súčasť hlavných jedál ($x=4,32$) alebo v polievkach ($x=4,13$), čo naznačuje, že uvedené formy prípravy patria medzi najobľúbenejšie. Stredné hodnoty dosiahlo využitie húb ako prílohy ($x=3,25$) a na dochutenie jedál ($x=3,09$), čo poukazuje na ich pomerne časté, avšak nie dominantné využitie. Naopak, najmenej sú huby zastúpené v predjedlách ($x=2,20$), šalátoch ($x=2,16$) a v slaných chuťovkách, ako sú koláče či pečivo ($x=2,12$). Výsledky indikujú, že jedlé huby sú v stravovaní mladých spotrebiteľov preferované najmä

ako súčasť tradičných teplých pokrmov.

V súvislosti so vzorcami konzumácie jedlých húb výsledky ukázali, že hlavným dôvodom konzumácie jedlých húb u spotrebiteľov mladej generácie je ich chuť, ktorú uviedlo 70,32 % respondentov. Uvedený dôvod jednoznačne dominuje a poukazuje na to, že huby sú vnímané predovšetkým ako chutná zložka stravy. Ďalším významným dôvodom bolo zaradenie húb do racionálneho stravovania, ktoré uviedlo 16,55 % spotrebiteľov. Menej častým dôvodom bol návyk alebo zvyk, uvádzaný 12,17 % respondentmi, čo môže poukazovať na skutočnosť, že časť mladých spotrebiteľov konzumuje jedlé huby skôr z dlhodobej rodinnej alebo kultúrnej tradície. Najnižší podiel predstavovalo odporúčanie, ktoré uviedlo iba 0,97 % respondentov, čo naznačuje minimálny vplyv sociálnych odporúčaní na spotrebu jedlých húb v skúmanej vekovej generácii spotrebiteľov (Obrázok 3).

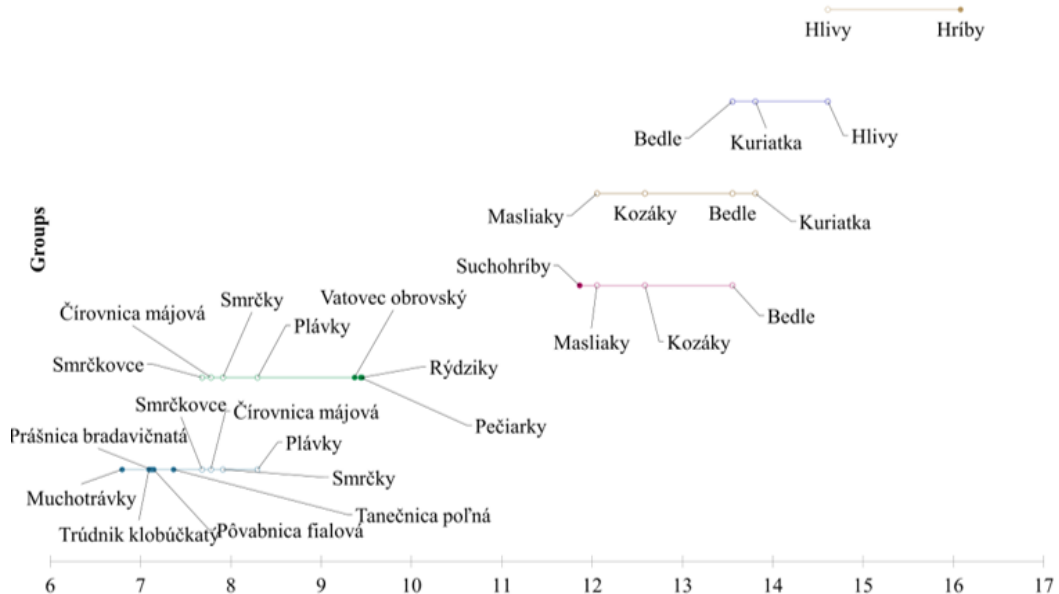


Obrázok 3 Kľúčový dôvod konzumácie jedlých húb u spotrebiteľov Generácie Z

Výsledky ukázali, že medzi spotrebiteľmi mladej generácie existujú rozdiely v preferencii konzumácie jednotlivých druhov jedlých húb. Najvyššiu mieru preferencie dosiahli hríby, ktoré boli najčastejšie hodnotené najvyšším stupňom škály (54,02 %). Podobne vysoké hodnotenie dosiahli aj hľivy (35,28 %), bedle (33,09 %) a kuriatka (28,95 %), čo poukazuje na ich obľúbenosť. Výrazne vysokú mieru konzumácie (stupeň 5) vykazovali aj suchohríby (23,11 %) a kozáky (23,60 %), ktoré sa vyskytovali v stravovaní spotrebiteľov mladej generácie v relatívne vyššej miere. Naopak, najnižšiu úroveň konzumácie (stupeň 1) vykázali viaceré druhy, najmä muchotrávky, kde až 90,75 % respondentov uviedlo najnižšiu preferenciu, čo naznačuje ich minimálnu konzumáciu alebo skôr nevyužívanie v stravovaní. Nízkou mierou konzumácie (stupeň 1) sa vyznačovali aj prašnica bradavičnatá (86,62 %), trúdnik klobúčkatý (86,86 %) a pôvabnica fialová (85,16 %). Ostatné druhy húb, ako napr. vatovec obrovský, rýdziky, smrčky, plávky, pečiariky, masliaky, boli konzumované v strednej miere. Výsledky prieskumu ukazujú, že preferencie

konzumácie jedlých húb sú medzi mladými spotrebiteľmi výrazne diferencované, pričom dominujú tradičné a gastronomicky známe druhy, ako sú hríby a hlivy, zatiaľ čo menej známe alebo menej využívané druhy dosahujú prevažne nízke hodnotenia. Uvedené zistenia potvrdzujú aj výsledky Fridmanovho testu

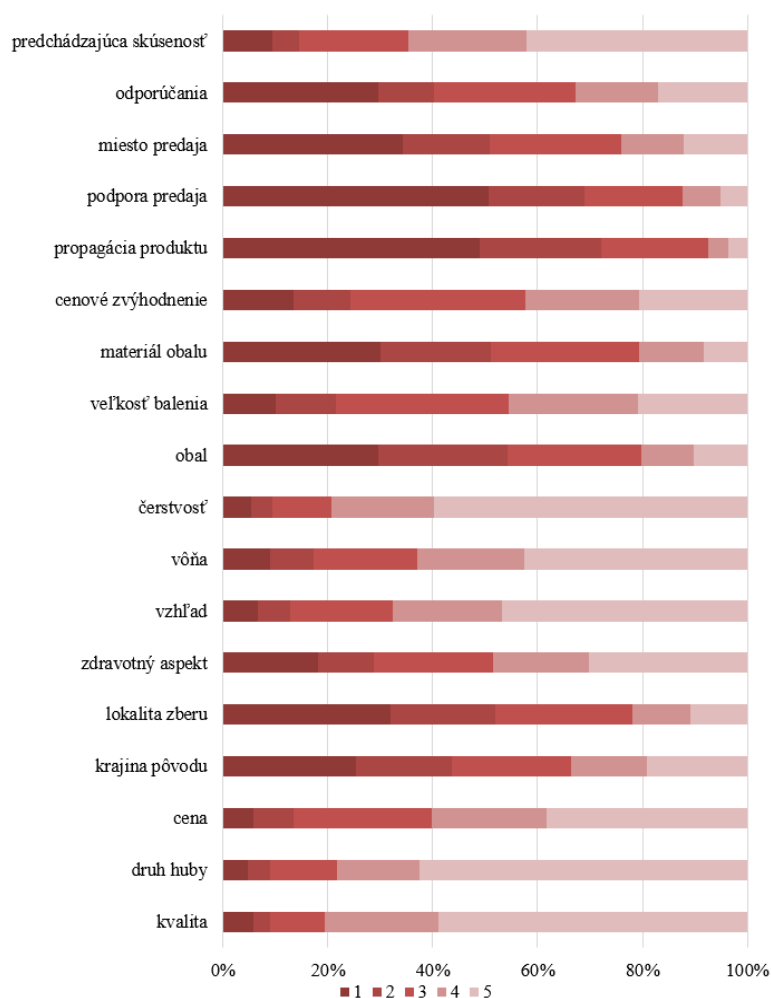
($p < 0,0001$), ktorý poukazuje na štatisticky významné rozdiely v preferenciách konzumácie jednotlivých druhov húb. Obrázok 4 graficky znázorňuje, medzi ktorými druhmi jedlých húb boli na základe Nemenyioho post-hoc testu identifikované štatisticky významné rozdiely.



Obrázok 4 Preferencie konzumácie jedlých húb u spotrebiteľov Generácie Z

Spotrebiteľský prieskum sa orientoval aj na faktory ovplyvňujúce konzumáciu jedlých húb. Výsledky ukazujú, že najdôležitejšími faktormi, ktoré mladí spotrebiteľia zvažujú pri konzumácii jedlých húb, sú druh huby ($x=4,27$), kvalita ($x=4,25$) a čerstvosť ($x=4,24$). Uvedené faktory potvrdzujú, že pri potravinách, akými sú huby, zohrávajú kľúčovú úlohu senzorické a kvalitatívne vlastnosti. K ďalším významných faktorov ovplyvňujúcich konzumáciu jedlých húb patrí aj vzhľad ($x=3,95$), predchádzajúca skúsenosť ($x=3,83$), vôňa ($x=3,79$) a cena ($x=3,79$), ktoré naznačujú kombináciu vizuálnych, skúsenostných a ekonomických aspektov spotrebiteľského rozhodovania. Spotrebiteľmi mladej generácie boli neutrálne hodnotené faktory, ako veľkosť balenia ($x=3,35$), zdravotný aspekt ($x=3,32$) a cenové zvýhodnenie ($x=3,25$), čo naznačuje, že identifikované faktory zohrávajú doplnkovú úlohu pri výbere a konzumácii jedlých húb. Nižšiu dôležitosť respondenti pripisovali krajine pôvodu ($x=2,84$), odporúčaniam ($x=2,80$), miestu predaja ($x=2,51$), lokalite zberu ($x=2,49$), materiálu obalu ($x=2,48$) a vzhľadu obalu a etikety ($x=2,46$), čo naznačuje relatívne slabší vplyv marketingových informácií a pôvodu. Za najmenej dôležité faktory boli považované podpora

predaja ($x=1,98$) a propagácia produktu ($x=1,90$), čo poukazuje na minimálny vplyv reklamy a predajných aktivít na rozhodovanie spotrebiteľov pri konzumácii jedlých húb. Výsledky ukazujú, že rozhodovanie spotrebiteľov je primárne ovplyvnené vlastnosťami húb (druh, kvalita, čerstvosť), zatiaľ čo marketingové a podporné nástroje majú len minimálny význam. Spotrebiteľia Generácie Z vnímajú konzumáciu húb predovšetkým ako zdraviu prospešnú ($x=4,16$) a zároveň sú presvedčení, že huby obsahujú veľké množstvo výživových látok ($x=3,92$). Vysoká miera súhlasu bola zaznamenaná aj v prípade tvrdení týkajúcich sa morálneho aspektu konzumácie húb v porovnaní s mäsom ($x=3,80$), ich ekologickosti ($x=3,70$), udržateľnosti ($x=3,62$) a bezpečnosti ($x=3,55$). Výsledky naznačujú celkovo pozitívne vnímanie húb z hľadiska zdravotných, etických a environmentálnych prínosov. Naopak, neutrálny postoj vyjadrili mladí spotrebiteľia k tvrdeniam súvisiacich s využitím húb ako alternatívy mäsa, čo bolo indikované najmä pri hodnotení húb ako súčasti pôvodne mäsitých jedál ($x=2,96$) a vnímaní cenovej úrovne v porovnaní s mäsom ($x=2,91$). Najnižšia miera súhlasu bola zaznamenaná pri tvrdeniach týkajúcich sa ochoty konzumovať huby ako náhradu



Obrázok 5 Faktory ovplyvňujúce konzumáciu jedlých húb u spotrebiteľov Generácie Z

mäsa. Spotrebitelia uviedli nízku ochotu konzumovať huby ako náhradu mäsa vo všeobecnosti ($x=2,24$), ako aj v prípade, že by mali chuťovo ($x=2,47$), vôňou ($x=2,24$), vzhľadom ($x=2,17$) alebo farbou ($x=2,12$) pripomínať mäsité jedlá. Rovnako nízka miera súhlasu bola zistená aj pri tvrdení, že huby sú vhodnou náhradou za mäso ($x=2,43$). Výsledky ukazujú, že spotrebitelia Generácie Z síce vnímajú huby ako zdravú, ekologickú a morálne prijateľnú potravinu, avšak ich ochota reálne ich využívať ako náhradu mäsa je nízka a podmienená najmä senzorickými faktormi (Obrázok 6).

Záver

Jedlé huby predstavujú nutrične a funkčne významnú potravinu vďaka obsahu makroživín a bioaktívnych látok s potenciálnymi zdravotnými účinkami, najmä imunomodulačnými, antioxidačnými a protizápalovými. Ich chemické zloženie a biologická aktivita sú variabilné v závislosti od druhu a podmie-

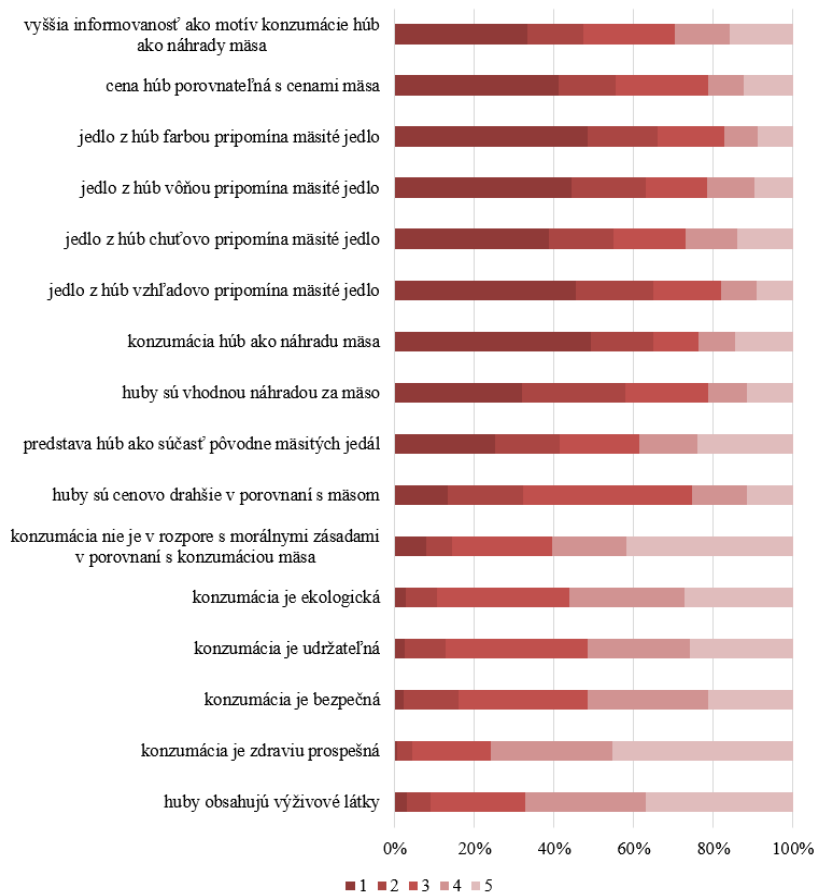
nok rastu, pričom kľúčovú úlohu zohrávajú najmä polysacharidy. Význam jedlých húb v stravovaní narastá aj zvyšujúcim sa záujmom spotrebiteľov o huby funkčnej potraviny.

V kontexte potravinárskej praxe predstavujú huby perspektívnu surovinu pre ich využitie v nových potravinárskych produktoch, vrátane hybridných a alternatívnych výrobkov s čiastočnou alebo úplnou náhradou mäsa. V rámci technologických procesov je však nevyhnutná optimalizácia textúry, chuti a celkovej senzorickej atraktivity. Zvyšovanie senzorickej kvality produktov s obsahom jedlých húb môže významne prispieť k ich vyššej akceptácii zo strany spotrebiteľov a následne aj k zvýšeniu ich konzumácie. Osobitnú pozornosť je potrebné venovať spotrebiteľom Generácie Z, ktorá predstavuje kľúčovú skupinu budúcich spotrebiteľov, keďže je otvorenejšia inováciám v oblasti stravovania, zároveň však vykazuje nižšiu mieru akceptácie húb ako náhrady mäsa. Z uvedeného vyplýva potreba cieľenej komunikácie,

marketingových stratégií a produktových inovácií, reflektujúcich ich preferencie, hodnoty a očakávania. Nevyhnutnosťou je aj zvyšovanie spotrebiteľského povedomia a informovanosti o nutričných, zdravotných a environmentálnych benefitoch konzumácie jedlých húb, vrátane edukácie v oblasti praktického využitia v gastronómii a možností ich inkorporácie do bežných jedál.

Huby predstavujú perspektívnu surovinu s potenciálom širšieho uplatnenia v potravinárstve v kontexte

moderných výživových trendov, avšak ich budúce postavenie v stravovaní bude závisieť najmä od miery spotrebiteľskej akceptácie. Na základe uvedených zistení je vhodné realizovať ďalší výskum zameraný na spotrebiteľskú akceptáciu produktov s prídavkom jedlých húb, ktoré môžu predstavovať potenciálnu náhradu mäsa, a zároveň rozšíriť výskum aj na ďalšie vekové kohorty s cieľom identifikovať rozdiely v preferenciách a postojoch medzi jednotlivými generáciami.



Obrázok 6 Spotrebiteľské vnímanie konzumácie jedlých húb s perspektívou do budúcnosti ako alternatívy k mäsu

Podakovanie

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky, projekt VEGA 1/0307/25 „Huby ako perspektívna surovina na výrobu inovatívnych potravín - nutričný potenciál, zmeny pri technologickom spracovaní, zdravotná bezpečnosť“, vďaka podpore projektu APVV SK-PL-23-0001 „Jedlý hmyz a huby ako perspektívne alternatívne suroviny pre potravinársky priemysel“, a vďaka podpore v rámci Operačného programu Integrovaná infraštruktúra pre projekt: Dopytovo-orientovaný výskum pre

udržateľné a inovatívne potraviny, Drive4SIFood 313011V336, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

Literatúra

Barros, L., Venturini, B. A., Baptista, P., Estevinho, L. M., Ferreira, I. C. F. R. 2008. Chemical composition and biological properties of Portuguese wild mushrooms: a comprehensive study. In Journal of Agricultural and Food Chemistry [online], vol. 56, no. 10, pp. 3856–3862 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf8003114>

Cheung, P. C. 2008. Nutritional value and health benefits of mushrooms. In *Mushrooms as functional foods* [online], pp. 71–109 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/9780470367285.ch3>

De Cianni, R., Pippinato, L., Mancuso, T. 2023. A systematic review on drivers influencing consumption of edible mushrooms and innovative mushroom-containing products. In *Appetite* [online], vol. 182, pp. 1–11 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2023.106454>

Ferreira, I. C. F. R., Barros, L., Abreu, R. M. V. 2009. Antioxidants in wild mushrooms. In *Current Medicinal Chemistry* [online], vol. 16, no. 12, pp. 1543–1560 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.2174/092986709787909587>

Forbes, S. L., Kahiya, E., Balderstone, C. 2016. Analysis of snack food purchasing and consumption behavior. In *Journal of Food Products Marketing* [online], vol. 22, no. 1, pp. 65–88 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1080/10454446.2014.949992>

Hartmann, C., Siegrist, M. 2017. Consumer perception and behaviour regarding sustainable protein consumption: A systematic review. In *Trends in Food Science & Technology*, [online], vol. 61, pp. 11–25. [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2016.12.006>

Heleno, S. A., Barros, L., Sousa, M. J., Martins, A., Santos-Buelga, C., Ferreira, I. C. F. R. 2011. Targeted metabolites analysis in wild *Boletus* species. In *LWT – Food Science and Technology* [online], vol. 44, no. 6, pp. 1343–1348 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.01.017>

Kalač, P. 2016. *Edible mushrooms: chemical composition and nutritional value*. London: Academic Press.

Menichelli, E., Olsen, N. V., Meyer, C., Næs, T. 2012.

Combining extrinsic and intrinsic information in consumer acceptance studies. In *Food Quality and Preference* [online], vol. 23, no. 2, pp. 148–159 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2011.03.007>

Patinho, I., Saldaña, E., Selani, M. M., Teixeira, A. C. B., Menegali, B. S., Merlo, T. C., Contreras-Castillo, C. J. 2021. Original burger (traditional) or burger with mushroom addition? A social representation approach to novel foods. In *Food Research International* [online], vol. 147, art. no. 110551 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110551>

Predanócyová, K., Árvay, J., Šnirc, M. 2023. Exploring consumer behavior and preferences towards edible mushrooms in Slovakia. In *Foods* [online], vol. 12, no. 3, p. 657 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods12030657>

Sun, L. B., Zhang, Z. Y., Xin, G., Sun, B. X., Bao, X. J., Wei, Y. Y., Xu, H. R. 2020. Advances in umami taste and aroma of edible mushrooms. In *Trends in Food Science & Technology* [online], vol. 96, pp. 176–187 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.018>

Wang, X. M., Zhang, J., Li, T., Wang, Y. Z., Liu, H. G. 2015. Content and bioaccumulation of nine mineral elements in ten mushroom species of the genus *Boletus*. In *Journal of Analytical Methods in Chemistry* [online], 2015, art. ID 165412 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1155/2015/165412>

Zhang, K., Pu, Y. Y., Sun, D. W. 2018. Recent advances in quality preservation of postharvest mushrooms (*Agaricus bisporus*): A review. In *Trends in Food Science & Technology* [online], vol. 78, pp. 72–82 [cit. 2026-04-30]. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.05.012>

Nutričný a antioxidačný profil menej známej jedlej huby - lievika trúbkovitého s dôrazom na potenciál využitia v modernej potravinárskej praxi

Eva IVANIŠOVÁ^{1,2} - Adriana KOLESÁROVÁ^{3,4} - Dorota GUMUL⁵ - Marek KRUCZEK⁵

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika. Email: eva.ivanisova@uniag.sk

²Potravinový inkubátor SPU v Nitre s.r.o., Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

³Výskumné centrum AgroBiotech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

⁴Ústav aplikovanej biológie, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

⁵Department of Carbohydrate Technology and Cereal Processing, Faculty of Food Technology, University of Agriculture in Krakow, 122 Balicka Street, 30-149 Krakow, Poland

Abstrakt

Cieľom práce bolo stanoviť celkový obsah sušiny, bielkovín, tuku, redukujúcich sacharidov, popolovín, antioxidačnej aktivity, polyfenolov, flavonoidov, fenolických kyselín a glukánov vo vzorke lievika trúbkovitého získaného zberom z voľnej prírody (SR). Obsah sušiny dosiahol hodnotu 92,30%, obsah bielkovín bol na úrovni 25%, celkový tuk na úrovni 7,16%, redukujúce sacharidy 43,86 mg GE/g (GE – ekvivalent glukózy), celkové popoloviny 8,33%. Celkové glukány vykazovali hodnotu 12,72 mg/100 g, pričom dominovali β -glukány – 12,22 mg/100 g v porovnaní s α -glukánmi – 0,50 mg/100 g. Antioxidačná aktivita meraná DPPH metódou vykazovala hodnotu 1,34 mg TEAC/g (TEAC – Trolox ekvivalent antioxidačná kapacita). Celkové polyfenoly, flavonoidy a fenolické kyseliny dosiahli nasledovné hodnoty – 5,94 mg GAE/g (GAE – ekvivalent kyseliny galovej), 0,14 mg QE/g (QE – ekvivalent kvercetínu) a 0,31 mg CAE/g (CAE – ekvivalent kyseliny kávovej). Získané výsledky poukazujú na významný nutričný aj biologicky potenciál tejto menej známej, perspektívnej jedlej huby. Vysoký podiel bielkovín, priaznivý obsah β -glukánov a prítomnosť fenolických látok naznačujú jej vhodnosť pre využitie v modernej potravinárskej praxi ako funkčnej suroviny pri výrobe potravín s pridanou hodnotou.

Kľúčové slová: bielkoviny, tuk, DPPH metóda, polyfenoly, glukány, inovácie

Úvod

V posledných rokoch sa výskum v oblasti výživy a potravinárskej biotechnológie stále intenzívnejšie sústreďuje na potraviny, ktoré okrem základnej výživovej hodnoty prinášajú aj funkčné zdravotné benefity. Medzi takéto perspektívne suroviny patria jedlé a liečivé huby, ktorých nutričný profil a široké spektrum bioaktívnych molekúl ich radí medzi

významné komponenty modernej funkčnej výživy (Hamza et al., 2024; Dey, 2026). Huby obsahujú širokú škálu primárnych a sekundárnych metabolitov, vrátane β -glukánov, terpenoidov, fenolických zlúčenín a sterolov, ktoré môžu podporovať biologické aktivity v organizme (Lysakowska et al., 2023). V súčasnom kontexte rastúcej potreby udržateľnej výživy a prevencie civilizačných ochorení predstavujú jedlé a liečivé huby sľubnú alternatívu tradičných

potravinových zdrojov. Sú prirodzene nízkokalorické, bohaté na kvalitné bielkoviny, vlákninu, vitamíny (predovšetkým vitamíny skupiny B a vitamín D₂) a minerálne prvky, čo ich predurčuje na integráciu do vyvážených stravovacích modelov (Singh et al., 2025). Ich nízky obsah tukov a nízky glykemický index z nich robí vhodnú surovinu aj pre skupiny s metabolickými rizikami, ako je napríklad diabetes (Hamza et al., 2024). Okrem nutričných benefitov sa tiež potvrdzujú farmakologické vlastnosti húb, ako sú antioxidačné, imunomodulačné, antidiabetické a kardioprotektívne účinky, ktoré z nich robia cenné suroviny pre vývoj funkčných potravín a doplnkov výživy (Dhyani et al., 2025). Vedecké štúdie zdôrazňujú, že bioaktívne zlúčeniny nachádzajúce sa v hubách môžu pomáhať v regulácii metabolických funkcií a znižovaní rizika chronických ochorení, hoci mnohé mechanizmy stále vyžadujú ďalšie klinické potvrdenie (Lysakowska et al., 2023; Dey, 2026). Globálne je taxonomicky opísaných tisíce druhov húb, avšak len malá časť bola doteraz komplexne preskúmaná z hľadiska nutričnej a bioaktívnej hodnoty. S rastúcim dopytom po rastlinných zdrojoch výživy, ich potenciál vo vývoji funkčných potravín a biofarmaceutickej aplikácii stále rastie a stáva sa predmetom intenzívneho interdisciplinárneho výskumu a priemyselnej transformácie (Hamza et al., 2024; Dey, 2026).

Materiál a metodika

Vzorka lievika trúbkovitého (Obrázok 1) bola získaná zberom z prírody, konkrétne zmiešaných lesov v obci Liešťany (333 m n.m.). Vzorka bola po vysušení zhomogenizovaná v trecej miske a uskladnená v tmavej sklenenej nádobe na suchom a chladnom mieste. Chemikálie použité na meranie (analytickej čistoty) boli získané od spoločnosti Centralchem (SK).

Stanovenie sušiny, bielkovín, popolovín, tuku, glukánov a redukujúcich sacharidov

Obsah sušiny, bielkovín a popolovín bol stanovený podľa metódy AACC 08-01 (AACC, 1996). Dusík sa prepočítal na bielkoviny s použitím konvenčného faktora 6,25. Obsah tuku bol stanovený pomocou extraktora tukov (Ankom XT15, USA), metódou, ktorú uvádza výrobca zariadenia, pričom ako extrakčné činidlo bol použitý petroléter. Glukány boli detekované použitím enzymatického kitu (Megazyme β -glucan assay kit, Írsko). Redukujúce sacharidy boli stanovené spektrofotometricky DNS metódou (Wang, 2005) kde ako štandard bola použitá glukóza. Všetky merania boli realizované v troch opakovaní-



Obrázok 1 Lievik trúbkovitý - *Craterellus cornucopioides* (L.) Pers.

Stanovenie antioxidačnej aktivity, celkových polyfenolov, flavonoidov a fenolických kyselín

Antioxidačná aktivita bola stanovená využitím DPPH metódy, modifikovanou metódou podľa Sánchez-Moréno et al., (1998), pričom ako štandard bol použitý Trolox. Na stanovenie celkového obsahu polyfenolov bola využitá spektrofotometrická metóda podľa Singleton a Rossi (1965) a výsledky boli vyjadrené na základe kalibračnej krivky kyseliny galovej. Celkový obsah flavonoidov bol vyjadrený ako ekvivalent kvercetínu a bola využitá modifikovaná metóda (Willett, 2002), založená na princípe flavonoid-hlinitého komplexu. Celkové fenolické kyseliny boli stanovené využitím Arnonej reagentie spektrofotometrickou metódou podľa Jain a kol., (2017). Kyselina kávová bola využitá ako štandard na prepočet výsledkov. Všetky merania boli realizované v troch opakovaníach.

Výsledky a diskusia

Analyzovaná vzorka lievika trúbkovitého (*Craterellus cornucopioides*) preukázala vysoký obsah sušiny ($92,30 \pm 0,35$ %) (Tabuľka 1), čo je hodnota typická pre sušené huby a potvrdzuje ich vhodnosť na stabilné skladovanie a ďalšie technologické spracovanie. Obsah bielkovín (Tabuľka 1) dosiahol $25,00 \pm 1,02$ %, čím sa vzorka radí medzi nutrične hodnotné jedlé huby. Viaceré zdroje uvádzajú, že obsah bielkovín v sušených hubách sa spravidla pohybuje v rozmedzí 15–35 % v závislosti od druhu a podmienok rastu (Kalač, 2013; Barros et al., 2007). Zistená hodnota je teda porovnateľná s inými druhmi jedlých húb a podporuje ich význam ako alternatívneho zdroja rastlinných bielkovín. Obsah tuku (Tabuľka 1) ($7,16 \pm 0,14$ %) bol mierne vyšší než hodnoty uvádzané pre viaceré lesné huby (zvyčajne 2–6 % sušiny), čo môže súvisieť s ekologickými faktormi lokality zberu (Kalač, 2013). Hubové lipidy sú však charakteristické priaznivým zastúpením nenasýtených mastných kyselín, najmä kyseliny linolovej, ktorá prispieva k nutričnej kvalite (Heleno et al., 2015). Redukujúce sacharidy (Tabuľka 1) dosiahli hodnotu $43,86 \pm 2,09$ mg GE/g, pričom celkový obsah popolovín (Tabuľka 1) bol $8,33 \pm 1,31$ %. Vyšší obsah popolovín poukazuje na významné zastúpenie minerálnych látok, čo korešponduje s údajmi o schopnosti húb akumulovať makro- a mikroelementy z pôdy (Kalač, 2013). Z technologického a nutričného hľadiska môže vyšší obsah popolovín, indikujúci zvýšené zastúpenie minerálnych látok, predstavovať významný benefit pri vývoji funkčných potravín obohatených o prirodzené zdroje esenciálnych prvkov, najmä selénu a zinku. Tieto stopové prvky zohrávajú dôležitú úlohu v antioxidantnej ochrane organizmu a v podpore imunitných funkcií. Na druhej strane je však nevyhnutné systematické monitorovanie minerálneho profilu, keďže huby sú známe schopnosťou bioakumulácie rizikových prvkov z prostredia, vrátane ťažkých kovov (napr. kadmium, olovo, ortuť). Ich koncentrácia je výrazne ovplyvnená geochemickými vlastnosťami pôdy a environmentálnou záťažou lokality zberu. Z tohto dôvodu je pri potravinárskom využití voľne rastúcich húb nevyhnutné zabezpečiť pravi-

delnú kontrolu bezpečnostných parametrov v súlade s platnou legislatívou, aby sa zachoval ich priaznivý nutričný potenciál bez ohrozenia zdravotnej bezpečnosti spotrebiteľa (Heleno et al., 2015).

Výsledky stanovenia glukánov (Tab. 2) poukázali na dominanciu β -glukánov ($12,22 \pm 0,84$ mg/100 g) oproti α -glukánom ($0,50 \pm 0,02$ mg/100 g), pričom celkový obsah glukánov bol na úrovni $12,72 \pm 0,54$ mg/100 g. β -glukány predstavujú biologicky aktívne polysacharidy s imunomodulačnými, hypocholesterolemickými a antioxidačnými účinkami (Wasser, 2002; Vetvicka a Vetvickova, 2020). Dominancia β -frakcie glukánov je z nutričného aj funkčného hľadiska priaznivá a podporuje potenciál využitia analyzovaného druhu pri výrobe potravín so zdravotným benefitom. V porovnaní s inými druhmi húb sa obsah β -glukánov môže výrazne líšiť v závislosti od metodiky stanovenia a pôvodu vzorky, avšak ich prítomnosť je všeobecne považovaná za jeden z hlavných funkčných atribútov húb (Wasser, 2002). Antioxidačná aktivita stanovená DPPH metódou dosiahla hodnotu $1,34 \pm 0,41$ mg TEAC/g (Tabuľka 3). Celkový obsah polyfenolov (Tabuľka 3) bol $5,94 \pm 1,09$ mg GAE/g, flavonoidov (Tabuľka 3) $0,14 \pm 0,03$ mg QE/g a fenolických kyselín (Tabuľka 3) $0,31 \pm 0,01$ mg CAE/g. Antioxidačný potenciál húb je vo veľkej miere podmienený obsahom fenolických zlúčenín, ktoré pôsobia ako donory vodíka a prispievajú k neutralizácii voľných radikálov (Barros et al., 2007; Heleno et al., 2015). Zistené hodnoty naznačujú stredne silnú antioxidačnú aktivitu, ktorá je porovnateľná s viacerými inými jedlými druhmi húb analyzovanými rovnakou metodikou.

Výsledky poukazujú na to, že analyzovaná vzorka lievika trúbkovitého sa vyznačuje priaznivým nutričným profilom (vysoký obsah bielkovín, významný podiel minerálnych látok), ako aj prítomnosťou biologicky aktívnych zložiek (β -glukány, fenolické látky). Variabilita zistených hodnôt môže byť ovplyvnená ekologickými faktormi, stupňom zrelosti plodníc či spôsobom spracovania, čo je v súlade so zisteniami viacerých autorov (Kalač, 2013; Wasser, 2002).

Tabuľka 1 Celkový obsah sušiny, bielkovín, tuku, redukujúcich sacharidov a popolovín v analyzovanej vzorke

Sušina (%)	Bielkoviny (%)	Tuk (%)	Redukujúce sacharidy (mg GE/g)	Popoloviny (%)
$92,30 \pm 0,35$	$25,00 \pm 1,02$	$7,16 \pm 0,14$	$43,86 \pm 2,09$	$8,33 \pm 1,31$

priemer $\pm$ smerodajná odchýlka; GE – ekvivalent glukózy

Tabuľka 2 Celkový obsah a zastúpenie glukánov v analyzovanej vzorke

Celkové glukány (mg/100g)	α-glukány (mg/100g)	β-glukány (mg/100g)
12,72 ± 0,54	0,50 ± 0,02	12,22 ± 0,84

priemer ± smerodajná odchýlka

Tabuľka 3 Antioxidačná aktivita, celkový obsah polyfenolov, flavonoidov a fenolických kyselín v analyzovanej vzorke

Antioxidačná aktivita (mg TEAC/g)	Polyfenoly (mg GAE/g)	Flavonoidy (mg QE/g)	Fenolické kyseliny (mg CAE/g)
1,34 ± 0,41	5,94 ± 1,09	0,14 ± 0,03	0,31 ± 0,01

priemer ± smerodajná odchýlka; TEAC – Trolox ekvivalent antioxidačná kapacita; GAE – ekvivalent kyseliny galovej; QE – ekvivalent kvercetínu; CAE – ekvivalent kyseliny kávovej; priemer ± smerodajná odchýlka

Záver

Získané výsledky potvrdzujú, že menej známe jedlé huby, ako je lievik trúbkovitý (*Craterellus cornucopioides*), predstavujú perspektívny zdroj funkčných zložiek pre moderné potravinárstvo. Vysoký obsah bielkovín, dominantné zastúpenie β-glukánov a prítomnosť fenolických látok s antioxidačným účinkom vytvárajú predpoklady pre ich využitie pri vývoji potravín s pridanou hodnotou. Praktická aplikácia môže smerovať k výrobe produktov s deklarovaným obsahom β-glukánov alebo prírodných antioxidantov (napr. práškové zmesi, extrakty či obohatené cereálne výrobky). Ďalší výskum by sa mal zamerať na optimalizáciu spracovania, stanovenie biologickej dostupnosti účinných látok in vivo a zabezpečenie bezpečnosti suroviny, najmä z hľadiska možnej akumulácie rizikových prvkov.

Podakovanie

Práca vznikla s podporou projektu APVV-24-0190 "Vývoj inovatívnych, zdraviu prospešných nápojov na báze ovocia, liečivých rastlín a pochutín".

Literatúra

AACC methods 1996 8th, E.d. Methods 08-01, 44-05A, 46-13, 54-20. St. Paul, MN: American Association of Cereal Chemists.

Barros, L., Baptista, P., Ferreira, I.C.F.R. 2007. Effect of *Lactarius piperatus* fruiting body maturity stage on antioxidant activity measured by several biochemical assays. *Food and Chemical Toxicology*, vol. 45, no. 9, pp. 1731–1737. [cit. 2023-02-18]Dostupné na: doi:10.1016/j.fct.2007.03.019

Dey R. 2026. Edible Mushrooms as Functional Foods: Phytochemical composition, biological activities, and health applications a comprehensive review. *Asian Journal of Food Research and Nutri-*

tion, vol. 5, pp. 1-13. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.9734/ajfrn/2026/v5i1355

Dhyani, S., Belwal, H., Rawat, A., Goswami, K. 2025. Pharmacological and nutritional benefits of some edible mushrooms. *European Journal of Nutrition and Food Safety*, vol. 17, pp. 162-178. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.9734/ejnfs/2025/v17i101871

Hamza, A., Mylarapu, A., Vijay Krishna, K., Santhosh Kumar. D. 2024. An insight into the nutritional and medicinal value of edible mushrooms: A natural treasury for human health. *Journal of Biotechnology*, vol. 381, pp. 86-99. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.1016/j.jbiotec.2023.12.014

Heleno, S.A., Martins, A., Queiroz, M.J.R.P., Ferreira, I.C.F.R. 2015. Bioactivity of phenolic acids: metabolites versus parent compounds. *Food Chemistry*, vol. 173, pp. 501–513. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.1016/j.foodchem.2014.10.057

Jain, R., Rao, B., Tare, A. B. 2017. Comparative analysis of the spectrophotometry based total phenolic acid estimation methods. In *Journal of Analytical Chemistry*, vol. 72, pp. 972-976. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi:10.1134/S106193481709009X.

Kalač, P. 2013. *Edible mushrooms: Chemical composition and nutritional value*. London: Academic Press. ISBN 9780124103903.

Lysakowska, P., Sobota, A., Wirkijowska, A. 2023. Medicinal mushrooms: their bioactive components, nutritional value and application in functional food production – A review. *Molecules*, vol. 28, pp. 1-15. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.3390/molecules28145393

Sánchez-Moreno, C., Larrauri, A, Saura-Calixto, F.

1998. A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 76, pp. 270-276. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9)
- Singh, A., Saini, R.K., Kumar, A., Chawla, P., Kaishik, R. 2025. Mushrooms as nutritional powerhouses: a review of their bioactive compounds, health benefits, and value added products. *Foods*, vol. 14, pp. 1-22. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.3390/foods14050741
- Singleton, V. L., Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. In *American Journal of Enology and Viticulture*, pp.144-158. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.5344/ajev.1965.16.3.144
- URL 1 https://www.nahuby.sk/obrazok_detail.php?obrazok_id=72475 [cit. 2023-02-18].
- Vetvicka, V., Vetvickova, J. 2020. β -Glucan improves conditions of chronic fatigue in mice by stimulation of immunity. *The Open Biochemistry Journal*, vol. 14, pp. 1-8. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi: [org/10.2174/1874091X02014010001](https://doi.org/10.2174/1874091X02014010001)
- Wang, N.S. (2005) Experiment no. 4A, Glucose assay by dinitrosalicylic colorimetric method. Retrieved 14/5-2005 from the University of Maryland, Department of Chemical Engineering. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: <https://eng.umd.edu/~nsw/ench485/lab4a.htm>.
- Wasser, S.P. 2002. Medicinal mushrooms as a source of antitumor and immunomodulating polysaccharides. *Applied Microbiology and Biotechnology*, vol. 60, pp. 258-274. [cit. 2023-02-18]. Dostupné na: doi:10.1007/s00253-002-1076-7
- Willett, W. C. 2002. Balancing lifestyle and genomic research for disease prevention. In *Science*, vol. 292, pp.695-698. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.1126/science.1071055.

