

**Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie se zaměřením na vzdělávání

Studijní obor: Biologie se zaměřením na vzdělávání



Anežka Králová

Zdravotní rizika spojená s houbami – prevence, první pomoc a zařazení do výuky
Health Risks Associated with Mushrooms – Prevention, First Aid and Inclusion in Education

Bakalářská práce

Vedoucí závěrečné práce: Mgr. Radim Kuba

Praha, 2024

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval/a samostatně a že jsem uvedl/a všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, dne 7. 8. 2024

.....
Anežka Králová

Poděkování

Děkuji vedoucímu práce panu Mgr. Radimu Kubovi za poskytnutí cenných rad a připomínek v průběhu celého procesu psaní, za jeho ochotu, za čas strávený na konzultacích, a při vedení bakalářské práce. Také bych chtěla poděkovat rodině a příteli za podporu při psaní a studiu.

Abstrakt

Houby jsou významnou skupinou organismů z pohledu ekologie, zemědělství, potravinářství či zdraví lidí. Vliv hub může být příznivý, příkladem jsou zdravotní benefity konzumace nebo využití v biotechnologiích pro výrobu léků, potravin a nápojů. Mnoho druhů hub ale pro člověka představuje zdravotní riziko. Mohou obsahovat toxiny, které jsou zdraví škodlivé či mohou mít dokonce i smrtelné následky. Dalšími možnými zdravotními komplikacemi jsou např. alergické reakce či astmatické záchvaty. Z těchto důvodů je vhodné o houbách zvyšovat povědomí, a i proto je problematika hub nedílnou součástí rámcových vzdělávacích programů. Chybí však podrobnější podklady k tomu, jaké konkrétní informace zařazovat a jak s tématem ve školní praxi pracovat. Cílem práce bylo vypracovat odbornou rešerši zaměřenou na problematiku hub, a to především v návaznosti na potenciální negativní dopady na lidské zdraví. První část práce se věnuje stručné charakteristice hub, následuje přehled základních toxinů a popis hlavních zdravotních rizik – astma, alergie, otravy. Poslední část práce se pak věnuje vytyčení možných tematických oblastí, které lze zařadit do školní výuky, a to s důrazem na praktické využití v běžném životě. Práce zdůrazňuje význam prevence, a to např. v souvislosti s rozlišováním na jedlé a jedovaté druhy. Výuka může být vhodně doplněna o školení první pomoci, neboť nejen v případech otrav jsou znalosti první pomoci klíčové.

Klíčová slova:

houby, první pomoc, prevence, otravy houbami, toxiny hub, houby ve výuce, otravy

Abstract

Fungi are an important group of organisms in terms of ecology, agriculture, food production and human health. The impact of fungi can be beneficial, examples being the health benefits of consumption or use in biotechnology for the production of medicines, food and beverages. However, many species of fungi pose health risks to humans. They may contain toxins, that are harmful to health or even fatal. Other possible health complications include allergic reactions or asthma attacks. For these reasons, it is advisable to raise awareness of mushrooms, which is why mushrooms are an integral part of the framework education curriculum. However, there is a lack of detailed information on what specific information to include and how to deal with the topic in school practice. The aim of this thesis was to conduct a professional research on the issue of fungi, especially in relation to potential negative impacts on human health. The first part of the work is devoted to a brief characterization of mushrooms, followed by an overview of the main toxins and a description of the main health risks - asthma, allergies, poisoning. The last part of the thesis is then devoted to outlining possible topic areas that can be included in school teaching, with an emphasis on practical application in everyday life. The thesis emphasises the importance of prevention, for example in relation to the distinction between edible and inedible species. Teaching can usefully be supplemented by first aid training, as first aid knowledge is crucial not only in cases of poisoning.

Keywords:

mushrooms, first aid, prevention, mushroom poisoning, mushroom toxins, mushrooms in education, poisoning

Obsah

Seznam zkratk	1
1 Úvod	2
2 Charakteristika říše hub	4
2.1 Významná oddělení	5
2.1.1 Oddělení Chytridiomycota (Chyridie)	5
2.1.2 Oddělení Microsporidie (Microsporidiomycota)	5
2.1.3 Oddělení Zygomycota	5
2.1.4 Oddělení Ascomycota (Vřeckovýtrusné houby)	6
2.1.5 Oddělení Basidiomycota (Stopkovýtrusné houby)	6
2.2 Význam hub pro člověka	6
3 Druhy hub ohrožující člověka na zdraví	9
3.1 Toxiny plísní.....	9
3.1.1 Aflatoxiny.....	9
3.1.2 Ochratoxiny	10
3.1.3 Fumonisy.....	10
3.1.4 Patulin	10
3.2 Toxiny makroskopických hub	11
3.2.1 Amatoxiny	11
3.2.2 Gyromitrin.....	11
3.2.3 Další mykotoxiny	12
3.2.4 Těžké kovy v houbách.....	12
3.3 Případy otrav houbami v Evropě	13
3.4 Případy otrav ve světě.....	15
4 Přehled hlavních negativních vlivů hub na člověka a jejich řešení	17
4.1 Astmatické záchvaty	17
4.1.1 Příčiny a popis stavu	17
4.1.2 První pomoc a léčba.....	18
4.2 Alergické reakce.....	18
4.2.1 Příčiny a popis stavu	18
4.2.2 První pomoc a léčba.....	19
4.3 Otravy způsobené houbami	20
4.3.1 Příčiny a popis stavu	20
4.3.2 První pomoc a léčba.....	20
4.3.3 Prevence a nevhodné skladování.....	21
5 Zařazení problematiky hub do školní výuky	22
5.1 Zařazení do rámcových vzdělávacích programů	22
5.2 Doporučení na základě odborných studií	23
5.2.1 Význam plísní a možná zdravotní rizika.....	23
5.2.2 Užívání hub jako návykových látek.....	24
5.2.3 Konzumace makroskopických hub a možná zdravotní rizika	25
6 Závěr	27
7 Seznam literatury	29

Seznam zkratk

- WHO – Světová zdravotnická organizace (ang. „*World Health Organization*“)
- TIS – toxikologické informační středisko
- IQF – individuálně rychle zmrazená (ang. „*individual quick freezing*“)
- RVP – rámcový vzdělávací program
- IgE – imunoglobulin E

1 Úvod

Houby jsou významnou skupinou eukaryotických heterotrofních organismů. Jejich tělo je obvykle z vláknité stélky (Kalina & Váňa, 2005), přičemž se jedná se o velmi morfologicky rozmanitou skupinu (Kavanagh, 2017). Houby jakožto heterotrofní organismy jsou převážně saprofyté, parazité nebo symbionti (Dube, 2013). Jak dokládá velké množství studií, mají na člověka značný vliv – pozitivní i negativní.

Již před tisíci lety se houby využívaly nejen přímo ke konzumaci, ale i k výrobě vína a piva. Velmi významné je i dnešní využití v biotechnologiích (Money, 2016). Příkladem může být výroba antibiotik, konkrétně penicilinu (de Jonge et al., 2011). Sběr hub je oblíbenou rekreační činností a jejich konzumace je výhodná pro jejich nutriční hodnoty (Cheung, 2010). Vybrané druhy jsou i pro svoji chuť považovány za delikatesy.

Některé houby ale obsahují mykotoxiny, což může vést k život ohrožujícím stavům (Zain, 2011). Recentní studie zaměřené na intoxikace ukazují, že otravy houbami jsou stále častým problémem a jejich léčba je hlavně symptomatická. Oběťmi se stávají děti i dospělí, a to převážně kvůli neznalosti hub a jejich záměně za druhy jedlé, tyto případy otrav stále v některých případech končí smrtí (Křenová et al., 2007). Nejzávažnějším z těchto mykotoxinů je obsažen v *Amanita phalloides* (muchomůrka zelená). Ta patří mezi divoce rostoucí houby a z důvodu záměny za jedlý druh může být sběrači omylem konzumována. Otravy touto houbou však patří k nejnebezpečnějším, přičemž tento stav může vést k transplantaci jater či právě dokonce i k úmrtí jedince (Broussard et al., 2001). Studie zároveň ukazují, že některé divoce rostoucí houby absorbují z půd těžké kovy, které jinak ohrožují člověka na zdraví (X.-H. Chen et al., 2009).

Další příklady možného negativního vlivu lze nalézt u plísní. Ty mohou např. svými sporama ohrožovat hlavně imunokompromitované jedince (Uppin et al., 2011). Jejich mykotoxiny jsou závažným problémem z hlediska kontaminace potravin, kdy pak mohou působit karcinogenně (Fung & Clark, 2004). Stejně tak houby mohou u lidí tedy vyvolávat akutní stavy spojené s alergiemi (spory i konzumace) či astmatickými záchvaty.

Vzhledem k velkému významu hub pro člověka i ekosystémy celkově je jejich tematika zařazena do rámcových vzdělávacích programů a měla by být tedy součástí školní výuky. Jaké informace (kromě základních informací o stavbě hub a jejich ekologii) by mohlo být vhodné do výuky zařazovat, je součástí vybraných kapitol předloženého textu. Stavy související s houbami je často nutné řešit relativně rychle a odborná literatura se shoduje, že žáci by měli být obeznámeni s postupy v těchto situacích (Kuba, Dvořáková, et al., 2021).

Proto je výuka hub důležitá i pro prevenci těchto stavů. Jedná se navíc o vhodné téma s možností provázání s výukou předlékařské první pomoci. Výklad na téma hub se může týkat jedovatých hub, plísní, ale i prevence užívání návykových látek, jako je např. psilocybin.

Cílem této práce bylo zpracovat odbornou rešerši se zaměřením na problematiku hub, a to zejména s ohledem na jejich negativní vliv na zdravotní stav člověka. Součástí práce je nejdříve stručná charakteristika hub jakožto ekologické skupiny, přehled základních toxinů a následně možná zdravotní rizika (především v souvislosti s alergickými stavy, astmatickými záchvaty a otravami). Poslední kapitola se pak věnuje možným zařazením vybraných informací do školní výuky s důrazem na praktické aplikace do běžného života.

2 Charakteristika říše hub

Houby byly donedávna v rámci klasického pojetí řazeny do rostlin, tradičně jsou probírané v rámci botaniky a učí se v samostatném předmětu mykologie (Kalina & Váňa, 2005). Tento systém zařazuje i lichenizované houby, které ve spojení s řasou, či sinicí tvoří lišejník (Kalina & Váňa, 2005). V současné době bývají houby řazeny jako součást superskupiny Obazoa a součást kladu Opisthokonta. Tělo hub je obvykle z vláknité stélky. U kvasinek se jedná o jednobuněčnou stélku, také u některých primitivnějších hub, jako jsou Chytridiomycota, je tvořeno jednou vegetativní buňkou (Kavanagh, 2017). Vegetativní stélka je u většiny Askomycot, Basidiomycot a Zygomycot myceliální. Je tvořena vláknitými hyfami, které jsou přehrádkované. U většiny hub je buněčná stěna tvořena polysacharidy, ze kterých dominuje chitin, bílkovinami a tuky. Složení buněčné stěny se u různých hub liší (Kalina & Váňa, 2005).

Houby jsou velmi morfologicky rozmanité, platí to pro makromycety i mikromycety, u makromycet (Basidiomycota a Askomycota) jsou jasně znatelné pohlavní plodnice, které jsou charakteristické a dobře rozeznatelné. Mikromyceta (plísňe) můžeme pozorovat například na rozkládajících se potravinách a při bližším ohledání vidíme, že mají stejnou strukturu tvořenou hyfami (Kavanagh, 2017).

Patří mezi heterotrofní organismy, které nejsou schopny fagotrofní výživy. Živí se osmoticky, produkují extracelulární enzymy, které rozkládají sloučeniny, ty pak procházejí buněčnou stěnou do buňky. Neobsahují žádné plastidy ani fotosyntetické pigmenty. Zásobní látkou hub je glykogen (Kalina & Váňa, 2005).

Jsou to převážně saprotrofové, parazité a symbionti (ti získávají organické látky ze soužití s jiným organismem, hlavně jde o lichenismus a mykorhizu). Jako paraziti napadají rostliny a živočichy včetně člověka. Mají různá místa výskytu, patří mezi vodní i suchozemské organismy, vzduch neslouží jako oblast výskytu, můžeme v něm ale najít části hub, a to převážně spory hlavně v troposféře. Mají vysokou míru adaptability (Dube, 2013).

U hub probíhá pohlavní i nepohlavní rozmnožování. Nepohlavní rozmnožování může probíhat několikrát za vegetační sezónu, vzniká při něm velké množství jedinců. Proto je výhodné hlavně pro parazitické druhy, které se tak mohou rychle šířit. Při nepohlavním rozmnožování vznikají nepohlavní spory na speciálních hyfách konidioforech, potom sporám říkáme konidie. Pohlavní rozmnožování je doprovázeno změnou ploidie a musí dojít k plazmogamii, karyogamii a meióze (Kalina & Váňa, 2005).

2.1 Významná oddělení

2.1.1 Oddělení Chytridiomycota (Chytride)

Jedná se o primitivní skupinu hub, která se od začátku evolučního vývoje příliš nezměnila (Barr, 2001). Skupina se skládá z jedné třídy (Chytridiomycetes) a pěti řádů (Spizellomycetales, Blastocladales, Monoplepharidales, Neocallimastigales a Chytridiales). Chytridiomycota jsou jednobuněčné, koloniální nebo vláknité organismy s absorpčním způsobem výživy (Barr, 2001).

Vyskytují se jako vodní i půdní organismy. Skupina zahrnuje saprotrofy, obligátní parazity, parazity řas, mechů, cévnatých rostlin, hub i drobných živočichů. Mezi hospodářsky významné patří *Synchytrium endobioticum* (rakovinec bramborový) způsobující rakovinu brambor (Kalina & Váňa, 2005).

Chytridiomycety byly původně považovány primárně za vodní organismy, ale ukazuje se, že jsou stejně hojné i v půdě. Vyskytují se jako saprofyti, halofiti a paraziti mikroskopických i makroskopických organismů (Barr, 2001).

2.1.2 Oddělení Microsporidie (Microsporidiomycota)

Microsporidia jsou jednobuněční paraziti, kteří jsou obligátně intracelulární. Jejich charakteristickým znakem je invazní organela zvaná polární trubice, ta proráží membránu a injikuje do hostitelské buňky sporoplazmu (Han & Weiss, 2017). Tito parazité napadají téměř všechny živočišné kmeny, některé z nich jsou hospodářsky významné druhy jako je včela medonosná nebo bourec morušový. Rody *Encephalitozoon* a *Enterozoosoon* napadají teplokrevné obratlovce a jsou významnými zástupci patogenů, kteří představují významné riziko, když infikují člověka s virem HIV. Druhy, které napadají hospodářské škůdce, ale mohou být člověku prospěšné (Han & Weiss, 2017).

2.1.3 Oddělení Zygomycota

Zygomycota jsou polyfyletickou skupinou charakterizovanou kopulací gametangií. Výsledkem gametangiogamie je zygospora. Třída Zygomycetes zahrnuje parazity rostlin, hub i živočichů. Třída Trichomycetes je silně vázána na členovce, patří mezi symbionty střev členovců i jejich larev (Benny et al., 2001). Obvykle jsou Trichomycetes považovány za komenzály, kteří se živí nespotřebovanou potravou ve střevech a jejich mycelium neprorůstá do buněk hostitele (Kalina & Váňa, 2005).

2.1.4 Oddělení Askomycota (Vřeckovýtrusné houby)

Jednotným znakem pro Askomycota je tvorba vřecek, kde dochází k tvorbě askospor (Kalina & Váňa, 2005). Vřecko obvykle obsahuje 8 askospor (Kincl et al., 2008). Askomycota osidlují široké spektrum stanovišť, žíví se saprofytně i paraziticky. Pododdělení Pezizomycotina zahrnuje pravé vřeckovýtrusné houby, které vytváří plodnice (kleistothecium, perithecium a apothecium). Pro člověka jsou významnou skupinou padlí, hlízenky a další parazitické houby ovlivňující zemědělství (Kalina & Váňa, 2005). Naopak rod *Saccharomyces* (kvasinky), které jsou přirozeně vyvinuté k efektivní spotřebě cukrů a jednoduchých požadavků na živiny, jsou člověkem hojně využívané v potravinářství (Marques et al., 2016).

Do třídy Lecanoromycetes patří lichenizované houby, kdy se organismus skládá z fotobionta (řasy nebo sinice) a mycobionta (Kalina & Váňa, 2005).

2.1.5 Oddělení Basidiomycota (Stopkovýtrusné houby)

Toto oddělení má společný způsob rozmnožování, bazidiospory se tvoří v bazidiích na sterigmatech, a to nejčastěji po čtyřech (Kalina & Váňa, 2005). V basidiích dochází ke karyogamii a poté k redukčnímu dělení, tak vznikají haploidní jádra, která poté putují do sterigmat (Holec et al., 2012).

Stélka je tvořena vláknitým a přehrádkovaným myceliem. U většiny jedinců převažuje fáze životního cyklu se sekundárním myceliem, které vzniká kopulací dvou buněk primárního mycelia (Kalina & Váňa, 2005).

Jde převážně o suchozemské organismy, patří sem zástupci, kteří jsou symbionti (endomykorhiza a ektomykorhiza), saprofyti, kteří dokáží svou enzymatickou činností rozrušit celulózu či lignin a paraziti, kteří mají fytopatologický význam jde převážně o zástupce rží a snětí. Pro člověka mají význam hlavně pro sběr a konzumaci (Kalina & Váňa, 2005). Analýzy míry publikování druhů za posledních 12 let a míry aktuálně uznávaných druhů Basidiomycot předpovídají, že k roku 2030 bude více než 54 000 druhů (He et al., 2022).

2.2 Význam hub pro člověka

Houby jsou rozšířeny do všech biotopů na Zemi. Odhaduje se, že celkem by mohlo existovat až 1,5 milionu druhů (Kalina & Váňa, 2005). Mezi nimi najdeme houby s pozitivními vlivy pro člověka – např. houby jedlé, využitelné v biotechnologiích, k výrobě

potravin a antibiotik. Stejně tak mezi ně patří i zástupci způsobující vážná onemocnění rostlin i živočichů, přičemž řada z nich také produkuje nebezpečné toxiny (Kalina & Váňa, 2005). V následujících odstavcích se budu stručně věnovat přehledu hlavních vlivů hub na člověka, přičemž několik příkladů bylo zmíněno již v předchozích kapitolách.

Houby hrají významnou roli v zemědělství, kdy mohou způsobovat snížení produkce, a tak zapříčinit velké ekonomické ztráty, dále také pro imunokompromitované jedince mohou znamenat ohrožení na zdraví (De Lucca, 2007). Houby jsou člověkem využívány od neolitu jako zdroj potravy, k léčbě a pro jejich halucinogenní účinky nebo pro rozdělení ohně (Baars, 2017). Už před tisíci lety se houby využívaly k výrobě vína a vaření piva, dnes se využívají i v dalších biotechnologiích, a to pro výrobu vitamínů, antibiotik, organických kyselin nebo k výrobě biopaliv (Money, 2016). *Saccharomyces cerevisiae* (kvasinka pивní) se stále využívá v biotechnologiích pro její vlastnosti, jako je fermentační kapacita spolu s produkcí alkoholu a oxidu uhličitého, v potravinářském a to zejména ve vinařském průmyslu a k výrobě biopaliv (Parapouli et al., 2020).

Světový houbařský průmysl se neustále zvětšuje a jeho hlavním producentem jedlých hub je Čína. *Lentinula* (houževnatec), *Pleurotus* (hlíva), *Auricularia auricula-judae* (jidášovo ucho), *Agaricus* (pečárka) a *Flammulina* (penízovka) tvoří 85 % světové nabídky pěstovaných hub. Současná průměrná spotřeba je 5 kg hub na osobu ročně a předpokládá se, že se tato spotřeba bude zvyšovat (Royse et al., 2017). Houby jsou hojně využívány k výrobě sýrů. Mezi nejznámější plísňové sýry patří Roquefort a Gorgonzola, kde je hlavní plísní *Penicillium roqueforti*, a také tzv. měkké sýry jako jsou Camembert a Brie s plísní *Penicillium camemberti* (štetičkovec camembertský) (Metin, 2018). Houby jsou všestranná potravina, jejich výživová hodnota je vyšší než u jiných rostlinných či živočišných produktů. Můžeme o nich tedy mluvit jako o vhodném doplňku stravy (Kakon et al., 2012). Penicilin patří mezi užívaná antibiotika pro své antibakteriální účinky (Herrell, 1945), ten je produkován některými plísněmi a mezi ně patří například *Penicillium chrysogenum* (štetičkovec žlutohlavý) (de Jonge et al., 2011).

Některé houby obsahují mykotoxiny, to jsou sekundární metabolity hub, které mají nepříznivé účinky na živočichy i rostliny (Zain, 2011). Otravy rodem *Amanita* (muchomůrka) patří k nejzávažnějším a po její konzumaci je zpravidla nutná o lékařská péče (Broussard et al., 2001). Závažnost otravy se poté odvíjí převážně od druhu zkonsumované houby a časové prodlevě mezi požitím a přijetím do nemocnice (Durukan et al., 2007). Pokud tento stav není adekvátně léčen může během několika dnů dojít až k selhání ledvin a jater, kdy je pak v akutních případech nutnost transplantace (Broussard et al., 2001).

Plísním nebyla věnována v historii pozornost tolik jako mikrobiálním onemocněním, jednalo se spíše o plísně způsobující nepříjemné infekce a zřídka kdy smrt, tento pohled na význam byl přehodnocen kvůli infekcím *Pneumocystis* a *Candida* u pacientů s onemocněním AIDS (Wainwright, 2008). Zdraví ohrožující mohou být i houby na lékařském vybavení, kde mohou houby samy nebo i s dalšími mikroorganismy tvořit biofilmy, a tak následně způsobovat infekce (Giles et al., 2018). V rámci výzkumu bylo provedeno 401 pitev u imunokompromitovaných jedinců nejčastěji s rizikovým faktorem leukémie, u 8,7 % těchto jedinců byla při pitvě objevena plísněná infekce, nejběžnějším patogenem byl *Aspergillus sp.* (kropidlák) (Uppin et al., 2011).

Až u 4 % kojenců s velmi nízkou porodní hmotností se objevuje systémová mykotická infekce, mortalita zůstává vysoká nejčastěji kvůli zpožděné diagnóze (McDonnell, 1996). Většina případů úmrtí těchto novorozenců je způsobena druhy *Candida* nebo *Aspergillus* (kropidlák), v těchto případech je důležitá prevence ale i správná a včasná diagnostika (Weimer et al., 2022).

Houby mohou být využity k řešení ekologických problémů, některé slouží k biodegradaci a umí nás tedy zbavovat látek znečišťujících životní prostředí, u *Penicillium* (štetičkovec), *Graphium* (vřeckovičkovité), *Moritella* a dalších bylo zjištěno, že tyto skupiny dokáží využívat ropné uhlovodíky (Solomon et al., 2019).

Konzumace hub je častá pro jejich nutriční i léčivé výhody. Mají vysoký obsah bílkovin, sacharidů a vlákniny, také obsahují minerály, draslík, měď a vitamíny, součástí jídelníčku jsou houby už po staletí jako zdroj biologicky aktivních sloučenin a pro využití v čínské medicíně (Cheung, 2010). Zařazení hub do každodenního jídelníčku může poskytnout zdravotní výhody (Cheung, 2010), jsou rezervoárem silných anitoxidačních látek a také antibakteriálních a protirakovinových činidel (Abdel-Azeem et al., 2021). Mají velkou potenciální léčivou hodnotu, kdy jejich konzumace vede k posílení imunitního systému, protilátkové funkci a ke kontrole krevních lipidů (Wang et al., 2014). V poslední době narůstá zájem o potenciál zdravotních benefitů hub nejen u lidí ale i u hospodářských zvířat. Například u drůbeže mohou jako zdroj účinných látek pozitivně ovlivnit nejen užítkovost, ale i zdravotní stav drůbeže (Bederska-Łojewska et al., 2017).

Některé houby jsou konzumovány pro své halucinace vyvolávající látky jako je např. psilocybin. Při dotazování studentů na užívání psilocybinu z jedné z New Yorkské vysoké školy se ukázalo, že z 409 dotázaných 29,5 ti% psilocybin užívá. K prvnímu užití je často vedla zvědavost nebo je lákal mystický zážitek po požití (Hallock et al., 2013). Míchání více

omamných látek najednou může navíc vést až k akutní nežádoucí reakci, kdy uživatelé mohou působit psychoticky nebo delirantně (Schwartz & Smith, 1988).

3 Druhy hub ohrožující člověka na zdraví

3.1 Toxiny plísní

Nemoci způsobené plísněmi se šíří implantací nebo vdechnutím spor. Vdechnutí a vstup spor do plic je umožněno tím, že spory velkého počtu plísní mají průměr menší než 5 mikrometrů (Sorenson, 1999). To pak může mít vliv na lidské zdraví – kromě infekcí a alergií houby produkují mykotoxiny, které zpravidla mají toxikologické účinky (Fung & Clark, 2004). Mykotoxiny jsou sekundární metabolity hub. Kontaminace potravin mykotoxiny je celosvětové závažným problémem (Zain, 2011). Evidence ukazuje, že potraviny kontaminované mykotoxiny mohou souviset s nemocemi, jako jsou jaterní a gastrointestinální karcinogenní obtíže. Problémy mohou mít akutní i chronický průběh (Fung & Clark, 2004). Jeden mykotoxin je často produkován více druhy hub a zároveň houby mohou produkovat více druhů mykotoxinů. Častěji se vyskytují v horkém a vlhkém klimatu, přičemž provedené studie ukazují, že mezi významné faktory ovlivňující výskyt mykotoxinů patří zejména skladovací podmínky (Zain, 2011).

3.1.1 Aflatoxiny

Aflatoxin je toxický metabolit plísní. Pro své hepatokarcinogenní vlastnosti je označován jako neúčinnější přirozený karcinogen. Aflatoxiny produkuje 13 druhů rodu *Aspergillus* (kropidlák), *A. flavus* (kropidlák žlutý), *pseudotamarii*, *parasiticus*, *nomius*, *bombycis*, *parvisclerotigenes*, *minisclerotigenes*, *arachidicola*, *ochraceus* (kropidlák okrový), *rambellii* a *Emericella astellata*, *venezuelensis*, *olivicola* (Varga et al., 2009). Mezi rostliny náchylné ke kontaminaci patří kukuřice, arašídý, bavlníkové semeno a některé potraviny živočišného původu jako je mléko ze zvířat kontaminovaných aflatoxiny (D. L. Park, 2002). Pokud jsou tyto komodity základními potravinami, jako je v některých částech Afriky, Asie a Latinské Ameriky, expozice je chronická a na vysoké úrovni. Aflatoxiny jsou hepatokarcinogenní zejména ve spojení s chronickou infekcí virem hepatitidy B, dále studie naznačují souvislost se zvýšeným výskytem rakoviny jícnu a působením na růst dítěte (Wild & Gong, 2010). Podnebí ovlivňuje kontaminaci, se změnou klimatu se mění i komunity, které

produkuje aflatoxiny a také hmyz, který vytváří rány na rostlinách (Cotty & Jaime-Garcia, 2007).

3.1.2 Ochratoxiny

Ochratoxiny jsou sekundární metabolity hub produkované například *Aspergillus ochraceus* (kropidlák okrový) a *alliaceus*, ty mohou napadat ořechy (Bragulat et al., 2001). Ochratoxin A je nejvýznamnější z toxikologické skupiny ochratoxinů u lidí způsobuje například nefropatie a nádory močových cest. V kombinaci s jinými mykotoxiny může ochratoxin znamenat vážné ohrožení na zdraví (Heussner & Bingle, 2015).

3.1.3 Fumonisin

Fumonisin jsou produkovány různými duhy rodu *Fusarium* (srpovnička) (Soriano & Dragacci, 2004), jedná se o mykotoxin produkovaný například houbou *Fusarium verticillioides* (Smith, 2018) a *Fusarium moniliforme* vyskytující se na kukuřici, prosu a čiroku (Nair, 1998). Fumonisin FB1 má různé toxikologické účinky a je spojován s rakovinou jícnu (Soriano & Dragacci, 2004). Jedná se také o přirozeně se vyskytující inhibitor biosyntézy sfingolipidů. Byl nalezen v krmivech a potravinách z několika států Argentiny, Austrálie, Brazílie, Botswany, Bulharska, Kanady, Číny, Egypta, Francie, Itálie, Japonska, Keni, Maďarska, Nepálu, Peru, Jižní Afriky, Švýcarska, Spojené států amerických a Zimbabwe (Marasas, 1995).

3.1.4 Patulin

Patulin je mykotoxin, který převážně infikuje jádrové ovoce, ale také další potraviny jako jsou korýši a sýr (Wright, 2015). Patulin je sekundárním metabolitem více druhů jako jsou *Aspergillus* (kropidlák), *Byssochlamys* a *Penicillium* (štětičkovec), tento toxin v potravinách představuje vážné zdravotní problémy (Mahato et al., 2021). Jablka a jablečné výrobky jsou nejčastěji kontaminovány patulinem (Hatab et al., 2012). Na jablkách patulin způsobuje modrou hnilobu a vzhledem k množství jablečných výrobků se jedná o hlavní zdroj expozice patulinu, ten pak způsobuje zejména poškození ledvin a jater (Saleh & Goktepe, 2019).

3.2 Toxiny makroskopických hub

Houby, které můžeme sbírat ve volné přírodě, se dělí do několika kategorií, a to jsou jedlé houby, jedlé za určitých podmínek, nejedlé a jedovaté (Govorushko et al., 2019). Otrava houbami může být náhodná, a to většinou z důvodu nedostatku znalostí a záměnou za jiný druh, nebo z důvodu nevhodného skladování a přípravy (Kapala et al., 2008). Otravy způsobené volně rostoucími houbami jsou nečastější příčinou otravy houbami, týká se to převážně Ruska, Evropy a Číny, souvisí to hlavně s místními tradicemi a životním stylem (Govorushko et al., 2019). Mezi významné mykotoxiny patří orellanin, α a β amanitin, muskarin, kyselina ibotenová, muscimol a gyromitrin (Flament et al., 2020). Dále jsou některé z nich zmíněny podrobněji.

3.2.1 Amatoxiny

Některé druhy jsou známé pro svou toxicitu a ročně způsobují úmrtí kvůli chybné identifikaci (Lima et al., 2012). Amatoxiny jsou produkovány především rody *Amanita* (muchomůrka), *Lepiota* (bedla) a *Galerina* (čepičatka) (Diaz, 2018). Mezi jedovatými houbami je většina nejnebezpečnějších druhů v rámci jednoho rodu, a tím je rod *Amanita* (muchomůrka) (Klein et al., 1989). V Evropě je za 90–95 % všech úmrtí zodpovědná *Amanita phalloides* (muchomůrka zelená) (Lima et al., 2012).

Tak vysokou úmrtnost způsobuje amatoxin, který je silným cytotoxinem. Latentní perioda bývá 6–24 hodin po požití s příznaky nevolnosti, zvracení, křečí v břiše a s těžkými vodnatými průjmy, které mohou vést až k dehydrataci. Následuje ústup příznaků trvající 1–3 dny ale stále dochází k poškození jater a ledvin, které může vést až k jejich selhání (Patowary, 2010). U pacientů s akutním selháním jater je transplantace jedinou život zachraňující možností (Kieslichová, 2021). Kromě transplantace jsou všechny léčebné postupy při otravách pouze podpůrné (Diaz, 2018). Závažnost otravy se poté odvíjí od časové prodlevy mezi požitím a přijetím do nemocnice (Durukan et al., 2007).

3.2.2 Gyromitrin

Gyromitrin je obsažen v *Gyromitra esculenta* (ucháč obecný), *fastigiata* (ucháč svazčitý), *gigas* (ucháč obrovský) a je zodpovědný za těžké intoxikace, a dokonce i úmrtí. Projevuje se především zvracením a průjmy, poté žloutenkou, křečemi a kómatem (Patočka et al., 2012). Gyromitrin a jeho homology patří mezi smrtící mykotoxiny (Dirks et al., 2023). K otravě často dochází kvůli záměně *Morchella* sp. (smrž) za *Gyromitra* sp. (ucháč), která

obsahuje gyromitrin, ten se po konzumaci projevuje gastrointestinální příznaky a hepatotoxicitu (Vohra et al., 2024).

3.2.3 Další mykotoxiny

Amanita muscaria (muchomůrka červená) a *pantherina* (muchomůrka tygrovaná) obsahují muscimol a kyselinu ibotenovou, které působí excitačně i sedativně. U většiny pacientů se projevily příznaky otravy do šesti hodin po požití těchto hub. Často vyvolává gastrointestinální problémy a útlum či excitaci centrálního nervového systému (Moss & Hendrickson, 2019).

Amanita muscaria (muchomůrka červená) je známá pro své výrazné červené zbarvení, proto není tak běžná otrava v důsledku záměny, ale spíše z důvodu sebepoškozování anebo pro její psychedelické účinky (Rampolli et al., 2021). Sběr a konzumace hub a rostlin s psychedelickými účinky je stále populárnější, sušené plodnice *Amanita muscaria* (muchomůrka červená) vyvolávají sluchové i zrakové halucinace, ale u některých může vyvolat závažné zdravotní stavy (Satora et al., 2005). Záměrná intoxikace je problémem v USA a v Evropě, kde jsou zaznamenány intoxikace psilocybinem (Borowiak et al., 1998). Psilocybin se v některých kulturách užívá už po staletí (Johnson & Griffiths, 2017). Kyselina ibotenová, muscimol a psilocybin, byly popularizovány pro svůj léčebný potenciál a byly navrženy pro rekreační užívání od 60. let 20. století navzdory své neurotoxicitě (Stebelska, 2013). Látka obsažená v některých houbách, psilocybin je podle recentních studií stále dostupnější (Farah et al., 2024). Odhad prevalence užívání psilocybinu u jedinců starších osmnácti let v USA byl takový, že z 168 650 dotázaných jedinců užívá 9,68% osob psilocybin celoživotně (Yockey & King, 2021).

3.2.4 Těžké kovy v houbách

Houby jsou také významní rozkladači a mohou přijímat různé minerály esenciální i neesenciální z půd. Ta však někdy může být znečištěna těžkými kovy z důvodu zvýšené antropogenní činnosti spojené s urbanizací (Ab Rhaman et al., 2021). Houby, které se pak využívají jako zdroj potravy, v sobě mohou obsahovat toxické prvky jako rtuť, olovo, kadmium a astat (Nowakowski et al., 2021). V Itálii byla zkoumána distribuce arsenu, kadmia, olova, selenu a rtuti u běžných jedlých hub. Hladiny kadmia ve vzorcích *Amanita caesarea* (muchomůrka císařská), *Botelus edulis* (hřib smrkový) a *pinophilus* (hřib borový) překročily maximálně povolené množství mg/kg sušiny a u *Agaricus bitorquis* (pečárka opásaná) byl

obsah kadmia padesáti násobkem týdenní dávky doporučené WHO. Dále se objevovaly vysoké hladiny rtuti v rozmezí 5–10 mg/kg sušiny (Cocchi et al., 2006). V Číně byla provedena studie u divoce rostoucích hub, které ukazovaly vysoké koncentrace kadmia, olova a rtuti v městských oblastech. Jako nejpravděpodobnější zdroj kontaminace byla uvedena vysoce frekventovaná automobilová doprava a na základě bezpečnostních norem je třeba se vyhnout konzumaci hub rostoucích ve znečištěných městských oblastech (X.-H. Chen et al., 2009). V České republice v oblasti Šumavy byly vybrány divoce rostoucí houby a odebrány vzorky z pěti lokalit. Obsahy prvků byly druhově závislé. Obecně studie odhalila nejintenzivnější akumulaci kadmia, rubidia, stříbra, mědi, selenu a zinku ve studovaných houbách. Údaje však neukazují negativní vliv na lidské zdraví, pokud jde o příležitostnou konzumaci (Krejsa et al., 2024). V oblasti Slovenského ráje na hranici s regionem historické těžby rud bylo odebráno 92 vzorků divoce rostoucích hub. Obsahy kadmia a olova překročily hranice povolené limity Evropské unie (Árvay et al., 2015).

Všechny kovy a kovové sloučeniny jsou potenciálně toxické, některé jsou známé karcinogeny, i když je mnoho kovů klíčových k přežití (J. D. Park, 2010). Pokud klinický obraz ukazuje postižení více orgánových soustav, je třeba zvažovat otravu těžkými kovy, záleží také na tom, zda jde o akutní či chronickou otravu. Pacienti se středně těžkou a těžkou intoxikací mohou mít trvalá poškození zejména mozku a ledvin (Chisolm, 1970).

3.3 Případy otrav houbami v Evropě

V této kapitole jsou uvedeny základní informace o otravách houbami v evropských státech včetně České republiky. Informace z vybraných odborných studií a kazuistik jsou doloženy konkrétními počty, frekvencemi a průběhy otrav. Z evidence je patrné, že otravy houbami jsou skutečně poměrně časté a závažné.

Mykofilové jsou lidé, kteří sbírají divoké houby a následně je konzumují. V důsledku toho jsou v zemích s mykofily častější případy otrav houbami. Proto musí státy zajistit bezpečný obchod s divoce rostoucími houbami. Rozmanitost hub pro komercializaci je v Evropě vysoká, pěstovat ale lze pouze 60 druhů z celkových 268 (Peintner et al., 2013).

Na základě telefonátů z Českého TIS (toxikologického informačního centra) v letech 2000 až 2004 bylo z celkem 400 hovorů s podezřením na otravu houbami ve 34 případech potvrzena otrava houbou *Amanita phalloides* (muchomůrka zelená), z toho bylo 5 dětí a 29 dospělých. Symptomy – 76 % otrávených zvracelo, 62 % trpělo průjmami, 22 % mělo křeče v břiše, 4 % slabost, jaterní selhání s kagulopatií a encelopatií 24 % a selhání ledvin 11 %.

Zemřela 3letá dívka, pátý den po otravě na zástavu srdce a 32letý muž zemřel na selhání oběhu během transplantace jater. Celkem 5 pacientů požílo *A. phalloides* (muchomůrka zelená) záměrně a všichni přežili. U všech, kteří přežili akutní fázi, bylo zotavení trvalé až na jeden případ (Křenová et al., 2007).

V České republice je intoxikace halucinogenními látkami běžná, v letech 1995-2008 bylo TIS kontaktováno 917× z důvodu užití halucinogenních rostlin a hub. Počet dotazů na syntetické drogy se snížil, zatímco počet dotazů na ty přírodní je relativně stabilní. Z toho se 34 % hovorů týká expozice hub, a to hlavně na psilocybin, který způsobuje poruchy vnímání a změnu chování. Užívání těchto přirozeně se vyskytujících halucinogenů je nejčastější ve věku 15-25 let, z toho 83 % tvoří muži díky snadné dostupnosti této alternativy k syntetickým drogám (Mrazova et al., 2011).

V období let 2004 až 2020 bylo na Slovensku registrováno celkem 2876 otrav houbami a z toho 698 s podezřením na intoxikaci *A. phalloides* (muchomůrka zelená), z toho bylo 141 potvrzeno. Dva ze 129 pacientů, kteří dostali plný léčebný protokol (antidoty, penicilin a silibinin), zemřeli na akutní postižení ledvin (Dluholucký et al., 2022). V období let 2004–2016 bylo u 102 případů potvrzena intoxikace amatoxiny a následovala léčba, dva z nich zemřeli krátce po přijetí na akutní selhání ledvin a další tři, kteří měli podezření na alergii na penicilin (Dluholucky et al., 2018).

Ve Švýcarsku je sbírání hub oblíbenou aktivitou, proto je určení druhů klíčové. Analýza dotazů týkající se hub na švýcarské toxikologické centrum, celkem jich bylo 5638, tvořilo 1,2 % všech dotazů v období ledna 1995 až prosince 2009. Důvodem kontaktování centra v případech expozice dospělých byla nejčastěji toxicita z jedlých druhů, zatímco u dětí k tomu docházelo z hub nalezených v okolí domu. Úmrtnost u potvrzených otrav amatoxiny byla 5 ze 32 tedy vysoká v porovnání s ostatními (Schenk-Jaeger et al., 2012). Z případů otrav houbami na pohotovosti v Bernu od ledna 2001 od října 2017 bylo hlášeno gastrointestinální poruchy u 86 % z 51 pacientů; informační centrum a mykologové byli zapojeni do 69 % z těchto případů a z toho byla možná identifikace druhu/rodu ve 43 % případů. Nedošlo k žádnému úmrtí a 80 % pacientů bylo propuštěno do 24 h. Spolupráce s informačním centrem a mykology byla významná hlavně u případů se závažnými komplikacemi (Keller et al., 2018). Toxikologické centrum ve Švýcarsku od roku 1966 do roku 2014 provedlo celkem 12.126 telefonních hovorů týkajících se hub (Schenk-Jäger et al., 2016).

Analýza epidemiologie otrav houbami v provincii Parma, Itálie, která trvala od 1. ledna 1996 do 31. prosince 2016 uvedla, že konzultace s mykologem po otravě byla v 379 z 443 případů otrav houbami. Celkem 108 případů bylo způsobeno jedlými houbami, 408

případů, tedy 92 %, bylo doprovázeno gastrointestinálními obtížemi a celkem u 69 případů byla potřeba hospitalizace. U 20 případů šlo o otravu amatoxinem u 2 o halucinogenní toxicitu (Cervellin et al., 2018).

Německá studie zabývající se otravami od roku 1996 do roku 2003 zaznamenala 142 případů smrtelných otrav, z toho 2 byly na otravu houby z rodu *Amanita* (muchomůrka) (Schaper et al., 2006).

Ve Finsku jsou otravy závažnou příčinou příjmu pacientů na urgentní příjem. Studie analyzující data z let 1987 až 1988 dokládá, že hlavními příčinami otrav u dětí byly rostliny, bobule a houby, které byly mylně považované za jedlé (Lamminpää et al., 1993).

Z francouzské databáze od roku 2010 do roku 2020 bylo zjištěno 446 případů expozice smržům ve věkovém rozmezí mezi 31–62 lety poměr, pohlaví byl 1:1, z toho se u 83,6 % vyvinuly gastrointestinální obtíže a u 53,3 % se objevily neurologické příznaky v 38,5 % oba tyto příznaky. V osmi případech se gastrointestinální obtíže rozvinuly v šok a následkem toho došlo ke dvěma úmrtím. Těžké otravy smrži upozorňují na vhodnou obezřetnost při konzumaci syrových a nedovařených produktů (Vodovar et al., 2024).

V regionálním centru akutních otrav Sosnowiec v Polsku v letech 2003–2007 bylo diagnostikováno 349 případů otrav houbami, 280 z nich mělo gastrointestinální obtíže a 19 z nich se jednalo o otravy psilocybinem. Náhodná otrava byla nejčastěji spojena se špatnou identifikací nebo nesprávnou přípravou či skladováním (Kapala et al., 2008). V Polsku je celkem ročně registrováno 500–1000 případů otrav houbami, z toho 70 % dospělí a 30 % děti. Za 90–95 % otrav končících smrtí je zodpovědná *A. phalloides* (muchomůrka zelená). V letech 2013–2018 bylo na klinickém oddělení v Lublinu hospitalizováno celkem 78 pacientů s intoxikací houbami z toho 37 mužů a 41 žen. U 27 z nich byla potvrzena otrava *A. phalloides* (muchomůrka zelená), nejčastěji k otravám docházelo v létě a na podzim (Tkaczyk et al., 2021).

3.4 Případy otrav ve světě

V této kapitole jsou naopak uvedeny informace o otravách houbami z mimoevropských států. Globální epidemiologie popsaná z několika studií z období 1959–2002 popisuje otravy od roku 1951 ze shromážděných kazuistik. Ukazuje na hlavní syndromy časné (které se projevují do 6 hodin od požití), pozdní (od 6-24 hodin po požití) a opožděné (s projevem den po požití). Osm časných syndromů jsou dva gastrointestinální, čtyři neurotoxické a dva alergické (Diaz, 2005). Pro studii bylo vybráno 33 kazuistických studií,

příčemž úmrtnost zasažených osob byla 2,87 %. Pacienti s poruchami jater a ledvin mají větší pravděpodobnost negativní prognózy (Janatolmakan et al., 2023).

Ve Spojených státech amerických bylo od 1. ledna 2008 po 31. prosince 2018 hlášeno 8953 expozic houbám. Zahrnuto bylo 148 případů, u kterých byla úmrtnost 8,8 %. Mykolog v těchto případech identifikoval houby v 25 z 148 (16,9 %) případů (De Olano et al., 2021). Do amerických toxikologických center bylo od roku 1999 do roku 2016 hlášeno 133 700 případů expozice houbám. Požití bylo nejčastěji neúmyslné 83 %, bylo hlášeno 52 úmrtí (2,9/rok), nejčastěji jde tomuto předejít vzděláváním (Brandenburg & Ward, 2018).

V Thajsku bylo letech 2008 až 2017 každý rok hlášeno 1200 až 2000 případů s úmrtností od 0,12 do 1,12 %, za toto období bylo hlášeno 15 680 pacientů. Nejčastěji k otravám docházelo mezi květnem a zářím nejvíce rizikový věk byl od 55 let výše, větší riziko otrávení bylo u žen (Tawatsin et al., 2018).

V Koreji jsou amatoxiny příčinou většiny smrtelných otrav, za rok 1999 došlo celkem k 54 případů otrav houbami a amatoxiny způsobily 43 z nich. Rozmezí věku otrávených houbami bylo od 7 do 78 let a převažovalo u mužů, úmrtnost byla podobná jako v zemích Severní Ameriky a v Evropě (Ahn et al., 2000).

Otravy houbami jsou problémem i v různých regionech Indie. U pacientů, kteří pozřeli houby, se příznaky rozvinuly po 2–3 hodinách po požití, 74 % vykazovalo abnormální výsledky jaterních a ledvinových testů (Sharma et al., 2013). V letech 2014 až 2019 bylo v severovýchodní Indii v ústavu terciální péče přijato 53 pacientů s otravou houbami, nejmladším z nich bylo 2,5měsíční kojené na mateřském mléce. Celkem 75,47 % pacientů bylo propuštěno a přežilo, 9 pacientů (16,98 %) zemřelo (Pandita et al., 2021).

V Číně je hlavní příčinou úmrtnosti při otravách jídlem otrava houbami. Od roku 1994 do roku 2012 bylo 852 pacientů s 183 (21,48 %) úmrtími. Rod *Amanita* (muchomůrka) byl zodpovědný za 70,49 % z nich. Celkem 24,59 % bylo způsobeno rodem *Russula* (holubinka) (Z. Chen et al., 2014). Od roku 2016 do roku 2018 bylo hlášeno 429 případů otrav divokými houbami. Z toho bylo 84 případů hospitalizovaných a dvě úmrtí. Běžným lidem není doporučeno sbírat divoce rostoucí houby z důvodu náročné identifikace (L. Chen et al., 2022).

V západní Íránu v Kermanshahu od roku 2014 do roku 2018 bylo vyhodnoceno 193 případů otrav houbami, 51,3 % z toho byli muži a 92,6 % pacientů bylo obyvateli města a 92,5 % bylo otráveno během jara. Nevolnost a zvracení se ukázalo u 72 % případů, bolesti břicha u 71 %, se objevily 11,9 % bolesti hlavy a 7,8 % mělo rozmazané vidění, smrtnost byla 1,6 % (Janatolmakan et al., 2022).

4 Přehled hlavních negativních vlivů hub na člověka a jejich řešení

Jako jed je označovaná jakákoliv látka, která při vstupu do těla způsobuje dočasné nebo trvalé poškození. K otravě může dojít náhodně i záměrně a dělí se dle způsobu trasy na otravy z trávicího traktu, dýchacím systémem, přes kůži a přes kůži nitrožilně například formou injekce . Někdy může docházet k negativním projevům v důsledku kombinace více stavů například alergie a astmatu (Kopp et al., 2009).

Univerzálním pravidlem pro záchránce je vždy dbát na svou bezpečnost (měl by se ujistit, zda mu v dané situaci nic nehrozí a zamezí tak případným vlastním zraněním), dále zamezit dalšímu vstřebávání jedu (vyvětrání nebo přesun od jedu, vyvolání zvracení, omytí kůže atd.), zavolání zdravotnické záchranné služby, pokus o identifikaci jedu (z obalů, pokrmu, zvratků) a sledování postiženého do příjezdu záchranky .

4.1 Astmatické záchvaty

Astma je relativně běžné onemocnění postihující celosvětově asi 300 milionů lidí (Lambrecht & Hammad, 2015). Jde o chronický zánět dýchacích cest (Hamid & Tulic, 2009). Zánětlivé buňky produkují mediátory, které spouští bronchokonstrikci, produkci hlenu a remodelaci (Hamid & Tulic, 2009). Alergické astma je nejčastějším typem astmatu jeho hladiny IgE (imunoglobulin E) jsou vyšší a k jeho nástupu dochází v nižším věku než u nealergického astmatu (Schatz & Rosenwasser, 2014). Zánět u alergického astmatu je těžko kontrolovatelný, imunologická paměť vyvolává alergické reakce a ty způsobují poškození dýchacích cest a přetrvávající zánět (Hamid & Tulic, 2009).

4.1.1 Příčiny a popis stavu

Znečištění v ovzduší ovlivňuje lidské zdraví, jedním z prvků ve vzduchu mohou být spory hub, které mají přímou souvislost s výskytem dětského astmatu (García, 2009). Plísně ale nejsou problémem pouze venkovních prostorách ale i v těch vnitřních, zejména, když mají problémy s vlhkostí, i uvnitř budov můžeme nacházet vysoké počty různých druhů hub (Nevalainen et al., 2015). Koncentrace spor hub v Madridu byla analyzována a ukázala, že nevyšší počty spor ve vzduchu byly v jarních a podzimních měsících, také, že počty spor ve vzduchu pozitivně souvisí s teplotou a relativní vlhkostí (Herrero et al., 2006).

Spory velkého počtu hub jsou menší než 5 mikrometrů, a proto mohou vstupovat do dýchacích cest a plic (Sorenson, 1999). Vzhledem k astmatu je důležité rozlišovat houby, které jsou schopny růst ve vnitřním prostředí našeho těla, ty mají potenciál obsadit dýchací cesty (*Aspergillus* (kropidlák) a *Penicillium* (štetíčkovec), a ty, které při naší tělesné teplotě nejsou schopny růstu (*Alternaria* (rod čerň) a *Cladosporium* (rod čerň). Druhy, které jsou schopny růst a klíčit v dýchacích cestách, pak mohou způsobit alergenní stimul nebo neinvazivní infekci zesilující zánět (Rick et al., 2016). Expozice venkovním sporám je spojena s rizikem hospitalizace dětí a adolescentů s astmatem (Tham et al., 2017)

4.1.2 První pomoc a léčba

Při astmatickém záchvatu záchránce pomůže postiženému dostat se do úlevové polohy a na čerstvý vzduch (Kuba, Křivánek, et al., 2021). Ke zvrácení tohoto stavu je vhodné zvážit užití léčiv (Bernstein & Klotz, 1955). Pokud má postižený pro tyto případy předepsané léky může je užít. Inhalátor se musí užít správně, důležitý je výdech před aplikací, silný nádech léčebné látky a zadržení dechu po nádechu (Lavorini et al., 2008). Pokud se stav postiženého po aplikaci léčiv inhalátorem nezlepšuje v řádech minut, je vhodné zvážit zavolání zdravotnické záchranné služby (Kuba, Křivánek, et al., 2021).

4.2 Alergické reakce

Alergie mohou být podmíněny geneticky nebo enviromentálně, změny v mechanismech regulujících toleranci, které pak vedou k přehnaným imunitním odpovědím na antigeny ze vzduchu, potravin nebo mikrobiálního původu (Tlaskalová-Hogenová et al., 2002). Alergické reakce se pohybují od mírných lokálních otoků a svědění přes astma, kopřivku, gastrointestinální potíže až po vaskulární kolaps (Hamilton & Adkinson Jr., 1984). Alergické reakce se spouští, když alergeny zkříží svou cestu s IgE navázaných na receptory žírných buněk. Jejich aktivace indukuje zánětlivé reakce sekrecí mediátorů (Charles A Janeway et al., 2001).

4.2.1 Příčiny a popis stavu

Potravinové alergie patří mezi běžná onemocnění, která jsou léčitelná symptomaticky (Hsieh et al., 2003). Tyto stavy mohou vést až k anafylaxi, to je závažná alergická nebo hypersenzitivní reakce s rychlým nástupem, která může způsobit až smrt (Sicherer et al., 2017). Mezi oblíbené konzumovatelné houby ve východní Asii patří houby *Lentinula edodes*

(tzv. „Shiitake“; houževnatec jedlý), *Tricoloma matsutake* (tzv. „Matsutake“; čirůvka větší), *Grifola frondosa* (tzv. „Maitake“; trsnatec lupenitý) a *Lyophyllum decastes* (tzv. „Shimeji“; líha nahloučená) a v těchto oblastech jsou na ně hlášeny potravinové alergie (Ito et al., 2020). Jak je zmíněno výše, konzumace hub může u některých lidí vyvolat alergické reakce, přičemž jde převážně o potravinové alergie (konkrétně se zpravidla jedná o hypersenzitivní reakce typu 1, tj. hlavními původci těchto alergií jsou proteiny) (Singh et al., 2023). Studie ukázala první případ alergické reakce na *Hericium erinaceus* (korálovec ježatý), kterou dříve muž konzumoval bez reakce – jde o první zaznamenanou alergickou reakci na tento druh a muži byla diagnostikována alergie na *H. erinaceus* (korálovec ježatý) (Watson & Kobernick, 2022).

Mezi alergické reakce patří i kožní reakce na spory basidiomycot u některých atopických lidí. Tyto reakce ukazují, že bazidiospory jsou aeroalergeny (Lehrer & Horner, 1990). Bylo testováno 150 dospělých z alergologické kliniky v New Orleans, kteří byly vybráni na základě celoročních obtíží s rýmou nebo astmatem, výsledky ukázaly, že reakce na bazidiospory byla silnější než na výtažky z mycelia Basidiomycot, některé spory hub měli stejné výsledky reaktivity kůže jako pyl dubu a to značí, že tyto spory jsou důležité aeroalergeny (Lehrer et al., 1986). Sezónní senná rýma je nejčastěji reakcí na pyl trav a spory plísní (Buisseret, 1976). Druhy hub, které mohou způsobovat onemocnění, začínají spouštěním alergií nebo astmatu (Borchers et al., 2017).

Podle lékařské dokumentace je přibližně 6 % pacientů alergických na penicilin, u těchto lidí může užití penicilinu vést k závažným stavům (Wanat et al., 2021).

V Mexiku bylo zkoumáno množství pylu a spor ve vzduchu. Roční integrál spor byl velmi vysoký a to 222 365 spor za den/m³ (Ortega Rosas et al., 2020). Na koncentraci spor má též vliv výška, na úrovni střech je výrazně menší koncentrace spor než na úrovni, kde je naše běžná hladina dýchání (ta je velmi vysoká), také se tyto úrovně liší ve složení, kdy na běžné úrovni se více vyskytovaly bazidiospory, spory *Penicilia* (štětičkovec), *Aspergillu* (kropidlák) a snětí (Khattab & Levetin, 2008).

4.2.2 První pomoc a léčba

V případě mírných alergických příhod, záchránce doporučí postiženému užít předepsané nebo doporučené léky (Hasík et al., 2002).

Závažné alergické příhody (anafylaxe) se projevují svědivou kopřivkou a otoky nejen v místě kontaktu, nevolností, motáním hlavy, obtížným dýcháním až dušením. Pokud záchránce uzná za nutné zavolat zdravotní záchrannou službu. Pokud má postižený předepsaný

autoinjektor s adrenalinem (např. Epipen nebo Anapen) může mu záchránce pomoci s jeho podáním (Kuba, Křivánek, et al., 2021), adrenalin je v této situaci život zachraňující, pokud je rychle podán ihned po rozpoznání anafylaxe (Sicherer et al., 2017). Injekce je intramuskulární a podává se do střední části stehna (Sicherer et al., 2017). Pacientů s rizikem anafylaxe spojené s jídlem je doporučováno nosit dvě dávky adrenalinu (Banerji et al., 2010).

4.3 Otravy způsobené houbami

Výskyt otrav houbami je silně vázán s lokálními zvyklostmi a často je důsledkem záměny jedovatého druhu za jedlý (Persson, 2016). Orální otravy jsou jednou z hlavních příčin úmrtí celosvětově se odhaduje více než 100 000 úmrtí kvůli neúmyslné otravě (Avau et al., 2018). Hlavní příčinou četnosti otrav je zvyšující se přístup k chemickým látkám a nedodržování bezpečnostních opatření (Vavilis & Kapoukranidoy, 2018). Otravy u dětí jsou stále časté hlavně kvůli nedostatečnému zabezpečení léků a dalších chemických látek (Moeschlin, 1968).

4.3.1 Příčiny a popis stavu

Jedním z prvních příznaků otrav houbami je gastroenteritida (akutní infekční onemocnění žaludku a střev nebo také známá jako střevní chřipka), která se ale nemusí objevit ve všech případech. Gastrointestinální obtíže nastupují obvykle do 6 hodin po požití, pokud nastoupí až déle jedná se o opožděné příznaky (Chan et al., 2016). Více život ohrožujících případů se ukazuje být v případech s opožděným nástupem symptomů (Deng & Qiu, 2019). Kromě gastrointestinálních obtíží otravy mohou působit euforii, halucinace, cholígení a anticholígení syndrom, návaly horka, úzkosti, bušení srdce a hypotenze (Hall et al., 1987). Některé druhy mohou být toxické jen pro některé jedince (Hall et al., 1987).

4.3.2 První pomoc a léčba

Při otravě může zásah první pomoci oddalující nebo omezující příjem požití látky snižovat úmrtnost (Borra et al., 2019). Typické příznaky otravy často souvisí s druhem houby. Gastrointestinální obtíže jsou spojeny s následnou dehydratací způsobenou zvracením a průjmem (Hasík et al., 2002). Zvracení vyvoláváme, pokud je postižený při vědomí a víme, že otrava byla způsobena potravinou, zvracení lze vyvolat vypitím sklenice teplé vody s hořčicí nebo solí či mechanicky a to podrážděním kořene jazyka (Kuba, Křivánek, et al., 2021). Při orálních otravách lze podat aktivní uhlí, a to ve větším množství rozpuštěném ve

vodě (Kuba, Křivánek, et al., 2021), přednemocniční podání aktivního uhlí snižuje vstřebávání při otravě a je základem nespecifické léčby (Thakore & Murphy, 2002). Je-li možno, zachránce odebere vzorek hub, které způsobily stav postiženého a zachránce zajistí vyšetření postiženého (Hasík et al., 2002). Akutní otravy se dále předávají do pohotovostních center, kde je třeba posouzení a rychlá terapie. Podpůrná a symptomatická léčba je stále stěžejní při léčbě otrav (van Hoving et al., 2011). Některé případy vyžadují pouze symptomatickou léčbu, u závažnějších je třeba transplantace jater a u velmi závažných je i po intenzivní péči stále vysoká šance na úmrtí (Mengs et al., 2012). U požití jedů se při první pomoci nedoporučuje perorální ředění velkým množstvím vody (Henderson et al., 1966). Dále se silně nedoporučuje primárně vyvolávat zvracení, pokud si nejsme jistí zdrojem otravy (Elsakkar et al., 2023), tím je myšleno, že v případě saponátů, které pěňí při zvracení způsobí dušení, dále chemikálie a ropné produkty znovu dráždí jícen (Kuba, Dvořáková, et al., 2021).

4.3.3 Prevence a nevhodné skladování

Nejlépe jde otravám houbami předejít vzděláváním, protože nejčastějším způsobem, při kterém dojde k otravě, je změněním jedovaté houby za tu jedlou (Brandenburg & Ward, 2018), nebo také nesprávným skladováním, či přípravou (Kapala et al., 2008). Gastrointestinální problémy tedy nejsou vždy způsobeny jen jedovatými druhy ale i těmi jedlými, které jsou syrové, nedostatečně tepelně upravené nebo jejich nadměrnou konzumací (Wennig et al., 2020). V roce 2023 byly ve Spojených státech amerických hlášeny dvě úmrtí kvůli nedostatečné tepelné úpravě hub (Vodovar et al., 2024). Důvody otrav jedlých hub začínají ihned po sklizení počínaje dopravou a následným skladováním, největší procento otrav bylo s pojeno právě s dlouhodobým skladováním hub a skladováním v plastových sáčcích (Gawlikowski et al., 2015). Houby jsou nejpopulárnější čerstvé kvůli chuti a textuře, která je nesrovnatelná s těmi konzervovanými. Houby ale patří mezi rychle se kazící potraviny, podléhají velmi rychlým biochemickým a mikrobiologickým změnám (Niksic et al., 2016).

Důležitá je znalost o toxikologických projevech i mezi zdravotnickým personálem, nedostatečná znalost může vést k neúčinným intervencím. Proto je doporučováno zavést školení a podporu spolupráce odborných mykologů a specializovaných zdravotníků (Benvenuti et al., 2024). Zásadní je také mikroskopická zkouška spor, která je náročná a vyžaduje kvalifikované laboratorní pracovníky (Kapala et al., 2008).

Houby i po sklizení stále pokračují v dýchání a biochemické aktivitě (Singh et al., 2023), proto rychle podléhají zkáze. Jedním z vhodných způsobů uchovávání čerstvých hub se ukazují být materiály na bázi nanokompozitů. Ty mají velký potenciál i v komerčním využití (Donglu et al., 2016). Houby ale stále nemohou být dlouho skladované za čerstvého stavu, proto se konzervují. Musí být skladované za studených teplot a je možné je sušit, nakládat anebo mrazit (Bernaš et al., 2006). Využití metody individuálně rychlého zmražení (IQF) a následného rozmrazování přirozenou konvekcí vzduchu vykazuje nejméně kvalitativních změn. Tato metoda byla zkoumána na hlívě ústřičné nakrájené na kostky a zmražené IQF metodou (Li et al., 2018). Mnoho hub obsahuje vitamíny B, C, D občas i A, přičemž tyto vitamíny mohou být v procesu vaření zničeny (Bessette & Bessette, 2013). Aby si houby zachovaly živiny, je nutné je efektivně skladovat a vhodně kulinářsky upravit (Wang et al., 2014). Pokud chceme zachovat vyšší obsah antioxidantů jako je např. ergothionin, je nutné houby nevařit příliš dlouho (Tsai & Chen, 2019). Vaření hub může na druhou stranu snížit jejich obsah těžkých kovů, při vaření se výrazně sníží hladinu astatu v houbě (Chiocchetti et al., 2020), to je jedním z dalších důvodů, proč tepelně upravovat houby.

5 Zařazení problematiky hub do školní výuky

5.1 Zařazení do rámcových vzdělávacích programů

Rámcový vzdělávací program (RVP) pro základní školy obsahuje výstupy, které se na problematiku hub zaměřují. Konkrétně je lze nalézt ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, kam spadají vzdělávací obory Fyzika, Chemie a Přírodopis a Zeměpis. Biologie hub je jako samostatné téma zařazeno ve vzdělávacím oboru Přírodopis je (Jeřábek et al., 2023).

Konkrétně tam je tento očekávaný výstup:

- *P-9-2-01 žák rozpozná naše nejznámější jedlé a jedovaté houby s plodnicemi a porovná je podle charakteristických znaků.*

V textu je dále konkretizováno učivo tímto způsobem:

- *houby bez plodnic – základní charakteristika, pozitivní a negativní vliv na člověka a živé organismy;*
- *houby s plodnicemi – stavba, výskyt, význam, zásady sběru, konzumace a první pomoc při otravě houbami;*
- *lišejníky – výskyt a význam.*

RVP pro gymnázia rovněž téma houby pokrývá. Konkrétně jsou ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda ve vzdělávacím oboru Biologie (Jeřábek, 2007).

Konkrétně tam jsou tyto očekávané výstupy:

- *žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné zástupce hub a lišejníků;*
- *žák posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub a lišejníků.*

V textu je dále konkretizováno učivo tímto způsobem:

- *stavba a funkce hub;*
- *stavba a funkce lišejníků.*

Z formulace daných výstupů a učiva plyne poměrně velká volnost z hlediska toho, jaké konkrétní informace pedagog do výuky zařadí (např. „*zdravotnický význam hub*“ není v učivu více specifikován). Výběr konkrétních informací bude určitě záviset na mnoha dalších faktorech – časových i odborných možnostech pedagoga, formulace konkrétního školního vzdělávacího programu atd. Vzhledem k obecnosti vybraných formulací (např. „*posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub*“) obsahuje následující kapitola podrobnější popis a přehled možných podtémat, která by pedagogové mohli do výuky zařadit. Uvedené informace vychází z odborné literatury věnující se tématu hub se zaměřením na jejich potenciální negativní vliv na zdravotní stav člověka (pozn.: kapitola obsahuje četné podrobné informace z daných studií – nepředpokládá se však, že by byly do výuky zařazeny tímto způsobem; jedná se spíše o odborné podložení základních tezí, které by měly být následovány didaktickou transformací).

5.2 Doporučení na základě odborných studií

5.2.1 Význam plísní a možná zdravotní rizika

Studenti by měli slyšet i o prevenci v rámci plísní, které mohou způsobovat nemoci či alergie a mohou se nacházet i ve vnitřních prostorech budov (Meggs, 2009). Houby hrají zásadní roli v ekosystémech a přesto nejsou dostatečně zdůrazňovány ve výuce (Green et al., 2019). Plísně ve vnitřních prostorech způsobují alergická onemocnění dýchacích cest, astma a bronchitidu, z hlediska prevence proto nesmí být plísně ve vnitřních prostorech přehlíženy (Hurrass et al., 2017). Studenti se nejčastěji s plísněmi setkávají při likvidaci plesnivého jídla ale nevěnují této skupině jinak moc pozornosti, proto je třeba na tuto rozmanitou skupinu ve výuce více upozorňovat (Farone & Farone, 2005). Plísně patří k nejhlavnější skupině, která

kontaminuje a kazí potraviny, často se musejí používat chemické přísady, které kažení brání (Ribes et al., 2018). Konzumovat potraviny, které jsou kontaminované plísní není bezpečné a konzumace může způsobit vážná onemocnění, alergické reakce (Curtis et al., 2004). To např. znamená, že pokud se někde na jídle nachází plíseň, které většinou tvoří kulovité kolonie, není vhodné je konzumovat, pokud se jedná například o kelímek s jogurtem celý jeho obsah je závadný, stejně tomu tak je i u ostatních potravin. Tyto studie potvrzují, že je třeba učit o ekologii plísní a jejich vlivech na lidské zdraví. Zájem o mikroskopické organismy a houby je nízký, učitel ale může využít laboratoří pro povzbuzení zájmu o téma houby, ukázalo se, že práce v laboratoři umožnila studentům poznat téma hub více do hloubky a vysoce o ně zvedla zájem, proto se výuka v laboratořích velmi doporučuje (Meneghetti et al., 2017).

5.2.2 Užívání hub jako návykových látek

V období dospívání dochází k vývojovým změnám, které probíhají na více úrovních v tomto období se projevují vyšší sklony k riskování a s tím se váže užívání návykových látek, ve vztahu k houbám se to týká hlavně užívání psilocybinu (Bates & Trujillo, 2021). K užití psilocybinu může docházet například na tanečních akcích v Edinburghu se výzkumu účastnilo 121 uživatelů drog a 80 % z nich bylo ve věku 18 až 23 let, více než 10 % z nich užívalo psilocybin, nejčastěji se k drogám dostali prostřednictvím přátel (Riley et al., 2001). Mezi irskými teenagery je vysoká prevalence kouření, to často vede k užívání dalších návykových látek, psychedelické houby patří mezi měkké drogy a uvádí se, že 1,1 % teenagerů je užívá (O’Cathail et al., 2011). V severní Itálii se v rámci průzkumu užívání návykových látek, kterého se zúčastnilo celkem 2015 lidí, průměrný věk prvního užití byl 16,3 let a 13 % z nich užívá halucinogenní houby (Hunt et al., 2007). V České republice je intoxikace halucinogenními látkami poměrně častá TIS (Toxikologické informační středisko) v letech 1995 až 2008 přijalo celkem 917 hovorů týkajících se halucinogenních rostlin a hub, přičemž 44 % z toho se týkalo hub. Primárně se jednalo o subjekty mezi 15 až 25 lety s převahou mužů 83 % (Mrazova et al., 2011). Mezi dospívajícími uživateli halucinogenů byla zkoumána prevalence pocitů beznaděje a sebepoškozovacích tendencí. Ukázalo se, že uživatelé halucinogenů mají vysokou pravděpodobnost, že budou pociťovat smutek, beznaděj a zvažování nebo plánování sebevraždy (Desai et al., 2022). Úmrtí v důsledku užití psychedelických hub není běžnou záležitostí, ale i tak se takové případy objevují. Jeden z nich se týkal mladého muže, který po užití psilocybinu z hub vyskočil z druhého patra budovy. Navzdory tomu, že psilocybin patří mezi nelegální látky má stále dobrou pověst a nenahlíží

se na něj jako na nebezpečnou látku (Honyiglo et al., 2019). Frinton (2024) uvádí, že motivace pro zahájení a pokračování se může lišit a je třeba více šířit osvětu o užívání psilocybinu. Studie provedená už před téměř dvaceti lety (Krebs & Steffey, 2005) uváděla, že k návykovým látkám užívaných v klubech je jednoduché se dostat. Je třeba šířit povědomí mezi mladými lidmi protože vystavování ve vyšší míře psychedelickým houbám vede k hospitalizaci (Mrazova et al., 2011).

Z těchto poznatků vyplývá, že věk prvního užití je nízký a mnoho uživatelů návykových látek jsou studenti, školy se mají postarat o prevenci rizikového chování, ke kterému patří i užívání halucinogenních hub, proto je vhodné na ně zaměřit v rámci programů primární prevence.

5.2.3 Konzumace makroskopických hub a možná zdravotní rizika

Otravy houbami jsou na podzim běžné často z důvodu neznalosti sběrače, proto je důležité zvýšit povědomí veřejnosti o otravách houbami (Brzuszkiewicz et al., 2023). Poskytnutí osvěty o otravách houbami je důležitá jako podpora včasného přijetí do nemocnice (Erguven et al., 2007). Mnoha smrtelným otravám se dá předcházet právě prevencí (Brandenburg & Ward, 2018). V Nepálu se doporučuje, aby se na primární prevenci zaměřila vláda a zakládala toxikologická centra, kde budou probíhat preventivní programy, a to na rozpoznání toxických hub v kombinaci s první pomocí (Patowary, 2010). I v České republice je u dětí mladšího a školního a školního věku při pobytu v přírodě nutno dbát na prevenci a to i z hlediska otrav (Soukupová & Švestková, 2006). Rodiče i děti je třeba učít, aby se vyvarovaly konzumaci neznámých hub (Deng & Qiu, 2019).

V Krakově v rámci preventivního programu o otravách houbami pro děti byl nejsilnější nárůst znalostí u nemladší skupiny 6 až 7 let o *Amanita phalloides* (muchomůrka zelená) a o jejích toxických vlastnostech a zároveň se u všech skupin výrazně snížila potřeba konzumovat divoké houby, pokud si děti nebyly jisté jejich požitelností (Malinowska-Cieslik & van den Borne, 1998). Výzkum probíhající na Slovensku ukázal na vzorku 160 středoškolských studentů, že si lépe pamatují informace o houbách, které se týkají přežití, zda je houba toxická, či jedlá si pamatovali lépe než místa výskytu či pojmenování houby, to se dá využít právě při výuce přírodovědných věd (Fančovičová et al., 2020).

Konzumace hub s sebou nese určitá rizika a je zapotřebí tedy umět poskytnout první pomoc, jako je vyvolání zvracení. Proto je důležité tyto postupy z první pomoci ovládat. V České republice je poskytnutí první pomoci povinné, to je důvodem proč je výuka první

pomoci zařazena do učebních osnov na různých stupních vzdělání, a při jejich výuce by měla být dodržována doporučení Evropské resuscitační rady (Kuba et al., 2023). Výuka hub je jednou z možností, kdy vyučovat první pomoc. Navíc výuka první pomoci bývá nejčastěji realizována právě v přírodovědných předmětech, jako je např. přírodopis/biologie (Kuba et al., 2023). Znalosti první pomoci patří mezi klíčové dovednosti a jsou důležité v každém věku a její výuka by měla být povinná na všech školách (Başer et al., 2007). V rámci výzkumu znalostí první pomoci v závěrech padlo, že vzdělávání první pomoci při otravách i ostatních situacích by mělo být zprostředkováno všem vysokoškolským studentům neohledě na obor (Goktas et al., 2014).

U učitelů se ukázalo, že s přibývajícím věkem je stále menší pravděpodobnost dalšího dozdělávání v rámci první pomoci a výsledky dotazníku u některých otázek ukazovaly nadpoloviční většinu špatných odpovědí, to ukazuje na nedostatečné znalosti a špatné postoje ke vzdělání v první pomoci (Başer et al., 2007). Je třeba učitele dozdělávat v první pomoci, v Íránu prošlo kurzy první pomoci pouze 40,3 % učitelů, znalosti ukázaly, že většina učitelů je nedostatečně proškolená a je nutné zavést školení první pomoci pro učitele v rámci celoživotního vzdělávání (Adib-Hajbaghery & Kamrava, 2019). Při posuzování znalostí budoucích učitelů měli studenti přírodovědeckých oborů vyšší skóre než ostatní (Goktas et al., 2014). U praktikujících učitelů se také ukazuje silná korelace mezi předmětem, který vyučují a znalostmi o první pomoci a všem se doporučuje absolvovat cyklická cvičení (Bakalarski, 2020).

6 Závěr

Houby představují pro člověka velmi významnou skupinu organismů. Jsou nedílnou součástí ekosystémů, zároveň jsou lidmi využívány jako potrava či v biotechnologiích (Money, 2016). Mohou s sebou však přinášet i určitá zdravotní rizika.

Jedním z nich může být sběr divoce rostoucích hub. Vzhledem k tomu, že velké množství hub obsahuje toxiny, mohou být opravdovou hrozbou pro lidské zdraví (Zain, 2011). Otravy houbami jsou stále časté a vedou k závažným stavům, kdy postižení musí být hospitalizováni. K těmto otravám dochází převážně z důvodu záměny druhů (Kapala et al., 2008). Proto by se ve výuce žáci měli seznámit s jedovatými druhy a naučit se je rozlišovat. Oslím můstkem lze v návaznosti na potenciální otravy probrat i postupy první pomoci při intoxikaci. K otravě houbami může také dojít kvůli nesprávnému skladování. Proto je vhodné, aby i tato preventivní opatření byla probírána ve výuce.

Dále se doporučuje probrat rizika spojená s plísněmi a nebezpečí konzumace plesnivých potravin (Curtis et al., 2004). Také je vhodné upozornit žáky na spory a jejich množství ve vzduchu, které u vybraných jedinců mohou vyvolávat alergické reakce či astmatické záchvaty (Tlaskalová-Hogenová et al., 2002). I v souvislosti s těmito stavy lze žáky obeznámit s postupy první pomoci týkající se těchto situací.

Další oblastí související se zdravotními riziky hub je jejich užívání jako potenciální návykové látky. Prostředním primární prevence lze obeznámit žáky s riziky, která s sebou přináší užívání těchto látek. Odborná literatura v souvislosti s halucinogenními houbami upozorňuje často zejména na užívání psilocybinu, který je zejména pro mladistvé lákavý (Honyiglo et al., 2019).

Studenti mají většinou nízký zájem o houby (Meneghetti et al., 2017), ale to je možné změnit laboratorními cvičeními (Meneghetti et al., 2017). Ty mohou žáky nadchnout a podpořit retenci nových poznatků. Odborné studie také ukázaly, že si žáci lépe pamatují, pokud látka souvisí s přežitím (tj. to, zda je houba jedlá nebo jedovatá, si pamatují nejlépe a může se toho tedy při výuce využívat).

Vzdělávací výstupy uvedené v rámcových vzdělávacích programech jsou celkově velmi obecné. Bylo by proto vhodné vytvořit více materiálů, které by podrobněji rozpracovaly téma houby v návaznosti na zdravotní komplikace formou didaktické transformace odborných informací. Příkladem může být problematika plísní a specifikace, na co je vhodné studenty upozornit a jak látku podávat, neboť toto téma může být pro žáky poměrně abstraktní. Podobně i pro pedagogy může výuka plísní znamenat vystoupení z komfortní zóny. Jednou

z možností by mohlo být zavedení programů v rámci celoživotního vzdělávání, které by danou problematiku pokrývaly, a to včetně rozlišování jedovatých druhů a první pomoci při otravách.

7 Seznam literatury

- Ab Rhaman, S. M. S., Naher, L., & Siddiquee, S. (2021). Mushroom quality related with various substrates' bioaccumulation and translocation of heavy metals. *Journal of Fungi*, 8(1), 42. <https://doi.org/10.3390/jof8010042>
- Abdel-Azeem, A. M., Yadav, A. N., Yadav, N., & Sharma, M. (Ed.). (2021). *Industrially Important Fungi for Sustainable Development: Volume 2: Bioprospecting for Biomolecules*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-85603-8>
- Adib-Hajbaghery, M., & Kamrava, Z. (2019). Iranian teachers' knowledge about first aid in the school environment. *Chinese Journal of Traumatology*, 22(4), 240–245. <https://doi.org/10.1016/j.cjtee.2019.02.003>
- Ahn, B.-M., Lee, D.-S., Lee, K.-M., Kang, S.-B., Yang, J.-M., Park, Y.-M., Lee, Y.-S., Chung, K.-W., Sun, H.-S., Park, D.-H., Rho, H.-J., Kang, Y.-M., Lee, J.-M., Hur, J.-W., Choi, S.-G., Kim, J.-H., Lee, S.-I., Choi, S.-O., Choi, H.-Y., ... Kim, Y.-S. (2000). Amatoxins Poisonings in Korea. *The Korean Journal of Hepatology*, 340–349. <https://doi.org/10.1109/5.771073>
- Árvay, J., Tomáš, J., Hauptvogel, M., Massányi, P., Harangozo, L., Tóth, T., Stanovič, R., Bryndzová, Š., & Bumbalová, M. (2015). Human exposure to heavy metals and possible public health risks via consumption of wild edible mushrooms from Slovak Paradise National Park, Slovakia. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 50(11), 833–843. <https://doi.org/10.1080/03601234.2015.1058107>
- Avau, B., Borra, V., Vanhove, A.-C., Vandekerckhove, P., Paepe, P. D., & Buck, E. D. (2018). First aid interventions by laypeople for acute oral poisoning—Avau, B - 2018 | Cochrane Library. *John Wiley & Sons*. <https://doi.org/10.1002/14651858.CD013230>
- Baars, J. (2017). Fungi as Food. In K. Kavanagh (Ed.), *Fungi* (1. vyd., s. 147–168). Wiley. <https://doi.org/10.1002/9781119374312.ch6>
- Bakalarski, P. (2020). Assessment of teachers' knowledge about first aid. *Critical Care Innovations*, 3(1), 18–23. <https://doi.org/10.32114/CCI.2020.3.1.18.23>
- Banerji, A., Rudders, S. A., Corel, B., Garth, A. M., Clark, S., & Camargo Jr, C. A. (2010). Repeat epinephrine treatments for food-related allergic reactions that present to the emergency department. *Allergy & Asthma Proceedings*, 31(4). <https://doi.org/10.2500/aap.2010.31.3375>
- Barr, D. J. S. (2001). Chytridiomycota. In D. J. McLaughlin, E. G. McLaughlin, & P. A. Lemke (Ed.), *Systematics and Evolution: Part A* (s. 93–112). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-10376-0_5
- Başer, M., Çoban, S., Taşci, S., Sungur, G., & Bayat, M. (2007). Evaluating First-aid Knowledge and Attitudes of a Sample of Turkish Primary School Teachers. *Journal of Emergency Nursing*, 33(5), 428–432. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2006.11.003>
- Bates, M. L. S., & Trujillo, K. A. (2021). Use and abuse of dissociative and psychedelic drugs in adolescence. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 203, 173129. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2021.173129>
- Benny, G. L., Humber, R. A., & Morton, J. B. (2001). Zygomycota: Zygomycetes. In D. J. McLaughlin, E. G. McLaughlin, & P. A. Lemke (Ed.), *Systematics and Evolution: Part A* (s. 113–146). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-10376-0_6
- Benvenuti, M., Zotti, M., & La Maestra, S. (2024). A guide to mycetisms: A toxicological and preventive overview. *Medical Mycology*, 62(4), myae033. <https://doi.org/10.1093/mmy/myae033>

- Bernaś, E., Jaworska, G., & Kmiecik, W. (2006). Storage and processing of edible mushrooms. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*, 5(2), 5–23.
- Bernstein, C., & Klotz, S. D. (1955). Treatment of asthma. *Journal of the American Medical Association*, 157(10), 811–814. <https://doi.org/10.1001/jama.1955.02950270029008>
- Bessette, A. R., & Bessette, A. E. (2013). 2. Selecting, preserving, and cooking mushrooms. In 2. *Selecting, preserving, and cooking mushrooms* (s. 3–10). University of Texas Press. <https://doi.org/10.7560/707986-006>
- Borchers, A. T., Chang, C., & Eric Gershwin, M. (2017). Mold and Human Health: A Reality Check. *Clinical Reviews in Allergy & Immunology*, 52(3), 305–322. <https://doi.org/10.1007/s12016-017-8601-z>
- Borowiak, K. S., Ciechanowski, K., & Waloszczyk, P. (1998). Psilocybin Mushroom (*Psilocybe semilanceata*) Intoxication with Myocardial Infarction. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology*, 36(1–2), 47–49. <https://doi.org/10.3109/15563659809162584>
- Borra, V., Avau, B., De Paepe, P., Vandekerckhove, P., & De Buck, E. (2019). Is placing a victim in the left lateral decubitus position an effective first aid intervention for acute oral poisoning? A systematic review. *Clinical Toxicology*, 57(7), 603–616. <https://doi.org/10.1080/15563650.2019.1574975>
- Bragulat, M. R., Abarca, M. L., & Cabañes, F. J. (2001). An easy screening method for fungi producing ochratoxin A in pure culture. *International journal of food microbiology*, 71(2–3), 139–144. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(01\)00581-5](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(01)00581-5)
- Brandenburg, W. E., & Ward, K. J. (2018). Mushroom poisoning epidemiology in the United States. *Mycologia*, 110(4), 637–641. <https://doi.org/10.1080/00275514.2018.1479561>
- Broussard, C. N., Aggarwal, A., Lacey, S. R., Post, A. B., Gramlich, T., Henderson, M. J., & Younossi, Z. M. (2001). Mushroom poisoning—From diarrhea to liver transplantation. *Official journal of the American College of Gastroenterology| ACG*, 96(11), 3195–3198. <https://doi.org/10.1111/j.1572-0241.2001.05283.x>
- Brzuszkiewicz, K., Pożarowska, K., Rudziński, G., Łozowski, B., Kusak, N., Grunwald, A., & Tchórz, M. (2023). Management of confirmed mushroom poisoning. *Journal of Education, Health and Sport*, 13(1), 197–202. <https://doi.org/10.12775/JEHS.2023.13.01.029>
- Buisseret, P. D. (1976). Seasonal allergic symptoms due to fungal spores. *British Medical Journal*, 2(6034), 507–508. <https://doi.org/10.1136/bmj.2.6034.507>
- Cervellin, G., Comelli, I., Rastelli, G., Sanchis-Gomar, F., Negri, F., De Luca, C., & Lippi, G. (2018). Epidemiology and clinics of mushroom poisoning in Northern Italy: A 21-year retrospective analysis. *Human & Experimental Toxicology*, 37(7), 697–703. <https://doi.org/10.1177/0960327117730882>
- Cocchi, L., Vescovi, L., Petrini, L. E., & Petrini, O. (2006). Heavy metals in edible mushrooms in Italy. *Food Chemistry*, 98(2), 277–284. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.05.068>
- Cotty, P. J., & Jaime-Garcia, R. (2007). Influences of climate on aflatoxin producing fungi and aflatoxin contamination. *International Journal of Food Microbiology*, 119(1), 109–115. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2007.07.060>
- Curtis, L., Lieberman, A., Stark, M., Rea, W., & Vetter, M. (2004). Adverse Health Effects of Indoor Molds. *Journal of Nutritional & Environmental Medicine*, 14(3), 261–274. <https://doi.org/10.1080/13590840400010318>
- De Lucca, A. J. (2007). Harmful fungi in both agriculture and medicine. *Revista iberoamericana de micología*, 24(1), 3.

- De Olano, J., Wang, J. J., Villeneuve, E., Gosselin, S., Biary, R., Su, M. K., & Hoffman, R. S. (2021). Current fatality rate of suspected cyclopeptide mushroom poisoning in the United States. *Clinical Toxicology*, 59(1), 24–27. <https://doi.org/10.1080/15563650.2020.1747624>
- de Jonge, L. P., Buijs, N. A. A., ten Pierick, A., Deshmukh, A., Zhao, Z., Kiel, J. A. K. W., Heijnen, J. J., & van Gulik, W. M. (2011). Scale-down of penicillin production in *Penicillium chrysogenum*. *Biotechnology Journal*, 6(8), 944–958. <https://doi.org/10.1002/biot.201000409>
- Deng, Y., & Qiu, L. (2019). Mushroom Poisoning in Children: A Five-Year Review. *Iranian Journal of Pediatrics*, 29(1), Article 1. <https://doi.org/10.5812/ijp.65262>
- Desai, S., Jain, V., Xavier, S., & Du, W. (2022). Hopelessness, Suicidality, and Co-Occurring Substance Use among Adolescent Hallucinogen Users—A National Survey Study. *Children*, 9(12), Article 12. <https://doi.org/10.3390/children9121906>
- Diaz, J. H. (2005). Syndromic diagnosis and management of confirmed mushroom poisonings. *Critical Care Medicine*, 33(2), 427. <https://doi.org/10.1097/01.CCM.0000153531.69448.49>
- Diaz, J. H. (2018). Amatoxin-Containing Mushroom Poisonings: Species, Toxidromes, Treatments, and Outcomes. *Wilderness & Environmental Medicine*, 29(1), 111–118. <https://doi.org/10.1016/j.wem.2017.10.002>
- Dirks, A. C., Mohamed, O. G., Schultz, P. J., Miller, A. N., Tripathi, A., & James, T. Y. (2023). Not all bad: Gyromitrin has a limited distribution in the false morels as determined by a new ultra high-performance liquid chromatography method. *Mycologia*, 115(1), 1–15. <https://doi.org/10.1080/00275514.2022.2146473>
- Dluholucky, S., Knapkova, M., Kralinsky, K., Skladany, L., Kapusta, D., & Snitkova, M. (2018). Results of Thirteen Years Prospective Study of Diagnostics and Treatment of Amatoxin Intoxication in Slovakia. *Int J Hepatol Gastroenterol*, 4(2), 036–044.
- Dluholucký, S., Snitková, M., Knapková, M., Cibirová, M., & Mydlová, Z. (2022). Results of diagnostics and treatment of amanita phalloides poisoning in Slovakia (2004–2020). *Toxicon*, 219, 106927. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2022.09.013>
- Donglu, F., Wenjian, Y., Kimatu, B. M., Mariga, A. M., Liyan, Z., Xinxin, A., & Qihui, H. (2016). Effect of nanocomposite-based packaging on storage stability of mushrooms (*Flammulina velutipes*). *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 33, 489–497. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2015.11.016>
- Dube, H. C. (2013). *An Introduction to Fungi, 4th Ed.* Scientific Publishers.
- Durukan, P., Yildiz, M., Cevik, Y., Ikizceli, I., Kavalci, C., & Celebi, S. (2007). Poisoning from wild mushrooms in Eastern Anatolia region: Analyses of 5 years. *Human & Experimental Toxicology*, 26(7), 579–582. <https://doi.org/10.1177/0960327106079545>
- Elsakkar, M. G., Alabdulhadi, R. A., Alkazzaz, G. M., Jafar Al-Qteeb, Z., & Islam, Md. A. (2023). Assessment of the knowledge of basic first aid of acute poisoning among medical students at Imam Abdulrahman bin Faisal University, KSA. *Alexandria Journal of Medicine*, 59(1), 20–27. <https://doi.org/10.1080/20905068.2023.2187538>
- Erguven, M., Yilmaz, O., Deveci, M., Aksu, N., Dursun, F., Pelit, M., & Cebeci, N. (2007). Mushroom poisoning. *The Indian Journal of Pediatrics*, 74(9), 847–852. <https://doi.org/10.1007/s12098-007-0151-6>
- Fančovičová, J., Szikhart, M., & Prokop, P. (2020). Learning about mushrooms is influenced by survival processing. *The American Biology Teacher*, 82(8), 529–534. <https://doi.org/10.1525/abt.2020.82.8.529>

- Farah, R., Kerns, A. F., Murray, A. C., & Holstege, C. P. (2024). Psilocybin exposures reported to US poison centers: National trends over a decade. *Journal of Adolescent Health, 74*(5), 1053–1056. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2024.01.027>
- Farone, A. L., & Farone, M. B. (2005). Detecting Mold in School Buildings: An Exercise in Biodiversity. *The American Biology Teacher, 67*(7), 401–410. [https://doi.org/10.1662/0002-7685\(2005\)067\[0401:DMISBA\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1662/0002-7685(2005)067[0401:DMISBA]2.0.CO;2)
- Flament, E., Guitton, J., Gaulier, J.-M., & Gaillard, Y. (2020). Human poisoning from poisonous higher fungi: Focus on analytical toxicology and case reports in forensic toxicology. *Pharmaceuticals, 13*(12), 454. <https://doi.org/10.3390/ph13120454>
- Frinton, S. (2024). Perceptions of Psychedelics: University Students' Attitudes and Motives for Psilocybin Use. *University of Victoria*. <https://dspace.library.uvic.ca/items/64a41224-2ab3-46a2-a3df-bdf550c84fec>
- Fung, F., & Clark, R. F. (2004). Health Effects of Mycotoxins: A Toxicological Overview. *Journal of Toxicology: Clinical Toxicology, 42*(2), 217–234. <https://doi.org/10.1081/CLT-120030947>
- García, R. O. (2009). The relationship between air pollution caused by fungal spores in Mexicali, Baja California, Mexico, and the incidence of childhood asthma. *Air Pollution XVII, 123*, 309.
- Gawlikowski, T., Romek, M., & Satora, L. (2015). Edible mushroom-related poisoning: A study on circumstances of mushroom collection, transport, and storage. *Human & Experimental Toxicology, 34*(7), 718–724. <https://doi.org/10.1177/0960327114557901>
- Giles, C., Lamont-Friedrich, S. J., Michl, T. D., Griesser, H. J., & Coad, B. R. (2018). The importance of fungal pathogens and antifungal coatings in medical device infections. *Biotechnology Advances, 36*(1), 264–280. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2017.11.010>
- Goktas, S., Yildirim, G., Kose, S., Yildirim, S., Ozhan, F., & Senturan, L. (2014). First Aid Knowledge of University Students in Poisoning Cases. *Turkish Journal of Emergency Medicine, 14*(4), 153–159. <https://doi.org/10.5505/1304.7361.2014.15428>
- Govorushko, S., Rezaee, R., Dumanov, J., & Tsatsakis, A. (2019). Poisoning associated with the use of mushrooms: A review of the global pattern and main characteristics. *Food and Chemical Toxicology, 128*, 267–279. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.016>
- Green, K., Roller, C., & Cubeta, M. (2019). A Plethora of Fungi: Teaching a Middle School Unit on Fungi. *Science Activities, 56*(2), 52–62. <https://doi.org/10.1080/00368121.2019.1682961>
- Hall, A. H., Spoerke, D. G., & Rumack, B. H. (1987). Mushroom Poisoning: Identification, Diagnosis, and Treatment. *Pediatrics In Review, 8*(10), 291–298. <https://doi.org/10.1542/pir.8-10-291>
- Hallock, R. M., Dean, A., Knecht, Z. A., Spencer, J., & Taverna, E. C. (2013). A survey of hallucinogenic mushroom use, factors related to usage, and perceptions of use among college students. *Drug and Alcohol Dependence, 130*(1), 245–248. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2012.11.010>
- Hamid, Q., & Tulic, M. (2009). Immunobiology of Asthma. *Annual Review of Physiology, 71*(Volume 71, 2009), 489–507. <https://doi.org/10.1146/annurev.physiol.010908.163200>
- Hamilton, R. G., & Adkinson Jr., N. F. (1984). Mechanisms of Acute Allergic Reactions. *Artificial Organs, 8*(3), 311–317. <https://doi.org/10.1111/j.1525-1594.1984.tb04297.x>
- Han, B., & Weiss, L. M. (2017). Microsporidia: Obligate Intracellular Pathogens Within the Fungal Kingdom. *Microbiology Spectrum, 5*(2), 10.1128/microbiolspec.funk-0018–2016. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.funk-0018-2016>

- Hasík, J., Srnský, P., Škola, J., Štěpánek, K., & Vlk, P. (2002). *Standardy první pomoci*. Český červený kříž. <https://www.cckpraha7.cz/wp-content/uploads/2023/12/standardy-prvni-pomoci-2023.pdf>
- Hatab, S., Yue, T., & Mohamad, O. (2012). Removal of patulin from apple juice using inactivated lactic acid bacteria. *Journal of Applied Microbiology*, *112*(5), 892–899. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2672.2012.05279.x>
- He, M.-Q., Zhao, R.-L., Liu, D.-M., Denchev, T. T., Begerow, D., Yurkov, A., Kemler, M., Millanes, A. M., Wedin, M., & McTaggart, A. R. (2022). Species diversity of Basidiomycota. *Fungal diversity*, *114*(1), 281–325. <https://doi.org/10.1007/s13225-021-00497-3>
- Henderson, M. L., Picchioni, A. L., & Chin, L. (1966). Evaluation of Oral Dilution as a First Aid Measure in Poisoning. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, *55*(11), 1311–1313. <https://doi.org/10.1002/jps.2600551131>
- Herrell, W. E. (1945). *Penicillin and other antibiotic agents*. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19471100065>
- Herrero, A. D., Ruiz, S. S., Bustillo, M. G., & Morales, P. C. (2006). Study of airborne fungal spores in Madrid, Spain. *Aerobiologia*, *22*(2), 133–140. <https://doi.org/10.1007/s10453-006-9025-z>
- Heussner, A. H., & Bingle, L. E. H. (2015). Comparative Ochratoxin Toxicity: A Review of the Available Data. *Toxins*, *7*(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/toxins7104253>
- Holec, J., Beran, M., Bielich, A., Beran, M., & Bielich, A. (2012). *Přehled hub střední Evropy*. Academia.
- Honyiglo, E., Franchi, A., Cartiser, N., Bottinelli, C., Advenier, A.-S., Bévalot, F., & Fanton, L. (2019). Unpredictable Behavior Under the Influence of “Magic Mushrooms”: A Case Report and Review of the Literature. *Journal of Forensic Sciences*, *64*(4), 1266–1270. <https://doi.org/10.1111/1556-4029.13982>
- Hsieh, K.-Y., Hsu, C.-I., Lin, J.-Y., Tsai, C.-C., & Lin, R.-H. (2003). Oral administration of an edible-mushroom-derived protein inhibits the development of food-allergic reactions in mice. *Clinical & Experimental Allergy*, *33*(11), 1595–1602. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2222.2003.01790.x>
- Hunt, G. P., Evans, K., & Kares, F. (2007). Drug Use and Meanings of Risk and Pleasure. *Journal of Youth Studies*, *10*(1), 73–96. <https://doi.org/10.1080/13676260600983668>
- Hurrass, J., Heinzow, B., Aurbach, U., Bergmann, K.-C., Bufe, A., Buzina, W., Cornely, O. A., Engelhart, S., Fischer, G., & Gabrio, T. (2017). Medical diagnostics for indoor mold exposure. *International journal of hygiene and environmental health*, *220*(2), 305–328. <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2016.11.012>
- Chan, C. K., Lam, H. C., Chiu, S. W., Tse, M. L., & Lau, F. L. (2016). Mushroom poisoning in Hong Kong: A ten-year review. *Hong Kong medical journal*, *22*(2), 124. <https://doi.org/10.12809/hkmj154706>
- Charles A Janeway, J., Travers, P., Walport, M., & Shlomchik, M. J. (2001). Effector mechanisms in allergic reactions. In *Immunobiology: The Immune System in Health and Disease*. 5th edition. Garland Science. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK27112/>
- Chen, L., Sun, L., Zhang, R., Liao, N., Qi, X., Chen, J., & Liu, T. (2022). Epidemiological analysis of wild mushroom poisoning in Zhejiang province, China, 2016–2018. *Food Science & Nutrition*, *10*(1), 60–66. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2646>

- Chen, X.-H., Zhou, H.-B., & Qiu, G.-Z. (2009). Analysis of several heavy metals in wild edible mushrooms from regions of China. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 83, 280–285. <https://doi.org/10.1007/s002449910020>
- Chen, Z., Zhang, P., & Zhang, Z. (2014). Investigation and analysis of 102 mushroom poisoning cases in Southern China from 1994 to 2012. *Fungal Diversity*, 64(1), 123–131. <https://doi.org/10.1007/s13225-013-0260-7>
- Cheung, P. C. K. (2010). The nutritional and health benefits of mushrooms. *Nutrition Bulletin*, 35(4), 292–299. <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2010.01859.x>
- Chiocchetti, G. M., Latorre, T., Clemente, M. J., Jadán-Piedra, C., Devesa, V., & Vélez, D. (2020). Toxic trace elements in dried mushrooms: Effects of cooking and gastrointestinal digestion on food safety. *Food Chemistry*, 306, 125478. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125478>
- Chisolm, J. J. (1970). Poisoning Due to Heavy Metals. *Pediatric Clinics of North America*, 17(3), 591–615. [https://doi.org/10.1016/S0031-3955\(16\)32454-3](https://doi.org/10.1016/S0031-3955(16)32454-3)
- Ito, T., Kobayashi, T., Egusa, C., Maeda, T., Abe, N., Okubo, Y., Tsuboi, R., & Niitsuma, T. (2020). A case of food allergy due to three different mushroom species. *Allergology International*, 69(1), 152–153. <https://doi.org/10.1016/j.alit.2019.08.003>
- Janatolmakan, M., Ganji, M. R., Ahmadi-Jouybari, T., Rezaeian, S., Ghowsi, M., & Khatony, A. (2022). Demographic, clinical, and laboratory findings of mushroom-poisoned patients in Kermanshah province, west of Iran. *BMC Pharmacology and Toxicology*, 23(1), 72. <https://doi.org/10.1186/s40360-022-00614-1>
- Janatolmakan, M., Jalilian, M., Rezaeian, S., Abdi, A., & Khatony, A. (2023). Mortality rate and liver transplant in patients with mushroom poisoning: A systematic review & meta-analysis. *Heliyon*, 9(1). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12759>
- Jeřábek, J. (2007). *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia: RVP. VÚP*. https://edumedia-depot.gei.de/bitstream/handle/11163/1585/78285334X_2007_A.pdf?sequence=2
- Jeřábek, J., Tupý, J., Beneš, Z., Jiráček, J., Jiráčková, V., Kubínová, M., Kvasničková, D., Valenta, J., Walterová, E., Macková, S., Provazník, J., & Zapletalová, J. (2023). *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání platný od 1. 9. 2005 zpracovali:*
- Johnson, M. W., & Griffiths, R. R. (2017). Potential Therapeutic Effects of Psilocybin. *Neurotherapeutics*, 14(3), 734–740. <https://doi.org/10.1007/s13311-017-0542-y>
- Kakon, A. J., Choudhury, M. B. K., & Saha, S. (2012). Mushroom is an ideal food supplement. *Journal of Dhaka National Medical College & Hospital*, 18(1), 58–62.
- Kalina, T., & Váňa, J. (2005). *Sinice, řasy, houby, mechorosty a podobné organismy v současné biologii*. Karolinum.
- Kapala, M., Nowacka, A., Kicka, M., & Rakowski, M. (2008). Mushroom (fungi) poisonings investigated at the regional centre of acute poisoning, institute of occupational medicine and environmental health, Sosnowiec, Poland. *Problems of Forensic Sciences*, 75, 282–293.
- Kavanagh, K. (2017). *Fungi: Biology and Applications*. John Wiley & Sons.
- Keller, S. A., Klukowska-Rötzler, J., Schenk-Jaeger, K. M., Kupferschmidt, H., Exadaktylos, A. K., Lehmann, B., & Liakoni, E. (2018). Mushroom poisoning—A 17 year retrospective study at a level I university emergency department in Switzerland. *International journal of environmental research and public health*, 15(12), 2855. <https://doi.org/10.3390/ijerph15122855>

- Khattab, A., & Levetin, E. (2008). Effect of sampling height on the concentration of airborne fungal spores. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 101(5), 529–534. [https://doi.org/10.1016/S1081-1206\(10\)60293-1](https://doi.org/10.1016/S1081-1206(10)60293-1)
- Kieslichová, E. (2021). Amanita phalloides intoxication: Mechanism of toxicity, clinical manifestations and therapeutic approaches. *Vnitřní Lekarství*, 67(E-7), 13–17.
- Kincl, L., Kincl, M., & Jarklová, J. (2008). Biologie rostlin pro 1. Ročník gymnázií. 4. Přepřacované vydání. *Praha: Fortuna*.
- Klein, A. S., Hart, J., Brems, J. J., Goldstein, L., Lewin, K., & Busuttill, R. W. (1989). Amanita poisoning: Treatment and the role of liver transplantation. *The American journal of medicine*, 86(2), 187–193. [https://doi.org/10.1016/0002-9343\(89\)90267-2](https://doi.org/10.1016/0002-9343(89)90267-2)
- Kopp, M. V., Hamelmann, E., Zielen, S., Kamin, W., Bergmann, K.-C., Sieder, C., Stenglein, S., Seyfried, S., Wahn, U., & Group, for the D. study. (2009). Combination of omalizumab and specific immunotherapy is superior to immunotherapy in patients with seasonal allergic rhinoconjunctivitis and co-morbid seasonal allergic asthma. *Clinical & Experimental Allergy*, 39(2), 271–279. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2222.2008.03121.x>
- Krebs, C. P., & Steffey, D. M. (2005). Club Drug Use Among Delinquent Youth. *Substance Use & Misuse*, 40(9–10), 1363–1379. <https://doi.org/10.1081/JA-200066907>
- Krejsa, J., Šíma, J., Křížek, M., Šeda, M., & Svoboda, L. (2024). Selected detrimental and essential elements in fruiting bodies of culinary and toxic medicinal macroscopic fungi growing in the Bohemian Forest, the Czech Republic. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*, 59(8), 483–496. <https://doi.org/10.1080/03601234.2024.2362548>
- Křenová, M., Pelclová, D., & Navrátil, T. (2007). Survey of *Amanita phalloides* poisoning: Clinical findings and follow-up evaluation. *Human & Experimental Toxicology*, 26(12), 955–961. <https://doi.org/10.1177/0960327107085832>
- Kuba, R., Dvořáková, R. M., Melounová, K., Pinkr, T., & Valentová, M. (2021). *První pomoc: Metodická příručka pro výuku I*. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.
- Kuba, R., Křivánek, J., Melounová, K., & Zvěřinová, G. (2021). *První pomoc I*. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.
- Kuba, R., Sekerášová, I., & Ročková, L. (2023). Faktory ovlivňující ochotu poskytnout první pomoc a jejich využití při výuce první pomoci. *Biologie-Chemie-Zeměpis*, 32(1), 27–38. <https://doi.org/10.14712/25337556.2023.1.3>
- Lambrecht, B. N., & Hammad, H. (2015). The immunology of asthma. *Nature Immunology*, 16(1), 45–56. <https://doi.org/10.1038/ni.3049>
- Lamminpää, A., Riihimäki, V., & Vilksa, J. (1993). Hospitalizations due to poisonings in Finland. *Journal of Clinical Epidemiology*, 46(1), 47–55. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(93\)90008-O](https://doi.org/10.1016/0895-4356(93)90008-O)
- Lavorini, F., Magnan, A., Christophe Dubus, J., Voshaar, T., Corbetta, L., Broeders, M., Dekhuijzen, R., Sanchis, J., Viejo, J. L., Barnes, P., Corrigan, C., Levy, M., & Crompton, G. K. (2008). Effect of incorrect use of dry powder inhalers on management of patients with asthma and COPD. *Respiratory Medicine*, 102(4), 593–604. <https://doi.org/10.1016/j.rmed.2007.11.003>
- Lehrer, S. B., & Horner, W. E. (1990). Allergic reactions to basidiospores: Identification of allergens. *Aerobiologia*, 6(2), 181–186. <https://doi.org/10.1007/BF02539112>
- Lehrer, S. B., Lopez, M., Butcher, B. T., Olson, J., Reed, M., & Salvaggio, J. E. (1986). Basidiomycete mycelia and spore-allergen extracts: Skin test reactivity in adults with

- symptoms of respiratory allergy. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 78(3, Part 1), 478–485. [https://doi.org/10.1016/0091-6749\(86\)90036-9](https://doi.org/10.1016/0091-6749(86)90036-9)
- Li, T., Lee, J.-W., Luo, L., Kim, J., & Moon, B. (2018). Evaluation of the effects of different freezing and thawing methods on the quality preservation of *Pleurotus eryngii*. *Applied Biological Chemistry*, 61(3), 257–265. <https://doi.org/10.1007/s13765-018-0354-8>
- Lima, A. D., Fortes, R. C., Novaes, M. G., & Percario, S. (2012). Poisonous mushrooms; a review of the most common intoxications. *Nutricion Hospitalaria*, 27(2), 402–408. <https://doi.org/10.3305/nh.2012.27.2.5328>
- Mahato, D. K., Kamle, M., Sharma, B., Pandhi, S., Devi, S., Dhawan, K., Selvakumar, R., Mishra, D., Kumar, A., Arora, S., Singh, N. A., & Kumar, P. (2021). Patulin in food: A mycotoxin concern for human health and its management strategies. *Toxicon*, 198, 12–23. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2021.04.027>
- Malinowska-Cieslik, M., & van den Borne, B. (1998). Prevention of mushroom poisoning of children: Effectiveness of a community-based school education programme. *Health Education Research*, 13(1), 13–23. <https://doi.org/10.1093/her/13.1.13>
- Marasas, W. F. O. (1995). Fumonisin: Their implications for human and animal health. *Natural Toxins*, 3(4), 193–198. <https://doi.org/10.1002/nt.2620030405>
- Marques, W. L., Raghavendran, V., Stambuk, B. U., & Gombert, A. K. (2016). Sucrose and *Saccharomyces cerevisiae*: A relationship most sweet. *FEMS Yeast research*, 16(1), fov107.
- McDonnell, M. (1996). Fungal infections in the newborn. *Seminars in Neonatology*, 1(2), 141–145. [https://doi.org/10.1016/S1084-2756\(05\)80008-9](https://doi.org/10.1016/S1084-2756(05)80008-9)
- Meggs, W. J. (2009). Epidemics of mold poisoning past and present. *Toxicology and Industrial Health*, 25(9–10), 571–576. <https://doi.org/10.1177/0748233709348277>
- Meneghetti, G., Bramuzzo, S., Callegaro, E., Guidolin, L., Irato, P., & Santovito, G. (2017). The kingdom of fungi in primary school: An educational research in biology field. *EDULEARN17 Proceedings*, 102–110. 9th International Conference on Education and New Learning Technologies. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2017.1023>
- Mengs, U., Torsten Pohl, R., & Mitchell, T. (2012). Legalon® SIL: The Antidote of Choice in Patients with Acute Hepatotoxicity from Amatoxin Poisoning. *Current Pharmaceutical Biotechnology*, 13(10), 1964–1970. <https://doi.org/10.2174/138920112802273353>
- Metin, B. (2018). Filamentous fungi in cheese production. *Microbial cultures and enzymes in dairy technology*, 257–275. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5363-2.ch014>
- Moeschlin, S. (1968). Poisoning in General Practice. *Clinical Toxicology*, 1(2), 149–160. <https://doi.org/10.3109/15563656808990565>
- Money, N. P. (2016). Fungi and biotechnology. In *The fungi* (s. 401–424). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780123820341000128>
- Moss, M. J., & Hendrickson, R. G. (2019). Toxicity of muscimol and ibotenic acid containing mushrooms reported to a regional poison control center from 2002–2016. *Clinical Toxicology*, 57(2), 99–103. <https://doi.org/10.1080/15563650.2018.1497169>
- Mrazova, K., Navratil, T., & Pelclova, D. (2011). Use and Accidental Exposure to Hallucinogenic Agents Reported to the Czech Toxicological Information Centre From 1995 to 2008. *Substance Use & Misuse*, 46(4), 460–465. <https://doi.org/10.3109/10826084.2010.527418>
- Nair, M. G. (1998). Fumonisin and human health. *Annals of Tropical Paediatrics*, 18(sup1), S47–S52. <https://doi.org/10.1080/02724936.1998.11747980>

- Nevalainen, A., Täubel, M., & Hyvärinen, A. (2015). Indoor fungi: Companions and contaminants. *Indoor Air*, 25(2), 125–156. <https://doi.org/10.1111/ina.12182>
- Niksic, M., Klaus, A., & Argyropoulos, D. (2016). Safety of foods based on mushrooms. In *Regulating safety of traditional and ethnic foods* (s. 421–439). Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128006054000220>
- Nowakowski, P., Markiewicz-Żukowska, R., Soroczyńska, J., Puścion-Jakubik, A., Mielcarek, K., Borawska, M. H., & Socha, K. (2021). Evaluation of toxic element content and health risk assessment of edible wild mushrooms. *Journal of Food Composition and Analysis*, 96, 103698. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2020.103698>
- O’Cathail, S. M., O’Connell, O. J., Long, N., Morgan, M., Eustace, J. A., Plant, B. J., & Hourihane, J. O. B. (2011). Association of cigarette smoking with drug use and risk taking behaviour in Irish teenagers. *Addictive Behaviors*, 36(5), 547–550. <https://doi.org/10.1016/j.addbeh.2011.01.012>
- Ortega Rosas, C. I., Calderón-Ezquerro, M. D. C., & Gutiérrez-Ruacho, O. G. (2020). Fungal spores and pollen are correlated with meteorological variables: Effects in human health at Hermosillo, Sonora, Mexico. *International Journal of Environmental Health Research*, 30(6), 677–695. <https://doi.org/10.1080/09603123.2019.1625031>
- Pandita, K. K., Topno, N., & Thappa, D. M. (2021). Mushroom poisoning and outcome of patients admitted in a tertiary care hospital in North East India. *Journal of Medicine in the Tropics*, 23(1), 29. https://doi.org/10.4103/jomt.jomt_53_20
- Parapouli, M., Vasileiadis, A., Afendra, A.-S., & Hatziloukas, E. (2020). *Saccharomyces cerevisiae* and its industrial applications. *AIMS microbiology*, 6(1), 1. <https://doi.org/10.3934/microbiol.2020001>
- Park, D. L. (2002). Effect of Processing on Aflatoxin. In J. W. DeVries, M. W. Trucksess, & L. S. Jackson (Ed.), *Mycotoxins and Food Safety* (Roč. 504, s. 173–179). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-0629-4_17
- Park, J. D. (2010). Heavy metal poisoning. *Hanyang medical reviews*, 30(4), 319–325. <https://doi.org/10.7599/hmr.2010.30.4.319>
- Patocka, J., Pita, R., & Kuca, K. (2012). Gyromitrin, mushroom toxin of *Gyromitra* spp. *Mil. Med. Sci. Lett. (Voj. Zdrav. Listy)*, 81(2), 61–67. <https://doi.org/10.31482/mmsl.2012.008>
- Patowary, B. S. (2010). Mushroom Poisoning-an overview. *Journal of college of Medical Sciences-Nepal*, 6(2), 56–61.
- Peintner, U., Schwarz, S., Mešić, A., Moreau, P.-A., Moreno, G., & Saviuc, P. (2013). Mycophilic or Mycophobic? Legislation and Guidelines on Wild Mushroom Commerce Reveal Different Consumption Behaviour in European Countries. *PLOS ONE*, 8(5), e63926. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0063926>
- Persson, H. (2016). Mushrooms. *Medicine*, 44(2), 116–119. <https://doi.org/10.1016/j.mpmed.2015.11.011>
- Rampolli, F. I., Kamler, P., Carlino, C. C., & Bedussi, F. (2021). The deceptive mushroom: Accidental *Amanita muscaria* poisoning. *European journal of case reports in internal medicine*, 8(2). https://doi.org/10.12890/2F2021_002212
- Ribes, S., Fuentes, A., Talens, P., & Barat, J. M. (2018). Prevention of fungal spoilage in food products using natural compounds: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 58(12), 2002–2016. <https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1295017>

- Rick, E.-M., Woolnough, K., Pashley, C. H., & Wardlaw, A. J. (2016). Allergic fungal airway disease. *Journal of Investigational Allergology and Clinical Immunology*.
<https://doi.org/doi.org/10.18176/jiaci.0122>
- Riley, S. C. E., James, C., Gregory, D., Dingle, H., & Cadger, M. (2001). Patterns of recreational drug use at dance events in Edinburgh, Scotland. *Addiction*, *96*(7), 1035–1047.
<https://doi.org/10.1046/j.1360-0443.2001.967103513.x>
- Royse, D. J., Baars, J., & Tan, Q. (2017). Current Overview of Mushroom Production in the World. In *Edible and Medicinal Mushrooms* (s. 5–13). John Wiley & Sons, Ltd.
<https://doi.org/10.1002/9781119149446.ch2>
- Saleh, I., & Goktepe, I. (2019). The characteristics, occurrence, and toxicological effects of patulin. *Food and Chemical Toxicology*, *129*, 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2019.04.036>
- Satora, L., Pach, D., Butryn, B., Hydzik, P., & Balicka-Ślusarczyk, B. (2005). Fly agaric (*Amanita muscaria*) poisoning, case report and review. *Toxicicon*, *45*(7), 941–943.
<https://doi.org/10.1016/j.toxicicon.2005.01.005>
- Sharma, Dr. J., Malakar, M., Sandiguria, E., & Das, J. (2013). An expressive study of Mushroom poisoning cases in Lakhimpur district of Assam. *International Journal of Advancements in Research & Technology*, *2*, 82–88.
- Schaper, A., Renneberg, B., Desel, H., & Langer, C. (2006). Intoxication-related fatalities in northern Germany. *European Journal of Internal Medicine*, *17*(7), 474–478.
<https://doi.org/10.1016/j.ejim.2006.04.009>
- Schatz, M., & Rosenwasser, L. (2014). The Allergic Asthma Phenotype. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology: In Practice*, *2*(6), 645–648. <https://doi.org/10.1016/j.jaip.2014.09.004>
- Schenk-Jaeger, K. M., Rauber-Lüthy, C., Bodmer, M., Kupferschmidt, H., Kullak-Ublick, G. A., & Ceschi, A. (2012). Mushroom poisoning: A study on circumstances of exposure and patterns of toxicity. *European Journal of Internal Medicine*, *23*(4), e85–e91.
<https://doi.org/10.1016/j.ejim.2012.03.014>
- Schenk-Jäger, K. M., Egli, S., Hanimann, D., Senn-Irlet, B., Kupferschmidt, H., & Büntgen, U. (2016). Introducing Mushroom Fruiting Patterns from the Swiss National Poisons Information Centre. *PLOS ONE*, *11*(9), e0162314. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162314>
- Schwartz, R. H., & Smith, D. E. (1988). Hallucinogenic Mushrooms. *Clinical Pediatrics*, *27*(2), 70–73. <https://doi.org/10.1177/000992288802700202>
- Sicherer, S. H., Simons, F. E. R., Mahr, T. A., Abramson, S. L., Dinakar, C., Fleisher, T. A., Irani, A.-M., Kim, J. S., & Matsui, E. C. (2017). Epinephrine for First-aid Management of Anaphylaxis. *Pediatrics*, *139*(3), e20164006. <https://doi.org/10.1542/peds.2016-4006>
- Singh, A., Garg, S., & Kumar Upadhyay, A. (2023). Identification and analysis of allergens in edible mushroom (*Agaricus bisporus*). *Materials Today: Proceedings*.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.03.639>
- Smith, G. W. (2018). Fumonisin. In *Veterinary toxicology* (s. 1003–1018). Elsevier.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128114100000714>
- Solomon, L., Tomii, V., & Dick, A.-A. (2019). Importance of Fungi in the Petroleum, Agro-Allied, Agriculture and Pharmaceutical Industries. *NY Sci. J*, *12*, 8–15.
<https://doi.org/10.7537/marsnys120519.02>
- Sorenson, W. G. (1999). Fungal spores: Hazardous to health? *Environmental Health Perspectives*, *107*(suppl 3), 469–472. <https://doi.org/10.1289/ehp.99107s3469>

- Soriano, J. M., & Dragacci, S. (2004). Occurrence of fumonisins in foods. *Food Research International*, 37(10), 985–1000. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2004.06.009>
- Soukupová, V., & Švestková, R. (2006). Úrazy a otravy dětí při pobytu v přírodě. *Prevence úrazů, otrav a násilí*, 2(2), 162–170.
- Stebelska, K. (2013). Fungal Hallucinogens Psilocin, Ibotenic Acid, and Muscimol: Analytical Methods and Biologic Activities. *Therapeutic Drug Monitoring*, 35(4), 420. <https://doi.org/10.1097/FTD.0b013e31828741a5>
- Tawatsin, A., Parnmen, S., Thavara, U., Siriyasatien, P., & Kongtip, P. (2018). Mushroom Poisoning in Thailand: Incidence and Intoxication to Human Health. *Medical Research Archives*, 6(9). <https://doi.org/10.18103/mra.v6i9.1847>
- Thakore, S., & Murphy, N. (2002). The potential role of prehospital administration of activated charcoal. *Emergency Medicine Journal*, 19(1), 63–65. <https://doi.org/10.1136/emj.19.1.63>
- Tham, R., Vicendese, D., Dharmage, S. C., Hyndman, R. J., Newbiggin, E., Lewis, E., O'Sullivan, M., Lowe, A. J., Taylor, P., Bardin, P., Tang, M. L. K., Abramson, M. J., & Erbas, B. (2017). Associations between outdoor fungal spores and childhood and adolescent asthma hospitalizations. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 139(4), 1140–1147.e4. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2016.06.046>
- Tkaczyk, J., Brożyna, K., Radzka, A., Ciechański, K., Tchórz, M., & Dobryniwska, W. (2021). Amanita Phalloides intoxication—Methods of treatment and epidemiology in Lublin voivodeship in last 5 years. *Journal of Education, Health and Sport*, 8(8), Article 8. <https://doi.org/10.5281/zenodo.1412961>
- Tlaskalová-Hogenová, H., Tučková, L., Lodinová-Žádníková, R., Štěpánková, R., Cukrowska, B., Funda, D. P., Stríž, I., Kozáková, H., Trebichavský, I., Sokol, D., Řeháková, Z., Šinkora, J., Fundová, P., Horáková, D., Jelínková, L., & Sánchez, D. (2002). Mucosal Immunity: Its Role in Defense and Allergy. *International Archives of Allergy and Immunology*, 128(2), 77–89. <https://doi.org/10.1159/000059397>
- Tsai, S.-Y., & Chen, Z.-Y. (2019). Influence of cold storage and processing of edible mushroom on ergothioneine concentration. *inflammation*, 10, 12.
- Uppin, M. S., Anuradha, S. V. N., Uppin, S. G., Paul, T. R., Prayaga, A. K., & Sundaram, C. (2011). Fungal infections as a contributing cause of death: An autopsy study. *Indian Journal of Pathology and Microbiology*, 54(2), 344–349. <https://doi.org/10.4103/0377-4929.81634>
- van Hoving, D. J., Veale, D. J. H., & Müller, G. F. (2011). Clinical Review: Emergency management of acute poisoning. *African Journal of Emergency Medicine*, 1(2), 69–78. <https://doi.org/10.1016/j.afjem.2011.07.006>
- Varga, J., Frisvad, J., & Samson, R. (2009). A reappraisal of fungi producing aflatoxins. *World Mycotoxin Journal*, 2(3), 263–277. <https://doi.org/10.3920/WMJ2008.1094>
- Vavilis, T., & Kapoukranidou, D. (2018, 20. prosinec). First aid. *S.U.C.R.E. Project: Health support for refugees/migrants*. [vid. 2024-08-07]. Dostupné z: <https://opencourses.auth.gr/modules/document/file.php/SUCRE101102/First%20Aid%20for%20SUCRE%20%CE%B5%CE%B3%CF%87%CE%B5%CE%B9%CF%81%CE%AF%CE%B4%CE%B9%CE%BF%20final%2020.8.17.pdf>
- Vodovar, D., Le Visage, L., Caré, W., Langrand, J., & Laborde-Casterot, H. (2024). Severe morel mushroom poisonings in France – a nationwide French poison centres study 2010–2020. *Clinical Toxicology*, 62(6), 391–395. <https://doi.org/10.1080/15563650.2024.2367657>

- Vohra, V., Dirks, A., Bonito, G., James, T., & Carroll, D. K. (2024). A 19-year longitudinal assessment of gyromitrin-containing (*Gyromitra* spp.) mushroom poisonings in Michigan. *Toxicon*, 247, 107825. <https://doi.org/10.1016/j.toxicon.2024.107825>
- Wainwright, M. (2008). Some highlights in the history of fungi in medicine – A personal journey. *Fungal Biology Reviews*, 22(3–4), 97–102. <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2008.11.001>
- Wanat, M., Anthierens, S., Butler, C. C., Savic, L., Savic, S., Pavitt, S. H., Sandoe, J. A. T., & Tonkin-Crine, S. (2021). Management of penicillin allergy in primary care: A qualitative study with patients and primary care physicians. *BMC Family Practice*, 22(1), 112. <https://doi.org/10.1186/s12875-021-01465-1>
- Wang, X.-M., Zhang, J., Wu, L.-H., Zhao, Y.-L., Li, T., Li, J.-Q., Wang, Y.-Z., & Liu, H.-G. (2014). A mini-review of chemical composition and nutritional value of edible wild-grown mushroom from China. *Food Chemistry*, 151, 279–285. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.11.062>
- Watson, C., & Kobernick, A. (2022). Dangers at the dinner table – a report of anaphylaxis to lion’s mane mushroom. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 129(5, Supplement), S147. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2022.08.931>
- Weimer, K. E. D., Smith, P. B., Puia-Dumitrescu, M., & Aleem, S. (2022). Invasive fungal infections in neonates: A review. *Pediatric Research*, 91(2), 404–412. <https://doi.org/10.1038/s41390-021-01842-7>
- Wennig, R., Eyer, F., Schaper, A., Zilker, T., & Andresen-Streichert, H. (2020). Mushroom poisoning. *Deutsches Ärzteblatt International*, 117(42), 701. <https://doi.org/10.3238/2Farztebl.2020.0701>
- Wild, C. P., & Gong, Y. Y. (2010). Mycotoxins and human disease: A largely ignored global health issue. *Carcinogenesis*, 31(1), 71–82. <https://doi.org/10.1093/carcin/bgp264>
- Wright, S. A. (2015). Patulin in food. *Current Opinion in Food Science*, 5, 105–109. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2015.10.003>
- Yockey, A., & King, K. (2021). Use of psilocybin (“mushrooms”) among US adults: 2015–2018. *Journal of Psychedelic Studies*. <https://doi.org/10.1556/2054.2020.00159>
- Zain, M. E. (2011). Impact of mycotoxins on humans and animals. *Journal of Saudi chemical society*, 15(2), 129–144. <https://doi.org/10.1016/j.jscs.2010.06.006>