

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

HUBY

VIEME, ČO JEME ?

POPULÁRNO-VEDECKÝ SEMINÁR PRE MILOVNÍKOV HÚB



5 / 6 / 2024_NITRA

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



Zborník príspevkov z I. ročníka populárno-vedeckého seminára o hubách, hubároch a všetkom, čo sa toho týka - **HUBY vieme, čo jeme?**, konaný 5. 6. 2024 v kongresovej sále Výskumného centra AgroBioTech, na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre.

Zborník je výstupom grantového projektu Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže VEGA 1/0602/22 „Možnosti eliminácie xenobiôtík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území“, riešený v rokoch 2022 – 2025.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 22. 5. 2024 ako zborník prác z odbornej konferencie online. Zborník neprešiel redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre. Za obsah príspevkov zodpovedajú autori jednotlivých príspevkov.

Editori:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Ing. Jana LAKATOŠOVÁ, PhD.

Grafická úprava:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Názov: HUBY vieme, čo jeme?

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: Prvé

Rok vydania: 2024

Recenzenti:

doc. RNDr. Lenka DEMKOVÁ, PhD.

Katedra ekológie

Fakulta humanitných a prírodných vied

Prešovská univerzita v Prešove

doc. Ing. Martin HAUPTVOGL, PhD.

Ústav práva a udržateľného rozvoja

Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

This work is published under the license of the Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Public License (CC BY-NC 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



ISBN: 978-80-552-2741-2

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

OBSAH

HUBY A HUBÁRČENIE NA SLOVENSKU Vladimír KUNCA	1 – 8
JEDLÉ HUBY: DAR Z LESA PLNÝ ZDRAVIA, ALE AJ SKRYTÝCH HROZIEB Július ÁRVAY	9 – 25
NUTRIČNÁ A ANTIOXIDAČNÁ CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHOV LIEČIVÝCH HÚB Eva IVANIŠOVÁ – Zbigniew KOBUS	26 – 30
CHEMICKÉ PRVKY V JEDLÝCH DIVORASTÚCICH HUBÁCH: KOMPLEXNÉ POSÚDENIE BENEFITOV A RIZÍK ICH KONZUMÁCIE Marek ŠNIRC – Viktória BOCKOVÁ – Ivona JANČO – Ľuboš HARANGOZO	31 – 41
AMATOXÍNOVÉ OTRAVY NA SLOVENSKU Mária CIBIROVÁ – Zuzana MYDLOVÁ	42 – 51
PESTUJEME NA ZVÝŠKOCH! HUBOVÁ FARMA V OBÝVAČKE Veronika CYPRICHOVÁ – Juraj HARIŠ – Lukáš RADOŠOVSKÝ – Damián HLAVAČKA	52 – 56
HUBY NA TANIERI: AKTUÁLNE TRENDY V KONZUMÁCII JEDLÝCH HÚB Z POHLADU SLOVENSKÝCH SPOTREBITEĽOV Kristína PREDANÓCYOVÁ – Július ÁRVAY	57 – 68
BIOGÉNNE AMÍNY V KONZERVOVANÝCH JEDLÝCH HUBÁCH Z OBCHODNEJ SIETE Silvia JAKABOVÁ – Július ÁRVAY – Magdaléna GRÓFOVÁ – Jozef GOLIAN	69 – 76
AROMATIKA HÚB NÁM POVIE VIAC NEŽ SI MYSLÍME Jana LAKATOŠOVÁ – Patrícia JOANIDIS – Marek ŠNIRC – Marcel GOLIAN – Zuzana CHLEBOVÁ	77 – 87
AKO CHUTIA HUBY Z KONZERVY Patrícia JOANIDIS – Jana LAKATOŠOVÁ	88 – 95

HUBY A HUBÁRČENIE NA SLOVENSKU

Vladimír KUNCA

Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24, 96001 Zvolen, Slovenská republika

Abstrakt: Zber húb je na Slovensku veľmi populárny, zvlášť takých, ktorých plodnice rastú v lesoch. Prehľad obľúbených druhov húb a ich typických biotopov v našej krajine je zahrnutý v tomto príspevku. Ako kľúčové sa tak pre vhodnosť lesov, pre výskyt plodníc niektorých druhov húb, ukazujú parametre lesného porastu, ako sú všeobecne jeho prírodné podmienky a súčasná vegetácia. Táto aktivita sa dokonca považuje za významnú produkčnú a kultúrnu ekosystémovú službu, keďže jej potenciál rastie s rastúcimi rekreačnými aktivitami. Je tiež rozdiskutovaná kontaminácia húb rizikovými prvkami a zber plodníc chránených druhov.

Kľúčové slová: dubáky, ekosystémová služba, hríby, jedlé huby, jedovaté huby

ÚVOD

Huby sú u nás hlavne vnímané práve len cez zber ich plodníc, hoci v krajine a v našich životoch majú oveľa väčší význam. V stredoeurópskych podmienkach, v tomto zmysle prešli s vývojom ľudskej spoločnosti od jedla chudobných, cez delikatesu až po postavenie, keď sa v súčasnosti stali hlavne výživovým doplnkom, často s liečivými účinkami (Mikšik a Kunca 2015). Zber húb sa vo svete zvýšil a stúpa od 80-tych rokov minulého storočia (Heilmann-Clausen a kol., 2015) a stáva sa rekreačnou aktivitou s regionálnymi až lokálnymi špecifikami (Kotowski, 2016). Na Slovensku sa nárast rekreačnej aktivity v lesoch, aj so zberom rôznych plodov a húb, spája hlavne s politickými zmenami v roku 1989 (Kovalčík, 2014). Vtedy sa zároveň mení aj vnímanie čisto drevoprodukčnej funkcie lesov, s prijatím plnenia napr. aj rekreačnej a environmentálnej funkcie. Navyše, neustále stúpa záujem o huby aj preto, lebo pribúdajú nové poznatky o významných liečivých účinkoch húb (Wasser, 2010). Celkový význam húb tak rastie, že sa navrhuje, aby sa všeobecne používaný termín „jedlé huby“ nahradil termínom „užitočné huby“. Aj vzhľadom na to, že sa ich využitie vzťahuje okrem konzumácie aj napr. na zabezpečenie „veľmi pozitívne pôsobiacej“ mykorrhízy, využitie v medicíne a dekontamináciu pôdy (Lelley, 2005).

Na svete je známych viac ako 1000 druhov jedlých ektomykorrhíznych druhov a predaj niektorých, ako sú hlúzovky, hríby a kuriatka, predstavujú obrat na svetových trhoch v miliardách € (Donnini a kol., 2013). Schulp a kol. (2014) uvádzajú na základe údajov z 13 krajín Európy, že sa v nich zbiera 152 druhov a 12 rodov voľne rastúcich húb. Na svete nie je veľa krajín, ktoré môžu konštatovať, že zber húb, teda ich plodníc, je v čase ich rastu niečím ako „národným športom“. Slovensko, spolu s okolitými krajinami s prevažne slovanským obyvateľstvom, medzi nich patrí a zaraďuje sa medzi tzv. „mykofílné“ krajiny (Łuczaj a Nieroda, 2011; Peintner a kol., 2013).

Plodnice húb sa vzhľadom na svoje zloženie často prezentujú ako vhodný doplnok stravy. Na druhej strane, však dokážu akumulovať rôzne látky, ako sú napr. ťažké kovy, ktoré sú v určitých koncentráciách škodlivé pre ľudské zdravie (Aloupi a kol., 2012). Tí istí autori uvádzajú, že tieto koncentrácie sa dokonca môžu pri rovnakom druhu významne líšiť aj vzhľadom na pôdotvorný substrát a nadväzujúce pôdne podmienky. Zvlášť zvýšené hodnoty ťažkých kovov, prekračujúce

limity pre ľudské zdravie stanovené EU, sa môžu objavovať v plodniciach, ktoré sú zbierané na miestach, kde sa historicky ťažili a spracovávali rudy (Árvey a kol., 2015) alebo priamo v ľudských sídlach (Schlecht a Säumel, 2015).

Cieľom nášho príspevku je zosumarizovať prehľad húb, ktorých plodnice hubári na Slovensku najviac zbierajú a definovať všeobecné zvyklosti tejto aktivity.

MATERIÁL A METODIKA

Sumarizačná časť príspevku vychádza zo spracovania a zhrnutia viacerých zdrojov, údajov. Zo Slovenska je publikovaných viacero prác, kde sa uvádzajú rôzne druhy húb, vhodné aj na zber (napr. Mihál a Gáper, 1995; Glejdura a Kunca, 2010; Kunca a Glejdura, 2013; Mikšík a Kunca, 2015; Gáperová a kol., 2015; Kunca a kol., 2018a; Kunca a kol., 2018b; Kunca a kol., 2019; Olah a kol., 2020; Pavlík a kol., 2020). Navyše ide aj o zhrnutie skúseností a poznatkov z hubárskych a mykologických výstav uskutočňovaných Lesníckym a drevárskym múzeom vo Zvolene a mykologickej poradne na Technickej univerzite vo Zvolene, ktorú vedie autor tejto práce, a údajov z nálezov zo stránky www.nahuby.sk. Niektoré nálezy aj bežných, jedlých húb sú dokladované v súkromnom fungáriu autora (PVKU).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Slovensko má okrem veľkej tradície hubárčenia aj pre nich existujúce výnimočné prírodné podmienky. U nás je známych aj niekoľko doslova vychytených hubárskych regiónov. Krajina je rôznorodá z viacerých krajinnoeekologických hľadísk. To zároveň vytvára aj veľmi pestrú škálu predpokladov, ktorá sa odráža v diverzite húb. Lesnatosť Slovenska je medzi 41 až 45 % a najrozšírenejšou lesnou drevinou je buk. Vyskytujú sa tu lesné spoločenstvá od cca. 100 m po 1500 m n. m., čo je aj v podmienkach Európy unikátne. Ako nosné lesné spoločenstvá u nás poznáme od najnižších polôh vrbovo-topoľové alebo všeobecne lužné lesy, dubové lesy, bukové kvetnaté lesy, lipovo-javorové lesy, lesy „karpatskej zmesi“ (buk, jedľa, smrek a cenné listnáče) a smrekové lesy. Členitý terén vytvára rôzne kombinácie aj z pohľadu mikroklimatických a reliéfnych podmienok, čo tiež ovplyvňuje špecifický výskyt húb. Niektoré jedlé druhy húb je možné spojiť s konkrétnymi prírodnými spoločenstvami a ekosystémami. V lužných



Smrčok jedlý - *Morchella esculenta*

lesoch je možné už v skorom jarnom období nájsť plodnice jednej z prvých plodníc húb hubárskej sezóny – smrčkovca českého (*Verpa bohemica*). Obľubuje rozkladajúci sa listový opad hlavne vrby rakyty a topoľa osikového, príp. čerešne vtácej. Plodnice tejto huby sa dajú nájsť nielen v takýchto lesoch, ale trochu neskôr aj v podhorských lužných lesoch, ktoré sa tiahnu pozdĺž vodných tokov vyššie do hôr alebo v okrajových spoločenstvách tvorených týmito drevinami. Na podobných miestach, ale v menšom počte, môžeme uprostred jari nájsť smrčky (*Morchella* sp.), a to prevažne smrčok kužeľovitý (*M. conica*) a smrčok jedlý (*M. esculenta*). Tie okrem vyššie spomenutých biotopov obľubujú aj teplé okraje lesov s rôznorodým zastúpením druhov drevín,

okraje lesných ciest, lesné sklady, staré sady alebo dokonca aj smrekmi zarastajúce horské lúky. Vo väčšom počte sa dajú smrčky nazbierať hlavne v zárastoch a lesoch s vyšším zastúpením jaseňa. Aj na podobných lokalitách, sa koncom jari v čarokruhoch objavujú, prevažne na lúkach a okrajoch lesov, plodnice čírovnice májovej (*Calocybe gambosa*), známej aj ako „májovka“. Jej výskyt má široké výškové rozpätie, keďže sa dá nájsť v nižších polohách ako na okraji lužných lesov, ale trochu neskôr aj na horských lúkach v nadmorských výškach aj 1000 m n. m.

Pestré prírodné podmienky Slovenska sa odrážajú aj v druhovej rozmanitosti, na predchádzajúce druhy výskytom počas roka nadväzujúcich, hríbovitých húb a zvlášť najobľúbenejších samotných hríbov (pôvodný rod *Boletus* bol nedávno rozdelený do viacerých rodov). Hríby nachádzame v našich podmienkach od najnižších polôh, kde sa vyskytujú napr. lesy s dominanciou dubov (*Quercus* spp.). Tam sa za vhodných podmienok v lete vyskytujú aj rôzne druhy väčšiny u nás známych druhov hríbov, aj tzv. „farebných hríbov“. Výškovu výskyt plodníc hríbov končí až v kosodrevine, čo je niekedy až do nadmorskej výšky takmer 2000 m n. m.

Zvlášť obľúbené sú hríby s bielou dužinou (aktuálne rod *Boletus* spp.) a sú najobľúbenejšími hubami, ktorých plodnice Slováci zbierajú (Kovalčík, 2014). S približujúcim sa letom sa už koncom mája objavujú plodnice „dubáka“. Väčšina slovenských hubárov pod týmto menom nerozlišuje viaceré, až štyri, druhy hríbov s bielou dužinou: hríb dubový (*B. reticulatus*), hríb smrekový (*B. edulis*), hríb bronzový (*B. aereus*) a hríb sosnový (*B. pinophilus*). Medzi nimi sú určité rozdiely v ekologických nárokoch, vo fenológii a dokonca aj z kulinárskeho hľadiska. Ako prvý, avšak nie pravidelne každý rok, sa na kyslých pôdach a vo svetlejších častiach lesných spoločenstiev objavuje hríb sosnový, ktorý sa rovnako dá nájsť aj ako posledný, výnimočne aj v decembri. Práve jedlé druhy hríbov (*Boletus* spp.) sú najviac zberanými hubami aj v Európe a zároveň obsahujú metabolity, ktoré môžu byť z pohľadu ľudskej stravy dokonca považované za „zdravé potraviny“ (Heleno a kol., 2011).



Hríb bronzový - *Boletus aereus*

Bežne zbierané a konzumované sú však aj niektoré z chránených druhov hríbov, ako napr. hríb príveskatý (*Butyriboletus appendiculatus*), hríb striebnistý (*Butyriboletus fechtneri*) alebo hríb kráľovský (*Butyriboletus regius*). Väčšina zo vzácných hríbov Slovenska sa vyskytuje hlavne v lesoch nižších a teplých polohách s dominanciou dubov. Zjavne im tiež viac vyhovujú na živiny bohatšie pôdne podmienky. Prítomnosť ich plodníc na týchto biotopoch je tak takmer vždy úzko naviazaná na výdatnejšie zrážky v letnom období. Ďalšou zaujímavou skutočnosťou, ktorá sa dá bežne vnímať je, že takmer všetky spomínané druhy hríbov sa vyskytujú hlavne v lesoch bežne obhospodarovávaných človekom, v tzv. hospodárskych lesoch. Na druhej strane ich výskyt v pôvodných lesných ekosystémoch, prírodných lesoch a zvyškoch pralesov, je skôr výnimočný, prípadne s veľmi nízkou až ojedinelou početnosťou plodníc.

V našom prehľade a výbere druhov hríbov sme okrem našich skúseností vychádzali z niekoľkých dokumentov, kde sú uvedené zoznamy druhov tohto rodu. Zoznam nižších a vyšších rastlín Slovenska uvádzal 39 druhov rodu *Boletus*. Stále platný Červený zoznam húb Slovenska

(Lizoň, 2001) z celkového počtu 615 druhov húb zahŕňa 18 druhov rodu *Boletus*. Zoznam chránených húb podľa vyhlášky č. 158/2014 Z. z. zo 70 taxónov rôznych húb obsahoval 13 zástupcov rodu *Boletus*, v novelizovanej vyhláške č. 170/2021 Z. z. ich z pôvodného rodu zostalo len päť, pričom jeden je úplne nový. Ďalším, podobne zameraným dokumentom je Červená kniha ohrozených organizmov (Antonín a kol., 1995). Jej 4. časť uvádza pre územie nášho bývalého spoločného štátu (po veľmi prísnom výbere druhov, hlavne kvôli rozsahu publikácie) len 2 druhy rodu hriab (*Boletus*) zo 119 uvedených taxónov – hriab kráľovský a hriab striebřistý. Približne polovica zo známych hriabov Slovenska sa teda dá svojim spôsobom považovať za vzácne. Hoci v prípade chránených druhov húb je v prvom rade dôležité chrániť lokalitu výskytu daného druhu, na druhej strane, nadmerný zber plodníc môže mať niekedy aj škodlivý vplyv na populáciu aj bežných húb a využívanie húb a zber ich plodníc by mali byť súčasťou trvalo udržateľného rozvoja krajiny (Donnini a kol., 2013).

Trocha špecifické postavenie majú jedlé, modrejúce hriaby. Vyslovene (a často len) pôdy na karbonátoch vyhovujú hriabu sinému (*Suillellus luridus*). Je často zbieraný a známy tiež ako „modrák“ a asi najčastejšie sa zo všetkých druhov hriabov dá nájsť v sídlach. V širokom výškovom spektre a pod rôznymi drevinami ako duby, buk, jedľa a smrek sa častejšie nachádza, avšak s prevahou práve skôr v podhorských a horských polohách pod ihličnanmi, iný „modrák“ – hriab zrnitohlúbikový (*Neoboletus luridiformis*).

V širokom ekologickom spektre sa dajú počas leta a jesene nájsť plodnice rôznych druhov kozákov (*Leccinum* spp.). Veľmi často sú úzko viazané na konkrétnu drevinu (mykorízneho partnera), čomu nasvedčujú aj ich druhové mená: kozák osikový (*L. albobstipitatum*), kozák hrabový (*L. pseudoscabrum*), kozák topoľový (*L. durisculum*) a kozák brezový (*L. scabrum*). V teplejších regiónoch rastú vzácnejšie, dokonca niekde aj početne, teplomilné druhy ako kozák žltopórový (*L. crocipodium*) a kozák dubový (*L. aurantiacum*). Vo vyšších polohách a na kyslom podloží sa ešte dá nájsť kozák žltoranžový (*L. versipelle*) a kozák smrekový (*L. piceinum*), obidva druhy s oranžovou až červenou farbou povrchu klobúka, ktoré však hubári často ani nerozlišujú. Všetky druhy kozákov sú jedlé a výborné huby. Rovnako sú na tom z kulinárskeho pohľadu aj kuriatka, napr. hlavne v dubinách rastúce kuriatko bledé (*Cantharellus pallens*) a bučiny a smrečiny uprednostňujúce a hojnejšie kuriatko jedlé (*C. cibarius*).

S typickým výskytom v letnom období majú výnimočné kulinárske hodnoty aj muchotrávka červenkastá (*Amanita rubescens*) a trúdnik klobúčkatý (*Polyporus umbellatus*). Muchotrávka červenkastá je hlavne v listnatých lesoch nižších a stredných polôh bežnou, no pre hubárov často „podozrivou“ hubou, z pohľadu jej možnej zámeny za jedovaté druhy muchotrávok. Veľakrát početne rastie práve v čase výskytu plodníc hriabovitých húb. Trúdnik klobúčkatý je zväčša málo známou hubou, hoci jej výskyt tu je v našej krajine pomerne početný a na Východnom Slovensku je to najvyhladávannejšia huba. Celá huba má viaceré liečivé účinky (Kunca, 2011; Kunca a Pavlík, 2019). Obľubuje hlbšie pôdy v teplých listnatých lesoch s



Trúdnik klobúčkatý - *Polyporus umbellatus*

dubmi, bukmi a hrabmi a huba ako druh sa dá nájsť počas celého roka, pretože plodnice vyrastajú z trvalého čierneho sklerócia.

Pre jesenné obdobie sú typické bedle a rýdziky a rastie vtedy aj viacero druhov plávok. Z bediel sú najčastejšie, a aj zbierané, tie najväčšie druhy – bedľa vysoká (*Macrolepiota procera*) a bedľa štíhla (*M. mastoidea*). Z viacerých druhov jedlých rýdzikov sú najbežnejšie rýdzik pravý (*Lactarius deliciosus*), rýdzik smrekový (*L. deterrimus*) a rýdzik lososovoružový (*L. salmonicolor*), spod rôznych druhov ihličnanov. V teplých listnatých lesoch sa niektoré roky vyskytuje rýdzik surovičkový (*L. volemus*). Ako jeden z mála jedlých rýdzikov má biele mlieko a nie oranžové až červené, ako vyššie uvedené rýdziky. Zo značného počtu plávok, ktoré sa na území Slovenska vyskytujú, sú asi najviac zbierané plodnice plávky modrastej (*Russula cyanoxantha*) a plávky zelenkastej (*R. virescens*).

Plodnice húb neprestávajú rásť, alebo dokonca niektoré rastú len, aj v chladnom až zimnom období roka. Asi takou najtypickejšou, a všeobecne asi jednou z najznámejších húb aj s viacerými liečivými účinkami, je hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*). Obľubuje odumierajúce časti stromov alebo rozkladajúce sa drevo, stojace alebo ležiace, rôznych listnáčov, hlavne buka. Vhodnými sú v tomto ohľade ako miesta výskytu ochranné lesy, teda hlavne lesy na strmých svahoch a horšie dostupných lokalitách, kde sa staré stromy alebo mŕtve kmene ťažia alebo vyťahujú len výnimočne. Na bazách, hlavne na mŕtvych častiach kmienkov, sa v chladnejšom období typicky objavujú plodnice uchovca bazového (*Auricularia auricula-judae*). Tie sú skôr známe ako huby, ktoré sa často používajú v ázijskej kuchyni. Podobne ako dva predchádzajúce druhy sa v čase teplejších období zimného obdobia, a na jeho začiatku a konci, ukazujú plodnice plamienok (*Flammulina* spp.). Plodnice plamienok ako jedny z mála dokážu prežiť a pokračovať v raste aj po skončení tých najväčších mrazov. Pre viaceré druhy plamienok, ktoré nie sú ľahko odlíšiteľné, avšak jedlé, je najčastejším substrátom rozkladajúce sa drevo (alebo takéto časti živých stromov) mäkkých listnáčov, ako sú hlavne vrbý a topole. Vhodným biotopom sú tak hlavne lužné lesy.

Ľudská spoločnosť je spojená s prírodou, teda je vo všeobecnosti závislá od prírodných zdrojov a procesov, z ktorých nielen získava suroviny, vodu, vzduch a potraviny, ale ktoré aj zároveň napomáhajú regulácii klímy, predchádzaniu záplavám, umožňujú opelenie alebo poskytujú oddych. Mnohé z týchto prínosov však nie sú ekonomicky ohodnotené, čo vedie k ich využívaniu tak, akoby ich zásoby boli takmer neobmedzené a zaobchádza sa s nimi ako s bezplatnými komoditami, v zmysle ekonomických externalít. Týka sa to aj húb. V snahe priznať takýmto prínosom hodnotu (pokiaľ je to možné i cenu) a takto ich začleniť do ekonomickej súvahy, sa aj z tohto dôvodu rozpracovala koncepcia ekosystémových služieb (Constanza a kol., 1997; Bateman a kol., 2013).

Huby majú teda svoje miesto aj v ekosystémových službách, ktoré sú rýchlo sa rozvíjajúcu oblasťou využívania krajiny človekom (Schulp a kol., 2014). Podľa klasifikácie CICES v.51 patria voľne rastúce huby do zásobovacích služieb, ako voľne rastúce terestrické alebo vodné rastliny využívané pre výživu (CICES kód 1151). No huby, nielen ako potrava z divokej prírody alebo ako nedrevný lesný produkt, sa môžu dokonca využiť napr. aj ako činitele environmentálneho manažmentu pri regulácii burín alebo pri procesoch zlepšovania stavu životného prostredia. Ide o časti environmentu, ako sú lesné pôdy, orná pôda a vodné zdroje, zvlášť ak sú znečistené, a huby pomáhajú pri ich rekonvalescencii a detoxikácii (Donnini a kol., 2013; Spina a kol., 2018). Iné aktivity spojené s hubami môžu prerásť až do ďalšej úrovne využívania krajiny, a to do mykoturistiky, hlavne keď sa tým podporia vidiecke oblasti a využijú sa napr. nezamestnaní (Büntgen a kol., 2017). Týmto spôsobom sa huby stávajú aj významnou zložkou regulačných a kultúrnych ekosystémových služieb.

Pri hodnotení ekosystémových funkcií ide teda aj o finančné vyčíslenie úžitku. Ohodnotenie často nie je jednoduché. Pri zbere húb ako rekreačnej službe môže byť takouto hodnotou úžitku ocenenie jednej cesty za hubami, ktorá môže predstavovať aj 39 € (Martínez de Aragón a kol., 2011). Priemerné hodnoty vyčíslenia objemu a ceny zberaných, voľne rastúcich húb v lesoch Slovenska predstavujú 27 488 ton a 27,5 mil. € (Kovalčík, 2014). Tieto hodnoty sa však pohybujú v pomerne širokých intervaloch, keďže tvorba plodníc sa medzročne často aj veľmi významne líši (Bonet a kol., 2004; Turtiainen a kol., 2012).

Schulp a kol. (2014) uvádzajú ako najzbieranejšie huby v Európe aj všetky tie, ktoré uvádzame v našom prehľade: kuriatko jedlé, smrčok jedlý, hliva ustricovitá, rýdzik pravý a hrib smrekový. Na ďalších miestach v ich poradí je aj hľuzovka letná, ktorá je na Slovensku chránená. Problematický tak môže byť u nás aj zber plodníc chránených druhov húb. Tento problém je okrem toho, že je na Slovensku málo známy, zároveň aj veľmi „citlivý“, zvlášť v takejto „hubárskej“ krajine akou je Slovensko. Zber plodníc húb tak môže narážať aj na porušovanie zákona, keďže niektoré huby, teda len ich plodnice, sú chránené. V blízkej budúcnosti by sa však mohla otvoriť aj otázka regulácie zberu húb, ako je známa v niektorých európskych krajinách, hoci by sa mohlo zdať, že realizovať to pri súčasnom vývoji spoločenskej situácie je asi nereálne. Najnovšie poznatky v tejto oblasti (Egli a kol., 2006) však naznačujú, že zber plodníc húb nemusí vôbec negatívne ovplyvniť život húb a produkciu ďalších plodníc. Mohli by sme však lokálne obmedziť hromadné „nájazdy“ hubárov, ktoré prebiehajú niekoľkokrát do roka v čase rastu obľúbených jedlých húb a po ktorých zostáva často v lesných ekosystémoch doslova spúšť a výrazné narušenie biotopu, predovšetkým vo vrchnej časti pôdy, čo už môže negatívne ovplyvniť populácie húb.

ZÁVER

Huby majú ešte stále obrovský, hoci často skrytý, blahodarný vplyv na náš život. Zvyšujúci sa záujem o pobyt ľudí v prírode je často spájaný aj s hubárčením, no prináša to okrem pozitív, napr. na ľudské zdravie, aj zároveň zvyšujúci sa tlak na rôzne biotopy, teda aj na huby. Tieto kľúčové organizmy pre život na suchej zemi pomerne citlivo reagujú na rôzne antropogénne zmeny v štruktúre ekosystémov. Stále tak na Slovensku zostáva na vážne zváženie regulovať zber plodníc húb, čo by zároveň súviselo, okrem ponechania možnosti niektorým plodniciam dorásť a uvoľniť spóry, aj s obmedzením intenzívneho pohybu hlavne po vybraných častiach lesov. Zabezpečením existencie aj pôvodných, činnosťou človeka neovplyvňovaných lesov a dôslednou ochranou biotopov na našom území zachováme jedinečnú mykobiotu pralesov pre budúce generácie.

LITERATÚRA

1. Aloupi, M., Koutrotsios, G., Koulousaris, M., Kalogeropoulos, N. 2012. Trace metal contents in wild edible mushrooms growing on serpentine and volcanic soils on the island of Lesvos, Greece. In *Ecotoxicology and Environmental Safety* [online], vol 78, pp. 184–194. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ecoenv.2011.11.018.
2. Antonín, V., Fellner, R., Herink, J., Lazebníček, J., Lizoň, P., Kotlaba, F., Šebek, S. 1995. Huby. In F. Kotlaba (ed.), *Červená kniha ohrozených a vzácných rastlín a živočíchov SR a ČR 4*, Bratislava : Príroda. pp. 30–119. [cit. 2024-03-26].
3. Árvay, J., Tomáš, J., Hauptvogel, M., Massányi, P., Harangozo, L., Tóth, T., Stanovič, R., Bryndzová, Š., Bumbalová, M. 2015. Human exposure to heavy metals and possible public health risks via consumption of wild edible mushrooms from Slovak Paradise National Park, Slovakia. In *Journal of Environmental Science and Health* [online], pt. B., vol. 50, pp. 833–843. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1080/03601234.2015.1058107.
4. Árvay, J., Hauptvogel, M., Šnirc, M., Gažová, M., Demková, L., Bobuľská, L., Hrstková, M., Bajčan, D., Harangozo, L., Bilčíková, J., Miškeje, M., Štefániková, J., Kunca, V. 2019. Determination of elements in wild edible

-
- mushrooms: levels and risk assessment. In *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* [online], vol. 8, no. 4, pp. 999-1004. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.15414/jmbfs.2019.8.4.999-1004.
5. Bateman, I. J., Harwood, A. R., Mace, G. M., Watson, R. T., Abson, D. J., Andrews, B., Binner, A., Crowe, A., Day, B. H., Dugdale, S., Fezzi, C., Foden, J., Hadley, D., Haines-Young, R., Hulme, M., Kontoleon, A., Lovett, A. A., Munday, P., Pascual, U., Paterson, J., Perino, G., Sen, A., Siriwardena, G., van Soest, D., Termansen, M. 2013. Bringing ecosystem services into economic decision-making: land use in the United Kingdom. In *Science* [online], vol. 341, pp. 45. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1126/science.1234379.
 6. Bonet, J. A., Fischer, C. R., Colinas, C. 2004. The relationship between forest age and aspect on the production of sporocarps of ectomycorrhizal fungi in *Pinus sylvestris* forests of the central Pyrenees. In *Forest Ecology and Management* [online], vol. 203, pp. 157–175. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foreco.2004.07.063.
 7. Büntgen, U., Latorre, J., Egli, S., Martínez-Peña, F., 2017. Socio-economic, scientific, and political benefits of mycotourism. In *Ecosphere* [online], vol. 8, no. 7, pp. e01870. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1002/ecs2.1870.
 8. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., Oneill, R. V., Paruelo, J., Raskin, R. G., Sutton, P., van den Belt, M. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. In *Nature* [online], vol. 387, pp. 253–260. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1038/387253a0.
 9. 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.
 10. Egli, S., Peter, M., Buser, C., Stahel, W., Ayer, F. 2006. Mushroom picking does not impair future harvests – results of long-term study in Switzerland. In *Biological Conservation* [online], vol. 129, pp. 271–276. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.biocon.2005.10.042.
 11. Gáperová, S., Náplavová, K., Gáper, J. 2015. Ectomycorrhizal and saprotrophic macrofungi associated with woody plants in the Borova Hora Arboretum. In *Thaiszia Journal of Botany* [online], vol. 25 (Suppl. 1), pp. 163–170. [cit. 2024-03-26].
 12. Glejdura, S., Kunca, V. 2010. Nové poznatky o mykoflóre CHKO-BR Poľana. In R. Midriak (ed.), *Biosférické rezervácie na Slovensku VIII.*, zborník referátov z VIII. národnej konferencie o biosférických rezerváciách Slovenska. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene, CHKO-BR Poľana. [cit. 2024-03-26].
 13. Heilmann-Clausen, J., Barron, E. S., Boddy, L., Dahlberg, A., Griffith, G. W., Nordén, J., Ovaskainen, O., Perini, C., Senn-Irlet, B., Halme, P. 2015. A fungal perspective on conservation biology. In *Conservation Biology* [online], vol. 29, pp. 61–68. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1111/cobi.12388.
 14. 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. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2011.01.017.
 15. 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.
 16. Kotowski, M. 2016. Differences between European Regulations on Wild Mushroom Commerce and Actual Trends in Wild Mushroom Picking. In *Slovenský národopis (Slovak Ethnology)*, vol. 64, no. 2, pp. 169–178. [cit. 2024-03-26].
 17. Kunca, V. 2011. Ecology and incidence of *Polyporus umbellatus* in Slovakia. In *Czech Mycology* [online], vol. 63, no. 1, pp. 39–53. [cit. 2024-03-26].
 18. Kunca, V., Čiliak, M., Lupták, R. 2018a. Fruit body production of *Hericium erinaceus* and its distribution in Slovakia. In *Czech Mycology* [online], vol. 70, no. 2, pp. 211–224. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://www.czechmycology.org/_cmo/CM70207.pdf.
 19. Kunca, V., Olah, B., Gallay, I. 2018b. Zber plodníc voľne rastúcich húb ako ekosystémová služba a jej potenciál v lesoch na území okresu Zvolen. In *Acta Facultatis Ecologiae* [online], vol. 39, pp. 13–22. ISSN: 1336-300X. [cit. 2024-03-26].
 20. Kunca, V., Pavlík, M. 2019. Fruiting Body Production of, and Suitable Environmental Ranges for, Growing the Umbrella Polypore Medicinal Mushroom, *Polyporus umbellatus* (Agaricomycetes), in Natural Conditions in Central Europe. In *International Journal of Medicinal Mushrooms* [online], vol. 21, no. 2, pp. 121–129. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2018029539.
 21. Kunca, V., Glejdura, S. 2013. Huby. In *Zvolen - monografia mesta*. Zvolen : Mesto Zvolen, pp. 54–56. ISBN: 978-80-971236-7-3. [cit. 2024-03-26].
-

22. Lelley, J. I. 2005. Modern applications and marketing of useful mushrooms. In *International Journal of Medicinal Mushrooms* [online], vol. 7, pp. 39–47. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1615/IntJMedMushr.v7.i12.60.
23. Lizoň, P. 2001. Červený zoznam húb Slovenska. 3. verzia (december 2001). In *Ochrana prírody* [online], vol. 20 (Suppl.), pp. 6–13. ISBN: 80-98035-05-1. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://fns.uniba.sk/fileadmin/prif/biol/kek/tereko/vtaky/Cervený_zoznam_rastlin_a_zivocichov_Slovenska.pdf.
24. Łuczaj, Ł., Nieroda, Z. 2011. Collecting and learning to identify edible fungi in southeastern Poland: age and gender differences. In *Ecology of Food and Nutrition* [online], vol. 50, no. 4, pp. 319–336. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1080/03670244.2011.586314.
25. Martínez de Aragón, J., Riera, P., Giergiczny, M., Colinas, C. 2011. Value of wild mushroom picking as an environmental service. In *Forest Policy Management* [online], vol. 252, no. 1–3, pp. 239–56. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.forpol.2011.05.003.
26. Mihál, I., Gáper, J. 1995. Mykocenologická charakteristika makromycétov smrekových lesných porastov biosférickej rezervácie UNESCO Poľana na Slovensku. In *Lesnícky časopis - Forestry Journal* [online], vol. 41, pp. 119–130. [cit. 2024-03-26].
27. Mikšík, M., Kunca, V. 2015. 1000 slovenských a českých húb. Bratislava : Svojtko & Co., 800 s. [cit. 2024-03-26].
28. 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.
29. Pavlík, M., Golian, M., Pavlíková, A., Hlaváč, P., Kunca, V. 2020. Praktická mykológia. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 317 s. ISBN: 978-80-228-3231-1. [cit. 2024-03-26].
30. Peintner, U., Schwarz, S., Mešić, A., Moreau, P.-A., Moreno, G., Saviuc, P. 2013. Mycophilic or mycophobic? Legislation and guidelines on wild mushroom commerce reveal different consumption behaviour in European countries. In *PLoS ONE* [online], vol. 8, pp. e63926. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1371/journal.pone.0063926.
31. Schlecht, M. T., Säumel, I. 2015. Wild growing mushrooms for the Edible City? Cadmium and lead content in edible mushrooms harvested within the urban agglomeration of Berlin, Germany. In *Environmental Pollution* [online], vol. 204, pp. 298–305. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.envpol.2015.05.018.
32. 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.
33. Spina, F., Cecchi, G., Landinez-Torres, A., Pecoraro, L., Russo, F., Wu, B., Cai, L., Liu, X., Tosi, S., Varese, G., Zotti, M., Persiani, A. 2017. Fungi as a toolbox for a sustainable bioremediation of pesticides in soil and water. In *Plant Biosystems* [online], vol. 152, no. 3, pp. 474–488. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1080/11263504.2018.1445130.
34. Turtiainen, M., Saastamoinen, O., Kangas, K., Vaara, M. 2012. Picking of wild edible mushrooms in Finland in 1997–1999 and 2011. In *Silva Fennica* [online], vol. 46, no. 4, pp. 569–581. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.14214/sf.911.
35. Wasser, S. P. 2010. Medicinal mushroom science, history, current status, future trends, and unsolved problems. In *International Journal of Medicinal Mushrooms* [online], vol 12, no. 1, pp. 1–16. [cit. 2024-03-26]. Dostupné na: doi: 10.1615/IntJMedMushr.v12.i1.10.

PodĎakovanie: Práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0197/24 „Makromycéty na hrubom rozkladajúcom sa dreve duba cerového (*Quercus cerris* L.) a ich environmentálna hodnota pre ochranu prírody a krajiny“

JEDLÉ HUBY: DAR Z LESA PLNÝ ZDRAVIA, ALE AJ SKRYTÝCH HROZIEB

Július ÁRVAY

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

Abstrakt: Asi každého, kto vojde do lesa, poteší, keď zbadá hubu vykúkajúcu z popadaného lístia alebo „prilepenú“ na spadnutom strome, či konári. Je to súhra tvarov, farieb a vône, ktorá nás v momente zahrnie pocitom šťastia, ktorú máme pravdepodobne geneticky zakódovanú ešte z čias, keď naši dávny predkovia hľadali svoju potravu. Každý hubár, či hubárka čaká na moment, keď sa v médiách objavia informácie, ktoré nás prinúti zakričať si „rastú!“. Niektorí z nás chodia do lesa na huby za účelom rekreácie a ventilovania stresu vyplývajúceho zo životného štýlu, ktorý žijeme, no asi väčšina chodí tieto dary prírody zbierať pre ich konzum. V minulosti ľudia neriešili chemické zloženie svojej stravy, no v súčasnosti, resp. posledné desaťročia, sa objavuje veľké množstvo odborných ale aj laických článkov, ktoré poukazujú na výživové a zdravotné aspekty konzumácie húb (samozrejme tých divorastúcich ale aj pestovaných). Huby sú charakteristické svojím vzhľadom, konzistenciou, chuťou a vôňou, no ich chemické zloženie má nezanedbateľný vplyv aj na výživové vlastnosti, ktoré sú pre zdravie konzumentov prínosom. Avšak netreba zabúdať, že tieto organizmy obsahujú aj množstvo látok, ktoré predstavujú potenciálne riziko poškodenia zdravia (akútne ale aj sekundárne) a v niektorých prípadoch až smrť. Tento článok je krátkou a rýchlou prechádzkou informáciami, ktoré môžu prispieť k zvýšeniu povedomia hubárov – konzumentov z pohľadu chemického zloženia týchto darov prírody.

Kľúčové slová: benefity a riziká konzumácie, jedlé huby, výživová hodnota

ÚVOD

Hubárčenie a s ním spojený zber jedlých divorastúcich húb je na Slovensku (ale aj v iných krajinách strednej a východnej Európy) národným koníčkom. Asi každý z nás si pod „lesnou“ hubou predstaví muchotrávku červenú (*Amanita muscaria*) alebo „dubáky“ (*Boletus* spp.), no väčšina z nás vie, že pod hubami si môžeme predstaviť oveľa väčšiu skupinu druhov patriacich do ríše *Fungi*. Ako už bolo spomínané, na Slovensku je zber a následná konzumácia húb vecou „národného záujmu“. Existuje niekoľko štatistík, ktoré poukazujú na množstvo skonzumovaných húb na Slovensku. Jedna, ktorá vychádza zo Štatistického úradu SR uvádza, že v roku 2018 sa na Slovensku skonzumovalo takmer 12 kg „húb a ostatnej zeleniny“ (Štatistický úrad SR, 2019). Tento údaj však nereprezentuje realitu, keďže v sebe zahŕňa aj menej často konzumovanú zeleninu. Druhá, špecifickejšia a detailnejšia štatistika konzumácie húb bola publikovaná v práci Predanócyová a kol. (2023). Údaje v tejto práci boli získané v rámci dotazníkového prieskumu na vzorke 1166 respondentov. Na základe týchto zistení môžeme konštatovať, že priemerný Slováč skonzumuje za rok do 5 kg húb (v akejkol'vek forme).

Už staré kultúry vedeli, že huby sú bohatým zdrojom širokého spektra látok, ktoré mali pozitívny účinok na zdravie, resp. ich využívali na navodenie si rôznych psychických stavov. Tieto zložky používali v tradičnej medicíne, kultúre ale aj v kulinárstve (Vunduk a Biketova, 2023).

Úroveň poznania chemického zloženia húb za posledné dekády rapídne narástla. Existuje nespočetné množstvo vedeckých publikácií, ktoré sa venujú hubám z rôzneho uhla pohľadu. Zvyšujúca sa úroveň analytických možností a sofistikovaných vedeckých prístupov nám ponúka stále presnejšie a detailnejšie informácie, ktoré prispievajú k poznaniu týchto zaujímavých, no stále veľmi málo poznaných organizmov. Odhaduje sa, že huby obsahujú tisíce rôznych látok, pričom je pravdepodobné, že realitu nikdy nezistíme.

Základné úlohy húb (mikroskopických aj makroskopických) v lesných ekosystémoch sú dlhodobo jasné. Ide o tzv. rozkladače, či organizmy, ktoré uzatvárajú kolobeh hmoty v ekosystémoch. V podstate ide o organizmy, ktoré sa živia odumretou alebo odumierajúcou biomasou (saprofity), resp. parazitujú na vyšších rastlinách a sprístupňujú živiny producentom, teda rastlinám. Za posledné obdobie sa spoločествám húb pripisujú aj iné úlohy, ktoré sú ako keby zo *science fiction*. Je dokázané, že samotné telá húb, teda podhubie (mycélium), slúžia ako lesný internet, pomocou ktorého komunikuje veľmi široké spektrum organizmov (hlavne huby a rastliny). Samozrejme, výskum v tejto veci je len v plienkach a potrvá ešte veľmi dlho, kým budeme o tejto problematike vedieť dosť.

Ako už bolo spomenuté, samotným telom húb je podhubie (mycélium), ktoré zaberá podstatne väčšiu plochu ako samotná plodnica. Uvádza sa, že to môže byť aj niekoľko metrov až desiatok metrov štvorcových. Je potrebné si uvedomiť, že to, čo v skutočnosti zbierame, resp. konzumujeme, sú plody, ktoré podhubie vytvára za jediným účelom, a to aby sa huba rozmnožila. Ide o tzv. generatívne (pohlavné) rozmnožovanie prostredníctvom výtrusov (spór). Proces tvorby plodnice je komplikovaný, pričom musia byť splnené špecifické podmienky. Samotná tvorba a existencia plodnice je pomerne rýchly a krátky proces, pričom existenciu plodnice môžeme rátať na dni (5 až 10 dní). Za takýto krátky čas musí mycélium prijať, spracovať a transportovať obrovské množstvo vody a živín, ktoré sú potrebné na výstavbu plodnice, avšak so živinami sa do plodnice dostávajú aj nežiadúce, často zdraviu škodlivé látky (rizikové prvky, perzistentné organické kontaminanty a pod.), ktoré môžu mať negatívny vplyv na zdravie konzumenta.

Väčšina látok, ktoré sa nachádzajú v plodniciach húb majú pre samotnú hubu nejakú funkciu. Najzastúpenejšou látkou v hubách je voda. Zvyšok tvorí široké spektrum látok, ktoré sú zaujímavé aj z pohľadu výživy konzumenta. Ide o aminokyseliny, bielkoviny, sacharidy, tuky, vitamíny, aromatické látky a iné bioaktívne látky s dokázaným pozitívnym vplyvom na zdravie. Ale v plodniciach húb sa nachádzajú aj látky, ktoré predstavujú riziko pre konzumentov. Toxické a potenciálne toxické prvky (huby ich prijímajú vo veľkých množstvách), jedy charakteristické pre niektoré druhy, resp. rody húb, ťažko stráviteľné látky, ktoré spôsobujú tráviace problémy pri osobách citlivých na tieto látky a podobne. No netreba zabúdať, že huby sú málo údržnou komoditou (Kalač, 2008), čo zvyšuje riziko vzniku tzv. sekundárnych metabolitov, hlavne v procese pozberového spracovania a skladovania. Ide o látky, ktoré vznikajú ako rozkladné produkty aminokyselín, bielkovín a podobne.

Hlavným cieľom tohto článku je poukázať na fakt, že huby sú výživovo zaujímavou potravinou s obrovským potenciálom, avšak je potrebné si uvedomiť, že pri konzumácii týchto plodov je na mieste maximálna obozretnosť, lebo stačí relatívne málo a problém je na svete.

CHEMICKÉ ZLOŽENIE HÚB

Ako už bolo spomenuté, tak huby sú charakteristické svojim chemickým zložením. Ide o široké spektrum látok s dokázaným pozitívnym ale aj negatívnym vplyvom na zdravie konzumenta. V nasledujúcich kapitolách budú v skratke popísané základné obsahové zložky (voda, sacharidy, bielkoviny, tuky, chemické prvky a podobne), ale budem sa venovať aj minoritným zložkám, pre ktoré sú huby také cenené, no zároveň aj nebezpečné.

Voda

Huby sú charakteristické pomerne vysokým obsahom vody (resp. nízkym obsahom sušiny). Práve tento charakteristický parameter zaraďuje huby medzi málo údržné komodity, čo znamená, že po zbere sú tieto plody náchylné na prítomnosť nežiadúcich mikroorganizmov, priebeh degradačných biochemických (enzymatických), resp. chemických (neenzymatických) reakcií, hlavne tých, ktorých výsledkom je vznik zdraviu škodlivých látok.

Obsah vody sa vo všeobecnosti pohybuje v intervale 85 – 95 % (Árvay a kol., 2014; Kalač 2009; 2010), pričom zvyšok hmoty predstavuje sušina. Samozrejme, že tieto hodnoty nie sú striktne ohraničené. Na obsah vody vo veľkej miere vplýva druhová príslušnosť a environmentálne faktory. Keďže obsah látok, ktoré sa nachádzajú v sušine je často vyjadrovaný v mg na kilogram suchej alebo čerstvej (mokrej) hmoty, tak si stačí zapamätať, že pomer vody a sušiny je 9:1 (Kalač 2008).

Voda v hubách (ale aj v iných potravinách) sa nachádza v rôznych formách, pričom to, v akej forme sa v hubách vyskytuje, je ovplyvnené úrovňou viazania vody a ľahkosťou, akou je možné ju z húb odstrániť. Základné delenie je nasledovné:

- **Voľná** – 90 % (odstrániteľná bežným sušením)
- **Viazaná** – 10 % (neodstrániteľná, resp. ťažko odstrániteľná – chemicky viazaná na zložky). Viazanú vodu môžeme rozdeliť na **vlastnú viazanú**, ktorá je súčasťou bielkovín a polysacharidov. Je možné ju odstrániť, avšak v takom prípade dochádza k denaturácii bielkovín. Druhou skupinou je voda **imobilizovaná** a túto vodu je možné odstrániť iba účinným sušením, resp. vymrazovaním – lyofilizáciou).

Obsah vody sa v hubách významne mení aj počas kulinárskych úprav. Počas krátkého povarenia vo vriacej vode dôjde k poklesu hmotnosti (hlavne vody) v rozsahu 10 – 30 %, v závislosti od druhu. V prípade sušených húb môžeme hovoriť o hygroskopickosti. Je to vlastnosť, pri ktorej sušené huby prijímajú z okolitého prostredia vodu. Ďalšou charakteristickou vlastnosťou húb je príjem veľkého množstva vody po namočení. Je to spôsobené charakteristickým zložením sušiny húb, keďže obsahuje pomerne veľa bielkovín a polysacharidov (Kalač, 2018) v závislosti od druhu.

Chemické zloženie sušiny húb

Aj keď je obsah sušiny v hubách pomerne nízky (5 – 15 %), nachádzajú sa v nej všetky biologicky a nutrične významné látky. Jednotlivé zložky sušiny je možné rozdeliť rôznymi spôsobmi, pričom z pohľadu obsahu energie je zaujímavé delenie na zložky energetické (sacharidy, tuky, bielkoviny, resp. dusíkaté látky) a neenergetické (vitamíny, minerálne látky, vláknina a podobne). Vzhľadom k tomu, že huby vo všeobecnosti obsahujú veľmi malé množstvo

tukov, resp. celkový obsah sušiny je veľmi nízky, tak huby sú vo všeobecnosti potravinou neenergetickou (86 – 155 kJ) a teda potravinou vhodnou pre rôzne diéty, resp. nízkoenergetické stravovanie, čo je v súčasnosti, keď sa obezita radí medzi novodobé epidémie, pozitívom (Fulgoni a Agarwal, 2021). Medzi základné zložky sušiny húb patria:

- **Aminokyseliny, peptidy, bielkoviny (resp. dusíkaté látky)**
- **Sacharidy**
- **Lipidy**
- **Minerálne látky**
- **Vitamíny**
- **Aromatické látky a farbivá**
- **Iné minoritné látky**
- **Zdraviu škodlivé látky**

Aminokyseliny, peptidy, bielkoviny a iné dusíkaté látky

Bielkoviny sú neodmysliteľnou súčasťou živej hmoty. Tvoria základný pilier (spolu so sacharidmi a lipidmi) pre správne fungovanie každého živého organizmu. Bielkoviny sú makromolekulové látky, ktoré sú charakteristické komplikovanou molekulovou štruktúrou, pričom základnými stavebnými jednotkami sú aminokyseliny.

Aminokyseliny (AMK) sú dusíkaté látky, ktorých štruktúra a využitie je nepredstaviteľné. V súčasnosti je známych viac ako 700 aminokyselín, ktoré v živej prírode plnia rôzne úlohy. Na základe nových výskumov poznáme 22 proteinogénnych AMK, teda takých, ktoré sú nevyhnutné pre tvorbu väčšiny bielkovín a z toho 8 je esenciálnych, teda takých, ktoré si ľudský organizmus nedokáže vytvoriť a teda ich musí prijať potravou. Ide o leucín, valín, izoleucín, treonín, metionín, lyzín, fenylalanín a triptofán. V hubách vo všeobecnosti prevládajú bielkoviny, pričom obsah voľných AMK a peptidov je nízky. Tieto nebielkovinové dusíkaté látky plnia v hubách (ale aj v iných organizmoch) široké spektrum úloh, od pozitívnych až po tie negatívne (škodlivé). Veľká skupina húb spolu s potravinami živočíšneho pôvodu sú charakteristické obsahom všetkých esenciálnych aminokyselín (Diez a Alvarez, 2001).

Rastliny a huby si dokážu základné AMK syntetizovať, avšak živočíchy nie, a teda ich musia prijať potravou. Ktorákoľvek z AMK sa môže stať limitujúcou, čo znamená, že tvorba bielkovín a peptidov je pozastavená do doby, kým nebude nedostatková AMK doplnená stravou. Tieto AMK majú nutričný význam. Avšak existujú aj AMK, resp. peptidy, ktoré označujeme ako antinutričné, teda znižujúce výživovú hodnotu húb, ba dokonca toxické (jedy húb).

Obsah dusíkatých látok (označovaného aj hrubý proteín, resp. N-látky) v bežne zbieraných hubách je pomerne široký. Priemerný obsah týchto látok sa pohybuje na úrovni približne 33 %. Podľa zistení Vettera (1993) je možné konštatovať, že zo 47 druhov bežne zbieraných húb v strednej Európe, je kuriatko jedlé (*Cantharellus cibarius*) charakteristické najnižším obsahom N-látok, a to na úrovni 18,7 %. Približne dvojnásobné koncentrácie boli zaznamenané v hríbe smrekovom (*Boletus edulis*). V tabuľke 1 uvádzam priemerné hodnoty hrubého proteínu v rôznych druhoch bežne zbieraných húb.

Tabuľka 1 Obsah hrubého proteínu vo vybraných druhoch jedlých húb

Slovenský názov	Latinský názov	Hrubý proteín [% sušiny]	Zdroj
Pečiarka ovčia	<i>Agaricus arvensis</i>	56,3	Baros a kol. (2007)
Muchotrávka červenkastá	<i>Amanita rubescens</i>	26,0	Ouzouni a Riganakos (2007)
Hríb smrekový	<i>Boletus edulis</i>	36,9	Beluhan a Ranogajec (2011)
Rídzik pravý	<i>Lactarius deliciosus</i>	20,2	Akata a kol. (2012)
Bedľa vysoká	<i>Macrolepiota procera</i>	23,9	Ouzouni a Riganakos (2007)
Smrčok jedlý	<i>Morchella exculenta</i>	11,5	Heleno a kol. (2013)
Hliva ustricovitá	<i>Pleurotus ostreatus</i>	21,4	Ouzouni a Riganakos (2007)

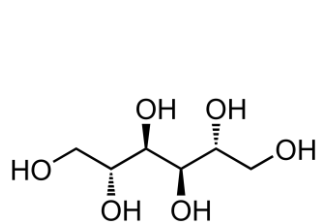
Sacharidy

Sacharidy tvoria najväčšiu časť sušiny húb. Z chemického hľadiska patria sacharidy medzi látky označované ako polyhydroxyaldehydy a polyhydroxyketóny, ktoré obsahujú minimálne 3 atómy uhlíka. Z pohľadu počtu atómov uhlíka rozdeľujeme sacharidy na:

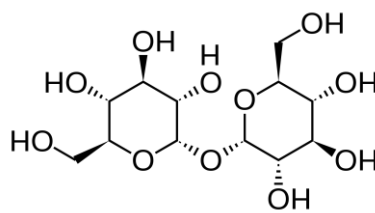
- **Monosacharidy:** najčastejšie sú tvorené 5 – pentózy, či 6 – hexózy atómami uhlíka. Podľa funkčnej skupiny na aldózy (ribóza, arabinóza, glukóza, galaktóza a manóza) a ketózy (fruktóza). Od tejto skupiny látok sa odvodzujú aj ich deriváty, hlavne estery, aminosacharidy a alkoholické cukry).
- **Oligosacharidy:** sú tvorené 2 – 10 molekulami monosacharidov. Najznámejšími oligosacharidmi sú sacharóza, laktóza a maltóza. V hubách je to hlavne trehalóza.
- **Polysacharidy (glykány):** ide o bohatú skupinu látok, ktoré môžeme rozdeliť na zásobné (škrob, glykogén a inulín) a stavebné (celulóza, hemicelulóza, pektíny, ktoré tvoria vláknu húb; a chitín, ktorý je charakteristický pre huby). Patria sem aj glukány, ktoré patria medzi zlúčeniny s dokázanými pozitívnymi účinkami na ľudské zdravie.
- **Zložené sacharidy:** patria sem glykozidy, glykolipidy, glykoproteíny a nukleové kyseliny.

Monosacharidy a disacharidy, bežne označované ako cukry, sú látky rozpustné vo vode a zodpovedajú za sladkú chuť. Ich obsah v sušine húb sa pohybuje v intervale 5 – 25 % (Kalač, 2016). Sú to ľahko stráviteľné látky, ktoré majú energetickú povahu. V sušine húb predstavuje podstatnú časť glukóza, pričom v procese skladovania čerstvých húb jej obsah výrazne klesá, avšak aj napriek tomu je jej obsah nízky. Pre huby (v porovnaní s inými organizmami) je charakteristická trehalóza, čo je disacharid zložený z dvoch molekúl glukózy. Jej obsah sa v hubách pohybuje na úrovni desiatín až jednotiek percenta (Tsai a kol., 2007). Významnou zložkou v hubách je cukorný alkohol – manitol. Je to zlúčenina, ktorá v hubách plní úlohu objemového rastu plodnice a zároveň spolu so stavebnými polysacharidmi spevňuje samotnú plodnicu (hlavne stopku) (Barros a kol., 2007). Priemerný obsah tejto látky v sušine húb je variabilný (v závislosti od druhu a vývojového štádia huby), pričom sa pohyboval v intervale 1 – 26 %, avšak jeho príjem do organizmu je pomerne slabý a neovplyvňuje glykémiu organizmu.

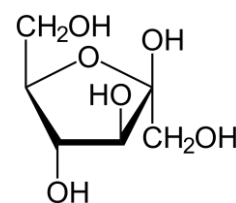
Huby sú organizmy, ktoré majú so živočíchmi viac spoločné ako rastliny. Jednou z týchto vecí je glykogén. Je to polysacharid, ktorý plní v hubách zásobnú funkciu. Je tvorený molekulami glukózy. Jeho obsah v sušine húb je 5 – 10 % (Dikeman a kol., 2005). Z pohľadu rastu plodníc, resp. energetického fungovania celej huby sa ako významné zdroje energie javia trehalóza a glykogén. Percentuálne zastúpenie cukrov a manitolu vo vybraných druhoch húb je znázornený v tabuľke 2.



Manitol



Trehalóza



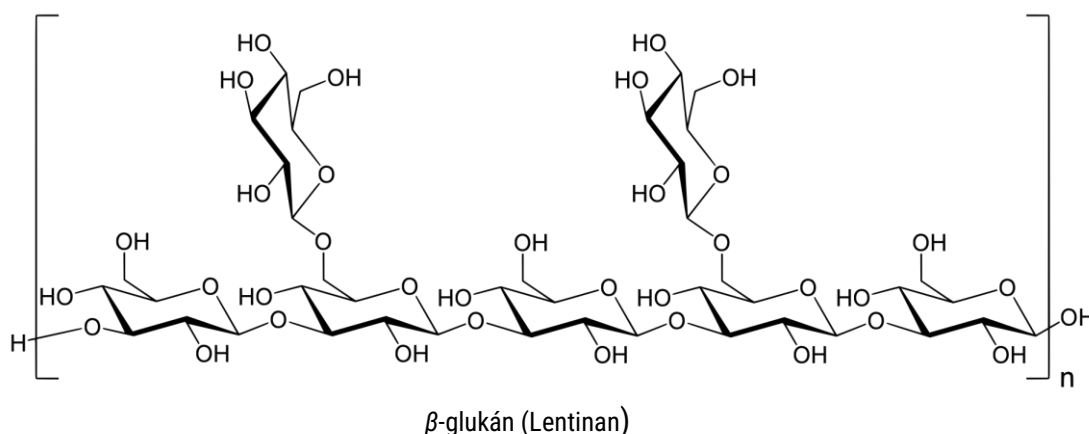
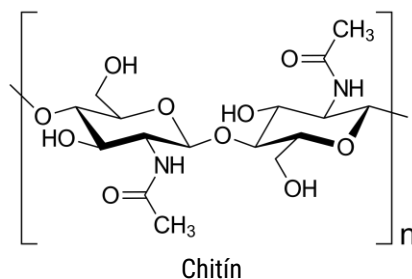
Fruktóza

Tabuľka 2 Obsah sacharidov a manitolu v hubách (% sušiny)

Slovenský názov	Latinský názov	Fruktóza	Trehalóza	Manitol	Σ	Zdroj
Pečiarka ovčia	<i>A. arvensis</i>	-	0,40	6,50	6,90	Baros a kol. (2007)
Kuriatko jedlé	<i>C. cibarius</i>	-	11,2	13,9	25,1	Barros a kol. (2008)
Hrúb smrekový	<i>B. edulis</i>	-	12,4	2,45	14,9	Heleno a kol. (2011)
Rýdzik pravý	<i>L. deliciosus</i>	0,18	1,40	12,0	-	Fernandez a kol. (2013)
Bedľa vysoká	<i>M. procera</i>	0,18	9,10	5,20	15,7	Fernandez a kol. (2013)
Smrčok jedlý	<i>M. exculenta</i>	-	5,34	1,08	6,42	Heleno a kol. (2013)
Hliva ustricovitá	<i>P. ostreatus</i>	-	0,30	0,54	4,97	Ouzouni a Riganakos (2007)

Ďalšou významnou skupinou sacharidov húb sú stavebné polysacharidy. Ide o zlúčeniny, ktoré sú základnou zložkou bunkových stien húb, čo predstavuje 80 – 90 % sušiny. Z výživového hľadiska ide o látky, ktoré nemajú výživový potenciál, práve naopak, znižujú využiteľnosť niektorých látok (vitamíny, minerálne látky a pod.). Základným stavebným polysacharidom húb je chitín. Ide o látku, ktorá sa v rastlinách nevyskytuje, avšak je typická pre živočíchy s vonkajšou kostrou. Chitín je vo vode nerozpustná látka. Jeho obsah v plodniciach je na úrovni 1 – 10 %, pričom vyššie koncentrácie sú v stopke (hlúbiku) ako v klobúku (Vetter, 2007). Chitín je nestráviteľnou zložkou sušiny húb a spolu s ďalšími látkami tvorí tzv. nerozpustnú vlákninu, ktorá v súčasnosti hrá významnú úlohu v zdravej výžive, keďže významne znižuje príjem cholesterolu a teda znižuje riziko srdcovo-cievnych komplikácií.

V poslednej dobe hrajú vo výžive, zdraví a zdravom životnom štýle významnú úlohu glukány. Ide o makromolekulové zlúčeniny, ktorých základnou stavebnou jednotkou je glukóza, ktorá je navzájom spájanou glykozidickými väzbami. V závislosti od pôvodu (zdroja) ide o väzby 1→3 a 1→4 (obilniny), pričom pre huby a kvasinky sú špecifické väzby 1→3 a 1→6. Z pohľadu pozitívneho zdravotného vplyvu sú zaujímavé hlavne tzv. β-glukány. Ide o variabilné štruktúry, ktoré sa priestorovo a chemicky odlišujú v závislosti od druhu huby, z akej pochádzajú. Z tejto variability vychádza aj ich zdravotný účinok, ktorý spočíva v posilňovaní imunity, znižovaní krvného tlaku, potláčaní rastu škodlivých baktérií v tráviacom trakte a majú taktiež dokázané antikarcinogénne účinky. Medzi takéto látky patria: ganopoly (*Genoderma lucidum*), lentinan (*Lentinula edodes*), pleuran (*Pleurotus ostreatus*). Za zaujímavosť stojí fakt, že pestovaná huba pečiarka dvojvýtrusná (*A. bisporus*) obsahuje iba 20 mg/100 g, avšak hliva ustricovitá (*P. ostreatus*) a pravé hriby, ako napríklad hrúb smrekový (*B. edulis*) a hrúb dubový (*B. reticulatus*) obsahujú až 1200 – 2000 mg/100 g. Na obsah β-glukánov má výrazný vplyv tepelné spracovanie, pričom sa uvádza, že krátke povarenie sušených húb znižuje ich obsah zhruba o tretinu a v prípade mrazených až o tri štvrtiny (Manzi a kol., 2004).



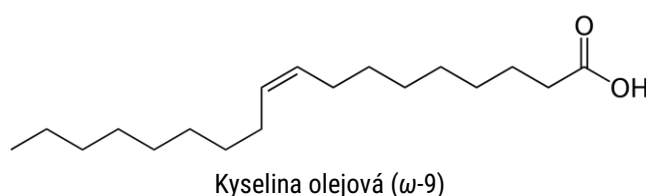
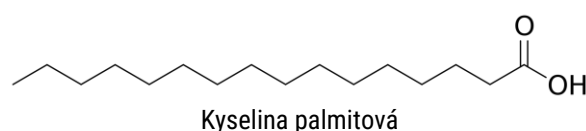
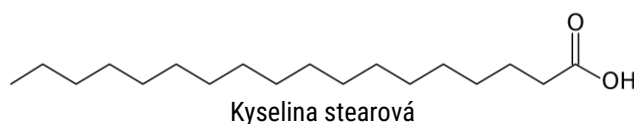
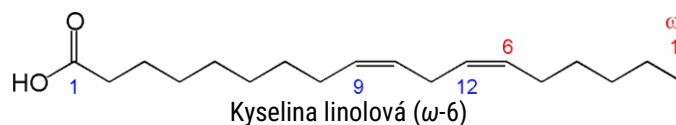
Lipidy

Do tejto skupiny látok môžeme zaradiť pomerne veľa zlúčenín, ktoré sú charakteristické rôznou chemickou štruktúrou a aj rôznymi biologickými úlohami. Patria sem voľné mastné kyseliny, mono-, di-, triglyceridy, steroly, estery a fosfolipidy. Základnou skupinou lipidov sú triacylglyceroly, čo sú zlúčeniny, obsahujúce trojsýtny alkohol – glycerol a tri mastné kyseliny spojené esterovou väzbou. Z pohľadu výživy sú tieto zlúčeniny veľmi dôležité, pričom mastné kyseliny, ktoré sú naviazané sú nevyhnutné pre správne fungovanie organizmu na rôznych úrovniach.

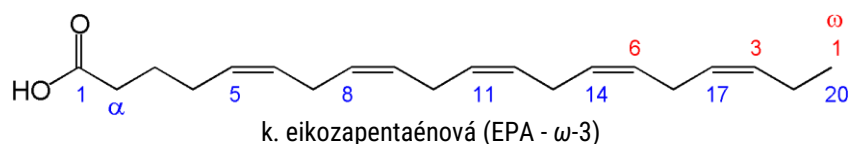
Celkový obsah lipidov v hubách je pomerne malý. Vo všeobecnosti sa pohybuje do 10 %, avšak existujú výnimky, akými sú napríklad pečiarica dvojvýtrusná (*A. bisporus*), ktorá obsahuje viac ako 23 %, alebo kuriatko jedlé (*C. cibarius*) s obsahom viac ako 28 %. Obsah lipidov v hubách je teda rôznorodý a závislí od množstva faktorov.

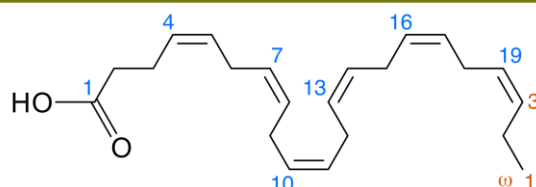
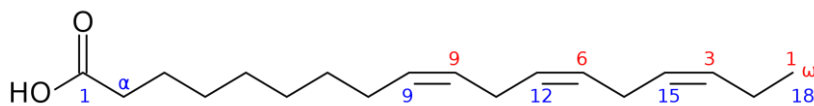
Ako bolo spomenuté, huby patria medzi nízkoenergetické potraviny. No aj napriek tomu sú charakteristické pomerne vysokým obsahom mastných kyselín (MK), ktoré sú pre správne fungovanie organizmu nevyhnutné. V závislosti od druhového zastúpenia bolo v plodniciach identifikovaných viac ako 40 rôznych MK. Z celkového obsahu týchto zlúčenín tvoria polynenasýtené MK (50 – 80 %), mononenasýtené MK (7 – 26 %) a nasýtené MK (10 – 30 %). Mastné kyseliny, ktoré obsahujú vo svojej štruktúre aspoň jednu násobnú väzbu označujeme ako nenasýtené. Takéto MK sú pre ľudský organizmus nevyhnutné a označujeme ich ako esenciálne (ω -3), čo znamená, že ľudské telo si ich nedokáže vyrobiť samo a musí ich prijať potravou. Polynenasýtené MK sú integrálnou súčasťou bunkových membrán, pričom ich nedostatok významne vplyva na elasticitu a priechodnosť bunkových membrán. Huby, v porovnaní so živočíšnymi tukmi obsahujú oveľa viac nenasýtených MK (hlavne ω -3 a ω -6), čo definuje huby ako zdravú potravinu (Bell a kol., 2022). Prevládajúcou mastnou kyselinou je kyselina linolová,

polynenasýtená MK, ktorá predstavuje 50 – 80 % z celkového obsahu MK v hubách. Ďalšími sú k. palmitová, k. olejová a k. stearová.



Percentuálne zastúpenie mastných kyselín vo vybraných druhoch húb je znázornené v tabuľke 3. Z pohľadu zdravia konzumenta, resp. z pohľadu zdravého životného štýlu je dôležitý obsah mono- a polynenasýtených mastných kyselín. Úlohy týchto zlúčenín v ľudskom organizme sú dôležité a navyše, ako už bolo spomenuté, v prípade ω -3 MK ide o esenciálne zlúčeniny. Zatiaľ čo ω -3 MK sú nevyhnutné pre správne fungovanie bunkových membrán, mozgu a srdcovo-cievneho systému, ω -6 mastné kyseliny plnia primárne funkciu energetickú, resp. sa podieľajú na syntéze ω -3 MK. Z toho dôvodu sa zaviedol parameter ω -6/ ω -3, ktorého úlohou je hodnotiť obsah relevantných mastných kyselín z pohľadu ich vplyvu na správne fungovanie ľudského organizmu. Medzi najrelevantnejšie ω -3 MK patria k. eikozapentaénová (EPA), k. dokozahexaénová (DHA) a α -linolénová (ALA). Obidve skupiny látok sú nevyhnutné pre tvorbu tzv. eikozanoidov, čo sú signálne látky, ktoré majú rôzne úlohy súvisiace so zápalom a zrážaním krvi (Hardwick a kol., 2013). Napriek tomu existujú štúdie, ktoré poukazujú na to, že zvýšené množstvo ω -6 MK znižuje priaznivé účinky ω -3 MK (Simopoluos, 2006). Preto je správny pomer ω -6/ ω -3 dôležitý pre správne fungovanie organizmu. Na záver treba poznamenať, že optimálna hodnota tohto ukazovateľa je na úrovni 1:1 – 2:1, čo znamená, že pomer týchto dvoch skupín mastných kyselín je vyvážený a prospešný pre správne fungovanie organizmu (Chajes a Bougnoux, 2003).



k. dokozahexaénová (DHA - ω -3)k. alfa-linolénová (ALA - ω -3)

Do skupiny lipidov patria zlúčeniny s nepolárnym charakterom. Ide o skupinu látok, ktoré plnia významné biologické funkcie (vitamíny a ich prekursor, niektoré farbivá, aromatické látky a steroly). Z pohľadu výživy ľudí je množstvo týchto látok zaujímavých, a to hlavne pre ich významné antioxidačné vlastnosti, no o nich budem písať v nasledujúcich kapitolách.

V tejto časti ale spomeniem steroly. Ide o látky, ktoré sa delia podľa pôvodu, a to na zoosteroly, fytosteroly a mykosteroly. Posledné menované sú látky, ktoré sú charakteristické pre kvasinky, plesne a vyššie huby. Z pohľadu húb je najzaujímavejší ergosterol. Ide o prekursor vitamínu D₂ (ergokalciferolu), čo je analógom vitamínu D₃ (cholecalciferolu), formy vitamínu D, nachádzajúci sa iba v živočíchoch, z čoho vyplýva, že huby sú jediným neživočíšnym zdrojom tohto vitamínu. Viac informácií k tomuto vitamínu bude uvedených v kapitole vitamíny a ich prekursor.

Minerálne látky

Minerálne látky patria k dôležitým zložkám sušiny húb, resp. popola húb. Existuje veľké množstvo prác, ktoré uvádzajú celkové obsahy sledovaných prvkov, avšak z pohľadu výživy, teda prijateľnosti prvkov, čo súvisí s chemickou formou prvkov v plodniciach, je málo. Všeobecne je pravdepodobné, že využiteľnosť prvkov z húb bude obmedzená, z dôvodu vysokého obsahu makromolekulových látok, hlavne chitínu. Vo všeobecnosti je potrebné konštatovať, že huby patria medzi organizmy, ktoré sú schopné v plodniciach (ale aj v myceliu kumulovať významné koncentrácie prvkov, v závislosti od množstva faktorov (fyziologické, environmentálne a pod.), čo môže hlavne v prípade rizikových prvkov predstavovať riziko negatívneho vplyvu na zdravie konzumenta. Podľa ich obsahu delíme chemické prvky na:

- **Majoritné:** Na, K, Ca, Mg, P, Cl a S
- **Minoritné (stopové):** As, Cr, Co, Mn, Cu, Ni, Se, Fe, Zn a iné

Majoritné prvky sú tie, ktorých obsah v sušine húb je väčší ako 50 mg/kg. Ide o prvky, ktoré sa zúčastňujú na dôležitých biochemických pochodoch, ktoré v hube prebiehajú. Jeden z takýchto prvkov je sodík (Na). Ide o prvok, ktorého obsah v hubách je v intervale 100 – 400 mg/kg. Samozrejme, že existujú prípady, kedy sa obsah Na vyskytoval aj na úrovni tisícok mg/kg. Draslík (K) je v hubách najzastúpenejší prvok, avšak jeho obsah je významne závislý od druhu huby. Jeho obsah sa bežne pohybuje na úrovni jednotiek percent a z biologického hľadiska sa podieľa na ovplyvňovaní svalovej aktivity a podobne ako sodík, ovplyvňuje homeostázu. Typickou úlohou vápnika (Ca) v hubách, resp. aj v iných živých organizmoch je úloha stavebná. Obsah vápnika je

v hubách pomerne nízky, v porovnaní s väčšinou druhou zeleniny a teda príjme tohto prvku konzumáciou húb je zanedbateľný. Horčík (Mg) plní v metabolizme človeka množstvo významných funkcií (energetické pochody, správne fungovanie nervového systému a pod.). Huby horčík takmer vôbec nekumulujú, čo znamená, že obsah Mg v substráte, na ktorom huby rastú je vyšší ako v samotnej hube (bioexklúdujú).

Huby patria medzi organizmy, ktoré dokážu vo veľkej miere prijímať pomerne veľké množstvá rôznych prvkov (no nie len tie). Z tohto pohľadu je potrebné brať zreteľ na túto vlastnosť, a to hlavne pre mikroprvky. Táto skupina prvkov, kam patria ako esenciálne tak aj potenciálne toxické a toxické prvky, môže predstavovať potenciálne riziko z pohľadu konzumenta a to hlavne v prípade pravidelnej a dlhodobej konzumácie. Občasná konzumácia húb, ktoré obsahujú zvýšené ale aj extrémne vysoké koncentrácie týchto prvkov nevytvára riziko akútnej otravy, hlavne pri prvkoch s dokázaným negatívnym vplyvom na zdravie konzumenta, ako je ortuť (Hg), arzén (As), kadmium (Cd) a olovo (Pb).

Tabuľka 3 Orientačný obsah vybraných makro- a mikroprvkov v hubách z nekontaminovaných oblastí (Kalač, 2016)

Prvok	Koncentrácia (mg/kg sušiny)
Sodík (Na)	100 – 400
Draslík (K)	20000 – 40000
Vápnik (Ca)	200 – 1000
Horčík (Mg)	800 – 1800
Fosfor (P)	5000 – 10000
Síra (S)	1000 – 3000
Chlór (Cl)	1000 – 6000
Hliník (Al)	50 – 200
Arzén (As)	menej ako 1
Kadmium (Cd)	0,5 – 5,0
Chróom (Cr)	0,5 – 5,0
Meď (Cu)	20 – 70
Olovo (Pb)	1,0 – 5,0
Nikel (Ni)	0,5 – 5,0
Ortuť (Hg)	menej ako 0,5 – 5,0

Samozrejme, sú tu aj esenciálne stopové prvky, akými sú napríklad meď (Cu), zinok (Zn), chróm (Cr) a podobne, ktoré sú nevyhnutné pre správne fungovanie ľudského organizmu. Avšak platí pravidlo „všetkého veľa škodí“, čo znamená, že zvýšené koncentrácie týchto prvkov môžu za istých okolností vytvárať riziko. Treba si uvedomiť, že huby nerozlišujú prvky ako také. Príkladom je draslík, ktorý je aj pre huby esenciálnym prvkom, no z pohľadu formy tohto prvku stojí za zmienku izotop ^{40}K . Ide o prirodzený izotop (β -žiarič), ktorý z pohľadu prirodzene vysokého obsahu draslíka v spojitosti s konzumáciou húb môže za istých okolností predstavovať riziko vnútrotelového ožiarenia. Podobne je to aj pri iných prvkoch, kde nie je podstatný celkový obsah daného prvku, ale jeho chemická forma, teda či je viazaný na niektorú inú látku (aminokyselina alebo bielkovina), alebo ide o soľ daného rizikového prvku, resp. v akom je oxidačnom stave.

Každopádne, na záver tejto časti je potrebné poznamenať, že aj v prípade zvýšenej dlhodobej konzumácie húb nie je nevyhnutné sa obávať poškodenia zdravia, ak nekonzumujete huby zbierané v rizikových oblastiach, akými sú priemyselné oblasti, oblasti s historickou banskou a kovospracujúcou minulosťou alebo oblasti nachádzajúce sa v intravilánoch miest. Rizikové

prvky (hlavne ťažké kovy) patria medzi kumulatívne substancie, čo znamená, že sa ukladajú v rôznych orgánoch (pečeň, obličky, nervové tkanivo a tukové tkanivo) a teda môžu predstavovať riziko tzv. sekundárnej otravy.

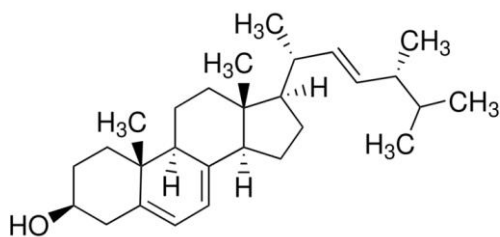
Vitamíny a ich prekurzory

Vitamíny patria vo všeobecnosti medzi minoritné zložky húb, avšak obsah niektorých z nich v porovnaní s inými zdrojmi, nie je zanedbateľný. Základné rozdelenie vitamínov rozlišujeme podľa ich rozpustnosti vo vode (hydrofilné – vodorozpustné) a v tukoch (lipofilné).

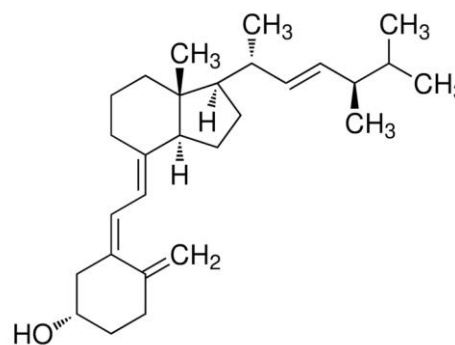
Huby obsahujú takmer všetky bežne sa vyskytujúce vitamíny, avšak ich obsah nie je z pohľadu výživy zaujímavý. Napríklad, obsah kyseliny L-askorbovej (vitamínu C) sa pohybuje na úrovni 100 – 400 mg/kg čerstvej hmoty, čo je porovnateľné napríklad sa jablkami alebo zemiakmi. No v porovnaní s paprikou, resp. bežnou zeleninou je nevýznamný. Navyše, hovoríme o čerstvej hmote, pričom čerstvé huby sa nekonzumujú (vždy sú buď tepelne upravené alebo sušené, či mrazené), a teda vyššie uvádzané obsahy vitamínu C sú vo výslednom jedle významne znížené, keďže je vitamín C (a aj väčšina vitamínov) tepelne nestabilná. Podobne je to aj pri vitamínoch skupiny B, kde huby nie sú významným zdrojom týchto vitamínov.

Za zmienku stojí len vitamín D (ergokalciferol, D₂), resp. jeho prekurzor – ergosterol. Huby sú významným zdrojom tohto vitamínu, keďže pokrývajú celodennú potrebu ľudského organizmu (Phillips a kol., 2011). Navyše, ako už bolo spomenuté, huby sú jediným neživočíšnym zdrojom tohto vitamínu, resp. jeho prekurzoru.

Ergosterol tvorí v hubách 60 – 70 % celkového obsahu sterolov. Obsah ergosterolu je všeobecne vyšší v pestovaných hubách ako v hubách divorastúcich, avšak podmienky pestovania húb neumožňujú jeho účinnú premenu na vitamín D₂. Existujú však štúdie, v ktorých sa uvádza, že ožarovanie plodníc pestovaných húb UV-C žiarením významne zvýšilo premenu ergosterolu na ergokalciferol (Teichmann a kol., 2007). Ďalším sterolom typickým pre huby je fungisterol. Z vitamínov skupiny D stojí za zmienku 22-dihydroergokalciferol (vitamín D₄), ktorý sa bežne vyskytuje v pestovaných ale aj divorastúcich hubách, no jeho obsah je výrazne nižší ako obsah ergosterolu (Phillips a kol., 2012). Obsah mykosterolov a vitamínu D₂ v hubách je uvedený v tabuľke 4.



Ergosterol (provitamín)

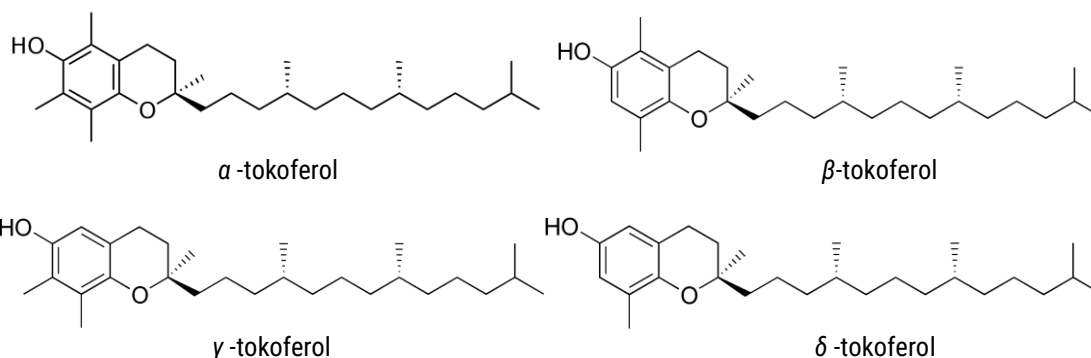


Ergokalciferol (vitamín D₂)

Tabuľka 4 Obsah mykosterolov a vitamínu D₂ v hubách v mg/kg sušiny

Slovenský názov	Latisný názov	Ergosterol	Fungisterol	Vitamín D ₂	Zdroj
Pečiarka dvojvýtrusná	<i>A. bisporus</i>	654	25,8	12,6	Mattila a kol. (2002)
Hliva ustricovitá	<i>P. ostreatus</i>	674	17,6	6,90	Mattila a kol. (2002)
Hríb smrekový	<i>B. edulis</i>	489	-	-	Teichmann a kol. (2007)
Kuriatko jedlé	<i>C. cibarius</i>	304	-	-	Teichmann a kol. (2007)
Masliak zrnitý	<i>S. granulatus</i>	702	80,0	-	Senatore a kol. (1988)

Zo skupiny vitamínov v tukoch rozpustných je zaujímavý ešte vitamín E a jeho prekursor. Pod vitamínom E si môžeme predstaviť skupinu látok, ktoré nazývame tokoferoly. Ide o osem zlúčenín, a to α -, β -, γ -, δ - tokoferoly a α -, β -, γ -, δ - tokotrienoly. Vitamín E patrí medzi efektívne antioxidanty pôsobiace vitamíny, pričom v ľudskom tele plní dôležité ochranné úlohy na úrovni bunkových membrán a zabraňuje oxidácii lipidov. Pre správne fungovanie organizmu je odporúčaná denná dávka na úrovni 20 – 30 mg. Orientačné obsahy vitamínu E (resp. sumy jednotlivých zlúčenín označujúce ako vitamín E) sa v závislosti od druhu pohybujú na úrovni desiatok až stoviek mikrogramov na kilogram sušiny (Fernandes a kol., 2015; Heleno a kol., 2011).



Aromatické látky a farbivá

Asi mi dá každý za pravdu, keď uvediem, že zber a konzumácia húb je vo veľkej miere odôvodnená aj senzorickým, a hlavne vonným pohľadom na tieto organizmy (potraviny). Charakteristická vôňa, resp. farba čerstvých ale hlavne sušených húb vo veľkej miere vplýva na akceptovateľnosť konzumácie húb. Je preto zaujímavé vedieť, aké látky sa v hubách nachádzajú a teda vplývajú na motiváciu zberačov, resp. konzumentov.

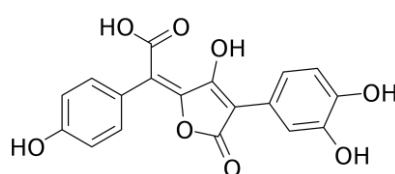
Na vôňu a farbu húb má vplyv veľké množstvo látok, ktorých obsah je závislý od množstva faktorov (druhy, životné prostredie, spôsob pestovania a pod.). Vplyv na výslednú vôňu tej ktorej huby má vždy viac látok, pričom z tejto zostavy vždy jedna, možno dve prevládajú. Napríklad v šampiňóne (*A. bisporus*) bolo identifikovaných až 150 látok, ktoré majú vplyv na výslednú vôňu (Kalač, 1998). Látky, ktoré vplývajú na výslednú arómu huby delíme na prchavé a neprchavé, pričom prchavé látky môžeme rozdeliť na nasledovné podskupiny:

- Oktán a oktén, resp. ich deriváty
- Terpény
- Benzaldehyd a jeho deriváty
- Sírne zlúčeniny
- Iné

Zlúčeniny, ktoré zodpovedajú za farebnosť plodníc (pigmenty), resp. za farebné zmeny pri mechanickom poškodení plodníc (modranie) alebo počas spracovania, reprezentujú širokú škálu látok. Platí všeobecné pravidlo, že farebnosť plodníc je pestrejšia, ak plodnice rastú na tienistých miestach. Pokiaľ sa huby nachádzajú na svetlých stanovištiach, tak ich farba je obmedzená na odtiene bielej a hnedej.

Medzi základné farbivá húb patria karotenoidy, ktoré spôsobujú odtiene žltej, oranžovej a červenej, avšak vo svete húb je výskyt tejto skupiny farbív zriedkavý. Typickým predstaviteľom huby, ktorá obsahuje karotenoidy je rod kuriatko (*Cantharellus* spp.), pričom prevládajúcim karotenoidom je β -karotén a v menšej miere vyskytujúce sa lykopén a α -karotén (Velíšek a Cejpek, 2011). Chlorofyly a antokyány sa v hubách nevyskytujú.

Zaujímavou skupinou farbív, resp. látok, ktoré za istých okolností spôsobujú farebné zmeny sú látky zo skupiny chinónov. Ide o látky s rozmanitou chemickou štruktúrou, ktoré sú v plodniciach niektorých rodov húb uložené oddelene od enzýmov. V momente, keď dôjde k poškodeniu pletiva huby, dochádza k oxidačným a enzymatickým reakciám, výsledkom ktorých je farebná zmena. V závislosti od typu chemického prekursoru, úrovne poškodenia pletiva a ostatných faktorov dochádza k vzniku ružových, modrých, hnedých, až čiernych farieb. Napríklad, známe modranie niektorých druhov rodu *Xerocomus* (suchohrúb hnedý – *Imleria badia*; suchohrúb žltomäsový – *Xerocomellus chrisenteron*), resp. niektorých druhov čeľade *Boletaceae* (hrúb modrejúci – *Cyanoboletus pulverulentus*, hrúb zrnitohlúbikový – *Neoboletus luridiformis*) je spôsobené oxidáciou kyseliny xerokomovej. Táto kyselina je červeno-oranžový pigment, pričom spojením dvoch molekúl tejto kyseliny vznikajú pigmenty sklerocitrín, typický pigment pre druhy rodu *Scleroderma* a badión A, resp. norbadión A (čo je pigment charakteristický pre suchohrúb hnedý (*I. badia*)) (Gill a Steglich, 1987). Tieto zmeny sú typické a hlavne prirodzené pre divorastúce druhy. Avšak v prípade pestovaných druhov (šampiňóny) ale aj druhov rodu *Leccinum* spp. ide o negatívum z dôvodu významného znižovania predaja takýchto produktov (v prípade pestovaných druhov). Z toho dôvodu sa v procese balenia, resp. skladovania a prepravy aplikuje oxid siričitý, ktorý prirodzene zabráňuje černaniu redukciou vzniknutých chinónov na bezfarebné produkty. Kondenzáciou, teda spájaním viacerých molekúl chinónov vznikajú makromolekulové štruktúry označované ako melaníny s charakteristickou tmavohnedou až čiernou farbou (Casadeval, 2018).



Kyselina xerokomová

Iné minoritné látky

Ako už bolo spomenuté, huby (mikroskopické aj makroskopické, jedlé aj jedovaté) obsahujú nespočetné množstvo rôznych látok. V rámci celej ríše *Fungi* hovoríme o tisíckach látok. Majoritnou skupinou sú látky spomínané v predošlých podkapitolách, avšak zaujímavou skupinou sú aj minoritné látky. Tieto látky majú na jednej strane významný výživový aspekt, z pohľadu ich konzumácie, no v niektorých prípadoch ide o látky antinutričné, znižujúce výživovú využiteľnosť látok s výživovým potenciálom, resp. ide o látky potenciálne jedovaté až jedovaté, ktoré v krajných prípadoch môžu spôsobiť až smrť. Medzi minoritné látky patria:

- **Karboxylové kyseliny:** (k. jablčná, k. jantárová, k. citrónová, k. benzoová a pod.)
- **Fenolické zlúčeniny:** (flavonoidy, lignany, fenolové kyseliny, lignín a pod.)
- **Biogénne amíny a polyamíny** (spermidín, spermín, agmatín, kadáverín a pod.)
- **Enzýmy**

Zdraviu škodlivé látky

Huby sú zmes obrovského množstva druhov, ktoré obsahuje široké spektrum rôznych látok. V tejto časti spomeniem prirodzene sa vyskytujúce látky, ktoré majú dokázaný negatívny účinok na zdravie konzumenta. Z chemického hľadiska je možné tieto látky rozdeliť do nasledovných skupín (Velíšek, 1999):

- **Toxické aminokyseliny, peptidy a bielkoviny**
- **Toxické amíny, alkaloidy a iné dusíkaté látky**
- **Toxické terpenoidy**

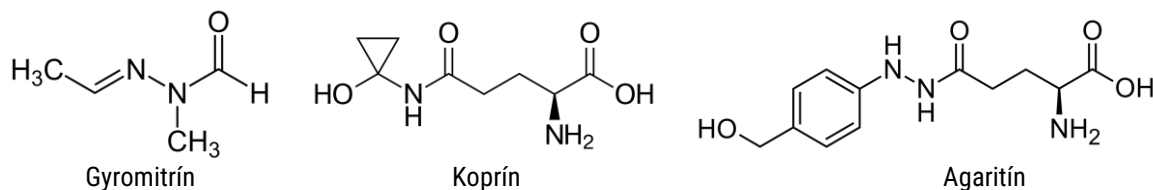
Rozvojom analytických možností, hlavne v druhej polovici 20. storočia sa zvyšovalo povedomie o chemickom zložení húb. Tak ako sa darilo izolovať rôzne zdraviu prospešné látky, tak sa objavovali aj látky, ktorých chemická štruktúra poukazovala na možnú karcinogenitu. Takouto zlúčeninou je napríklad agaritín. Ide o látku, ktorá sama o sebe nie je karcinogénna, avšak premenami v cicavcoch dochádza k vzniku produktov, ktoré už karcinogénne sú. Už z názvu vyplýva, že ide o látku typickú pre druhy rodu *Agaricus* – pečiarke. Len pre zaujímavosť, obsah agaritínu v pestovanej pečiarke dvojvýtrusnej sa pohybuje na úrovni okolo 100 – 200 mg/100 g čerstvej hmoty (Anderson a Gry, 2004). Do tejto skupiny patrí aj gyromitrín, ktorý je typický pre rod ušiak (*Gyromitra*). Zaujímavosťou je latinský názov hlavného predstaviteľa tohto rodu – ušiak obyčajný (*Gyromitra esculenta*), kde druhové meno *esculenta* znamená v preklade jedlý. Avšak je všeobecne známe, že tento druh je jedovatý (Hofrichter, 2017). Oblíbený je hlavne v severských krajinách, kde bolo zadokumentovaných množstvo otráv. Miernou výhodou tejto látky je, že v procese tepelnej úpravy dochádza k nezanedbateľnému zníženiu koncentrácie, avšak varenie musí byť tzv. atmosférické (nie tlakové, resp. v uzavretej nádobe). Sušením sa jeho obsah neznižuje. Z toho vyplýva, že tento druh by radšej nemal byť konzumovaný.

Alergény sú látky, ktoré môžu vyvolávať neočakávané reakcie po konzumácii húb. Ide o precitlivenosť na niektoré bielkoviny a peptidy, popri prípade na iné látky. V tomto prípade hovoríme o potravinovej intolerancii. Takéto typy alergií boli popísané pri hríbe dubovom (*B. reticulatus*), resp. hríbe smrekovom (*B. edulis*) a iných druhoch. V týchto prípadoch ide o problematickú stráviteľnosť bielkoviny, ktorá vyvoláva tvorbu imunoglobulínov (Helbling a kol., 2002).

V hubách sa vyskytuje aj značné množstvo antinutričných látok, hlavne bielkovín, ktoré si huby vytvárajú pravdepodobne ako ochranu pred vonkajšími "nepriateľmi", akými sú slimáky, hmyz a podobne. Ide o bielkoviny, ktoré v tráviacom trakte nepodliehajú štiepeniu. Výhodou z pohľadu konzumácie je fakt, že podliehajú tepelnej degradácii – denaturácii a teda ich obsah po tepelnej kulinárskej úprave významne klesá.

Z pohľadu možnej častejšej konzumácie napríklad hríba zrnitohlúbikového (*N. luridiformis*) je možným rizikom konzumácia v spojitosti s požívaním alkoholu. Stačí, ak po zjedení určitého množstva tejto huby (aj po 20 minútovej tepelnej úprave), dôjde do 3 dní ku konzumácii väčšieho množstva alkoholu (množstvo závisí od telesnej hmotnosti a koncentracii alkoholu), sa môže dostať neznášanlivosť alkoholu, čo sa prejavuje nevoľnosťou, zvracaním, silnou bolesťou hlavy,

začervenáním, pričom tieto prejavy pretrvávajú niekoľko hodín. Dôvodom je zníženie schopnosti odbúravania acetaldehydu na kyselinu octovú (Laatsch, 1992).



ZÁVER

Predkladaný článok predstavuje z pohľadu obsahu veľmi stručný kompilát. Ide o prehľadový článok, ktorý sa zaoberá problematikou chemického zloženia makroskopických húb, obsahu základných zložiek výživového ale i antinutričného charakteru, no poukazuje aj na minoritné zložky, ktoré svojou špecifickosťou vytvárajú dojem originality každej huby. Huby a ich využitie v živote človeka hrá významnú rolu už od dávnych dôb, no za posledné desaťročia sa poznanie chemického zloženia a využitia týchto darov prírody uberať mívovými krokmi. No aj napriek tomu ide o organizmy, ktoré pred nami skrývajú ešte nespočetné množstvo zaujímavostí a dovoľím si tvrdiť, že celý tento svet nikdy ani do detailov nespoznáme.

LITERATÚRA

1. Akata, I., Ergönül, B., Kalyoncu, F. 2012. Chemical composition and antioxidant activities of 16 wild edible mushroom species grown in Anatolia. In *International Journal of Pharmacology* [online], vol. 8, no. 2, pp. 134–138 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.3923/ijp.2012.134.138.
2. Anderson, H.C., Gry, J. 2004. Phenylhydrazines in the cultivated mushrooms (*Agaricus bisporus*) – occurrence, biological properties, risk assessment and recommendations. In *Nordic Council of Ministers*, Copenhagen. 123 s.
3. Árvay, J., Tomáš, J., Hauptvogel, J., Kopernická, M., Kováčik, A., Bajčan, D., Massányi, P. 2014. Contamination of wild-grown edible mushrooms by heavy metals in a former mercury-mining area. In *Journal of Environmental Science and Health part B*, 49:11, 815-827.
4. Barros, L., Baptista, P., Correia, D.M., Casa, S., Oliveira, B., Ferreira, I.C.F.R. 2007. Fatty acid and sugar composition, and nutritional value of five wild edible mushrooms from Northeast Portugal. In *Food Chemistry* 105, 140-145.
5. Barros, L., Cruz, T., Baptista, P., Estevinho, L.M., Ferreira, I.C.F.R. 2008. Wild and commercial mushrooms as source of nutrients and nutraceuticals. In *Food and Chemical Toxicology* 46, 2742-2747.
6. Barros, L., Ventuizini, 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* 56, 3856-3862.
7. Bell, V., Silva, C.R.P.G., Guina, J., Fernandes, T.H. 2022. Mushrooms as future generation healthy foods. *Frontiers of Nutrition* 9, 1050099. 10.3389/fnut.2022.1050099.
8. Beluham, S., Ranogajec, A. 2011. Chemical composition and non-volatile components of Croatian wild edible mushrooms. In *Food Chemistry* 124, 1076-1082.
9. Casadevall, A. 2018. Melanin triggers antifungal defences. In *Nature* 555, 319–320. 10.1038/d41586-018-02370-x.
10. Chajes, V., Bougnoux, P. 2003. Omega-6/omega-3 polyunsaturated fatty acid ratio and cancer. In *World review of Nutrition and Dietetics* 92, 133.
11. Čirić, A., Kruljević, I., Stojković, D.S., Fernandes, A., Barros, L., Calhelha, R.C., Ferreira, I.C., Soković, M.D., Glamočlija, J. 2019. Comparative investigation on edible mushrooms *Macrolepiota mastoidea*, *M. rhacodes* and *M. procera*: functional foods with diverse biological activities. In *Food & Function* 10(12), 480.
12. Díez, A.A., Alvarez, A. 2001. Compositional and nutritional studies on two wild edible mushrooms from northwest Spain. In *Food Chemistry* 75, 417-422.

13. Fernandes, A., Antonio, A.L., Barreira, J.C.M., Botelho, M.L., Oliveira, M.B.P.P., Martins, A., et al. 2013. Effect of gamma irradiation on the on the chemical composition and antioxidant activity of *Lactarius deliciosus* L. wild edible mushroom. In *Food Bioprocess and Technology* 6, 2895-2903.
14. Fernandes, A., Bereira, J.C.M., Antonio, A.L., Rafalski, A., Oliveira, M.B.P.P., Martins, A. 2015. How does electron beam irradiation dose affect the chemical and antioxidant profiles of wild dried *Amanita* mushrooms? In *Food Chemistry* 182, 309-315.
15. Fernandes, A., Bereira, J.C.M., Antonio, A.L., Oliveira, M.B.P.P., Martins, A., Ferreira, I.C.F.R. 2014. Effect of gamma irradiation on chemical composition and antioxidant potential of processed samples of the wild mushroom *Macrolepiota procera*. In *Food Chemistry* 149, 91-98.
16. Fulgoni, V.L., Agarwal, S. 2021. Nutritional impact of adding a serving of mushrooms on usual intakes and nutrient adequacy using National Health and Nutrition Examination Survey 2011–2016 data. In *Food Science and Nutrition* 9, 1504–1511. 10.1002/fsn3.2120.
17. Gill, M., Steglich, W. 1987. Pigments of fungi (Macromycetes). In *Fortschritte der Chemie organischer Naturstoffe / Progress in the Chemistry of Organic Natural Products* 51. 1–317. doi:10.1007/978-3-7091-6971-1_1.
18. Hanson, J.R. 2008b. Pigments and odours of fungi. In: Hanson J.R. (ed.). *The Chemistry of Fungi. The Royal Society of Chemistry*. Thomas Graham House, Cambridge: 127–142.
19. Hardwick, J.P., Eckman, K., Lee, Y.K., Abdelmegeed, M.A., Esterle, A., Chilian, W.M., Chiang, J.Y., Song, B.J. 2013. Eicosanoids in metabolic syndrome. In *Advances of Pharmacology* 66, 157-266.
20. Helbling, A., Bonadies, N., Brander, K.A., Pichler, W.J. 2002. *Boletus edulis*: a digestion-resistant allergen may be relevant for food allergy. In *Clinical and Experimental Allergy* 32, 771-775.
21. Heleno, S.A., Barros, L., Sousa, M.J., Martins, A., Santos-Buelga, C., Fereira, I.C.F.R. 2011. Targeted metabolites analysis in wild *Boletus* species. In *LWT – Food Science and Technology* 44, 1343-1348.
22. Heleno, S.A., Stojaković, D., Barros, L., Glamočlija, J., Soković, M., Martins, A., et al. 2013. A comparative study of chemical composition, antioxidant, and antimicrobial properties of *Morchella esculenta* (L) Pers. From Portugal and Serbia. In *Food Research International* 51, 236-243.
23. Hofrichter, R. 2018. Tajný život húb. *Ikar a.s.*, 232 p., ISBN 978-80-265-0771-0.
24. Kalač, P. 2008. Houby – víme, co jíme? *Vydavatel'stvo Dona*, 114 s., ISBN 978-80-7322-112-6.
25. Kalač, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: a review. In *Food Chemistry* 113, 9–16.
26. Kalač, P. 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: a review for the period 2000–2009. In *Food Chemistry* 122, 2–15.
27. Manzi, P., Marconi, S., Aguzzi, A., Pizzoferrato, L. 2004. Commercial mushrooms: nutritional quality and effect of cooking. In *Food Chemistry* 84, 201-206.
28. Matthies, L., Laatsch, H. 1992. Ungewöhnliche Pilzvergiftungen: Coprin, ein Hemmstoff des Alkohol-Abbaus. In *Pharmazie in unsere Zeit* 21, 14-20.
29. Ouzuni, P.K., Riganakos, K.A. 2007. Nutritional value and metal content of Greek wild edible fungi. In *Acta Alimentaria* 36, 99-110.
30. Phillips, K.M., Horst, R.L., Koszewski, N.J., Simon, R.R. 2012. Vitamin D4 in Mushrooms. In *PLoS ONE* 7(8): e40702. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040702>.
31. Phillips, K.M., Ruggio, D.M., Horst, R.L., Minor, B., Simon, R.R., Feeney, M.J. 2011. Vitamin D and sterol composition of 10 types of mushrooms from retail suppliers in the United States. In *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59(14), 7841-7853.
32. Predanócyová, K.; Árvay, J.; Šnirc, M. 2023. Exploring Consumer Behavior and Preferences towards Edible Mushrooms in Slovakia. In *Foods*, 12, 657. <https://doi.org/10.3390/foods12030657>.
33. Rahi, D.K., Malik, D. 2016. Diversity of mushrooms and their metabolites of nutraceutical and therapeutic significance. In *Journal of Mycology* 7654123.
34. Ribeiro, B., de Pinho, P.G., Andrade, P.B., Baptista, P., Valentao, P. 2009. Fatty acid composition of wild edible mushroom species: a comparative study. In *Microchemical Journal* 93, 29-35.
35. Simopoluos, A.P. 2006. Evolutionary aspects of diet, the omega-6/omega-3 ratio and genetic variation: nutritional implications for chronic diseases. In *Biomedicine and Pharmacotherapy* 60(9), 502-507.
36. Štatistický úrad Slovenskej republiky, 2019. Konzumácia potravín v SR v roku 2018. Dostupné online: www.statistics.sk.
37. Velíšek, J. 1999. Chemie potravín, diel III., *Tábor, OSSIS*, 130-140.

-
38. Velišek, J., Cejpek, K. 2011. Pigments of Higher Fungi: A Review. In *Czech Journal of Food Science* 29(2), 87-102.
 39. Vetter, J. 1993. Amino acid composition of edible mushroom of genera *Russula* and *Agaricus*. In *Zeitschrift für Lebensmittel Untersuchung und Forschung* 197, 381-384.
 40. Vunduk, J., Yu. Biketova, A. 2023. The cultural use of mushroom. In *Edible fungi – chemical composition, nutrition and health effects*. In *The Royal Society of Chemistry* 327-358. ISBN 978-1-83916-401-9.

PodĎakovanie: Tento príspevok vznikol vďaka finančnej podpore, získanej v rámci riešenia projektu Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky VEGA 1/0602/22 „Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území“.

NUTRIČNÁ A ANTIOXIDAČNÁ CHARAKTERISTIKA VYBRANÝCH DRUHOV LIEČIVÝCH HÚB

Eva IVANIŠOVÁ^{1,2} – Zbigniew KOBUS³

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

²Potravinový inkubátor, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

³Department of Technology Fundamentals, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka Street, 20-950 Lublin, Poland (Poľsko)

Abstrakt: Cieľom práce bolo stanoviť celkový obsah bielkovín, tuku, popolovín, hrubej vlákniny, antioxidačnej aktivity, polyfenolov, flavonoidov a fenolických kyselín liečivých húb získaných od slovenského súkromného pestovateľa. Analyzované boli nasledovné druhy: šampiňón brazílsky, ryšavec šikmý, práchnovček lekársky a žezlovka hmyzová. Obsah bielkovín v sledovaných vzorkách bol v rozmedzí od 1,71 % (práchnovček) do 19,60 % (šampiňón). Celkový tuk bol najvyšší vo vzorke práchnovčeka – 13,91 % a zároveň bol v tejto vzorke zistený aj najvyšší obsah hrubej vlákniny – 5,55 %, nasledovaný hodnotou 4,56 % vo vzorke ryšavca. Ryšavec šikmý sa vyznačoval najvyšším obsahom popolovín – 7,51 %, naopak najnižšia hodnota celkových popolovín bola detegovaná vo vzorke práchnovčeka – 0,22 %. Antioxidačná aktivita meraná ABTS metódou bola v rozmedzí od 16,96 (ryšavec) do 36,74 (práchnovček) mg TEAC.g⁻¹ (TEAC – Trolox ekvivalent antioxidačná kapacita). Celkové polyfenoly, flavonoidy a fenolické kyseliny dosiahli najlepšie hodnoty vo vzorke ryšavca šikmého – 4,8 mg GAE.g⁻¹ (GAE – ekvivalent kyseliny galovej), 3,08 mg QE.g⁻¹ (QE – ekvivalent kvercetínu) a 1,29 mg CAE.g⁻¹ (CAE – ekvivalent kyseliny kávovej). Výsledky poukazujú, že liečivé huby môžu byť využívané v budúcnosti vo väčšej miere nielen v ľudovej medicíne, ale hlavne v potravinárstve ako funkčné zložky pri výrobe potravín s pridanou hodnotou.

Kľúčové slová: ABTS metóda, bielkoviny, polyfenoly, tuk

ÚVOD

Vďaka vynikajúcej textúre a jedinečnej chuti sú jedlé a liečivé huby univerzálne akceptované všetkými vekovými skupinami. Vyznačujú sa produkciou širokého spektra sekundárnych metabolitov s výnimočnými chemickými štruktúrami a zaujímavými biologickými účinkami. O hubách ako zdravých potravinách, a tiež dôležitom zdroji biologicky aktívnych látok s liečivou hodnotou je však vo všeobecnosti v populácii veľmi malé povedomie (Dikme, 2023). Huby poskytujú nízkokalorické jedlá s kvalitnými bielkovinami, vitamínmi a minerálnymi látkami; sú tiež dôležitým prírodným zdrojom potravín a liekov. Vďaka vysokému podielu vlákniny, nízkemu obsahu tuku a škrobu, sú jedlé a liečivé huby považované za ideálnu potravinu pre obéznych ľudí a pre diabetikov na prevenciu hyperglykémie a hypercholesterolémie. Ďalším benefitom sú antioxidačné, kardiovaskulárne, antimikrobiálne, hepatoprotektívne a protirakovinové účinky. Viac ako 3 000 druhov húb patrí medzi jedlé druhy, no iba 100 druhov sa pestuje komerčne a približne desať druhov sa používa v priemyselnom meradle. Ich globálna a ekonomická hodnota má

zvyšujúci charakter v dôsledku zvyšovania ich hodnoty ako potraviny a liečivých surovín s bioaktívnou hodnotou (Waktola a Temesgen, 2018).

Rastúca ľudská populácia a požiadavky na výživu spôsobili, že potravinársky priemysel má tendenciu hľadať alternatívne zdroje výroby potravín. Na tento účel sa uskutočnili rôzne štúdie v oblasti náhradných a alternatívnych potravín. Náhradné potraviny sú založené na nahradení jednej zložky druhou a tieto by mali mať rovnaké alebo podobné vlastnosti, aby sa zabezpečila optimálna organoleptická, mikrobiálna a funkčná výkonnosť. Z tohto pohľadu sa alternatívne suroviny – jedlé a liečivé huby javia ako perspektívne zložky pre zvýšenie sortimentu obohatených potravín s viacerými benefitmi, nielen pre ľudský organizmus, ale predovšetkým pre rozvoj agro-potravinárskeho sektoru.

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Vzorky húb – šampiňón brazílsky (*Agaricus blazei* Murill), ryšavec šikmý (*Inonotus obliquus*), práchnovček lekársky (*Laricifomes/Fomitopsis officinalis*) a žezlovka hmyzová (*Cordyceps militaris*) boli získané od súkromného slovenského pestovateľa z okresu Zlaté Moravce. Huby boli po vysušení zhomogenizované v trecej miske a uskladnené v tmavých sklených nádobách na suchom a chladnom mieste. Chemikálie použité na meranie (analytickej čistoty) boli získané od spoločnosti Centralchem (SK).

Stanovenie bielkovín, popolovín, tuku a hrubej vlákniny

Obsah 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. Hrubá vláknina bola stanovená podľa protokolu výrobcu s využitím zariadenia na stanovenie vlákniny (Ankom 200 Fiber Analyzer, USA). Všetky merania boli realizované v troch opakovaníach.

Stanovenie antioxidačnej aktivity, celkových polyfenolov, flavonoidov a fenolických kyselín

Antioxidačná aktivita bola stanovená využitím ABTS metódy, modifikovanou metódou podľa Re a kol., (1999), 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

V hodnotených vzorkách húb bol obsah tuku najvyšší vo vzorke práchnovčeka lekárskeho (Tabuľka 1) – 13,0 %, čo bola takmer trojnásobne vyššia hodnota v porovnaní s ostatnými vzorkami, kde obsah tuku bol na úrovni ~3 %. Práchnovček lekársky patrí medzi drevokazné huby, ktoré pôsobením enzýmov dokážu rozkladať drevné substráty, pričom sa tvorí vyššie množstvo tuku. Avšak v tuku dominujú prevažne nenasýtené mastné kyseliny, ktoré majú viacero benefitov

na ľudský organizmus a navyše, prítomnosť tuku signalizuje prítomnosť vitamínov rozpustných v tuku. Viaceré zdroje poukazujú, že práve huby sú veľmi dobrým zdrojom vitamínu D. Huby všeobecne patria medzi dietetické suroviny, nakoľko sa vyznačujú nižším obsahom tuku a aj kalórii, čo bolo potvrdené aj v našej štúdii – šampiňón, ryšavec a žezlovka. Hrubá vláknina bola najvyššia vo vzorke ryšavca a práchnovčeka. V našej štúdii bola hodnotená celková hrubá vláknina (Tabuľka 1), ktorá tým, že je nerozpustná, plní v organizme očistnú funkciu. Huby sú ale zaujímavé obsahom rozpustnej vlákniny, predovšetkým β -D-glukánov, ktoré stimulujú imunitný systém a majú protizápalový účinok. Eid a kol., (2021) uvádzajú, že ryšavec šikmý môže obsahovať celkovo až 15 % β -D-glukánov. Práve táto skupina rozpustnej vlákniny bola v minulosti využívaná v ľudovej medicíne, kedy sa z húb pripravovali odvary a podávali chorým na tuberkulózu a zápal dýchacích ciest, nakoľko tieto polysacharidy obnovovali a podporovali tvorbu mukózne vrstvy slizníc.

Celkový obsah bielkovín bol najvyšší vo vzorke šampiňónu a žezlovky (Tabuľka 1), v drevokazných hubách – práchnovček a ryšavec bolo množstvo bielkovín nižšie. Z pohľadu obsahu bielkovín, ako aj štruktúry sa huby javia ako dobrá alternatíva predovšetkým pre vegánov, ktorých celosvetovo pribúda a je potrebné hľadať vhodné alternatívy. V tejto štúdii bol hodnotený celkový obsah bielkovín, ale je potrebné do budúcnosti stanoviť aj množstvo aminokyselín a predovšetkým obsah esenciálnych, ktoré si naše telo nevie vytvoriť a musíme ich prijímať v potrave. Podľa Ayimbila a Keawsompong (2023) sa bežne používajú rastlinné bielkoviny ako alternatíva k živočíšnym bielkovinám, ale väčšina z nich má nízku kvalitu kvôli nedostatku jednej alebo viacerých esenciálnych aminokyselín. Proteíny z jedlých húb majú zvyčajne úplný profil esenciálnych aminokyselín, spĺňajú diétne požiadavky a poskytujú ekonomické výhody oproti živočíšnym a rastlinným zdrojom. Hubové proteíny môžu poskytovať zdravotné výhody tým, že vykazujú antioxidačné, protinádorové a antimikrobiálne vlastnosti v porovnaní so živočíšnymi proteínmi. Z tohto pohľadu sa javia huby do budúcnosti ako kľúčové pre potravinársky priemysel. Obsah popolovín (Tabuľka 1) bol v rozmedzí od 0,22 % do 7,51 %. V tejto štúdii sme hodnotili celkový obsah popolovín, ale je potrebná do budúcnosti hlbšia analýza mikro a makro prvkov so zameraním aj na možné kontaminanty, ako ťažké kovy, nakoľko huby dokážu kumulovať z prostredia tieto prvky, a tým predstavovať určité riziko pre konzumenta.

Huby sú veľmi dobrým zdrojom antioxidačne účinných látok, predovšetkým vitamínov, minerálnych látok, karotenoidov, bielkovín a polyfenolov. V tejto štúdii bola najvyššia antioxidačná aktivita nameraná vo vzorke práchnovčeka lekárskeho a žezlovky hmyzovej. Oba druhy sa využívajú nielen v ľudovej medicíne, ale v súčasnosti prenikajú aj do komerčnej medicíny, nakoľko sa vyznačujú silným antioxidačným, protizápalovým a podľa viacerých štúdií aj protirakovinovým účinkom. Žezlovka hmyzová – *Cordyceps* sa na tieto účely využíva v množstve 3 g denne, čo je zároveň aj doporučená denná dávka (Liu a kol., 2022). Medzi bioaktívne látky húb patria aj polyfenoly, ktorých obsah podobne ako obsah flavonoidov a fenolických kyselín bol najvyšší vo vzorke ryšavca šikmého (Tabuľka 2). Medzi dominantné fenolické kyseliny húb patria kyselina *p*-kumarová, škoricová, *p*-hydroxybenzoová, benzoová, ferulová a galová (Chu a kol., 2023). Flavonoidy boli celkovo v analyzovaných hubách v nižších množstvách, uvádza sa totiž vo viacerých zdrojoch, že huby nie sú schopné syntetizovať flavonoidy. Na druhej strane najnovšie výskumy poukazujú, že huby obsahujú flavonoidy, predovšetkým 3-*O*-acetylpinobanksín, kempferol-3-*O*-(6'-acetyl)-glukozid a genisteín-7-*O*-galaktozid (Wang a kol., 2022).

Celkovo môžeme zhodnotiť, že huby sú perspektívny materiál, ktorý vyžaduje hlbší výskum. V tejto štúdii bol zrealizovaný základný rozbor, ktorý predstavuje základ pre ďalšie hĺbkové štúdie. Ako už bolo naznačené, veľa informácií o hubách je už vedecky preskúmaných a potvrdených, no

na strane druhej je mnoho otázok, na ktoré treba výskumom hľadať odpovede. Je to predovšetkým obsah konkrétnych účinných látok, identifikácia nových a potvrdenie biologického účinku a množstva potrebného na tento účinok. Huby sú totiž tým „základným“, že dokážu meniť a prispôsobovať metabolizmus podľa typu substrátu.

Tabuľka 1 Celkový obsahu tuku, hrubej vlákniny, bielkovín a popolovín v analyzovaných vzorkách

Vzorka	Tuk [%]	Hrubá vláknina [%]	Bielkoviny [%]	Popoloviny [%]
Šampiňón brazílsky	3,14 ± 0,15	0,50 ± 0,02	19,6 ± 1,04	6,64 ± 1,11
Ryšavec šikmý	4,16 ± 0,99	4,56 ± 0,18	4,27 ± 0,42	7,51 ± 0,28
Práchnovček lekárske	13,9 ± 0,48	5,55 ± 0,11	1,71 ± 0,02	0,22 ± 0,01
Žezlovka hmyzová	2,70 ± 0,02	0,62 ± 0,13	11,7 ± 0,89	1,65 ± 0,12

priemer ± smerodajná odchýlka

Tabuľka 2 Antioxidačná aktivita, celkový obsah polyfenolov, flavonoidov a fenolických kyselín v analyzovaných vzorkách

Vzorka	Antioxidačná aktivita [mg TEAC.g ⁻¹]	Poyfenoly [mg GAE.g ⁻¹]	Flavonoidy [mg QE.g ⁻¹]	Fenolické kyseliny [mg CAE.g ⁻¹]
Šampiňón brazílsky	18,0 ± 0,02	3,62 ± 0,42	1,07 ± 0,11	0,41 ± 0,06
Ryšavec šikmý	16,9 ± 0,12	4,80 ± 0,10	3,08 ± 0,38	1,29 ± 0,09
Práchnovček lekárske	36,7 ± 0,03	2,28 ± 0,05	1,27 ± 0,02	0,64 ± 0,04
Žezlovka hmyzová	35,3 ± 0,01	1,58 ± 0,03	0,05 ± 0,01	0,15 ± 0,01

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

ZÁVER

Nutričná hodnota, antioxidačná aktivita a prítomnosť niekoľkých zdravie prospešných zlúčenín v hubách z nich robia skutočne funkčné suroviny. Všetky tieto vlastnosti spolu s chuťou a textúrou priťahujú pozornosť potravinárskeho priemyslu na používanie húb ako hodnotnej zložky potravín alebo náhrady v niekoľkých potravinových formuláciách, a to aj na uspokojenie rastúceho dopytu spotrebiteľov po zdravších a udržateľnejších potravinách. Obohacovanie hubami by teda mohlo predstavovať potenciálny spôsob vývoja funkčných potravín, ktoré spotrebiteľia dobre akceptujú. Dôležitý a perspektívny je aj fakt, že huby môžu efektívne rásť na lacných substrátoch, a tým zohrávajú zásadnú úlohu vo vývoji „udržateľných výživných potravín“.

LITERATÚRA

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

2. Ayimbila, F., Keawsompong, S. 2023. Nutritional quality and biological application of mushroom protein as a novel protein alternative. In *Current Nutrition Reports*, vol. 12, pp. 290–307. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.1007/s13668-023-00468-x.

3. Dikme, T. G. 2023. Use of medicinal and aromatic plants in food. In *Eurasian Clinical and Analytical Medicine*, vol. 11, pp- 6-10. [cit. 2024-03-13]. Dostupné na: doi: 10.4328/ECAM.10039.

4. Eid, J. I., Al-Tuwaijri, M. M., Mohanty, S., Dasc, B. 2021. Chaga mushroom (*Inonotus obliquus*) polysaccharides exhibit genoprotective effects in UVB-exposed embryonic zebrafish (*Danio rerio*) through coordinated expression of DNA repair genes. In *Heliyon*, vol. 7, pp. 1-10. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.heliyon.2021.e06003.

5. Chu, M., Khan, R. D., Zhou, I., Agar, O. T., Barrow, C. J., Dunshea, F. D., Suleria, H. A. R. 2023. LC-ESI-QTOF-MS/MS Characterization of phenolic compounds in common commercial mushrooms and their potential antioxidant activities. In *Processes*, vol. 11, pp. 1-14. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.3390/pr11061711.
6. 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.
7. Liu, Y., Guo, Z. J., Zhou, X. Y. 2022. Chinese cordyceps: Bioactive components, antitumor effects and underlying mechanism—A review. In *Molecules*, vol. 27, pp. 1-10. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.3390/molecules27196576.
8. Re, R. N., Pellegrini, A., Proteggente, A., Pannalam-Yang, R., Rice, C. 1999. Antioxidant activity an improved ABTS radical cation decolorization assay. In *Free Radical Biology and Medicine*, vol. 26, pp. 1231-1237. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.1016/s0891-5849(98)00315-3.
9. 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
10. Waktola, G., Temesgen, T. 2018. Application of mushroom as food and medicine. In *Advances in Biotechnology and Microbiology*, vol. 11, p. 97-101. [cit. 2024-03-13]. Dostupné na: doi:10.19080/AIBM.2018.11.555817.
11. Wang, S., Liu, Z., Wang, X., Liu, R., Zou, L. 2022. Mushrooms do produce flavonoids: metabolite profiling and Transcriptome analysis of flavonoid synthesis in the medicinal mushroom *Sanghuangporus baumii*. In *Journal of Fungi (Basel)*, vol. 8, pp. 582 - 597. [cit. 2024-03-14]. Dostupné na: doi: 10.3390/jof8060582.
12. 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.

PodĎakovanie: Práca vznikla s podporou projektu APVV SK-PL-23-0001 „Jedlý hmyz a huby ako perspektívne alternatívne suroviny pre potravinársky priemysel“.

CHEMICKÉ PRVKY V JEDLÝCH DIVORASTÚCICH HUBÁCH: KOMPLEXNÉ POSÚDENIE BENEFITOV A RIZÍK ICH KONZUMÁCIE

Marek ŠNIRC¹ – Viktória BOCKOVÁ¹ – Ivona JANČO²

Ľuboš HARANGOZO¹

¹Ústav potravinárstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

²Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

Abstrakt: Huby sú známe svojou schopnosťou akumulovať chemické prvky z pôdy, čo môže v prípade konzumácie húb z environmentálne zaťažených oblastí negatívne ovplyvniť ich zdravotnú bezpečnosť. Táto práca sa zameriava na posúdenie bezpečnosti konzumácie rôznych, bežne zbieraných druhov jedlých húb. Výskum prebiehal v extravilánoch obcí Lukov a Livov v pohorí Čergov počas dvoch rokov hubárskej sezóny. Zameraný bol na zber plodníc bežne konzumovaných druhov húb. Vzorky boli analyzované metódou atómovej absorpčnej spektrometrie a metódou optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou argónovou plazmou. Dôraz bol kladený na vyhodnotenie benefitov a rizík konzumácie húb z hľadiska obsahu toxických a biogénnych prvkov, ktoré v nadmerných koncentráciách môžu viesť k zdravotným ťažkostiam. Hoci huby obsahujú pre ľudský organizmus prospešné minerálne látky, v niektorých prípadoch môžu obsahovať zvýšené hodnoty toxických prvkov, čím sa znehodnocuje ich nutričná hodnota. Význam príjmu minerálnych látok z nutričného hľadiska a možných zdravotných rizík bol posúdený porovnaním ich obsahu s dennou referenčnou dávkou, s ohľadom na dlhodobú konzumáciu húb. Obsah olova a kadmia bol porovnávaný s maximálnymi limitmi podľa aktuálnej legislatívy. Výskum ukázal, že žiaden z analyzovaných druhov jedlých divorastúcich húb z lokalít Lukov a Livov nepredstavuje zdravotné riziko pri krátkodobej, ani dlhodobej konzumácii. Naopak, niektoré z analyzovaných druhov húb boli vyhodnotené ako významný zdroj selénu.

Kľúčové slová: hodnotenie rizika, jedlé huby, kontaminácia, rizikové prvky

ÚVOD

Doteraz bolo objavených zhruba 14 tisíc druhov húb, z ktorých približne 2200 je jedlých (Anusiya a kol., 2021). Huby sú dôležitou potravinárskou surovinou, hoci tvoria len doplnok k bežným tradičným potravinám. V niektorých krajinách sa huby pestujú umelo na substráte (kultivujú sa), následne sa priamo konzumujú, alebo konzervujú (Dermek, 1979). Na konzumáciu sa odporúča zbierať mladé a nepoškodené plodnice húb. Nemali by byť prezreté, mäkké, napadnuté mikroorganizmami alebo larvami (Svrček a Vančura, 1987).

Mikroživiny obsiahnuté v hubách zahŕňajú minerálne prvky ako je jód, meď, selén, zinok, železo, taktiež vitamíny a aminokyseliny prítomné v stopových množstvách. Tieto esenciálne látky zohrávajú kľúčovú úlohu v regulácii rastu, udržiavaní rovnováhy tekutín a zdravých kostí. Okrem

toho sa uplatňujú ako efektívne nutraceutiká na posilnenie imunitných reakcií organizmu. (Anusiya a kol., 2021).

Na rozdiel od zelených rastlín majú huby väčšiu schopnosť prijímať a akumulovať chemické prvky, ktoré sú dostupné v pôdnom substráte. Táto vlastnosť môže mať pozitívny efekt pri dopĺňaní potrebných minerálnych látok, ktoré sú dôležité pre enzymatické procesy v ľudskom organizme, alebo negatívny efekt pri akumulácii toxických prvkov v organizme. Podľa potrebného množstva pre organizmus sa delia minerálne látky na makroelementy, ktoré sú potrebné v gramoch, mikroelementy, potrebné v miligramoch a stopové prvky, potrebné v mikrogramoch (Vollmannová a kol., 2018). Pojem ťažký kov sa používa len v spojení s negatívnym účinkom na živé organizmy, pri žiaducich účinkoch sa tieto prvky označujú ako mikroelementy (Kupka a kol., 2016). Sleduje sa najmä obsah rizikových kovov, ktoré sú vo vyšších koncentráciách toxické. Medzi tieto kovy patria: kadmium, olovo, ortuť, chróm, arzén, striebro a cín (Alzand a kol., 2019). Bioakumulácia ťažkých kovov v rastlinných a živočíšnych pletivách je proces ich kumulácie v živom organizme, ktorý prebieha ak organizmus rýchlejšie prijíma ťažký kov ako ho dokáže vylúčiť. Stupeň toxicity ťažkých kovov je potrebné hodnotiť z hľadiska ich koncentrácie, pretože aj esenciálne prvky pôsobia pri prekročení špecifickej koncentrácie na organizmus toxicky. Toxicita ťažkých kovov klesá v rade: Hg > Cd > Ni > Pb > Cr (Zwolak a kol., 2019).

Konzumenti môžu byť vystavení zdravotnému riziku dôsledkom nadmernej expozície ťažkými kovmi pri konzumácii húb. Obsah prvkov v divorastúcich hubách ovplyvňujú vnútorné a vonkajšie faktory. Medzi vnútorné faktory patrí schopnosť akumulácie prvkov hubami. Medzi vonkajšie faktory patrí úroveň znečistenia životného prostredia a geochemické faktory (Liu a kol., 2022).

Cieľom predkladanej práce bolo vyhodnotiť možné zdravotné riziká a benefity vyplývajúce z konzumácie bežne dostupných druhov jedlých divorastúcich húb z pohoria Čergov.

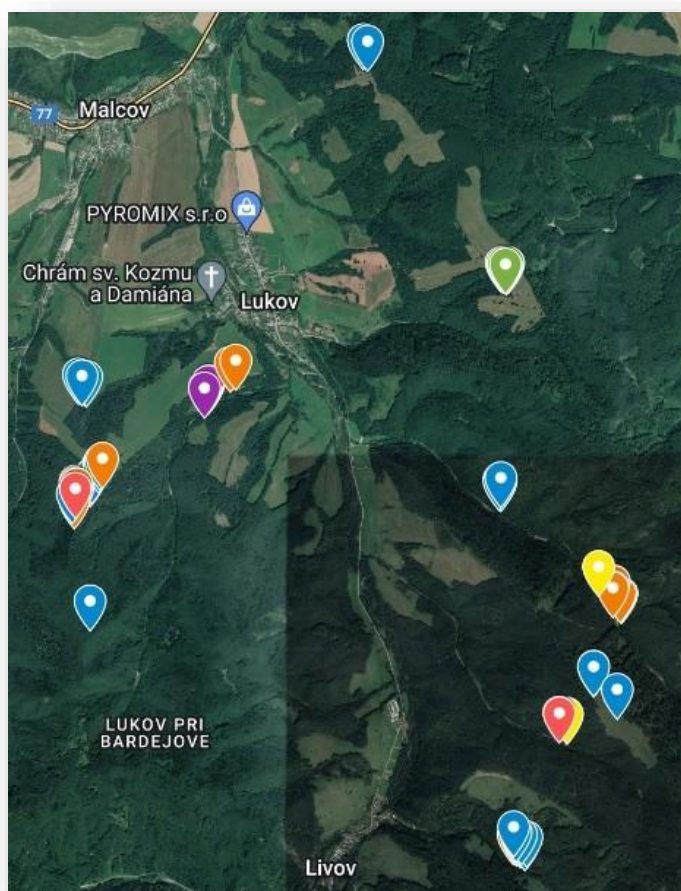
MATERIÁL A METODIKA

Skúmané územie sa nachádza na severovýchode Slovenska, v Prešovskom kraji a Bardejovskom okrese. Nachádza sa v extraviláne katastrálneho územia obcí Lukov a Livov. Skúmané územie je súčasťou pohoria Čergov. Prieskum sa vykonával vo viacerých oblastiach extravilánu obcí Lukov a Livov. Skúmané územie bolo rozdelené na jednotlivé lokality. Chotárne názvy konkrétnych lokalít, ktoré boli skúmané: Lukov – Fešarka, Humbark, Chotárna, Mikuľov, Ščepanka a Livov – Noriče.

Zber vzoriek sa vykonával na lúčnych porastoch a vo viacerých druhoch lesných porastov, konkrétne v brezových, bukových, smrekových a zmiešaných lesoch.

Pred terénnym výskumom boli vybrané lokality s výskytom jedlých húb. Zber prebiehal od októbra 2022 do októbra 2023 a zamerl sa na ľahko rozpoznateľné ale hlavne bežne zbierané druhy húb (Bedľa vysoká – *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer, Hríb modrejúci – *Cyanoboletus pulverulentus* (Opat.) Gelardi, Vizzini & Simonini, Hríb smrekový – *Boletus edulis* (Bull.), Kozák brezový – *Leccinum scabrum* (Bull.) Gray, Kozák hrabový – *Leccinum pseudoscabrum* (Kallenb.) Šutara, Kozák smrekový – *Leccinum piceinum* Pilát & Dermek, Kozák žltoranžový – *Leccinum versipelle* (Fr. & Hök) Snell, Masliak smrekovcový – *Suillus grevillei* (Klotzsch) Singer, Suchohríb hnedý – *Imleria badia* (Fr.) Vizzini a Kuriatko jedlé – *Cantharellus cibarius* Fr.). Odoberali sa celé, zdravé a nepoškodené plodnice s priemerom klobúka aspoň 6 cm, ktoré boli očistené od hrubých nečistôt. Zberová lokalita bola zaznamenaná GPS súradnicami (Obrázok 1). Následne boli vzorky vysušené v domácom prostredí pri izbovej teplote. Identifikácia húb zahŕňala fotodokumentáciu

a určenie podľa Atlasu húb (Dermek, 1979). Vysušené a identifikované vzorky boli uskladnené v papierových vreckách s popisom informácií o vzorke.



Obrázok 1 Mapa odberu vzoriek húb (Zdroj: Google MyMaps)

Stanovenie ortuti bolo vykonané metódou atómovej absorpčnej spektrometrie s generovaním studených pár Hg na prístroji AMA 254 (Altec, Česká republika) s detekčným limitom – 1,5 ng/kg. Suchá vzorka húb sa navážila ($0,0200\text{ g} \pm 0,0020\text{ g}$) do niklovej lodičky. Ortuť sa merala vo vzorke priamo bez úpravy.

Analýza ostatných prvkov sa uskutočnila pomocou tlakového mikrovlnného rozkladu suchých vzoriek navážených na $1,000\text{ g} \pm 0,1000\text{ g}$ s použitím 5 ml koncentrovanej 69 % kyseliny dusičnej a 2 ml 30 % peroxidu vodíka. Mineralizované vzorky húb boli podrobené kvalitatívnej i kvantitatívnej analýze prístrojom Agilent Technologies 700 Series ICP – OES (Agilent Technologies, USA) metódou optickej emisnej spektrometrie s indukčne viazanou argónovou plazmou. Vzorky sa dávkovali pomocou peristaltickej pumpy a robotického dávkovára Agilent SPS – 3 (Agilent Technologies, USA).

Hodnotenie zdravotného rizika

Získané dáta boli analyzované v súlade s legislatívnymi požiadavkami stanovenými v dvoch nariadeniach:

- Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011 o poskytovaní informácií o potravinách spotrebiteľom. Toto nariadenie definuje denné referenčné hodnoty pre príjem vitamínov a minerálnych látok pre dospelých, ktoré boli použité na posúdenie nutričnej hodnoty analyzovaných vzoriek.
- Nariadenie Komisie (ES) č. 1881/2006 z 19. decembra 2006, ktorým sa ustanovujú maximálne limity obsahu kontaminantov v potravinách. Toto nariadenie stanovuje maximálne prípustné koncentrácie pre širokú škálu kontaminantov v potravinách, ako sú ťažké kovy a mykotoxíny.

Zdravotné riziká krátkodobej a dlhodobej expozície vybranými toxickými prvkami boli hodnotené pomocou rôznych indexov:

- **Percento dočasného tolerovateľného týždenného príjmu (%PTWI – percentage of provisional tolerable weekly intake)** pre ortuť a hliník: Maximálne množstvo kontaminantu, ktoré môže človek prijímať týždenne bez nepriaznivých účinkov na zdravie. PTWI hodnota pre ortuť bola stanovená na 4 µg/kg/týždeň telesnej hmotnosti. PTWI hodnota pre hliník bola určená ako 2 mg/kg/týždeň telesnej hmotnosti (FAO a WHO, 2008). Priemerná hmotnosť dospeléj osoby je štandardne stanovená na 70 kg.
- **Percento dočasného tolerovateľného mesačného príjmu (%PTMI – percentage of provisional tolerable monthly intake)** pre kadmium: Maximálne množstvo kontaminantu, ktoré môže človek prijímať mesačne bez nepriaznivých účinkov na zdravie. PTMI hodnota pre kadmium bola stanovená na 25 µg/kg/týždeň telesnej hmotnosti (FAO a WHO, 2008).
- **Index zdravotného rizika (HRI – hazard risk index):** Index zdravotného rizika sa počíta na posúdenie potenciálneho rizika ohrozenia zdravia konzumenta v dôsledku vystavenia kovu a polokovu (metaloïdom) v skúmaných druhoch jedlých divorastúcich húb. Hodnoty HRI menšie alebo rovné 1 pre daný prvok znamenajú, že konzumácia jednotlivých druhov húb z danej oblasti sa považuje za bezpečnú (Barea-Sepúlveda a kol., 2022).
- **Karcinogénne riziko (CR – carcinogenic risk):** Odhad pravdepodobnosti vzniku rakoviny v dôsledku expozície kontaminantu počas života. Hodnota karcinogénneho rizika je miera pravdepodobnosti vzniku onkologického ochorenia počas života ako dôsledok expozície karcinogénom ako sú arzén, kadmium a olovo. Hodnota CR nad 1×10^{-4} znamená zvýšené riziko karcinogénneho účinku. Hodnota CR pod 10^{-4} znamená prijateľné riziko (Orywal a kol., 2021).
- **Nekarcinogénne riziko (THQ – target hazard quotient; HI – hazard risk):** Odhady rizík nekarcinogénnych účinkov kontaminantu na zdravie konzumenta z dlhodobého hľadiska. Hodnota THQ alebo HI > 1 naznačuje potenciálne zdravotné riziko (Orywal a kol., 2021).

Výsledky hodnotenia boli interpretované v kontexte legislatívnych požiadaviek a indexov zdravotného rizika, čím sa poskytol komplexný prehľad o nutričnej hodnote a bezpečnosti analyzovaných vzoriek potravín.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Tabuľka 1 zobrazuje obsah makro a mikroprvkov v 10 analyzovaných druhoch húb. Hodnoty sú uvádzané v miligramoch na kilogram čerstvej hmoty (mg/kg). Obsah draslíka sa pohybuje od 1674,65 mg/kg (Masliak smrekovcový) do 2768,69 mg/kg (Kozák smrekový). Pre porovnanie, podobný obsah draslíka sa nachádza v mäse, šípkach a zelenom hrášku. Medzi potraviny s vyšším obsahom draslíka patria strukoviny, banány a zemiaky, zatiaľ čo nižší obsah draslíka je typický pre ovocie ako čerešne, jablká, pomaranče a citrusy (Belitz a kol., 2009). Najvyšší obsah vápnika bol nameraný v masliaku smrekovcovom (88,51 mg/kg), zatiaľ čo najnižší obsah mal Hríb modrejúci (64,49 mg/kg). Najvyššie koncentrácie horčíka boli zaznamenané v bedli vysokej a kozáku žltlooranžovom, v oboch prípadoch viac ako 11 mg/kg. Na druhú stranu, najnižšia koncentrácia horčíka bola zaznamenaná vo vzorkách suchohríbu hnedého a hříbu modrejúceho (8,31, resp. 8,37 mg/kg). Pre porovnanie, huby obsahujú podobné množstvá vápnika a horčíka ako slivky, jablká, kukurica alebo ryža, naopak výrazne nižšie hodnoty ako strukoviny či mäso, mlieko a mliečne výrobky (Belitz a kol., 2009; Haigh, 1992). V prípade sodíka boli zaznamenané najvyššie hodnoty pri kúriatku jedlom (91,13 mg/kg) a najnižšie hodnoty v prípade hříbu modrejúceho (53,11 mg/kg). Tieto hodnoty sú približne trojnásobne vyššie v porovnaní s jablkami, pomarančmi alebo banánmi. Avšak huby obsahujú významne nižšie koncentrácie sodíka v porovnaní s cibuľou, špenátom alebo strukovinami (Vollmannová a kol., 2018). Najviac železa obsahovali vzorky masliaku smrekovcového (27,12 mg/kg), naopak najmenej železa obsahovali vzorky kozáku hrabového (6,73 mg/kg). Koncentrácia zinku sa pohybovala od 8,6 mg/kg (hríb modrejúci) do 15,26 mg/kg (kúriatko jedlé). Koncentrácia medi sa pohybovala od 1,27 mg/kg vo vzorkách kozáku smrekového do 5,57 mg/kg vo vzorkách hříbu modrejúceho. Najvyššie koncentrácie mangánu boli zaznamenané vo vzorkách kozáka smrekového (1,77 mg/kg), najmenšie koncentrácie boli zaznamenané vo vzorkách suchohríbu hnedého (0,62 mg/kg). Najvyššie koncentrácie selénu boli zaznamenané vo vzorkách masliaka smrekovcového (1 mg/kg). Obsah ortuti sa pohyboval od 0,004 mg/kg (kúriatko jedlé) do 0,46 mg/kg (hríb smrekový).

Tabuľka 1 Obsah sledovaných chemických prvkov v skúmaných druhoch húb

Druh	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn	Se	Hg	Pb	Cd
	[mg/kg čerstvej hmoty]											
Bedľa vysoká	2497	83,2	11,7	70,2	10,3	11,7	5,04	0,96	0,60	0,07	<LOD	0,18
Hríb modrejúci	2089	64,5	8,37	53,1	13,7	8,60	5,57	0,90	0,02	0,02	<LOD	<LOD
Hríb smrekový	1964	79,2	9,60	80,2	14,9	10,8	2,94	1,15	0,81	0,46	<LOD	0,28
Kozák brezový	2164	79,4	10,2	69,1	8,47	11,0	4,06	0,89	0,16	0,07	<LOD	0,06
Kozák hrabový	2119	71,6	9,54	62,1	6,73	12,9	2,16	0,65	0,83	0,11	<LOD	0,17
Kozák smrekový	2768	67,1	9,90	55,4	9,01	9,60	1,27	1,77	<LOD	0,45	<LOD	<LOD
Kozák žltlooranžový	2171	75,3	11,3	64,0	10,0	12,5	4,43	0,78	0,05	0,10	0,17	<LOD
Kúriatko jedlé	2356	76,9	10,5	91,1	21,0	15,3	2,91	0,89	0,60	0,01	0,02	0,31
Masliak smrekovcový	1674	88,5	8,97	68,5	27,1	9,32	2,27	0,88	1,00	0,02	<LOD	0,09
Suchohríb hnedý	1826	78,8	8,31	75,9	5,36	11,5	2,53	0,62	0,61	0,08	<LOD	0,16

< LOD – pod limitom detekcie prístroja

Na posúdenie nutričnej hodnoty analyzovaných druhov húb boli vypočítané denné príjmy jednotlivých prvkov (K, Ca, Mg, Na, Fe, Zn, Cu, Mn, Se) a porovnané s referenčnými príjmami pre

dané prvky podľa Nariadenia Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) č. 1169/2011. Výsledky ukázali, že väčšina analyzovaných druhov húb zo sledovaných lokalít, okrem bedle vysokej, hriba modrejúceho, kozáka brezového, kozáka smrekového a kozáka žltoranžového, bola významným zdrojom selénu. Denný príjem selénu z týchto húb prekračoval 15 % denného referenčného príjmu pre dospelú osobu. To naznačuje, že konzumácia týchto húb by mohla prispieť k prevencii nedostatku selénu a jeho súvisiacich zdravotných problémov, pretože selén sa považuje za deficitný prvok, čo sa týka jeho príjmu zo stravy. Selén ľudia získavajú priamo, perorálne ako doplnok v kombinácii s inými prvkami alebo vitamínmi, alebo nepriamo vo forme anorganického selénu, napr. hnojenie pôdy, obohacovanie krmív pre zvieratá. Niektoré druhy rastlín sú schopné akumulovať selén z pôdy, tým sa zvyšuje obsah selénu v strave (Kieliszek a Sandoval, 2023).

Množstvo selénu v hubách ovplyvňuje obsah Se v pôde a vode, schopnosť akumulácie, biologická dostupnosť a transformácia. Selén je prospešný pre organizmus v nízkych koncentráciách a toxický vo vyšších koncentráciách. Je potrebný pre biosyntézu selenoenzymov a selenoproteínov. Tie sú dôležité pre detoxikáciu organizmu, antioxidačnú obranu, prevenciu karcinómov, funkciu štítnej žľazy a funkčnosť mužských pohlavných buniek (Kora, 2020). Nadbytok selénu môže spôsobiť tráviace problémy ako hnačky a zvracanie, vypadávanie vlasov, zubné kazy a iné nežiaduce reakcie (Chen a kol., 2021). Škodlivými účinkami pri akútnej otrave je aj kovová chuť v ústach, spavosť, kŕče až zastavenie dýchania. Chronickým príjmom môže vzniknúť anémia, ochorenia kĺbov, bolesti hlavy až karcinogénne účinky (Toman a kol., 2003). Ostatné analyzované prvky (draslík, vápnik, horčík, sodík, železo, zinok, meď a mangán) nepredstavovali významný zdroj daného prvku v strave. Denný príjem týchto prvkov z húb bol minimálny. Konzumácia húb by nemala byť vnímaná ako primárny zdroj týchto prvkov. Nutričná hodnota húb sa môže líšiť v závislosti od druhu, miesta zberu a spôsobu prípravy. V tabuľke 2 sú uvedené percentá z denného referenčného príjmu pre analyzované prvky.

Tabuľka 2 Percentuálne vyjadrenie denných referenčných príjmov jednotlivých prvkov v skúmaných vzorkách

Druh	K	Ca	Mg	Na	Fe	Zn	Cu	Mn	Se
	[Denný referenčný príjem - %]								
Bedľa vysoká	1,71	0,14	0,04	0,05	1,01	1,6	6,92	0,66	14,9
Hríb modrejúci	1,43	0,11	0,03	0,04	1,34	1,18	7,64	0,62	0,60
Hríb smrekový	1,35	0,14	0,04	0,05	1,47	1,49	4,03	0,78	20,1
Kozák brezový	1,48	0,14	0,04	0,05	0,83	1,51	5,56	0,61	3,99
Kozák hrabový	1,45	0,12	0,03	0,04	0,66	1,78	2,96	0,45	20,8
Kozák smrekový	1,90	0,11	0,04	0,04	0,88	1,32	1,74	1,22	0
Kozák žltoranžový	1,49	0,13	0,04	0,04	0,98	1,72	6,08	0,53	1,19
Kuriatko jedlé	1,62	0,13	0,04	0,06	2,06	2,09	3,99	0,61	15,0
Masliak smrekovcový	1,15	0,15	0,03	0,05	2,66	1,28	3,11	0,60	24,8
Suchohríb hnedý	1,25	0,14	0,03	0,05	0,52	1,57	3,47	0,42	15,1

zeleno vyznačené hodnoty predstavujú významný zdroj daného prvku

Žiadna z analyzovaných vzoriek húb neprekračovala legislatívne limity pre olovo a kadmium. Do ľudského organizmu sa olovo dostáva v podobe prachu, exhalátov výfukových plynov z automobilov, kontaminovaných potravín a vody. Olovo sa považuje za karcinogén. V

Ľudskom tele sa ukladá 20 až 70 % prijatého olova (Kumar a kol., 2020). Vyššie koncentrácie olova v krvi majú vplyv na centrálnu nervovú sústavu, kardiovaskulárny systém, obličky a tiež spôsobujú problémy s plodnosťou (Charkiewicz a Backstrand, 2020). V prípade olova je pre divorastúce huby stanovený legislatívny limit 0,8 mg/kg čerstvej hmoty a v prípade kadmia 0,5 mg/kg čerstvej hmoty. Je dôležité poznamenať, že koncentrácia olova a kadmia v hubách sa môže významne líšiť v závislosti od lokality zberu. Environmentálne zaťažené oblasti, napríklad v blízkosti priemyselných zón alebo banských ťažobných lokalít, často vykazujú prekročenie legislatívnych limitov pre tieto prvky. V prípade nami analyzovaných vzoriek nebol zistený žiadny druh húb, ani lokalita zberu, ktorá by prekračovala stanovené limity. Huby zbierané v týchto lokalitách boli z hľadiska obsahu olova a kadmia bezpečné na konzumáciu. Avšak ide o malý súbor vzoriek a nemožno z neho vyvodiť všeobecné závery o bezpečnosti húb z celého Slovenska. Pre komplexné posúdenie rizika konzumácie húb z rôznych lokalít by bolo potrebné rozšíriť monitoring a analyzovať väčší počet vzoriek z rôznych oblastí. Koncentrácie olova a kadmia sú uvedené v tabuľke 1.

Hodnotenie zdravotného rizika

Hodnotenie krátkodobej expozície bolo pre ortuť a hliník vyjadrené ako percento z prijateľného týždenného príjmu (PTWI).

Ortuť vyvoláva poškodenia centrálného nervového systému, kože, očí a gastrointestinálneho traktu. Nebezpečenstvo spočíva v akumulácii ortuti v živých organizmoch (Budnik a Casteleyn, 2019). Poškodzuje imunitný a nervový systém. Vysoké koncentrácie môžu poškodiť mozog, obličky a u tehotných žien ohrozujú správny vývoj plodu (Širić a Falandysz, 2020). V organizme sa ukladá v mozgovej kôre, obličkách a pečeni (Vollmannová a kol., 2018).

Hliník je tretí najrozšírenejší prvok na Zemi. Kyslé dažde zvyšujú jeho koncentráciu na toxickú úroveň, čím sa dostáva do podzemnej vody a pitnej vody, rastlín a potravín. Zvyčajne sa nachádza vo forme netoxických oxidov a hlinítokremičitanov, ak pH pôdy klesne pod 5 transformuje sa na toxický hliník (Rebellato a kol., 2021). Hliník nemá žiadnu biologickú funkciu pre živé organizmy. V organizmoch sa nachádza len v minimálnych množstvách, vysoké koncentrácie môžu mať nepriaznivé účinky na zdravie. Pri vyšších koncentráciách spôsobuje anémiu, ochorenia kostí a encefalopatiu. Chronický príjem hliníka spôsobuje neurodegeneratívne ochorenia, napr. Alzheimerovu a Parkinsonovu chorobu (Filippini a kol., 2019).

V žiadnej z analyzovaných vzoriek neprekročil percentuálny podiel PTWI 100 %, čo naznačuje, že konzumácia húb z analyzovaných lokalít je bezpečná z hľadiska obsahu ortuti a hliníka bez ohľadu na druh konkrétnej huby.

- Ortuť: Percentuálne hodnoty PTWI sa pohybovali od 0,31 % (kozák smrekový) do 10,13 % (hríb smrekový).
- Hliník: Percentuálne hodnoty PTWI sa pohybovali od 0,66 % (kozák žltoranžový) do 6,48% (kuriatko jedlé).

Mesačná expozícia pre kadmium bola hodnotená pomocou percentuálneho podielu z prijateľného mesačného príjmu (PTMI). Kadmium patrí medzi vysoko toxické kovy. Je klasifikovaný ako karcinogén 1. triedy. Ľahko prechádza z pôdy do potravinového reťazca. Hromadí sa v jedlých častiach rastlín, bez toho aby samotné rastliny ovplyvňoval (Wang a kol., 2019). Pôsobí toxicky na centrálnu nervovú sústavu. Negatívne ovplyvňuje metabolizmus vitamínov. Má karcinogénne a teratogénne účinky (Vollmannová a kol., 2018). Chronickým

príjmom môže viesť k rakovine prsníka, pľúc, prostaty, nosohltanu, pankreasu a obličiek. Môže vyvolávať osteoporózu (Genchi a kol., 2020). V žiadnej z analyzovaných vzoriek neprekročil percentuálny podiel PTMI 7 % prijateľného mesačného príjmu, čo naznačuje, že konzumácia analyzovaných druhov húb z pohoria Čergov nepredstavuje zdravotné riziko z hľadiska obsahu kadmia. Percentuálne hodnoty PTMI sa pohybovali od 0,05 % (hríb modrejúci) do 6,82 % (kuriatko jedlé). Index zdravotného rizika (HRI) bol použitý na komplexné hodnotenie možných zdravotných komplikácií súvisiacich s konzumáciou húb. Pokiaľ by bola hodnota HRI vyššia ako 1, naznačovalo by to potenciálne zdravotné riziko. Našťastie žiadna z analyzovaných vzoriek nepresiahla hodnotu 1. Najvyššia zistená hodnota HRI bola 0,39 v prípade masliaku smrekovcového. Výsledky HRI, %PTWI a %PTMI sú prezentované v tabuľke 3.

Tabuľka 3 Hodnotenie zdravotného rizika na základe hodnôt HRI indexu, %PTWI a %PTMI v analyzovaných hubách

Druh	Index zdravotného rizika (HRI)								%PTWI		%PTMI
	Hg	Pb	Cd	As	Cu	Zn	Se	Cr	Hg	Al	Cd
Bedľa vysoká	0,08	0	0,04	0	0,02	0,01	0,23	0	4,46	1,08	3,98
Hríb modrejúci	0,09	0	0	0	0,03	0,01	0,01	0	4,52	0,88	0,05
Hríb smrekový	0,19	0	0,06	0	0,01	0,01	0,32	0	10,1	4,46	6,16
Kozák brezový	0,04	0	0,01	0,01	0,02	0,01	0,06	0	2,17	2,48	1,36
Kozák hrabový	0,14	0	0,03	0	0,01	0,01	0,33	0	7,46	1,20	3,84
Kozák smrekový	0,01	0	0	0	0,01	0,01	0	0	0,31	5,99	0
Kozák žltoranžový	0,05	0,01	0	0	0,02	0,01	0,02	0	2,78	0,66	0
Kuriatko jedlé	0,13	0	0,06	0	0,01	0,01	0,24	0	6,70	6,48	6,82
Masliak smrekovcový	0,16	0	0,02	0	0,01	0,01	0,39	0	8,39	1,57	1,98
Suchohrúb hnedý	0,06	0	0,03	0	0,01	0,01	0,24	0	3,28	0,78	3,44

Karcinogénne riziko

Karcinogénne riziko bolo hodnotené pre olovo (Pb), kadmium (Cd) a arzén (As). Arzén patrí medzi karcinogény 1. stupňa. Pôsobí neurotoxicky a genotoxicky. V anorganickej forme sa používa v pesticídoch, insekticídoch a herbicídoch. Organické formy sa používajú ako krmné prísady pre hydinu a ošípané na zvýšenie prírastku hmotnosti a na liečbu a prevenciu chorôb. Zvieratá absorbujú malé množstvá arzénu, čím sa však vo forme výkalov a následným hnojením dostáva do pôdy a plodín (Upadhyay a kol., 2019). Expozícia arzénu ovplyvňuje takmer všetky systémy v živom organizme. Najväčší vplyv má na kardiovaskulárny, nervový, endokrinný, dýchací, hematologický a reprodukčný systém. Vplýva aj na funkciu obličiek a pečene. Škodlivé účinky má aj na deti a na ešte nenarodené plody matiek. Akútne účinky sa prejavujú nevoľnosťou, zvracaním, bolesťami brucha alebo hnačkami. Oveľa nebezpečnejšie sú chronické účinky, ktoré sa prejavujú až po rokoch vystavenia organizmu arzénom. Spôsobujú rôzne ochorenia až karcinómy (Hussain a kol., 2019). V žiadnom z analyzovaných druhov húb z lokality Čergov nebolo zistené zvýšené karcinogénne riziko, pretože hodnota karcinogénneho rizika (CR) neprekročila 1×10^{-4} v žiadnej z analyzovaných vzoriek.

Dlhodobá expozícia

Konzumácia húb kontaminovaných rizikovými prvkami ako ortuť, olovo, kadmium a arzén môže viesť k rôznym zdravotným problémom, ktoré nesúvisia s karcinogenitou. Medzi najčastejšie nekarinogénne riziká patria rôzne neurologické poškodenia, poruchy obličiek, imunitné a autoimunitné problémy, kardiovaskulárne problémy, alebo osteoporóza. Dlhodobá expozícia a potenciálne zdravotné riziká boli vyhodnotené pomocou kvocientu rizika nekarinogénnych účinkov (THQ) a indexu rizika (HI). Žiadna z analyzovaných vzoriek neprekročila hodnotu $THQ=1$, čo naznačuje, že dlhodobá konzumácia bežne zbieraných jedlých divorastúcich húb z lokality Čergov nepredstavuje riziko nekarinogénnych účinkov pre zdravie. Žiadna z analyzovaných vzoriek neprekročila hodnotu $HI=1$, čo naznačuje, že dlhodobá konzumácia húb z lokality Čergov nepredstavuje riziko pre zdravie. Výsledky THQ a HI sú prezentované v tabuľke 4.

Tabuľka 4 Vyhodnotenie rizík nekarinogénnych účinkov a celkového zdravotného rizika na základe THQ a HI v skúmaných druhoch húb

Druh	THQ				HI
	Hg	Pb	Cd	As	
Bedľa vysoká	0,08	0	0,04	0	0,12
Hríb modrejúci	0,09	0	0	0	0,09
Hríb smrekový	0,19	0	0,06	0	0,25
Kozák brezový	0,04	0	0,01	0,01	0,06
Kozák hrabový	0,14	0	0,03	0	0,18
Kozák smrekový	0,01	0	0	0	0,01
Kozák žltoranžový	0,05	0,01	0	0	0,06
Kuriatko jedlé	0,13	0	0,06	0	0,19
Masliak smrekovcový	0,16	0	0,02	0	0,18
Suchohríb hnedý	0,06	0	0,03	0	0,09

kvocient rizika nekarinogénnych účinkov (THQ) a index rizika (HI)

ZÁVER

Na základe dostupných dát možno konštatovať, že konzumácia bežne zbieraných a konzumovaných druhov jedlých divorastúcich húb z lokality Čergov nepredstavuje zdravotné riziko z krátkodobého, ani z dlhodobého hľadiska. Analyzované huby sú zdrojom minerálnych prvkov, avšak z pohľadu denného príjmu nepredstavujú významný zdroj minerálov. Huby z extravilánov obcí Lukov a Livov boli z pohľadu denného príjmu bohaté na selén a zároveň obsahovali len nízke hodnoty denných referenčných príjmov ostatných analyzovaných prvkov. Neboli zistené prekročenia legislatívnych limitov pre olovo a kadmium. Je však dôležité poznamenať, že ide o malý súbor vzoriek a nemožno z neho vyvodiť všeobecné závery o bezpečnosti konzumácie húb z celého Slovenska. Pre komplexné posúdenie rizika by bolo potrebné rozšíriť monitoring a analyzovať väčší počet vzoriek z rôznych lokalít.

LITERATÚRA

1. Alzand, K. I., Sileman, M., Bofaris, M., Ugis, A. 2019. Chemical composition and nutritional value of edible wild growing mushrooms: a review. In *World Journal of Pharmaceutical Research* [online], vol. 8, no. 3, pp. 31–46 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.20959/wjpr20193-14261.
2. Anusiya, G., Gowthama Prabu, U., Yamini, N. V., Sivarajasekar, N., Rambabu, K., Bharath, G., Banat, F. A. 2021. A review of the therapeutic and biological effects of edible and wild mushrooms. In *Bioengineered* [online], vol. 12, no. 2, pp. 11239–11268 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1080/21655979.2021.2001183.
3. Barea-Sepúlveda, M., Espada-Bellido, E., Ferreiro-González, M., Bouziane, H., López-Castillo, J. G., Palma, M., F. Barbero, G. 2022. Exposure to essential and toxic elements via consumption of *Agaricaceae*, *Amanitaceae*, *Boletaceae*, and *Russulaceae* mushrooms from southern Spain and northern Morocco. In *Journal of Fungi*, vol. 8, no. 5, 545 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.3390/jof8050545.
4. Belitz, H. D., Grosh, W., Schieberle, P. 2009. *Food chemistry* 4 revised and extended edition. Berlin Heidelberg : Springer-Verlag, s. 1070. ISBN 978-3-540-69933-0.
5. Budnik, L. T., Casteleyn, L. 2019. Mercury pollution in modern times and its socio-medical consequences. In *Science of The Total Environment* [online], vol. 654, pp. 720–734 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.10.408.
6. Charkiewicz, A. E., Backstrand, J. R. 2020. Lead toxicity and pollution in Poland. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online], vol. 17, no. 12, 4385 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.3390/ijerph17124385.
7. Chen, N., Zhao, C., Zhang, T. 1979. Selenium transformation and selenium-rich foods. In *Food Bioscience* [online], 2021. vol. 40, 100875 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.fbio.2020.100875.
8. Dermek, A. 1979. *Atlas našich húb*. 3. vyd. Bratislava : Obzor. s. 444.
9. Filippini, T., Tancredi, S., Malagoli, C., Cilloni, S., Malavolti, M., Violi, F., Vescovi, L., Bargellini, A., Vinceti, M. 2019. Aluminum and tin: Food contamination and dietary intake in an Italian population. In *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* [online], vol. 52, pp. 293–301 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jtemb.2019.01.012.
10. Genchi, G., Sinicropi, M. S., Lauria, G., Carocci, A., Catalano, A. 2020. The effects of cadmium toxicity. In *International Journal of Environmental Research and Public Health* [online], vol. 17, no. 11, 3782 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.3390/ijerph17113782.
11. Haigh, R. 1992. *Vollwertkost*. Gesund essen, Bratislava : Slovart, s. 160. ISBN 80-85163-27-4.
12. Hussain, S., Rengel, Z., Qaswar, M., Amir, M., Zafar-Ul-Hye, M. 2019. Arsenic and heavy metal (cadmium, lead, Mercury and nickel) contamination in plant-based foods. In *Plant and Human Health* [online], vol. 2., pp. 447–490 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1007/978-3-030-03344-6_20.
13. Joint FAO WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). 2021. [online]. Dostupné na: <https://apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/>.
14. Joint, F.A.O.; World Health Organization; WHO Expert Committee on Food Additives. 2008. Safety evaluation of certain food additives and contaminants by the by the Sixty Eight Meeting of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA). [online]. Dostupné na: <https://www.inchem.org/documents/jecfa/jecmono/v59je01.pdf>.
15. Kieliszek, M., Sandoval, S. N. S. 2023. The importance of selenium in food enrichment processes. A comprehensive review. In *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* [online], vol. 79, 127260 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jtemb.2023.127260.
16. Kora, A. J. 2020. Nutritional and antioxidant significance of selenium-enriched mushrooms. In *Bulletin of the National Research Centre* [online], vol. 44, 34 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi:10.1186/s42269-020-00289-w.
17. Kumar, V., Pandita, S., Singh Sidhu, G. P., Sharma, A., Khanna, K., Kaur, P., Bali, A. S., Setia, R. 2021. Copper bioavailability, uptake, toxicity and tolerance in plants: A comprehensive review. In *Chemosphere* [online], vol. 262, 127810 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.127810.
18. Kupka, P., Andráš, P., Dadová, J., Dirner, V. 2016. Problémy definície pojmu ťažký kov. In M. Rusko, I. Klinec, K. Nemoga (Eds.) *Globálne existenciálne riziká*. Zborník zo VI. medzinárodnej konferencie [online]. Žilina : STRIX, s. 103–112. ISBN 978-80-89753-10-9.
19. Liu, S., Liu, H., Li, J., Wang, Y. 2022. Research progress on elements of wild edible mushrooms. In *Journal of Fungi* [online], vol. 8, no. 9, 964 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.3390/jof8090964.

20. Orywal, K., Socha, K., Nowakowski, P., Zoń, W., Kaczyński, P., Mroczko, B. 2021. Health risk assessment of exposure to toxic elements resulting from consumption of dried wild-grown mushrooms available for sale. In *PLoS ONE* [online], vol. 16, no.6, e0252834 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1371/journal.pone.0252834.
21. Rebellato, A. P., Silva, J. G. S., Paiva, E. L. D., Ariseto-Bragotto, A. P., Pallone, J. A. L. 2021. Aluminium in infant foods: toxicology, total content and bioaccessibility. In *Current Opinion in Food Science* [online], vol. 41, pp. 130–137 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.cofs.2021.03.016.
22. Širić, I., Falandysz, J. 2020. Contamination, bioconcentration and distribution of mercury in *Tricholoma* spp. mushrooms from southern and northern regions of Europe. In *Chemosphere* [online], vol. 251, 126614 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.chemosphere.2020.126614.
23. Svrček, M., Vančura, B. 1987. *Huby*. Bratislava: Príroda. s. 316.
24. Toman, R., Golian, J., Massányi, P. 2003. *Toxikológia potravín*. Nitra : SPU v Nitre, s. 116. ISBN 80-8069-166-5.
25. Upadhyay, M. K., Shukla, A., Yadav, P., Srivastava, S. 2019. A review of arsenic in crops, vegetables, animals and food products. In *Food Chemistry* [online], vol. 276, pp. 608–618 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2018.10.069.
26. Vollmannová, A., Musilová, J., Urminská, D., Bajčan, D., Bobková, A. et al. 2018. *Chémia potravín*. Nitra: SPU v Nitre, s. 543. ISBN 978-80-552-1814-4.
27. Wang, P., Chen, H., Kopittke, P. M., Zhao, F. J. 2019. Cadmium contamination in agricultural soils of China and the impact on Food Safety. In *Environmental Pollution* [online], vol. 249, pp. 1038–1048 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.envpol.2019.03.063.
28. Zwolak, A., Sarzyńska, M., Szpyrka, E., Stawarczyk, K. 2019. Sources of soil pollution by heavy metals and their accumulation in vegetables: A Review. In *Water, Air, and; Soil Pollution* [online], vol. 230, no. 7, 164 [cit. 2024-05-20]. Dostupné na: doi: 10.1007/s11270-019-4221-y.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0602/22 „Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých plodoch z environmentálne zaťažených území“.

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

Abstrakt: Cieľom práce je zhodnotenie vysokého rizika zámery jedlých a jedovatých húb rastúcich na Slovensku a diagnostika 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 BÜHLMANN 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. Zozbierané údaje boli graficky vyhodnotené v tomto príspevku.

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 neznižuje 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. 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 tejto práce je zhrnúť informácie, štatistiky a skúsenosti získané v laboratóriu SCN SR po dobu 20 rokov diagnostiky amatoxínových otráv na Slovensku.

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 kráľickej anti-amanitín protilátke. Po premytí je pridaný streptavidín konjugát s chrenovou peroxidázou (enzým), ktorý sa viaže počas druhej inkubácie na komplex amanitín-biotín-protilátka. Nenaviazaný 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 koncentrácií 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

Krížové 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 zámena za jedlé plávky.



Muchotrávka zelená
(*Amanita phalloides*)

Zdroj: internetový zdroj 2



Plávka trávovozelená
(*Russula aeruginea* Lindbl. ex Fr)
Zdroj: internetový zdroj 2



Plávka zelenkastá
(*Russula virescens* (Schaeff.) Fr.)
Zdroj: internetový zdroj 2

Muchotrávka biela (*Amanita verna*) - možná záměna za Pečiarku poľnú (*Agaricus campestris*).



Muchotrávka biela
(*Amanita verna*)
Zdroj: internetový zdroj 1



Pečiarka poľná
(*Agaricus campestris*)
Zdroj: internetový zdroj 1

Muchotrávka končistá (*Amanita virosa*) - možná záměna za pečiarky (*Agaricus* spp.)



Muchotrávka končistá
(*Amanita virosa*)
Zdroj: internetový zdroj 3

Bedlička ostrošupinatá (*Echinoderma asperum*) - možná záměna za jedlé bedle.



Bedlička ostrošupinatá
(*Echinoderma asperum*)
Zdroj: internetový zdroj 1



Bedľa vysoká
(*Macrolepiota procera*)
Zdroj: internetový zdroj 1



Bedľa červenejúca
(*Chlorophyllum rachodes*)
Zdroj: internetový zdroj 1

Kapučňovka okrovohnedastá (*Galerina margitana*) - možná záměna za Šupinačku menlivú.



Kapučňovka okrovohnedastá
(*Galerina margitana*)
Zdroj: internetový zdroj 4



Šupinačka menlivá
(*Kuehneromyces mutabilis* (Schaeff.) Singer)
Zdroj: internetový zdroj 4

2. typ – gyromitrínový, monometylhydrazínový

Jedovatá látka je gyromitrín. Klinický obraz otravy sa podobá na cytotoxický, cyklopeptidový, faloidný typ s oneskoreným začiatkom a poškodením pečene a obličiek. V minulosti označované ako parafaloidné otravy.

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

3. typ – muskarínový

Toxická látka je muskarín. Rôznorodé príznaky otravy ako potenie, slinenie, zvracanie, hnačky, problémy s dýchaním, zrakom a podobne sa prejavujú skoro, niekedy už počas jedla, najneskôr do 2 hodín.

- Vláknic Patouillardova (*Inocybe erubescens*) + strmuľky (*Clitocybe* sp.)

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 tigrovaná (*Amanita pantherina*)
- Muchotrávka červená (*Amanita muscaria*)
- Muchotrávka 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.

- Rod holohlavec (*Psilocybe* spp.)
- Rod zvoncovec (*Panaeolus* spp.)
- Rod kapučňovec (*Conocybe* spp.)

7. typ – gastrointestinálny

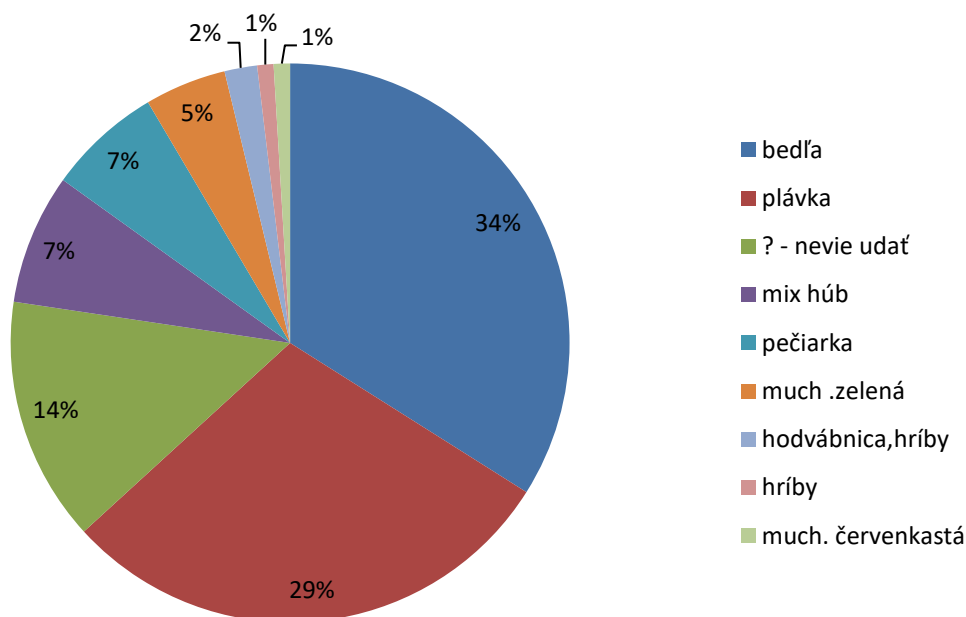
Patria sem pečiariky (*Agaricus*), plávky (*Russula*), niektoré hríby, hodvábnice (*Entoloma*) a čírovky (*Tricholomopsis*).

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 dochádza k zámenám jedlých húb s jedovatými pri bedliach a plávkach s muchotrávkou zelenou. Tento omyl udávajú pacienti pri prijatí do nemocnice najčastejšie (Obrázok 1). Tento údaj spolu so šampiňónom (pečiarkou) a neidentifikovateľnými hubami tvorí viac ako 80 % otráv z celkového počtu pozitívne dokázaných na otravu amatoxínom.

V Skriningovom centre novorodencov SR 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 analytický kit a zrealizovať prospektívnu štúdiu diagnostiky a liečby amatoxínových otráv pomocou tohoto kitu a RELDADKOM protokolu.



Obrázok 1 Rozdelenie udávaných zámen húb (Zdroj: SCN SR pri DFNSP Banská Bystrica)

Muchotrávka zelená (*Amanita phalloides*) je považovaná za najjedovatejšiu a najnebezpečnejšiu hubu celosvetovo. Celá plodnica obsahuje zmes peptidických jedov (Tabuľka 1), ktoré môžeme rozdeliť do niekoľkých skupín:

Tabuľka 1 Rozdelenie peptidických jedov nachádzajúcich sa v plodnici *M. zelenej* (*A. phalloides*)

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	
k. amanulínová		falacidín	dezoxoviroisín	
proamanulín		falisacín	alloviroidín	
amanín				
amanínamid				

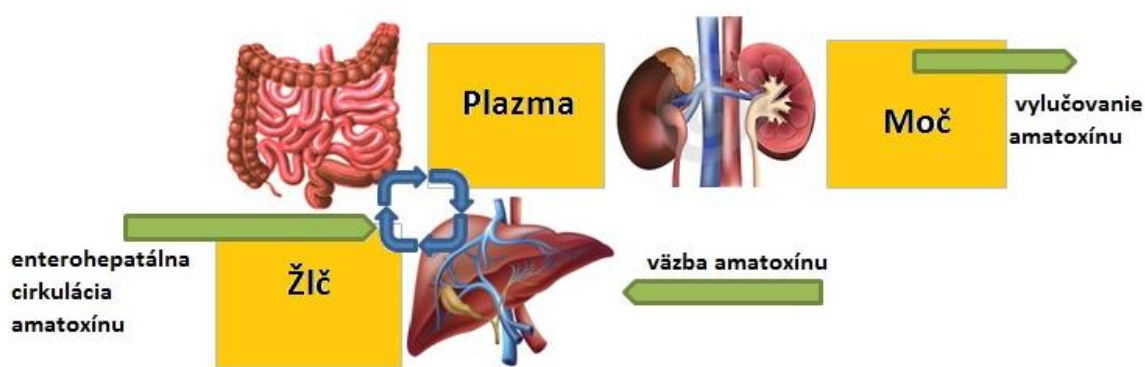
Amatoxíny sú cyklické oktapeptidy s indolsulfoxidovým mostíkom. Cytotoxický efekt je vyvolaný selektívnou inhibíciou DNA-dependentnej RNA polymerázy II. a III. Amanitíny blokujú prenos genetického kódu z DNA na informačnú RNA, čím zastavujú proteosyntézu a následne spôsobujú nekrozu buniek, najviac hepatocytov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

Sú to silné jedy, pričom dávka len 0,1 mg na kg telesnej hmotnosti môže byť smrteľnou dávkou pre dospelých. Požitie 20 – 25 gramov huby sa rovná 5 – 8 mg amatoxínov, čo už považujeme za smrteľnú dávku (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 (Obrázok 2). 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, pri ktorom sa zhruba za hodinu prefiltruje celkový objem krvi, pri ktorom sa vylúči 60 % amatoxínov. 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 placentárnu bariéru pravdepodobne len v I. 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) a teda je potenciálnym rizikom pre kojenca.



Obrázok 2 Metabolizmus amatoxínov v organizme
(Zdroj: Cibirová)

Liečba

Hlavným cieľom liečby je zabránenie resorpcie mykotoxínov z tráviaceho traktu do organizmu a ich účinná eliminácia, resp. vylúčenie z organizmu. V súčasnosti neexistuje chemicky špecifické antidotum proti amatoxínom. Pri liečbe sa používa silibinin (obchodný názov 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 môžeme považovať za účinné antidotum len v prípade, že je súbežne dávkované obrovské množstvo penicilínu. 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 sa podarilo dosiahnuť viac ako 90%-né 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. Je nutné podávať extrémne dávky *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, je možné postupné znižovanie objemu infúzie.
- **Antidotá** - Penicilín G - viaže sa na hepatocyty, a tým sa redukuje vychytávanie amatoxínov hepatocytmi (1 – 2 milióny jednotiek/kg váhy/24 hodín).

Silibinin (obchodný názov Legalon SIL) sa podáva v dávke 20 mg/kg/24 hodín, v 4 dávkach každých 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 ostropestreca mariánskeho (*Silybum marianum*), do terapie otráv bol zavedený v 70-ich rokoch (Dluholucký a kol., 2006).

- **Koaguláza** - čerstvá zmrazená plazma sa podáva ako substitúcia koagulačných faktorov.
- **Monitorovanie** - počas celej doby liečby je potrebné dôsledne 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 úroveň hepatálnych testov (Dluholucký a kol., 2006, 2012).

Hodnotenie výsledku cut-off

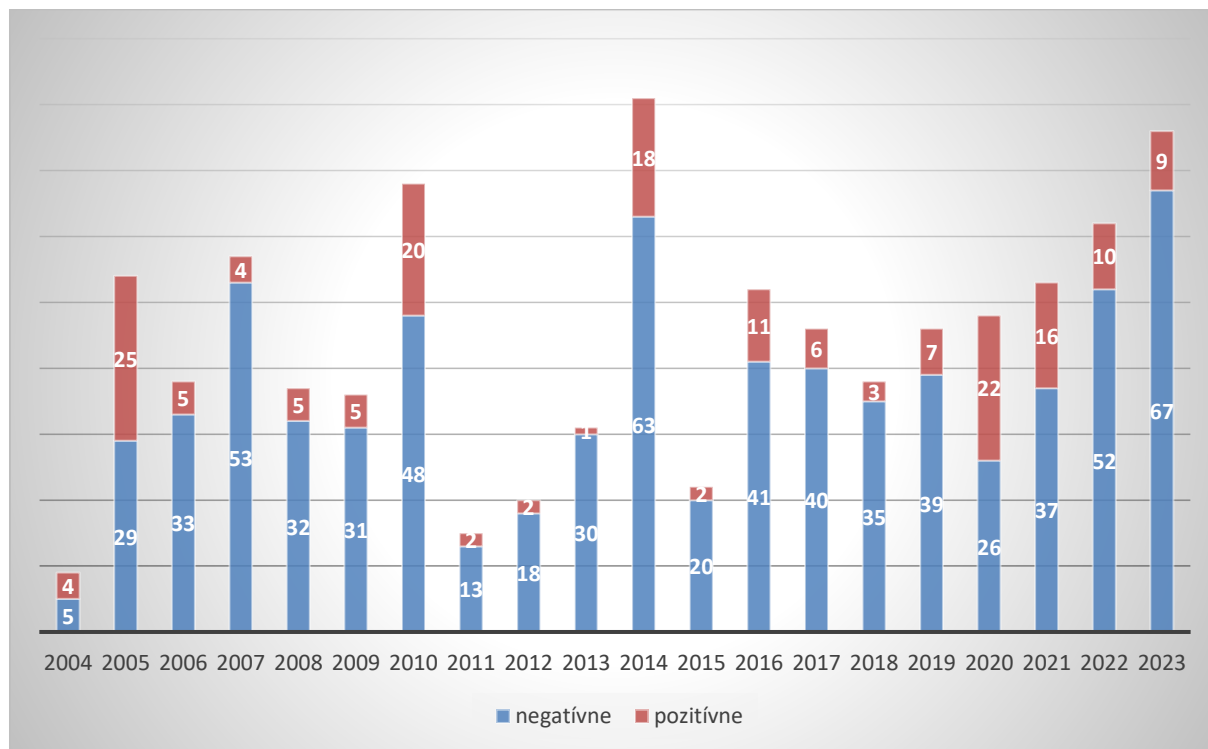
Hodnoty koncentrácie amanitínu nad hodnotu 1,5 ng/ml môžu indikovať intoxikáciu amanitínom (Tabuľka 2). Výrobca doporučuje brať túto hodnotu len ako „vodítko“, keďže koncentrácia amanitínu v moči a v krvi je závislá na čase, v ktorom bol materiál na vyšetrenie od pacienta odoberaný. Na druhej strane, 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
I.	do 12 hodín	Latencia	v krvi v moči
II.	12-36 (48) hodín	Gastroenteritída	v moči v krvi – obmedzene
III.	48-72 hodín	Druhá latencia	v moči – obmedzene v krvi – väčšinou nedetekovateľné
IV.	5-7 dní	Pečeňová kóma	v moči – kontroverzné!

Počet vyšetrení za roky 2004-2023

Od roku 2004 do roku 2023 sme v našom biochemickom laboratóriu pri SCN SR vyšetřili 889 pacientov s podozrením na otravu muchotrávkou zelenou, z toho bolo 177 pacientov pozitívnych (Obrázok 3). V rokoch 2004 – 2023 zo 177 otrávených zomrelo 9 pacientov – 5,1 % otrávených. V poslednom roku 2023 nezomrel ani jeden pacient. Najdôležitejšie je, že PRI VŠETKÝCH ZOMRETÝCH NEBOL DODRŽANÝ LIEČEBNÝ PROTOKOL! Ostatní boli vyliečení a sú zdraví.



Obrázok 3 Počty vyšetrení v rokoch 2004-2023 (Zdroj: SCN SR pri DFNSP Banská Bystrica)

Na diagnostiku otráv s priamym vyšetrením amanitínov sa používajú rôzne metódy. U nás používaná metóda na vyšetrenie prítomnosti amanitínov pomocou ELISA KITu 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 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 2023 sme v našom laboratóriu vyšetřili 889 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 zaťažujúcej liečby, ako aj zbytočného vynaloženia finančných prostriedkov na liečbu. Zároveň, ak je pri liečbe pacienta dodržaný liečebný protokol zavedený 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 otravu týmto jedom. 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.

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

LITERATÚRA

1. BÜHLMANN LABORATORIES AG. 2013. Amanitin ELISA kit. Návod na použitie [online], pp. 1–24. [cit. 2024-04-26]. Dostupné na:
2. 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].
3. Dluholucký, S., Raffaj, D. 2004. Manažment intoxikácií u detí. In Lekárske listy, vol. 39, pp 24 [cit. 2024-04-26].
4. 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 lekársky časopis, vol. 12, no. 3, pp. 113–119 [cit. 2024-04-26]. ISSN 13358359.
5. 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>.
6. 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].
7. 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].
8. Gavorník, P. 2000. Otravy hubami. In Bratislava: Univerzita Komenského, pp. 99 [cit. 2024-04-26]. ISBN 80-223-1491-9.
9. Herink, J. 1993. Přehled současných poznatků o patogenезi a patofyziologii otravy muchomůrkou zelenou (*Amanita phalloides*). In Časopis Lékařů Českých, vol. 132, pp. 452–455. ISSN 0008-7335 [cit. 2024-04-26].
10. 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.
11. 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.
12. 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].
13. 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.
14. (internetový zdroj 1) <http://www.nahuby.sk/atlas-hub>
15. (internetový zdroj 2) http://www.nahuby.sk/atlas_hub_dvojniky_detail.php?dvojniky_id=10
16. (internetový zdroj 3) http://www.nahuby.sk/atlas_hub_dvojniky_detail.php?dvojniky_id=11
17. (internetový zdroj 4) http://www.nahuby.sk/atlas_hub_dvojniky_detail.php?dvojniky_id=1

PESTUJEME NA ZVÝŠKOCH! HUBOVÁ FARMA V OBÝVAČKE

Veronika CYPRICHOVÁ – Juraj HARIŠ – Lukáš RADOŠOVSKÝ
Damián HLAVAČKA

Nová Cvernovka, Račianska 80, 831 02 Bratislava, Slovenská republika

Abstrakt: Svetová produkcia jedlých húb predstavuje významný a rýchlo rastúci segment poľnohospodárstva, ktorý hrá kľúčovú úlohu v zabezpečovaní potravinovej bezpečnosti a udržateľného rozvoja. V posledných desaťročiach sa záujem o pestovanie jedlých húb zvýšil vďaka rastúcemu dopytu po zdravej a výživnej strave, ako aj vďaka ich environmentálnym prínosom. Moderné metódy pestovania, ako sú vertikálne farmy, hydroponické a aeroponické systémy, umožňujú efektívnejšiu produkciu s menším využitím pôdy a vody. Jedlé huby sú dôležitým zdrojom proteínov, vitamínov a minerálov, čo ich robí zaujímavou a podstatnou súčasťou výživy. Okrem výživových hodnôt prispievajú aj k znižovaniu odpadu, pretože mnohé huby sa pestujú na substrátoch z poľnohospodárskych biologických zvyškov. Tento proces recyklácie prispieva k udržateľnému využívaniu zdrojov a podporuje ekologické poľnohospodárstvo. Celkovo sa očakáva, že produkcia jedlých húb bude aj naďalej rásť, čím prispieje k riešeniu globálnych výziev v oblasti potravinovej bezpečnosti a udržateľnosti.

Kľúčové slová: huby, pestovanie, podhubie, vertikálna farma

ÚVOD

Hubová farma je typ vertikálnej farmy, ktorá sa vyznačuje pozitívami ako je vysoký výnos pestovanej plodiny na malej ploche, celoročná a lokálna produkcia a využitie druhotných surovín akými sú napr. biologické zvyšky. V roku 2022 sa na svete vyprodukovalo viac ako 48 miliónov ton húb (FAO, 2024). Najväčšie zastúpenie pestovaných húb majú shiitake (*Lentinula edodes*) (22 %), potom rôzne druhy hľivy (*Pleurotus ostreatus* / *djamor* / *citronopileatus* a i.) (19 %), judášovo ucho (*Auricularia* spp.) (17 %), šampiňóny (*Agaricus* spp.) (15 %) a enoki (*Flammulina* spp.) (11 %) (Internetový zdroj 1). Čína je najväčším producentom a distribútorom jedlých a liečivých húb na svete, s podielom 87 % z celkovej produkcie. Štátom EÚ patrí len 1,1 % zo svetovej produkcie a viac ako polovica pestovaných húb pochádza z Poľska alebo Holandska (Royse a kol., 2017).

Pre pestovateľov pojem „huba“ väčšinou definuje charakteristickú epigeickú plodnicu makroskopickej huby (vegetatívna časť), ktorá produkuje výtrusy, ale aj hypogeické podhubie makroskopickej huby (nevegetatívna časť), ktoré tvorí súvislú vrstvu buniek. Plodnice aj podhubie sú dostatočne veľké na to, aby sa dali vidieť voľným okom a zbierať rukou (Chang, 2008). Pestované huby teda nemusia byť len členmi skupiny Basidiomycetes, ani nadzemné, ani mäsité, ani jedlé, ako sa to bežne v definíciách uvádza.

Huby sa pestujú a zbierajú nie len ako zdroj potravy bohatý na bielkoviny a minerály, ale aj kvôli obsahu liečivých a zdraviu prospešných látok podporujúcich regeneráciu svalov, neurónov a posilňujúcich imunitu, z ktorých sa vyrábajú rôzne doplnky stravy (Valverde a kol., 2015). Väčšina húb pestovaných na farme sú saprofytické, heterotrófne organizmy, ktoré získavajú uhlík

z odumretej organickej hmoty. Huby majú bunkové steny, neobsahujú chlorofyl a neprebíha v nich fotosyntéza. Nemajú ani cievy xylém a floém, ale ich bunkové steny obsahujú chitín, ktorý sa vyskytuje aj v exoskelete hmyzu a iných článkonožcov rastliny. Absorbujú O₂ a uvoľňujú CO₂. Síce môžu byť funkčne bližšie k živočíšnym bunkám ako k rastlinám, avšak stále sú dostatočne odlišné od rastlín aj živočíchov a patria do samostatnej ríše - Fungi (Chang a Wasser, 2017).

Významným aspektom pestovania húb je biokonverzia nevyužiteľnej lignocelulózovej biomasy ako je slama, piliny, otruby - na potraviny a liečivé produkty. Princípy tejto biokonverzie sa uplatňujú aj v iných, nepotravinárskych smeroch, napr. pri vývoji biodegradovateľných materiálov alebo pri odstraňovaní a degradácii znečisťujúcich látok. Pri procese mykoremediácie sa huba využíva na rozklad znečisťujúcich látok, pričom znečisťujúce látky huba absorbuje a koncentruje (proces biosorpcie) (Akpaši a kol., 2023).

MATERIÁL A METODIKA

Metódy pestovania môžu zahŕňať relatívne jednoduchú manufaktúru, vsádzkový proces, ktorý je vhodný v malej či strednej škále pestovania húb ako je napr. *Pleurotus ostreatus* (do 500 kg/mesačne), alebo technologicky vyspelý priemysel, ako je to v prípade pestovania *Agaricus bisporus*, *Flammulina velutipes* a *Hypsizygus marmoreus* v Číne (1 a viac ton/mesačne) (Fan a kol., 2008). Technologické vybavenie priestorov a zariadenia sa odvíjajú od škály pestovania, druhu pestovanej huby a dostupnej plochy. Špecificky huby rodu *Agaricus* sa pestujú samostatne v otvorenom priehradkovom systéme na kompostovom substráte a nie je vhodné ich pestovať v domácich podmienkach. Ostatné drevorozkladajúce huby, ako je hľiva alebo koralovec, sa pestujú na slame, pilinách a iných lignocelulózových substrátoch, ktoré sú sterilne uzavreté v plastových vreciach a môžu sa spolu kombinovať pri plodení v miestnosti, kde je dodržaná vhodná vlhkosť. Jednoduchou miestnosťou na plodenie húb, môže byť aj stan s jednoduchým zvlhčovačom, ktorý pravidelne privádza do uzavretého priestoru vlhkosť. Čerstvý vzduch sa privádza cez malý vetrací otvor a svetlo pomocou lampy (McCoy, 2016).

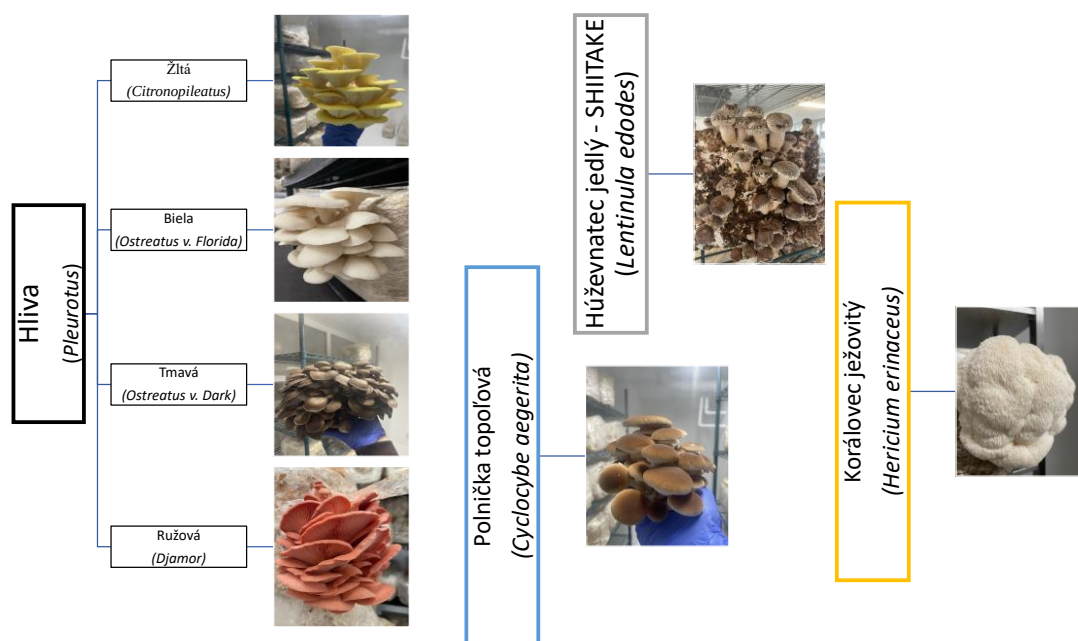
Jednoduchá interiérová hubová farma pozostáva väčšinou z minimálne troch od seba oddelených miestností, v ktorých huba postupne rastie a podhubie sa mení a vytvára plodnice so spórmi.

- **Prvá miestnosť** slúži na prípravu substrátov a očkovanie, resp. vnášanie huby do substrátu. Najčistejšia miestnosť, v ktorej sa nachádza miesto, na ktorom sa dá pracovať za sterilných podmienok, pripravovať hubovú násadbu a inokulovať hubu do sterilného substrátu. Bežné vybavenie je hepafilter na čistenie vzduchu, UV svetlo na sterilizovanie skla a pomôcok, alkohol, kahan a iné laboratórne pomôcky.
- **Druhá miestnosť** je inkubačná, v ktorej podhubie postupne kolonizuje a prerastá substrát. V miestnosti je dôležité udržiavať stálu teplotu a tmu alebo ambientné svetlo, aby podhubie rýchlejšie prerastalo substrát.
- **Tretia miestnosť** je rastová alebo plodiaca miestnosť, v ktorej sa vyvíjajú zo substrátu plodnice za špecifických podmienok – vlhko, teplota, čerstvý vzduch a denné svetlo. V miestnosti sa nachádza vyvíjač pary, UV svetlo, vlhkomer a regulácia prívodu a odsávania vzduchu.

Úspešná a nepretržitá produkcia si vyžaduje praktické skúsenosti aj vedecké poznatky na úrovni biotechnológie a dodržiavanie potravinových štandardov a hygieny. Sanita (hygienické štandardy a postupy) priestorov musí byť na pravidelnej báze každé 2 týždne.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pestovanie húb v *in vitro*, si vyžaduje dosiahnutie ideálnych podmienok pre plodenie, ktoré sú špecificky charakterizované pre rôzne druhy bežne pestovaných húb (Obrázok 1). Huby je možné pestovať spolu vo vertikálnom systéme políc, čo výrazne zefektívňuje proces a náklady. Dôležité je počas fázy plodenia zabezpečiť kontinuálny prístup vysokej vlhkosti, čerstvý vzduch a pre niektoré druhy aj denné svetlo.



Obrázok 1 Bežne pestované druhy húb na hubovej farme

Vlhkosť v rastovej miestnosti je pre väčšinu húb 70 – 90 %. Teplota, pri ktorej sa vyvíjajú plodnice, je 15 – 25 °C. Rozdiely v požiadavkách na vlhkosť alebo teplotu súvisia s druhom pestovanej huby (Tabuľka 1). Niektoré druhy húb ako je hliva kráľovská (*P. eryngii*) netolerujú teplo >15 °C, čo vyžaduje chladenie privádzajúceho vzduchu, a tým sa náklady na prevádzku zvyšujú. Naopak, hliva žltá (*P. citronopileatus*) a hliva ružová (*P. djamor*) obľubujú na plodenie vyššie teploty, pretože sú to druhy pochádzajúce z tropických oblastí a v zime je náročné ich pestovať bez vykurovania.

Tabuľka 1 Požiadavky na teplotu inkubácie substrátu, teplotu a vlhkosť pri pestovaní v rastovej miestnosti pre najčastejšie pestované druhy húb na hubovej farme.

Druh huby	Teplota v inkubačnej miestnosti [°C]	Teplota v rastovej miestnosti [°C]	Vlhkosť v rastovej miestnosti [%]
Koralovec ježovitý	21 – 24	15 – 21	70 – 80
Shiitake	18 – 21	18 – 25	85 – 90
Hliva ustricovitá	21 – 27	18 – 25	70 – 90

Riešením je pestovať huby sezónne, s ohľadom na teplotu nasávaného vzduchu, alebo upraviť podmienky na farme tak, aby bolo možné prevádzkovať viac rastových miestností s rôznymi teplotami vzduchu, špecificky nastavené na druh pestovanej huby, čo však výrazne zvyšuje náklady na produkciu.

Proces začína prípravou alebo kúpou čistého podhubia jedlej huby, ktoré sa získava v tekutej forme alebo na Petriho miske spolu so živným médiom. Podhubie húb sa skladá z buniek, ktoré nesú v sebe geneticky rovnakú informáciu na rozdiel od spór, a preto je vhodnejšie na výrobu sadby, ktorá si má zachovať rovnaké vlastnosti. Výroba podhubia z plodnice huby (Obrázok 2a-c.), vyžaduje zručnosti a sterilné prostredie, ktoré nemá každý v domácich podmienkach dostupné, ale je možné si ho provizórne vyrobiť (McCoy, 2016).

Substrát na pestovanie drevorozkladajúcich húb je väčšinou tvorený lignocelulózovou zložkou (piliny alebo slama) a zložkou s vyšším obsahom dusíka (pivné mláto, kávové zvyšky, otruby). Pomer medzi týmito zložkami sa mení v závislosti od druhu pestovanej huby a obsahu výživných látok, ale zväčša sa používa pomer 5:1, piliny a mláto. Do substrátu sa pridáva sadrovec na úpravu pH a esenciálna je voda, ktorej sa pridáva okolo 70 hm. % vzhľadom na suché zložky. Pripravený substrát sa po sterilizácii (120 °C, 2 hod.) naočkuje hubovou sadbou, ktorá obsahuje čisté podhubie vybranej huby (Obrázok 2 c-f).

V priebehu 4 – 6 týždňov od založenia hubového substrátu dokážeme zbierať konzumovateľné plodnice húb, ktoré je možné využiť ako veľmi chutnú a obohacujúcu potravinu. Použitý substrát sa môže použiť na pestovanie iných druhov húb, ako krmivo pre hospodárske zvieratá, kompostovať alebo spáliť a použiť ako pôdne hnojivo, alebo pri bioremediácii narušeného životného prostredia (McCoy, 2016).



Obrázok 2 Postup propagácie mycélia a výroby hubového substrátu na pestovanie húb na hubovej farme

ZÁVER

Pestovanie húb na hubových farmách predstavuje inovatívny a udržateľný spôsob poľnohospodárskej produkcie, ktorý reaguje na narastajúci dopyt po zdravých a výživných potravinách. Tento spôsob pestovania umožňuje efektívne využitie zdrojov, minimalizáciu odpadu a optimalizáciu produkčných podmienok, čím sa zabezpečuje vysoká kvalita a bezpečnosť potravín. Moderné sú vertikálne farmy, ktoré je možné realizovať takmer všade a umožňujú maximalizovať výnosy na obmedzenom priestore a s minimálnym využitím vody. Tieto metódy taktiež znižujú potrebu pesticídov a herbicídov, čím prispievajú k ochrane životného prostredia a zlepšeniu zdravia spotrebiteľov. Recyklácia poľnohospodárskych zvyškov ako substrát pre pestovanie húb navyše prispieva k udržateľnému hospodáreniu a znižuje ekologickú stopu poľnohospodárskej činnosti. Ďalší výskum a inovácie v tejto oblasti budú kľúčové pre zvyšovanie efektivity a udržateľnosti tohto spôsobu produkcie, čím sa pestovanie húb stane ešte významnejšou súčasťou globálneho potravinového systému.

LITERATÚRA

1. Akpasi, S. O., Anekwe, I. M. S., Tetteh, E. K., Amune, U. O., Shoyiga, H. O., Mahlangu, T. P., Kiambi, S. L. 2023. Mycoremediation as a Potentially Promising Technology: Current Status and Prospects – A Review. *Applied Sciences* [online], vol. 13, no. 8, 4978 [cit. 2024-05-13]. doi: 10.3390/app13084978.
2. Chang, S. 2008. Overview of mushroom cultivation and utilization as functional foods. In P. C. K. Cheung (Ed.). *Mushrooms as Functional Foods* [online], New Jersey: John Wiley & Sons, Inc., s. 1–33 [cit. 2024-05-13]. doi: 10.1002/9780470367285.
3. Chang, S. T., Wasser, S. P. 2017. The cultivation and environmental impact of mushrooms. In P. C. K. Cheung (Ed.). *Oxford research encyclopedia of environmental science* [online], nestranové [cit. 2024-05-13]. Oxford : Oxford University Press, doi: 10.1093/acrefore/9780199389414.013.231.
4. Fan, L., Soccol, C. R., Pandey, A. 2008. Mushroom Production. In A. Pandey, C. R. Soccol, C. Larroche (Eds.). *Current Developments in Solid-state Fermentation* [online], New York : Springer, s. 253–274 [cit. 2024-05-13]. doi: 10.1007/978-0-387-75213-6_12.
5. FAO. 2024. Total production of mushrooms and truffles worldwide from 2012 to 2022 [cit. 2024-05-13].
6. McCoy, P. 2016. Radical mycology: A treatise on seeing and working with fungi. In *Portland Chthaeus Press*, s. 672. ISBN-10: 0986399604.
7. Royse, D., Baars, J. J. P., Tan, Q. 2017. Current Overview of Mushroom Production in the World: Technology and Applications. In A. Pardo-Giménez, D. Cunha Zied (Eds.). *Edible and Medicinal Mushrooms* [online]. New Jersey : Wiley-Blackwell, s. 5–13 [cit. 2024-05-13]. doi: 10.1002/9781119149446.ch2.
8. Valverde, M. E., Hernández-Pérez, T., Paredes-López, O. 2015. Edible mushrooms: improving human health and promoting quality life. *International Journal of Microbiology* [online], vol. 2015, pp. 1–14 [cit. 2024-05-13]. doi: 10.1155/2015/376387.
9. Internetový zdroj 1: <https://www.statista.com/statistics/1018488/global-mushrooms-and-truffles-production/>

HUBY NA TANIERI: AKTUÁLNE TRENDY V KONZUMÁCII JEDLÝCH HÚB Z POHLADU SLOVENSKÝCH SPOTREBITEĽOV

Kristína PREDANÓCYOVÁ¹ – Július ÁRVAY²

¹Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

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

Abstrakt: Jedlé huby je možné zaradiť k potravinám s vysokými nutričnými vlastnosťami, ktorých konzumácia má pozitívny vplyv na zdravie spotrebiteľov. Cieľom príspevku je identifikovať správanie a preferencie spotrebiteľov pri konzumácii jedlých húb na Slovensku. Uvedený zámer bol dosiahnutý realizovaním spotrebiteľského prieskumu na vzorke 1054 konzumentov jedlých húb. Implementáciou rôznych štatistických metód bol skúmaný vplyv socio-demografických premenných na množstvo konzumácie jedlých húb a identifikované spotrebiteľské preferencie pri konzumácii a nákupe jedlých húb. Výsledky spotrebiteľskej štúdie ukázali, že k vyššej konzumácii jedlých húb inklinujú muži, spotrebiteľia staršej vekovej generácie, dôchodcovia, mestskí spotrebiteľia a spotrebiteľia, ktorí majú sklon k vegetariánstvu a vegánstvu. Štúdia ďalej odhalila, že väčšina slovenských spotrebiteľov nekonzumuje huby na pravidelnej báze a najviac preferovanými sú hríby, kozáky a hlivy. Slovenskí spotrebiteľia konzumujú huby najmä z dôvodu chuti a preferujú ich zakomponovanie do hlavných jedál a polievok. Z hľadiska nákupného správania je možné konštatovať príležitostný nákup jedlých húb a preferenciu čerstvých a sušených húb. Štúdia definovala aj tri faktory determinujúce nákup jedlých húb, faktor ceny, faktor vzťahujúci sa na kvalitu a faktor dotýkajúci sa iných marketingových aspektov. Štúdia poskytuje komplexný pohľad na správanie spotrebiteľov jedlých húb na Slovensku a jej výsledky predstavujú hodnotné informácie nielen pre vedecké účely, ale aj pre potravinárske spoločnosti, tvorcov politik a spotrebiteľov.

Kľúčové slová: jedlé huby, konzumácia, nákup, preferencie, spotrebiteľ, správanie

ÚVOD

Jedlé huby majú dôležité postavenie v stravovaní konzumentov a v poslednom období rastie záujem o potraviny s obsahom húb (Mayett a kol., 2012; Veljović a Krstić, 2020). Zvýšený dopyt po jedlých hubách je možné odôvodniť vysokými nutričnými hodnotami, nakoľko sú významným zdrojom bielkovín, glukánu, vlákniny, vitamínov a minerálov (Olah a kol., 2020). Fialková a kol. (2023) dopĺňajú, že huby sú populárnou a výživnou stravou, ktorá je známa nízkym obsahom tuku, cholesterolu a sodíka. V kontexte uvedeného je nespochybniteľný pozitívny vplyv konzumácie jedlých húb na zdravie spotrebiteľov. Pozitívne zdravotné účinky sa prejavujú najmä v posilnení imunitného systému, znižovaní rizika obezity, rakoviny a kardiovaskulárnych ochorení (Veljović a Krstić, 2020; Bringye a kol., 2021; Ovusu a Dekagbey, 2021; Oguntoye a kol., 2022). Vďaka zdravotným výhodám sú huby vhodnou potravinou pre spotrebiteľov všetkých vekových kategórií (Getachew a kol., 2016; Thilakarathne a Sivashankar, 2018).

Dôvodom zvýšenej popularity jedlých húb môže byť aj skutočnosť, že sú považované za vhodnú alternatívu mäsa, a čoraz viac sú obľúbené u ľudí, ktorí hľadajú zdravé a ekologické stravovanie a majú vysokú preferenciu k stravovacím smerom, vyznačujúcimi sa absenciou konzumácie mäsa a iných živočíšnych potravín (Bringye a kol., 2021). Sayeed Ibrahi a Huda-Faujan (2023) zdôrazňujú, že konzumácia húb môže byť prijateľná najmä pre flexitariánov z dôvodu vysokých nutričných, bioaktívnych a terapeutických hodnôt, vláknitej štruktúry pripomínajúcej štruktúru mäsa a chuti umami, ktorá potravinám môže dodať typickú mäsovú chuť. Ďalšie štúdie potvrdzujú, že huby je možné považovať za vhodnú potravinu pre vegetariánov a vegánov, keďže sú považované za zeleninu a v súčasnosti sú konzumované pre ich nutričné, liečivé a ekonomické výhody (Adegbenjo a kol., 2020; Ovsu a Dekagbey, 2021; Kunca a kol., 2013).

Konzumácia húb môže byť podporená aj ich integráciou do rôznych jedál, nakoľko huby majú výraznú chuť a vysoké nutričné hodnoty. V súčasnosti existuje niekoľko spôsobov, ako huby konzumovať, môže ísť napríklad o vyprážané huby, hamburgery z húb, pečivo s hubovou náplňou, nugetky z húb, použitie sušených húb ako prášku pridaného do polievok a omáčok (Kumar a kol., 2014; Christy a kol., 2018). Atraktivitu húb je možné zvýšiť ich zakomponovaním do rôznych jedál a použiť ich ako prísady do kari alebo satay (Haimid a kol., 2013). Uvedenými spôsobmi je možné rozšíriť možnosti konzumácie húb a vytvoriť pestrejšiu a chutnejšiu stravu.

Pre budúce smerovanie trhu s jedlými hubami je kľúčové pochopiť spotrebiteľské správanie a definovať determinanty ovplyvňujúce rozhodnutia spotrebiteľov o nákupe a konzumácii. V súčasnej dobe sa mení spotrebiteľské správanie na trhu s jedlými hubami, s akcentom na trendy, ako je životný štýl, zdravá výživa, bio stravovanie a alternatívne diéty, avšak absentuje komplexná spotrebiteľská štúdia, týkajúca sa konzumácie jedlých húb na Slovensku. Vychádzajúc z uvedeného, cieľom príspevku je preskúmať a identifikovať spotrebiteľské preferencie týkajúce sa konzumácie a nákupu jedlých húb na Slovensku. Predkladaná štúdia poskytne relevantné informácie získané z prieskumu realizovanom na vzorke 1054 konzumentov jedlých húb. Štúdia sa orientuje na množstvo a frekvenciu konzumácie, preferencie druhov húb, dôvody a miesta konzumácie, dostupnosť a spôsoby získavania húb, ako aj faktory ovplyvňujúce nákup a následnú spotrebu. Výsledky štúdie môžu byť užitočné pre potravinárske spoločnosti pri plánovaní stratégií pre umiestnenie a predaj jedlých húb a zároveň poskytnú spotrebiteľom informácie pre lepšiu orientáciu na trhu jedlých húb a podporia ich konzumáciu.

V kontexte uvedených východísk a cieľa tejto práce boli formulované nasledujúce otázky:

- Aká je ročná úroveň konzumácie jedlých húb u slovenských spotrebiteľov?
- Aké sú preferencie slovenských spotrebiteľov pri konzumácii a nákupe jedlých húb?

MATERIÁL A METODIKA

Spotrebiteľská štúdia vychádza z prieskumu orientovaného na spotrebiteľov jedlých húb, cieľom ktorého je identifikovať správanie konzumentov s dôrazom na konzumované množstvo húb a preferencie spotrebiteľov pri nákupe a konzumácii jedlých húb. Spotrebiteľský prieskum bol realizovaný formou online dotazníkového prieskumu v Slovenskej republike v období od júna 2022 do decembra 2023 na vzorke 1054 respondentov. Respondenti, zapojení do dotazníkového prieskumu, boli rozdelení podľa vybraných socio-demografických charakteristík, konkrétne pohlavia, veku, počtu členov v domácnosti, vzdelania, ekonomickej situácie, miesta bydliska, kraja a stravovacích návykov (Tabuľka 1).

Tabuľka 1 Socio-demografický profil skúmanej vzorky opýtaných

Socio-demografické premenné		n_i	%
Pohlavie	<i>muž</i>	483	45,83
	<i>žena</i>	571	54,17
Veková kategória	<i>do 24 rokov</i>	305	28,94
	<i>25-39 rokov</i>	289	27,42
	<i>40-54 rokov</i>	299	28,37
	<i>55 rokov a viac</i>	161	15,28
Počet členov v domácnosti	<i>1-2</i>	335	31,78
	<i>3-4</i>	608	57,69
	<i>5 a viac</i>	166	15,75
Vzdelanie	<i>stredoškolské</i>	416	39,47
	<i>vysokoškolské</i>	638	60,53
Ekonomický status	<i>zamestnaný</i>	539	51,14
	<i>podnikateľ/SZČO</i>	70	6,64
	<i>študent</i>	338	32,07
	<i>dôchodca</i>	64	6,07
	<i>nezamestnaný</i>	26	2,47
	<i>materská/rodičovská dovolenka</i>	17	1,61
Bydlisko	<i>mesto</i>	580	55,03
	<i>dedina</i>	474	44,97
Kraj	<i>Banská Bystrica</i>	231	21,92
	<i>Bratislava</i>	110	10,44
	<i>Košice</i>	64	6,07
	<i>Nitra</i>	276	26,19
	<i>Prešov</i>	98	9,30
	<i>Trenčín</i>	113	10,72
	<i>Trnava</i>	82	7,78
	<i>Žilina</i>	80	7,59
Stravovacie návyky	<i>všežravectvo</i>	828	78,56
	<i>vegetariánstvo</i>	41	3,89
	<i>vegánstvo</i>	9	0,85
	<i>flexitariánstvo</i>	176	16,70

n_i - absolútna početnosť hodnoty znaku v štatistickom súbore s rozsahom n , % - relatívna početnosť hodnoty znaku v štatistickom súbore s rozsahom n (podiel absolútnej početnosti n_i a rozsahu štatistického súboru n)

Spotrebiteľský prieskum bol rozdelený do troch častí. Prvá časť bola orientovaná na identifikovanie konzumovaného množstva jedlých húb za rok. Spotrebitelia mali možnosť vybrať si z navrhovaných alternatív: menej ako 1 kg, 1,00 – 5,00 kg, 5,01 – 10,00 kg a viac ako 10,00 kg. V súvislosti s ročnou konzumáciou jedlých húb bol skúmaný aj vplyv socio-demografických charakteristík (pohlavie, vek, vzdelanie, ekonomický status, trvalé bydlisko, počet členov v domácnosti, kraj, stravovacie návyky) aplikovaním štatistického testu Chi-kvadrát štvorcovej kontingencie.

Druhá časť prieskumu sa zameriavala na preferencie spotrebiteľov pri konzumácii jedlých húb. Spotrebitelia hodnotili frekvenciu konzumácie húb, pričom vyberali z možností: viackrát za týždeň, 1-krát za týždeň, 1-2-krát za mesiac, príležitostne. Dôležitou súčasťou uvedenej časti prieskumu bolo aj identifikovanie preferencie jednotlivých druhov húb, pričom spotrebitelia hodnotili 19 vybraných druhov jedlých húb na 5-bodovej škále, pričom 1 predstavovala žiadnu

preferenciu a 5 silnú preferenciu. V kontexte preferencií konkrétnych druhov húb, boli skúmané aj rozdiely v hodnotení pomocou Friedmanovho testu a Nemenyiho metódy. Spotrebitelia určovali svoje preferencie aj pre konzumáciu jedlých húb v jednotlivých jedlách, a to konkrétne ako predjedlo, polievka, hlavné jedlo, príloha, šalát a slané občerstvenie. Svoje preferencie hodnotili na 5-bodovej škále, pričom 1 predstavovala žiadnu preferenciu a 5 veľmi silnú preferenciu. Konzumenti jedlých húb uvádzali aj kľúčový dôvod konzumácie, pričom mali možnosť vybrať si z možných dôvodov: chuť, zvyk/návyk, odporúčanie, súčasť racionálneho stravovania a životný štýl. Následne sa skúmalo aj najpreferovanejšie miesto pre konzumáciu jedlých húb a spotrebitelia určili jedno z vybraných miest: doma, v školských jedálňach/jedálňach na pracoviskách, v reštauráciách a u rodinných príslušníkov. Prieskum sa zameriaval aj na informačné zdroje, ktoré majú vplyv na rozhodovanie spotrebiteľov o konzumácii jedlých húb. Spotrebitelia hodnotili 15 rôznych informačných zdrojov (reklama, kultúrno-spoločenské podujatia, propagácia známou osobnosťou, sociálne siete, podpora predaja v mieste nákupu, akciové letáky, časopisy obchodnej siete, reportáže, odporúčanie lekárom, popularizačné články, odporúčanie odborníkom, odborné články, odporúčanie známych) na 5-bodovej škále, kde 1 predstavovala nevýznamný vplyv a 5 veľmi významný vplyv. Rozdiely v hodnotení boli skúmané použitím Friedmanovho testu a Nemenyiho metódy. Spotrebitelia v rámci prieskumu určovali aj využívané spôsoby získavania jedlých húb na konzumáciu, pričom si vybrali jednu z nasledujúcich možností: pestovanie, zbieranie, nakupovanie alebo získavanie darom.

Posledná časť prieskumu bola zameraná na nákupné správanie spotrebiteľov jedlých húb. V rámci nákupného správania konzumenti určovali frekvenciu nákupu jedlých húb, pričom vyberali z možných alternatív: viackrát za týždeň, 1-krát za týždeň, 1-krát za mesiac, príležitostne. Spotrebitelia sa vyjadrovali aj k preferovanému miestu nákupu húb a vyberali z možností: hypermarkety/supermarkety, miestne predajne, farmárske trhy, od známeho, špecializované predajne, e-shop, pri ceste. Súčasťou bolo aj určenie preferencie jednotlivých druhov jedlých húb (čerstvé, sušené, mrazené a konzervované huby) na 5-bodovej škále, 1 predstavovala žiadnu preferenciu a 5 silnú preferenciu. Spotrebitelia sa vyjadrovali aj k akceptovateľnosti ceny za kg jedlých čerstvých húb a určovali, aká cena je pre nich najpriateľnejšia: menej ako 4,99 €, 5,00 – 9,99 €, 10,00 – 19,99 € alebo 20,00 € a viac. Významnou súčasťou prieskumu bolo hodnotenie 18 faktorov (kvalita, cena, krajina pôvodu, lokalita zberu, zdravotný aspekt, vzhľad, vôňa, čerstvosť, obal, materiál obalu, veľkosť balenia, propagácia produktu, cenové zvýhodnenie, podpora predaja, miesto predaja, odporúčania, predchádzajúca skúsenosť, druh huby), determinujúcich nákup jedlých húb na 5-bodovej škále, pričom 1 predstavovala nevýznamný faktor a 5 veľmi dôležitý faktor. Taktiež boli skúmané vzájomné vzťahy medzi uvedenými faktormi pomocou extrakčnej metódy analýzy hlavných komponentov a rotačnej metódy Varimax s Kaiserovou normalizáciou.

Pre štatistickú analýzu dát bola stanovená hladina významnosti 0,05 a štatistické metódy boli implementované s použitím štatistických softvérov XLSTAT 2022.4.1 a IBM SPSS 28.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Konzumácia jedlých húb z pohľadu slovenských spotrebiteľov

Výsledky spotrebiteľskej štúdie naznačujú, že takmer polovica slovenských spotrebiteľov zapojených do prieskumu ročne skonzumuje 1,1 až 5,0 kg jedlých húb. Ročná konzumácia húb na úrovni do 1 kg bola evidovaná u približne 26 % respondentov. Naopak, vyššia ročná konzumácia húb v rozmedzí od 5,1 kg do 10,0 kg bola zistená u 18,4 % spotrebiteľov a len 7,4 % respondentov ročne skonzumuje jedlé huby v množstve viac ako 10 kg. V kontexte ročnej konzumácie jedlých húb bol, použitím Chí-kvadrát testu štvorcovej kontingencie, identifikovaný štatisticky významný

vpływ socio-demografických premenných, ako je pohlavie, vek, počet členov v domácnosti, bydlisko, kraj a stravovacie návyky (Tabuľka 2). Z dosiahnutých výsledkov vyplýva, že k vyššej ročnej konzumácii húb inklinujú muži, spotrebitelia starší ako 55 rokov, dôchodcovia, spotrebitelia žijúci v domácnostiach s 1 až 2 členmi, mestskí spotrebitelia z Nitrianskeho a Banskobystrického kraja a spotrebitelia, ktorí majú sklon k vegetariánstvu a vegánstvu.

Správanie spotrebiteľov pri konzumácii jedlých húb

Prieskum bol orientovaný aj na identifikovanie spotrebiteľského správania v súvislosti s konzumáciou jedlých húb. Výsledky dosiahnuté zo spotrebiteľskej štúdie poukazujú, že slovenskí spotrebitelia preferujú konzumáciu húb iba niekoľkokrát do mesiaca (42,1 %) alebo príležitostne (40,4 %). Dôležité je však zdôrazniť, že niektorí slovenskí spotrebitelia preferujú konzumáciu húb raz do týždňa (14,6 %) alebo aj viackrát v týždni (2,9 %).

Tabuľka 2 Množstvo konzumácie húb v závislosti od socio-demografických premenných

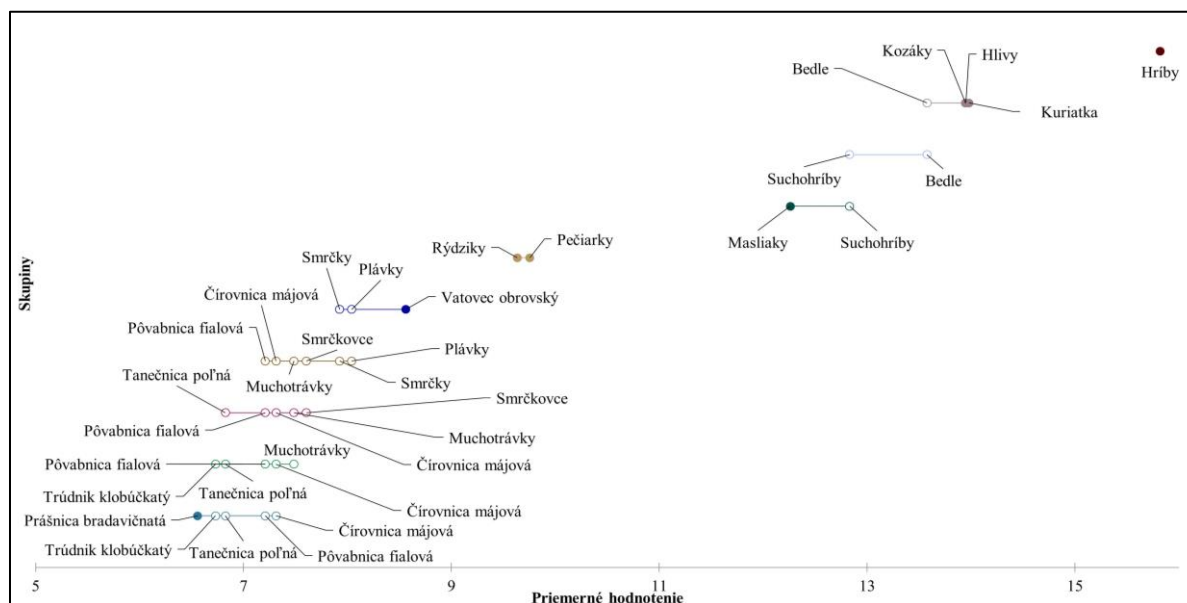
Socio-demografické premenné		Konzumácia húb								p
		< 1 kg		1,1-5,0 kg		5,1-10,0 kg		>10 kg		
		n _i	%	n _i	%	n _i	%	n _i	%	
Pohlavie	muž (n = 483)	99	20,50	239	49,48	98	20,29	47	9,73	0,0003
	žena (n = 571)	175	30.65	269	47,11	96	16,81	31	5,43	
Vek	do 24 rokov (n = 305)	102	33,44	141	46,23	48	15,74	14	4,59	0,0001
	25-39 rokov (n = 289)	76	26,30	147	50,87	45	15,57	21	7,27	
	40-54 rokov (n = 299)	70	23,41	145	48,49	64	21,40	20	6,69	
	55 rokov a viac (n = 161)	26	16,15	75	46,58	37	22,98	23	14,29	
Počet členov v domácnosti	1-2 (n = 335)	66	19,70	168	50,15	65	19,40	36	10,75	0,021
	3-4 (n = 608)	155	28,03	267	48,28	155	18,08	31	5,61	
	5 a viac (n = 166)	53	31,93	73	43,98	29	17,47	11	6,63	
Vzdelanie	stredoškolské (n = 416)	118	28,37	189	45,43	80	19,23	29	6,97	0,392
	vysokoškolské (n = 638)	156	24,45	319	50,00	114	17,87	49	7,68	
Ekonomický status	zamestnaný (n = 539)	132	24,49	261	48,42	101	18,74	45	8,35	0,0002
	podnikateľ/SZČO (n = 70)	13	18,57	33	47,14	16	22,86	8	11,43	
	študent (n = 338)	111	32,84	159	47,04	54	15,98	14	4,14	
	dôchodca (n = 64)	8	12,50	30	46,88	20	31,25	6	9,38	
	nezamestnaný (n = 26)	4	15,38	17	65,38	0	0,00	5	19,23	
	materská dovolenka (n = 17)	6	35,29	8	47,06	3	17,65	0	0,00	

Pokračovanie tabuľky na ďalšej strane

Pokračovanie tabuľky 2

Bydlisko	<i>mesto (n = 580)</i>	128	22,07	282	48,62	122	21,03	48	8,28	0,003
	<i>dedina (n = 474)</i>	146	30,80	226	47,68	72	15,19	30	6,33	
Kraj	<i>B. Bystrica (n = 231)</i>	70	30,30	114	49,35	33	14,29	14	6,06	0,003
	<i>Bratislava (n = 110)</i>	17	15,45	47	42,73	31	28,18	15	13,64	
	<i>Košice (n = 64)</i>	14	21,88	29	45,31	9	14,06	12	18,75	
	<i>Nitra (n = 276)</i>	76	27,54	137	49,64	47	17,03	16	5,80	
	<i>Prešov (n = 98)</i>	29	29,59	46	46,94	19	19,39	4	4,08	
	<i>Trenčín (n = 113)</i>	29	25,66	52	46,02	26	23,01	6	5,31	
	<i>Trnava (n = 82)</i>	20	24,39	46	56,10	11	13,41	5	6,10	
	<i>Žilina (n = 80)</i>	19	23,75	37	46,25	18	22,50	6	7,50	
Stravovacie návyky	<i>všežravectvo (n = 828)</i>	212	25,60	407	49,15	151	18,24	58	7,00	<0,0001
	<i>vegetariánstvo (n = 41)</i>	5	12,20	17	41,46	12	29,27	7	17,07	
	<i>vegánstvo (n = 9)</i>	0	0,00	2	22,22	3	33,33	4	44,44	
	<i>flexitariánstvo (n = 176)</i>	57	32,39	82	46,59	28	15,91	9	5,11	

n_i - absolútna početnosť hodnoty znaku v štatistickom súbore s rozsahom n ; % - relatívna početnosť hodnoty znaku v štatistickom súbore s rozsahom n (podiel absolútnej početnosti n_i a rozsahu štatistického súboru n); p (p -hodnota) - hodnota významnosti testovaná na hladine významnosti $\alpha = 0,05$, $p < \alpha$ (štatisticky významný rozdiel), $p > \alpha$ (štatisticky nevýznamný rozdiel)



Obrázok 1 Rozdiely v hodnotení preferencií jednotlivých druhov jedlých húb

V kontexte spotrebiteľského správania na trhu s hubami, spotrebiteľia určovali aj preferenciu konzumácie jednotlivých druhov jedlých húb. Na základe výsledkov výskumu a aritmetického priemeru je možné konštatovať, že najpreferovanejšími druhmi jedlých húb na konzumáciu sú: hríby ($\bar{x} = 4,197$), kozáky ($\bar{x} = 3,515$), hlavy ($\bar{x} = 3,507$), kuriatka ($\bar{x} = 3,480$), bedle ($\bar{x} = 3,406$), suchohríby ($\bar{x} = 3,182$) a masliaky ($\bar{x} = 2,979$). Naopak, slovenskí spotrebiteľia najmenej preferujú na konzumáciu prášnicu bradavičnatú ($\bar{x} = 1,343$), trúdnik klobúčkatý ($\bar{x} =$

1,396), tanečnicu poľnú ($\bar{x} = 1,396$) a pôvabnicu fialovú ($\bar{x} = 1,538$). Použitím Friedmanovho testu (p -hodnota $< 0,0001$) a post-hoc Nemenyi procedúry boli identifikované štatisticky významné rozdiely v hodnotení preferencie jednotlivých druhov jedlých húb. Rozdiely v spotrebiteľskej percepcii sú graficky znázornené pomocou Demsarovho grafu (Obrázok 1).

Ďalším predmetom skúmania bola identifikácia kľúčových dôvodov konzumácie jedlých húb. Výsledky naznačujú, že významnými dôvodmi konzumácie jedlých húb sú pre slovenských spotrebiteľov predovšetkým chuť (66,8 %) a návyk/zvyk v súvislosti s konzumáciou viažucich sa či už k tradíciám alebo detstvu (17,2 %). Ďalšími dôvodmi sú konzumácia jedlých húb ako súčasť racionálneho stravovania, kvôli nutričným výhodám (11,5 %), životnému štýlu spotrebiteľov týkajúceho sa spôsobu stravovania (3,9 %), alebo odporúčaniam pre dôležitosť konzumácie tejto potraviny (0,7 %). Na konzumáciu jedlých húb má vplyv aj integrovanie do konzumovaných jedál. Spotrebiteľia hodnotili svoju preferenciu konzumácie húb v jednotlivých jedlách a výsledky naznačujú, že huby sú najviac preferované a využívané v hlavných jedlách ($\bar{x} = 4,250$), polievkach ($\bar{x} = 4,192$), na dochutenie jedál ($\bar{x} = 3,105$) alebo ako príloha k jedlám ($\bar{x} = 3,001$). Na druhej strane sú spotrebiteľmi menej využívané ako súčasť slaných pochúťok ($\bar{x} = 1,832$), šalátov ($\bar{x} = 1,890$) a ako predjedlo ($\bar{x} = 1,932$). Cieľom prieskumu bolo aj odhaliť, ktoré miesto je pre spotrebiteľov najpreferovanejšie pre konzumáciu jedlých húb. Výsledky výskumu ukázali, že najčastejšie sú huby konzumované v domácom prostredí (88,9 %) alebo v domácnostiach rodinných príslušníkov (5,7 %). Naopak, najmenej preferovanými miestami na konzumáciu sú prevádzky verejného stravovania, či už ide o reštaurácie (3,4 %) alebo jedálne v školách a pracoviskách (2,0 %). Konzumácia húb môže byť determinovaná aj dostupnosťou informácií vzťahujúcich sa napríklad k potrebe konzumácie, vplyvu konzumácie na zdravie spotrebiteľov, výberu konkrétnych druhov jedlých húb, či k otázkam vzťahujúcim sa na kvalitu, bezpečnosť a pôvod jedlých húb. Spotrebiteľia hodnotili rôzne zdroje získavania informácií ohľadom jedlých húb a výsledky ukázali, že na spotrebiteľov majú najväčší vplyv informácie získané od svojich známych, odborníkov zaoberajúcich sa jedlými hubami, lekárov, či informácie získavané z odborných článkov, popularizačných článkov a reportáží. Na druhej strane najmenší vplyv na rozhodovanie spotrebiteľov majú reklamy v rôznych médiách a sociálne siete. V súvislosti s hodnotením vplyvu rôznych zdrojov informácií boli identifikované štatisticky významné rozdiely medzi jednotlivými zdrojmi informácií použitím Friedmanovho testu (p -hodnota $< 0,0001$). Implementovaním post-hoc Nemenyiho metódy bolo zistené, medzi ktorými zdrojmi informácií sú štatisticky významné rozdiely a ktoré zo zdrojov informácií boli spotrebiteľmi hodnotené rovnako.

Tabuľka 3 Rozdiely v hodnotení zdrojov informácií ohľadom jedlých húb a ich konzumácie

Zdroje informácií	Priemerné hodnotenie	Skupiny
<i>reklama</i>	5,437	A
<i>kultúrno-spoločenské podujatia</i>	5,640	A B
<i>propagácia známou osobnosťou</i>	5,725	A B
<i>sociálne siete</i>	5,737	A B
<i>podpora predaja v mieste nákupu</i>	5,880	A B C
<i>akciové letáky, časopisy obchodnej siete</i>	6,154	B C D
<i>reportáže</i>	6,382	C D E
<i>odporúčanie lekárom</i>	6,648	D E
<i>popularizačné články</i>	6,780	E
<i>odporúčanie odborníkom</i>	7,542	F
<i>odborné články</i>	7,941	F G
<i>odporúčanie známych</i>	8,132	G

Zdroje informácií, ktoré boli hodnotené rovnako sú zaradené do rovnakej skupiny (Tabuľka 3). V kontexte konzumácie jedlých húb boli skúmané aj spôsoby získavania jedlých húb pre konzumáciu. Na základe výsledkov je možné konštatovať, že spotrebitelia najčastejšie získavajú jedlé huby zberom alebo nákupom.

Správanie spotrebiteľov pri nákupe jedlých húb

Nákupné správanie spotrebiteľov jedlých húb bolo skúmané u tých spotrebiteľov, ktorí získavajú huby na konzumáciu nákupom ($n = 638$), je možné konštatovať, že správanie spotrebiteľov pri nákupe reflektuje ich správanie pri konzumácii húb. Z hľadiska frekvencie nákupu húb slovenskí spotrebitelia nakupujú jedlé huby najmä príležitostne (69,8 %), prípadne jedenkrát do mesiaca (24,3 %). Pravidelný nákup húb, aspoň jedenkrát do týždňa bol zaznamenaný iba u 11,9 % nakupujúcich spotrebiteľov jedlých húb. Ďalej bol posudzovaný aspekt miesta nákupu a výsledky naznačujú, že spotrebitelia preferujú pri nákupe jedlých húb hypermarkety, supermarkety, miestne predajne, farmárske trhy a svojich známych, ktorí získavajú huby vlastným zberom. Na druhej strane najmenej preferované miesta na nákup jedlých húb sú predajcovia pri ceste a internetové obchody. Výsledky ďalej poukazujú, že slovenskí spotrebitelia preferujú najmä nákup jedlých húb v čerstvom stave ($\bar{x} = 4,43$), v sušenom stave ($\bar{x} = 2,75$), alebo ako konzervované ($\bar{x} = 2,52$). Najmenej preferovanými pre nákup a následnú konzumáciu sú mrazené huby ($\bar{x} = 1,58$). Aspekt ceny je jedným z kľúčových determinantov nákupu a konzumácie potravín, a preto bolo ďalším predmetom skúmania aj identifikovanie výšky ceny akceptovateľnej slovenským spotrebiteľom za 1 kg čerstvých jedlých húb. Výsledky naznačujú, že najviac spotrebiteľov je ochotných zaplatiť za kg čerstvých jedlých húb sumu od 5,00 do 9,99 € (58,0 %) a sumu nižšiu ako 5 € (17,5 %). Na druhej strane, štúdia poukazuje, že iba 13,5 % slovenských spotrebiteľov je ochotných zaplatiť viac ako 10 € za kg čerstvých húb.

Spotrebiteľská štúdia skúmala aj významnosť faktorov determinujúcich nákup a následnú konzumáciu jedlých húb. Implementáciou exploračnej faktorovej analýzy s použitím Kaiser-Meyer-Olkinovým testom a Bartlettovým testom boli identifikované vzájomné vzťahy medzi faktormi. Výsledok Kaiser-Meyer-Olkinovho testu adekvátnosti (0,863) naznačuje prítomnosť silnej korelácie a výsledky Bartlettovho testu sféricity poukazujú na významnosť faktorovej analýzy ($< 0,001$). Matica rotovaných komponentov odhalila tri skupiny faktorov. Prvým z nich je „cenový“ faktor, ktorý zvyrazňuje úlohu cenových úvah pri formovaní spotrebiteľského rozhodovania, ktoré zahŕňajú cenu produktu, cenové zvýhodnenia a veľkosť balenia. Druhým faktorom sú „atribúty produktu súvisiace s kvalitou“ pozostávajúce z aspektov čerstvosti, kvality, vzhľadu, vône, druhu huby, krajiny pôvodu a predchádzajúcej skúsenosti. Posledným faktorom sú „iné marketingové aspekty“ a zahŕňajú propagáciu produktu, podporu predaja, miesto predaja, odporúčania, lokalitu zberu, obal vrátane jeho vzhľadu, dizajnu etikety, informácie o výrobku, materiáli a zdravotný aspekt. Uvedený faktor je zameraný na význam marketingovej taktiky, prezentácie produktu a vonkajších vplyvov, ktoré formujú spotrebiteľské rozhodovanie (Tabuľka 4).

Výsledky spotrebiteľskej štúdie realizovanej na Slovensku poukázali na konzumáciu jedlých húb s dôrazom na vplyv socio-demografických premenných, ako je vek, pohlavie, bydlisko, ekonomický status, počet členov v domácnosti, kraj, či stravovacie návyky, na konzumované množstvá za rok. Významnosť vplyvu pohlavia, počtu členov v domácnosti, príjmu, či veku na konzumáciu jedlých húb zistili vo svojich štúdiách aj Adegbenjo (2020) a Boin a Nunes (2018).

Tabuľka 4 Faktory ovplyvňujúce rozhodovanie spotrebiteľov pri nákupe jedlých húb

Faktor	Komponenty		
	1	2	3
<i>propagácia produktu</i>	0,763	0,179	0,250
<i>podpora predaja (napr. ochutnávky)</i>	0,755	0,180	0,176
<i>miesto predaja</i>	0,715	0,127	0,090
<i>odporúčania</i>	0,696	0,019	0,148
<i>lokalita zberu</i>	0,612	0,395	0,339
<i>obal (vzhľad, dizajn etikety, informácie o výrobku)</i>	0,596	0,232	0,171
<i>materiál obalu</i>	0,587	0,283	0,012
<i>zdravotný aspekt</i>	0,523	0,443	0,114
<i>čerstvosť</i>	0,086	0,813	0,159
<i>kvalita</i>	0,051	0,768	0,067
<i>vzhľad huby</i>	0,086	0,750	0,166
<i>vôňa</i>	0,307	0,700	0,032
<i>druh huby</i>	0,186	0,620	0,068
<i>krajina pôvodu</i>	0,491	0,518	0,325
<i>predchádzajúca skúsenosť</i>	0,345	0,420	0,171
<i>cenové zvýhodnenie</i>	0,370	0,090	0,717
<i>cena</i>	0,005	0,165	0,683
<i>veľkosť balenia</i>	0,416	0,244	0,469

Extrakčná metóda analýzy hlavných komponentov a rotačná metóda Varimax s Kaiserovou normalizáciou

Ďalej štúdia poukázala, že väčšina slovenských spotrebiteľov konzumuje jedlé huby iba príležitostne. Uvedené potvrdzujú aj výsledky iných štúdií realizovaných v zahraničí, napr. v Indii (Shirur a kol., 2014) a v Nigérii (Adedokun a Okomad, 2017; Oguntoye a kol., 2022). Shirur a Shivalingegowda (2015) ďalej identifikovali, že väčšina spotrebiteľov konzumuje jedlé huby príležitostne, raz za mesiac alebo dva mesiace a iba 20 % spotrebiteľov konzumuje huby aspoň jedenkrát za dva týždne. Ballesterol a kol. (2021) zdôrazňujú tiež nízku frekvenciu konzumácie jedlých húb a uvádzajú, že až 76 % spotrebiteľov konzumuje huby len raz za mesiac alebo len niekoľkokrát za rok. V štúdii realizovanej medzi slovenskými spotrebiteľmi bolo zistené, že najdôležitejším dôvodom pre konzumáciu húb je chuť, čo potvrdzujú aj iné vedecké štúdie (Christy a kol., 2018; Ballesterol a kol., 2021). Slovenskí spotrebiteľia vysoko preferujú zakomponovanie húb do hlavných jedál a polievok. K podobným výsledkom dospeli aj Shirur a Shivalingegowda (2015), ktorí identifikovali polievku a kari ako najobľúbenejšie jedlá s prídavkom húb. Z hľadiska preferencie konzumácie jednotlivých druhov húb, boli v slovenskej štúdii identifikované hríby, kozáky, hlivy, kuriatka, bedle, suchohríby a masliaky. Iné štúdie poukazujú na vysokú konzumáciu pečiarok, hlivy a hríbu mandľového (Mayett a kol., 2006; Shirur a Shivalingegowda, 2015; Thilakarathne a Sivashankar, 2018; Owusu a Dekagbey, 2021; Shah, 2021).

Štúdia poukázala aj na otázky týkajúce sa nákupného správania slovenských spotrebiteľov a je možné konštatovať, že frekvencia nákupu je menej častá, spotrebiteľia nakupujú jedlé huby najčastejšie v supermarketoch a hypermarketoch, preferujú huby v čerstvom stave a rozhodujúcimi faktormi sú cena, atribúty viažuce sa na kvalitu produktu ako aj iné marketingové aspekty. Nákupné správanie na trhu s hubami analyzovali aj iné štúdie. Wen a kol. (2016) identifikovali, že frekvencia nákupu, ako aj nakupované množstvá sú u spotrebiteľov na nízkej úrovni. Lee a kol. (2017), Thilakarathne a Sivashankar (2018), ako aj Shirur a Shivalingegowda (2015) zistili, že najviac preferovaným miestom pre nákup jedlých húb sú supermarkety a maloobchodné prevádzky. Z pohľadu preferovaných druhov sú najviac nakupované čerstvé huby (Mayett a kol., 2006; Haimid a kol., 2013; Haimid a kol., 2017). Na druhej strane, Boin

a Nunes (2018) uvádzajú vyššiu preferenciu konzervovaných jedlých húb v porovnaní s čerstvými, sušenými, či mrazenými. Faktory determinujúce nákup jedlých húb boli skúmané vo viacerých štúdiách. Shirur a kol. (2014) identifikovali farbu, veľkosť a tvar jedlých húb ako kľúčové pri nákupe, nakoľko ich pripisuje vnímanej kvalite. Wen a kol. (2016) dopĺňa, že ďalšími rozhodujúcimi faktormi sú vôňa, prítomnosť pesticídov, atribúty produktu, balenie, zdravotný aspekt, aspekt bezpečnosti, miesto nákupu, či značka. Gürgen a kol. (2018) poukázal aj na kvalitu a druh huby ako významné kritéria v procese nákupu. Cena môže byť tiež považovaná za dôležitý determinant nákupu (Adegbenjo a kol., 2020).

Pre budúci vývoj na trhu s jedlými hubami je dôležitá informovanosť spotrebiteľov zabezpečená implementáciou rôznych programov orientovaných na zdravotné benefity konzumácie húb, pričom za efektívne zdroje informácií je možné považovať elektronické médiá, internet, či sociálne médiá (Haimid a kol., 2013).

ZÁVER

Príspevok poskytuje relatívne komplexný exkurz do problematiky spotrebiteľského správania na aktuálnom trhu s jedlými hubami v Slovenskej republike. Pochopenie správania a preferencií spotrebiteľov pri nákupe a konzumácii jedlých húb je kľúčovým, nakoľko jedlé huby sú perspektívnou potravinou do budúcnosti vzhľadom na ich zdravotné, environmentálne a ekonomické výhody.

Využitie výsledkov spotrebiteľskej štúdie je možné v oblasti vedy, výskumu a praxe a vychádza z nového pohľadu na spotrebiteľské správanie, s dôrazom na komplexnosť identifikovaných preferencií spotrebiteľov pri ich rozhodovaní v procese nákupu a konzumácie. Uvedené poznatky môžu byť hodnotné aj pre podnikateľské subjekty operujúce na súčasnom potravinovom trhu v sektore húb, zeleniny a mäsových alternatív, pri vývoji nových produktov obsahujúcich jedlé huby a ich úspešnom etablovaní na trhu, ako aj pri tvorbe marketingových stratégií zameraných na zvýšenie možností predaja jedlých húb. Okrem uvedeného, výsledky štúdie môžu poskytnúť cenné informácie pri zvyšovaní spotrebiteľského povedomia týkajúceho sa potrieb konzumácie jedlých húb a vybudovanie stravovacích návykov. Z uvedeného dôvodu, môže byť štúdia prínosom pre tvorcov politik pri implementovaní nových programov podporujúcich zdravé stravovacie návyky v spoločnosti. Vzhľadom na identifikované faktory ovplyvňujúce nákup a konzumáciu húb je možné zvýšiť povedomie spotrebiteľov prostredníctvom rôznych nástrojov marketingovej komunikácie a vzdelávania cez popularizačné a odborné články.

Napriek mnohým prínosom štúdie pre vedecké poznatky a praktické aplikácie, boli identifikované aj určité obmedzenia. Kľúčovým aspektom limitácií je riziko v sebakposudzovaní respondentov v súvislosti so správaním spotrebiteľov na trhu s hubami, ako aj teritoriálny charakter výskumu obmedzený na národnú úroveň Slovenskej republiky. Pre ďalší výskum by bolo vhodné preskúmať spotrebiteľské správanie na trhu s jedlými hubami v rôznych krajinách s cieľom identifikovať a detailnejšie špecifikovať existujúce odchýlky. Rovnako by bolo užitočné analyzovať spotrebiteľské správanie pri nákupe a konzumácii húb s ohľadom na socio-demografické premenné, čo by umožnilo lepšie porozumenie potrieb a preferencií spotrebiteľov a prispôsobiť marketingové aktivity konkrétnym cieľovým segmentom.

LITERATÚRA

1. Adedokun, O. M., Okomadu, C. A. 2017. Wild and domesticated mushroom consumption in Nigeria. In *African Crop Science Journal* [online], vol. 25, no. 1, pp. 123 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2072-6589. Dostupné na: doi: 10.4314/acsj.v25i1.9.

2. Adegbenjo, A. E., Adedokun, M. O., Oluwalana, S. A. 2020. Factors influencing the consumption of wild and cultivated mushroom species in Southwestern Nigeria. In *Journal of Forest and Environmental Science* [online], vol. 36, no. 4, pp. 311–317 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2288-9752. Dostupné na: doi: 10.7747/JFES.2020.36.4.311.
3. Ballesteros, J. F., Manaois, R. V., Morales, A. V., Abilgos-Ramos, R. 2021. Towards Consumer-Oriented Mushroom-Based Product Development: An Exploratory Study in Rice-Based Farming Communities in Central Luzon, Philippines. In *Journal of Economics, Management & Agricultural Development* [online], vol. 7, no. 1, pp. 1–19 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2546-101X. Dostupné na: doi: 10.22004/ag.econ.333534.
4. Boin, E., Nunes, J. 2018. Mushroom consumption behavior and influencing factors in a sample of the Portuguese population. In *Journal of International Food & Agribusiness Marketing* [online], vol. 30, no. 1, pp. 35–48 [cit. 2024-03-12]. ISSN 897-4438. Dostupné na: doi: 10.1080/08974438.2017.1382420.
5. Bringye, B., Fekete-Farkas, M., Vinogradov, S. 2021. An analysis of mushroom consumption in Hungary in the international context. In *Agriculture* [online], vol. 11, no. 7, pp. 677 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2077-0472. Dostupné na: doi: 10.3390/agriculture11070677.
6. Christy, M. A. J., Raja, M. A. E., Lazarus, R. V. 2018. A Study on Consumer Preference Towards Mushroom Products And Mushroom Cultivation in Gobichettipalayam, Tamilnadu. In *International Journal of Scientific Research in Computer Science Applications and Management Studies*, vol. 8, no. 2, 4 s. ISSN 2319-1953.
7. Fialková, V., Ďuranová, H., Požgayová, M., Chlebová, Z. 2023. Mushroom beta-glucans as anticancer and therapeutic agents: A focus on their mechanism of action. In *Acta Fytotechnica et Zootechnica* [online], vol. 26, no. 4, pp. 429–437 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1336-9245. Dostupné na: doi: 10.15414/afz.2023.26.04.429-437.
8. Getachew, D. W., Zemedu, L. S., A, W. 2016. Mushroom Value Chain Analysis in Addis Ababa, Ethiopia. In *Journal of Agricultural Extension and Rural Development* [online], vol. 8, no. 8, pp. 130–140 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2141-2170. Dostupné na: doi: 10.5897/jaerd2016.0771.
9. Gürgen, A., Yildiz, S., Yildiz, Ü. C. 2018. Determination of mushroom consumption preferences by using fuzzy analytic hierarchy process. In *Eurasian Journal of Forest Science* [online], vol. 6, no. 3, pp. 25–34 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2147-7493. Dostupné na: doi: 10.31195/ejefjs.433353.
10. Haimid, M. T., Rahim, H., Dardak, R. A. 2013. Understanding the mushroom industry and its marketing strategies for fresh produce in Malaysia. In *Economic and Technology Management Review* [online], vol. 8, pp. 27–37 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1823-8149.
11. Haimid, M. T., Rahim, H., Dardak, R. A. 2017. A study of consumer behaviour towards mushroom-based products in Malaysia. In *Economic and Technology Management Review* [online], vol. 12, pp. 55–63 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1823-8149.
12. Kumar, S., Chand, G., Srivastava, J. N., Ahmad, M. S. 2014. Postharvest technology of Button mushroom: A socio-economic feasibility. In *Journal of Postharvest Technology* [online], vol. 2, no. 2, pp. 136–145 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2348-4330.
13. Kunca, V., Škvarenina, J., Fleischer, P., Celer, S., Viglaský, J. 2003. Concept of critical loads applied in landscape ecology on an example of the geomorphological unit Tatry. In *Ekológia* [online], vol. 22, pp. 349–360 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1335-342X.
14. Lee, Y.-H., Jeong, G.-H., Kim, Y.-J., Chi, J.-H., Lee, H.-K. 2017. Mushroom consumption patterns in the Capital Area. In *Journal of Mushroom* [online], vol. 15, no. 1, pp. 45–53 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2288-8853. Dostupné na: doi: 10.14480/jm.2017.15.1.45.
15. Mayett, Y., Martinez-Carrera, D., Sinchez, M., Macías, A., Moraaf, S., Estrada-Torres, A. 2006. Consumption trends of edible mushrooms in developing countries. In *Journal of International Food & Agribusiness Marketing* [online], vol. 18, no. 1–2, pp. 151–176 [cit. 2024-03-12]. ISSN 0897-4438. Dostupné na: doi: 10.1300/j047v18n01_08.
16. Mayett, Y., Martínez-Carrera, D., Sobal, M., Morales, P., Bonilla, M. 2012. Mushroom prices and their effect on consumption: the case of Mexico. In *Micología Aplicada Internacional* [online], vol. 24, no. 1, pp. 11–26 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1534-2581.
17. Oguntoye, T. O., Adesope, A. A., Fatoki, O. A., Arowolo, O. V., Olawale, O. O., Oyetoki, A. O. 2021. Mushroom consumption pattern among residents of Ibadan metropolis in Oyo State, Nigeria. In *Agro-Science* [online], vol. 21, no. 1, pp. 34–38 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1119-7455. Dostupné na: doi: 10.4314/as.v21i1.6.
18. 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. 2024-03-12]. ISSN 1999-4907. Dostupné na: doi: 10.3390/f11030282.

19. Owusu, R., Dekagbey, F. S. 2021. Gender Dynamics in consumer preferences and willingness to pay for edible mushrooms in Ghana. In *Applied Studies in Agribusiness and Commerce* [online], vol. 14, no. 1–2, pp. 32–37 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1789-221X. Dostupné na: doi: 10.19041/apstract/2020/1-2/4.
20. Sayeed Ibrahim, H. S., Faujan, N. H. 2023. Potential use of underutilised mushroom stems in meat products and meat analogues: A Mini Review. In *Malaysian Journal of Science Health & Technology* [online], vol. 2, pp. 147–152 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2601-0003. Dostupné na: doi: 10.33102/mjosht.v9i2.334. 41
21. Shah, T. D. 2021. Analysis of consumer perceptions regarding mushroom consumption in their regular diet: A case of Western-India (Gujarat). In *Sarhad Journal of Agriculture* [online], vol. 37, no. 2, pp. 613–621 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2224-5383.
22. Shirur, M., Shivalingegowda, N. S. 2015. Mushroom marketing channels and consumer behaviour: A critical analysis. In *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, vol. 49, no. 2, pp. 390–393. ISSN 0047-8539.
23. Shirur, M., Ahlawat, O. P., Manikandan, K. 2014. Mushroom consumption and purchasing behaviour in India: A study among selected respondents. In *Mushroom Research* [online], vol. 23, no. 2, pp. 225–231 [cit. 2024-03-12]. ISSN 0972-4885.
24. Thilakarathne, S., Sivashankar, P., Matandare, M. A., Matandare, T. O., Kokerai, L. K. 2018. Mushroom value chain analysis in Kegalle District of Sri Lanka. In *Amity Journal of Agribusiness* [online], vol. 3, pp. 1–19 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2456-1525.
25. 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], vol. 2015, pp. 1–14 [cit. 2024-03-12]. ISSN 1687-9198. Dostupné na: doi: 10.1155/2015/376387.
26. Veljović, S., Krstić, J. 2020. Elaborating on the potential for mushroom-based product market expansion: consumers' attitudes and purchasing intentions. In J. Singh, V. Meshram, M. Gupta (Eds.). *Bioactive natural products in drug discovery*. Singapore : Springer, s. 643-663. ISBN 978-981-15-1393-0.
27. Wen, Q., Lu, J., Cai, X., Yang, S., Zhang, C. 2016. Research on consumer behavior of edible mushroom and its influencing factors: Based on spot investigation in Beijing. In *Advances in Social Sciences* [online], vol. 5, no. 3, pp. 442–451 [cit. 2024-03-12]. ISSN 2169-2564.

Pod'akovanie: Táto publikácia vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky, projekt VEGA 1/0602/22 „Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území“ 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.

BIOGÉNNE AMÍNY V KONZERVOVANÝCH JEDLÝCH HUBÁCH Z OBCHODNEJ SIETE

Silvia JAKABOVÁ – Július ÁRVAY – Magdaléna GRÓFOVÁ

Jozef GOLIAN

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

Abstrakt: Biogénne amíny výrazne ovplyvňujú kvalitu potravín a môžu predstavovať zdravotné riziká pre spotrebiteľov. V príspevku sa venujeme 21 komerčne dostupným produktom konzervovaných húb, ktoré sú zastúpené v obchodnej sieti na Slovensku. Produkty boli analyzované na obsah biogénnych amínov - spermidín, putrescín, tyramín, kadaverín, histamín, spermín a 2-fenyletylamín. Zistili sme značnú variabilitu obsahu jednotlivých biogénnych amínov v analyzovaných produktoch. Dominantným biogénnym amínom bol spermidín v množstve od 69,7 do 7413 mg.kg⁻¹ v sušine. Putrescín, ktorý sa nachádzal vo všetkých produktoch, sa pohyboval v rozmedzí od 18,1 do 607,5 mg.kg⁻¹ v sušine. Spermín bol prítomný v 17 produktoch v rozsahu 26,4 až 267,6 mg.kg⁻¹ v sušine. Kadaverín bol prítomný v 7 produktoch so zastúpením 28,8 až 271,8 mg.kg⁻¹ v sušine. Prítomnosť tyramínu bola stanovená v 5 produktoch v koncentrácii medzi 24,2 až 74,1 mg.kg⁻¹ v sušine, 2-fenyletylamínu u 3 produktov medzi 35,7 až 90,7 mg.kg⁻¹ v sušine a histamín bol zistený len v 2 produktoch v rozsahu 128,3 až 223,5 mg.kg⁻¹ v sušine. Tryptamín sme nezistili v žiadnom analyzovanom produkte.

Kľúčové slová: bezpečnosť potravín, biogénne amíny, HPLC-DAD, konzervované huby

ÚVOD

Huby sú obľúbenou kulinárskou voľbou v európskych aj orientálnych krajinách. Okrem samotnej nutričnej hodnoty, ich jedinečná farba, chuť a vôňa sú dôvody, ktoré lákajú zaradiť huby do ľudskej výživy (Lau a kol., 2012). Jedlé huby si získali uznanie ako „potravina novej generácie“ vďaka ich nutričnému zloženiu a potenciálu pre rôzne potravinárske a farmakologické využitie (Sousa a kol., 2023). Huby obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny potrebné pre výživu dospelého človeka, čo z nich robí významný zdroj bielkovín, ktorého hodnota je porovnateľná so živočíšnymi a rastlinnými bielkovinami (González a kol., 2020).

Biogénne amíny (BA) predstavujú skupinu bežne sa vyskytujúcich zlúčenín s nízkou molekulovou hmotnosťou. Základné biochemické reakcie vedúce k tvorbe biogénnych amínov sú dekarboxylácia aminokyselín mikroorganizmami, redukčná aminácia a transaminácia aldehydov a ketónov, a tiež samotná biologická aktivita v tkanivách a pletivách organizmov (Wójcik a kol., 2021). Biogénne amíny, vyskytujúce sa v potravinách, sa delia do dvoch hlavných podskupín podľa odlišného spôsobu ich vzniku a ich biologických účinkov (Dadáková a kol., 2009). Prvú skupinu tvoria monoamíny, zastúpené histamínom (HIM), tyramínom (TRM), 2-fenyletylamínom (2-PEA) a tryptamínom (TRY), diamíny ako putrescín (PUT) a kadaverín (CAD) a triamíny reprezentované agmatínom. Druhú skupinu tvoria polyamíny, ktoré sa tvoria v živých organizmoch a predstavujú bioaktívne zlúčeniny ovplyvňujúce zdravie človeka pozitívne, ale aj negatívne v

závislosti od podmienok. Najznámejšími zástupcami polyamínov sú spermidín (SPD) a spermin (SPM) (Dadáková a kol., 2009). Histamín a tyramín majú potenciálne alergické účinky a môžu vyvolať neurologické ochorenia. Spermidín a spermin sú prekursori karcinogénnych N-nitrozo zlúčenín. Putrescín spolu s kadaverínom patria k látkam, ktoré sa označujú ako „mŕtvolné jedy“ a prispievajú k hnilobnému zápachu. Konzumáciou pokazených potravín z jedlých húb môžu tieto látky prispieť k nepríjemným stavom ako nadmerné potenie, črevná kolika, horúčka, závraty, zimnica, či iné symptómy sekundárnej otravy (Hofrichter, 2018).

Všeobecne patria biogénne amíny medzi indikátory kazení potravín. Huby sú považované za potraviny, ktoré majú potenciál obsahovať vysoké hladiny biogénnych amínov (Jabłońska-Rys a kol., 2022). Technologické procesy ako sterilizácia, varenie a mrazenie majú vplyv na konečnú koncentráciu biogénnych amínov v porovnaní s čerstvým materiálom (Dadáková a kol., 2022; Jabłońska-Rys a kol., 2020; Jabłońska-Rys a kol., 2022; Bak a kol., 2023; Muñoz-Esparza a kol., 2021). Biogénne amíny tak môžu poskytovať dôležité informácie o hygiene a kvalite potravín a môžu byť vyhodnotené ako potenciálne ohrozenie zdravia pre spotrebiteľov z dôvodu ich fyziologických a toxikologických účinkov, najmä ak sú prítomné vo vysokých koncentráciách (Jakabová a kol., 2024; Ruiz-Capillas a Herrero, 2019; Özogul a Özogul 2019).

Cieľom nášho príspevku je zhodnotiť profil a obsah bežne sa vyskytujúcich biogénnych amínov v konzervovaných jedlých hubách dostupných na slovenskom trhu v kontexte bezpečnosti pre spotrebiteľa.

MATERIÁL A METODIKA

Chemikálie

Na analýzu sa použili nasledovné chemikálie a rozpúšťadlá: putrescín dihydrochlorid (≥ 98 %), kadaverín dihydrochlorid (≥ 98 %), 2-fenyletylamín (≥ 98 %), histamín dihydrochlorid (≥ 99 %), tyramín hydrochlorid (≥ 99 %), spermidín trihydrochlorid (≥ 99 %), spermin tetrahydrochlorid (≥ 99 %), tryptamín hydrochlorid (≥ 99 %) a 1,7-diaminoheptán (≥ 99 %), Kyselina chlorovodíková (35 %, p.a.), bezvodý uhličitan sodný (p.a.), amoniak (26 %, p.a.), ultračistá voda, danzylchlorid (DCI; ≥ 99 %), 2-propanón (Chromasolv, ≥ 99 %), dietyléter (≥ 99 %), acetonitril (Chromasolv, ≥ 99.9 %) a hydroxid sodný (p.a.).

Materiál

V jednotlivých krokoch prípravy vzoriek a analýzy sme použili nasledovný materiál: automatické pipety s nastaviteľným objemom (100 - 1000 μ l a 500 - 5000 μ l), centrifugačné skúmavky (50 ml), sklenené skúmavky s uzáverom (12 ml), alobal, stojany na skúmavky, odparovacie zariadenie s prívodom dusíka, HPLC separačná kolóna s predkolónkou, HPLC vialky s uzávermi (hnedé sklo, objem 2 ml), striekačky a striekačkové filtre (PVDF, veľkosť pórov 45 μ m).

Prístroje

Analýza vyžadovala použitie nasledovných prístrojov a zariadení: analytické váhy, vortex, dezintegrátor, HPLC-DAD, inkubátor s termostatom a centrifúgu.

Vzorky húb

Konzervované huby boli zakúpené v maloobchodnej sieti Slovenska. Spolu bolo analyzovaných 21 výrobkov, sterilizovaných v náleve. Druhovú zastúpenie jedlých húb vo výrobkoch je uvedené v tabuľke 1.

Tabuľka 1 Druhovú zastúpenie jedlých húb v analyzovaných výrobkoch

Druh		%
Šupinovka „nameko“	<i>Pholiota nameko</i>	4,30
Pečiarka dvojvýtrusná	<i>Agaricus bisporus</i>	73,9
Hríb smrekový	<i>Boletus edulis</i>	4,30
Kuriatko jedlé	<i>Cantharellus cibarius</i>	4,30
Zmes húb (húževnatec, šupinovka, masliak)		13,0

Príprava vzoriek

Vzorky húb sme zlyofilizovali a zhomogenizovali. Z homogenizovaného materiálu sa do 50 ml centrifugačnej skúmavky navážil 1g a pridalo sa 20 ml kyseliny chlorovodíkovej ($0,1 \text{ mol.l}^{-1}$), zmes sa 1 min. homogenizovala na dezintegrátore pri 12000 rpm. Následne sa zvyšok vzorky z tyče homogenizátora spláchol 5 ml kyseliny chlorovodíkovej ($0,1 \text{ mol.l}^{-1}$) do skúmavky so vzorkou. Zhomogenizovaná vzorka sa centrifugovala pri 6000 rpm v chladenej centrifúge pri 4°C po dobu 10 min. Odstredený supernatant sa prefiltraval cez striekačkový filter a 1 ml filtrátu sa dávkoval do 12 ml skúmavky. Ku vzorke sa pridalo 500 μl nasýteného roztoku Na_2CO_3 (s pH upraveným na 11,2 pomocou hydroxidu sodného), vzorka sa premiešala a pridal sa 1 ml derivatizačného činidla (danzychloridu), ktoré sa pripravilo rozpustením 50 mg DCI v 10 ml 2-propanónu. Skúmavky sa obalili alobalom na zamedzenie prístupu svetla a vo vortexe sa zmes premiešala 1 minútu. Skúmavky sa uložili do stojana na skúmavky a nechali sa inkubovať v termostate pri 40°C po dobu 1 hodiny. Počas procesu derivatizácie sa zmes v skúmavkách premiešala v 15 min. intervaloch. Po ukončení inkubácie sa vzorky nechali ochladnúť na laboratórnu teplotu 15 min a pridalo sa 250 μl roztoku amoniaku (s koncentráciou 10 mol.l^{-1}). Obsahy skúmaviek sa premiešali na vortexe 1 min. a nechali sa postáť 30 min. na ukončenie reakcie derivatizácie. Následne sa ku vzorkám pridali 2 ml dietyléteru a obsahy skúmaviek sa premiešali vo vortexe 1 min. Týmto spôsobom prebehla extrakcia derivátov biogénnych amínov do nepochárneho prostredia. Skúmavky sa odstredili pri 2000 rpm na oddelenie polárnej a nepochárnej fázy. Z hornej nepochárnej fázy sa odpipetovalo 1800 μl do HPLC vialiek a dietyléter sa odparil pod prúdom dusíka na odparovacom zariadení. Odparok vo vialkách sa rekonštruoval pridaním 500 μl acetonitrilu a premiešaním na vortexe 1 min. Takto pripravené vzorky sa vložili do stojana na HPLC vialky do HPLC prístroja a prebehla chromatografická analýza.

HPLC-DAD analýza

Na analýzu sme použili prístroj HPLC-DAD Agilent 1260 Infinity II, separácia prebehla na kolóne Zorbax Eclipse XDB C18 ($150 \text{ mm} \times 3,0 \text{ mm} \times 3,5 \mu\text{m}$) s predkolónou v podmienkach gradientovej elúcie s použitím kombinácie mobilných fáz ultračistá voda (H_2O) a acetonitril (ACN) (25 min: H_2O 35 % - 0 %; ACN 65 % - 100 %) pri prietoku $0,6 \text{ ml.min}^{-1}$. Injekčný objem vzoriek a štandardov bol 3 μl , detekcia analytov na DAD detektore bola nastavená na zber dát pri 254 nm, referenčná vlnová dĺžka 450 nm. Celkový čas separácie bol 25 min. Poradie analytov a ich retenčné časy: 3,48 min. tryptamín; 4,65 min. 2-fenyletylamín; 5,31 min. putrescín; 6,27 min. kadaverín; 6,93 min. histamín; 11,39 min. tyramín; 12,46 min. spermidín; 15,64 min. spermin.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Obsah biogénnych amínov v konzervovaných hubách vrátane minimálnych a maximálnych hodnôt a priemerov so smerodajnými odchýlkami je uvedený v tabuľke 2. Obsah biogénnych amínov v spracovaných potravinách sa môže výrazne líšiť v dôsledku rôznych faktorov počas spracovania alebo rôznych kulinárskych postupov. Muñoz-Esparza a kol. (2021) uviedli vplyv procesov domáceho varenia na hladiny polyamínov. Na základe ich výskumov sa hladiny polyamínov v potravinách znížia varením a grilovaním až o 64 %, avšak mikrovlnné a sous-vide varenie nemá významný vplyv.

Tabuľka 2 Obsah jednotlivých biogénnych amínov vo výrobkoch podľa druhového zastúpenia jedlých húb

Druh		TRY	2-PEA	PUT	CAD
<i>A. bisporus</i>	min - max	ND	ND-40,6	26,1-607,5	ND-271,8
	priemer ± SD	ND	2,25±9,10	173,4±165,6	34,0±68,5
<i>Ph. nameko</i>	min - max	ND	ND	28,9-29,5	ND
	priemer ± SD	ND	ND	29,3±0,33	ND
<i>B. edulis</i>	min - max	ND	ND	41,9-45,1	ND
	priemer ± SD	ND	ND	43,2±1,67	ND
<i>C. cibarius</i>	min - max	ND	89,2-90,7	131,4-133,3	104,6-105,0
	priemer ± SD	ND	89,9±0,76	132,1±0,99	104,8±0,21
Zmes	min - max	ND	ND-57,1	18,1-66,4	ND
	priemer ± SD	ND	18,7±28,1	36,2±21,7	ND
		HIM	TRM	SPD	SPM
<i>A. bisporus</i>	min - max	ND -223,5	ND -74,1	924,2-7412,8	26,4-267,6
	priemer ± SD	20,7-59,4	10,9±24,6	3658±1428	123,8±53,9
<i>Ph. nameko</i>	min - max	ND	24,2-24,6	102,5-104,5	ND
	priemer ± SD	ND	24,5±0,21	103,3±1,07	ND
<i>B. edulis</i>	min - max	ND	ND	81,9-82,7	ND
	priemer ± SD	ND	ND	82,4±0,41	ND
<i>C. cibarius</i>	min - max	ND	25,2-26,2	118,5-119,8	ND
	priemer ± SD	ND	25,6±0,56	119,1±0,69	ND
Zmes	min - max	ND	ND	69,7-104,7	ND
	priemer ± SD	ND	ND	86,6±13,9	ND

Výsledky sú vyjadrené v mg.kg⁻¹ sušiny; TRY – tryptamín; 2-PEA – 2-fenyletylamín; PUT – putrescín; CAD – kadaverín; HIM – histamín; TRM – tyramín; SPD – spermidín; SPM – spermín

Šampiňón, v čerstvom aj spracovanom stave (vrátane varenia a konzervovania), je bohatým zdrojom polyamínov (Reis a kol., 2020a). Polyamín spermidín bol prítomný vo všetkých analyzovaných výrobkoch (tabuľka 2). Obsah spermidínu sa pohyboval vo vzorkách od 69,7 do 7412,8 mg.kg⁻¹ sušiny. Najvyššie koncentrácie boli zaznamenané v druhu *A. bisporus* a najnižšie u výrobkov, ktorých zloženie tvorila zmes húb. Dominantné zastúpenie spermidínu potvrdzujú aj publikované práce autorov Jabłońska-Rys a kol. (2020), Reis a kol. (2020b) a Reis a kol. (2020c).

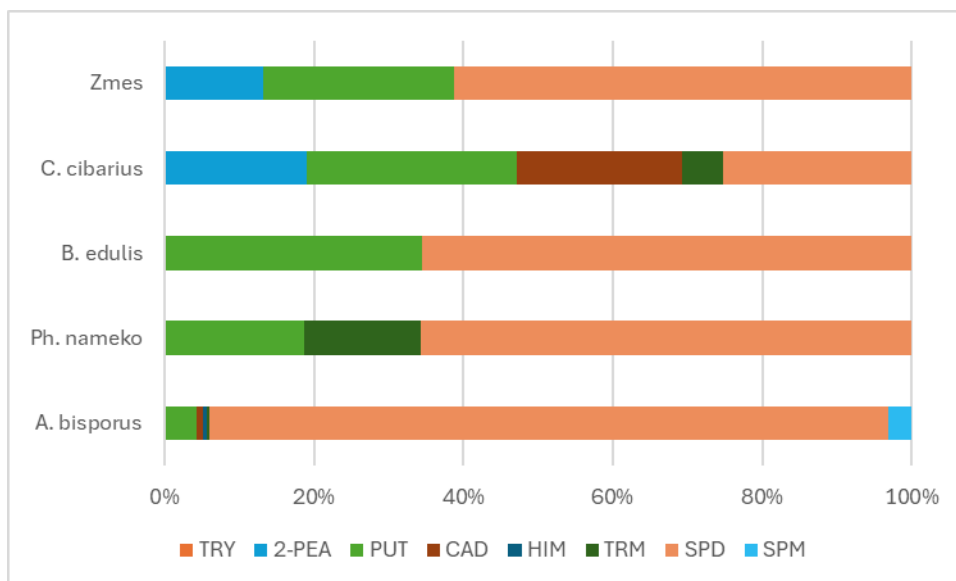
Samotné konzervovanie húb uvádzajú autori Reis a kol. (2020a) ako proces, ktorý má za následok najvyšší pokles obsahu spermidínu v porovnaní s čerstvými hubami a hubami spracovanými varením. Prítomnosť spermidínu je fyziologicky prirodzená v hubách pestovaných aj divorastúcich, nakoľko je spermidín spojený s rôznymi významnými funkciami v bunkovom metabolizme a raste a je neoddeliteľnou súčasťou biochemických procesov húb (Reis a kol., 2020b).

Druhým najzastúpenejším amínom bol putrescín, taktiež zastúpený vo všetkých analyzovaných produktoch, s najvyššou koncentráciou v produkte obsahujúcom *A. bisporus* ako krájané šampiňóny v slanom náleve. Najnižší obsah putrescínu sme našli v zmesi gurmánskych húb (obsahujúcej húževnatec, šupinovku a masliak). Vysoká hladina putrescínu súvisí s premenou aminokyselín pri mikrobiálnej degradácii a môže súvisieť s nedostatočnou čerstvosťou suroviny (Kalač, 2013; Hofrichter, 2018). Podobnú úlohu a pôvod ako putrescín má kadaverín, ktorý je tiež znakom rozkladných procesov. V našom prieskume bol prítomný u produktov obsahujúcich *A. bisporus* (najviac v produkte označenom prívlastkom Premium) a *C. cibarius*.

Z monoamínov mali vo vzorkách zastúpenie 2-fenyletylamín u 3 produktov, pričom najvyššie koncentrácie sme zaznamenali u výrobku s konzervovaným kúriatkom jedlým v slanom náleve. Tyramín bol prítomný v 5 výrobkoch, okrem zmesi húb a výrobku s obsahom *B. edulis*. Vo väčšine vzoriek však detekovaný nebol. Histamín bol prítomný len u dvoch výrobkov, pričom najvyšší obsah bol paradoxne v už spomínanom výrobku šampiňónov v slanom náleve s označením Premium. Ako El-Kosi a kol. (2009) uvádzajú hladiny histamínu a tyramínu v potravinách by nemali presiahnuť 50 až 100 mg.kg⁻¹ pre histamín a 100 až 800 mg.kg⁻¹ pre tyramín. Histamín a tyramín sú považované za najproblematickejšie biogénne amíny, avšak len histamín má ustanovené limity iba pre ryby a rybie produkty, v ktorých nemôžu byť prekročené koncentrácie nad 100 a 200 mg.kg⁻¹ (Nariadenie Komisie EÚ, 2013).

Z pohľadu druhového zloženia húb vo výrobkoch je priemerné percentuálne zastúpenie obsahov jednotlivých biogénnych amínov znázornené na obrázku 1. Zloženie výrobkov zmesi húb je charakterizované 61 % zastúpením spermidínu, 26 % putrescínu a 13 % spermínu. Z divorastúcich jedlých húb malo kúriatko jedlé najvyššie percentuálne zastúpenie putrescínu (28 %), nasledoval spermidín (25 %), kadaverín (22 %), 2-fenyletylamín (19 %) a tyramín (5 %). Naproti tomu produkt obsahujúci hribe smrekový mal zastúpené detekovateľné množstvá len u spermidínu (66 %) a putrescínu (34 %). Šupinovka nameko mala okrem dominantného spermidínu (66 %) zastúpený ešte putrescín (19 %) a tyramín (15 %). Najviac konzervovaných výrobkov malo zastúpenie pečiarke *A. bisporus*, a z hľadiska výskytu biogénnych amínov mal 91 % zastúpenie spermidín, 4 % putrescín a 3 % spermín. Ostatné stanovované biogénne amíny, okrem tryptamínu, mali percentuálny podiel nižší ako 1 %.

Testovali sme vzájomnú koreláciu výskytu jednotlivých biogénnych amínov. U vzoriek s výskytom histamínu bola zaznamenaná pozitívna korelácia s obsahom kadaverínu ($p < 0,001$), u vzoriek s prítomným spermidínom bola zaznamenaná pozitívna korelácia s výskytom spermínu ($p < 0,001$) a s ich prekursorom putrescínom ($p < 0,001$). Ďalšie pozitívne korelácie sme zistili medzi tyramínom vs. kadaverínom ($p < 0,001$) a tyramínom vs. histamínom ($p < 0,001$). Pozitívne korelácie na úrovni $p < 0,05$ sme zistili medzi spermidínom vs. kadaverínom a spermidínom vs. histamínom, ako aj medzi histamínom vs. spermínom, putrescínom vs. kadaverínom a putrescínom vs. histamínom. Negatívna korelácia bola zistená medzi 2-fenyletylamínom a obomi polyamínmi (spermidín a spermín).



Obrázok 1 Percentuálne zastúpenie biogénnych amínov v konzervovaných hubách vo vzťahu k druhovému zloženiu výrobkov

TRY – tryptamín; 2-PEA – 2-fenyletylamín; PUT – putrescín; CAD – kadaverín; HIM – histamín; TRM – tyramín; SPD – spermidín; SPM – spermín

ZÁVER

Problematika biogénnych amínov je komplexná a huby sú považované za pomerne bohaté na biogénne amíny. Prítomnosť biogénnych amínov v konzervovaných hubách môže závisieť od viacerých faktorov vrátane počiatočného zloženia suroviny húb, metód spracovania a podmienok skladovania, ako uvádza dostupná literatúra. Obsah biogénnych amínov v konzervovaných produktoch húb v maloobchodnej sieti SR sa analyzoval metódou HPLC-DAD s predkolónovou derivatizáciou in situ pomocou derivatizačného činidla danzylchloridu. Výsledky analýzy preukázali prítomnosť biogénnych amínov v konzervovaných produktoch. Vo všetkých skúmaných produktoch bol zistený polyamín spermidín a jeho prekursor putrescín. Histamín bol zistený v dvoch produktoch, pričom v jednom produkte na úrovni nad 200 mg.kg^{-1} sušiny. Tyramín ako druhý najproblematickejší amín, bol stanovený v piatich produktoch, pričom jeho obsah nepresiahol 100 mg.kg^{-1} sušiny. Napriek zisteným zvýšeným hladinám histamínu v sušine v jednom konzervovanom produkte je možné konštatovať, že vzhľadom na spôsob kulinárskej úpravy a podávania v bežných jedlách z húb, ktoré sa nepodávajú na konzumáciu v sušenom stave, nepredstavujú uvedené koncentrácie veľké riziko, ktoré by mohlo spôsobiť vážny zdravotný problém u zdravých jedincov. Vo všeobecnosti môžeme konštatovať, že nami analyzované konzervované huby sú bezpečné na konzumáciu z pohľadu využitia pôvodného produktu (t.j. húb v náleve) s ohľadom na obsah biogénnych amínov. Sledované produkty konzervovaných húb však boli identifikované ako zdroje biogénnych amínov, preto je sledovanie tejto kategórie potravín s ohľadom na odporúčania EFSA (2011) dôležité.

LITERATÚRA

1. Bak, K. H., Bauer, S., Rattner, J., Wagner, M., Ludewig, M. 2023. Nutritional properties, microbial and sensory quality, and formation of biogenic amines in wild-grown mushrooms (*Cantharellus Cibarius* & *Boletus Edulis*)

-
- from Austrian local markets. In *Food Chemistry Advances* [online], vol. 2, pp.100193 [cit. 2024-04-30]. ISSN 2772-753X. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100193>.
 2. Dadáková, E., Pelikánová, T., Kalač, P. 2009. Content of biogenic amines and polyamines in some species of European wild-growing edible mushrooms. In *European Food Research and Technology* [online], vol. 230, pp. 163-171 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1438-2385. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s00217-009-1148-3>.
 3. Dadáková, E., Pelikánová, T., Wolfová, P., Kalač, P. 2022. Can biogenic amines cause ailments following the intake of edible mushroom meals?. In *Czech Journal of Food Sciences* [online], vol. 40, no. 6 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1805-9317. Dostupné na: <https://doi.org/10.17221/96/2021-CJFS>.
 4. El-Kosi, O. H. R., Abdel-Hakim, E. H., Ayes, A. M., Mohamed, J. I. I. 2009. Effect of different storage temperatures and periods on biogenic amines formation in Ras cheese. In *Suez Canal Veterinary Medical Journal* [online], vol.1, pp. 207-219 [cit. 2024-04-30]. ISSN: 2682-3284.
 5. EFSA Panel on Biological Hazards (BIOHAZ). 2011. Scientific opinion on risk based control of biogenic amine formation in fermented foods. In *EFSA Journal* [online], vol. 9, no.10, pp. 2393 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1831-4732. <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.2903/j.efsa.2011.2393>
 6. González, A., Cruz, M., Losoya, C., Nobre, C., Loreda, A., Rodríguez, R., Contreras, J. Belmares, R. 2020. Edible mushrooms as a novel protein source for functional foods. In *Food & function* [online], vol. 11, no. 9, pp. 7400-7414 [cit. 2024-04-30]. ISSN: 2042-650X.
 7. Hofrichter, R. 2018. Tajný život húb. Ikar a.s., 232 p., ISBN 978-80-265-0771-0
 8. Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A., Skrzypczak, K., Kowalczyk, D., Stadnik, J. 2022. Content of biogenic amines and physical properties of lacto-fermented button mushrooms. In *Applied Sciences* [online], 12(18), 8957 [cit. 2024-04-30]. ISSN: 2523-3971. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/app12188957>.
 9. Jabłońska-Ryś, E., Sławińska, A., Stachniuk, A., Stadnik, J. 2020. Determination of biogenic amines in processed and unprocessed mushrooms from the Polish market. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], vol. 92, pp. 103492 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1096-0481. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103492>.
 10. Jakabová, S., Árvay, J., Grófová, M., Golian, J. 2024. Determination of biogenic amines in cultivated and processed mushrooms intended for the Slovak market. In *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences* [online], in press. ISSN 1338-5178. Dostupné na: <https://doi.org/10.55251/jmbfs.11046>.
 11. Kalač, P. 2009. Chemical composition and nutritional value of European species of wild growing mushrooms: A review. In *Food Chemistry* [online], vol. 113, no. 1, pp. 9-16 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1873-7072. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.07.077>.
 12. Lau, C. C., Abdullah, N., Shuib, A. S., Aminudin, N. 2012. Proteomic analysis of antihypertensive proteins in edible mushrooms. In *Journal of agricultural and food chemistry* [online], vol. 60, no. 50, pp. 12341-12348 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1520-5118. Dostupné na: <https://doi.org/10.1021/jf3042159>.
 13. Muñoz-Esparza, N. C., Costa-Catala, J., Comas-Basté, O., Toro-Funes, N., Latorre-Moratalla, M. L., Veciana-Nogués, M. T., Vidal-Carou, M. C. 2021. Occurrence of polyamines in foods and the influence of cooking processes. In *Foods* [online], vol. 10, no. 8, pp. 1752 [cit. 2024-04-30]. ISSN 2304-8158. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods10081752>.
 14. Nariadenie komisie (EÚ) č. 1019/2013 z 23. októbra 2013, ktorým sa mení príloha I. k nariadeniu (ES) č. 2073/2005, pokiaľ ide o histamín v produktoch rybolovu. Úradný vestník Európskej únie, 282, pp. 46-47.
 15. Özogul, Y., Özogul, F. 2019. Biogenic amines formation, toxicity, regulations in food. In *Biogenic Amines in Food: Analysis, Occurrence and Toxicity*, (Eds. Saad, B., Tofalo, R.). 329 p., ISBN 978-1-78801-581-3. Dostupné na: <https://doi.org/10.1039/9781788015813>.
 16. Reis, G. C., Custódio, F. B., Botelho, B. G., Guidi, L. R., Gloria, M. B. A. 2020b. Investigation of biologically active amines in some selected edible mushrooms. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], vol. 86, pp. 103375 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1096-0481. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103375>.
 17. Reis, G. C., Dala-Paula, B. M., Tavano, O. L., Guidi, L. R., Godoy, H. T., Gloria, M. B. A. 2020c. In vitro digestion of spermidine and amino acids in fresh and processed *Agaricus bisporus* mushroom. In *Food Research International* [online], vol. 137, pp. 109616 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1873-7145. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109616>.
 18. Reis, G. C., Guidi, L. R., Fernandes, C., Godoy, H. T., Gloria, M. B. A. 2020a. UPLC-UV method for the quantification of free amino acids, bioactive amines, and ammonia in fresh, cooked, and canned mushrooms. In *Food Analytical Methods* [online], vol. 13, pp. 1613-1626 [cit. 2024-04-30]. ISSN: 1936-9751. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s12161-020-01777-5>.
-

19. Ruiz-Capillas, C., Herrero, A. M. 2019. Impact of biogenic amines on food quality and safety. In *Foods* [online], vol. 8, no. 2, pp. 62 [cit. 2024-04-30]. ISSN 2304-8158. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods8020062>.
20. Sousa, A. S., Araújo-Rodrigues, H., Pintado, M. E. 2023. The health-promoting potential of edible mushroom proteins. *Current Pharmaceutical Design* [online], vol. 29, no.11, 804-823 [cit. 2024-04-30]. ISSN 1873-4286. Dostupné na: <https://doi.org/10.2174/1381612829666221223103756>.
21. Wójcik, W., Łukasiewicz, M., Puppel, K. 2021. Biogenic amines: Formation, action and toxicity – A review. In *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online], vol. 101, no. 7, pp. 2634-2640 [cit. 2024-04-30]. ISSN 2575-7954. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/jsfa.10928>

PodĎakovanie: Príspevok vznikol s finančnou podporou Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky (č. grantu VEGA 1/0602/22) a Agentúry pre podporu výskumu a vývoja (č. grantu APVV-22-0402).

AROMATIKA HÚB NÁM POVIE VIAC, NEŽ SI MYSLÍME

Jana LAKATOŠOVÁ¹ – Patrícia JOANIDIS¹ – Marek ŠNIRC²

Marcel GOLIAN³ – Zuzana CHLEBOVÁ¹

¹Výskumné centrum AgroBioTech, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

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

³Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

Abstrakt: Cieľom tejto práce bolo charakterizovať arómu jedlej divorastúcej muchotrávky červenkastej a pestovateľsky získanej hľivy ustricovitej. Vzorky muchotrávky červenkastej boli rozdelené na šesť vývojových štádií plodníc na základe makroskopických znakov. Vzorky vypestovanej hľivy ustricovitej boli rozdelené na klobúk a stonku. Na stanovenie aromatických zlúčenín sme použili plynový chromatograf. Preukázali sme, aká je dôležitá aróma pri správnom určení zrelosti húb analýzou šiestich vývojových štádií muchotrávky červenkastej. A tiež, že štádiá prezretých alebo hnijúcich húb môžu obsahovať potenciónálne škodlivé zlúčeniny. Hodnotením hľivy ustricovitej sme poukázali na fakt, že stonka obsahuje viac aromatických zlúčenín než klobúk, no zároveň sme potvrdili prítomnosť konjugovanej kyseliny linolovej, známej ako doplnok stravy pri chudnutí.

Kľúčové slová: aroma-aktívne látky, hľiva ustricovitá, muchotrávka červenkastá, plynová chromatografia, prchavé organické zlúčeniny

ÚVOD

Aromatické zlúčeniny výrazným spôsobom ovplyvňujú estetickú a kulinársku hodnotu húb. Výrazná, charakteristická vôňa čerstvých a sušených húb je veľmi podstatnou motiváciou pre ich zber a konzumáciu nielen na Slovensku. Je preto zaujímavé vedieť, ktoré látky túto charakteristickú vlastnosť spôsobujú. Jedná sa o stovky rôznych zlúčenín, ktoré majú príjemnú vôňu alebo nám evokujú zápach, či dokonca až smrad. Chemická analýza aromatických látok v kombinácii s vnímaním ľudským čuchom nie je jednoduchá, preto súčasné poznatky nie sú doposiaľ dostatočné a jednoznačné (Kalač, 2008). Doteraz bolo identifikovaných vyše 150 aromatických zlúčenín v čerstvých hubách (Aisala a kol., 2019; Hou a kol., 2024).

Aromatické zlúčeniny môžeme rozdeliť na prchavé aromatické zlúčeniny, ako sú deriváty oktánu a okténu, nižšie terpény, benzaldehyd a jemu príbuzné látky, sírne zlúčeniny a mnoho ďalších. Druhou skupinou aromatických zlúčenín sú neprchavé aromatické zlúčeniny, ktoré ovplyvňujú vnímanie vône v kombinácii s chuťovým vnemom počas konzumácie húb (Kalač, 2008). Aróma tvorená kombináciou prchavých a neprchavých zlúčenín je kľúčovou vlastnosťou potravín, ktorá výrazne ovplyvňuje preferencie konzumentov.

Jedlé huby sa konzumujú ako delikatesa, nielen pre ich vysokú nutričnú hodnotu, ale aj pre ich špecifickú arómu. V roku 1938 bola zlúčenina 1-okten-3-ol po prvýkrát charakterizovaná ako

„hubová“ a „čerstvá huba s charakteristickou zemitou a sladkou chuťou“ (Wang a kol., 2014). V roku 1944 vedecký tím Wood a kol. (1994) opísali (E)-2-nonenal, tvorený z kyseliny linolovej, ako hlavnú zlúčeninu zodpovednú za uhorkový zápach niektorých druhov húb. Za typickú arómu čírovky (*Tricholoma matsutake*) sú zodpovedné zlúčeniny ako 3-oktanol, 3-(metyltio)propiónaldehyd, linalool, 1-okten-3-ol a 1-okten-3-on (Cho a kol., 2007). Pre zlúčeninu 3-oktanol je známy silný, olejovo-orechový a bylinkový zápach, 3-(metyltio)propiónaldehyd je typický mäsovým zápachom, 1-okten-3-on je zas typický hubovou arómou, ale taký linalool je známy najmä pre jeho príjemnú kvetinovú vôňu so štipkou štiplavosti (AroChemBase databáza). V súčasnosti sú už známe aj aromatické zlúčeniny zodpovedné za typickú arómu vyprážaných húb, sušených, či dokonca skladovaných.

Muchotrávky poznáme ako nejedlé a toxické divorastúce huby, z čeľade muchotrávkovité (*Amanitaceae*). Na druhej strane, existujú aj jedlé druhy ako muchotrávka plavohnedá (*Amanita fulva*), muchotrávka hrubá (*A. excelsa*), muchotrávka cisárska (*A. caesarea*) a muchotrávka červenkastá (*A. rubescens*) (internetový zdroj 1). A práve aromatickým zlúčeninám v muchotrávke červenkastej sme sa venovali v tejto štúdii. Rastie v listnatých aj v ihličnatých lesoch. Plodnice sa zjavujú takmer vždy vo veľkom množstve od júna do novembra. Nájdeme ju v najteplejších oblastiach, napr. v suchých dubinách na južnom Slovensku aj v najdrsnejších horských polohách v smrečinách, ako aj na rašeliniskách. Často rastie aj mimo lesa, v parkoch, lipových alejach a inde (internetový zdroj 2).



Muchotrávka plavohnedá
(*Amanita fulva*)



Muchotrávka hrubá
(*Amanita excelsa*)



Muchotrávka cisárska
(*Amanita caesarea*)



Muchotrávka červenkastá
(*Amanita rubescens*)

Ďalej sme sa venovali hlive ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*), známej vynikajúcim nutričným profilom (β -glukán, vitamíny, mastné kyseliny), vlákninou, mikro- a makro-prvkami a sacharidmi. Je to druhá najpestovanejšia huba na svete a najväčším producentom je Čína (Benzová, 2023) aj napriek tomu, že prvé pokusy o pestovanie boli v Nemecku (Golian, 2017). Hliva ustricovitá je huba variabilnej veľkosti, tvaru a farby. Vo svete sa nachádza množstvo kmeňov tohto druhu, čo robí jej identifikáciu pomerne zložitou. Hliva ustricovitá je ojedinele parazitická, najčastejšie však saprofytická huba, vyskytujúca sa na odumierajúcich alebo už odumretých stromoch, obvyčajne v listnatých lesoch, zvyčajne na drevinách mierneho pásma ako buk a dub. Môže rásť na odlomených konároch, zlomených a vyvrátených stromoch, ale aj zvyškoch po ťažbe, ako napríklad na poraste ostávajúcich pňov. Vyskytuje sa hlavne v európskych lesoch, kde je plne autochtónna. Za ideálnych podmienok plodí od konca leta, cez jeseň až do zimy. Nezriedka ju možno zahliadnuť aj v chladných mesiacoch, ako je január a február. Hliva ustricovitá je chuťou a vlastnosťami príjemná, mierne korenistá huba.



Hliva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*)

MATERIÁL A METODIKA

Vývojové štádiá muchotrávky červenkastej

Vzorky rôznych vývojových štádií muchotrávky červenkastej (*Amanita rubescens* Pers) boli odobrané v oblasti Žakýlske Pleso (Štiavnické Vrchy, Slovensko) (GPS: 48°31'12.8" N; 18°55'23.5" E). Územie získaných vzoriek je zalesnené prevažne bukovým a hrabovým porastom. Nadmorská výška odberného miesta je 757 m n. m. s priemernou ročnou teplotou 6 – 7 °C a zrážkami 700 – 800 mm (Bučinová a kol., 2014). Vzorky jednotlivých vývojových štádií muchotrávky červenkastej boli odobrané z plochy 2 × 2 m, plodnice boli zbavené väčších nečistôt a dočasne uskladnené vo vetraných polyetylénových boxoch (Obrázok 1). Po príchode do laboratória boli vzorky dôkladne opláchnuté v deionizovanej vode a rozdelené na klobúk a stonku (hlúbik) pre každú plodnicu. Vzorky sa po vysušení rozomleli a uskladnili až do doby analýz.



Obrázok 1 Vývojové štádiá muchotrávky červenkastej (*Amanita rubescens* Pers.)

Klobúk a stonka hľivy ustricovitej

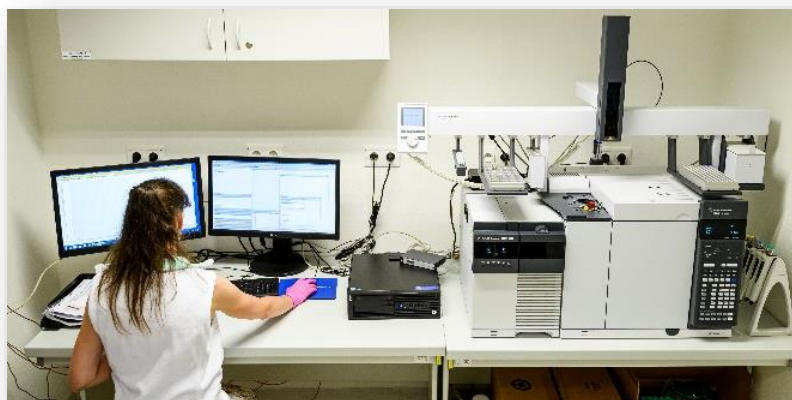
Čisté kultúry produkčného kmeňa hľivy ustricovitej (K19) boli získané od MYKOFOREST Martin Rajtár (*Pleurotus ostreatus* 2175). Na základe našej predchádzajúcej štúdie (Golian a kol., 2022) sa tento produkčný kmeň spomedzi všetkých 59 overovaných kmeňov vyznačoval najvyšším obsahom β -glukánov. Kultúry čistých kmeňov sa až do použitia skladovali na zemiakovo-dextrózovom agare v chladničke. Ako inokulum (nosič) bolo použité pšeničné zrnó (*Triticum durum*) naočkované čistou kultúrou K19. V experimente sme použili substráty zložené z peliet z pšeničnej slamy. Polyetylénové vrecia sme vložili do perforovaných priehľadných vedier s objemom 3,5 l a suché pelety z pšeničnej slamy zmiešali s vodou v pomere 1:2,6 (70 g suchého substrátu + 1,7 l vody). Polyetylénové vrecia sme uzavreli a uzatvorili vrchnákmi vo vedrách. Substráty boli jeden deň inkubované pri izbovej teplote v priestoroch Ústavu záhradníctva pri teplote 20 °C. Druhý deň boli substráty presunuté do Výskumného centra AgroBioTech, kde boli následne inkubované v klimateckej komore (Phytotron System KK 750 FIT P) 24 hodín pri 25 °C a 36 hodín pri teplote 60 °C. Relatívna vlhkosť v komore bola po celý čas nastavená na 80 %. Spolu bolo vyrobených 10 substrátov. Po ochladnutí tepelne ošetrených substrátov na cca 25 °C bolo aplikované obilné inokulum o hmotnosti 34 g pre každé opakovanie. Inokulácia sa uskutočnila v nesterilných podmienkach. Zaočkované substráty boli prenesené do klimateckej komory a inkubované pri 25 °C a vlhkosti 80 % až do ich úplnej kolonizácie mycéliom. Dobře kolonizované substráty boli premiestnené do optimálnych rastových podmienok, pri teplote 17 °C a 80 % relatívnej vlhkosti, so silným odvetrávaním CO₂. Do každého polypropylénového vrečka sme pomocou sterilného noža urobili trojcentimetrový priečny rez. Po 6 dňoch kultivácie sme pozorovali tvorbu primordií. Samotné plodnice rástli postupne v niekoľkých vlnách, pričom plodnice boli zbierané selekciou v optimálnej zberovej fáze počas 42 dní. Po zbere boli plodnice rozdelené na stonky (hlúbiky) a klobúky a sušené v sušiarňi (Nahita 632 Plus) pri teplote 50 °C. Vzorky sme uschovali v tme až do doby analýz.



Hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*)

Stanovenie prchavých aromatických zlúčenín

Navážili sme vzorky húb v rozsahu 0,2 – 0,3 g do uzatvárateľných skúmaviek, pridali 2,5 ml dichlórmétanu ($\geq 99,8\%$ čistota pre HPLC, Sigma-Aldrich Merck KGaA) a zlúčeniny sa extrahovali trepaním na horizontálnej trepačke (Unimax 2010) po dobu 4 hodín. Následne sme extrakty prefiltrovali cez PVDF filter do HPLC vialiek. Analýza VOC prebehla pomocou plynovej chromatografie (Obrázok 2) s automatickým dávkovačom (Agilent Technologies Inc.). Separácia prchavých zlúčenín bola na kolóne HP-5ms (30 m $\times$ 0.25 mm $\times$ 0.25 μ m; Agilent Technologies Inc.). Podmienky plynovej chromatografie boli nastavené podľa predchádzajúcej štúdie (Štefániková a kol., 2021).



Obrázok 2 Plynový chromatograf

Štatistické vyhodnotenie výsledkov

Všetky získané údaje boli analyzované pomocou deskriptívnej štatistiky aritmetického priemeru a štandardnej odchýlky. Potom sa všetky premenné testovali na normalitu. Podľa Shapiro-Wilkovho testu a Kolmogorov-Smirnovovho testu všetky testované premenné nesledovali Gaussovo rozdelenie. Kruskal-Wallisov test bol vykonaný na porovnanie významných rozdielov medzi vývojovými štádiami muchotrávky červenkastej. Na analýzu PCA sa použilo desať najpočetnejších prchavých zlúčenín, charakteristických pre každý vývojový stupeň muchotrávky červenkastej. Analýza hlavných komponentov (typ Spearman) sa použila na nájdenie vzoru podobnosti pozorovaní a premenných ich zobrazením ako bodov na mape. Na analýzu PCA sa použili zlúčeniny s obsahom $\geq 1\%$, charakteristických pre klobúk a stonku hlavy ustricovitej. Deskriptívna štatistika, testy normality, Kruskal-Wallisov test a analýza PCA sa uskutočnili pomocou balíkového programu MS Excel a XLSTAT (Addinsoft, 2014).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

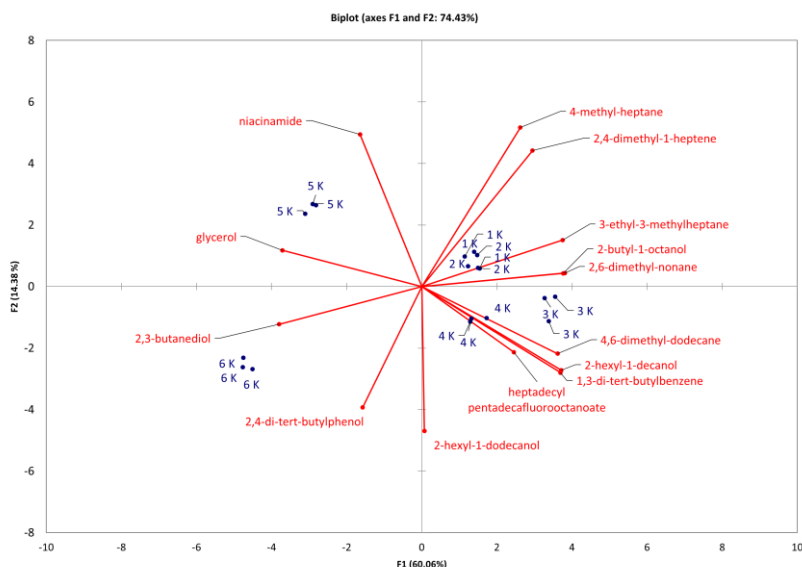
Vývojové štádiá muchotrávky červenkastej

Celkovo sme identifikovali 62 prchavých organických zlúčenín v dichlórmétánových extraktoch muchotrávky červenkastej. Identifikované zlúčeniny patria do skupín alkánov, alkoholov, alkénov, organických kyselín, esterov, aldehydov, amidov, imidov a ketónov. Okrem šiestich rôznych vývojových štádií muchotrávky červenkastej, výsledky boli rozdelené samostatne pre klobúk a stonku každého vývojového štádia tejto huby.

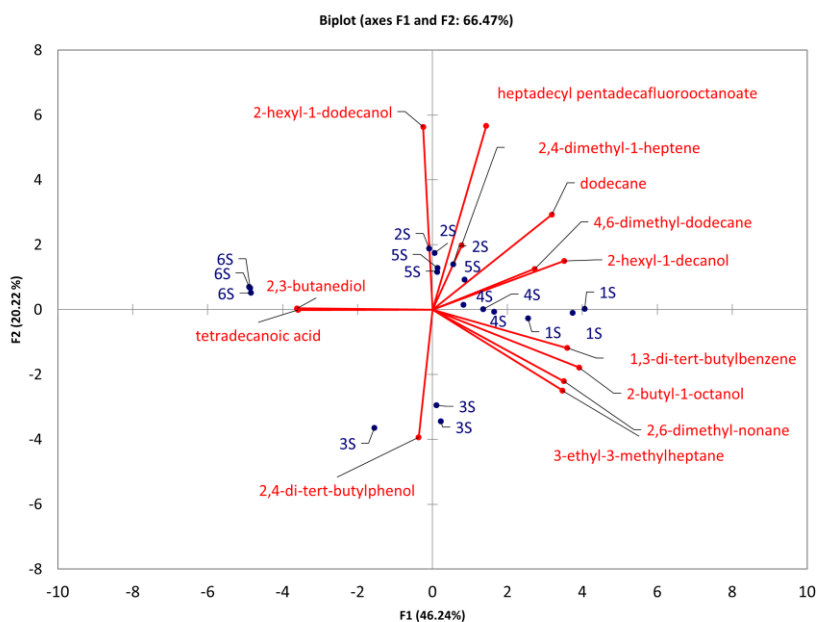
Na základe stanovenia aromatických zlúčenín v klobúkoch a stonkách pre rôzne vývojové štádiá muchotrávky červenkastej je možné určiť nezrelé a prezreté štádiá tejto jedlej huby. Ako vyplýva z obrázka 3, analýzou klobúkov muchotrávky červenkastej možno označiť prvé dva

vývojové štádiá za nezrelé s obsahom 4-metylheptánu, 2,4-dimetylhepténu, 3-etyl-3-metylheptánu, 2-butyl-1-oktanolu a 2,6-dimetyl-nonánu. Pre štádiá prezretých alebo hniúcich húb (5. a 6. štádium) boli charakteristické zlúčeniny 2,3-butándiol, glycerol, niacinamid a 2,4-di-tert-butylfenol. Z uvedeného vyplýva, že najvhodnejšie je konzumovať muchotrávku červenkastú vo vývojovom štádiu 3 – 4, čo podľa obrázka 5 predstavuje plodnice vo veľkosti 12 – 15 cm.

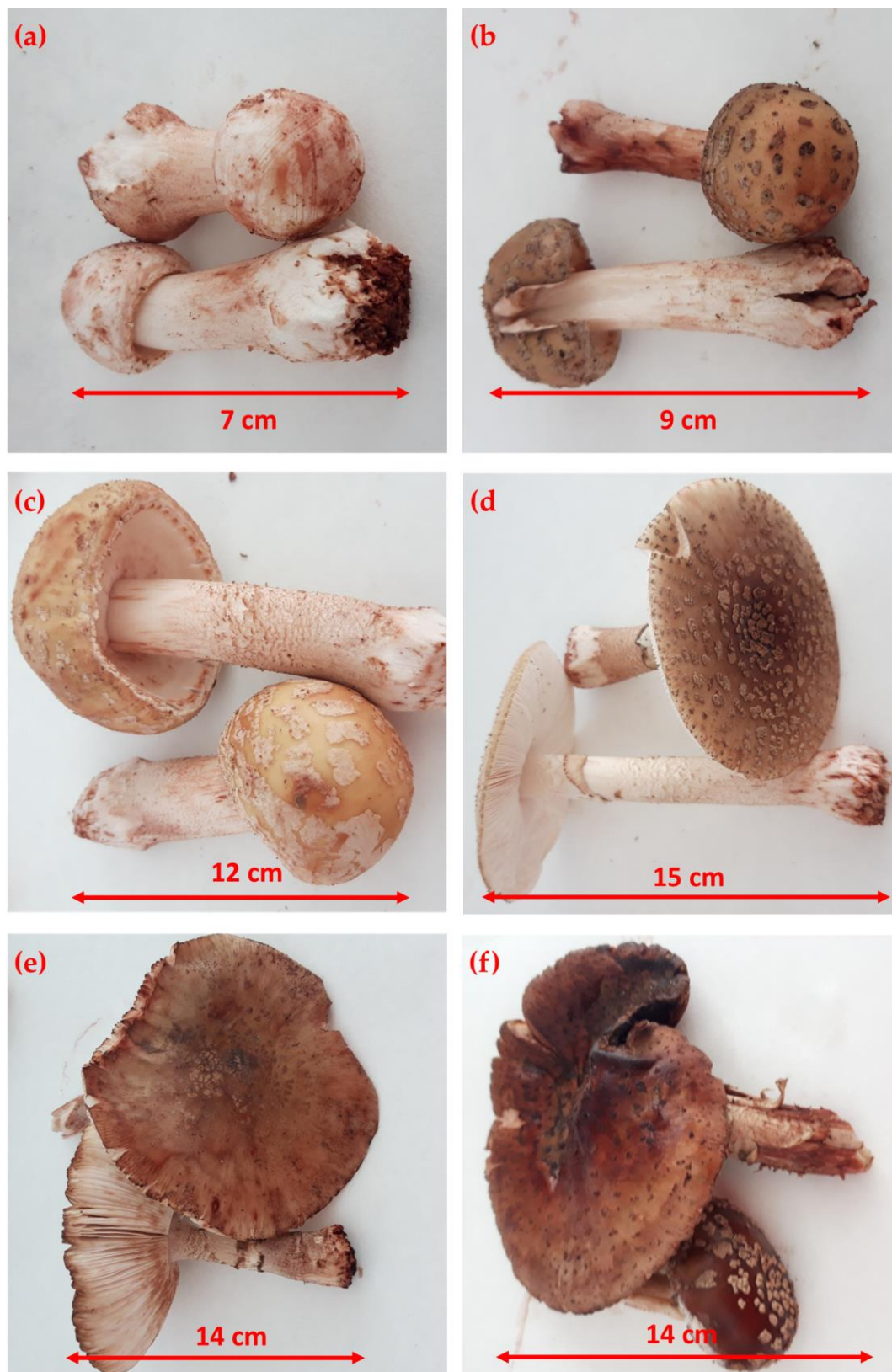
Podľa obrázka 4, kde sú zobrazené rozdiely v aróme stoniek muchotrávky červenkastej, môžeme vidieť posledné hnilobné štádium charakterizované 2,3-butándiolom a tetradekánovou kyselinou. Za zrelé štádium sa však dá označiť len vývojové štádium 3 na základe arómy stonky, pretože ako vyplýva z obrázka 4, vývojové štádium 4 malo podobný aromatický profil ako nezrelé štádiá (1 – 2).



Obrázok 3 PCA hodnotenie arómy v klobúkoch pre šesť vývojových štádií muchotrávky červenkastej (*A. rubescens* Pers.)



Obrázok 4 PCA hodnotenie arómy v stonkách pre šesť vývojových štádií muchotrávky červenkastej (*A. rubescens* Pers.)

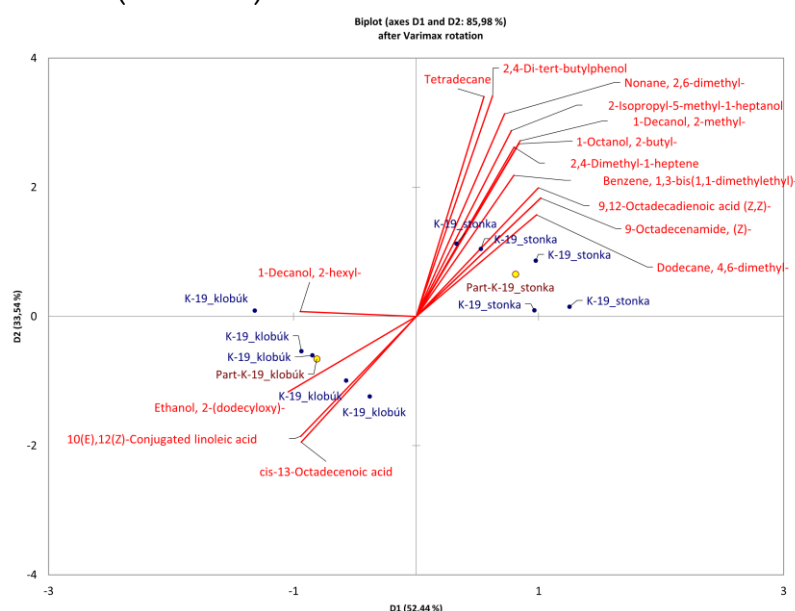


Obrázok 5 Vývojové štádiá muchotrávky červenkastej (*A. rubescens* Pers.)

Podľa Kalača (2010) sa vo všeobecnosti životnosť plodníc bežných divorastúcich húb odhaduje na 10 – 14 dní. Vzorku muchotrávky červenkastej v šiestom vývojovom štádiu sme odhadli na 12. – 15. deň fruktifikácie s charakteristickou tmavohnedou farbou. Plodnica bola charakteristická kyselinami 2-metylbutánovou a 3-metylbutánovou, ktoré sú známe zápachom potu a majú negatívny vplyv na aromatický profil húb (Hou a kol., 2021). Našlo sa málo vedeckých prác venovaných senzorickým vlastnostiam vývojových štádií húb. Lu a kol. (2021) charakterizovali aromatický profil dvoch druhov hľuzoviek (*T. indicum* a *T. pseudohimalayense*) a vplyv štádia zrenia na prchavé organické zlúčeniny. V štádiu zrelosti uvádzajú ako majoritné skupiny estery, alkohol, aldehydy a ketóny, benzény, metoxyzlúčeniny, uhľovodíky ale aj zlúčeniny obsahujúce dusík. Rovnaké skupiny zlúčenín boli identifikované aj v našej štúdii.

Klobúk a stonka hľivy ustricovitej

Kmeň 19 hľivy ustricovitej bol vybraný ako optimálny kmeň z pomedzi 59 testovaných produkčných kmeňov na základe chemicko-analytických štúdií pre naplnenie cieľov projektu APVV s názvom „Protektívny účinok extraktu hľivy ustricovej (*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.) pri chronických neprenosných ochoreniach“. Vyselektovaný kmeň 19 bol podrobený aj hodnoteniu aromatických zlúčenín a naša pozornosť bola venovaná zvlášť klobúku a zvlášť stonke. Z obrázka 6 vyplýva, že majoritnými zlúčeninami zodpovednými za arómu klobúka hľivy ustricovitej sú predovšetkým 2-hexyl-dekanol, 2-(dodecyloxy)-etanol, kyselina *cis*-13-oktadekánová a konjugovaná kyselina linolová. Konjugovaná kyselina linolová (CLA) je známa ako výživový doplnok, kvôli jej údajnému protirakovinovému účinku (pre ktorý neexistujú žiadne presvedčivé dôkazy ani známy mechanizmus a doteraz bolo vykonaných len veľmi málo štúdií; Ochoa a kol., 2004), ktorý sa používa v kulturistike (Talbot a Hughes, 2007). Rovnako nie je dostatok dôkazov o tom, že CLA má užitočný prínos pre ľudí s nadváhou alebo obezitou, pretože nemá dlhodobý vplyv na stavbu tela (Onakpova a kol., 2012). Hoci CLA preukázala účinok na inzulínovú odpoveď u diabetických potkanov, neexistuje žiadny dôkaz o tomto účinku u ľudí (Daví a kol., 2010). V stonke, ktorá bola aromaticky bohatšia než klobúk, sme stanovili až 9 významných aromatických zlúčenín (Obrázok 6).



Obrázok 6 PCA hodnotenie arómy hľivy ustricovitej kmeňa 19, zvlášť pre stonku a klobúk

Riešený projekt okrem iného reflektuje aktuálne potreby v oblasti potravinárskeho priemyslu - poskytnúť spotrebiteľovi nové funkčné potraviny na báze cereálnych produktov. Počas výskumu bola vyvíjaná receptúra a technologické postupy aplikovateľné pri výrobe chleba a sušienok s obsahom β -glukánu, pričom pozornosť bola venovaná aj vývoju metodiky na enkapsuláciu extraktu z hľivy ustricovej s obsahom β -glukánov (obalenie β -glukánu do vhodného puzdra (obalu, kapsule)) z dôvodu zachovania termostability „elixíru“. Produkty budú primárne určené pre diabetických pacientov, prípadne pacientov s inými metabolickými poruchami (hyperlipidémia, hypercholesterolémia a pod). β -glukán má zdraviu prospešné účinky a zvyšuje výživovú hodnotu potravín, a vďaka svojim vlastnostiam (zahusťovanie, stabilizácia, emulgácia a gélovatenie) môže byť ľahko využiteľný vo viacerých oblastiach potravinárskeho priemyslu (zahusťovadlo v omáčkach, polievkach a tekutých nápojoch, ako zdroj rozpustnej vlákniny a pod. (Ahmad a kol., 2012)). Prídavok β -glukánu má značný vplyv aj na senzorické a technologické parametre produktov, a na základe realizovaných štúdií je možné predpokladať, že prídanie β -glukánu zlepši senzorické vlastnosti. Napr. Lee a kol.(2009) uvádzajú pozitívny vplyv na kvalitu ovsených sušienok, ich adhezivitu a obsah vody. Sú známe práce, v ktorých bol β -glukán pridaný aj do ďalších výrobkov, napr. v mäsových výrobkoch zlepšil niektoré technologické vlastnosti a výživovú hodnotu (Sandra a kol., 2018), v jogurtoch je ale možné jeho využitie len v malých množstvách, pretože vyššie prídavky spôsobujú oddelenie jednotlivých fáz mlieka (Sharafbafi a kol., 2014), prídavok do mlieka spôsobil nárast množstva kyseliny mliečnej, octovej a maslovej počas dozrievania syra, a negatívne ovplyvnil jeho senzorické vlastnosti (Volikalís a kol., 2004).

ZÁVER

V tejto štúdii sme preukázali dôležitosť aromatických zlúčenín a ich vplyv na vôňu divorastúcej jedlej huby, muchotrávky červenkastej, a pestovateľsky získanej hľivy ustricovitej. Ako sme uviedli, obsah aromatických zlúčenín v hubách, ich množstvá a následne ich zdravotná bezpečnosť pri konzume sú závislé od zrelosti plodníc. Zároveň možno dodať, že obsah aromatických zlúčenín v stonke (hlúbiku) je rovnako významný ako v klobúku.

LITERATÚRA

1. Addinsoft, XLSTAT. 2014. Analyse de Données et Statistique Avec MS Excel; New York : Addinsoft [cit. 2024-05-07].
2. Ahmad, A., Anjum, F. M., Zahoor, T., Nawaz, H., Dilshad, S. M. R. 2012. Beta Glucan: A Valuable Functional Ingredient in Foods. In Critical Reviews in Food Science and Nutrition [online], vol. 52, pp. 201–212 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1080/10408398.2010.499806.
3. 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 [online], vol. 283, pp. 566–578 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2019.01.053.
4. Benzová, L. 2023. Depending on the composition of the growing substrate. Diplomová práca. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 80 s.
5. Bučinová, K., Janík, R., Jamnická, G., Kuklová, M. 2014. Accumulation and bioconcentration factors of mineral macronutrients in representative species of macrofungi prevailing in beech-dominated forests affected by air pollution. In Czech Mycology [online], vol. 66, pp. 193–207 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.33585/cmy.66207.
6. Cho, I. H., Lee, S. M., Kim, S. Y., Choi, H.-K., Kim, K.-O., Kim, Y.-S. 2007. Differentiation of aroma characteristics of pine-mushrooms (*Tricholoma matsutake* Sing.) of different grades using gas chromatography-olfactometry and sensory analysis. In Journal of Agricultural and Food Chemistry [online], vol. 55, no. 6, pp. 2323–2328 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1021/jf062702z.

7. Davì, G., Santilli, F., Patrono, C. 2010. Nutraceuticals in diabetes and metabolic syndrome. In Cardiovascular Therapeutics (Review) [online], vol. 28, no. 4, pp. 216–226 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi:10.1111/j.1755-5922.2010.00179.x.
8. Golian, M., Chlebová, Z., Žiarovská, J., Benzová, L., Urbanová, L., Hovaňáková, L., Chlebo, P., Urminská, D. 2022. Analysis of Biochemical and Genetic Variability of *Pleurotus ostreatus* Based on the β -Glucans and CDDP Markers. In Journal of Fungi [online], vol. 8, no. 6, 563 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.3390/jof8060563.
9. Hou, H., Liu, L., Lu, C., Fang, D., Hu, Q., Zhang, Y., Zhao, L. 2021. Characterization of flavor frame in shiitake mushrooms (*Lentinula edodes*) detected by HS-GC-IMS coupled with electronic tongue and sensory analysis: Influence of drying techniques. In LWT [online], vol. 146, 111402 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi:10.1016/j.lwt.2021.111402.
10. Hou, Z., Xia, R., Li, Y., Xu, H., Wang, Y., Feng, Y., Pan, S., Wang, Z., Ren, H., Qian, G., Wang, H., Zhu, J., Xin, G. 2024. Key components, formation pathways, affecting factors, and emerging analytical strategies for edible mushrooms aroma: A review. In Food Chemistry [online], vol. 438, 137993 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2023.137993.
11. Kalač, P. 2008. Houby víme, co jíme?. České Budejovice : Nakladatelství DONA, s.r.o., s. 39-44. ISBN 978-80-7322-112-6.
12. Kalač, P. 2010. Trace element contents in European species of wild growing edible mushrooms: A review for the period 2000–2009. In Food Chemistry [online], vol. 122, pp. 2–15 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2010.02.045.
13. Lee, S., Inglett, G. E., Palmquist, D., Warner, K. 2009. Flavor and texture attributes of foods containing β -glucan-rich hydrocolloids from oats. In LWT - Food Science and Technology [online], vol. 42, no. 1, pp. 350–357 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2008.04.004.
14. Lu, B., Perez-Moreno, J., Zhang, F., Rinaldi, A. C., Yu, F. 2021. Aroma profile of two commercial truffle species from Yunnan and Sichuan, China: Inter-and intraspecific variability and shared key compounds. In Food Science and Human Wellness [online], vol. 10, pp. 163–173 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.fshw.2021.02.005.
15. Ochoa, J. J., Farquharson, A. J., Grant, I., Moffat, L. E., Heys, S. D., Wahle, K. W. J. 2004. Conjugated linoleic acids (CLAs) decrease prostate cancer cell proliferation: different molecular mechanisms for cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 isomers. In Carcinogenesis [online], vol. 25, no. 7, pp. 1185–1191 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1093/carcin/bgh116.
16. Onakpoya, I. J., Posadzki, P. P., Watson, L. K., Davies, L. A., Ernst, E. 2012. The efficacy of long-term conjugated linoleic acid (CLA) supplementation on body composition in overweight and obese individuals: a systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. In European Journal of Nutrition [online], vol. 51, no. 2, pp. 127–134 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi:10.1007/s00394-011-0253-9.
17. Sandra, M., Vasquez, M., de Francisco, A., Manique Barreto, P. L., Damian, C., Zibetti, A. W., Suárez Manecha, H., Bohrer, B. M. 2018. Incorporation of β -glucans in meat emulsions through an optimal mixture modeling systems. In Meat Science [online], vol. 143, pp. 210–218 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.meatsci.2018.05.007.
18. Sharafbafi, N., Tosh, S. M., Alexander, M., Corredig, M. 2014. Phase behaviour, rheological properties, and microstructure of oat-b-glucan-milk mixtures. In Food Hydrocolloids, vol. 4, pp. 274–280 [cit. 2024-05-07].
19. Štefániková, J., Martišová, P., Šnirc, M., Kunca, V., Árvay, J. 2021. The Effect of *Amanita rubescens* Pers Developmental Stages on Aroma Profile. In Journal of Fungi [online], vol. 7, no. 8, 611 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.3390/jof7080611.
20. Talbott, S. M., Hughes, K. 2007. Conjugated linoleic acid. In S. M. Talbott, K. Hughes (Eds.). The Health Professional's Guide to Dietary Supplements. USA : Lippincott Williams & Wilkins, s. 14–16. ISBN 978-0-7817-4672-4.
21. Volikakis, P., Biliaderis, C. G., Vamvakas, C., Zerfidiris, G. K. 2004. Effects of a commercial oat-b-glucan concentrate on the chemical, physico-chemical and sensory attributes of a low-fat white-brined cheese product. In Food Research International, vol. 37, pp. 83–94 [cit. 2024-05-07].
22. 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 mushroom from China. In Food Chemistry [online], vol. 151, pp. 279–285 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2013.11.062.
23. Wood, W. F., Brandes, M. L., Watson, R. L., Jones, R. L., Largent, D. L. 1994. Trans-2-nonenal, the cucumber odor of mushrooms. In Mycologia [online], vol. 86, no. 4, pp. 561–563 [cit. 2024-05-07]. Dostupné na: doi: 10.2307/3760750.

-
24. Internetový zdroj 1: <https://www.nahuby.sk/atlas-hub-zoznam-vedecky?type=celad&value=Amanitaceae> [cit. 2024-05-14].
 25. Internetový zdroj 2: <https://www.nahuby.sk/atlas-hub/Amanita-rubescens/muchotravka-cervenkasta/muchomurka-ruzovka/ID288> [cit. 2024-05-14].

PodĎakovanie: Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky, projekt VEGA 1/0602/22 „*Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území*“ a vďaka finančnej podpore Agentúry na podporu výskumu a vývoja, projekt APVV-19-0598 „*Protektívny účinok extraktu hlivy ustricovej (Pleurotus ostreatus (Jacq.) P. Kumm.) pri chronických neprenosných ochoreniach*“. Naša vďaka patrí aj mykológovi, prof. Ing. Vladimírovi Kuncovi, PhD., za pomoc pri identifikovaní vývojových štádií muchotrávky červenkastej a poskytnutie fotografií do tohto príspevku.

AKO CHUTIA HUBY Z KONZERVY

Patrícia JOANIDIS – Jana LAKATOŠOVÁ

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

Abstrakt: Šampiňóny (pečiarky) patria medzi najčastejšie konzumované komerčne pestované huby na svete so širokou dostupnosťou. Okrem príjemnej chute sú pre konzumentov zaujímavé aj obsahom mnohých nutričných a zdraviu prospešných látok. V tejto práci sme hodnotili organoleptické vlastnosti 4 rôznych vzoriek šampiňónov konzervovaných v slanom náleve a balených v skle a konzervách. Vo všeobecnosti môžeme skonštatovať, že organoleptické vlastnosti vzorky A (sklo) v porovnaní so vzorkami B, C a D (konzervy) si boli veľmi podobné. Na základe senzorickej analýzy so školeným panelom hodnotiteľov, hedonickým hodnotením a hodnotením s využitím JAR stupnice bola vyhodnotená ako najlepšia vzorka D, ktorá bola balená v konzerve. Táto vzorka bola charakteristická tmavšou žltou farbou, silnejšou arómou, ale naopak slabšou typickou chuťou a dochuťou v porovnaní s ostatnými sledovanými vzorkami. Okrem toho dosiahla vzorka D spolu so vzorkou B najlepšie bodové hodnotenie v znaku celkový dojem a vzorka D získala pozitívne hodnotenie aj pri hodnotení mäkkosti. Pre ďalšie potvrdenie rozdielov alebo podobností medzi vzorkami s rôznym balením je potrebné vykonať ďalšie analýzy a rozšíriť existujúce výsledky.

Kľúčové slová: chuť, konzerva, panel hodnotiteľov, senzorická analýza, šampiňón

ÚVOD

Ľudia využívajú jedlé huby ako zdroj výživných látok a bioaktívnych zložiek už od staroveku (Rangel-Vargas a kol., 2021). Okrem vysokého obsahu kvalitných bielkovín, aminokyselín a vlákniny sú huby bohaté aj na vitamíny (B₁, B₂, B₃, C a D₂), minerálne látky (P, Fe, Cu, Co), glukány, sacharidy vo forme chitínu a iné biologicky aktívne látky ako alkaloidy, terpenoidy, kyseliny a pod. (Dowlati a kol., 2021; Rangel-Vargas a kol., 2021). Ďalším pozitívom je nízky obsah kalórií, cukrov a tukov (Dowlati a kol., 2021) čo má pozitívny vplyv na zdravie konzumentov (Singh a kol., 2020). Podľa Yilmaz a kol. (2006) majú huby dokonca schopnosť znižovať hodnoty LDL cholesterolu. Množstvo jednotlivých zložiek obsiahnutých v tele huby závisí nielen od jej druhu, ale aj od spôsobu a miesta kde sa huby pestujú a kde rastú (Zsigmond a kol., 2020). Spotreba húb neustále stúpa, avšak väčšina konzumentov konzumuje huby iba sporadicky a v malých množstvách (Adedokun a Okomadu, 2017), pričom trendom je ich konzumácia ako súčasť jedál pri vegetariánskej a vegánskej diéte (Singh a kol., 2020). Huby predstavujú vhodnú alternatívu pre konzumentov, ktorí sa snažia znižovať spotrebu mäsa, mäsových výrobkov, či soli v potravinách. Okrem toho obsahujú všetky esenciálne aminokyseliny potrebné pre človeka, pričom ich obsah v hubách je približne rovnaký ako v sójových bôboch, dokonca sa v nich nachádza až dvojnásobne viac bielkovín ako v špargli, či trojnásobne viac bielkovín ako v ryži (Miles a Chang, 2004; Zavastin a kol., 2018).

U niektorých húb boli zároveň preukázané antikarcinogénne, antimikrobiálne, imunomodulačné a antioxidačné účinky (Ruthes a kol., 2013). Taktiež sa častokrát používajú ako

prevencia voči chronickým ochoreniam, ako sú rakovina, cukrovka či kardiovaskulárne ochorenia. Dokonca aj niektoré druhy šampiňónov, ako napr. *Agaricus blazei* syn. *Agaricus brasiliensis* obsahujú β -glukán, ktorý má antikarcinogénne účinky napr. na ľudské vaječníky (Shimizu a kol., 2002; Kobayashi a kol., 2005).

Pri nákupe sú spotrebiteľia ovplyvnení vonkajšími (cena, značka, obal) a vnútornými (chuť, aróma, farba, textúra) vlastnosťami produktov (Forbes a kol., 2015). Podľa Sun a kol. (2020) sa huby vyznačujú ideálnou textúrou a chuťou umami, ktorá je tvorená prítomnosťou kyseliny glutámovej a asparágovej a 5-nukleotidov (Zhang a kol., 2013). Práve prítomnosť umami chute je častokrát spájaná s mäsovou chuťou (Phat a kol., 2016). Umami je poslednou piatou základnou chuťou, ktorej referenčnou látkou je monoglutamát sodný (MSG). Zložky umami je možné identifikovať nielen v hubách, ale aj v mäse, syroch, morských plodoch a zelenine (Yamaguchi, 1991). Chuť je kľúčovou vlastnosťou potravín, ktorá má výrazný vplyv na spotrebiteľské preferencie (Sun a kol., 2020). Chuťové vlastnosti húb je možné ovplyvniť rôznymi tepelnými úpravami, napr. smažením, dusením, konzervovaním a pod. Phat a kol. (2016) vo svojej štúdii stanovovali obsah glutamanu sodného v 17 rôznych komerčne dostupných hubách, pričom najvyšší obsah bol zistený v šampiňónoch. Práve glutaman sodný je jednou z hlavných látok tvoriacich chuť umami, ktorá je spotrebiteľmi vyhľadávaná. Podľa De Cianni a kol. (2023) sú spotrebiteľia dokonca ochotní zaplatiť viac za jedlo, v ktorom je umami chuť zvýraznená.

Podľa štúdie autorov De Cianni a kol. (2023) poznáme celkovo 268 húb vhodných na predaj a konzum, pričom len približne 22 % z nich je možné pestovať komerčne. Všetky ostatné huby patria medzi divo rastúce jedlé huby nachádzajúce sa voľne v prírode. Pečiarka dvojvýtrusová (*Agaricus bisporus*), bežne nazývaná šampiňón, patrí medzi celosvetovo najviac konzumované a preferované komerčne pestované huby (Muzzarelli a kol., 2012). Táto jedlá huba je vysoko cenená pre svoje vynikajúce chuťové vlastnosti (Cardoso a kol., 2021). Je možné konzumovať ju čerstvú, v polievkach a prívarkoch ako zápražku, sušenú ako múku, v párkoch, (Cardoso a kol., 2021), ako súčasť extrudovaných snackov (Huang a Liang, 2019), lyofilizovanú (Liuqing a kol., 2018) a pod.

MATERIÁL A METODIKA

V našej práci sme sa venovali hodnoteniu organoleptických parametrov 4 vzoriek (A – D) celých konzervovaných šampiňónov (*Agaricus bisporus*) v slanom náleve zakúpených na slovenskom trhu (Obrázok 1). Z hodnotených vzoriek bola jedna vzorka balená v skle (A) a ďalšie tri vzorky boli balené v konzervách. Vzorky boli hodnotené v celosti a podávané hodnotiteľom všetky naraz.

Hodnotenia sa zúčastnilo 10 školených hodnotiteľov z radov zamestnancov a študentov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity (SPU) v Nitre vo veku 25 – 55 rokov (5 žien a 5 mužov). Všetci hodnotitelia spĺňali požiadavky normy na selekciu a tréning hodnotiteľov podľa normy ISO 8586. Hodnotenie prebiehalo v senzorickom laboratóriu Výskumného centra AgroBioTech SPU v Nitre v popoludňajších hodinách za kontrolovanej teploty 22 °C (Obrázok 2). Hodnotitelia boli požiadaní, aby minimálne 1 hodinu pred hodnotením nejedli, nefajčili a pili už iba čistú vodu. Na hodnotenie senzorickou analýzou bola použitá 5-bodová intenzitná stupnica, kde 1 bod predstavoval neprítomnosť sledovaného znaku a 5 bodov predstavovalo najsilnejšiu intenzitu znaku. Spolu bolo hodnotených 5 znakov: farba, aróma, textúra, chuť a dochuť (Tabuľka 1).

Okrem toho boli vzorky konzervovaných šampiňónov v slanom náleve hodnotené aj podľa preferencií hodnotiteľov s využitím 5-bodovej hedonickej stupnice. Úlohou hodnotiteľov bolo priradiť vzorkám 1 – 5 bodov pre celkový dojem, ktorý zahŕňal celkové vnímanie vzorky na základe preferencií. Hodnotitelia hodnotili vzorky taktiež s využitím JAR (Just About Right – Tak akurát)

stupnice. Pri hodnotení JAR stupnicou boli hodnotené znaky farba klobúka, mäkkosť vzorky a typická chuť vzorky. Princípom JAR stupnice bolo priradiť vzorky k slovným tvrdeniam: farba klobúka (príliš biela, skôr biela, tak akurát, skôr žltá, príliš žltá), mäkkosť (príliš mäkká, skôr mäkká, tak akurát, skôr tvrdá, príliš tvrdá) a typická chuť (príliš slabá, skôr slabá, tak akurát, skôr silná, príliš silná). Použitím stupnice JAR je možné zistiť, či sú vzorky v sledovaných znakoch prijateľné pre hodnotiteľov alebo je naopak potrebné niečo upraviť napr. vzorky sú príliš mäkké a je potrebné upraviť spôsob tepelného ošetrenia, alebo sú príliš slané a je potrebné znížiť koncentráciu soli v náleve a pod. Medzi hodnotením jednotlivých vzoriek boli hodnotitelia požiadaní, aby si prepláchli ústa čistou vodou na neutralizáciu chuťových buniek.

Cieľom našej práce bolo zhodnotiť organoleptické znaky šampiňónov konzervovaných v slanom náleve s využitím rôznych metód senzorickej analýzy trénovaným panelom hodnotiteľov a porovnať výsledky vzorky balenej v skle so vzorkami v plechovkách.

Tabuľka 1 Slovník na hodnotenie organoleptických znakov šampiňónov

Hodnotený znak	Definícia hodnoteného znaku	Použitá stupnica
Farba	Farba vzorky vnímaná okom	1-biela, 5-žltá
Aróma	Prítomnosť typickej arómy po šampiňónoch	1-žiadny, 5-intenzívny
Textúra	Vlastnosti vzorky vnímané v ústach pri prežúvaní	1-mäkká, 5-tvrdá
Chuť	Prítomnosť typickej chuti po šampiňónoch	1-žiadna, 5-intenzívna
Dochuť	Chuť zotrúvajúca v ústach po prehltnutí vzorky	1-žiadna, 5-intenzívna



Obrázok 1 Hodnotené vzorky šampiňónov

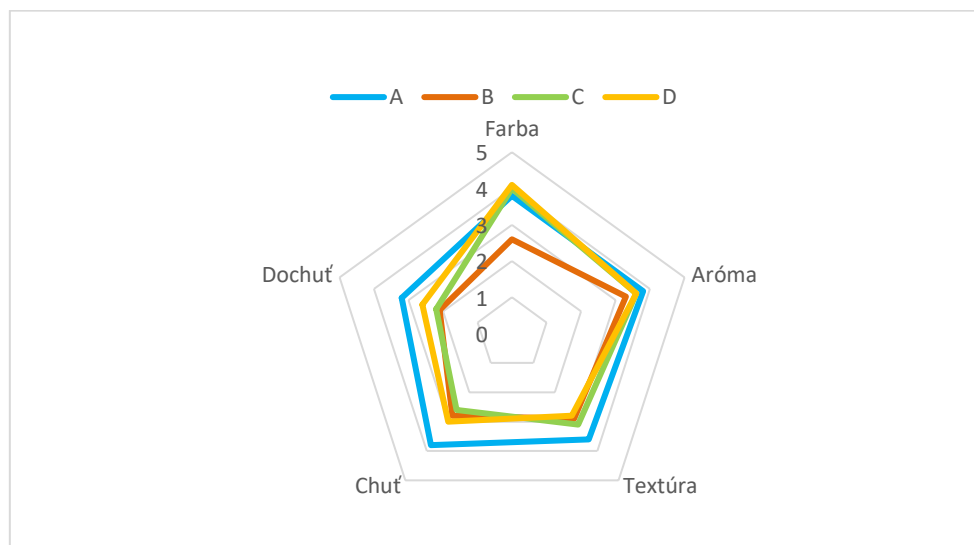


Obrázok 2 Senzorické hodnotenie

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzorky konzervovaných šampiňónov v slanom náleve (A – D) boli hodnotené senzorickeou analýzou školeným panelom hodnotiteľov na 5-bodovej stupnici (Obrázok 3). Vzorky boli hodnotené na základe intenzity vnímania hodnoteného znaku. Prvým hodnoteným znakom bola farba šampiňónov, pričom vzorky boli hodnotené od bielej po žltú. Ako najbledšia bola hodnotená vzorka B, ktorá získala 2,6 bodov. Naopak najviac bodov získala vzorka D (4,1 bodov), ktorá bola považovaná za najviac žltú až béžovo-hnedú. Nasledovala vzorka C (4,0 bodov) a veľmi podobné skóre dosiahla aj vzorka A (3,8 bodov). Ďalším hodnoteným znakom bola intenzita typickej arómy šampiňónov. Všetky vzorky dosiahli veľmi podobné bodové ohodnotenie (A 3,8 bodov; B 3,3 bodov; C a D zhodne 3,6 bodov) a boli medzi nimi pozorované len veľmi malé rozdiely. V poradí tretím znakom bola textúra hodnotená ako mäkkosť resp. tvrdosť vnímaná v ústach počas prežúvania. Najväčší rozdiel bol pozorovaný medzi vzorkami A (3,6 bodov), ktorá bola

považovaná za najtvrdšiu, a D (2,8 bodov), ktorá bola hodnotená naopak ako najmäkšia. Vzorky B (2,9 bodov) a C (3,1 bodov) boli v textúre podobné skôr so vzorkou D. Čo sa týka hodnotenia typickej chuti po šampiňónoch, najvyššie skóre, a teda najsilnejšia typická chuť, bola hodnotená vo vzorke A (3,8 bodov), ďalej nasledovala vzorka D (3,0 bodov), B (2,8 bodov) a najnižšia intenzita typickej chuti bola pozorovaná pri vzorke C (2,6 bodov). Posledným znakom hodnoteným 5-bodovou intenzitnou stupnicou bola dochuť, ktorá predstavovala intenzitu vnímania a pretrvávania chuti vzorky v ústach aj po prehltnutí vzorky. Najvyššie bodové hodnotenie získala rovnako ako pri znaku chuť vzorka A (3,2 bodov). Ako najmenej intenzívne vzorky, čo sa týka dochuti, boli hodnotené vzorky B (2,1 bodov) a C (2,2 bodov). Vzorka D dosiahla v znaku dochuť 2,6 bodov.



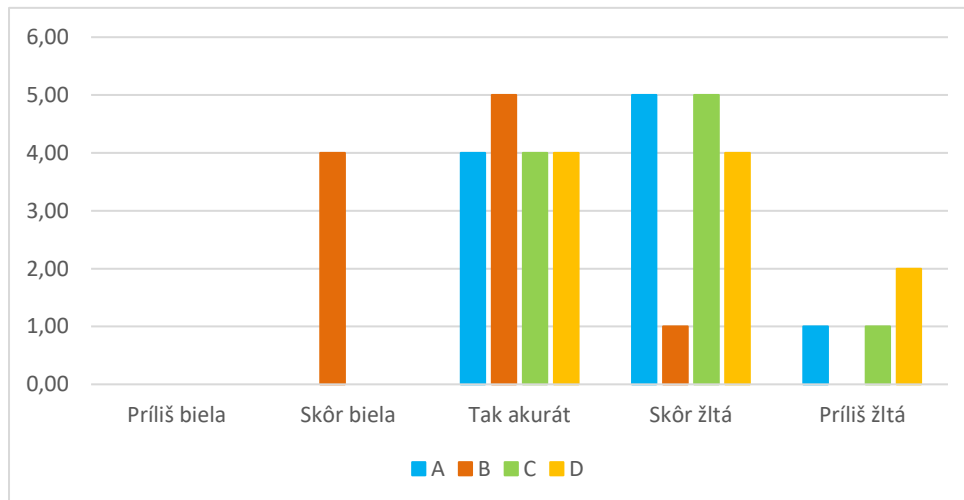
Obrázok 3 Vyhodnotenie výsledkov sensorickej analýzy šampiňónov v náleve (A – D) s využitím 5-bodovej intenzitnej stupnice

Pri preferenčnom hodnotení vzoriek v znaku celkový dojem dosiahli najviac bodov zhodne vzorky B a D (3 body). Dosiahnuté 3 body predstavujú priemerné hodnotenie a vzorky teda neboli ani príliš prijateľné ani naopak neprijateľné. Podobne bola hodnotená aj vzorka A (2,8 bodov). Najmenej bodov a ako najmenej prijateľná bola ohodnotená vzorka C, ktorá dosiahla 2,1 bodov.

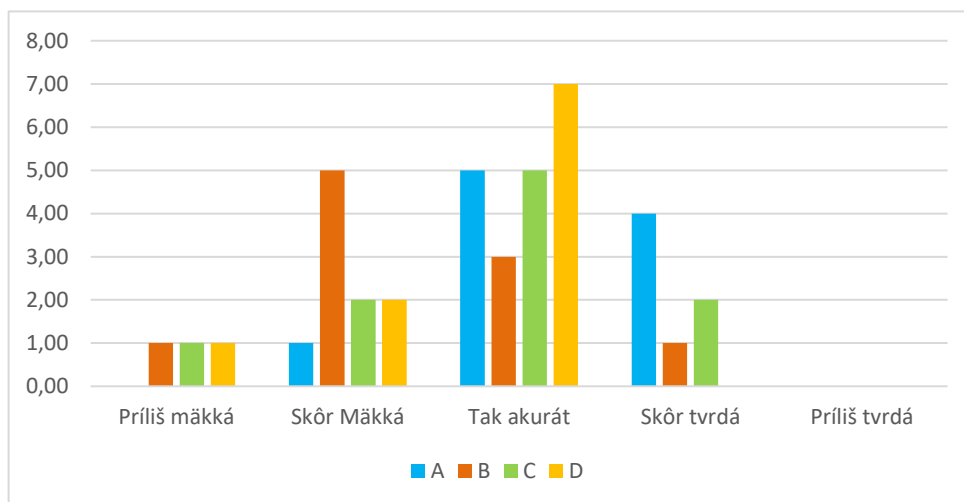
Ako posledné boli vzorky konzervovaných šampiňónov v slanom náleve hodnotené sensorickou analýzou s využitím JAR stupnice. Pri hodnotení farby klobúka bola ako „tak akurát“ hodnotená iba vzorka B, zvyšné 3 vzorky boli hodnotiteľmi vnímané ako skôr žlté (Obrázok 4). V druhom hodnotenom znaku hodnotitelia hodnotili mäkkosť vzoriek, pričom vzorky A, C, a D boli hodnotené ako „tak akurát“ a iba vzorka B bola skôr mäkká (Obrázok 5). Čo sa týka hodnotenia typickej chuti JAR stupnicou, vzorky A a D boli rovnako ako pri hodnotení mäkkosti vnímané ako „tak akurát“ a hodnotiteľom vyhovovali (Obrázok 6). Pri vzorkách B a C by hodnotitelia prijali silnejšiu chuť, nakoľko boli tieto vzorky hodnotené ako skôr slabé v typickej chuti.

Senzorickú analýzu na hodnotenie organoleptických parametrov šampiňónov použili aj Du a kol. (2021). Vo svojej práci sa zamerali najmä na chuťové znaky v čerstvých a smažených šampiňónoch. Čerstvé huby mali silnejšiu intenzitu sladkej chuti, zatiaľ čo smažené mali výraznejšiu slанú chuť. Okrem toho boli hodnotené aj umami, astringentná (sťahujúca, ostrá) a horká chuť, v ktorých neboli pozorované žiadne rozdiely. Hodnoteniu organoleptických znakov sensorickou analýzou sa doteraz venovalo len niekoľko štúdií, avšak podľa dostupných informácií

sa ani jedna nezaoberala konzervovanými šampiňónmi. Djekic a kol. (2017a; 2017b) hodnotili šampiňóny v čerstvom stave, Aisala a kol. (2018) sledovali huby pripravené sous-vide, Myrdal Miller a kol. (2014) použili senzorické hodnotenie pri pražených a dusených šampiňónoch a Chun, Chambers a Han (2020) sa venovali šampiňónom v čerstvom a sušenom stave.



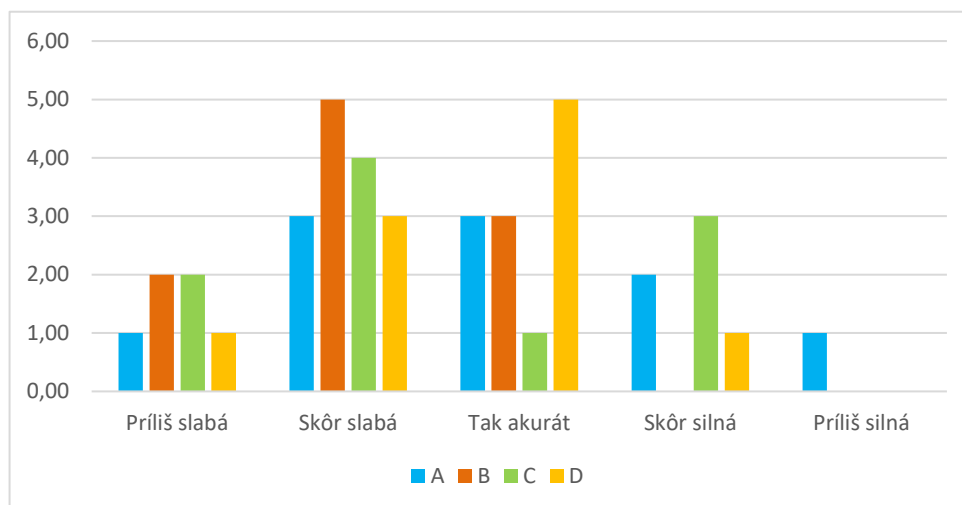
Obrázok 4 Hodnotenie farby klobúka vo vzorkách šampiňónov v náleve (A – D) JAR stupnicou



Obrázok 5 Hodnotenie mäkkosti vo vzorkách šampiňónov v náleve (A – D) JAR stupnicou

Senzorickú analýzu na hodnotenie organoleptických parametrov šampiňónov použili aj Du a kol. (2021). Vo svojej práci sa zamerali najmä na chuťové znaky v čerstvých a smažených šampiňónoch. Čerstvé huby mali silnejšiu intenzitu sladkej chuti, zatiaľ čo smažené mali výraznejšiu slanú chuť. Okrem toho boli hodnotené aj umami, astringentná (sťahujúca, ostrá) a horká chuť, v ktorých neboli pozorované žiadne rozdiely. Hodnoteniu organoleptických znakov senzorickou analýzou sa doteraz venovalo len niekoľko štúdií, avšak podľa dostupných informácií sa ani jedna nezaoberala konzervovanými šampiňónmi. Djekic a kol. (2017a; 2017b) hodnotili šampiňóny v čerstvom stave, Aisala a kol. (2018) sledovali huby pripravené sous-vide, Myrdal

Miller a kol. (2014) použili senzorické hodnotenie pri pražených a dusených šampiňónoch a Chun, Chambers a Han (2020) sa venovali šampiňónom v čerstvom a sušenom stave.



Obrázok 6 Hodnotenie typickej chuti vo vzorkách šampiňónov v náleve (A – D) JAR stupnicou

ZÁVER

V našej práci sme sa venovali zhodnoteniu organoleptických vlastností (farba, aróma, textúra, chuť, dochuť a celkový dojem) šampiňónov konzervovaných v slanom náleve senzorickou analýzou. Prvou použitou metódou senzorickej analýzy bolo hodnotenie 5-bodovou intenzitnou stupnicou, pri ktorej bola vzorka A hodnotená ako najintenzívnejšia v znakoch aróma, textúra, chuť a dochuť. Ostatné vzorky si boli v spomínaných znakoch veľmi podobné. Čo sa týka znaku farba, ako najbledšia bola hodnotená vzorka B, ostatné vzorky mali podobnú intenzitu žltého zafarbenia. Pri hedonickom hodnotení celkového dojmu založeného na preferenciách hodnotiteľov dosiahli najlepšie skóre zhodne vzorky B a D. Naopak najmenej bodov priradili hodnotitelia vzorky C. Z výsledkov metódy JAR vyplýva, že farba klobúka bola akceptovateľná len pre vzorku B, avšak v mäkkosti boli prijateľné všetky ostatné vzorky okrem vzorky B. V poslednom hodnotenom znaku - typická chuť označili hodnotitelia ako prijateľné vzorky A a D. Na základe získaných výsledkov môžeme konštatovať, že hodnotitelia zhodnotili ako najlepšiu vzorku D. Výsledky získané v tejto práci je potrebné ešte rozšíriť o ďalšie analýzy a senzorické hodnotenie s využitím spotrebiteľov.

LITERATÚRA

1. Adedokun, O. M., Okomadu, C. A. 2017. Wild and domesticated mushroom consumption in Nigeria. In *African Crop Science Journal* [online], vol. 25, no. 1, pp. 1–9 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.4314/acsj.v25i1.9.
2. Aisala, H., Laaksonen, O., Manninen, H., Raittola, A., Hopia, A., Sandell, M. 2018. Sensory properties of Nordic edible mushrooms. In *Food Research International* [online], vol. 109, pp. 526–536 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodres.2018.04.059.
3. Cardoso, R. V. C., Carochio, M., Fernandes, Â., Barreira, J. C. M., Verde, S. C., Santos, P. M. P., Antonio, A. L., González-Paramás, A. M., Barros, L., Ferreira, I. C. F. R. 2021. Combined effects of irradiation and storage time on the nutritional and chemical parameters of dried *Agaricus bisporus* Portobello mushroom flour. In *Food Science* [online], vol. 86, no. 6, pp. 2276–2287 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1111/1750-3841.15755.

4. Chun, S., Chambers IV, E., Han, I. 2020. Development of a Sensory Flavor Lexicon for Mushrooms and Subsequent Characterization of Fresh and Dried Mushrooms. In *Foods* [online], vol. 9, no. 8, pp. 1–16 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.3390/foods9080980.
5. 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. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.appet.2023.106454.
6. Djekic, I., Vunduk, J., Tomašević, I., Kozarski, M., Petrovic, P., Niksic, M., Pudja, P., Klaus, A. 2017a. Application of quality function deployment on shelf-life analysis of *Agaricus bisporus* portobello. In *LWT* [online], vol. 78, pp. 82–89 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2016.12.036.
7. Djekic, I., Vunduk, J., Tomašević, I., Kozarski, M., Petrovic, P., Niksic, M., Pudja, P., Klaus, A. 2017b. Total quality index of *Agaricus bisporus* mushrooms packed in modified atmosphere. In *Journal of the Science of Food and Agriculture* [online], vol. 97, no. 9, pp. 3013–3021 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1002/jsfa.8142.
8. Dowlati, M., Sobhi, H. R., Esrafil, A., Farzadkia, M., Yeganeh, M. 2021. Heavy metals content in edible mushrooms: a systematic review, meta-analysis and health risk assessment. In *Trends in Food Science and Technology* [online], vol. 109, pp. 527–535 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.tifs.2021.01.064.
9. Du, X., Sissons, J., Shanks, M., Plotto, A. 2021. Aroma and flavor profile of raw and roasted *Agaricus bisporus* mushrooms using a panel trained with aroma chemicals. In *LWT* [online], vol. 138, pp. 1–10 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2020.110596.
10. Forbes, S. L., Kahiya, E., Balderstone, C. 2015. Analysis of Snack Food Purchasing and Consumption Behaviour. In *Journal of Food Products Marketing* [online], vol. 22, no. 1, pp. 65–88 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1080/10454446.2014.949992.
11. Huang, Y., Liang, J. 2019. Optimization and characteristics of extruded puffed snacks with *Agaricus bisporus* powder and rice flour. In *Journal of Food Process Engineering* [online], vol. 42, no. 8, pp. e13286 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1111/jfpe.13286.
12. ISO 8586. Senzorická analýza. Všeobecný návod na výber, výcvik a monitorovanie vybraných posudzovateľov a expertných senzorických posudzovateľov.
13. Kobayashi, H., Yoshida, R., Kanada, Y., Fukuda, Y., Yagyu, T., Inagaki, K., Kondo, T., Kurita, N., Suzuki, M., Kanayama, N., Terao, T. 2005. Suppressing effects of daily oral supplementation of beta-glucan extracted from *Agaricus blazei* Murill on spontaneous and peritoneal disseminated metastasis in mouse model. In *Journal of Cancer Research and Clinical Oncology* [online], vol. 131, pp. 527–538 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1007/s00432-005-0672-1.
14. Liuqing, W., Qihui, H., Fei, P., Mugambi, M. A., Wenjian, Y. 2018. Influence of different storage conditions on physical and sensory properties of freeze-dried *Agaricus bisporus* slices. In *LWT* [online], vol. 97, pp. 164–171 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.lwt.2018.06.052.
15. Miles, P. G., Chang, S. T. 2004. *Mushrooms. Cultivation, Nutritional Value, Medicinal Effect, and Environmental Impact*. 2nd Edition. Boca Raton, USA : CRC Press. 480 pp. [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1201/9780203492086.
16. Muzzarelli, R. A. A., Boudrant, J., Meyer, D., Manno, N., DeMarchis, M., Paoletti, M. G. 2012. Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. In *Carbohydrate Polymers* [online], vol. 87, no. 2, pp. 995–1012 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.carbpol.2011.09.063.
17. Myrdal Miller, A., Mills, K., Wong, T., Drescher, G., Lee, S. M., Sirimuangmoon, C., Schaefer, S., Langstaff, S., Minor, B., Guinard, J. X. 2014. Flavor-enhancing properties of mushrooms in meat-based dishes in which sodium has been reduced and meat has been partially substituted with mushrooms. In *Journal of Food Science* [online], vol. 79, no. 9, pp. S1795–S1804 [cit. 2024-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1111/1750-3841.12549.
18. Phat, C., Moon, B., Lee, C. 2016. Evaluation of umami taste in mushroom extracts by chemical analysis, sensory evaluation, and an electronic tongue system. In *Food Chemistry* [online], vol. 192, pp. 1–10 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2015.07.113.
19. Rangel-Vargas, E., Rodriguez, J. A., Domínguez, R., Lorenzo, J. M., Sosa, M. E., Andrés S. C., Rosmini, M., Pérez-Alvarez, J.A., Teixeira, A., Santos, E. M. 2021. Edible Mushrooms as a Natural Source of Food Ingredient/Additive Replacer. In *Foods* [online], vol. 10, no. 11, pp. 1–19 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.3390/foods10112687.
20. Ruthes, A. C., Carbonero, E. R., Córdova, M. M., Baggio, C. H., Santos, A. R. S., Sasaki, G. L., Cipriani, T. R., Gorin, P. A. J., Iacomini, M. 2013. *Lactarius rufus* (1→3),(1→6)-β-d-glucans: Structure, antinociceptive and

-
- anti-inflammatory effects. In *Carbohydrate Polymers* [online], vol. 94, no. 1, pp. 129–136 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.carbpol.2013.01.026.
21. Shimizu, S., Kitada, H., Yokota, H., Yamakawa, J., Murayama, T., Sugiyama, K., Izumi, H., Yamaguchi. 2002. Activation of the alternative complement pathway by *Agaricus blazei* Murill. In *Phytomedicine* [online], vol. 9, no. 6, pp. 536–545 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1078/09447110260573047.
 22. Singh, J., Meshram, V., Gupta, M. 2020. *Bioactive Natural Products in Drug Discovery*. Springer Singapore, 733 pp. [cit. 2024-04-29]. ISBN 978-981-15-1394-7. Dostupné na: doi: 10.1007/978-981-15-1394-7.
 23. Sun, L., Zhang, Z., Xin, G., Sun, B., Bao, X., Wei, Y., Zhao, X., Xu, H. 2020. Advances in umami taste and aroma of edible mushrooms. In *Trends in Food Science and Technology* [online], vol. 96, pp. 176–187 [cit. 2024-04-30]. 10.1016/j.tifs.2019.12.018.
 24. Yamaguchi, S. 1991. Fundamental properties of umami taste. In *Journal of the Agricultural Chemistry Society of Japan* [online], vol. 65, no. 5, pp. 903–906 [cit. 2024-04-29].
 25. Yilmaz, N., Solmaz, I., Türkekul, I., Elmastaş, M. 2006. Fatty acid composition in some wild edible mushrooms growing in the middle Black Sea region of Turkey. In *Food Chemistry* [online], vol. 99, no. 1, pp. 168–174 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.foodchem.2005.08.017.
 26. Zavastin, D. E., Biliută, G., Dodi, G., Macsim, A. M., Lisa, G., Gherman, S. P., Breabăn, I. G., Miron, A., Coseri, S. 2018. Metal content and crude polysaccharide characterization of selected mushrooms growing in Romania. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], vol. 67, pp. 149–158 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.jfca.2018.01.011.
 27. Zhang, Y., Venkitasamy, C., Pan, Z., Wang, W. 2013. Recent developments on umami ingredients of edible mushrooms – A review. In *Trends in Food Science and Technology* [online], vol. 33, no. 2, pp. 78–92 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.tifs.2013.08.002.
 28. Zsigmond, A. R., Kántor, I., May, Z., Urák, I., Héberger, K. 2020. Elemental composition of *Russula cyanoxantha* along an urbanization gradient in Cluj-Napoca (Romania). In *Chemosphere* [online], vol. 238, pp. 1–8 [cit. 2024-04-29]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.chemosphere.2019.124566.

PodĎakovanie: Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky, projekt VEGA 1/0602/22 „Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území“, vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a inovácie pre projekt: Podpora výskumných aktivít vo VC ABT, 313011T465, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja 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.

Názov:

HUBY vieme, čo jeme?

Editori:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Ing. Jana LAKATOŠOVÁ, PhD.

Vydavateľ:

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie:

Prvé

Rok vydania:

2024

Forma vydania:

online

Grafická úprava:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN: 978-80-552-2741-2

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



SPU

Slovenská
poľnohospodárska
univerzita v Nitre



SPU·FBP

Fakulta
biotechnológie
a potravinárstva



SPU·VC ABT

Výskumné centrum
AgroBioTech