

ZBORNÍK PRÍSPEVKOV

HUBY

VIEME, ČO JEME ?

POPULÁRNO-VEDECKÝ SEMINÁR PRE MILOVNÍKOV HÚB



5 / 6 / 2025_NITRA

DOI: <https://doi.org/10.15414/2025.9788055228730>



Zborník príspevkov z II. ročníka populárno-vedeckého seminára o hubách, hubároch a všetkého, čo sa toho týka - **HUBY vieme, čo jeme?**, konaný 5. 6. 2025 v kongresovej sále Výskumného centra AgroBioTech, na Slovenskej poľnohospodárskej univerzite v Nitre.

Zborník a seminár sú výstupom grantových projektov Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže VEGA 1/0602/22 „*Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území*“, riešený v rokoch 2022 – 2025 a VEGA 1/0307/25 „*Huby ako perspektívna surovina na výrobu inovatívnych potravín - nutričný potenciál, zmeny pri technologickom spracovaní, zdravotná bezpečnosť*“, riešený v rokoch 2025 – 2028. Seminár bol zároveň podporený projektom Agentúry na podporu vedy a výskumu APVV-22-0402 „*Procesné zmeny zloženia vo vybraných potravinových maticiach vo vzťahu ku kontrole kvality, bezpečnosti a autenticity potravín*“, riešený v rokoch 2023-2027.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 16. 6. 2025 ako zborník prác z odbornej konferencie online. Zborník neprešiel redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre. Za obsah príspevkov zodpovedajú autori jednotlivých príspevkov.

Editor:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Grafická úprava:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Názov: HUBY - vieme, čo jeme?

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: Prvé

Rok vydania: 2025

Recenzenti:

doc. RNDr. Lenka DEMKOVÁ, PhD.

Katedra ekológie

Fakulta humanitných a prírodných vied

Prešovská univerzita v Prešove

doc. Ing. Martin HAUPTVOGL, PhD.

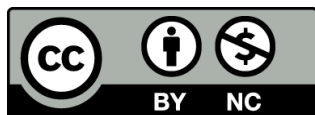
Ústav udržateľného regionálneho a miestneho rozvoja

Fakulta európskych štúdií a regionálneho rozvoja

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Táto publikácia je publikovaná pod licenciou Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Public License (CC BY-NC 4.0).

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



ISBN 978-80-552-2873-0

DOI: <https://doi.org/10.15414/2025.9788055228730>

OBSAH

NUTRIČNÁ, SENZORICKÁ A TECHNOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA CESTOVÍN S PRÍDAVKOM VYBRANÝCH DRUHOV JEDLÝCH HÚB IVANIŠOVÁ, E. – MIKOVÁ, M. – KOBUS, Z. – KOZŁOWICZ, K.	1 – 8
HUBY V KOŠÍKU: AKÉ SÚ SÚČASNÉ TRENDY V ZBERE HÚB? PREDANÓCYOVÁ, K. – ÁRVAY, J.	9 – 22
ZMENA ÚRODY A OBSAHU GLUKÁNOV V HLIVE USTRICOVITEJ (<i>P. OSTREATUS</i>) V ZÁVISLOSTI OD ZLOŽENIA PESTOVATEĽSKÉHO SUBSTRÁTU BENZOVÁ, L. – GOLIAN, M.	23 – 34
AMATOXÍNOVÉ OTRAVY NA SLOVENSKU CIBIROVÁ, M. – MYDLOVÁ, Z.	35 – 46
TAJOMSTVÁ KORALOVCA JEŽOVITÉHO (<i>HERICIUM ERINACEUS</i>): KULTIVÁCIA, LIEČIVÝ POTENCIÁL A LOKÁLNA PRODUKCIA CYPRICHOVÁ, V. – HARIŠ, J. – RADOŠOVSKÝ, L.	47 – 51
MIKROSKOPICKÉ HUBY A POTRAVINY BARBORÁKOVÁ, Z. – TANČINOVÁ, D. – MAŠKOVÁ, Z.	52 – 60
AKO A KDE HLADAŤ HUBY – POTENCIÁLNE VHODNÉ MIESTA A NEVYHNUTNÉ PODMIENKY KUNCA, V.	61 – 69

NUTRIČNÁ, SENZORICKÁ A TECHNOLOGICKÁ CHARAKTERISTIKA CESTOVÍN S PRÍDAVKOM VYBRANÝCH DRUHOV JEDLÝCH HÚB

IVANIŠOVÁ, E.^{1,2} – MIKOVÁ, M.¹ – KOBUS, Z.³ – KOZŁOWICZ, K.⁴

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, Poľsko

⁴Department of Biological Basis of Food Technology and Feeds, University of Life Sciences in Lublin, Akademicka Street, 20-950 Lublin, Poľsko

Abstrakt: Cieľom práce bolo hodnotenie technologických (varivosť, väznosť, napučíavanie), nutričných (antioxidačná aktivita, celkové polyfenoly, fenolické kyseliny, celkové množstvo hrubého proteínu, sušiny, tuku a popolovín) a senzorických (vôňa, chuť, celkový vzhľad, celková prijateľnosť, dochuť) ukazovateľov kvality cestovín s prídavkom jedlých húb. Celkovo boli pripravené tri varianty cestovín (krátke cestoviny – kolienka), z ktorých bol jeden kontrolný a dva varianty boli pripravené s 5 % prídavkom prášku z jedlých húb: kuriatko jedlé (*Cantharellus cibarius*) a hríb dubový (*Boletus reticulatus*). Varivosť cestovín s prídavkom húb bola na úrovni ~6 minút, čím sa potvrdilo, že prídavkom hubového prášku sa čas varivosti predĺžil. Väznosť bola v rozpätí od 76,60 % (cestoviny s prídavkom hríbu dubového) do 84,90 % (cestoviny s prídavkom kuriatka jedlého). Najvyššiu hodnotu napučíavania cestovín dosiahla kontrolná vzorka (2,25). Celkové množstvo sušiny cestovín sa pohybovalo v rozmedzí 92,72 % (kuriatko jedlé) – 93,00 % (kontrolný variant). Antioxidačná aktivita (stanovená DPPH metódou) bola v rozmedzí od 0,78 (kontrola) do 1,92 mg TEAC.g⁻¹ (kuriatko jedlé; TEAC – Trolox ekvivalent antioxidačná kapacita), celkové polyfenoly kolísali od 0,38 (kuriatko jedlé) do 0,61 mg GAE.g⁻¹ (hríb dubový; GAE – ekvivalent kyseliny galovej) a celkový obsah fenolických kyselín od 1,69 (kuriatko jedlé) do 1,83 mg CAE.g⁻¹ (hríb dubový; CAE – ekvivalent kyseliny kávovej). Celkové množstvo hrubého proteínu bolo najvyššie v cestovinách s prídavkom prášku z hríbu dubového – 13,16 %. Obsah popolovín bol v rozmedzí hodnôt od 0,69 % (kontrolný variant) do 0,93 % (kuriatko jedlé). Obsah tuku sa s prídavkom hubového prášku zvyšoval a v porovnaní s kontrolnou vzorkou (0,70 %) mali cestoviny s prídavkom prášku z kuriatka jedlého najvyššiu hodnotu 1,34 %. Zo senzorického hľadiska boli celkovo vzorky cestovín s prídavkom jedlých húb hodnotené pozitívne – najvyššiu hodnotu celkového dojmu po konzumácii dosiahli cestoviny s prídavkom hríbu dubového, nakoľko vynikali svojou výraznou a intenzívnou vôňou.

Kľúčové slová: cereálny výrobok, antioxidačná aktivita, hrubý proteín, senzorická analýza, varivosť

ÚVOD

Cestoviny patria k základným potravinám, ktorých história siaha až do obdobia starovekého Grécka. Na prípravu cesta sa tradične používala iba múka a voda. Hlavnou výhodou cestovín je jednoduchá príprava, rôznorodosť tvarov cestovín a nepochybne ich výživová hodnota. S tradičnou receptúrou sa začalo experimentovať, a tak vznikol nový variant cestovín, vaječné cestoviny. V súčasnosti vzrastá záujem o nové potraviny a v záujme zaujať spotrebiteľa začínajú aj výrobcovia cestovín obohacovať receptúru o nové suroviny (Tutaj, Złotek, Combrzyński, 2021).

Inovatívne trendy obohatenia cestovín prinášajú benefity v zlepšení nutričnej hodnoty a funkčných vlastností cestovín. Práve cestoviny sú vhodné potraviny na vývoj nových produktov. Čoraz viac sa na trhu stretávame s bezpečkovými cestovinami, s cestovinami obohatenými zeleninou, rôznymi časťami rastlín, prípadne aj obohatenými o rôzne živočíšne suroviny (Tetrycz et al., 2020).

Atraktívnou surovinou na obohatenie cestovín sú jedle a liečivé huby. V súčasnosti sú huby používané skôr ako prídavné látky a ochucovadlá. Nakoľko sa mnoho ľudí orientuje iba na rastlinnú stravu, jedle huby sú často používané ako alternatíva mäsových výrobkov. V niektorých krajinách sú huby bežne používané v gastronómickom sektore, avšak ich výživové a terapeutické vlastnosti sú natoľko zaujímavé, že ich konzumácia by sa mohla zvýšiť. Huby sú celkovo veľmi atraktívnou surovinou nielen pre potravinársky priemysel, ale aj pre kozmetický a farmaceutický priemysel (Kumar et al., 2022).

MATERIÁL A METODIKA

Materiál

Vzorky húb pochádzali z vlastného zberu z územia Slovenskej republiky, konkrétne druhý kuriatko jedle z obce Klokočov, okres Čadca s nadmorskou výškou 556 m n. m. a hríb dubový z obce Liešťany, okres Prievidza s nadmorskou výškou 343 m n. m. Huby boli po vysušení zhomogenizované v trecej miske a uskladnené v tmavých sklenených nádobách na suchom a chladnom mieste. Chemikálie použité na meranie (analytickej čistoty) boli získané od spoločnosti Centralchem (SK). Suroviny na prípravu cestovín boli zakúpené v obchodnej sieti Slovenskej republiky.

Technologický postup prípravy obohatených cestovín

Vzorky cestovín boli vyrobené pomocou nízkotlakového extrudéra (Gina, Taliansko) určeného na výrobu cestovín. V extrudéri sa rotačnými lopatkami miešalo 500 g polohrubej pšeničnej múky s práškom z jedlých húb (5 %), jedným vajcom (60 g), soľou (3 g) a pitnou vodou pri teplote 25 °C počas 20 minút, aby sa získalo cesto s obsahom vlhkosti 30 %. Rýchlosť závitovky bola 50 ot./min., vytlačací tlak bol približne 3,4 baru a teplota cestoviny po extrúzii bola 27 °C až 28 °C. Cestoviny sa následne sušili v sušiackej komore (8 hodín pri 40 °C) na konečný obsah vlhkosti približne 12,5 %. Celkovo boli vyrobené 3 varianty cestovín, každá v troch opakovaníach a jednalo sa o kontrolnú vzorku bez prídavku, vzorku s 5 % prídavkom kuriatka jedlého (5 g) a vzorku s 5 % prídavkom hríbu dubového (5 g). Pred analýzami boli vzorky zhomogenizované na častice o veľkosti 0,5 mm (IKA MultiDrive basic, Nemecko).

Stanovenie bielkovín, sušiny, popolovín a tuku

Obsah bielkovín, sušiny a popolovín bol stanovený podľa metódy AACC 08-01 (AACC, 1996). Dusík sa prepočítal na bielkoviny s použitím konvenčného faktora 5,70. Obsah tuku bol stanovený pomocou extraktora tukov (Ankom XT15, USA), metódou, ktorú uvádza výrobca zariadenia, pričom ako extrakčné činidlo bol použitý petroléter. Všetky merania boli realizované v troch opakovaníach.

Stanovenie antioxidačnej aktivity, celkových polyfenolov a fenolických kyselín

Antioxidačná aktivita bola stanovená využitím DPPH metódy, modifikovanou metódou podľa Sánchez-Moreno, Larrauri, Saura-Calixto, (1998) pričom ako štandard bol použitý Trolox (6-hydroxy-2,5,7,8-tetrametylchróman-2-karboxylová kyselina). Na stanovenie celkového obsahu polyfenolov bola využitá spektrofotometrická metóda podľa Singleton a Rossi (1965) a výsledky boli vyjadrené na základe kalibračnej krivky kyseliny galovej. Celkové fenolické kyseliny boli stanovené využitím Arnovej reagentie spektrofotometrickou metódou podľa Jain et al., (2017). Kyselina kávová bola použitá ako štandard na prepočet výsledkov. Všetky merania boli realizované v troch opakovaníach.

Stanovenie varivosti, väznosti a napučavosti cestovín

V nádobe sa uvedie do varu 1 l vody spolu s 10 g NaCl. Hneď po začatí varu sa vsype 100 g skúšanej cestoviny a obsah sa mierne premieša, aby sa cestovina neprilepila na dno. Uvarená cestovina musí mať zmazovateľý celý prierez a pri ochutnávaní nesmie mať tvrdé jadro. Väznosť cestovín sa udáva množstvom vody v %, ktoré skúšaná cestovina prijala pri varení. Uvarená cestovina po predchádzajúcom stanovení jej varivosti sa ihneď scedí do skleného odmerného valca s objemom 1 liter, nechá sa 2 minúty odkvapkať, vyklopí na vopred zváženú misku a odváži. Napučavosť vyjadruje pomer objemu skúšanej cestoviny pred varením a po ňom, vyjadrený násobkom pôvodného objemu. Vzorka – 100 g skúšanej surovej cestoviny sa nasype do skleného odmerného valca s objemom 1 liter, ktorý je naplnený 500 ml vody, mierne sa zatrepe (vypudenie vzduchu medzi cestovinami) a odčíta sa objem. Podobne sa určí objem cestoviny po uvarení (Muchová a Francáková, 1992).

Senzorická analýza

Senzorické vlastnosti pripravených cestovín hodnotilo 20 hodnotiteľov, 10 žien a 10 mužov vo veku od 25 do 60 rokov. Použitím 9-bodovej hedonickej stupnice (v rozsahu od 9 do 1) sa vyhodnocovali produkty podľa celkovej chuti, celkového vzhľadu, vône, dochuti a celkovej prijateľnosti, pričom všetky parametre porovnávali s kontrolnou vzorkou (vzorka bez prídavku).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Technologická kvalita cestovín sa stanovila na základe vyhodnotenie varivosti, väznosti a napučavania cestovín, ktorých hodnoty sú uvedené v Tab. 1. Čas varenia cestovín je dôležitý pre dosiahnutie správnej tvrdosti cestovín. Pri varivosti sa sledoval čas v minútach. Varivosť vzoriek bola v rozmedzí od 5 do 6 minút, pričom najkratší čas (5 min.) mala kontrolná vzorka a vzorky s prídavkom hubového prášku potrebovali ~6 minút, z čoho vyplýva, že prídavok hubového prášku do cestovín predlžuje varivosť cestovín. Arora, Kamal, Sharma, (2017) pripravovali cestoviny

obohatené o huby, pri ktorých použili čas varenia 7,0 až 7,6 minút. Tvrdia, že prídanie hubového prášku do cestovín progresívne predĺžilo čas varenia, hoci medzi vzorkami nebol žiadny významný rozdiel až do 10 % úrovne obohatenia pšeničnej múky hubovým práškom. Tento jav pripísali k zvýšeniu obsahu bielkovín v cestovinách prídanim hubového prášku, čo viedlo k pevnejšiemu finálnemu produktu. Väznosť cestovín bola vo vzorkách rozdielna a to v rozpätí hodnôt od 76,60 % do 84,9 %. Najnižšia väznosť bola zaznamenaná vo vzorke s prídavkom prášku z hříbu dubového. Parvin et al., (2020) zistili, že absorpcia vody a straty varením cestovín sa zvýšili so zvýšením úrovne obohatenia cestovín hubovým práškom v pšeničnej múke. Môže to byť spôsobené vyššou kapacitou obohatenej vlákniny, ktorá podporuje absorpciu vody a zadržiava v sieti škrobový proteín – polysacharid, aby napučali škrobové zrná. V dôsledku toho sa zvyšuje stupeň želatinizácie škrobu a narúša sa proteínová škrobová matica v produkte. Tretím hodnoteným technologickým parametrom bolo napučiavanie, kde najvyššiu hodnotu 2,25 dosiahla kontrolná vzorka bez prídavku hubového prášku (Tabuľka 1).

Tabuľka 1 Parametre technologickej kvality obohatených cestovín

Parameter	Kontrola	Kuriatko jedlé	Hrúb dubový
Varivosť [min.]	5,00 ± 0,99	6,00 ± 0,87	6,00 ± 0,76
Väznosť [%]	80,8 ± 1,34	84,9 ± 1,65	76,6 ± 1,86
Napučiavanie	2,25 ± 0,11	2,00 ± 0,12	1,78 ± 0,08

priemer ± smerodajná odchýlka; min. – minúta

Stanovením sušiny sa preukázalo, že rozdiel medzi množstvom sušiny v kontrolnej vzorke (93,00 %) sa výrazne nelíši od priemernej hodnoty sušiny cestovín obohatených o huby, ktoré dosiahli hodnotu ~92,84 % (Tabuľka 2). Obsah hrubého proteínu v jedlých hubách je zvyčajne vysoký, ale kolíše, nakoľko je ovplyvnený faktormi, akými sú druh a štádium vývoja huby. Hladina voľných aminokyselín v hubách je zvyčajne nízka, v sušených jedlých hubách sa pohybuje od 7,14 do 12,3 mg.g⁻¹ a prispieva k charakteristickým chuťovým vlastnostiam húb (Kumar et al., 2021). Z výsledných hodnôt stanovenia celkového množstva hrubého proteínu (Tabuľka 2) je možné konštatovať, že rozdiel medzi kontrolnou vzorkou bez prídavku jedlých húb s hodnotou 12,3 % je veľmi podobný hodnote, ktorú dosiahli obohatené cestoviny. Z nich najvyššia hodnota 13,2 % bola zaznamenaná vo vzorke s prídavkom hříbu dubového. Obsah tuku v hubách sa pohybuje od 1,1 do 8,3 % v sušine. Vo všeobecnosti tuk húb predstavuje všetky triedy lipidových zlúčenín, vrátane voľných mastných kyselín, monoglyceridov, diglyceridov, triglyceridov, sterolov, esterov sterolov a fosfolipidov (Rahi a Malik, 2016). Tuk húb je bohatý na kyselinu linolovú a kyselinu olejovú. Kyselina linolová vykazuje antikarcinogénne účinky a je tiež prekursorom 1-oktén-3-olu, ktorý je kľúčovou aromatickou zlúčeninou prispievajúcou k „hubovej“ chuti a vôni. Lipidová frakcia húb obsahuje tokoferol ako dôležitú antioxidačnú zložku (Rathore, Prasad, Sharma, 2017). V cestovinách obohatených o huby sa obsah tuku navýšil a najvyššiu hodnotu dosiahli cestoviny s prídavkom prášku z kuriatka jedlého – 1,34 % (Tabuľka 2). Huby vykazujú vysokú schopnosť asimilovať bioelementy z pôdy, a tak predstavujú cenný zdroj minerálnych látok. Zinok, meď, železo a selén patria medzi bioelementy s antioxidačnými a protizápalovými vlastnosťami, ktoré sú akumulované v hubách. Jedlé huby navyše predstavujú jeden z najlepších potravinových zdrojov selénu. Vyšší obsah popolovín znamená vyššie množstvo minerálnych látok prítomných v potravine. Chuť,

textúra, vzhľad a stabilita potravinových výrobkov doplnených práškom z húb závisí aj od koncentrácie minerálnych látok (Ho, Zulkifli, Tan, 2020). Výsledné hodnoty stanovenia obsahu popolovín (Tabuľka 2) boli v rozmedzí od 0,69 % až po 0,93 %. Najvyšší obsah popolovín bol zaznamenaný vo vzorke s prídavkom kúriatka jedlého.

Hodnoty antioxidačnej aktivity (Tabuľka 3) sa pohybovali v rozmedzí hodnôt 0,78 – 1,92 mg TEAC.g⁻¹. Najvyššia hodnota 1,92 mg TEAC.g⁻¹ bola zaznamenaná vo vzorke s prídavkom kúriatka jedlého. Popescu et al., (2016) skúmali vplyv spôsobu sušenia húb na antioxidačnú aktivitu. Tvrdia, že lyofilizácia predstavuje lepšiu schopnosť zachytávania a zníženia antioxidačnej sily. Analýzou potvrdili, že lyofilizované huby mali vyššiu antioxidačnú aktivitu v porovnaní s hubami sušenými prirodzeným spôsobom. Celkový obsah polyfenolov vo vzorkách cestovín (Tabuľka 3) bol najvyšší vo vzorke s prídavkom hříbu dubového. Lu et al., (2018) obohatili cestoviny práškom z hříbu smrekového, pečiarke dvojvýtrusnej (šampiňón) a húževnatca jedlého (shiitake). Zistili, že celkový obsah polyfenolov pre druhy obohatených cestovín bol výraznejšie vyšší ako pri kontrolných vzorkách obsahujúcich len semolinu: hříb smrekový > pečiarke dvojvýtrusná > húževnatec jedlý > semolina. Taktiež vo svojom článku uviedli, že vriaca voda by mohla degradovať citlivé polyfenoly alebo zvýšiť extrakciu niektorých viazaných polyfenolov z cestovín. Celkový obsah fenolických kyselín (Tabuľka 3) bol najvyšší vo vzorke s prídavkom hříbu dubového (1,83 mg CAE.g⁻¹).

Senzorické hodnotenie obohatených cestovín (Obrázok 1) bolo zamerané na vôňu, ktorú respondenti hodnotili na stupnici 1 – 9, pričom 1 predstavuje nevýraznú, prázdnu, nevyrovnanú vôňu a 9 výbornú, vyrovnanú a príjemnú vôňu. Najvyššiu hodnotu 7,05 bodu dosiahla vzorka s prídavkom hříbu dubového (Obrázok 2). Ďalším hodnoteným parametrom bola chuť, kde 1 znamená nevýrazná, nevyrovnaná, prázdna chuť, 5 znamená dobrá, ešte príjemná a 9 výborná, vyvážená a harmonická chuť. Najvyššiu hodnotu 7,45 bodu dosiahla vzorka s prídavkom kúriatka jedlého, v ktorej hodnotitelia cítili príjemnú citrusovú až korenistú chuť. Najnižšiu hodnotu prítomnosti dochuti 6,45 bodu dosiahla vzorka s prídavkom hříbu, pri ktorej respondenti uviedli prítomnosť jemnej kovovej a páľčivej dochuti. Zrealizovaním senzorickej analýzy možno celkovo zhodnotiť, že všetky vzorky mali uspokojivý celkový dojem. Najvyššiu hodnotu 7,60 bodu dosiahla vzorka s prídavkom hříbu dubového (Obrázok 2).

Tabuľka 2 Obsah sušiny, tuku, hrubého proteínu a popolovín v obohatených cestovinách

Vzorka	Sušina [%]	Tuk [%]	Hrubý proteín [%]	Popoloviny [%]
Kontrola	93,0 ± 1,02	0,70 ± 0,08	12,3 ± 1,11	0,69 ± 0,06
Variant s prídavkom kúriatka jedlého	92,7 ± 1,12	1,34 ± 0,02	12,7 ± 1,38	0,93 ± 0,09
Variant s prídavkom hříbu dubového	92,7 ± 1,01	0,90 ± 0,03	13,2 ± 1,01	0,70 ± 0,01

priemer ± smerodajná odchýlka



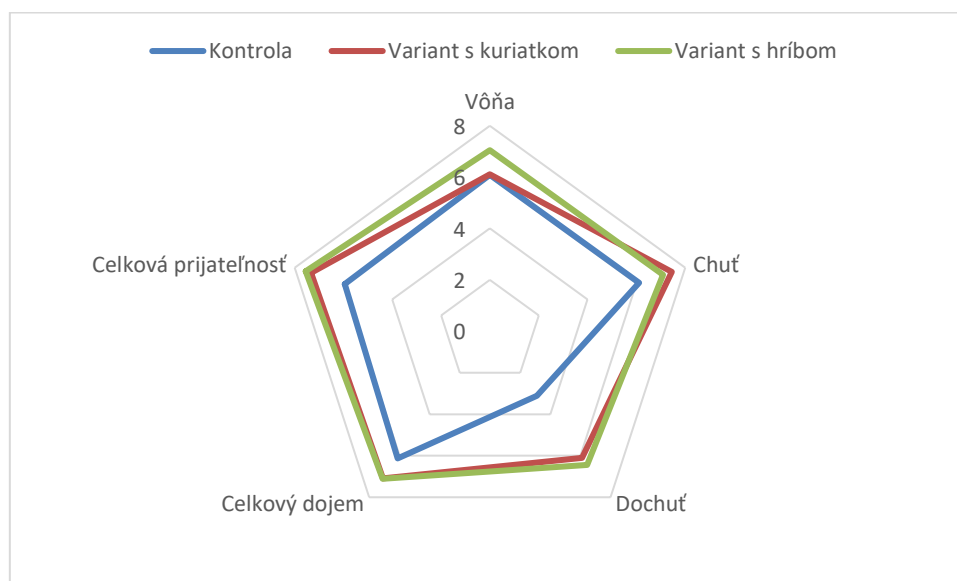
Obrázok 1 Pripravené a analyzované cestoviny (zľava: kontrolné cestoviny bez prídavku, cestoviny s prídavkom kuriatka jedlého, cestoviny s prídavkom hříbu dubového).

Foto: Miková

Tabuľka 3 Antioxidačná aktivita, celkový obsah polyfenolov a fenolických kyselín v obohatených cestovinách

Vzorka	Antioxidačná aktivita [mg TEAC.g ⁻¹]	Poyfenoly [mg GAE.g ⁻¹]	Fenolické kyseliny [mg CAE.g ⁻¹]
Kontrola	0,78 ± 0,02	0,38 ± 0,01	1,69 ± 0,04
Variant s prídavkom kuriatka jedlého	1,92 ± 0,12	0,43 ± 0,02	1,74 ± 0,01
Variant s prídavkom hříbu dubového	1,41 ± 0,01	0,61 ± 0,03	1,83 ± 0,02

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



Obrázok 2 Výsledky senzorického hodnotenia cestovín (suma všetkých hodnotiteľov)

ZÁVER

Cestoviny patria k jedným z najobľúbenejších potravín najmä pre svoju jednoduchú a rýchlu prípravu, pre ich organoleptické vlastnosti, široký sortiment výrobkov, dostupnosť a cenovú

prijateľnosť. Obohatenie cestovín o huby prináša benefity v zlepšení výživovej hodnoty cestovín. Nutričná hodnota, antioxidačná aktivita a prítomnosť niekoľkých zdravíu prospešných zlúčenín v hubách z nich robia skutočne atraktívne 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. Cestoviny s prídavkom jedlých a liečivých húb majú veľký potenciál ako produkt s vylepšenými nutričnými vlastnosťami oproti tradičným cestovinám a môžu predstavovať atraktívny inovatívny produkt.

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. Arora, B., Kamal, S., Sharma, V. P. 2017. Nutritional and quality characteristics of instant noodles supplemented with oyster mushroom (*P. ostreatus*). In *Journal of Food Processing and Preservation*, vol. 42, pp. 1-8. Dostupné na: <<http://dx.doi.org/10.1111/jfpp.13521>>.
3. Ho, L. H. – Zulkifli, N. A. – Tan, T. C. 2020. *Edible Mushroom: Nutritional Properties, Potential Nutraceutical Values, and Its Utilisation in Food Product Development*. London: IntechOpen. 148 s. ISBN 978-1-83881-046-7.
4. 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.
5. Kumar, H., Bhardwaj, K., Kuča, K., Sharifi-Rad, J., Verma, R., Machado, M., Kumar, D., Cruz-Martins, N. 2022. Edible mushrooms enrichment in food and feed: A mini review. In *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 57, pp. 1386-1398. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1111/IJFS.15546>>.
6. Kumar, H., Bhardwaj, K., Sharma, R., Nepovimova, E., Cruz-Martins, Singh Dhanjal, Singh, S., Chopra, Ch., Verma, R., Abd-Elsalam, A. A., Tapwal, A., Musilek, K., Kumar, D., Kuča, K. 2021. Potential usage of edible mushrooms and their residues to retrieve valuable supplies for industrial applications. In *Journal of Fungi*, vol. 7, pp. 1-18. Dostupné na: <<https://doi.org/10.3390/jof7060427>>.
7. Lu, X., Brennan, M.A., Narciso, J., Guan, W., Zhang, J., Yuan, L., Serventi, L., Brennan, Ch.S. 2020. Correlations between the phenolic and fibre composition of mushrooms and the glycaemic and textural characteristics of mushroom enriched extruded products. In *LWT - Food Science and Technology*, vol. 118, pp. 1-9. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108730>>.
8. Muchová, Z. – Frančáková, H. 1992. *Hodnotenie a využitie rastlinných produktov: Návod na cvičenia*. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska. 165 s. ISBN 80-7137-039-8.
9. Parvin, R., Farzana, T., Mohajan, S., Rahman, H., Rahman, S.S. 2020. Quality improvement of noodles with mushroom fortified and its comparison with local branded noodles. In *NFS Journal*, vol. 20, pp. 37-42. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.nfs.2020.07.002>>.
10. Popescu, M. L., Costea, T., Nencu, I., Duțu, L.E., Gîrd, C.E. 2016. Polyphenols contents and antioxidant activity of some romanian wild edible mushrooms. In *Farmacia*, vol. 64, pp. 231-236.
11. Rahi, D. K., Malik, D. 2016. Diversity of Mushrooms and Their Metabolites of Nutraceutical and Therapeutic Significance. In *Journal of Mycology*, vol. 1, pp. 1-18. Dostupné na: <<http://dx.doi.org/10.1155/2016/7654123>>.
12. Rathore, H., Prasad, S., Sharma, S. 2017. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. In *PharmaNutrition*, vol. 5, pp. 35-46. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.phanu.2017.02.001>>.
13. Sánchés-Moreno, C. – Larrauri, A. – Saura-Calixto, F. 1998. A procedure to measure the antioxidant efficiency of polyphenols. In *Journal of the Science of Food and Agriculture*, vol. 76, pp. 270-276. Dostupné na: <[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:2%3C270::AID-JSFA945%3E3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2%3C270::AID-JSFA945%3E3.0.CO;2-9)>.

-
14. Singleton, V. L., Rossi, J. A. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic and phosphotungstic acid reagents. In *American Journal of Enology and Viticulture*, pp.144-158. Dostupné na: doi: 10.5344/ajev.1965.16.3.144
 15. Teterycz, D., Sobota, A., Zarzycki, P., Latoch, A. 2020. Legume flour as a natural colouring component in pasta production. In *Journal of Food Science and Technology*, vol. 57, pp. 301-309. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1007/s13197-019-04061-5>>.
 16. Tutaj, M. S., Złotek, U., Combrzyński, M. 2021. Influence of addition of mushroom powder to semolina on proximate composition, physicochemical properties and some safety parameters of material for pasta production. In *LWT*, vol. 151, pp. 1-7. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112235>>.

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

HUBY V KOŠÍKU: AKÉ SÚ SÚČASNÉ TRENDY V ZBERE HÚB?

PREDANÓCYOVÁ, K.¹ – ÁRVAY, J.²

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: Zber jedlých divorastúcich húb je tradičnou aktivitou, ktorá má významné miesto v kultúre, ekonomike a ekologickej praxi. V posledných rokoch sa uvedený fenomén stáva aj predmetom širšieho záujmu, keďže môže prispieť k udržateľnému využívaniu prírodných zdrojov. Zber húb poskytuje nielen voľnočasovú aktivitu a príležitosti pre sebaobživu, ale zároveň zohráva dôležitú úlohu v sociálno-environmentálnych otázkach, ako je ochrana biodiverzity a podpora vidieckeho hospodárstva. V kontexte uvedeného je cieľom príspevku preskúmať preferencie slovenských spotrebiteľov pri zbere húb, identifikovať hlavné druhy zbierané v rôznych ročných obdobiach a analyzovať správanie spotrebiteľov počas zberu jedlých húb. Výsledky štúdie ukazujú, že zber húb je populárnou činnosťou, pričom viac ako 70 % respondentov aktívne zbiera jedlé divorastúce huby. Najviac aktívni sú muži, osoby nad 45 rokov, zamestnaní a dôchodcovia, ako aj obyvatelia vidieckych oblastí. Sezónnosť zberu je výrazná, pričom najviac húb sa zbiera v jarňoch a letných mesiacoch. Preferencie spotrebiteľov sú rôzne, pričom najobľúbenejšie druhy húb sú hríb dubový, hríb smrekový a bedľa vysoká. Spotrebitelia zvyčajne zbierajú 2-5 druhov húb, pričom priemerné množstvo zozbieraných húb sa pohybuje medzi 1,1 až 2 kilogramami. Získané výsledky prinášajú cenné informácie pre podnikateľov v oblasti zberu, spracovania a predaja húb, ako aj pre tvorcov politik pri nastavovaní udržateľného manažmentu prírodných zdrojov.

Kľúčové slová: jedlé huby, zber, preferencie, spotrebiteľ, správanie

ÚVOD

Súčasný globálny potravinový systém čelí viacerým výzvam, ktoré vyplývajú z rastúcej svetovej populácie, klimatických zmien, degradácie prírodných zdrojov a súčasných otázok ohľadom vody a pôdy. Odhaduje sa, že do roku 2050 bude potrebné významne zvýšiť svetovú produkciu potravín s cieľom uspokojiť rastúci dopyt po potravinách (Gupta a kol., 2024). Načrtnuté výzvy zároveň podnecujú hľadanie inovatívnych, udržateľných alternatív v rámci potravinového systému. Jedlé huby sa v tejto súvislosti stávajú čoraz relevantnejšou potravinovou komoditou, ktorá spĺňa vysoké výživové a environmentálne požiadavky. Vzhľadom na svoj výživový profil a zároveň nízku ekologickú stopu v porovnaní s tradičnými poľnohospodárskymi produktmi, sa huby považujú za perspektívnu potravinu budúcnosti (Panda a kol., 2024; El-Remady a kol., 2022). Konzumácia húb môže byť atraktívna najmä vďaka ich výživovej hodnote, keďže predstavujú bohatý zdroj bielkovín, vlákniny, glukánov, vitamínov a minerálnych látok (Olah a kol., 2020). Podľa Fialkovej a kol. (2023) sú huby obľúbenou zložkou stravy, ktorá je zároveň nízkoenergetická a obsahuje

len malé množstvo cholesterolu a sodíka. Uvedené nutričné vlastnosti prispievajú k priaznivému vplyvu na ľudské zdravie a pravidelná konzumácia jedlých húb môže podporiť imunitný systém a pomôcť pri prevencii obezity, onkologických ochorení a problémov so srdcovo-cievnu sústavou (Veljović a Krstić, 2020; Bringye a kol., 2021; Ovusu a Dekagbey, 2021; Oguntoye a kol., 2022). Vďaka priaznivým účinkom na zdravie sú huby vhodným doplnkom jedálnička pre ľudí všetkých vekových skupín (Getachew a kol., 2016; Thilakarathne a Sivashankar, 2018).

Jedlé huby je možné zabezpečiť dvoma základnými spôsobmi, pestovaním v kontrolovaných podmienkach a zberom vo voľnej prírode (Boa, 2004). Slovenská republika disponuje nielen bohatou tradíciou hubárčenia zakotvenou v kultúrnom dedičstve obyvateľstva, ale aj mimoriadne priaznivými prírodnými podmienkami pre výskyt jedlých divorastúcich húb. Vďaka výraznej krajinnogeografickej rozmanitosti, ktorá zahŕňa široké spektrum nadmorských výšok, pôdnych typov, lesných spoločenstiev a mikroklimatických pomerov, sa na jeho území vytvárajú vhodné ekologické podmienky pre rast rôznych druhov húb (Kunca a kol., 2018). Zber húb môže predstavovať nielen spôsob sebaobživy, ale aj formu rekreácie a návratu k tradičným kultúrnym praktikám (Jalinik a kol., 2024). Predovšetkým zber húb v prírode sa stal populárnym a rozšíreným spôsobom, ako si zabezpečiť kvalitnú potravinu s minimálnymi nákladmi (Procházka a kol., 2023). Na druhej strane, zber húb si vyžaduje znalosti na rozlíšenie jedlých a toxických druhov, čo môže predstavovať zdravotné riziko (Ukwuru a kol., 2018). Navyše, pri intenzívnom a nekontrolovanom zbere môže dôjsť k narušeniu lesných ekosystémov, najmä ak sa porušujú zásady zodpovedného zberu (Egli a kol., 2006). Z uvedeného dôvodu je dôležité uvažovať o zbere húb ako o činnosti, ktorá musí byť vykonávaná udržateľne a s ohľadom na prírodné prostredie.

Vzhľadom na rastúci dopyt po udržateľných potravinách, ale aj na environmentálne a spoločenské súvislosti zberu húb, je dôležité skúmať správanie spotrebiteľov v predmetnej oblasti. Cieľom príspevku je analyzovať správanie slovenských spotrebiteľov pri zbere jedlých húb, so zameraním na frekvenciu zberu, preferované druhy húb, aspekty zberu s ohľadom na techniky a spôsobu zberu. K dosiahnutiu cieľa bol realizovaný kvantitatívny dotazníkový prieskum, ktorého výstupy môžu slúžiť ako podklad pre tvorcov verejných politík, podnikateľské subjekty, ako aj odbornú verejnosť.

MATERIÁL A METODIKA

Spotrebiteľská štúdia vychádza z prieskumu zameraného na spotrebiteľov húb, ktorí zbierajú jedlé divorastúce huby s cieľom identifikovať spotrebiteľské správanie pri zbere jedlých húb s dôrazom na množstvo zbieraných húb a preferencie spotrebiteľov pri výbere lokalít, období a spôsobe zberu. Spotrebiteľský prieskum bol realizovaný formou online dotazníkového prieskumu na území Slovenskej republiky v období od júna 2022 do apríla 2025 na vzorke 1390 respondentov. Spotrebiteľia zapojení do dotazníkového prieskumu boli klasifikovaní podľa vybraných socio-demografických charakteristík, konkrétne pohlavia, veku, počtu členov v domácnosti, úrovne vzdelania, ekonomickej situácie a miesta bydliska (Tabuľka 1).

Tabuľka 1 Socio-demografický profil skúmanej vzorky opýtaných

		n_i	%
pohlavie	muž	608	43,7
	žena	782	56,3
Vek	do 24 rokov	485	34,9
	25 – 44 rokov	519	37,3
	45 rokov a viac	386	27,8
	do 24 rokov	485	34,9
Počet členov v domácnosti	1 až 2 členovia	425	30,6
	3 členovia	314	22,6
	4 členovia a viac	651	46,8
Vzdelanie	stredoškolské	587	42,2
	vysokoškolské	803	57,8
Ekonomický status	dôchodca	74	5,3
	materská dovolenka	20	1,4
	nezamestnaný	28	2,0
	podnikateľ/SZČO	85	6,1
	zamestnaný	644	46,3
	študent	539	38,8
Bydlisko	mesto	641	46,1
	dedina	749	53,9

Prvá časť spotrebiteľského prieskumu bola orientovaná na identifikovanie počtu spotrebiteľov, ktorí zbierajú jedlé divorastúce huby. V kontexte zberu jedlých húb bol skúmaný aj vplyv socio-demografických charakteristík (pohlavie, vek, vzdelanie, ekonomický status, trvalé bydlisko, počet členov v domácnosti) aplikovaním štatistického testu Chi-kvadrát štvorcovej kontingencie.

Ďalšie časti prieskumu boli zamerané na spotrebiteľov, ktorí zbierajú jedlé divorastúce huby. Zisťovaná bola frekvencia zberu jedlých húb u slovenských spotrebiteľov, pričom spotrebiteľia mali možnosť vybrať si z navrhovaných alternatív: 1-krát za rok, 2 – 10 krát za rok, 11 – 20 krát za rok, 21 – 30 krát za rok a viac ako 30 krát za rok. V rámci predmetnej otázky bol bližšie analyzovaný vplyv socio-demografických premenných prostredníctvom Chí-kvadrát testu štvorcovej kontingencie. V kontexte časového aspektu bol prieskum zameraný na určenie preferovaných období zberu jedlých divorastúcich húb u slovenských spotrebiteľov. Spotrebiteľia uvádzali všetky mesiace v roku, počas ktorých preferujú zber jedlých húb.

Kľúčová časť prieskumu bola orientovaná na identifikovanie množstva zbieraných jedlých divorastúcich húb u slovenských spotrebiteľov. Spotrebiteľia uvádzali priemerné množstvo zbieraných húb na jeden zber a jedného zberača, pričom mali na výber z nasledovných možností: menej ako 1 kg, 1 – 2 kg, 2 – 5 kg, viac ako 5 kg. Aj v tomto prípade bol hlbšie analyzovaný vplyv vybraných socio-demografických premenných na množstvo zbieraných húb počas jedného zberu.

Významnou súčasťou prieskumu bolo zistiť, ktoré druhy húb sú preferovanými na zber u slovenských spotrebiteľov. Spotrebiteľia svoje preferencie hodnotili na 5-bodovej škále, pričom 1 predstavovala žiadnu preferenciu/žiadny zber a 5 predstavovala silnú preferenciu/veľmi častý zber. Hodnotených bolo 45 druhov jedlých divorastúcich húb: bedľa vysoká, čírovnica májová, hríb

bronzový, hriúb dubový, hriúb modrejúci, hriúb siný, hriúb smrekový, hriúb sosnový, hriúb zrnitohlúbikový, kozák brezový, kozák dubový, kozák hrabový, kozák osikový, kozák smrekový, kozák topoľový, kuriatko jedlé (ametystové), masliak duglaskový, masliak obyčajný, masliak smrekovcový, masliak zrnitý, muchotrávka červenkastá, pečiarka obrovská, pečiarka ovčia, pečiarka poľná, plávka dievčenská, plávka modrastá var. zelená, plávka obyčajná, plávka olivová, plávka vínovočervená, plávka zelenkastá, pôvabnica fialová, prášnica bradavičnatá, rýdzik jedľový, rýdzik korenistý, rýdzik pravý, rýdzik smrekový, rýdzik surovičkový, smrčkovec český, smrčok jedlý, suchohriúb hnedý, suchohriúb plstnatý, suchohriúb žltomäsový, tanečnica poľná, trúdnik klobúčkatý a vatovec obrovský. V kontexte identifikovania vzájomných vzťahov medzi jednotlivými druhmi húb z aspektu spotrebiteľských preferencií bola aplikovaná extrakčná metóda analýzy hlavných komponentov a rotačná metóda Varimax s Kaiserovou normalizáciou.

Ďalšia časť prieskumu bola orientovaná na otázky vzťahujúce sa k miestu zberu, pričom spotrebiteľia určovali vzdialenosť, ktorú sú ochotní precestovať za vhodnou lokalitou pre zber. Ďalej boli identifikované preferované miesta zberu, pričom spotrebiteľia mali možnosť označiť viaceré z nasledovných možností: lesy, okraje lesov, pasienky, lúky, stepi, intravilán. Ďalej mali možnosť určiť aj preferované typy lesov na zber húb, pričom si vyberali z lesov listnatých, ihličnatých a zmiešaných.

Posledná časť prieskumu bola zameraná na otázky dotýkajúce sa samotného zberu jedlých divorastúcich húb. Spotrebiteľia určovali konkrétne časti húb, ktoré zbierajú, pričom mali na výber jednu z možností: celé plodnice aj s klobúkmi, len klobúky, len plodnice. Ďalej určovali aj spôsob, akým huby zbierajú, či odrezávajú, odlamujú, alebo vytrhávajú. V prieskume bol orientovaný aj na čistenie húb priamo počas zberu, ako aj preferované možnosti ukladania jedlých húb, pričom mali na výber z možností: prútený košík, textilná/plátenná taška, papierová taška, igelitová taška, vedro, alebo aj možnosť uviesť vlastnú odpoveď. Následne bolo identifikované, čo slovenskí spotrebiteľia robia so zozbieranými hubami, pričom mali na výber viaceré z možností: spracovanie na vlastnú spotrebu, darovanie a predaj.

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.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

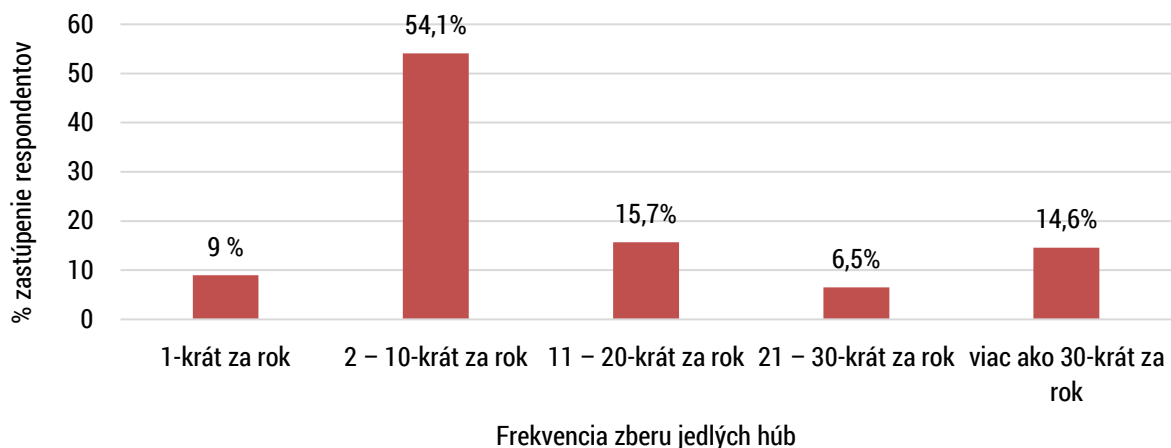
Výsledky spotrebiteľskej štúdie ukázali, že takmer 70 % spotrebiteľov zapojených do prieskumu sa venuje zberu jedlých divorastúcich húb, pričom sú aj konzumentmi jedlých húb. Na druhej strane 30,6 % slovenských spotrebiteľov nepraktizuje zber húb, čo je možné pripísať dôvodom, ako je preferencia kúpy v rôznych miestach predaja, alebo aj získanie darom od známych, či nezaujím o konzumáciu daného typu potraviny. V kontexte otázky zameranej na individuálny zber húb bol skúmaný aj vplyv socio-demografických premenných. Na základe výsledkov aplikovaného Chí-kvadrát testu štvorcovej kontingencie bol identifikovaný štatisticky významný vplyv pohlavia ($p < 0,0001$), veku ($p < 0,0001$), ekonomického statusu ($p < 0,0001$) a bydliska ($p = 0,014$) na zber divorastúcich húb vhodných pre konzumáciu. Z dosiahnutých výsledkov je možné konštatovať, že ku zberu jedlých divorastúcich húb inklinujú predovšetkým muži, spotrebiteľia vo veku nad 45 rokov, zamestnaní a dôchodcovia, ako spotrebiteľia z vidieka (Tabuľka 2). Na druhej

strane je dôležité zdôrazniť, že demografická premenná vzdelanie a počet členov v domácnosti nemajú štatisticky významný vplyv na zber húb v podmienkach Slovenskej republiky ($p > 0,05$).

Tabuľka 2 Zber jedlých divorastúcich húb v závislosti od socio-demografických premenných

Socio-demografické premenné		áno		nie		p-hodnota
		n _i	%	n _i	%	
pohlavie	muž	485	34,9	123	8,8	<0,0001
	žena	500	36,0	282	20,3	
vek	do 24 rokov	291	20,9	194	14,0	<0,0001
	25 – 44 rokov	360	25,9	159	11,4	
	45 rokov a viac	334	24,0	52	3,7	
vzdelanie	stredoškolské	419	30,1	168	12,1	0,717
	vysokoškolské	566	40,7	237	17,1	
ekonomický status	dôchodca	66	4,7	8	0,6	<0,0001
	materská/rodičovská dovolenka	12	0,9	8	0,6	
	nezamestnaný	22	1,6	6	0,4	
	podnikateľ/SZČO	74	5,3	11	0,8	
	zamestnaný	497	35,8	147	10,6	
	študent	314	22,6	225	16,2	
počet členov v domácnosti	1 až 2 členovia	304	21,9	121	8,7	0,655
	3 členovia	216	15,5	98	7,1	
	4 členovia a viac	465	33,5	186	13,4	
bydlisko	dedina	475	34,2	166	11,9	0,014
	mesto	510	36,7	239	17,2	

Ďalšie časti prieskumu boli určené len pre spotrebiteľov, ktorí sa venujú zberu jedlých divorastúcich húb. Výsledky realizovaného prieskumu v otázke frekvencie zberu jedlých húb ďalej naznačili, že viac ako 60 % spotrebiteľov zbiera divorastúce huby vhodné na konzumáciu menej ako 10 krát za rok. Zaujímavým zistením bolo, že takmer 16 % spotrebiteľov sa venuje zberu húb častejšie, približne 11 až 20 krát ročne a viac ako 20 % spotrebiteľov, ktorí sa venujú zberu húb, zbierajú huby viac ako 20 krát za rok.



Obrázok 1 Frekvencia zberu jedlých divorastúcich húb u slovenských spotrebiteľov

V súvislosti s frekvenciou zberu húb sme skúmali aj vplyv socio-demografických premenných. Na základe výsledkov uvedených v Tabuľke 3 a výsledkov Chí-kvadrát testu štvorcovej kontingencie je možné konštatovať štatisticky významný vplyv pohlavia ($p < 0,0001$), ekonomického statusu ($p < 0,0001$), počtu členov v domácnosti ($p = 0,013$) a bydliska ($p = 0,019$). Výsledky naznačujú, že častejšie sa zberu divorastúcich húb vhodných na konzumáciu venujú muži, dôchodcovia, spotrebitelia z domácnosti s 1-2 členmi a mestskí spotrebitelia. Dôležité je však zdôrazniť, že nebol preukázaný štatisticky významný vplyv veku a vzdelania na frekvenciu zberu jedlých divorastúcich húb ($p > 0,05$).

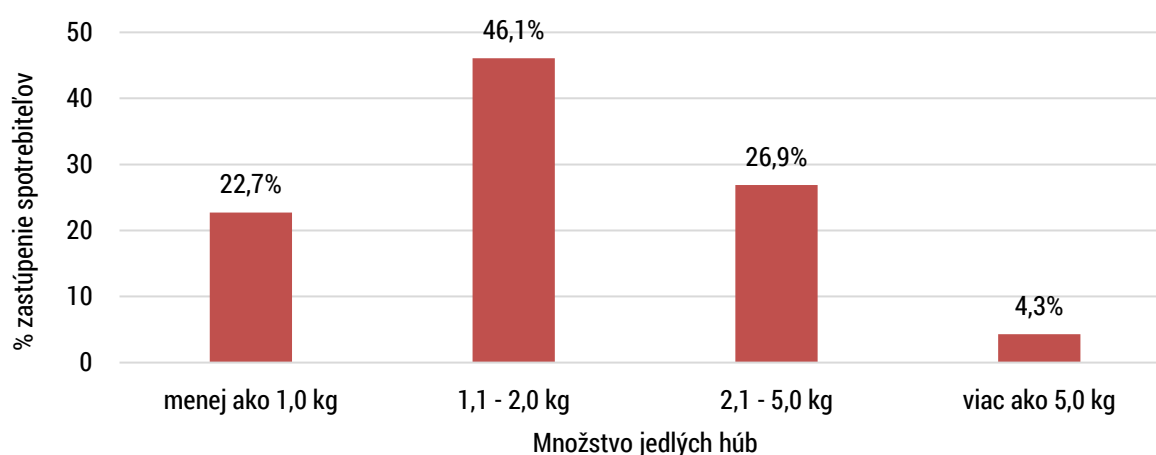
Tabuľka 2 Frekvencia zberu jedlých divorastúcich húb v závislosti od socio-demografických premenných

Socio-demografické premenné		1-krát		2-10 krát		viac ako 10-krát		p-hodnota
pohlavie	muž	24	2,4%	215	21,8%	246	25,0%	<0,0001
	žena	65	6,6%	318	32,3%	117	11,9%	
vek	do 24 rokov	32	3,2%	166	16,9%	145	14,7%	0,106
	25 – 44 rokov	34	3,5%	212	21,5%	123	12,5%	
	45 rokov a viac	23	2,3%	155	15,7%	95	9,6%	
vzdelanie	stredoškolské	34	3,5%	215	21,8%	170	17,3%	0,107
	vysokoškolské	55	5,6%	318	32,3%	193	19,6%	
ekonomický status	dôchodca	1	0,1%	15	1,5%	50	5,1%	<0,0001
	materská dovolenka	1	0,1%	10	1,0%	1	0,1%	
	nezamestnaný	1	0,1%	12	1,2%	9	0,9%	
	podnikateľ/SZČO	5	0,5%	26	2,6%	43	4,4%	
	zamestnaný	38	3,9%	263	26,7%	196	19,9%	
	študent	43	4,4%	207	21,0%	64	6,5%	
počet členov v domácnosti	1 až 2 členovia	23	2,3%	145	14,7%	136	13,8%	0,013
	3 členovia	24	2,4%	119	12,1%	73	7,4%	
	4 členovia a viac	42	4,3%	269	27,3%	154	15,6%	
bydlisko	dedina	48	4,9%	273	27,7%	154	15,6%	0,019
	mesto	41	4,2%	260	26,4%	209	21,2%	

Prieskum ďalej poukazuje na spotrebiteľské preferencie zberu húb počas roka, pričom je možné konštatovať sezónny charakter. V zimných mesiacoch (január, február, december) bol identifikovaná nižšia aktivita spotrebiteľov v zbere jedlých divorastúcich húb, pričom dané mesiace preferuje menej ako 10,0 % respondentov. Uvedené je možné pripísať nevyhovujúcim teplotným a vlhkostným podmienkam pre tvorbu plodníc. S nástupom jarných mesiacov sa záujem spotrebiteľov o zber húb postupne zvyšuje, pričom v marci chodí na zber približne 13,0 % respondentov a v apríli 21,0 % spotrebiteľov. Uvedený postupný nárast je možné odôvodniť priaznivejšími podmienkami a výskytom prvých jarných druhov húb. Koniec jari a letné mesiace prinášajú výrazný nárast záujmu o zber divorastúcich húb vhodných na konzumáciu. V mesiaci máj zber húb absolvuje 38,4 % respondentov, v júni 51,3 % a v júli 64,8 %. Vysokú preferenciu výberu uvedených mesiacov je možné pripísať obdobiu optimálnych teplotných pomerov a zvýšenej zrážkovej aktivity podporujúcich rast húb. Mesiace august a september sú medzi slovenskými spotrebiteľmi výrazne preferovanými pre zber divorastúcich húb. Výsledky ukázali, že v auguste

chodí na zber 80,9 % respondentov a v septembri sa venuje zberu húb až 92,5 % respondentov. V októbri, keď sa pomery teplôt a vlhkosti začínajú meniť, počet aktívnych zberateľov klesá na približne 60,0 % a v novembri na 24,0 %. Výsledky potvrdzujú, že sezónna časová preferencia zberu húb úzko koreluje s klimatickými podmienkami.

Výsledky prieskumu ďalej poukazujú na množstvo jedlých divorastúcich húb, ktoré sú zozbierané v prepočte na 1 zberača a 1 zber. Na základe dosiahnutých výsledkov je možné konštatovať, že iba 22,7 % respondentov uvádza, že počas jedného zberu pozbierajú menej ako 1 kg húb, zatiaľ čo takmer polovica (46,1 %) zozbiera huby v rozmedzí od 1,1 do 2,0 kg. Pomerne významnú skupinu, predstavujúcu 26,9 % zberačov, tvoria spotrebitelia so zozbieraným množstvom húb v množstve medzi 2,1 a 5,0 kg, zatiaľ čo iba 4,3 % respondentov prekonáva hranicu 5,0 kg za jeden zber (Obrázok 2).



Obrázok 2 Priemerné množstvo jedlých divorastúcich húb na 1 zberača a 1 zber

V kontexte predmetnej otázky bol skúmaný štatisticky významný vplyv socio-demografických premenných (Tabuľka 3). Analýza vplyvu socio-demografických premenných na množstvo húb pozbieraných na jedného zberača a jeden zber prostredníctvom aplikovaného Chí-kvadrát testu štvorcovej kontingencie ukázala, že iba pohlavie ($p < 0,0001$), úroveň vzdelania ($p = 0,035$) a počet členov v domácnosti ($p = 0,012$) majú štatisticky významný vplyv. Z výsledkov vyplýva, že pri jednom zbere bolo zistené väčšie nazbierané množstvo jedlých divorastúcich húb u mužov, spotrebiteľov s vysokoškolským vzdelaním a spotrebiteľov z domácností s vyšší počtom členov. Naopak vek ($p = 0,243$), ekonomický status ($p = 0,081$) a bydlisko ($p = 0,904$) nepreukázali štatisticky významný vplyv na množstvo nazbieraných húb.

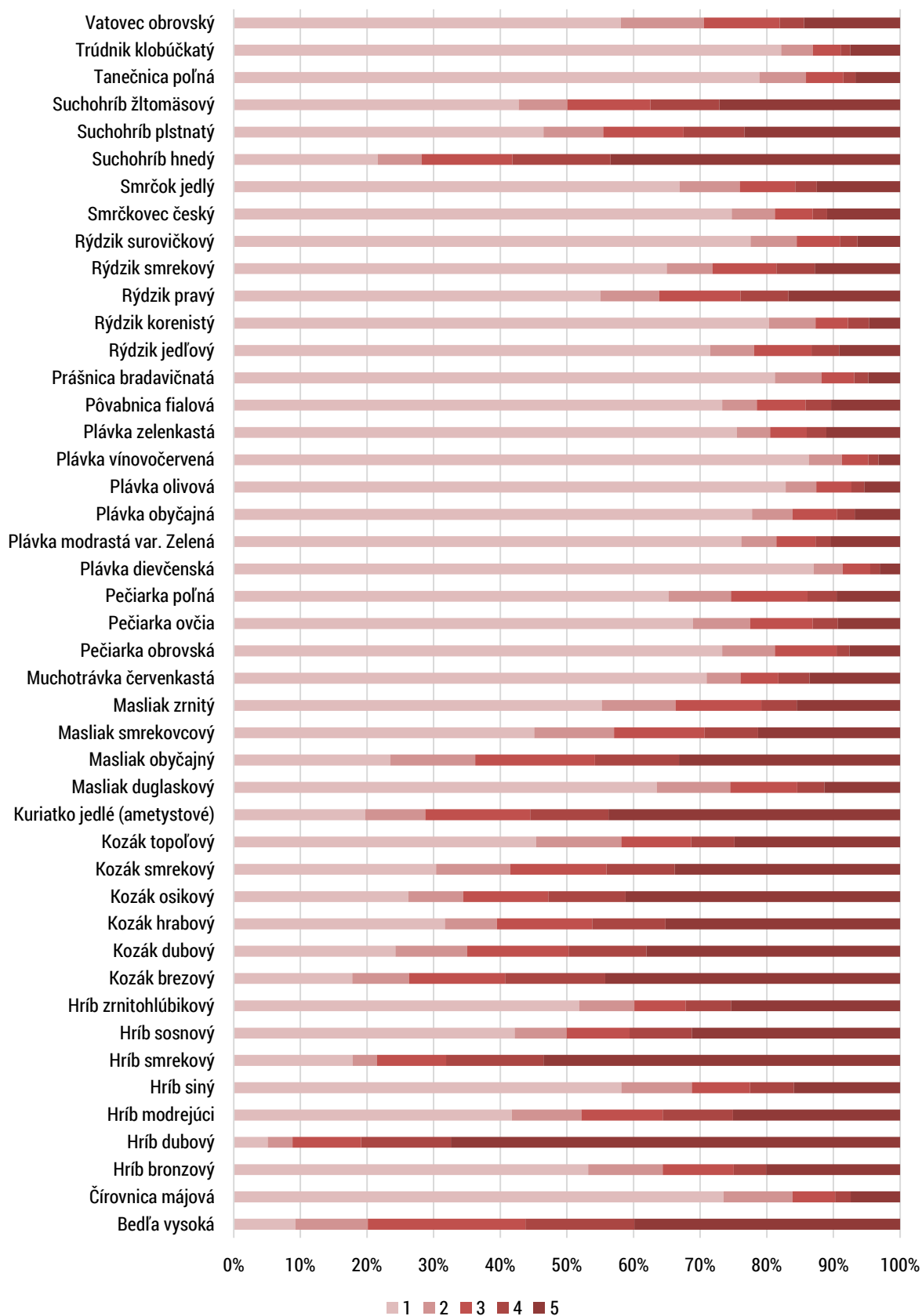
Tabuľka 3 Priemerné množstvo jedlých divorastúcich húb na 1 zberača a 1 zber v závislosti od socio-demografických premenných

Socio-demografické premenné		Menej ako 1 kg		1,00 – 2,00 kg		Viac ako 2,0 kg		p-hodnota
		n _i	%	n _i	%	n _i	%	
pohlavie	muž	79	8,0	210	21,3	196	19,9	<0,0001
	žena	145	14,7	244	24,8	111	11,3	

Vek	do 24 rokov	67	6,8	155	15,7	121	12,3	0,243
	25 – 44 rokov	90	9,1	170	17,3	109	11,1	
	45 rokov a viac	67	6,8	129	13,1	77	7,8	
vzdelanie	stredoškolské	87	8,8	183	18,6	149	15,1	0,035
	vysokoškolské	137	13,9	271	27,5	158	16,0	
ekonomický status	dôchodca	8	0,8	26	2,6	32	3,2	0,081
	materská dovolenka	4	0,4	7	0,7	1	0,1	
	nezamestnaný	5	0,5	10	1,0	7	0,7	
	podnikateľ/SZČO	13	1,3	34	3,5	27	2,7	
	zamestnaný	114	11,6	233	23,7	150	15,2	
	študent	80	8,1	144	14,6	90	9,1	
počet členov v domácnosti	1 až 2 členovia	57	5,8	142	14,4	105	10,7	0,012
	3 členovia	67	6,8	87	8,8	62	6,3	
	4 členovia a viac	100	10,2	225	22,8	140	14,2	
bydlisko	dedina	110	11,2	220	22,3	145	14,7	0,904
	mesto	114	11,6	234	23,8	162	16,4	

Výsledky prieskumu poukázali aj na počty druhov jedlých divorastúcich húb, ktoré sú zbierané slovenskými spotrebiteľmi. Analýza ukázala, že väčšina spotrebiteľov (49,3 %) zbiera 2–5 rôznych druhov húb, 22,1 % zbiera 6–10 druhov divorastúcich húb vhodných na konzumáciu, zatiaľ čo viac ako desať druhov jedlých húb zbiera 27,7 % respondentov a len 0,8 % respondentov zbiera iba jediný druh jedlých divorastúcich húb. Pri hodnotení preferencií jednotlivých druhov húb na 5-bodovej škále sme na základe výsledkov priemerného hodnotenia identifikovali hríb dubový ($\bar{x}=4,34$), hríb smrekový ($\bar{x}=3,82$), bedľu vysokú ($\bar{x}=3,67$), kozák brezový ($\bar{x}=3,59$), suchohrúb hnedý ($\bar{x}=3,52$) a kuriatko ametystové ($\bar{x}=3,51$) ako najviac preferované druhy divorastúcich húb vhodných na konzumáciu pri zbere medzi slovenskými spotrebiteľmi. Na druhej strane ako najmenej vyhľadávané druhy divorastúcich húb boli identifikované rýdzik surovičkový ($\bar{x}=1,53$), tanečnica poľná ($\bar{x}=1,51$), trúdnik klobúčkatý ($\bar{x}=1,47$), rýdzik korenistý ($\bar{x}=1,45$), plávka olivová ($\bar{x}=1,42$), prášnica bradavičnatá ($\bar{x}=1,42$), plávka vínovočervená ($\bar{x}=1,30$), či plávka dievčenská (1,29).

Uvedené výsledky odrážajú kombináciu dostupnosti daných druhov v prírode, ich gastronómie a jednoduchosti rozpoznania. Hodnotenie spotrebiteľských preferencií jednotlivých druhov divorastúcich húb vhodných na konzumáciu z pohľadu zberu je uvedené v Obrázku 3.



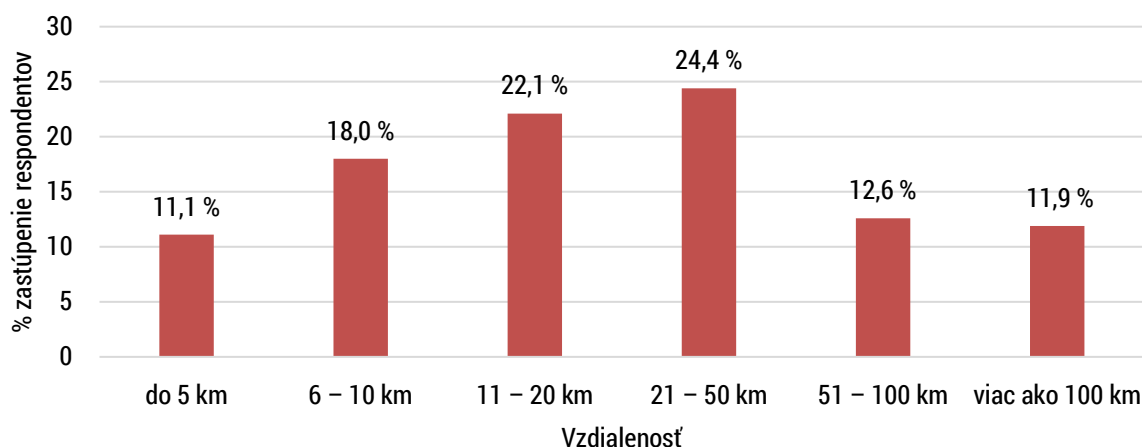
Obrázok 3 Preferencia jednotlivých druhov jedlých divorastúcich húb

Tabuľka 4 Druhy jedlých divorastúcich húb zbierané slovenskými spotrebiteľmi

Druhy jedlých húb	1	2	3	4
Plávka zelenkastá	,807	,183	,024	,082
Plávka modrastá var. zelená	,789	,145	,017	,091
Plávka olivová	,786	-,004	,060	,134
Pôvabnica fialová	,711	,111	,136	,034
Smrčkovec český	,702	,205	,005	,060
Plávka vínočervená	,681	-,099	,089	,200
Plávka dievčenská	,675	-,138	,102	,211
Muchotrávka červenkastá	,670	,159	,144	,026
Plávka obyčajná	,655	-,041	,076	,178
Trúdnik klobúčkatý	,629	,159	-,061	,194
Prášnica bradavičnatá	,626	-,075	,191	,172
Smrčok jedlý	,588	,223	,024	,092
Čírovica májová	,588	,116	,089	,055
Tanečnica poľná	,575	-,017	,145	,169
Pečiarka ovčia	,504	,154	,114	,253
Pečiarka obrovská	,486	,091	,174	,319
Hríb zrnitohlúbikový	,482	,386	,359	-,121
Pečiarka poľná	,468	,139	,148	,239
Vatovec obrovský	,344	,117	,308	,088
Kozák osikový	,184	,806	,074	,076
Kozák brezový	,001	,791	,143	,084
Kozák hrabový	,202	,762	,138	,073
Kozák smrekový	,045	,746	,176	,168
Kozák dubový	-,023	,735	,146	,171
Hríb smrekový	,081	,694	,105	-,065
Kozák topoľový	,259	,682	,144	,097
Hríb sosnový	,306	,653	,166	-,123
Hríb dubový	-,239	,499	,124	-,013
Hríb bronzový	,367	,459	,268	-,088
Kuriatko jedlé	,090	,453	,131	,187
Bedľa vysoká	-,023	,216	,194	,112
Suchohríb žltomäsový	,216	,239	,664	-,076
Suchohríb plstnatý	,329	,303	,633	-,082
Masliak duglaskový	,057	,073	,618	,337
Masliak smrekovcový	,206	,278	,617	,254
Masliak obyčajný	-,022	,188	,611	,231
Masliak zrnitý	,336	,254	,604	,221
Suchohríb hnedý	,118	,273	,600	-,114
Hríb modrejúci	-,074	-,016	,588	,059
Hríb siný	,405	,306	,427	-,126
Rýdzik jedľový	,305	,054	,116	,715
Rýdzik korenistý	,353	,057	,115	,684
Rýdzik pravý	,342	,214	,096	,584
Rýdzik smrekový	,476	,171	,099	,577
Rýdzik surovičkový	,526	,098	,092	,562

Spotrebiteľská štúdia skúmala aj významnosť jednotlivých druhov z hľadiska preferencií pri zbere a 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 (0,937) naznačuje prítomnosť silnej korelácie a výsledky Bartlettovho testu sféricity poukazujú na významnosť faktorovej analýzy ($<0,001$). Matica rotovaných komponentov odhalila štyri skupiny, do ktorých boli rozdelené skúmané druhy jedlých divorastúcich húb. Prvú skupinu predstavujú predovšetkým plávky, pečiariky, pôvabnica fialová, smrčkovec český, muchotrávka červenkastá, trúdnik klobúčkatý, prášnica bradavičnatá, smrčok jedlý, čirovnica májová, tanečnica poľná a vatovec obrovský. Druhú skupinu predstavujú kozáky, hríby, bedľa vysoká, kuriatko ametystové. Do tretej skupiny sú zaradené predovšetkým masliaky a suchohríby a poslednú skupinu tvoria rýdziky (Tabuľka 4).

Prieskum sa ďalej orientoval na otázky vzťahujúce sa na miesto zberu jedlých divorastúcich húb. Z hľadiska vzdialenosti od miesta zberu húb, výsledky ukázali, že približne polovica respondentov je ochotná cestovať do 20 km. Ďalej bolo zistené, že takmer 25 % spotrebiteľov je ochotných cestovať za zberom jedlých húb od 21 do 50 km. Zaujímavým zistením bolo, že približne štvrtina respondentov cestuje viac ako 50 km za zberom divorastúcich húb vhodných pre konzumáciu (Obrázok 4).



Obrázok 4 Vzdialenosť bydliska od miesta zberu jedlých divorastúcich húb

Z hľadiska preferovaného miesta zberu jedlých divorastúcich húb bolo identifikované lesné prostredie ako najviac preferované, pričom väčšina respondentov uviedla les alebo okraj lesa ako primárnu lokalitu pre zber húb. Iné biotopy, ako lúky (336 respondentov) a pasienky (175 respondentov), slúžia skôr ako doplnkové zberové plochy, kde sa vyskytujú špecifické druhy húb viazané na tieto biotopy. Intravilán bol lokalizovaný len u 26 zberačov, čo odráža nízku prítomnosť jedlých húb v mestskom prostredí, a stepné oblasti uviedlo iba 21 respondentov. Výsledky naznačujú, že lesné porasty a ich okraje sú najvyhľadávanejšími lokalitami pre zber húb, pričom z druhového hľadiska sú najviac preferované zmiešané a listnaté lesy.

Prieskum bol ďalej zameraný na otázky vzťahujúce sa k samotnému zberu jedlých divorastúcich húb. Výsledky ukázali, že pri zbere húb sa spotrebiteľia prevažne zameriavajú na odoberanie celej plodnice alebo jej klobúka podľa morfológie druhu, pričom uvedenú metódu

uviedlo 72,0 % respondentov. Ďalších 27,5 % spotrebiteľov zbiera výlučne celé plodnice a iba nízke percento spotrebiteľov (0,5 %) obmedzuje zber na samotné klobúky. Ďalej výsledky poukazujú na najčastejšie využívanú metódu zberu, vytrhávajúce húb, ktoré uviedlo 566 respondentov. Uvedená technika zberu je jednoduchá a rýchla, avšak môže viesť k väčšiemu narušeniu mycélia, čo môže negatívne ovplyvniť ďalší rast húb v danom mieste.

Odrezávanie plodníc, ktoré praktizuje 515 respondentov, je z pohľadu trvalo udržateľného zberu šetrnejšou alternatívou, pričom uvedená technika umožňuje oddeliť hubu od podkladu bez významného narušenia podhubia, čím sa podporuje jeho regenerácia. Poslednou možnosťou je odlamovanie húb, ktoré využíva 200 respondentov. Uvedená metóda predstavuje najmenej frekventovaný spôsob, pri ktorej sa huba odstraňuje ručne, bez použitia nástroja, čo môže byť praktické pri krehkejších druhoch, avšak často vedie k poškodeniu plodnice. Identifikované preferencie v spôsobe zberu reflektujú osobné návyky zberačov, ich prístup k ochrane prírody a zachovaniu produkčnej schopnosti lesného ekosystému.

V súvislosti so zberom húb bol prieskum zameraný aj na otázku čistenia zozbieraných húb priamo v lokalite zberu. Z výsledkov vyplýva, že väčšina spotrebiteľov (75,3%) sa prikláňa k praxi predbežného čistenia jedlých húb už počas zberu. Naopak, 24,7 % respondentov huby počas zberu nečistí, čo môže byť výsledkom preferencie dôkladnejšieho čistenia až po návrate zo zberu, z dôvodu šetrenia času v teréne alebo z obavy o poškodenie plodníc. Indikovaný rozdiel poukazuje na odlišné praktické návyky a priority jednotlivých hubárov, ako aj na rôzne stupne ich pripravenosti či vybavenia počas zberu.

Z hľadiska spôsobu uloženia húb počas zberu dominujú prútené košíky, ktoré preferuje 911 respondentov, nasledujú textilné tašky, ktoré využíva 439 spotrebiteľov. Medzi ďalšie spôsoby uloženia zbieraných húb, avšak menej využívané, sú papierové tašky, vedrá či igelitové tašky, čo však nie je vhodný spôsob uskladňovania resp. prepravy húb z dôvodu možných alimentárnych otráv. Výsledky poukazujú na relatívne vysoké povedomie spotrebiteľov o správnej manipulácii s jedlými hubami počas zberu. Dominantné využívanie prútených košíkov odráža snahu spotrebiteľov o zabezpečenie dostatočného prevzdušnenia plodníc a minimalizovanie rizika ich zaparenia či mechanického poškodenia.

Výskum sa zameriaval aj na zistenie, akým spôsobom spotrebiteľia nakladajú so zozbieranými hubami po ich zbere. Výsledky ukázali, že prevažná väčšina respondentov (981) huby využíva na osobnú spotrebu, prípadne ich konzumujú ďalší členovia domácnosti. Druhou najčastejšou formou využitia je darovanie húb príbuzným, priateľom alebo známym, ktoré uviedlo 388 respondentov. Predaj húb je naopak marginálny a uvedenú formu uviedli len 3 respondenti, čo poukazuje na nízku mieru komerčného zberu. Vo všeobecnosti je teda možné konštatovať, že zber húb na Slovensku má predovšetkým rekreačný, nie podnikateľský charakter.

ZÁVER

Príspevok poskytuje komplexný exkurz do problematiky zberu jedlých divorastúcich húb z pohľadu slovenských spotrebiteľov. Zber húb predstavuje nielen tradičnú formu voľnočasovej aktivity a sebaobživy, ale aj významný sociálno-environmentálny fenomén, ktorý má potenciál prispieť k udržateľnému využívaniu prírodných zdrojov. Pochopenie správania a preferencií spotrebiteľov pri zbere húb vhodných na konzumáciu je kľúčové, keďže jedlé huby predstavujú

perspektívnu potravinu budúcnosti vďaka svojim zdravotným, environmentálnym, ale aj ekonomickým benefitom.

Zistenia štúdie môžu slúžiť ako podklad nielen pre podnikateľské subjekty pôsobiace v oblasti zberu, spracovania a predaja húb, ale aj pre tvorcov politík pri nastavovaní udržateľného manažmentu prírodných zdrojov. Získané poznatky môžu obohatiť aj vedecký diskurz, najmä v oblasti interdisciplinárneho výskumu, ktorý prepája environmentálne, ekonomické a sociokultúrne aspekty zberu húb. V súčasnosti je možné pozorovať, že zber divorastúcich húb nie je len otázkou individuálneho správania, ale aj fenoménom s významnými dopadmi na ekologickú rovnováhu, vidiecke hospodárstvo a formovanie vzťahu človeka k prírode.

Spotrebiteľská štúdia zároveň otvára priestor pre ďalší výskum a rozvoj v oblasti zberu jedlých divorastúcich húb. Perspektívne môže byť sledovanie vplyvu klimatických zmien na výskyt húb a intenzitu zberateľských aktivít, ako aj skúmanie potenciálu diverzifikácie vidieckeho hospodárstva prostredníctvom lesných produktov. Osobitnú pozornosť je vhodné venovať výskumu motívácií a dôvodov, ktoré vedú spotrebiteľov k zberu s ohľadom na ekonomickú potrebu, rekreačnú činnosť, tradíciu alebo ekologické presvedčenie. Dôležitá je aj reflexia meniaceho sa prístupu k zberu v súvislosti s lokalizáciou zberových miest, rozvojom digitálnych platforiem na zdieľanie informácií a interakciou medzi tradičnými znalosťami a výzvami klimatickej zmeny. Načrtnuté výskumné smery môžu prispieť k vytváraniu komplexného obrazu o zbere húb ako o sociálne, ekonomicky aj ekologicky významnej aktivite s potenciálom ovplyvniť udržateľné správanie spotrebiteľov a politické rozhodovanie v oblasti lesného hospodárstva a potravinovej bezpečnosti.

LITERATÚRA

1. Boa, E. R. 2004. Wild edible fungi: A global overview of their use and importance to people. Rím, Taliansko: FAO. 157 p.
2. 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: <https://doi.org/10.3390/agriculture11070677>.
3. Egli, S., Peter, M., Buser, C., Stahel, W., Ayer, F. 2006. Mushroom picking does not impair future harvests—results of a long-term study in Switzerland. In Biological conservation [online], vol. 129, no. 2, pp. 271–276 [cit. 2025-04-12]. ISSN 0006-3207. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2005.10.042>
4. El-Ramady, H., Abdalla, N., Badgar, K., Llanaj, X., Törös, G., Hajdú, P., Eid, Y., Prokisch, J. 2022. Edible mushrooms for sustainable and healthy human food: nutritional and medicinal attributes. In Sustainability [online], vol. 14, no. 9, pp. 4941. [cit. 2025-04-12]. ISSN 2071-1050. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/su14094941>
5. Fialková, V. 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. 2025-04-20]. ISSN 1336-9245. Dostupné na: <https://doi.org/10.15414/afz.2023.26.04.429-437>.
6. 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. 2025-04-12]. ISSN 2141-2170. Dostupné na: <https://doi.org/10.5897/jaerd2016.0771>.
7. Gupta, S. S., Chaithra, G. M., Pandey, S. K., Prajapat, S. 2024. Innovative Solutions for Sustainable Food Production through Agronomy. In Global Agri Vision, vol. 22, no. 3, pp. 119–125 [cit. 2025-04-12]. ISSN 2583-9683.

8. Jalinik, M., Pawłowicz, T., Borowik, P., Oszako, T. 2024. Mushroom Picking as a Special Form of Recreation and Tourism in Woodland Areas—A Case Study of Poland. In *Forests* [online], vol. 15, no. 3, pp. 573 [cit. 2025-04-12]. ISSN 1999-4907. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/f15030573>
9. Kunca, V., Olah, B., Gallay, I. 2018. Zber plodníc voľne rastúcich húb ako ekosystémová služba a jej potenciál v lesoch na území okresu Zvolen. In *Acta Facultatis Ecologiae*, vol. 39, no. 2, pp. 13-22. ISSN 1336-300X.
10. 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: <https://doi.org/10.4314/as.v21i1.6>.
11. 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. 2025-04-21]. ISSN 1999-4907. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/f11030282>.
12. 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. 2025-04-12]. ISSN 1789-221X. Dostupné na: <https://doi.org/10.19041/apstract/2020/1-2/4>.
13. Panda, J., Mishra, A. K., Nath, P. C., Mahanta, S., Sharma, M., Nayak, P. K., Mohanta, Y. K., Sridhar, K. 2024. Wild edible mushrooms to achieve sustainable development goals: novel sources for food security, health, and well-being. In *Food Bioscience* [online], vol. 60, no. 1, pp. 104277 [cit. 2025-04-12]. ISSN 2212-4292. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104277>
14. Procházka, P., Soukupová, J., Mullen, K. J. 2023. Wild mushrooms as a source of protein: a case study from central Europe. Especially the Czech Republic. In *Foods* [online], vol. 12, no. 5, pp. 934 [cit. 2025-04-12]. ISSN 2304-8158. Dostupné na: <https://doi.org/10.3390/foods12050934>
15. 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. 2025-04-12]. ISSN 2456-1525. Dostupné na: <https://amity.edu/UserFiles/admaa/bc80cPaper%201.pdf>
16. Ukwuru, M. U., Muritala, A., Eze, L. U. 2018. Edible and non-edible wild mushrooms: Nutrition, toxicity and strategies for recognition. In *Journal of Clinical Nutrition and Metabolism* [online], vol. 2, no. 2, pp. 1000117 [cit. 2025-05-06]. Dostupné na: <https://www.scitechnol.com/peer-review/edible-and-nonedible-wild-mushrooms-nutrition-toxicity-and-strategies-for-recognition-t4hu.pdf>
17. 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.
18. Zhang, X., Ma, H., Guo, X., Weng, Y., Hu, X., Ren, L. 2025. Cultivation and utilization of edible mushrooms: from extraction of active components to effective substrate utilization. In *Journal of Food Composition and Analysis* [online], vol. 140, no. 1, pp. 107224 [cit. 2025-05-06]. ISSN 0889-1575. Dostupné na: <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2025.107224>

PodĎakovanie: Táto publikácia vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky, projektov VEGA 1/0602/22 „*Možnosti eliminácie xenobiotík v jedlých lesných plodoch z environmentálne zaťažených území*“ a VEGA 1/0307/25 „*Huby ako perspektívna surovina na výrobu inovatívnych potravín - nutričný potenciál, zmeny pri technologickom spracovaní, zdravotná bezpečnosť*“. Publikácia vznikla aj 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.

ZMENA ÚRODY A OBSAHU GLUKÁNOV V HLIVE USTRICOVITEJ (*P. OSTREATUS*) V ZÁVISLOSTI OD ZLOŽENIA PESTOVATEĽSKÉHO SUBSTRÁTU

BENZOVÁ, L. – GOLIAN, M.

Ústav záhradníctva, Fakulta záhradníctva a krajinného inžinierstva, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 76 Nitra

Abstrakt: Hliva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*) je známa svojou chuťou, liečivými vlastnosťami a nutričnou hodnotou. V závislosti od substrátu, na ktorom sa pestuje, sa môže obsah živín líšiť. Hliva ustricovitá je bohatým zdrojom bioaktívnych zlúčenín, ako sú statíny, lektíny, antioxidanty, glukány a enzýmy, ktoré sa využívajú v medicíne, farmácii a pri výrobe potravín. Najvýznamnejšie bioaktívne látky obsiahnuté v hlive ustricovitej sú glukány, pretože majú niekoľko jedinečných vlastností. V práci bol hodnotený obsah glukánov v klobúkoch a hlúbikoch a jej cieľom bolo overiť zmenu obsahu β -glukánov v plodniciach dvoch produkčných kmeňov hlivy ustricovitej pestovaných na substrátoch s prídavkom aditív. Experiment prebiehal na Ústave záhradníctva Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva SPU v Nitre, Ústave biotechnológie Fakulty biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre a vo Výskumnom centre AgroBioTech od 02/2022 do 03/2023. V rámci experimentu boli použité produkčné kmene 19 a PL-28 a 22 variantov substrátov zložených z pšeničnej slamy v kombinácii s poľnohospodárskym odpadom, vedľajšími produktmi potravinárskej výroby, zvyškami po destilácii levandule úzkolistej, zvyškami po reze ovocných stromov a invazívnymi burinami. Zber prebiehal v periódach a analýza glukánov bola vykonaná pomocou enzymatického kitu β -Glucan Assay Kit (Yeast and Mushroom) od spoločnosti Megazyme Ltd. Výsledky ukázali, že relatívne percento úrody produkčného kmeňa 19 sa po pridaní prídavkov do substrátov zvýšilo o 3-73% a o 1-109% pri produkčnom kmeni PL-28. Obsah glukánov bol vyšší v hlúbikoch ako v klobúkoch a najvyšší obsah glukánov bol detegovaný v kmeni 19 (klobúk: 44,75%, hlúbik: 59,92%). Výsledky štúdie predikujú, že aplikáciou aditív do pestovateľských substrátov obsahujúcich pšeničnú slamu ako hlavný komponent, možno zvýšiť obsah glukánov ako aj výťažnosť plodníc z jednotky substrátu.

Kľúčové slová: hliva ustricovitá, substráty, glukány, *Pleurotus ostreatus*

ÚVOD

Glukány sú bioaktívne látky, ktoré majú protizápalové, imunomodulačné, antidiabetické, protinádorové a antioxidačné účinky. Vzhľadom na štruktúru existujú dva základné druhy glukánov, α -glukány (napr. glykogén, škrob) a β -glukány, ktoré neobsahujú škrob (Lee et al., 2022; da Silva Milhorini a kol., 2022; Qamar a kol., 2022; Hong a spol. 2022; Sivieri a kol., 2022). Glukány nie sú významné len pre človeka, ale majú dôležitú úlohu pri v štruktúre húb, pretože vnútorná vrstva bunkovej steny u väčšiny druhov húb je zložená z polysacharidov, ako sú β -1,3-glukán, β -1,6-glukán, chitín a α -glukán (Curto et al., 2021). V hlúbiku je vyšší obsah glukánov ako v klobúku, čo

súvisí s vyšším obsahom sušiny v porovnaní s plodnicami húb (Vetter, 2023; Sari et al., 2017; Szabová et al., 2010; Avni et al., 2017).

Pokusmi na zvieratách bolo dokázané, že predávkovanie sa β -glukánmi nie je možné (van Steenwijk et al., 2021). Ľudské telo dokáže absorbovať 0,5 – 4,9 % rozpustných β -glukánov. Kvalita a vlastnosti β -glukánov sú ovplyvnené technologickým postupom pri spracovaní, ďalej druhom alebo kmeňom, z ktorého pochádzajú, pestovateľským substrátom, na ktorom bol druh pestovaný, a metódou extrakcie β -glukánu (Cerletti a kol., 2021; Bobade a kol., 2022; Sivieri a kol., 2022).

Dodnes boli uskutočnené mnohé štúdie, ktoré dokazujú pozitívny účinok glukánov na ľudský organizmus, potláčanie alebo dokonca liečbu niektorých chorôb. Podľa Sadoughiho a kol. 2022, glukány pôsobia protizápalovo a majú schopnosť spôsobiť bunkovú smrť – apoptózu, a preto majú protirakovinové účinky. Na základe inej štúdie β -glukány regulujú hladiny glukózy a inzulínu v krvi, znižujú hladinu cholesterolu, bránia vstrebávaniu tukov z potravy a tým znižujú riziká rôznych civilizačných chorôb (Bobade a kol., 2022; Kremmyda a kol., 2022; Sivieri a kol., 2022; Tamura a kol., 2021). β -glukány sú dobre známe ako potravinový doplnok, ktorý podporuje imunitný systém a antioxidačnú aktivitu a zlepšuje trávenie vďaka prebiotickej aktivite (Zhang et al., 2022).

Hliva ustricovitá má vynikajúci nutričný profil, pretože je bohatá na vlákninu, vitamíny (tiamín, riboflavín, kyselinu askorbovú, ergosterol a niacín), mikro a makro prvky a sacharidy (CABI, 2022). Pestovanie hlivy ustricovitej na lignocelulóзовých odpadových materiáloch predstavuje jeden z najekonomickejších a najefektívnejších procesov organickej recyklácie, najmä pri využívaní rôznych lacných recyklovateľných zvyškov (Kamthan and Tiwari, 2017). Hliva ustricovitá je schopná rásť v širokom rozmedzí teplôt, v krátkom období a na malom priestore (Tavarwisa et al., 2021 v Muswati a kol., 2021; Mbassi a kol., 2018 v Sen a kol., 2021). Prirodzene rastie na rozkladajúcich sa organických materiáloch. Táto huba ľahko rozkladá celulózu, hemicelulózu, lignín a ďalšie komplexné substráty na báze sacharidov (Quiñónez-Martínez et al., 2022). Druhy *Pleurotus* sú schopné kolonizovať a znehodnocovať nielen drevo, ale aj rôzne vedľajšie produkty z poľnohospodárskej a priemyselnej výroby - piliny, papier, kal z buničiny, kukuričné klasy, kávovú usadeninu, banánové listy, odpadovú bavlnu, hroznové výlisky, vedľajšie produkty z výroby olivového oleja a mnohé ďalšie (Rossi et al., 2001; Donini a kol., 2009; Luz a kol. 2012 v Bellettini et al., 2019; Tagkouli a kol., 2020). Likvidácia poľnohospodárskeho odpadu je dnes kľúčová kvôli riziku znečistenia životného prostredia jeho neuváženým vyhadzovaním alebo spaľovaním (Kamthan and Tiwari, 2017). Pestovaním hlivy ustricovitej sa znižuje znečistenie životného prostredia využívaním tohto odpadu. Okrem toho sa použitý substrát po zbere húb môže ďalej využívať ako krmivo pre zvieratá, bio hnojivo alebo bioplyn (Girmay et al., 2016).

Na základe štúdií Sadoughi et al. 2022; Bobade et al., 2022 a Lesa et al., 2022 možno konštatovať, že predkladaný výskum s dôrazom na skúmanie efektivity zvyšovania glukánov v plodniciach hlivy ustricovitej, na základe zmeny substrátových vzorcov, je vysoko aktuálny.

MATERIÁL A METODIKA

Experiment bol realizovaný na Ústave záhradníctva, Fakulty záhradníctva a krajinného inžinierstva, SPU v Nitre, Ústave biotechnológie Fakulty biotechnológie a potravinárstva SPU v Nitre a vo Výskumnom centre AgroBioTech. Experiment sa zaoberal vplyvom substrátov obohatených rôznymi prísadami na obsah β -glukánov v hlive ustricovitej dvoch kmeňov

označených ako 19 a PL-28. Tento experiment bol pilotným pokusom, s cieľom zistiť, či je možné zloženie substrátu upraviť tak, aby pozitívne ovplyvnilo obsah β -glukánov v hlive ustricovitej.

Experiment začal prípravou inokula naočkováním čistých kultúr produkčných kmeňov 19 a PL-28. Pomocou mikrobiologického očka boli v laminárnom boxe v sterilných podmienkach prenesené na 2 % zemiakovo-dextrózový agar (PDA). Petriho misky boli inkubované v biologickom termostate pri teplote 25 °C v obrátenej polohe (agarovou stranou hore) a priebežne kontrolované. Kultúry boli dostatočne kolonizované po približne 14 dňoch.

Na prípravu obilného nosiča bolo použité pšeničné zrnó (*Triticum durum*) a 5 %-ná sadra (CaSO_4). Do prázdnych Erlenmeyerových baniek boli vložené obilné nosiče a uzavreté bakteriologickou zátkou. Po sterilizácii obilných nosičov boli do Erlenmeyerových baniek naočkované nové kultúry. Sadby boli inkubované v tme pri 25 °C v biologickom inkubátore.

Následne bola realizovaná príprava 22 variantov pestovateľských substrátov. Kontrolný substrát bol zložený z peliet zo pšeničnej slamy. Zloženie substrátov je uvedené v Tabuľke 1.

Celkovo bolo pripravených 65 experimentálnych jednotiek. Do perforovaných transparentných nádob z potravinárskeho plastu s objemom 3,5 l boli vložené polyetylénové vrecká, následne boli nádoby označené. Suché pšeničné pelety boli zmiešané s vodou v pomere 1:2,6 (70 g suchého substrátu, 1,7 l vody) a prerozdelené do vedier. Ďalej bola uskutočnená príprava prímiesí do pestovateľských substrátov. Do pšeničného substrátu bolo pridaných 50 g z každej prímiesi.

Tabuľka 1 Zoznam použitých aditív podľa variantov

prímes substrátu	označenie substrátu
<i>Aronia melanocarpa</i> - zvyšky po reze	A
<i>Phyllostachys humilis</i> - steblá a listy	B
<i>Fallopia japonica</i> - stonky	C
<i>Olea europaea</i> - zvyšky po reze	D
<i>Echinacea purpurea</i> - celá rastlina	E
<i>Phragmites australis</i> - stonky a listy	F
<i>Lonicera kamtschatica</i> - zvyšky po reze	G
<i>Paulownia tomentosa</i> - drevo	H
<i>Ailanthus altissima</i> - drevo	I
<i>Malus domestica</i> - zvyšky po reze	J
<i>Hippophae rhamnoides</i> - zvyšky po reze	K
<i>Vitis vinifera</i> - zvyšky po reze	L
<i>Aronia melanocarpa</i> – výlisky	M
<i>Malus domestica</i> – výlisky	N
<i>Vitis vinifera</i> – šupky	O
<i>Vitis vinifera</i> – semená	P
<i>Cornus mas</i> – kôstky	R
<i>Prunus persica</i> – kôstky	S
<i>Triticum aestivum</i> – otruby	T
<i>Lavandula angustifolia</i> - pelety po destilácii	U
vaječné škrapiny	V
Kontrola (pšeničná slama)	Z

Pri kmeni 19 boli vyrobené 2 opakovania z každého variantu a jedno opakovanie pri produkčnom kmeni PL-28, kvôli práci experimentu. Nádoby boli uzatvorené vrchnákmi a substráty boli inkubované 24 hod. v klimatickej komore pri 25 °C. Aby sa substrát 36 hod. pasterizoval, bola teplota nastavená na 60 °C. Po 36 hod. začalo postupné ochladzovanie substrátov na 25 °C. Relatívna vlhkosť v komore bola po celý čas nastavená na 80 %. Po dokončení prípravy pestovateľských substrátov bola vykonaná inokulácia oboch kmeňov obilného nosiča.

Po inokulácii boli substráty presunuté do klimatickej komory (Obrázok 1), aby boli inkubované pri teplote 25 °C a relatívnej vlhkosti 80 %.

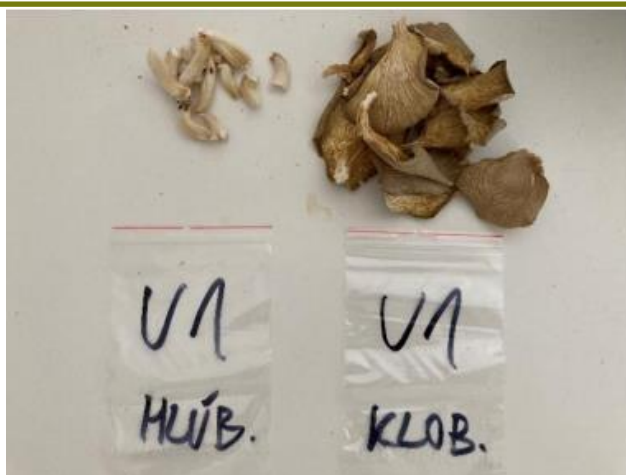


Obrázok 1 Inkubácia substrátov v klimatickej komore

Kultivácia prebehla v kultivačnej jednotke pri optimálnych podmienkach, bola zabezpečená teplota 17 °C, relatívna vlhkosť 80 %, dostatok svetla, pravidelné zvlhčovanie vzduchu, obsah CO₂ pod 600 ppm.

Plodnice rástli postupne v niekoľkých vlnách a boli zberané výberom. Zozbierané plodnice hlivy boli vložené do označených papierových vreciek. Po zbere boli plodnice rozdelené na hlúbiky a klobúky a boli sušené v laboratórnej sušiarňi pri teplote 50 °C, pokiaľ vzorky neboli dehydrované.

Dehydrované vzorky (Obrázok 2) boli pomleté pomocou laboratórneho mlynčeka a vložené do uzatvárateľného plastového vrečka. Kvantitatívne stanovenie obsahu celkových, α - a β -glukánov v hlúbikoch a klobúkoch oddelene sa uskutočnilo pomocou analytickej súpravy Mushroom and Yeast β -glucan Assay Kit (Megazyme, Bray, Co. Wicklow, Írsko). Nakoniec sa hubová sadba použila na naočkovanie troch substrátov, ktoré sú zmesou bukových a dubových pilín, mláta z varenia piva, sadrovca a vody. Od zimy 2024 sa tento cyklus opakuje až do súčasnosti.



Obrázok 2 vzorky pripravené na mletie

Relatívne percentá úrody oboch produkčných kmeňov boli vypočítané podľa nasledovného vzorca:

$$\text{Relatívne percento úrody} = \left(\frac{\text{úroda konkrétneho variantu}}{\text{celková úroda}} \right) \times 100 [\%]$$

Percentuálny nárast úrody v porovnaní s kontrolou bol vypočítaný podľa vzorca:

$$\text{Percentuálny nárast úrody} = \left(\frac{\text{rozdiel v úrode test. a kontr. variantu}}{\text{úroda kontr. variantu}} \right) \times 100 [\%]$$

Hodnoty celkových glukánov aj β -glukánov boli získané pomocou špecifickej metodiky MegaCalcTM od spoločnosti Megazyme Ltd.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vypočítané hodnoty relatívneho percenta úrody produkčného kmeňa 19 sú uvedené v Tabuľke 2. Bolo zistené, že v porovnaní s kontrolným variantom v produkčnom kmeni 19 vzrástlo relatívne percento úrody v siedmich variantoch v rozmedzí 3-73 %.

Vypočítané hodnoty relatívneho percenta úrody produkčného kmeňa PL-28 sú uvedené v Tabuľke 3. V produkčnom kmeni PL-28 v porovnaní s kontrolným variantom vzrástlo relatívne percento úrody v deviatich variantoch v rozmedzí 1-109 %.

Tabuľka 2 Relatívne percentá úrody a percentuálny nárast porovnávaných úrod ku kontrolnému variantu (produkčný kmeň 19)

variant	vzorka	relatívne percento úrody produkčného kmeňa 19 [%]	percentuálny nárast úrody [%]
<i>Aronia melanocarpa</i> – zvyšky po reze	A	7,37	72,94
<i>Aronia melanocarpa</i> – výlisky	M	7,19	68,67

<i>Phragmites australis</i> – stonky a listy	F	6,60	54,82
<i>Phyllostachys humilis</i> – steblá a listy	B	6,50	52,50
<i>Echinacea purpurea</i> – celá rastlina	E	6,07	42,55
<i>Ailanthus altissima</i> – drevo	I	5,46	28,18
<i>Cornus mas</i> – kôstky	R	5,16	20,99
<i>Hippophae rhamnoides</i> – zvyšky po reze	K	5,11	19,95
<i>Vitis vinifera</i> – semená	P	5,01	17,55
<i>Lonicera kamtschatica</i> – zvyšky po reze	G	4,94	16,02
<i>Fallopia japonica</i> – stonky	C	4,62	8,44
<i>Vitis vinifera</i> – zvyšky po reze	L	4,39	3,02
Kontrola (pšeničná slama)	Z	4,26	0,00
<i>Lavandula angustifolia</i> – pelety po destil.	U	4,01	-5,91
<i>Prunus persica</i> – kôstky	S	3,87	-9,27
<i>Malus domestica</i> – zvyšky po reze	J	3,71	-12,99
<i>Olea europaea</i> – zvyšky po reze	D	3,60	-15,60
<i>Vitis vinifera</i> – šupky	O	3,56	-16,48
<i>Triticum aestivum</i> – otruby	T	3,51	-17,55
<i>Malus domestica</i> – výlisky	N	3,06	-32,03
<i>Paulownia tomentosa</i> – drevo	H	2,61	-34,70
vaječné škrupiny	V	2,23	-47,66

Tabuľka 3 Relatívne percentá úrody a percentuálny nárast porovnávaných úrod ku kontrolnému variantu (produkčný kmeň PL-28)

variant	vzorka	relatívne percento úrody produkčného kmeňa PL-28 [%]	percentuálny nárast úrody [%]
<i>Malus domestica</i> – zvyšky po reze	J	7,92	108,97
<i>Ailanthus altissima</i> – drevo	I	6,91	82,19
<i>Triticum aestivum</i> – otruby	T	5,82	53,42
<i>Hippophae rhamnoides</i> – zvyšky po reze	K	5,32	40,26
<i>Lonicera kamtschatica</i> – zvyšky po reze	G	5,13	35,31
<i>Aronia melanocarpa</i> – zvyšky po reze	A	5,06	33,54
<i>Phyllostachys humilis</i> – steblá a listy	B	5,04	33,05
<i>Echinacea purpurea</i> – celá rastlina	E	4,66	22,89
<i>Paulownia tomentosa</i> – drevo	H	4,56	20,33
<i>Lavandula angustifolia</i> – pelety po destil.	U	4,52	19,18
<i>Cornus mas</i> – kôstky	R	4,25	12,15
<i>Olea europaea</i> – zvyšky po reze	D	4,18	10,16
<i>Fallopia japonica</i> – stonky	C	4,14	9,15
vaječné škrupiny	V	4,12	8,57
<i>Malus domestica</i> – výlisky	N	3,84	1,19
Kontrola (pšeničná slama)	Z	3,79	0,00
<i>Vitis vinifera</i> – zvyšky po reze	L	3,67	-3,31
<i>Phragmites australis</i> – stonky a listy	F	3,42	-9,81

<i>Aronia melanocarpa</i> – výlisky	M	3,40	-10,30
<i>Vitis vinifera</i> – šupky	O	3,39	-10,65
<i>Vitis vinifera</i> – semená	P	3,32	-12,51
<i>Prunus persica</i> – kôstky	S	2,94	-22,45

V experimente sme sa zamerali na detekciu celkových glukánov a β -glukánov. Obsah celkových glukánov a β -glukánov bol vyšší v hlúbikoch ako v klobúkoch v oboch produkčných kmeňoch (Tabuľka 4 a Tabuľka 5).

Tabuľka 4 Obsah celkových glukánov a β -glukánov v klobúku a hlúbiku produkčného kmeňa 19

variant/obsah glukánov [% w/w]	klobúk		hlúbik	
	celkové glukány	β -glukány	celkové glukány	β -glukány
kontrola	37,60	35,87	48,54	44,89
<i>Aronia melanocarpa</i> – zvyšky po reze	38,68	37,25	54,00	51,51
<i>Phyllostachys humilis</i> – steblá a listy	37,49	35,19	53,98	50,25
<i>Fallopia japonica</i> – stonky	37,12	34,64	49,05	43,87
<i>Olea europaea</i> – zvyšky po reze	36,80	34,97	52,49	49,17
<i>Echinacea purpurea</i> – celá rastlina	32,31	31,34	45,59	43,74
<i>Phragmites australis</i> – stonky a listy	35,65	34,31	48,39	45,92
<i>Lonicera kamtschatica</i> – zvyšky po reze	40,58	38,73	56,87	53,04
<i>Paulownia tomentosa</i> – drevo	32,19	30,50	58,41	55,54
<i>Ailanthus altissima</i> – drevo	44,30	42,27	59,92	57,28
<i>Malus domestica</i> – zvyšky po reze	41,50	40,09	57,64	55,67
<i>Hippophae rhamnoides</i> – zvyšky po reze	37,80	35,59	54,28	50,71
<i>Vitis vinifera</i> – zvyšky po reze	44,75	43,13	44,23	40,60
<i>Aronia melanocarpa</i> – výlisky	21,17	20,92	48,96	46,98
<i>Malus domestica</i> – výlisky	36,43	34,68	51,01	46,87
<i>Vitis vinifera</i> – šupky	36,20	34,83	50,12	46,09
<i>Vitis vinifera</i> – semená	37,19	35,15	51,26	47,98
<i>Cornus mas</i> – kôstky	39,95	38,23	47,13	45,21
<i>Prunus persica</i> – kôstky	37,72	36,11	57,72	54,27
<i>Triticum aestivum</i> – otruby	38,48	36,68	55,77	52,26
<i>Lavandula angustifolia</i> – pelety po dest.	31,91	30,61	54,11	50,73
vaječné skupiny	34,33	32,82	48,54	45,68

Hodnoty relatívneho percenta úrody boli potvrdené v záveroch Zakil et al. (2022), ktorí skúmali vplyv rôznych druhov bioodpadov na úrodnosť hľivy ustricovitej. V ich štúdií bolo zistené, že substrát zložený z pilín kaučukovníka (50 %) a bagasy z cukrovej trstiny (50 %) dosiahol najvyššiu úrodu plodníc. Pri porovnaní s kontrolným substrátom (100 % pilín z kaučukovníka) bolo zaznamenané zvýšenie úrody o 21 %.

Naše výsledky sú v súlade s týmito pozorovaniami, čo naznačuje, že typ substrátu má pri pestovaní húb výrazný vplyv na úrodnosť. Substráty ako bavlníkové osemenie a bagasa z cukrovej

trstiny poskytujú vysokú nutričnú hodnotu, jednoduchú fermentovateľnosť a optimálny pomer živín, čo výrazne podporuje rast *Pleurotus ostreatus*. Tieto vlastnosti substrátov môžu byť kľúčové pre optimalizáciu pestovania húb a zvýšenie ich produkcie.

Ďalej, naše pozorovania naznačujú, že kombinácia rôznych druhov bioodpadov môže viesť k synergickým efektom, ktoré zvyšujú úrodnosť. Tento prístup by mohol byť využitý na zlepšenie udržateľnosti a efektivity produkcie húb, čo je dôležité pre komerčné aj ekologické aplikácie.

Tabuľka 5 Obsah celkových glukánov a β -glukánov v klobúku a hlúbiku produkčného kmeňa PL-28

variant/obsah glukánov [% w/w]	produkčný kmeň PL-28			
	klobúk		hlúbik	
	celkové glukány	β -glukány	celkové glukány	β -glukány
kontrola	31,19	30,41	48,75	45,66
<i>Aronia melanocarpa</i> – zvyšky po reze	36,50	34,77	56,45	52,48
<i>Phyllostachys humilis</i> – stebľa a listy	38,68	36,13	51,89	48,44
<i>Fallopia japonica</i> – stonky	35,64	33,95	59,86	45,88
<i>Olea europaea</i> – zvyšky po reze	36,55	34,64	49,72	46,57
<i>Echinacea purpurea</i> – celá rastlina	36,07	34,67	51,10	48,45
<i>Phragmites australis</i> – stonky a listy	31,93	30,97	44,77	43,64
<i>Lonicera kamtschatica</i> – zvyšky po reze	34,99	33,42	52,61	49,81
<i>Paulownia tomentosa</i> – drevo	38,64	36,91	53,30	51,26
<i>Ailanthus altissima</i> – drevo	42,53	40,69	56,91	53,65
<i>Malus domestica</i> – zvyšky po reze	38,12	36,70	53,09	50,70
<i>Hippophae rhamnoides</i> – zvyšky po reze	34,81	32,65	54,52	50,77
<i>Vitis vinifera</i> – zvyšky po reze	37,23	35,46	37,17	36,14
<i>Aronia melanocarpa</i> – výlisky	40,93	39,06	55,42	53,10
<i>Malus domestica</i> – výlisky	31,39	30,17	50,91	48,93
<i>Vitis vinifera</i> – šupky	33,37	31,45	58,78	54,58
<i>Vitis vinifera</i> – semená	31,07	29,49	52,61	50,22
<i>Cornus mas</i> – kôstky	38,30	36,78	53,03	50,73
<i>Prunus persica</i> – kôstky	40,94	38,40	44,99	42,34
<i>Triticum aestivum</i> – otruby	37,84	36,15	51,96	50,54
<i>Lavandula angustifolia</i> – pelety po dest.	30,45	29,23	51,63	49,57
vaječné škrapiny	34,34	32,71	48,82	45,26

Výsledky analýzy obsahu celkových glukánov a β -glukánov v plodniciach hľivy ustricovitej potvrdili, že medzi jednotlivými kmeňmi ako aj medzi časťami plodnice existujú výrazné rozdiely v akumulácii týchto polysacharidov. V oboch sledovaných kmeňoch – 19 a PL-28 – bol zaznamenaný vyšší obsah glukánov v hlúbikoch než v klobúkoch, čo je v súlade s očakávaniami vyplývajúcimi z morfolologickej a štrukturálnej funkcie týchto častí. Hlúbiky, ako oporné a transportné orgány, majú vyšší podiel bunkovej steny a tým aj väčší obsah polysacharidových zložiek. Táto tendencia bola potvrdená aj v našej práci, kde hodnoty v hlúbikoch dosahovali až 59,92 % (celkové glukány) a 57,28 % (β -glukány) v prípade kmeňa 19, zatiaľ čo v klobúkoch rovnakého kmeňa klesli minimálne

hodnoty pod 22 %. Kmeň PL-28 vykazoval podobné rozloženie, hoci s mierne užším rozsahom hodnôt, čo naznačuje rozdielnú metabolickú kapacitu medzi genetickými líniami.

Tieto rozdiely poukazujú na význam kmeňovej variability pri produkcii funkčných polysacharidov. Je zrejme, že genetické vlastnosti kmeňa môžu ovplyvniť nielen absolútne množstvo syntetizovaných glukánov, ale aj ich distribúciu v rámci plodnice. Tento poznatok je významný najmä pri cielenom pestovaní húb s dôrazom na nutričnú alebo farmaceutickú kvalitu výťažkov. Pri porovnaní s údajmi dostupnými v literatúre možno naše výsledky považovať za porovnateľné. Štúdia Bekiaris et al. (2020) preukázala, že pri 15 rôznych kmeňoch *Pleurotus ostreatus* pestovaných na rôznych substrátoch sa obsah glukánov pohyboval v širokom rozsahu v závislosti od typu použitej lignocelulózy suroviny. Substráty obsahujúce agropotravinársky odpad viedli k nižším hodnotám glukánov, čo naznačuje vplyv nutričnej kvality podkladu na biosyntézu cieľových látok. Tento trend sa potvrdil aj v našich výsledkoch, kde boli zaznamenané nižšie hodnoty v substrátových variantoch mimo kontrolnej pšeničnej slamy.

Štúdia Synytsya et al. (2008) takisto ukázala vyšší obsah β -glukánov v hlúbikoch v porovnaní s klobúkmi pri viacerých produkčných kmeňoch hľivy. Hodnoty β -glukánov u ich najvýkonnejších kmeňov (napr. 50,0 % v hlúbiku kmeňa 70) sú porovnateľné s naším kmeňom 19, čím sa potvrdzuje konzistentnosť medzi rôznymi genetickými zdrojmi pri štandardizovaných pestovateľských podmienkach.

Rovnako aj práca Avni et al. (2017), ktorá analyzovala vplyv zmesi eukalyptových pilín a olivového odpadu, ukázala obsah glukánov medzi 20,25 % a 48,27 %, čo je rozsah podobný výsledkom získaným pri substrátoch s nižšou nutričnou hodnotou aj v našom výskume.

Zistenia z viacerých štúdií ukazujú, že glukány predstavujú nielen dôležité štrukturálne komponenty bunkovej steny húb, ale zároveň sú látkami s preukázanými fyziologickými účinkami u človeka. Ich biologická dostupnosť a účinnosť však závisia od mnohých faktorov – vrátane spôsobu extrakcie, typu použitého kmeňa a kvality substrátu, čo sme potvrdili aj v našej práci. Výber vhodnej kombinácie genetického materiálu a substrátového zloženia tak predstavuje kľúčový nástroj pri optimalizácii produkcie bioaktívnych glukánov v komerčnom pestovaní hľivy.

Naše výsledky potvrdzujú, že cieleným výberom pestovateľského systému je možné ovplyvniť výťažnosť polysacharidov žiaduceho typu, čo má význam nielen z pohľadu potravinárstva, ale aj v oblasti funkčných potravín a doplnkov výživy. V ďalších výskumoch by bolo vhodné zamerať sa na identifikáciu substrátov, ktoré okrem udržateľnosti a dostupnosti zároveň podporujú biosyntézu β -glukánov s najvyššou biologickou hodnotou.

ZÁVER

Výsledky našej štúdie preukázali, že obsah glukánov, vrátane β -glukánov, je vyšší v hlúbikoch než v klobúkoch plodníc hľivy ustricovitej. Tento rozdiel možno vysvetliť štrukturálnou funkciou hlúbika, ktorý vzhľadom na vyšší podiel bunkovej steny obsahuje aj väčšie množstvo polysacharidových zložiek. Získané dáta zároveň potvrdzujú, že zastúpenie glukánov v plodniciach húb je výrazne ovplyvnené morfológickou časťou plodnice, genetickým pozadím kmeňa a zložením použitého pestovateľského substrátu.

Na základe týchto zistení odporúčame výrobcu β -glukánov zvážiť využitie zvyšky po reze *Malus domestica* ako prímеси do substrátov, keďže tento variant dosiahol najvyššie percentuálne

zvýšenie úrody v porovnaní s kontrolou (108,97 %) a zároveň prispel k zvýšeniu obsahu biologicky aktívnych polysacharidov. Do budúcnosti odporúčame overiť aj vplyv vyšších dávok týchto prímies, s cieľom dosiahnuť optimalizáciu výťažnosti glukánov pri súčasnom zohľadnení udržateľného využitia lignocelulózových vedľajších produktov.

LITERATÚRA

1. AVNI, S. - EZOVE, N. - HANANI, H. - YADID, I. - KARPOVSKY, M. - HAYBY, H. - GOVER, O. - HADAR, Y. - SCHWARTZ, B. - DANAY, O., 2017. Olive Mill Waste Enhances α -Glucan Content in the Edible Mushroom *Pleurotus eryngii*. International Journal of Molecular Sciences. Online. Vol. 18, no. 7, p. 1564. [cit. 2023-05-01]. DOI 10.3390/ijms18071564. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28718825/>
2. BEKIARIS, G. - TAGKOULI, D. - KOUTROTSIOS, G. - KALOGEROPOULOS, N. - ZERVAKIS, G. I., 2020. Pleurotus Mushrooms Content in Glucans and Ergosterol Assessed by ATR-FTIR Spectroscopy and Multivariate Analysis. Foods. Online. Vol. 9, no. 4, p. 535. [cit. 2023-04-26]. DOI 10.3390/foods9040535. Dostupné na internete: <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/4/535>
3. BOBADE, H. - GUPTA, A. - SHARMA, S., 2022. Beta-glucan. In: Nutraceuticals and Health Care. Online. Elsevier. p. 343–358. [cit. 2023-02-02]. ISBN 9780323897792. DOI 10.1016/B978-0-323-89779-2.00013-2. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323897792000132>
4. CABI, 2022. *Pleurotus ostreatus* (oyster mushroom). CABI Compendium. Online. 7. január 2022. Vol. CABI Compendium, p. 42037. [cit. 2023-03-05]. DOI 10.1079/cabicompendium.42037. Dostupné na internete: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.42037>
5. CERLETTI, C. - ESPOSITO, S. - IACOVIELLO, L., 2021. Edible Mushrooms and Beta-Glucans: Impact on Human Health. Nutrients. Online. Vol. 13, no. 7, p. 2195. [cit. 2023-04-22]. DOI 10.3390/nu13072195. Dostupné na internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8308413/>
6. CURTO, M. Á. - BUTASSI, E. - RIBAS, J. C. - SVETAZ, L. A. - CORTÉS, J. C. G., 2021. Natural products targeting the synthesis of β (1,3)-D-glucan and chitin of the fungal cell wall. Existing drugs and recent findings. Phytomedicine. Online. Vol. 88, p. 153556. [cit. 2023-03-06]. DOI 10.1016/j.phymed.2021.153556. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0944711321000982>
7. DA SILVA MILHORINI, S. - SIMAS, F. F. - SMIDERLE, F. R. - INARA DE JESUS, L. - ROSADO, F. R. - LONGORIA, E. L. - IACOMINI, M., 2022. β -Glucans from the giant mushroom *Macrocybe titans*: Chemical characterization and rheological properties. Food Hydrocolloids. Online. Vol. 125, p. 107392. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.foodhyd.2021.107392. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0268005X21008080>
8. GIRMAY, Z. - GOREMS, W. - BIRHANU, G. - ZEWDIE, S., 2016. Growth and yield performance of *Pleurotus ostreatus* (Jacq. Fr.) Kumm (oyster mushroom) on different substrates. AMB Express. Online. 4 October 2016. Vol. 6, no. 1, p. 87. [cit. 2023-05-04]. DOI 10.1186/s13568-016-0265-1. Dostupné na internete: <https://amb-express.springeropen.com/articles/10.1186/s13568-016-0265-1>
9. HONG, M. G. - YOO, S. H. - LEE, B. H., 2022. Effect of highly branched α -glucans synthesized by dual glycosyltransferases on the glucose release rate. Carbohydrate Polymers. Online. Vol. 278, p. 119016. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.carbpol.2021.119016. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34973805/>
10. KAMTHAN, R. - TIWARI, I., 2017. Agricultural Wastes- Potential Substrates For Mushroom Cultivation. European Journal of Experimental Biology. Online. Vol. 7, no. 5. [cit. 2023-05-04]. DOI 10.21767/2248-9215.100031. Dostupné na internete: <https://www.primescholars.com/articles/agricultural-wastes-potential-substrates-for-mushroom-cultivation.pdf>
11. KREMMYDA, A. - MACNAUGHTAN, W. - ARAPOGLOU, D. - ELIOPOULOS, C. - METAFI, M. - HARDING, S. E. - ISRAILIDES, C., 2022. Mushroom and cereal β -D-glucan solid state NMR and FTIR datasets. Data in Brief. Online. Vol. 40, p. 107765. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.dib.2021.107765. Dostupné na internete: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8718724/>
12. LEE, D. - PARK, S. D. - JUN, S. J. - PARK, J. T. - CHANG, P. S. - YOO, S. H., 2022. Differentiated structure of synthetic glycogen-like particle by the combined action of glycogen branching enzymes and amylosucrase. International

- Journal of Biological Macromolecules. Online. Vol. 195, p. 152–162. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.jbiomac.2021.11.153. Dostupné na internete: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141813021025587>
13. LESA, K. N. - KHANDAKER, M. U. - MOHAMMAD RASHED IQBAL, F. - SHARMA, R. - ISLAM, F. - MITRA, S. - EMRAN, T. B., 2022. Nutritional Value, Medicinal Importance, and Health-Promoting Effects of Dietary Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). AKBAR, Ali (ed.), Journal of Food Quality. Online. Vol. 2022, p. 1–9. [cit. 2023-05-01]. DOI 10.1155/2022/2454180. Dostupné na internete: <https://www.hindawi.com/journals/jfq/2022/2454180/>
 14. Mushroom and Yeast β -Glucan Assay Procedure (K-YBGL 02/21). Megazyme. Online. [cit. 2023-04-18]. Dostupné na internete: <https://www.megazyme.com/beta-glucan-assay-kit-yeast-mushroom>
 15. MUSWATI, C. - SIMANGO, K. - TAPFUMANEYI, L. - MUTETWA, M. - NGEZIMANA, W., 2021. The Effects of Different Substrate Combinations on Growth and Yield of Oyster Mushroom (*Pleurotus ostreatus*). SERRANO, Maria (ed.), International Journal of Agronomy. Online. Vol. 2021, p. 1–10. [cit. 2023-03-12]. DOI 10.1155/2021/9962285. Dostupné na internete: <https://www.hindawi.com/journals/ija/2021/9962285/>
 16. QAMAR, S. A. - RIASAT, A. - JAHANGEER, M. - FATIMA, R. - BILAL, M. - IQBAL, H. M. N. - MU, B. Z., 2022. Prospects of microbial polysaccharides-based hybrid constructs for biomimicking applications. Journal of Basic Microbiology. Online. Vol. 62, no. 11, p. 1319–1336. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1002/jobm.202100596. Dostupné na internete: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/jobm.202100596>
 17. QUIÑÓNEZ-MARTÍNEZ, M. - PEÑA-AVILÉS, K. - MARTÍNEZ-RUIZ, N. D. R. - GARZA-OCAÑAS, F. - NÁJERA-MEDELÍN, J. A. - OLIVAS-SÁNCHEZ, M. P., 2022. PRODUCTION OF *Pleurotus ostreatus* CULTIVATED IN SUBSTRATES MADE FROM TWO INVASIVE WEEDS. Agrociencia. Online. [cit. 2023-02-12]. DOI 10.47163/agrociencia.v56i3.2796. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/360504630_PRODUCTION_OF_Pleurotus_ostreatus_CULTIVATED_IN_SUBSTRATES_MADE_FROM_TWO_INVASIVE_WEEDS
 18. SADOUGHI, F. - ASEMI, Z. - HALLAJZADEH, J. - MANSOURNIA, M. A. - YOUSEFI, B., 2022. Beta-glucans is a Potential Inhibitor of Ovarian Cancer: Based on Molecular and Biological Aspects. Current Pharmaceutical Biotechnology. Online. Vol. 23, no. 9, p. 1142–1152. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.2174/1389201022666210810090728. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34375183/>
 19. SARI, M. - PRANGE, A. - LELLEY, J. I. - HAMBITZER, R., 2017. Screening of beta-glucan contents in commercially cultivated and wild growing mushrooms. Food Chemistry. Online. Vol. 216, p. 45–51. [cit. 2023-03-15]. DOI 10.1016/j.foodchem.2016.08.010. Dostupné na internete: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814616312407?casa_token=WFA6mEoJ4RgAAAAA:ARSXoLjOWkdsCvmwoZf0G9l7iha9HPnk-ZiBK_r6lBaYi26Xu9hbEMnp7sNTISgA_DRxWRyVFfSM
 20. SEN, P. - KOSRE, A. - KORETI, D. - CHANDRAWANSI, N. K. - JADHAV, S. K., 2021. Nutrients and Bioactive compounds of *Pleurotus ostreatus* mushroom. NewBioWorld. [online]. Vol. 3, no. 2, p. 8–12. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.52228/NBW-JAAB.2021-3-2-2. Dostupné na internete: <https://www.newbioworld.org/AbstractView.aspx?PID=2021-3-2-2>
 21. SIVIERI, K. - DE OLIVEIRA, S. M. - DE SOUZA MARQUEZ, A. - PÉREZ-JIMÉNEZ, J. - DINIZ, S. N., 2022. Insights on β -glucan as a prebiotic coadjuvant in the treatment of diabetes mellitus: A review. Food Hydrocolloids for Health. Online. Vol. 2, p. 100056. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.fhfh.2022.100056. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/358286033_Insights_on_beta-glucan_as_a_prebiotic_coadjuvant_in_the_treatment_of_Diabetes_Mellitus_a_review
 22. SYNITSYA, A. - MÍČKOVÁ, K. - JABLONSKÝ, I. - SLUKOVÁ, M. - ČOPÍKOVÁ, J., 2008. Mushrooms of genus *Pleurotus* as a source of dietary fibres and glucans for food supplements. Czech Journal of Food Sciences. Online. Vol. 26, no. 6, p. 441–446. [cit. 2023-05-01]. DOI 10.17221/1361-CJFS. Dostupné na internete: https://www.researchgate.net/publication/279903047_Mushrooms_of_Genus_Pleurotus_as_a_source_of_dietary_fibres_and_glucans_for_food_supplements
 23. SZABOVÁ, E. - URMINSKÁ, D. - POLÁKOVÁ, A., 2010. Beta-glukány, významné polysacharidy hlivy ustricovitej (*Pleurotus ostreatus*) = Beta-glucans: important polysaccharides of *Pleurotus ostreatus*. s. 107-108. In: Potravinarstvo. -- ISSN 1338-0230. -- ISSN 1337-0960. -- Roč. 4, mimoriadne č. (2010), s. 509-515. [cit. 2023-03-15]. Dostupné na internete: https://www.potravinarstvo.com/dokumenty/mc_februar_2010/pdf/5/Szabova.pdf

-
24. TAGKOULI, D. - KALIORA, A. - BEKIARIS, G. - KOUTROTSIOS, G. - CHRISTEA, M. - ZERVAKIS, G. I. - KALOGEROPOULOS, N., 2020. Free Amino Acids in Three *Pleurotus* Species Cultivated on Agricultural and Agro-Industrial By-Products. *Molecules*. Online. 23. január 2020. Vol. 25, no. 17, p. 4015. [cit. 2023-03-15]. DOI 10.3390/molecules25174015. Dostupné na internete: <https://www.mdpi.com/1420-3049/25/17/4015>
 25. TAMURA, K. - DEJEAN, G. - VAN PETEGEM, Filip - BRUMER, Harry, 2021. Distinct protein architectures mediate species-specific beta-glucan binding and metabolism in the human gut microbiota. *Journal of Biological Chemistry*. Online. Vol. 296, p. 100415. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.jbc.2021.100415. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33587952/>
 26. VAN STEENWIJK, H. P. - BAST, A. - DE BOER, A., 2021. Immunomodulating Effects of Fungal Beta-Glucans: From Traditional Use to Medicine. *Nutrients*. Online. Vol. 13, no. 4, p. 1333. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.3390/nu13041333. Dostupné na internete: <https://www.mdpi.com/2072-6643/13/4/1333>
 27. VETTER, J., 2023. The Mushroom Glucans: Molecules of High Biological and Medicinal Importance. *Foods*. Online. Vol. 12, no. 5, p. 1009. [cit. 2023-03-15]. DOI 10.3390/foods12051009. Dostupné na internete: <https://www.mdpi.com/2304-8158/12/5/1009>
 28. ZAKIL A. F., XUAN, L. H.; ZAMAN N. A., NURUL I., SALAHUTHEEN N. A. A. Growth performance and mineral analysis of *Pleurotus ostreatus* from various agricultural wastes mixed with rubber tree sawdust in Malaysia. Online. *Bioresource Technology Reports*. 2022, roč. 17. ISSN 2589014X. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.biteb.2021.100873>. [cit. 2025-05-07].
 29. ZHANG, Y. - LIU, X. - ZHAO, J. - WANG, J. - SONG, Q. - ZHAO, C., 2022. The phagocytic receptors of β -glucan. *International Journal of Biological Macromolecules*. Online. Vol. 205, p. 430–441. [cit. 2023-02-02]. DOI 10.1016/j.ijbiomac.2022.02.111. Dostupné na internete: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/35202631/>

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

Kľúčové slová: amatoxín, amanitín, amatoxínové otravy, ELISA

ÚVOD

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

MATERIÁL A METODIKA

Na vyšetrenie prítomnosti amanitínov používame ELISA KIT pre priame a kvantitatívne stanovenie α -amanitínu a γ -amanitínu v ľudskom sére, plazme a moči od firmy BÜHLMANN, ktorá ho vyrába ako jediná na svete. Je to kompetitívna imunoreakcia polyklonálnej protilátky,

špecifická pre alfa a gama amanitín. Počas prvej inkubácie amanitín prítomný v nariadenej vzorke moča, séra, alebo plazmy, „súťaží“ s biotín-amanitínom (amanitín konjugovaný do biotínu v pufri) o miesto na špecifickej králičej anti-amanitín protilátke. Po premytí je pridaný streptavidín konjugát s chrenovou peroxidázou (enzým), ktorý sa viaže počas druhej inkubácie na komplex amanitín-biotín-protilátka. 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

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

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

VÝSLEDKY A DISKUSIA

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

1. typ – cytopeptidový, cytotoxický

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



Kapučňovka okrovohnedastá
(*Galerina marginata*)
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 kapucňovec (*Conocybe* spp.)

7. typ – gastrointestinálny

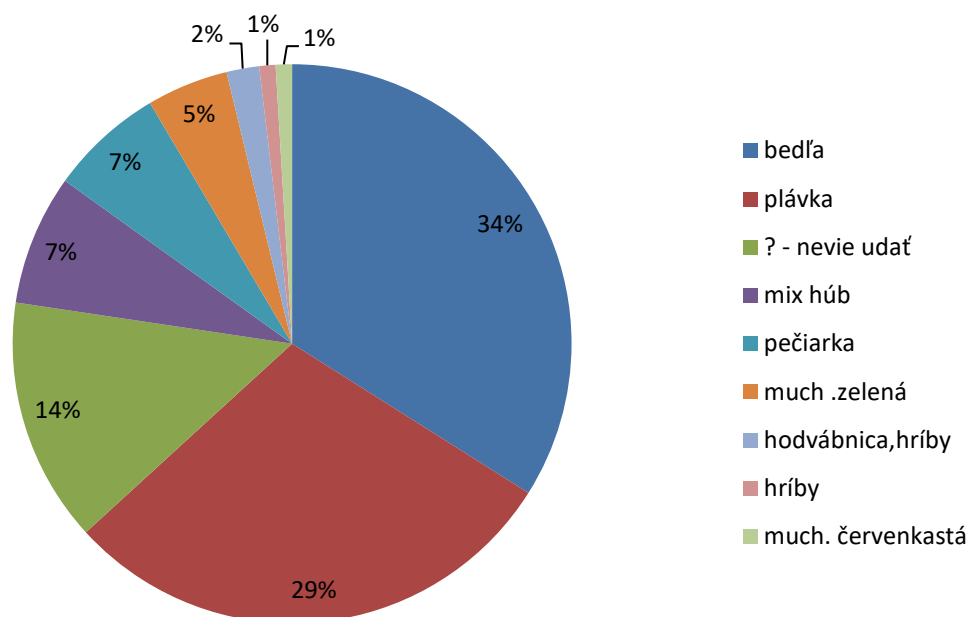
Patria sem pečiariky (*Agaricus*), plávky (*Russula*), niektoré hříby, hodvábnice (*Entoloma*) a čírovky (*Tricholomopsis*).

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	Falolýzíny	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).

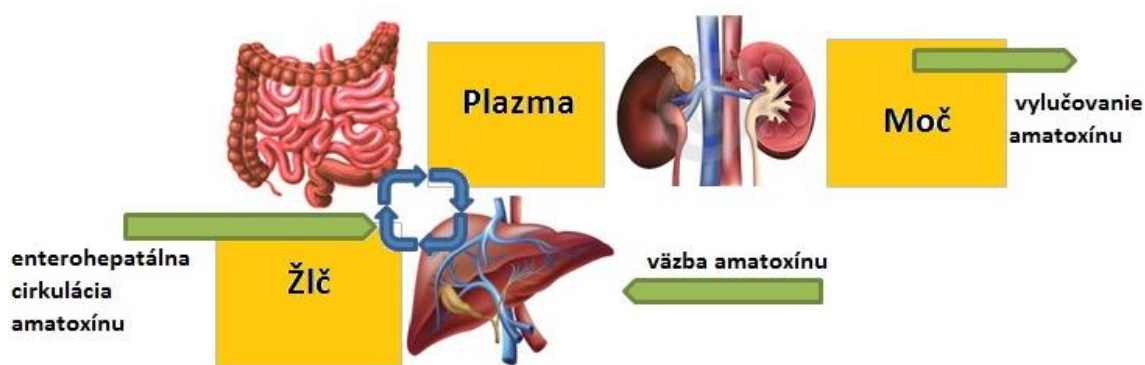
Sú to silné jedy, pričom dávka len 0,1 mg na kg telesnej hmotnosti môže byť smrteľnou dávkou pre dospelých. Požitie 20 – 25 gramov huby sa rovná 5 – 8 mg amatoxínov, čo už

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 47 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 placentárnou bariérou 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 chemický 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 pretrvávajúce amanitínové 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

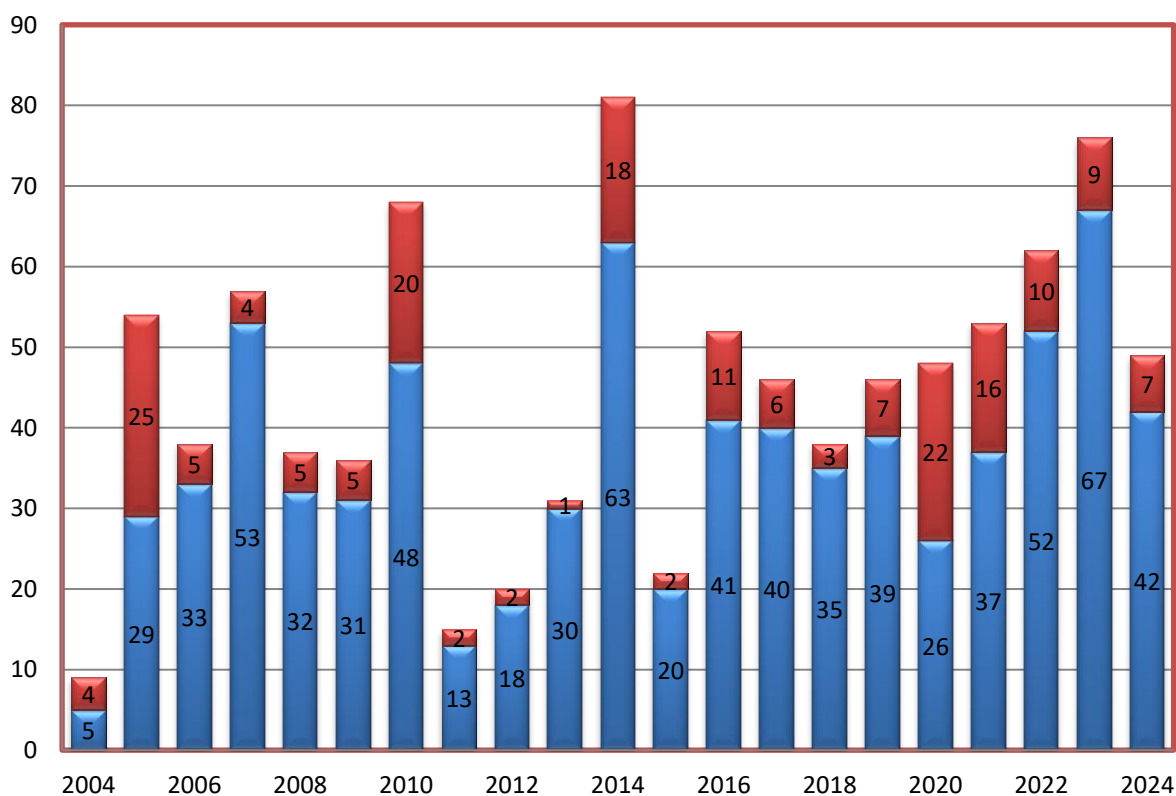
Hodnoty koncentrácie amanitínu nad hodnotu 1,5 ng/ml môžu indikovať intoxikáciu amanitínom (Tabuľka 2). Výrobca doporučuje brať túto hodnotu len ako „vodítko“, keďže koncentrácia amanitínu v moči a v krvi je závislá na čase, v ktorom bol materiál na vyšetrenie od pacienta odoberaný. Na druhej strane, 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 2004-2024

Od roku 2004 do roku 2024 sme v našom biochemickom laboratóriu pri SCN SR vyšetřili 889 pacientov s podozrením na otravu muchotrávkou zelenou, z toho bolo 184 pacientov pozitívnych (Obrázok 3). V rokoch 2004 – 2024 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 2004-2024 (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 2024 sme v našom laboratóriu vyšetrili 938 pacientov s podozrením na intoxikáciu hubami. Z nich sme u 184 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 (Dluholucky, 2022) Rovnako ak je pri liečbe pacienta dodržaný liečebný protokol prof. MUDr. Dluholuckého, CSc., aj smrteľná otrava muchotrávkou zelenou sa stáva otravou, kedy pacient prežíva s minimálnym poškodením organizmu, čo je aj 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.

<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., Tímová, 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 patogenezi 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

TAJOMSTVÁ KORALOVCA JEŽOVITÉHO (*HERICIUM ERINACEUS*): KULTIVÁCIA, LIEČIVÝ POTENCIÁL A LOKÁLNA PRODUKCIA

CYPRICHOVÁ, V.^{1,2} – HARIŠ, J.¹ – RADOŠOVSKÝ, L.¹

¹Drž Hubu! o.z., Račianska 1575/78, 831 02 Bratislava. Slovenská republika

²Ústav laboratórneho výskumu geomateriálov, Prírodovedecká Fakulta, Univerzita Komenského v Bratislave, Mlynská dolina, Ilkovičova 6, 84215 Bratislava, Slovenská republika.

Abstrakt: Korálovec ježovitý (*Hericiium erinaceus*) je jedlá a liečivá huba známa najmä pre svoj neuroregeneračný potenciál, vďaka bioaktívnym látkam ako erinacíny a hericenóny. V tejto práci sme sa zamerali na izoláciu čistej kultúry z plodnice vyrastenej vo vonkajších podmienkach, prípravu hubovej sadby a jej využitie pri pestovaní v kontrolovanom prostredí hubovej farmy. Výsledky poukazujú na úspešnú kultiváciu aj mimo komerčných kmeňov, s potenciálom vyššieho obsahu účinných látok. Táto štúdia zároveň potvrdzuje možnosť udržateľného mestského pestovania korálovca a otvára priestor pre ďalší výskum zameraný na porovnanie kvality rôznych izolátov.

Kľúčové slová: korálovec ježovitý, podhubie, vertikálna farma, pestovanie

ÚVOD

Korálovec ježovitý (*Hericiium erinaceus*) je jedlá, na Slovensku zákonom chránená huba. Ide o drevorozkladajúcu, saprofitickú hubu, ktorú je možné pestovať v umelých podmienkach napríklad na vertikálnej hubovej farme, ale aj v exteriéri na dubových alebo bukových kládkoch (Grace & Mudge, 2015). Vo voľnej prírode sa na Slovensku vyskytuje najmä na jeseň od konca augusta do novembra a rastie prevažne na tvrdom dreve ako je dub (*Quercus*), buk (*Fagus*) a brest (*Ulmus*) (Kunca & Čiliak, 2017).

Korálovec ježovitý patrí do triedy bazídiových húb (Agaricomycetes) a čeľade Hericiaceae (Liu et al., 2015). Prirodzene sa vyskytuje v Európe a Amerike, zatiaľ čo v Ázii prevláda jeho umelé pestovanie. Medzi veľmi podobne vyzerajúce a zriedkavejšie druhy patrí korálovec americký (*H. americanum*) a korálovec jedľový (*H. alpestre*; *H. flagellum*). Bežne sa na Slovensku v listnatých lesoch vyskytuje korálovec bukový (*H. coealloides*). Všetky druhy rodu *Hericiium*, vytvárajú viac alebo menej guľovité biele atypické plodnice, pokryté kaskádovitými trňmi smerujúcimi nadol.

Okrem toho, že sú tieto huby jedlé a veľmi chutné, preukázali sa aj ich liečivé účinky. Vďaka týmto vlastnostiam sa stali obľúbené nielen medzi hubármi, ale aj ľuďmi ktorí bežne nekonzumujú huby. Korálovec ježovitý, na rozdiel od ostatných druhov, obsahuje látku - erinacín A, ktorý je potvrdené, že prispieva k regenerácii neurónov a zvýšeniu NGF (nervového rastového faktora) v mozgu a vykazuje aj protirakovinové účinky (Prasher et al., 2023; Qiu et al., 2024). Bioaktívne molekuly obsiahnuté v korálovcovi ako sú erinacíny a hericenóny, stimulujú expresiu neurotrofických faktorov vrátane NGF, ktorých hladina býva u ľudí s depresívnymu poruchami znížená. To

naznačuje, že účinok korálovca na zlepšenie nálady môže byť sprostredkovaný práve cez zvýšenie produkcie NGF (Ryu et al., 2018; Wiener et al., 2015). V tradičnej čínskej medicíne (TCM) sa korálovec využíva ako antioxidant, antimikrobiálne aj protirakovinovo pôsobiaca huba. Nedávne výskumy poukazujú aj na jeho neuroprotektívne a neuroregeneratívne vlastnosti (Khan et al., 2013).

Hlavné bioaktívne látky tejto huby – špecifické polysacharidy, terpenoidy, fenoly, steroly a alkaloidy – sa nachádzajú predovšetkým v plodniciach, pričom niektoré z nich sú prítomné aj v podhubí (Qiu et al., 2024). O *H. erinaceus* je známe, že pomáha regulovať synaptickú plasticitu v mozgu (napr. zvyšovať hladiny BDNF), a tým podporuje procesy učenia a konsolidácie pamäti. Súčasné klinické štúdie a výskumy popisujú, že užívanie tejto huby zlepšuje kognitívne funkcie a náladu pri systematickom užívaní 1,8g sušenej huby počas 28 dní (Docherty et al., 2023).

Komerčné pestovanie korálovca je v Európe stále menej rozšírené než v Číne či Japonsku. Ani tam však nepatrí medzi dominantné druhy, ako napríklad shiitake, hľiva alebo šampiňón. V posledných rokoch však záujem o pestovanie *H. erinaceus* rastie, predovšetkým kvôli jeho využitiu pri výrobe funkčných potravín a doplnkov stravy. Spotrebitelia ho často užívajú vo forme sušenej huby, prášku, tabliet alebo ako výživový doplnok vo forme tinktúr a extraktov (Rossi et al., 2018).

V Bratislave sa táto výnimočná huba pestuje aj na vertikálnej hubovej farme s názvom „Drž Hubu!“, kde sa mesačne vyprodukuje približne 100 kg čerstvých plodníc. Vďaka tomu je možné získať čerstvý korálovec ježovitý na konzumáciu alebo ďalšie spracovanie aj v rámci hlavného mesta a jeho okolia. Pestuje sa na zmesi bukových pilín, obohatených o mláto z varenia piva alebo sójové otruby a sádrovec. Pestované sú komerčne dostupné kmene vyšľachtené na pestovanie v interiéri – pri štandardných podmienkach ako vlhkosť 80 %, denné svetlo, čerstvý vzduch a teplota 18–25 °C.

Napriek tomu, že pestovanie korálovca ježovitého je technicky pomerne jednoduché, často dochádza k degradácii kultúry a zníženiu výnosov. V rámci nášho výskumu a článku sme sa preto zamerali na osvojenie si metódy získavania čistej kultúry z plodníc korálovca, ktoré vyrástli na vyplodených substrátoch v záhrade v septembri 2024 a majú potenciál obsahovať vyššiu dávku erinacínu A (M. Liu et al., 2024).

MATERIÁL A METODIKA

Izolácia a iniciácia kultúry korálovca prebehla tak, že najprv bol odobratý kúsok plodnice nájdený na vyplodenom substráte korálovca v záhrade areálu Novej Cvernovky v Bratislave (Obrázok 1). Tento korálovec ježovitý vyrástol v septembri 2024.

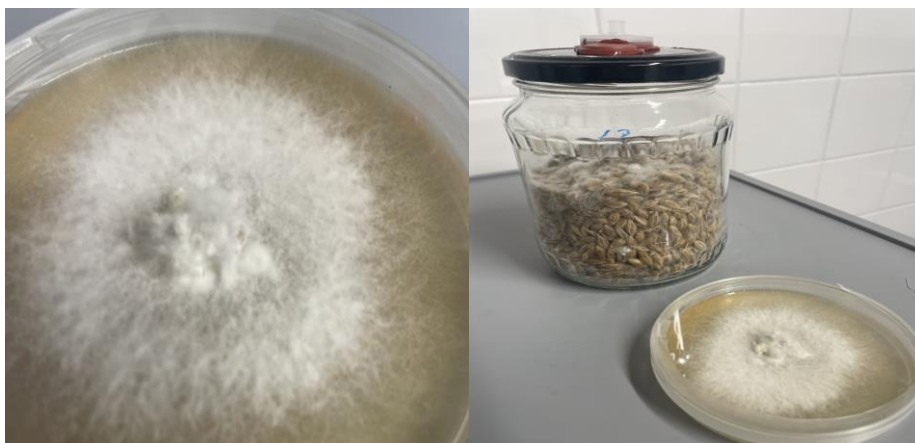
Po očistení bola plodnica rozdelená pred HEPA filtrom, aby sa odhalilo vnútorné tkanivo. Sterilným skalpelom sa následne odobral malý kúsok tkaniva z aseptickú časti plodnice. Tento kúsok tkaniva sa umiestnil na Petriho misku obsahujúcu zemiakový dextrózový agar (PDA) a nechal sa rásť pri teplote približne 25 °C počas 10 dní (Obrázok 2). Boli vykonané tri preočkovania – z okraja rastúcej kolónie sa odobral kúsok kolonizovaného agaru a preniesol na novú misku. Ak sa po najmenej troch po sebe nasledujúcich týždňových prenosoch neobjavila žiadna kontaminácia, izolát sa považoval za čistý. Čistý izolát bol následne prenesený na šikmý agar na dlhodobé uskladnenie. Po izolácii sa kultúra udržiavala na PDA (HiMedia, Mumbai, India) s kvasničným extraktom (2 g/l).

Hubová sadba je materiál, zvyčajne nejaká obilnina, ktorý sa používa na naočkovanie substrátu, na ktorom sa majú huby pestovať (Obr.2). Sadba pozostáva z mycélia húb (nie zo spór) rastúceho na sterilizovanom obilí, pilinách, drevených kolíkoch alebo drevnej štiepke.



Obrázok 1 Koralovec ježovitý na vyplodenom substráte v záhrade

Pri tomto pokuse sa sadba pripravovala v pohároch s objemom 700 ml s mikropórovitou priedušnou náplastou - uzáverom. Hubová sadba pozostáva z organického zrna raže, sadrovca a vody. Zmes sa nechala odstáť cez noc (12 - 24 h), aby zrno mohlo absorbovať vodu. Fľaše so zrnom sa 150 minút sterilizovali v autokláve pri teplote 121 °C a tlaku 1 atm. a nechali sa cez noc vychladnúť, kým sa nasledujúci deň naočkovali. To sa vykonalo pridaním približne 1/4 kolonizovaného PDA z 90 mm platne do každej fľaše. Pred prenesením sa agarová platňa rozrezala sterilným skalpelom na menšie kúsky, aby sa zabezpečilo premiešanie v celom zrne. Fľaše so sadbou sa uzavreli, pretrepali, aby sa premiešali, a nechali sa tri týždne kolonizovať zrno.



Obrázok 2 Podhubie koralovca ježovitého na petriho miske s PDA agarom (vľavo) a sadba koralovca ježovitého s podhubím na raži (vpravo)

Nakoniec sa hubová sadba použila na naočkovanie troch substrátov, ktoré sú zmesou bukových a dubových pilín, mláta z varenia piva, sadrovca a vody. Od zimy 2024 sa tento cyklus opakuje až do súčasnosti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Ako už bolo opísané, plodnice *Hericium* sú atypické, pretože sa morfológicky líšia od hríbovitého tvaru typického pre väčšinu ostatných bazídiomycét. V súčasnosti sa nám na hubovej farme darí kontinuálne pestovať koralovec ježovitý. Jeho morfológia sa mierne líši od koralovca ježovitého, ktorý rastie vo vonkajších podmienkach (Obrázok 3). Pestovanie húb vo in vitro, si vyžaduje dosiahnutie ideálnych podmienok pre plodenie, ktoré sú špecificky charakterizované pre rôzne druhy bežne pestovaných húb. 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. Korálovec ježovitý obľubuje teploty plodenia od 18-21 °C a vlhkosť okolo 75 %. V budúcnosti bude potrebný ďalší výskum zameraný na analýzu obsahu erinacínu A a jeho porovnanie medzi viacerými izolátmi jednotlivých druhov, zozbieranými z rôznych lokalít a od rôznych dodávateľov. Napriek tomu bol dosiahnutý dôležitý cieľ tejto štúdie – porovnať komerčne dostupný kmeň s plodnicami pestovanými vonku.



Obrázok 3 Plodnice koralovca ježovitého na hubovej farme Drž Hubu!, vypestované z klonu „vonkajšieho“ koralovca.

ZÁVER

Náš pokus ukázal, že koralovec ježovitý sa dá úspešne pestovať aj v mestských podmienkach a izolovať z plodníc rastúcich vo vonkajšom prostredí. Tieto izoláty/klony môžu mať potenciálne vyšší obsah účinných látok ako bežné komerčné kmene a sú pre naše klimatické podmienky prispôbené. Pestovanie v kontrolovaných podmienkach sa ukázalo ako efektívne a udržateľné. Do budúcnosti odporúčame zamerať sa na porovnanie bioaktívnych látok medzi rôznymi druhmi

koráľovcami získanými z ich prirodzeného prostredia, čo by mohlo prispieť k vývoju kvalitnejších funkčných potravín.

LITERATÚRA

1. Docherty, S., Doughty, F. L., & Smith, E. F. (2023). The Acute and Chronic Effects of Lion's Mane Mushroom Supplementation on Cognitive Function, Stress and Mood in Young Adults: A Double-Blind, Parallel Groups, Pilot Study. *Nutrients*, 15(22). <https://doi.org/10.3390/nu15224842>
2. Grace, J., & Mudge, K. W. (2015). Production of *Herichium* sp. (Lion's Mane) mushrooms on totem logs in a forest farming system. *Agroforestry Systems*, 89(3), 549–556. <https://doi.org/10.1007/s10457-015-9790-1>
3. Khan, Md. A., Tania, M., Liu, R., & Rahman, M. M. (2013). *Herichium erinaceus*: an edible mushroom with medicinal values. 10(1), 253–258. <https://doi.org/doi:10.1515/jcim-2013-0001>
4. Kunca, V., & Čiliak, M. (2017). Dataset on records of *Herichium erinaceus* in Slovakia. *Data in Brief*, 12, 156–160. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.dib.2017.02.056>
5. Liu, M., Liu, L., Song, X., Zhou, Y., Peng, Y., Xie, C., & Gong, W. (2024). Isolation and Evaluation of Erinacine A Contents in Mycelia of *Herichium erinaceus* Strains. *Foods*, 13(11). <https://doi.org/10.3390/foods13111649>
6. Liu, Z., Wang, Q., Cui, J., Wang, L., Xiong, L., Wang, W., Li, D., Liu, N., Wu, Y., & Mao, C. (2015). Systemic Screening of Strains of the Lion's Mane Medicinal Mushroom *Herichium erinaceus* (Higher Basidiomycetes) and Its Protective Effects on Aβ₄₂-Triggered Neurotoxicity in PC12 Cells. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 17(3), 219–229.
7. Prasher, P., Sharma, M., Sharma, A. K., Sharifi-Rad, J., Calina, D., Hano, C., & Cho, W. C. (2023). Key oncologic pathways inhibited by Erinacine A: A perspective for its development as an anticancer molecule. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 160, 114332. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.biopha.2023.114332>
8. Qiu, Y., Lin, G., Liu, W., Zhang, F., Linhardt, R. J., Wang, X., & Zhang, A. (2024). Bioactive substances in *Herichium erinaceus* and their biological properties: a review. *Food Science and Human Wellness*, 13(4), 1825–1844. <https://doi.org/https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250152>
9. Rossi, P., Cesaroni, V., Brandalise, F., Occhinegro, A., Ratto, D., Perrucci, F., Lanaia, V., Girometta, C., Orrù, G., & Savino, E. (2018). Dietary Supplementation of Lion's Mane Medicinal Mushroom, *Herichium erinaceus* (Agaricomycetes), and Spatial Memory in Wild-Type Mice. *International Journal of Medicinal Mushrooms*, 20(5), 485–494.
10. Ryu, S., Kim, H. G., Kim, J. Y., Kim, S. Y., & Cho, K.-O. (2018). *Herichium erinaceus* extract reduces anxiety and depressive behaviors by promoting hippocampal neurogenesis in the adult mouse brain. *Journal of Medicinal Food*, 21(2), 174–180.
11. Wiener, C. D., de Mello Ferreira, S., Pedrotti Moreira, F., Bittencourt, G., de Oliveira, J. F., Lopez Molina, M., Jansen, K., de Mattos Souza, L. D., Rizzato Lara, D., Portela, L. V., da Silva, R. A., & Oses, J. P. (2015). Serum levels of nerve growth factor (NGF) in patients with major depression disorder and suicide risk. *Journal of Affective Disorders*, 184, 245–248. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jad.2015.05.067>

MIKROSKOPICKÉ HUBY A POTRAVINY

BARBORÁKOVÁ, Z. – TANČINOVÁ, D. – MAŠKOVÁ, Z.

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

Abstrakt: Mikroskopické huby - mikromycéty („plesne“) a kvasinky, zohrávajú v oblasti potravinárstva dvojité úlohy. Na jednej strane predstavujú vážne hygienické a bezpečnostné riziko, pretože mnohé druhy sú schopné spôsobovať skazu potravín a niektoré vláknité huby sú schopné produkovať toxické sekundárne metabolity, tzv. mykotoxíny. Na druhej strane sa mnohé mikroskopické huby využívajú v potravinárstve pri výrobe tradičných aj inovatívnych potravín. Cieľom tohto príspevku je predstaviť základné skupiny mikroskopických húb, ich význam v potravinách, pozitívne využitie v technológii, ako aj riziká, ktoré predstavujú pre bezpečnosť potravín a zdravie spotrebiteľov.

Kľúčové slová: mikromycéty, kvasinky, potraviny

ÚVOD

Huby sú eukaryotické heterotrofné organizmy, ktoré získavajú živiny absorpciou rozložených organických látok z prostredia, podobne ako živočíchy, vrátane človeka (Carlile a Watkinson, 1995). Heterotrofná výživa môže byť dosiahnutá saprotrófnym, parazitickým alebo symbiotickým spôsobom (Crous a kol., 2009).

Huby zohrávajú dôležitú úlohu v kolobe látok a poskytujú ľuďstvu trvalý úžitok. Majú veľkú ekonomickú hodnotu a po stáročia sa využívajú priemyselne a komerčne, najmä ich význam v medicíne a potravinárstve je dobre známy. Majú pozitívnu, ale i negatívnu úlohu v poľnohospodárstve, ale i v potravinárstve. Hoci sú zodpovedné za recykláciu živín v pôde, úrodnosť pôdy a symbiotické asociácie, spôsobujú škody v dôsledku hubových chorôb mnohých rastlín (Charya a kol., 2015).

Ríša Fungi zahŕňa niektoré z najdôležitejších eukaryotických organizmov (Alexopoulos a kol., 1996). Do tejto ríše patria aj mikroorganizmy - kvasinky a mikroskopické vláknité huby („plesne“), ktoré sa označujú spoločným názvom mikroskopické huby (Charya a kol., 2015).

Mikroskopické vláknité huby

Hlavným rezervoárom vláknitých húb je pôda, z ktorej sa dostávajú do vzduchu, na organický materiál a iné substráty. Ich prísne aeróbná povaha spolu s enzýmovým vybavením umožňuje mikromycétam kontaminovať najrôznejší organický materiál, vrátane kože, tkanín, papiera, syntetických farbív, niektorých plastov a potravín. Pretože majú schopnosť využívať vzdušnú vlhkosť a viazanú vodu, kontaminujú najmä materiály uložené vo vlhkom prostredí a tým spôsobujú veľké straty. Existujú však aj mikromycéty, ktoré sú schopné znehodnocovať substráty s nízkym obsahom dostupnej vody a nízkym pH, čo im umožňuje uplatniť sa tam, kde väčšina baktérií toho

už nie je schopná. Niektoré mikromycéty rastú i pri veľmi nízkych teplotách a spôsobujú straty pri dlhodobom skladovaní potravín v chlade (napr. mäsa, masla, vajec) (Šilhánková, 2008). Z hľadiska kazení potravín sú zygomycéty (huby oddelenia Mucoromycota) a askomycéty (huby oddelenia Ascomycota) najdôležitejšími hubami (Moss, 2006).

Pozitívny význam

Vláknité huby zohrávajú v prírode kľúčovú úlohu tým, že rozkladajú organický materiál. Polyméry v organickom materiáli, ako je (hemi)celulóza a škrob, sa musia najprv rozložiť na malé molekuly, až potom sa môžu využiť ako zdroj energie a uhlíka. Na tento účel huby vylučujú širokú škálu a veľké množstvo enzýmov. Okrem toho huby vylučujú primárne a sekundárne metabolity - kyseliny a antimikrobiálne zlúčeniny. Organické kyseliny fungujú aj pri uvoľňovaní živín pre rast húb. Rozpúšťajú pôdne minerály a môžu sa podieľať na degradácii celulózy (Liaud a kol., 2014). Organické kyseliny vylučujú tiež s cieľom znížiť pH prostredia, čím podporujú rast húb a inhibujú rast baktérií (Wösten, 2019).

Vláknité huby sa už viac ako storočie používajú ako univerzálne a vysoko produktívne bunkové továrne. Používajú sa na výrobu enzýmov a malých molekúl, ako sú antibiotiká a organické kyseliny. Vlákňité huby sa v súčasnosti skúmajú v súvislosti s výrobou udržateľných materiálov, ktoré môžu nahradiť plasty (Wösten, 2019). Hubové enzýmy (napr. amylázy, proteázy, pektinázy, celuláza) sa využívajú pri výrobe potravín a krmív, celulózy a papiera, textilu, detergentov, nápojov a biopalív (Meyer a kol., 2016). Kyselina citrónová sa komerčne vyrába už takmer sto rokov s použitím kmeňov druhu *Aspergillus niger*. Ďalšie organické kyseliny mikromycét, ktoré sú predmetom priemyselného záujmu, sú napr. kyselina glukónová, kojová a itakónová (Kubicek, 2011). Vlákňité huby majú rozsiahly a značne nepreskúmaný sekundárny metabolóm a sú bohaté na bioaktívne molekuly, ktoré môžu byť potenciálnymi novými antimikrobiálnymi liečivami. Ich produkcia môže byť náročná, pretože súvisiace biosyntetické dráhy nemusia byť za štandardných kultivačných podmienok aktívne. Nové techniky zahŕňajúce metabolické a genetické inžinierstvo môžu pomôcť zvýšiť produkciu antibiotík mikromycétami. Mnohé dnes využívané antibiotiká sú metabolitmi vláknitých húb, napr. penicilíny, cefalosporíny, pleuromutulín a jeho deriváty, enniatíny (fusafungín), kyselina fusidová a iné (Correia a kol., 2023; Dobie a Gray, 2004).

Mykoproteín je potravinu, ktorú spoločnosť Quorn Foods vyrába z mycélia askomycétny huby *Fusarium venenatum* zbaveného RNA. Používa sa na výrobu radu bezmäsitých potravín s rôznymi výživovými a environmentálnymi výhodami, je obľúbený medzi vegetariánmi a vegánmi (Whittaker a kol., 2020).

Niektoré vláknité huby sa používajú aj na výrobu farbív, ktoré sa využívajú v potravinárstve. Potravinárske farbivá sú pigmenty alebo farbivá pridávané do potravín na zachovanie, zintenzívnenie alebo pridanie farby do potravín. Hoci pôvodnými prírodnými zdrojmi potravinárskych farbív boli rastliny a živočíchy, tieto zdroje sa stali nedostatočnými v dôsledku zvýšeného dopytu. To viedlo k používaniu syntetických farbív, z ktorých niektoré majú škodlivé účinky na človeka. Vlákňité huby sú dobrým zdrojom farbív, pretože sú schopné syntetizovať veľké množstvá pigmentov s rôznym sfarbením (Ogbonna, 2016), napr. karotenoidy, melaníny, azafilóny, antrachinóny, flavíny, fenazíny, chinóny (Dufossé, 2008). Na výrobu farbív sa používajú rôzne rody vláknitých húb, najmä *Monascus*, *Penicillium*, *Talaromyces* a *Fusarium*. Niektoré hubové pigmenty

majú aj antimikrobiálne, antioxidačné a cholesterol znižujúce účinky. Niektoré huby však produkujú pigmenty spolu s mykotoxínmi, ako je citrinín. Preto je potrebné vybrať kmene húb, ktoré neprodukujú citrinín, alebo použiť kultivačné podmienky, ktoré obmedzujú biosyntézu tohto mykotoxínu (Ogbonna, 2016).

Vláknité huby zohrávajú dôležitú úlohu pri výrobe rôznych druhov syrov. Najznámejšie sú modré syry, ako napríklad Roquefort alebo Gorgonzola, v ktorých je hlavnou hubou *Penicillium roqueforti*, a plesňové mäkké syry, napr. Camembert alebo Brie, pri výrobe ktorých sa využíva *Penicillium camemberti*. S niektorými druhmi syrov sú spojené aj iné vláknité huby, najmä *Mucor* spp., *Trichothecium roseum* a *Fusarium domesticum* v syre Saint Nectaire, *Sporendonema casei* v syroch Cantal, Salers a Rodez, druhy rodu *Scopulariopsis* v rôznych francúzskych a rakúskych syroch a druhy *Mucor mucedo* a *Mucor racemosus* v tradičnom nórskom syre Gamalost. Tieto huby sú buď využívané ako štartovacia kultúra, alebo vystupujú v zmiešaných kultúrach počas spontánnej fermentácie (Metin, 2018). Dve dobre známe hubové kultúry, *Penicillium camemberti* a *Penicillium roqueforti* (Obrázok 1), ktoré ovplyvňujú vzhľad, štruktúru a vývoji chuti plesňových syrov, sú tiež známe svojou schopnosťou produkovať niekoľko mykotoxínov. *P. camemberti* môže produkovať kyselinu cyklopiazonovú, zatiaľ čo *P. roqueforti* môže produkovať rofortín C a kyselinu mykofenolovú. Tieto metabolity však vykazujú nižšiu toxicitu a v syroch sú prítomné v nízkych množstvách (Hymery a kol., 2014).



Obrázok 1 Mikromycéta *Penicillium roqueforti*

Foto: Tančinová a kol., 2021

Vláknité huby a kvasinky môžu rásť a kolonizovať povrch fermentovaných klobás a salám (Palavecino a kol., 2021), pričom kvasinky boli zistené skôr vo vnútri výrobkov (Toldrá, 2007). Huby sa pozitívne podieľajú pri výrobe klobás prostredníctvom proteolýzy a lipolýzy a ovplyvňujú arómu výrobkov. Zlúčeniny vznikajúce pri glykolýze, proteolýze, lipolýze a oxidácii lipidov (napr. organické kyseliny, peptidy, aminokyseliny, mastné kyseliny) prispievajú k charakteristickej chuti a štruktúre fermentovaného mäsa (Hammes, 1995). Okrem toho ovplyvňujú pH, zabraňujú nadmernému vysušovaniu výrobku a inhibujú rast nežiaducich mikroorganizmov (Piotrowska, 2021). Na druhej strane niektoré huby majú negatívne účinky, spôsobujú zmenu senzorických vlastností a produkujú nebezpečné sekundárne metabolity (Lozano-Ojalvo a kol., 2015).

Mikromycéty sa využívajú aj pri výrobe fermentovaných potravín, najmä v ázijských krajinách, kde má fermentácia potravín a nápojov dlhú históriu. Medzi hlavné suroviny vhodné na fermentáciu patria obilniny, strukoviny, zelenina, mäso a ryby. Fermentácia sóje pomocou húb *Rhizopus oligosporus* a *Actinomucor elegans*, je tradičnou metódou spracovania sóje, ktorá vedie k výraznému zníženiu obsahu antinutričných látok. Tieto huby produkujú enzýmy, ktoré rozkladajú zložité molekuly, čím zlepšujú stráviteľnosť a biologickú dostupnosť živín (Han a kol., 2001). Fermentovanou potravinou je tempe (indonézska alternatíva mäsa pozostávajúca z varených sójových bôbov fermentovaných *Rhizopus* spp.), červená kojová ryža ang-kak (pigmentovaná zdravotne funkčná zložka pozostávajúca z ryže fermentovanej *Monascus* spp.), furu (koreninová príloha pozostávajúca zo sójového tvarohu fermentovaného a čiastočne rozloženého hubou *Actinomucor elegans*), sójová omáčka (koreninová omáčka vyrobená z pšenice a sójových bôbov fermentovaná hubami *Aspergillus* spp., kvasinkami a baktériami mliečneho kvasenia), saké (ryžové víno fermentované rôznymi mikromycétami a kvasinkami) a iné (Nout a Aidoo, 2011). V ázijských krajinách sa produkty fermentované rodom *Monascus* používajú ako funkčné potraviny už tisíce rokov. Najznámejšia je fermentovaná ryža známa ako ang-kak. Obsahuje mnoho funkčných sekundárnych metabolitov vrátane pigmentov, monakolínu, kyseliny γ -aminomaslovej a kyseliny dimerumovej. Tieto metabolity majú rôznorodé biologické funkcie vrátane antimikrobiálnych, protizápalových, protiobezitných, antidiabetických a protinádorových aktivít a účinkov na znižovanie cholesterolu v plazme a krvného tlaku (Yuan a kol., 2023).

Negatívny význam

Okrem toho, že vlákňité huby dokážu znehodnotiť veľké množstvo komodít a tým spôsobujú značné ekonomické straty, mnohé druhy vyvolávajú u človeka alergie, spôsobujú mykózy (dermatomykózy, onychomykózy) a tiež produkujú toxické sekundárne metabolity známe ako mykotoxíny.

Kontaminácia potravín mykotoxínmi je znepokojivá, pretože tieto chemické zlúčeniny sú zodpovedné za mnohé smrteľné choroby, ako je rakovina a iné chronické ochorenia. Podľa odhadov je 25 % svetových plodín kontaminovaných toxinogénnymi hubami. Mykotoxíny sa stali súčasťou potravinového reťazca. Existuje viac ako 400 zlúčenín známych ako mykotoxíny, pričom niektoré z nich sú legislatívne sledované (Rai a Varma, 2010). Ak sú tieto hubové metabolity prítomné v potravinách v dostatočne vysokých množstvách, môžu mať toxické účinky, od akútnych (napr. rozsiahle poškodenie pečene alebo obličiek) až po chronické (napr. rakovina pečene), mutagénne, a teratogénne, spôsobujú podráždenia kože, imunosupresiu, vrodené chyby, neurotoxicitu a smrť (ICMSF 1996). Existuje päť mykotoxínov alebo skupín mykotoxínov, ktoré sa pomerne často vyskytujú v potravinách: deoxynivalenol/nivalenol, zearalenón, ochratoxíny, fumonizíny a aflatoxíny (Tola a Kebede, 2016). Aflatoxíny môžu byť prítomné v mlieku dojnic, mäse ošúpaných alebo slepačích vajciach, ak zvieratá skonzumujú krmivo kontaminované aflatoxínmi. Aflatoxín B₁ je najtoxickjší (Rushing a Selim, 2019). Aflatoxíny sú silné karcinogény a v spojení s vírusom hepatitídy B sú zodpovedné za tisíce ľudských úmrtí ročne, väčšinou v nepriemyselných krajinách tropického pásma. Ochratoxín A je pravdepodobný karcinogén a u ľudí môže spôsobiť rakovinu močových ciest a poškodenie obličiek. Fumonizíny sú zrejme príčinou rakoviny pažeráka najmä v

južnej Afrike a v niektorých častiach Číny. Trichotecény sú silne imunosupresívne a zearalenón má estrogénne účinky u zvierat a ľudí (Pitt, 2000).

Ochorenia (mykotoxikózy) spôsobené mykotoxínmi sú pomerne rozmanité a postihujú množstvo vnímavých druhov zvierat a ľudí. Väčšina týchto ochorení sa vyskytuje po konzumácii mykotoxínmi kontaminovaného obilia alebo výrobkov vyrobených z takéhoto obilia, ale existujú aj iné spôsoby expozície – cez dýchaciu sústavu či pokožku (Richard, 2007).

Medzi mikroskopické vlákňité huby patria aj pôvodcovia rôznych ochorení rastlín, napr. múčnatky, fuzariá, hrdze (napr. rody *Puccinia*, *Gymnosporangium*), snete (rody *Ustilago*, *Tilletia*), rakovinovec zemiakový (*Synchytrium endobioticum*) a pod. (Tančinová a Mašková, 2019).

Kvasinky

Kvasinky sú huby, ktoré sú zvyčajne jednobunkové (Moss, 2006) a bezpochyby sú mikroorganizmy, ktoré sa najviac využívajú na komerčné účely (Stewart a Russell, 1998). Mnohé kmene kvasiniek sa používajú ako štartovacie kultúry na priemyselnú výrobu potravín. Majú významný vplyv na kvalitu potravín tým, že zlepšujú chuť, vôňu, štruktúru, výživové hodnoty, znižujú antinutričné faktory a zlepšujú funkčnosť potravín (Rai a Jevaram, 2017). Kvasinky sú tiež súčasťou tráviacej mikrocenózy človeka, napr. rody *Saccharomyces*, *Malassezia* a *Candida* (Nash a kol., 2017).

Pozitívny význam

Kvasinky sa využívajú v mnohých priemyselných odvetviach vrátane pivovarníctva, vinárstva, pekárstva, destilácie, biochemických a medicínskych procesov (Stewart a Russell, 1998). Mnohí mikrobiológovia a technológovia v oblasti fermentácie, resp. potravinárstva používajú pojem „kvasinky“ ako synonymum pre *Saccharomyces cerevisiae*. Hoci tento druh kvasiniek má rozhodujúci hospodársky a biochemický význam a väčšina výskumu kvasiniek sa uskutočnila na ňom, existuje mnoho ďalších druhov kvasiniek, ktoré ponúkajú potenciálne výhody pre technologické aplikácie a experimentálne štúdie (Stewart, 2002).

Okrem výroby vína, piva a pekárstva (droždie, ražný kvas), kvasinky zohrávajú dôležitú úlohu pri výrobe takmer všetkých tradične zrejúcich syrov. Kvasinky, ktoré sú prítomné v surovom mlieku, ako aj v prostredí, ľahko kolonizujú povrch mladých syrov a spolu s ďalšími mikroorganizmami vytvárajú komplexný biofilm. Týmto spôsobom sa významne podieľajú na chuti a typickom vzhľade syrov. Kvasinky môžu byť tiež dôležitou súčasťou hubového spoločenstva plesňových zrejúcich syrov. Niektoré kvasinky sú schopné rásť vo vnútri syra a produkovať etanol a oxid uhličitý v počiatočnej fáze výroby. To je dôležité najmä pri kyslomliečnych syroch, ako sú nemecký Harzer a české Olomoucké tvarůžky. Komerčné kultúry kvasiniek sa pri výrobe syrov používajú už mnoho desaťročí, napríklad kmene *Geotrichum candidum* (Obrázok 2), ako aj kultúry obsahujúce kvasinky *Debaryomyces hansenii*. Kvasinky však môžu spôsobiť aj kazenie syra. Medzi chyby syra spôsobené kvasinkami patrí nepríjemná chuť, nežiaduca tvorba ôk a hnedé zafarbenie syreniny (Fröhlich-Wyder a kol., 2018). Kvasinky sa využívajú aj pri výrobe ďalších fermentovaných mliečnych výrobkov, napr. kefiru a kumysu (Tančinová a kol., 2022).



Obrázok 2 Kvasinka *Geotrichum candidum*

Foto: Tančinová a kol., 2021

Bioetanol je celosvetovo najpoužívanejším biopalivom, pretože významne prispieva k zníženiu spotreby ropy a znečistenia životného prostredia. Môže sa vyrábať z rôznych druhov surovín, ako je sacharóza, škrob, lignocelulózová biomasa a biomasa z rias, prostredníctvom fermentačného procesu. V porovnaní s inými typmi mikroorganizmov sú kvasinky, najmä *Saccharomyces cerevisiae*, bežnými mikroorganizmami používanými pri výrobe etanolu vďaka ich vysokej produktivite, vysokej tolerancii voči etanolu a schopnosti fermentovať širokú škálu cukrov (Azhar, 2017).

Negatívny význam

Niektoré kvasinky sú patogénne pre ľudí, zvieratá a rastliny (Kutty a Philip, 2008). Kvasinka *Taphrina deformans* spôsobuje kučeravosť listov (napr. broskýň), infekciu konárov stromov a ochorenie plodov (najmä sliviek). Druhy rodu *Pneumocystis* spôsobujú smrteľnú pneumocystózu, druhy rodu *Candida* kandidózy vnútorných orgánov a slizníc, ochorenia kože a nechtov, druhy rodu *Malassezia* povrchové kožné infekcie, dermatitídy, ekzémy a lupiny, zástupcovia rodu *Trichosporon* alergie a povrchové i hĺbkové infekcie, nazývané trichosporózy. *Cutaneotrichosporon cutaneum* spôsobuje povrchovú kolonizáciu vlasov nazývanú „biela piedra“. *Cryptococcus neoformans* a *Cryptococcus gattii* sú patogénne pre človeka a sú pôvodcami kryptokokózy. Zdrojom nákazy je najmä trus holubov (Tančinová a Mašková, 2019).

Mnohé kvasinky spôsobujú znehodnotenie potravín a nápojov, vrátane potravín s nízkym pH a nízkou vodnou aktivitou. Napr. kvasinky rodu *Zygosaccharomyces* sú schopné znehodnotiť veľmi sladké potraviny (napr. med, cukrovinky, ovocné koncentráty, sirupy atď.). Kvasinky sa podieľajú tiež na znehodnocovaní alkoholických nápojov, najmä vína. Spôsobujú mnohé choroby vína, najmä birzu (rody *Pichia* a *Candida*), animálne tóny a myšinu vína (rod *Brettanomyces*), zákaly piva a skvasenie mnohých iných potravín (Tančinová a kol., 2022).

ZÁVER

Príspevok predstavuje prehľadový článok zameraný na význam mikroskopických húb – mikromycét a kvasiniek, najmä v oblasti potravinárstva. Mikroskopické huby zohrávajú dvojité úlohu: na jednej strane sú neoceniteľnými pomocníkmi pri výrobe tradičných i moderných potravín vďaka svojej schopnosti produkovať enzýmy, antibiotiká, organické kyseliny, potravinárske farbivá

či pri fermentácii rôznych výrobkov. Na druhej strane však predstavujú vážne hygienické a bezpečnostné riziko v dôsledku schopnosti kontaminovať potraviny a produkovať mykotoxíny (pri mikromycétach), ktoré majú vážne zdravotné dôsledky pre ľudí aj zvieratá. Tento literárny prehľad sumarizuje nielen pozitívne využitie mikroskopických húb v potravinárskej biotechnológii, ale aj riziká spojené s ich výskytom a produkciou toxických metabolitov. Zdôrazňuje potrebu kontrolovaných biotechnologických procesov a dôsledného sledovania potravín, aby sa maximalizovalo využitie prospešných vlastností mikroskopických húb a minimalizovalo ich potenciálne škodlivé pôsobenie na zdravie spotrebiteľov.

LITERATÚRA

1. Alexopoulos, C. J., Mims, C., Blackwell, M. 1996. *Introductory mycology*. 4th edn. New York: K. Wiley & Sons, 868 p. [cit. 2025-04-23].
2. Azhar, S. H. M., Abdulla, R., Jambo, S. A., Marbawi, H., Gansau, J. A., Faik, A. A. M., Rodrigues, K. F. 2017. Yeasts in sustainable bioethanol production: A review. In *Biochemistry and biophysics reports* [online], vol. 10, pp. 52-61. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.bbrep.2017.03.003.
3. Carlile, M. J., Watkinson, S. C. 1995. *The fungi*. London: Academic Press Limited, 482 p. ISBN 0-12-159960-4pb.
4. Correia, J., Borges, A., Simões, M., Simões, L. C. 2023. Beyond Penicillin: the potential of filamentous fungi for drug discovery in the age of antibiotic resistance. In *Antibiotics* [online], vol. 12, no. 8, pp. 1250. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi:10.3390/antibiotics12081250.
5. Crous, P. W., Verkley, G. J. M., Groenewald, J. Z., Samson, R. A. 2009. In *Fungal Biodiversity*. The Netherlands: CBS-KNAW. 269 p. [cit. 2025-04-23]. ISBN 978-90-70351-77-9.
6. Charya, M. S. 2015. Fungi: An overview. In *Plant Biology and Biotechnology: Plant diversity, organization, function and improvement* [online], India: Springer, pp. 197-215. [cit. 2025-04-23].
7. Dobie, D., Gray, J. 2004. Fusidic acid resistance in *Staphylococcus aureus*. In *Archives of disease in childhood* [online], vol. 89, no. 1, pp. 74. [cit. 2025-04-28].
8. Dufosse, L. 2008. Pigments from microalgae and microorganisms: sources of food colorants. In *Food colorants, chemical and functional properties* [online], pp. 399-426. [cit. 2025-04-28].
9. Fröhlich-Wyder, M. T., Arias-Roth, E., Jakob, E. 2019. Cheese yeasts. In *Yeast* [online], vol. 36, no. 3, pp. 129-141. [cit. 2025-04-25]. Dostupné na: doi: 10.1002/yea.3368.
10. Hammes, W. P. 1995. In *Fermented meats*. G. Campbell-Platt, P. E. Cook (Eds.). London, UK: Blackie Academic & Professional. 242 p. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1007/978-1-4615-2163-1. ISBN: 978-1-4615-2163-1.
11. Han, B. Z., Rombouts, F. M., Nout, M. R. 2001. A Chinese fermented soybean food. In *International Journal of Food Microbiology* [online], vol. 65, no. 1-2, pp. 1-10. [cit. 2025-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1016/S0168-1605(00)00523-7
12. Hymery, N., Vasseur, V., Coton, M., Mounier, J., Jany, J. L., Barbier, G., Coton, E. 2014. Filamentous fungi and mycotoxins in cheese: A review. In *Comprehensive reviews in food science and food safety* [online], vol. 13, no. 4, pp. 437-456. [cit. 2025-04-25]. Dostupné na: doi: 10.1111/1541-4337.12069.
13. ICMSF. 1996. Toxigenic fungi: *Aspergillus*. In Roberts T. A, Baird-Parker A. C., Tompkin R. B. (Eds.) *Microorganisms in foods 5: Microbiological specifications of food pathogens*. International Commission on Microbiological Specifications for Foods. London, UK: Blackie Academic and Professional. An Imprint of Chapman & Hall. pp. 347-81. [cit. 2025-04-28].
14. Kubicek, C. P., Punt, P., Visser, J. 2011. *Production of organic acids by filamentous fungi*. Berlin Heidelberg: Springer. pp. 215-234. [cit. 2025-04-28].
15. Kuty, S. N., Philip, R. 2008. Marine yeasts—a review. In *Yeast* [online], vol. 25, no. 7, pp. 465-483. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1002/yea.1599.

16. Liaud, N., Giniés, C., Navarro, D., Fabre, N., Crapart, S., Gimbert, I. H., Sigoillot, J. C. 2014. Exploring fungal biodiversity: organic acid production by 66 strains of filamentous fungi. In *Fungal Biology and Biotechnology* [online], vol. 1, pp. 1-10. [cit. 2025-04-23]. Dostupné na: <http://www.fungalbiolbiotech.com/content/1/1/1>
17. Lozano-Ojalvo, D., Rodríguez, A., Cordero, M., Bernáldez, V., Reyes-Prieto, M., Córdoba, J. J. 2015. Characterisation and detection of spoilage mould responsible for black spot in dry-cured fermented sausages. In *Meat science* [online], vol. 100, pp. 283-290. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.meatsci.2014.10.003.
18. Metin, B. 2018. Filamentous fungi in cheese production. In *Microbial cultures and enzymes in dairy technology* [online], pp. 257-275. [cit. 2025-04-25]. Dostupné na: doi: 10.4018/978-1-5225-5363-2.ch014.
19. Meyer, V., Andersen, M. R., Brakhage, A. A., Braus, G. H., Caddick, M. X., Cairns, T. C., Head, R. M. 2016. Current challenges of research on filamentous fungi in relation to human welfare and a sustainable bio-economy: a white paper. In *Fungal biology and biotechnology* [online], vol. 3, pp. 1-17. [cit. 2025-04-25]. Dostupné na: doi: 10.1186/s40694-016-0024-8.
20. Moss, M. O. 2006. General characteristics of moulds. In *Food spoilage microorganisms*, CRC press, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, England. pp. 401-414. [cit. 2025-04-23]. ISBN-13: 978-1-85573-966-6.
21. Nash, A. K., Auchtung, T. A., Wong, M. C., Smith, D. P., Gesell, J. R., Ross, M. C., Petrosino, J. F. 2017. The gut mycobiome of the Human Microbiome Project healthy cohort. In *Microbiome* [online], vol. 5, pp. 1-13. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1186/s40168-017-0373-4.
22. Nout, M. R., Aidoo, K. E. 2011. Asian fungal fermented food. In *Industrial applications* [online], pp. 29-58. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1007/978-3-642-11458-8_2.
23. Ogbonna, C. N. 2016. Production of food colourants by filamentous fungi. In *African Journal of Microbiology Research* [online], vol. 10, no. 26, pp. 960-971. [cit. 2025-04-23]. Dostupné na: doi: 10.5897/AJMR2016.7904.
24. Palavecino Prpich, N. Z., Camprubí, G. E., Cayré, M. E., Castro, M. P. 2021. Indigenous microbiota to leverage traditional dry sausage production. In *International Journal of Food Science* [online], vol. 2021, no. 1, 6696856. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1155/2021/6696856.
25. Piotrowska, M. 2021. Microbiological decontamination of mycotoxins: opportunities and limitations. In *Toxins* [online], vol. 13, no. 11, pp. 819. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.3390/toxins13110819.
26. Pitt, J. I. 2000. Toxigenic fungi and mycotoxins. In *British medical bulletin* [online], vol. 56, no. 1, pp. 184-192. [cit. 2025-04-28]. Dostupné na: doi: 10.1258/0007142001902888.
27. Rai, M., Varma, A. 2010. *Mycotoxins in Food, Feed and Bioweapons*. Verlag Berlin Heidelberg, Germany: Springer. 405 p. [cit. 2025-04-24]. ISBN 978-3-642-42596-7.
28. Rai, A. K., Jeyaram, K. 2017. Role of yeasts in food fermentation. In *Yeast diversity in human welfare* [online], pp. 83-113. [cit. 2025-04-24]. Dostupné na: doi: 10.1007/978-981-10-2621-8_4
29. Rushing, B. R., Selim, M. I. 2019. Aflatoxin B1: A review on metabolism, toxicity, occurrence in food, occupational exposure, and detoxification methods. In *Food and chemical toxicology* [online], vol. 124, pp. 81-100. [cit. 2025-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.fct.2018.11.047.
30. Richard, J. L. 2007. Some major mycotoxins and their mycotoxicoses—An overview. *International journal of food microbiology* [online], vol. 119, no. 1-2, pp. 3-10. [cit. 2025-04-24]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.019.
31. Stewart, G. G., Russell, I. 1998. *An Introduction to Brewing Science & Technology*. Series III. Brewer's Yeast. London: The Institute of Brewing. [cit. 2025-04-28].
32. Stewart, G. G. 2002. Yeast for food and alcohol production. In *Food Essentials Newsletter* [online], vol. 1, no. 2 [cit. 2025-04-28].
33. Tančinová, D., Mašková, Z. 2019. *Mykológia*. Nitra: VES SPU, 181 p. [cit. 2025-04-28]. ISBN 978-80-552-2076-5.
34. Tančinová, D., Barboráková, Z., Mašková, Z. 2021. *Obrazový atlas mikroskopických vláknitých húb*. Nitra: VES SPU, 102 p. [cit. 2025-04-29]. ISBN 978-80-552-2315-5.
35. Tančinová, D., Kačániová, M., Felšöciiová, S., Mašková, Z. 2022. *Mikrobiológia potravín*. Nitra: VES SPU, 239 p. [cit. 2025-04-28]. ISBN 978-80-552-2524-1.

36. Tola, M., Kebede, B. 2016. Occurrence, importance and control of mycotoxins: A review. In *Cogent Food & Agriculture* [online], vol. 2, no. 1, 1191103. [cit. 2025-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1080/23311932.2016.1191103.
37. Toldrá, F. 2007. *Fermented Meat and Poultry*, vol. 422. Oxford, UK: Blackwell Publishing, 555 p. [cit. 2025-04-28]. ISBN 13:978-0-8138-1477-3.
38. Šilhánková, L. 2008. *Mikrobiologie pro potravináře a biotechnology*. Praha: Academia, 363 p. [cit. 2025-04-23]. ISBN 978-80-200-1703-1.
39. Whittaker, J. A., Johnson, R. I., Finnigan, T. J., Avery, S. V., Dyer, P. S. 2020. The biotechnology of quorn mycoprotein: past, present and future challenges. In *Grand challenges in fungal biotechnology* [online], pp. 59-79. [cit. 2025-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1007/978-3-030-29541-7_3.
40. Wösten, H. A. 2019. Filamentous fungi for the production of enzymes, chemicals and materials. In *Current opinion in biotechnology* [online], vol. 59. pp. 65-70. [cit. 2025-04-23]. Dostupné na: doi: 10.1016/j.copbio.2019.02.010.
41. Yuan, X., Gao, S., Tan, Y., Cao, J., Yang, S., Zheng, B. 2023. Production of red yeast rice rich in monacolin K by variable temperature solid fermentation of *Monascus purpureus*. In *RSC advances* [online], vol. 13, no. 39, pp. 27303-27308. [cit. 2025-04-30]. Dostupné na: doi: 10.1039/D3RA04374F

PodĎakovanie: Publikácia vznikla vďaka finančnej podpore Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky, projekt KEGA 030SPU-4/2024 „Inovácia a edukačná podpora predmetu Prediktívna mikrobiológia v potravinárstve“.

AKO A KDE HĽADAŤ HUBY – POTENCIÁLNE VHODNÉ MIESTA A NEVYHNUTNÉ PODMIENKY

KUNCA, V.

Fakulta ekológie a environmentalistiky, Technická univerzita vo Zvolene, T.G. Masaryka 24,
960 01 Zvolen, Slovenská republika

Abstrakt: Hoci je zber húb na Slovensku veľmi populárny, nie vždy je jednoduché nájsť plodnice. V tejto práci sme spracovali prehľad kľúčových, známych faktorov prostredia a typických biotopov u nás najzbieranejších druhov húb. Existencia niektorých druhov húb je často úzko viazaná na niektorý parameter prostredia, často je to stromový partner alebo jeho drevo, príp. určitý stupeň nenarušenosti biotopu. Pri niektorých druhoch húb to však nie je až tak prísne, takže ich môžeme nájsť vo väčšej časti Slovenska, často v širokom výškovom pásme, ktoré môže mať až 1000 metrov. Počas celého roka však netvorí dužinaté, jedlé plodnice žiadny u nás známy druh huby, takže ich produkcia je často zároveň pomerne úzko viazaná na rôzne klimatické parametre. Tieto rôzne parametre je dobre poznať, zvlášť také, ktoré sa rýchlo menia, a preto je ich vhodné pravidelne sledovať na úrovni rôznych zdrojov, hlavne mapových. Uvádzame prehľad často špecifických požiadaviek najznámejších zbieraných druhov a rodov húb pre ich existenciu, resp. tvorbu plodníc na našom území.

Kľúčové slová: jedlé huby, stromy, pôda, teplota, voda

ÚVOD

Zámerom nášho príspevku je vytvoriť prehľad pozorovateľných nárokov húb v krajine vo vzťahu hlavne k tvorbe plodníc, ktoré hubári najviac na Slovensku zbierajú. Nájsť vhodné miesto pre zber plodníc niektorých druhov húb často nie je tak ťažké, zvlášť ak sa takýto nadšenec pohybuje aj po úplne nových, neznámych lokalitách. Tvorba plodníc je však, čím ďalej viac s meniacimi sa podmienkami prostredia, aj ťažšie predpovedateľná. Aj počas podvedome vhodných podmienok pre rast plodníc, hlavne vlhkostných, sa stáva, že tie sa neobjavia, tak sme boli zvyknutí. Častejšie sa objavujúce extrémny, hlavne počasie, zjavne nie ideálne vplývajú na život a fungovanie húb. Je treba si zároveň uvedomiť, že huby, ako takmer všetky iné organizmy, potrebujú na rozmnožovanie (tvorbu plodníc) tiež „pohodu“ a dostatok energie. Veľa hubárov si neuvedomuje, že aj regenerácia podhubia je prirodzenou reakciou po výraznejšej tvorbe plodníc a vyžaduje si určitý čas. Dlhšie obdobia bohaté na zrážky, ktoré sa tiež u nás občas objavujú, tak prirodzene neznamenajú vhodné podmienky na neustálu tvorbu plodníc. Podobne sa to môže odzrkadliť aj v prípade, keď mykorízny partner je v strese, dodáva menej alebo žiadne cukry hube, čo je kľúčové pre väčšinu u nás známych jedlých druhov húb.

MATERIÁL A METODIKA

Väčšina poznatkov prezentovaná v časti Výsledky a diskusia je zhrnutím poznatkov a skúseností, ktoré autor získal pri terénnom mykologickom výskume. Základ jeho poznatkov často vychádzal aj z vedeckých a odborných prác, 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 Pavlík., 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.

V tejto práci vynecháme zvlášť obľúbené hriby s bielou dužinou (aktuálne rod *Boletus* spp.), ktorým sa detailne budeme venovať, veríme, pri pokračovaní tohto podujatia.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

O pestrosti prírodných podmienok, zvlášť lesov, sme sa zmienili v príspevku z rovnomenného, predchádzajúceho podujatia (Kunca, 2024). V tejto práci by sme sa detailne pozreli na niektoré zrejme parametre lokalít výskytu plodníc húb, ktoré sa dajú pozorovať bežným hubárom.

Často hubármi spomínaná voda, hlavne vo forme kvapalných zrážok, je v našich geografických podmienkach asi kľúčovým faktorom. Vztahuje sa to hlavne na rozhodujúci podiel vody, ktorá je základom všetkých jedlých plodníc húb, a ten takmer vždy začína od úrovne 90 % (Pavlík et al., 2020). Hoci časom, hlavne pri niektorých drevných druhoch podiel vody v plodniciach výrazne klesá. Na druhej strane, po dlhodobých výdatných dažďoch sa stáva, že nadbytok vody spôsobuje „utopenie“ podhubia, teda dokonca až ukončenie života jedinca huby.

Ďalším, nemenej významným faktorom sa v prírodných podmienkach pri tvorbe plodníc ukazuje teplota. Dá sa možno až zovšeobecniť, že kľúčovými pre tvorbu plodníc je v teplejšej časti roka voda, v chladnejšej je to práve teplota. Či už priemerná teplota, teplotný rozdiel medzi dňom a nocou, suma teplôt nad určitú hranicu alebo teplotný impulz, rôzne teplotné aspekty hrajú pri tvorbe plodníc rôznych druhov húb dôležitú úlohu. A to napr. aj na úrovni teploty prostredia, čiže napr. vzduchu alebo pôdy, prípadne rozkladajúceho sa dreva. V spojitosti s týmito faktormi však často ako keby bez ohľadu na nich tvoria plodnice drevné druhy húb. Pri väčšine našich druhov húb sa tvorba plodníc zastavuje pri poklese teploty na určitú hranicu. Na druhej strane, pri hlive, a niektorých tzv. „zimných druhoch“, sa však plodnice zjavne objavujú po výraznejšom ochladení, často až na úroveň aspoň 0 °C. Na opačnom teplotnom spektre, takmer všetky huby prestávajú tvoriť plodnice pri vzdušných teplotách nad 30 °C (Pavlík et al., 2020).

Aj rôzne charakteristiky pôdy sa tiež odrážajú na existencii húb. Asi najviac to je badateľné na pôdnej reakcii (pH). Hoci väčšina mykoríznych druhov húb preferuje kyslé, presnejšie mierne kyslé pôdy (Pavlík et al., 2020), niektoré obľúbené hriby ako hrib bronzový (*Boletus aereus*) a hrib siný (*Suilellus luridus*) prežívajú zásadne na neutrálnych až alkalických pôdach. Súvislosť s nižším počtom druhov preferujúcich takéto pôdy tu môže byť aj vo vzťahu k vododržnosti pôd na karbonátoch, ktorá je veľmi nízka, a tak kľúčová voda pre tvorbu plodníc tu je dostupná, aj po výraznejších dažďoch, len krátkodobo.

Prežitie húb nepriaznivo ovplyvňujú rôzne činnosti človeka, zásahy do prírodného prostredia. Medzi takéto patria napr. lesohospodárska činnosť alebo intenzívna pastva spôsobujúca napríklad eróziu. Aj intenzívne zošľapovanie povrchu pôdy, napr. pri „nájazdoch“ hubárov môže narušovať prepojenie vlákien mycélia, čo sa spája s prerušením toku látok pre tvorbu plodníc. Takmer vždy je zničenie populácie väčšiny druhov húb spojené s hnojením alebo použitím akýchkoľvek chemických látok (Pavlík et al., 2020). Na druhej strane je známe, že pastva zvyšuje množstvo svetla na úrovni pôdy a jej teplotu (Olff a Ritchie, 1998), čo zlepšuje podmienky pre rast niektorých mykoríznych húb (Andrew a kol., 2019). Okrem toho mykorízne huby potenciálne profitujú zo spásania (Ba a kol., 2012), ak nie je veľmi intenzívne alebo nespôsobuje eutrofizáciu, v dôsledku zníženia množstva organickej hmoty na povrchu pôdy (Arnolds, 1991).

Pre vyššiu úspešnosť hľadania plodníc v krajine je priam nevyhnutné poznať jednotlivé, spomínané dôležité parametre a ich spletnosť a vzťahy, zvlášť tie, ktoré sa rýchlo menia. Rôzne zdroje, hlavne mapové, ponúkajú voľne dostupné takéto možnosti už aj na internete. V prípade lesov je to server ISLHP. Na mapách lesných pozemkov celého Slovenska sa tam dajú nájsť rôzne parametre ku každému evidovanému lesu. Nie však všade, kde rastie les, ide o lesný pozemok. Často sú práve takéto zárasty, napr. tzv. prípravných drevín, pre hubárov veľmi zaujímavé. Asi kľúčovou informáciou tu drevinové zloženie. Veľmi veľa, hlavne meteorologických informácií je dostupných na www.shmu.sk. Hlavne prehľad o zrážkových pomeroch, aj na denných mapách, vie usmerniť hubárov na vhodné miesta, zvlášť ak zrážky nie sú plošné. Pre zistenie prístupu na vybrané „hubárske“ miesta na Slovensku sa dá veľmi vhodne použiť turistická mapa Slovenska. Hľadať takmer priamo niektoré huby sa dá dokonca aj cez mapy, napr. čarokruhy čírovnice májovej. Vysoké rozlíšenie má letecká mapa na www.mapy.cz. Často veľa ohľadom potenciálnych miest napovie aj historická ortofotomapa (mapy.tuzvo.sk), s ohľadom na to, že lesom opäť zarastajúce miesta v krajine sú vhodné pre šírenie, a tým zároveň intenzívnejšiu tvorbu plodníc, hlavne mykoríznych húb.

Ako sme už spomenuli v predchádzajúcom článku (Kunca, 2024), väčšinu jedlých druhov húb je možné u nás spojiť s konkrétnymi prírodnými spoločenstvami a ekosystémami, a to je najlepší spôsob, ako ich v príslušnom období roka nájsť. Najbežnejším a typickým biotopom smrčkovca českého (*Verpa bohemica*) sú u nás lužné lesy. Ako najvhodnejšie dreviny sa ukazujú topole, hlavne topoľ osikový a vrba rakyta, a ich rozkladajúci sa opad. Tieto dreviny sú však aj bežnou súčasťou rôznych zárastov v krajine a sú zároveň tzv. prípravnými (pionierskymi) organizmami, veľmi často popri vodných tokoch. Avšak plodnice tohto druhu smrčkovca sa dajú nájsť aj pod čerešňou vtáčou, nielen v bežných lesoch, ale aj v starých sadoch, často už nevyužívaných, zarastených. Z rovnakej čelade ako čerešňa je aj trnka obyčajná, v zárastoch ktorej sa občas smrčkovce tiež nachádzajú. Objavujú sa tam však trochu neskôr, ako v prípade predchádzajúcich biotopov. Hubári napr. uvádzajú, že keď trnka práve začne kvitnúť, je ideálny čas pre rast plodníc smrčkovca českého. Plodnice sa dajú dokonca nájsť aj na veľmi plytkej pôde, dokonca na betónovom základe (Obrázok 1), kde je nahromadená určitá vrstva opadu - padanky spomínaných stromov. Všeobecne však stačí pre nájdenie plodníc smrčkovcov aj skupinka spomínaných drevín, stromov, v počte 10 jedincov.



Obrázok 1 Neštandardný biotop smrčkovca českého (*Verpa bohemica*) – pre tvorbu plodníc stačí aj tenká vrstva rozkladajúceho sa lístia na betónovom základe

Na podobných miestach, niekedy dokonca aj spolu, hoci často trochu neskôr, môžeme uprostred jari nájsť niektoré smrčky (*Morchella* spp.). Ich určovanie nie je vôbec jednoduché, no plodnice všetkých druhov sú po tepelnom spracovaní jedlé, za čerstva sú mierne jedovaté. Najčastejší je smrčok kuželovitý (*M. conica*). Ten je takmer výhradne spájaný s biotopmi, kde dominujú topole – topoľ biely a topoľ osikový. Často sú to v krajine práve tzv. sekundárne lesy, teda miesta, kde hlavne pasienky sukcesne zarástli pionierskymi drevinami. Veľmi podobný smrčok vysoký (*M. elata*) nie je jednoducho odlišiteľný, no biotopom sú často skôr horské polohy s prítomnosťou smreka, prípadne lesné sklady s jeho kôrou. Často sa, ako takmer všetky druhy smrčkov, dajú aj oni nájsť na miestach v krajine, ktoré sú pozmenené človekom. Pomerne častý je nielen u nás smrčok (*M. importuna*), ktorý môžeme nájsť na rozsypaných kusoch kôry v kvetinových záhonoch, aj priamo v sídlach. Neodporúčame jeho plodnice zbierať z dôvodu nejasného chemického ošetrenia kôry a následnej prirodzenej absorpcie látok hubou, ktoré sú potom súčasťou aj plodnice.

Naproti tomu smrčok jedlý (*M. esculenta*) a smrčok obyčajný (*M. vulgaris*) sú zjavne akýmsi silným vzťahom viazané na vybrané druhy drevín, niekedy priamo označeným aj ako mykorrhízny (Rossbach et al., 2017). Vo väčšom počte sa dajú tieto druhy smrčkov nazbierať hlavne v zárastoch a lesoch s vyšším zastúpením jaseňa (Obrázok 2), prípadne pod niektorými ružovitými drevinami (čelad' *Rosaceae*), ako napr. hlohy alebo ovocné stromy. V prípade všetkých týchto tzv.

smrčkovitých húb je ich rozšírenie, čo sa týka nadmorskej výšky, pomerne široké – plodnice sa dajú nájsť do nadmorskej výšky až 1000 m nad morom.



Obrázok 2 Typický biotop smrčka jedlého (*Morchella esculenta*) mimo lužných lesov – svetlejší porast s prevahou jaseňa štíhleho (*Fraxinus excelsior*)

Špecifikom v rode smrčok, a aj z iných hľadísk, je zaujímavý a málo známy smrčok stepný (*Morchella steppicola*). Jeho potenciál pre hubárov je do budúcna veľmi zaujímavý. Dá sa nájsť po celom Slovensku, hlavne v južných častiach nášho územia, no prednostne na sprašových, prípadne pieskových substrátoch (Obrázok 3). Na niektorých lokalitách na Gemeri je známy a zbieraný. Je to prvá huba so skutočne výdatnými plodnicami začiatkom, ktoré rastú už v marci.

Aj na podobných lokalitách ako predchádzajúci smrčok, často sú to aj skalnaté, drevinami zarastené bývalé pasienky, sa koncom jari dajú objaviť plodnice čírovnice májovej (*Calocybe gambosa*), známej aj ako „májovka“. Najčastejšie a najtypickejšie rastú v čarokruhoch (Obrázok 4). Prevažne na lúkach a okrajoch lesov, avšak aj priamo v sídlach, sa takéto čarokruhy dajú pozorovať v teréne nielen z väčšej vzdialenosti, avšak ako sme uviedli, dajú sa vidieť aj na ortofotomapách. Plodnice preferujú prítomnosť aspoň tenkej vrstvy rozkladajúceho sa pokrývkového humusu, hlavne z trávnatých rastlín. V posledných rokoch sa hlavná časť tvorby plodníc májoviek na Slovensku presunula v rámci roka na apríl. Výskyt druhu má veľmi široké výškové rozpätie (Kunca, 2024), avšak zjavne sa všeobecne vyhýba hnojeným biotopom.



Obrázok 3 Plodnice smrčka stepného (*Morchella steppicola*) na pastvine zo sprašovej pôdy



Obrázok 4 Čarokruh čírovnice májovej – májovky (*Calocybe gambosa*)

Čím ďalej viac sa stáva medzi hubármi veľmi obľúbeným tzv. „modrák“, konkrétne hríb zrnitohlúbikový (*Sutorius luridiformis*). Je menej náročný, napr. na zrážky, a v jesennom období je väčšia istota nájdenia jeho plodníc ako pri iných druhoch hríbov. Rastie v podstate vo všetkých typických lesných biotopov Slovenska – od dubín po smrečiny. Preferuje však skôr staršie, svetlejšie lesy. V týchto meniacich sa klimatických podmienkach, sa na našom území dajú ich plodnice nájsť od pokročilej jari do začiatku zimy. Podľa našich skúseností sa v stredných polohách veľmi dobre viaže na hoci aj na jednotlivý výskyt jedle bielej v lesnom ekosystéme. V nižších polohách, v dubinách, kde je tento druh najmenej početný, sa dá nájsť jeho vzácnejšia, bledá forma – hríb zrnitohlúbikový odfarbený (*Neoboletus xanthopus*), ktorý má rovnaké kulinárske vlastnosti.

Ako sme už uviedli, v širokom ekologickom spektre, avšak aj výškovom, sa dajú počas leta a jesene nájsť plodnice rôznych druhov kozákov (*Leccinum* spp.). Ich úzka spätosť s konkrétnymi drevinami umožňuje pomerne ľahké nájdenie vhodného biotopu. Často sú to opäť lesné spoločenstvá, ktoré sú prvými lesmi na plochách nedávno poľnohospodársky využívaných človekom, alebo tzv. primárne stromové spoločenstvá na novo formujúcich sa pôdach. Na takýchto miestach sú hlavnými drevinami stromového vzrastu hlavne topoľ osikový alebo rôzne druhy briez. Z pohľadu hubára je výhodou, že takéto spoločenstvá a dreviny sa dajú v krajine identifikovať pomerne ľahko a plodnice kozákov rastú po rozhodujúcom daždi oveľa skôr a početnejšie ako plodnice z rodu hríb. Zároveň treba dodať, že pre tvorbu plodníc kozákov niekedy stačí aj jeden strom z menovaných druhov drevín. Najhojnejším druhom z tohto rodu u nás je kozák hrabový (*Leccinum pseudoscabrum*), ktorý je prítomný všade, kde sú u nás hraby, teda v nižších až v stredných polohách, bez rozdielu veku jedincov stromov a charakteru lesného spoločenstva. Na druhej strane, kozáky rastúce v spojení s inými drevinami ako sú duby, smrek a borovice sú vzácnejšie a neprodukujú tak vysoký počet plodníc.

Tvorba plodníc kuriatok (*Cantharellus* sp.) je pomerne nerovnomerná, až nepredvídateľná vo všetkých biotopoch, od najnižších do najvyšších polôh. Sú roky, kedy je plodníc veľmi veľa, dokonca úplne dominujú na lesnej pôde z pohľadu húb. V nasledujúcom roku sa však aj na overených miestach nedá nájsť ani jedna plodnica. Trocha podobne sa dá charakterizovať tvorba plodníc trúdnika klobúčkatého (*Polyporus umbellatus*). Tie okrem obdobia rastu spojeného napr. s výskytom „letných“ hríbov, dokážu prekvapiť aj počas najhorúcejších dní a obdobia najväčšieho sucha (Kunca, 2011).

Vatovec obrovský (*Calvatia gigantea*) a jeho príbuzní (napr. rozpadavce a prášnice) sa stávajú čím ďalej viac obľúbenejšími. Ich plodnice sa objavujú po výdatnejších dažďoch po celom našom území do vyšších polôh. Zvlášť vatovec je veľmi výdatný, avšak v porovnaní s jeho príbuznými je pomerne úzko viazaný na pôdy s vysokým obsahom dusíka. Najčastejšie sa plodnice teda dajú nájsť na miestach pod vplyvom poľnohospodárskej činnosti, kde sa hromadí napr. prírodný hnoj alebo močovka. Pravidelne sa plodnice objavujú aj v lužných lesoch. Určitou výhodou pre hubárov je, že staré (hnedé) plodnice dokážu pretrvať aj niekoľko mesiacov, aj rok, a dokáže sa tak pre hubárov identifikovať nálezisko (Obrázok 5).



Obrázok 5 Stará plodnica vatovca obrovského (*Calvatia gigantea*) neďaleko bývalého salašníckeho osídlenia na lúke

Plodnice húb rastúce na jeseň využívajú pre nich zjavne teplotne a vlhkostne najvhodnejšie obdobie roka. Stále pomerne teplá pôda je obohacovaná aj vodou z horizontálnych zrážok a plodnice húb rastú často vo veľkom. Bedle sú všeobecne veľmi rozšírené po celom našom území a ako saprotrofy (rozkladače) nemajú špecifické nároky. Najobľúbenejšie rýdziky, ako rýdzik pravý (*Lactarius deliciosus*) a rýdzik smrekový (*L. detrimus*), sú veľmi úzko viazané na ihličnany a na jeseň im často stačí aj spomínaná rosa. Je to obdobie roka, kedy hubárom stačí hlavne chodiť po krajine.

Tzv. „zimné huby“, ako hľiva ustricovitá (*Pleurotus ostreatus*), uchovec bazový (*Auricularia auricula-judae*) a plamienky (*Flammulina* spp.), tvoria plodnice reakciou na výraznejší pokles teploty až k bodu mrazu. Všetky preferujú rozkladajúce sa drevo tzv. mäkkých listnáčov ako sú vrby, jelše a topole, čím sú teda lužné lesy a zárasty popri potokoch najvhodnejšími biotopmi. Všetky tieto druhy sa však dajú nájsť aj na buku, kde hlavne v stredných polohách je to jediný vhodný substrát.

ZÁVER

Možnosti zberu plodníc húb u nás sú do určitej miery obmedzené a okrem klimatických podmienok, ako teplota a voda, je ich výskyt limitovaný na určité environmentálne podmienky. Tie sa často dajú odsledovať počas celého roka, zaznamenať a počas vhodného obdobia roka a príslušných klimatických podmienok overiť výskyt plodníc.

LITERATÚRA

1. Andrew, C., Büntgen, U., Egli, S., Senn-Irlet, B., Grytnes, J.-A., Heilmann-Clausen, J., Boddy, L., Bässler, C., Gange, A.C., Heegaard, E., Høiland, K., Kirk, P.M., Krisai-Greilhuber, I., Kuyper, T.W., Kauserud, H. 2019. Open-source data reveal how collections-based fungal diversity is sensitive to global change. In *Appl Plant Sci* [online], vol. 7, no. 3, pp. e1227. Dostupné na: <https://doi.org/10.1002/aps3.1227>
2. Arnolds, E. 1991. Decline of ectomycorrhizal fungi in Europe. In *Agriculture Ecosystem Environment*, vol. 35, pp. 209–244.
3. Ba, L., Ning, J., Wang, D., Facelli, E., Facelli, J.M., Yang, Y., Zhang, L. 2012. The relationship between the diversity of arbuscular mycorrhizal fungi and grazing in a meadow steppe. In *Plant Soil* [online], vol. 352, pp. 143–156.
4. 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.
5. 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.
6. Jančo, I., Šnirc, M., Hauptvogel, M., Demková, L., Franková, H., Kunca, V., Lošák, T., Árvay, J., 2021: Mercury in *Macrolepiota procera* (Scop.) Singer and Its Underlying Substrate-Environmental and Health Risks Assessment. In *Journal of Fungi* [online], vol. 9, no. 7, p. 772.
7. Kunca, V. 2011. Ecology and incidence of *Polyporus umbellatus* in Slovakia. In *Czech Mycology* [online], vol. 63, no. 1, pp. 39–53. Dostupné na: http://czechmycology.org/_cm/CM63104.pdf.
8. Kunca, V. 2024. Huby a hubárčenie na Slovensku. In: Árvay J., Lakatošová J. (eds.), *HUBY vieme, čo jeme?*, Slovenská poľnohospodárska univerzita, Nitra, pp. 1–8.
9. Kunca, V., Čiliak, M., Lupták, R. 2018a. Fruit body production of *Herichium erinaceus* and its distribution in Slovakia. In *Czech Mycology* [online], vol. 70, no. 2, pp. 211–224. Dostupné na: http://www.czechmycology.org/_cmo/CM70207.pdf
10. Kunca, V., Glejdura, S. 2013. Huby. In *Zvolen - monografia mesta*. Zvolen : Mesto Zvolen, pp. 54–56. ISBN: 978-80-971236-7-3.
11. Kunca, V., Olah, B., Gally, 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. Dostupné na: https://fee.tuzvo.sk/sites/default/files/afee-c.39-2-2018-tlac-2019_0.pdf
12. 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. Dostupné na: doi: 10.1615/IntJMedMushrooms.2018029539.
13. 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.
14. Mikšík, M., Kunca, V. 2015. 1000 slovenských a českých húb. Bratislava : Svojtka & Co., 800 pp.
15. Olah B., Kunca V., Gally 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. doi <https://doi.org/10.3390/f11030282>
16. Olff, H., Ritchie, M.E. 1998. Effects of herbivores on grassland plant diversity. In *Trends in Ecol Evol*, vol. 13, pp. 261–266.
17. Pavlík M., Golian M., Pavlíková A., Hlaváč P., Kunca V. 2020. *Praktická mykológia*. Technická univerzita vo Zvolene, 317 pp.
18. Rossbach, M., Kümmerle, E., Schmidt, S., Gohmert, M., Stieghorst, Ch., Revay, Z., Wiehl, N. 2017. Elemental analysis of *Morchella esculenta* from Germany. In *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry* [online], vol. 313, pp. 273–278. Dostupné na: <https://doi.org/10.1007/s10967-017-5298-7>

PodĎakovanie: Táto práca vznikla s podporou projektu VEGA 1/0197/24.

Názov:

HUBY vieme, čo jeme?

Editori:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Vydavateľ:

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie:

Prvé

Rok vydania:

2025

Forma vydania:

online

Grafická úprava:

Ing. Július ÁRVAY, PhD.

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

ISBN: 978-80-552-2873-0

DOI: <https://doi.org/10.15414/2025.9788055228730>



SPU

Slovenská
poľnohospodárska
univerzita v Nitre



SPU·FBP

Fakulta
biotechnológie
a potravinárstva



SPU·VC ABT

Výskumné centrum
AgroBioTech