http://dx.doi.org/10.14712/25337556.2026.1.2

OPEN ACCESS

ZDRAVOTNÍ RIZIKA SPOJENÁ S HOUBAMI A ZAŘAZENÍ TÉTO PROBLEMATIKY DO VÝUKY BIOLOGIE A PŘÍRODOPISU

HEALTH RISKS ASSOCIATED WITH FUNGI AND THE INTEGRATION OF THIS TOPIC INTO BIOLOGY AND NATURAL SCIENCE EDUCATION

ANEŽKA KRÁLOVÁ, RADIM KUBA (korespondenční autor), radim.kuba@natur.cuni.cz,
Katedra učitelství a didaktiky biologie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova

Abstract

Mushrooms are a biologically and ecologically significant group of organisms whose impact on humans is ambivalent: on the one hand, they are indispensable in food production, pharmaceuticals, and biotechnology; on the other hand, they may pose serious health risks. This paper provides an overview of the main health risks associated with fungi, focusing in particular on poisoning by toxic species, allergic reactions, asthma-related problems triggered by spores of microscopic fungi, and risk behaviors associated with the use of hallucinogenic mushrooms. Special attention is also paid to mycotoxins and the health impacts of molds in food and indoor environments. The aim of the paper is to situate these topics within the context of biology and natural science education at primary schools and grammar schools, in relation to national curriculum frameworks. The text demonstrates that curricular documents grant teachers considerable autonomy in the selection of specific content, and highlights the potential of mushroom-related health risks as an effective means of interdisciplinary integration with health education, prevention of risk behavior, and first aid instruction. The paper further offers concrete didactic recommendations and examples of how the topic of fungi can be used to foster pupils' scientific knowledge, key competencies, and practical skills, including the ability to respond appropriately in health-related emergency situations.

Klíčová slova

otravy houbami; alergie; astma; mykotoxiny; mikroskopické houby; první pomoc; prevence rizikového chování

Keywords

mushroom poisoning; allergies; asthma; mycotoxins; microscopic fungi; first aid; risk behavior prevention

ÚVOD

Houby představují mimořádně rozmanitou a z hlediska člověka významnou skupinu organismů. Jejich vliv na lidské zdraví může být jak pozitivní – například díky využití v potravinářství, farmaceutickém průmyslu či biotechnologiích – tak i negativní. Řada druhů hub je toxických, může být příčinou vážných otrav, alergických reakcí či astmatických záchvatů. Zvláštní pozornost si rovněž zasluhují mikroskopické houby, jejichž spory mohou způsobovat respirační onemocnění, a také houby obsahující halucinogenní látky, které souvisejí s rizikovým chováním zejména u dospívajících.

Vzhledem k četnosti těchto jevů a jejich významu pro lidské zdraví je žádoucí věnovat této problematice prostor ve školní výuce. Téma hub je sice součástí rámcových vzdělávacích programů (RVP) pro základní školy i gymnázia, konkrétní formulace výstupů však ponechávají značnou volnost v tom, jaký obsah a do jaké hloubky je do výuky zařazován. Pedagogové se tak mnohdy rozhodují na základě vlastních odborných znalostí, časových možností či preferencí. Právě zdravotní rizika spojená s houbami přitom mohou sloužit jako vhodný výchozí bod pro mezipředmětové propojení výuky přírodopisu s prevencí rizikového chování a výukou první pomoci. Dále také pro zapojení badatelské výuky, která se hodí k rozvoji vědeckého a kritického myšlení, tím pomáhají rozvoji klíčových kompetencí

Cílem tohoto článku je proto shrnout základní zdravotní rizika související s houbami – od otrav a alergií až po problematiku halucinogenních látek

– a zároveň nabídnout konkrétní doporučení, jak tato témata vhodně zařadit do výuky biologie a přírodopisu. Článek vychází z rešerše původně zpracované v bakalářské práci a je doplněn o návrhy a vazby na současné kurikulární dokumenty. Pozornost je věnována i možnostem, jak výuku doplnit o prvky předlékařské první pomoci, a tím rozvíjet nejen odborné znalosti žáků, ale také jejich schopnost adekvátně reagovat v krizových situacích.

RVP

Výstupy

Rámcový vzdělávací program (RVP) pro základní školy zahrnuje výstupy zaměřené na problematiku hub. Tyto výstupy jsou součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda, která zahrnuje obory Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis. Téma biologie hub je samostatně zařazeno ve vzdělávacím oboru Přírodopis. V současné době probíhá revize vzdělávacích plánů. V RVP zveřejněných v roce 2023 nebyly výstupy zaměřené na biologii hub oproti minulému RVP pozměněny.

Konkrétně obsahují 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.

Rámcový vzdělávací program (RVP) pro gymnázia se rovněž věnuje tématu hub. Konkrétně je toto téma zařazeno ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda, a to v rámci vzdělávacího oboru Biologie. Níže uvedené výstupy jsou z RVP pro gymnázia z roku 2007 (aktuálně je v procesu příprava revize daných dokumentů, ale zatím není finalizována).

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 výstupů a učiva vyplývá poměrně velká volnost v tom, jaké konkrétní informace pedagog do výuky zahrne. Například pojem „zdravotnický význam hub“ není v učivu dále specifikován. Výběr obsahu bude pravděpodobně záviset na celé řadě faktorů – časových a odborných možnostech pedagoga, podobě školního vzdělávacího programu a dalších okolnostech. Vzhledem k obecné povaze některých formulací (například „posoudí ekologický, zdravotnický a hospodářský význam hub“) nabízí následující kapitola „Zařazení problematiky hub do výuky“ podrobnější přehled a návrhy podtémat, která mohou pedagogové do výuky zařadit (Králová, 2024).

Kompetence, mezipředmětové vztahy a průřezová témata

Téma hub nabízí v rámci výuky přírodopisu a biologie široké možnosti pro rozvoj klíčových kompetencí, jak jsou definovány v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní školy i gymnázia. Žáci si při

práci s tímto tématem rozvíjejí kompetenci k učení prostřednictvím samostatného vyhledávání, třídění a ověřování informací o jedlých, nejedlých a jedovatých druzích hub. Kompetence k řešení problémů jsou podporovány při analýze modelových situací spojených s otravami nebo alergiemi a při úvahách nad tím, jaká preventivní opatření je vhodné zavést. Komunikativní a občanské kompetence se uplatňují při skupinové práci, diskusi o rizicích užívání návykových látek nebo odpovědném chování při sběru hub. Pracovní kompetence se rozvíjejí zejména při terénních aktivitách nebo laboratorní práci. Při využití badatelské výuky dochází také k rozvoji metakongnitivních dovedností, které pomáhají rozvoji vědeckého myšlení.

Téma hub zároveň přirozeně propojuje výuku více předmětů. V chemii se nabízí prostor pro probírání toxinů a jejich účinků na organismus, v zeměpise lze pracovat s výskytem druhů a ekologickými souvislostmi. Výchova ke zdraví přináší příležitost k diskusi o prevenci intoxikací a rizikového chování, občanská výchova pak akcentuje odpovědný přístup ke zdraví i přírodě. Užitečné může být také propojení s první pomocí, například při výuce reakce na alergickou reakci či otravu houbami.

Důležité je i zapojení průřezových témat, která výuku tematicky obohacují a činí ji relevantnější pro běžný život. V rámci environmentální výchovy lze zdůraznit ekologický význam hub, jejich roli v koloběhu látek či význam biodiverzity. Osobnostní a sociální výchova podporuje zodpovědnost a odhad rizika, mediální výchova pak umožňuje rozvíjet kritické myšlení při práci s informacemi z různých (např. online) zdrojů.

Téma hub je tak ideálním příkladem obsahu, který umožňuje nejen rozvoj přírodovědných znalostí, ale i pěstování praktických dovedností a postojů důležitých pro zdravý životní styl a aktivní občanský život.

ZAŘAZENÍ PROBLEMATIKY HUB DO VÝUKY

Obecný význam hub pro člověka

Houby tvoří rozsáhlou a ekologicky i prakticky významnou skupinu organismů, jejichž vliv na člověka může být jak pozitivní, tak negativní. Již po staletí jsou houby využívány k výrobě potravin, nápojů a léčiv, zároveň však mohou být zdrojem závažných zdravotních rizik, ať už ve formě toxinů, patogenity či alergenních účinků.

Z pozitivních vlivů lze zmínit především využití kvasinek při výrobě chleba, piva a vína nebo podíl plísní na zrání sýrů, jako jsou Roquefort či Camembert. Dále jsou houby nezastupitelné v biotechnologiích – například při výrobě antibiotik či organických kyselin, enzymů a vitamínů. Některé druhy hub jsou rovněž ceněny pro svou chuť a nutriční hodnotu a tvoří součást jídelníčku v mnoha kulturách.

Na druhou stranu se však s houbami pojí i celá řada rizik. Závažné jsou zejména otravy způsobené záměnou jedlých a jedovatých druhů, přičemž právě tyto záměny mohou být život ohrožující. Kromě makroskopických hub mohou být nebezpečné také mikroskopické druhy hub, které produkují mykotoxiny, případně spory způsobující alergie a dýchací obtíže. V neposlední řadě si pozornost zaslouží také houby s halucinogenními účinky, jejichž zneužívání je typické především pro dospívající jedince.

S ohledem na šíři tématu a jeho přesahy do výživy, medicíny i ekologie představují houby cenný výukový obsah, který lze vhodně uplatnit i v rámci mezipředmětových vazeb. Výuka by měla u žáků podporovat zájem o přírodu a budovat pozitivní vztah k živým organismům – například skrze poznávání užitečných druhů hub, jejich využití v potravinářství či léčitelství nebo jejich roli v ekosystémech. Záro-

veň je však důležité nezanedbávat ani rizika, která se s některými druhy hub pojí – ať už jde o možnost otravy, alergické reakce, nebo užívání hub s halucinogenními účinky. Komplexně pojaté téma tak může přispět jak k rozvoji přírodovědných znalostí, tak i k prevenci rizikového chování a k praktickému využití poznatků v běžném životě. V následujících kapitolách jsou proto podrobněji rozpracovány vybrané oblasti, které mohou být pro školní výuku zvláště přínosné – konzumace hub, rizikové chování spojené s jejich užíváním, vliv mikroskopických hub na zdraví a možnosti propojení s první pomocí.

Konzumace

Obecné informace

Konzumace hub je tradiční součástí stravy v mnoha zemích včetně České republiky, kde je sběr volně rostoucích hub oblíbenou rekreační aktivitou. Houby jsou ceněny pro svou chuť, nutriční hodnoty i možné zdravotní benefity. V gastronomii i potravinářství se běžně uplatňují nejen makroskopické houby, ale také mikroskopické druhy – například kvasinky (*Saccharomyces cerevisiae*), které hrají zásadní roli při výrobě piva, vína a chleba. Plísně se uplatňují při výrobě sýrů (např. *Penicillium roqueforti* nebo *P. camemberti*) a dodávají potravinám charakteristické aroma a texturu.

Na druhou stranu však konzumace hub nese i určitá rizika – a to nejen v podobě otravy jedovatými druhy, ale také z důvodu akumulace těžkých kovů nebo obsahu přirozeně se vyskytujících toxinů i v některých jedlých druzích. Pro školní výuku tak představuje toto téma příležitost k propojení biologie, zdravovědy i prevence rizikového chování.

Rizika a toxiny spojené s konzumací hub

Aby se předešlo otravám, je klíčové porozumět rozdílům mezi jedlými, nejedlými a jedovatými houbami. K otravám často dochází v důsledku záměny jedovatých druhů za jedlé, zejména u začínajících sběračů. Nejnebezpečnějším druhem v Evropě je muchomůrka zelená (*Amanita phalloides*), která obsahuje smrtelně toxické amatoxiny a je odpovědná za 90–95 % všech fatálních případů otrav. V České republice bylo v letech 2000–2004 kontaktováno Toxikologické informační centrum (TIS) v celkem 400 případech telefonicky s podezřením na otravy houbami. Z toho 34 případů bylo potvrzených na otravu *Amanita phalloides* (muchomůrkou zelenou), přičemž z daného počtu se jednalo o 5 dětí. Zemřela 3letá dívka a 32letý muž na selhání oběhu během transplantace ledvin.

Další významné toxiny zahrnují např. gyromitrin (např. u ucháče obecného – *Gyromitra esculenta*), který má hepatotoxické a neurotoxické účinky, nebo muscimol a kyselinu ibotenovou u muchomůrky červené (*Amanita*.

Nebezpečí však nepředstavují jen volně rostoucí houby. Výzkumy ukazují, že i jedlé druhy mohou akumulovat těžké kovy z kontaminovaného prostředí – např. rtuť, olovo nebo kadmium. Vysoké koncentrace těchto látek byly zjištěny jak v městských oblastech, tak na některých sběrných lokalitách v Česku. Tato rizika podtrhují potřebu správné identifikace druhů i uvědomění si environmentálních souvislostí sběru.

Kromě makroskopických hub představují zdravotní riziko také plísně kontaminující potraviny. Aflatoxiny, ochratoxiny nebo patulin mohou mít karcinogenní, nefrotoxické nebo hepatotoxické účinky a tvoří závažný problém zejména v nevhodně skladovaných potravinách.

Zařazení do výuky

Téma konzumace hub je vhodné zařadit v rámci výuky přírodopisu na základních školách i biologie na gymnáziích. Odpovídá očekávaným výstupům RVP, jako je rozpoznávání běžných jedlých a jedovatých druhů hub a posouzení jejich významu pro člověka. Vhodně pojatá výuka může žákům přinést nejen biologické znalosti, ale i základní povědomí o možných zdravotních rizicích.

Především na základní škole by se výuka měla zaměřit na praktické a názorné poznávání hub – např. rozdíly mezi jedlými a jedovatými druhy, zásady bezpečného sběru, pravidla správného skladování a konzumace. Místo odborných termínů a chemických názvů toxinů (např. amatoxiny, gyromitrin apod.), které nejsou v této fázi výuky potřebné, by měl být důraz kladen na porozumění základním principům: že některé houby mohou být nebezpečné, že není bezpečné sbírat neznámé druhy a že při podezření na otravu je nutné jednat rychle.

Na středních školách lze výuku rozšířit o hlubší pochopení mechanismů působení toxinů, diskusi o houbách obsahujících halucinogenní látky nebo environmentální souvislosti (např. akumulace těžkých kovů). Odborné názvy toxických látek mohou být uvedeny jako rozšiřující učivo, které rozvine zájem žáků a podpoří jejich dovednosti v práci s odborným textem, ale nemělo by jít o faktografii vyžadovanou k zapamatování. Výzkum na žácích středních škol ukázal, že si žáci lépe pamatují informace týkající se přežití, to znamená, že si lépe zapamatovali, zda se jedná o jedlou či jedovatou houbu spíše než jejich název a místa výskytu.

Výuku lze dále zpestřit praktickými aktivitami – rozlišováním hub na fotografiích, přípravou plakátu o zásadách bezpečného sběru nebo zpracováním krátkého výzkumného úkolu na téma „Jak správně zacházet s potravinami, které mohou být plesnivé“. Naopak můžeme použít mikroskopické houby, které běžně požíváme, jako jsou vzorky z Camembertu, Hermelínu či Nivy nebo jiných plísňových sýrů, na laboratorní cvičení, pomocí izolepy odebereme vzorek plísně ze sýru, následně ji přilepíme na podložní sklo a můžeme pozorovat pod mikroskopem.

Téma je vhodné i k propojení s výukou první pomoci – žáci se mohou seznámit se základními příznaky otravy, postupem při podezření na intoxikaci a s tím, kdy a jak kontaktovat tísňovou linku (bližší informace jsou níže v textu v příslušných kapitolách). Takto uchopené téma přispívá nejen k naplňování přírodovědných výstupů, ale i k praktické výchově ke zdraví a odpovědnosti.

Rizikové chování

Obecné informace

V období dospívání u člověka dochází k vývojovým změnám na různých úrovních. V tomto období se také projevuje zvýšená tendence k riskování, což je spojeno s užíváním návykových látek, přičemž v souvislosti s houbami se to týká především užívání psilocybinu.

Užití psilocybinu ve světě a u nás

Užití psilocybinu může být běžné například na tanečních akcích. Výzkumu, který se konal v Edinburghu, se zúčastnilo 121 uživatelů drog, z nichž 80 % bylo ve věku 18 až 23 let. Více než 10 % z nich užívalo psilocybin, přičemž nejčastěji se k drogám dostali prostřednictvím přátel. V severní Itálii probíhal průzkum zaměřený na užívání návykových látek, kterého se zúčastnilo celkem 2015 lidí. Průměrný věk prvního užití byl 16,3 let a 13 % respondentů uvedlo, že užívá halucinogenní houby.

V České republice je intoxikace halucinogenními látkami poměrně častá. Toxikologické informační středisko (TIS) zaznamenalo v letech 1995 až 2008 celkem 917 hovorů týkajících se halucinogenních rostlin a hub, přičemž 44 % z nich se týkalo právě hub. Nejčastěji postiženi byli jedinci ve věku 15 až 25 let, přičemž 83 % z nich byli muži.

Mezi dospívajícími uživateli halucinogenů byla zkoumána prevalence pocitů beznaděje a tendencí k sebepoškozování. Výsledky ukázaly, že uživatelé halucinogenů mají vyšší pravděpodobnost prožívat pocity smutku a beznaděje a také častěji zvažují nebo plánují sebevraždu (Desai et al., 2022). Úmrtí v důsledku užívání psychedelických hub není běžné, ale přesto se takové případy občas vyskytují. Jeden z nich se týkal mladého muže, který po užití psilocybinu z hub skočil z druhého patra budovy.

Zařazení do výuky

I přesto, že psilocybin je nelegální látka, stále si zachovává relativně dobrou pověst a není vnímán jako vysoce nebezpečná látka (Honyiglo et al., 2019). Motivace k zahájení a pokračování v užívání psilocybinu se může lišit, a proto je důležité šířit více osvěty o jeho účincích a rizicích (Frinton, 2024). Je důležité zvyšovat povědomí mezi mladými lidmi, protože častější vystavování psychedelickým houbám může vést k hospitalizacím (Mrazova et al., 2011). Z dostupných údajů vyplývá, že první zkušenosti s návykovými látkami přicházejí v nízkém věku a značná část uživatelů jsou žáci. Školy proto hrají klíčovou roli v prevenci rizikového chování, mezi které patří i užívání halucinogenních hub. Téma by tak mělo být součástí programů primární prevence (Králová, 2024).

Mikroskopické houby

Obecné informace

Mikroskopické houby představují skupinu organismů, které nejsou běžně viditelné pouhým okem, ale mají zásadní dopad na lidské zdraví i každodenní život. Patří mezi ně plísně a kvasinky, které se vyskytují ve vzduchu, na potravinách, ve vlhkých prostorách, ale i jako běžná součást mikrobiomu. Zatímco některé z nich mají pro člověka praktické využití (např. kvasinky ve fermentaci), jiné mohou vyvolávat zdravotní komplikace – od mírných infekcí až po život ohrožující stavy.

Zdravotní rizika spojená s mikroskopickými houbami

Jedním z nejčastějších způsobů kontaktu s mikroskopickými houbami je plesnivá potrava. Plísně jako *Aspergillus*, *Penicillium* nebo *Fusarium* mohou produkovat mykotoxiny, které mohou mít karcinogenní, nefrotoxické nebo imunosupresivní účinky. V mnoha případech je kontaminace potravin plísněmi neviditelná pouhým okem, a proto se doporučuje zasažené potraviny zcela vyřadit a nekonzumovat ani „nezasaženou" část. Plísně totiž netvoří pouze povrchový porost – jejich hyfy mohou prorůstat hluboko do potraviny a zároveň se mohou šířit i jejich toxiny, které jsou často odolné vůči tepelné úpravě. Typickým příkladem je džem, kde se plíseň objeví na povrchu – i když se odstraní vrchní vrstva, zbytek obsahu sklenice již může být prorostlý myceliem, a tím pádem kontaminovaný. Stejně tak by se neměl konzumovat chléb, na němž se objeví plíseň, protože plísňová vlákna (hyfy) mohou být přítomná i hluboko v bochníku, i když nejsou vidět. Mykotoxiny mohou působit karcinogenně a jsou spojovány s karcinogenním onemocněním gastrointestinálním a jaterním.

Mezi běžné situace, kdy se lidé setkávají s mikroskopickými houbami, patří i vznik plísní v domácnosti. K jejich růstu dochází zejména ve vlhkém, špatně větraném prostředí, typicky v koupelnách, na stěnách za nábytkem nebo kolem oken. Spory plísní, jako je *Cladosporium* nebo *Aspergillus*, jsou běžně přítomné ve vzduchu a při vhodných podmínkách (vlhkost nad 60 %, teplota kolem 20–30 °C) rychle kolonizují povrchy. Plísně se rovněž často objevují na nesprávně skladovaných potravinách, zvláště pokud jsou ponechány dlouho při pokojové teplotě nebo v nedostatečně uzavřených obalech. Například pečivo, ovoce, zelenina či sýry patří mezi rizikové potraviny, které se rychle kazí. Skladování potravin v chladu, suchu a čistotě, ideálně v uzavíratelných nádobách, výrazně snižuje riziko kontaminace a vzniku plísní.

Pravidelné větrání, omezení vlhkosti a včasné odstraňování zdrojů plísní (např. promočené textilie, kondenzující voda) jsou proto zásadní pro prevenci jejich šíření a vzniku alergických reakcí nebo dýchacích potíží. Spory mikroskopických hub mají často velikost menší než 5 μm, a mohou tak pronikat hluboko do dýchacích cest, což je činí významným rizikovým faktorem zejména pro alergiky a astmatiky. Mezi druhy spojované s alergickými reakcemi a astmatem patří například *Aspergillus*, *Cladosporium* nebo *Alternaria*. Podrobnosti o problematice astmatu a alergických reakcích jsou uvedeny níže v textu v samostatných kapitolách.

Závažnější komplikace může způsobit i infekce vyvolaná kvasinkami. Například kvasinky rodu *Candida* se běžně vyskytují v těle člověka, ale při narušení rovnováhy (např. po antibiotické léčbě) mohou způsobit kvasinkové infekce. Kromě kožních a slizničních projevů jde i o gynekologické potíže, které jsou poměrně časté u dospívajících dívek. Právě proto je vhodné o tomto tématu ve výuce otevřeně hovořit – srozumitelně a citlivě – a podpořit tak informovanost a prevenci.

Dalším specifickým příkladem je plíseň *Pneumocystis jirovecii*, která může způsobit závažné onemocnění plic u imunokompromitovaných osob, například lidí s AIDS. Podobně problematické jsou plísně tvořící biofilmy na zdravotnickém vybavení, čímž mohou ohrozit pacienty během hospitalizace.

Zařazení do výuky

Z hlediska výuky je důležité, aby žáci porozuměli nejen tomu, kde se mikroskopické houby běžně vyskytují, ale i tomu, jaká rizika mohou představovat a jak jim lze předcházet. Téma je vhodné zařadit do výuky v návaznosti na biologii hub obecně nebo jako samostatný blok věnovaný hygieně, zdraví a prevenci. Na základní škole by se výuka měla zaměřit na jednoduché a prakticky využitelné informace – například proč nejíme plesnivé potraviny, jak vzniká plíseň v domácnosti, proč je důležité správné skladování jídla a větrání místností. Místo odborných pojmů je vhodnější klást důraz na porozumění základním principům – např. že ne všechny houby jsou „bezpečné“, i když jsou malé a neviditelné. Pokud chceme žákům ukázat, jak funguje kvašení, můžeme k tomu využít kvasinky. Do malé PET lahve nalijeme teplou vodu či mléko s cukrem a přidáme sušené droždí, místo víčka na vrch lahve přidáme balonek, ten se díky uvolňovanému CO_2 bude nafukovat.

Na středních školách může být téma rozšířeno o podrobnější popis konkrétních zástupců, principy vzniku alergických reakcí nebo působení mykotoxinů na organismus. Tyto mikroorganismy mohou způsobovat například gynekologické infekce, které jsou v období dospívání poměrně časté a pro některé žákyně citlivé. Výuka může přispět k odstranění tabu, posílení informovanosti a podpoře prevence – například zmínkou o vlivu antibiotik, hygienických

návyků nebo typu spodního prádla. Na středních školách a vyšších gymnáziích lze pozorovat mikroskopické houby pod mikroskopem a sledovat jejich jednotlivé části.

Téma je rovněž vhodné k mezipředmětovému propojení – s chemií (vznik toxinů, biofilmy), zdravovědou nebo občanskou výchovou. Výuku lze podpořit praktickými pozorováními – například pěstováním plísní na potravinách v uzavřených nádobách, diskusí nad etiketami „spotřebujte do" nebo analýzou případových studií.

Vhodné je také propojení s výukou první pomoci a výchovy ke zdraví – žáci se mohou seznámit se základními příznaky alergické reakce, astmatického záchvatu nebo infekce a pochopit, kdy vyhledat pomoc. Takto pojatá výuka podporuje nejen přírodovědné kompetence, ale i schopnost pečovat o vlastní zdraví a zodpovědně se chovat v každodenním životě. K pozorování spor kromě výše uvedeného cvičení můžeme využít i makroskopické houby, po oříznutí třeně ze stopkovýtrusné houby položíme její klobouk na papír, další den můžeme pozorovat sporový prach na papíru pomocí lupy a po přesunutí na podložní sklíčko i pod mikroskopem.

NÁVAZNOST NA TÉMATA Z PRVNÍ POMOCI

Obecná návaznost

Téma hub – zejména ve spojitosti s jejich zdravotními riziky – představuje přirozený most mezi výukou přírodopisu a první pomoci. Většina žáků má s houbami alespoň základní zkušenost ze života (sběr, vaření, konzumace) a téma snadno vyvolává emoce, zájem i spontánní sdílení osobních zkušeností. To vytváří vhodné výchozí podmínky pro hlubší diskusi a propojení s praktickými dovednostmi.

Žáci často slyšeli o otravách houbami, což může sloužit jako výchozí bod pro osvojení si základních postupů: jak rozpoznat příznaky intoxikace, kdy a jak volat záchrannou službu, jaké informace sdělit operátorovi nebo co v dané situaci rozhodně nedělat.

Kromě otrav ale téma mikroskopických hub nabízí návaznost i na další oblasti první pomoci – zejména alergické reakce a astmatické záchvaty, které mohou být vyvolány nebo zhoršeny vdechováním plísňových spor. Ve výuce lze proto navázat informacemi o typických příznacích (např. dušnost, kašel, vyrážka), o správném používání léků (inhalátory, antihistaminika) a o tom, kdy už je situace vážná a je třeba vyhledat odbornou pomoc.

Zařazení těchto témat posiluje mezipředmětové vztahy mezi biologií, výchovou ke zdraví a první pomocí. Zároveň přispívá k naplňování afektivních cílů výuky – žáci si více uvědomují dopady rizikového chování, rozvíjejí empatii a učí se odpovědnému jednání ve zdravotních krizích. Výuka se tak stává nejen informačně, ale i hodnotově a prakticky orientovanou.

Jednotlivým konkrétním stavům – astmatickým záchvatům, alergickým reakcím a otravám – se podrobněji věnují následující kapitoly.

Astmatické záchvaty

Astma je poměrně časté onemocnění, které postihuje přibližně 300 milionů lidí po celém světě. Jedná se o chronický zánět dýchacích cest, při němž zánětlivé buňky uvolňují mediátory, jež vedou k bronchokonstrikci („zúžení průdušek"), zvýšené tvorbě hlenu a přestavbě (remodelaci) dýchacích cest. Nejrozšířenější formou astmatu je astma alergické, které se zpravidla objevuje v mladším věku a je charakterizováno zvýšenou hladinou IgE (imunoglobulinu E).

U této formy je zánět obtížně zvládnutelný, protože imunologická paměť vyvolává přetrvávající alergické reakce, které vedou k poškození dýchacích cest a trvalému zánětlivému stavu.

Popis stavu a příčiny

Kvalita ovzduší má významný dopad na lidské zdraví. Jedním z faktorů, které mohou ovlivňovat dýchací potíže, jsou spory hub přítomné ve vzduchu, jež jsou přímo spojovány se zvýšeným výskytem astmatu u dětí. Plísně však nepředstavují problém pouze ve venkovním prostředí – značné množství spor může být přítomno i uvnitř budov, zejména tam, kde se vyskytují problémy s vlhkostí.

Spory mnoha druhů hub mají velikost menší než 5 mikrometrů, což jim umožňuje pronikat hluboko do dýchacích cest a až do plic. Některé druhy, jako například *Aspergillus* (kropidlák) a *Penicillium* (štětičkovec), jsou schopné v dýchacích cestách růst a klíčit. Tím mohou vyvolat alergenní reakce nebo neinvazivní infekce, které dále zhoršují zánětlivý stav. Vystavení se sporám ve venkovním prostředí je navíc spojeno se zvýšeným rizikem hospitalizace dětí a dospívajících s astmatem.

První pomoc a léčba

Při astmatickém záchvatu by měl zachránce postiženému pomoci dostat se do úlevové polohy (tj. poloha, ve které se postiženému dobře dýchá a je mu v ní lépe). Postiženého můžeme posadit na zem a opřít o stěnu, zatímco má ruce zapřené za zády, podobně se dá provést i na židli, kdy se místo o zem postižený rukama chytí zezadu za opěrku židle, poloha má zajistit otevření hrudníku a tím lepší dýchání, dále je vhodné zajistit mu přístup na čerstvý vzduch. Pro zlepšení stavu je doporučeno zvážit podání léků. Pokud má postižený předepsané léky pro tento typ situace, může je použít. Při použití inhalátoru je klíčové správné provedení: před aplikací je důležité vydechnout, poté silně vdechnout léčebnou látku a zadržet dech na chvíli po nádechu. Pokud se stav postiženého ani po aplikaci léků nezlepší během několika minut, je vhodné zvážit přivolání zdravotnické záchranné.

Zařazení do výuky

Žákům je vhodné přiblížit obtíže týkající se astmatických záchvatů. Zejména to, že astma je zánětlivé onemocnění dýchacích cest, které se týká velké skupiny lidí. A také to, že kvalita ovzduší má na toto onemocnění velký vliv – vyšší koncentrace spor ve vzduchu může vyvolat astmatický záchvat, a to nejen ve vnitřních prostorech, ale i ve venkovních, velikost některých druhů spor totiž umožňuje vstup do dýchacích cest. To může vést ke vzniku infekce a k celkovému zhoršení zánětu. Vystavení sporám je spojováno s vyšší pravděpodobností hospitalizace dospělých a dětí s astmatem.

V rámci první pomoci při astmatickém záchvatu je třeba zmínit, že zachránce by měl dostat postiženého do úlevové polohy a zajistit přísun čerstvého vzduchu. Pokud má postižený předepsané léky pro tyto případy, může je použít. Před aplikací inhalátoru je třeba vydechnout a poté vdechnout léčebnou látku a následně zadržet dech. Pokud se stav postiženého nezlepší v rámci minut, je třeba zvážit zavolání zdravotnické záchranné služby.

Alergie

Alergie mohou být podmíněny jak genetickými faktory, tak vlivy prostředí. Poruchy v mechanismech regulujících imunitní toleranci pak mohou vést k nepřiměřeným imunitním reakcím na antigeny pocházející ze vzduchu, potravin nebo mikroorganismů (Tlaskalová-Hogenová et al., 2002)which is the site of exchange of nutrients, export of products and waste components, must be selectively permeable and at

the same time, it must constitute a barrier equipped with local defense mechanisms against environmental threats (e.g. invading pathogens. Projevy alergií se liší – od mírného svědění a lokálních otoků přes astma, kopřivku a trávicí obtíže až po závažný vaskulární kolaps (Hamilton & Adkinson Jr., 1984). Alergická reakce nastává ve chvíli, kdy alergen interaguje s IgE protilátkami navázanými na receptory žírných buněk (efektorových buněk imunitního systému), což vede k jejich aktivaci a následnému uvolnění zánětlivých mediátorů (Janeway, 2001).

Příčiny a popis stavu

Potravinové alergie představují běžná onemocnění, která se obvykle léčí pouze symptomaticky (Hsieh et al., 2003)strategies for effective intervention are urgently needed. Objective The aim was to investigate the prophylactic use of orally administrated FIP-fve, an immunomodulatory protein isolated from the edible mushroom Flammulina velutipes, in a murine model of food allergy. Methods BALB/c mice were immunized twice intraperitoneally with ovalbumin (OVA. V některých případech však mohou vyústit až v anafylaxi – závažnou formu alergické či hypersenzitivní reakce s rychlým nástupem, která může být život ohrožující (Sicherer et al., 2017)generalized allergic or hypersensitivity reaction that is rapid in onset and may cause death. Epinephrine (adrenaline.

Mezi nejčastěji konzumované houby ve východní Asii patří *Lentinula edodes* (houževnatec jedlý, známý jako „shiitake"), *Tricholoma matsutake* (čirůvka větší, známá jako „matsutake"), *Grifola frondosa* (trsnatec lupenitý, známý jako „maitake") a *Lyophyllum decastes* (líha nahloučená, označovaná jako „shimeji"). V těchto regionech byly zaznamenány případy potravinových alergií spojených s jejich konzumací. Jak již bylo uvedeno, konzumace hub může u některých jedinců vyvolat alergické reakce, především ve formě potravinových alergií. Nejčastěji se jedná o hypersenzitivní reakce 1. typu, přičemž hlavními alergeny bývají proteinové složky. Jedna ze studií popsala první zaznamenaný případ alergické reakce na houbu *Hericium erinaceus* (korálovec ježatý), kterou dotyčný muž dříve bez problémů konzumoval. Na základě vyšetření mu byla diagnostikována alergie právě na tento druh.

Související alergickou reakci může způsobit i podání vybraných léků, které se vyrábí za přispění hub. Podle lékařské dokumentace je přibližně 6 % pacientů alergických na penicilin, přičemž jeho podání u těchto osob může vyvolat závažné zdravotní komplikace.

Mezi projevy alergických reakcí patří i kožní reakce na spory hub z kmene Basidiomycota u některý. Ve studii provedené na 150 dospělých pacientech alergologické kliniky v New Orleans, kteří trpěli celoroční rýmou nebo astmatem, se ukázalo, že kožní reakce na bazidiospory byly výraznější než reakce na výtažky z mycelia těchto hub. Některé sporové extrakty vykazovaly podobnou míru kožní reaktivity jako pyl dubu, což dále potvrzuje jejich význam jako aeroalergenů. Sezónní alergická rýma (senná rýma) je nejčastěji vyvolávána pylem trav a sporami plísní. V Mexiku bylo provedeno měření koncentrace pylu a spor ve vzduchu, přičemž roční integrální hodnota spor. Některé druhy hub mohou být příčinou onemocnění, jako jsou alergie a astma, přičemž často hrají roli již ve fázi spuštění alergických reakcí.

První pomoc a léčba

Při mírné alergické reakci zachránce obvykle doporučí postiženému užití předepsaných či doporučených léků.

Potravinové alergie jsou běžné, ale mohou vést až k anafylaxi, což je závažná hypersenzitivní nebo alergická reakce, která se vyznačuje prudkým nástupem. Závažné alergické reakce se mohou projevovat svědivou kopřivkou a otoky i mimo místo kontaktu s alergenem, dále nevolností, závratěmi, obtížným

dýcháním až dušením. V takovém případě by měl zachránce bezodkladně kontaktovat zdravotnickou záchrannou službu. Má-li postižený předepsaný autoinjektor s adrenalinem (např. Epipen nebo Anapen), může mu zachránce pomoci s jeho aplikací. Včasné podání adrenalinu je v případě anafylaxe zásadní a může zachránit život. Injekce se podává intramuskulárně do střední části stehna. U pacientů s rizikem anafylaxe vyvolané potravinami se doporučuje nosit u sebe dvě dávky adrenalinu.

Zařazení do výuky

Žáci by měli být informovaní o podstatě alergií (že se jedná o přehnanou reakci imunitního systému na antigeny různého původu). Rovněž by měli znát příznaky alergických reakcí, což jim může umožnit rozlišit přítomnost stavu a jeho závažnost. Alergie se projevují různými způsoby od svědění a lokálních otoků přes astma, kopřivku, trávicí obtíže až po vaskulární kolaps. Alergie na potraviny se běžně léčí pouze symptomaticky, ale i takové mohou přerůst v život ohrožující anafylaxi. Obecně lze říci, že v našich podmínkách alergické reakce v souvislosti s houbami nejčastěji vyvolávají jejich spory jako aeroalergeny.

V případě alergických reakcí je třeba přerušit kontakt s látkou, která alergii způsobuje, v případě pylu a spor je vhodné postiženého odvést od zdroje, například ze sklepa plného mikroskopických hub, na čerstvý vzduch. V případě, že alergie byla vyvolaná kontaktem s alergenem, je vhodné místo kontaktu opláchnout vodou.

Při mírné alergické reakci je doporučeno nabídnout užití předepsaných nebo doporučených léků. V případě anafylaxe, která mívá velmi rychlý průběh a postižený často končí v bezvědomí, je vhodné neprodleně kontaktovat záchrannou zdravotnickou službu, a pokud má postižený k dispozici autoinjektor s adrenalinem, pomoci postiženému s jeho aplikací ideálně po konzultaci s výše zmíněnou záchrannou službou, injekce se podává do střední části stehna intramuskulárně.

Otravy

Otrava může vzniknout jak náhodně, tak úmyslně. Lze ji rozlišovat podle cesty vstupu toxické látky do organismu – může probíhat trávicím traktem, dýchacím systémem, přes kůži nebo nitrožilně (například aplikací injekce obsahující příslušnou látku). V některých případech se negativní projevy mohou objevit v důsledku kombinace více zdravotních stavů, například při souběhu alergie a astmatu.

Základním pravidlem pro každého zachránce je dbát především na vlastní bezpečnost. Je nezbytné se ujistit, že zachránci v dané situaci nic nehrozí, a tím předejít jeho zranění či ohrožení. Následně je nutné zabránit dalšímu vstřebávání jedu. To lze zajistit například vyvětráním prostoru (zejména v případě škodlivých spor či chemických látek ve vzduchu), přesunem postiženého od zdroje toxické látky, vyvoláním zvracení nebo omytím kontaminované pokožky. Dalšími kroky jsou neodkladné přivolání zdravotnické záchranné služby, snaha o identifikaci látky, která otravu způsobila (např. podle obalu, zbytků jídla či zvratků), a průběžné sledování stavu postiženého až do příjezdu odborné pomoci.

Příčiny a popis stavu

Jedním z prvních projevů otravy houbami bývá gastroenteritida (akutní onemocnění žaludku a střev, známé také jako střevní chřipka – v tomto případě neinfekční). Tento příznak se však nemusí objevit vždy. Gastrointestinální potíže se většinou dostavují do šesti hodin po požití houby. Pokud se příznaky objeví až po delší době, jedná se o tzv. opožděný ná-

stup symptomů. Právě tyto opožděné příznaky bývají častěji spojeny s vážnějšími a život ohrožujícími formami otravy.

Kromě trávicích obtíží mohou houby způsobit i další příznaky, jako jsou euforie, halucinace, příznaky cholinergního nebo anticholinergního syndromu, návaly horka, pocity úzkosti, bušení srdce či pokles krevního tlaku. Některé druhy hub mohou být toxické pouze pro určité jedince.

První pomoc a léčba

Při otravě může rychlý zásah první pomoci, který zpomalí nebo omezí vstřebávání požité látky, výrazně snížit úmrtnost. Mezi nejčastější příznaky patří gastrointestinální obtíže, které mohou vést k dehydrataci v důsledku zvracení a průjmu.

Pro přerušení působení toxinu je možné vyvolat zvracení. To je možné vyvolat pouze tehdy, pokud je postižený při vědomí a je jisté, že šlo o otravu potravinou. Způsobit jej lze například vypitím sklenice teplé vody s hořčicí nebo solí, případně mechanickým podrážděním kořene jazyka. Zvracení by se nemělo vyvolávat, pokud není jasně známá příčina otravy. Například při otravě saponáty může pěna při zvracení způsobit dušení, zatímco chemikálie a ropné produkty mohou znovu poškodit jícen při návratu do jícnu.

Při otravách ústy lze také podat aktivní uhlí ve větším množství rozpuštěné ve vodě. Jeho včasné podání pomáhá omezit vstřebávání toxinu a tvoří základ nespecifické léčby.

Pokud je to možné, je vhodné zajistit vzorek houby, která mohla otravu způsobit, pro další vyšetření. Akutní otravy je nutné co nejrychleji předat do péče specializovaného pracoviště, kde je možné provést odborné posouzení a zahájit vhodnou terapii. Základem léčby bývá podpůrná a symptomatická terapie. Některé případy vyžadují pouze symptomatickou péči, zatímco těžší formy mohou vést až k nutnosti transplantace jater.

Zařazení do výuky

Při výuce problematiky otrav je vhodné žákům upřesnit, jakými způsoby se může člověk otrávit a jak tyto situace rozpoznat. V případě otrav houbami se toxiny do organismu nejčastěji dostávají požitím (trávicím traktem) nebo dýchacími cestami. K potížím však může dojít i v důsledku kontaktu toxických látek s pokožkou. Otravy se mohou projevovat různými příznaky, mezi něž patří nevolnost, halucinace, zvracení, průjem a další obtíže.

Součástí výuky by mělo být i seznámení s postupy první pomoci. Základním pravidlem je vždy dbát především na vlastní bezpečnost zachránce, aby nedošlo k jeho ohrožení či zranění. Pokud si zachránce není jist svou bezpečností, je zcela na místě nezasahovat a neprodleně volat linku 155. Je-li situace bezpečná, může zachránce pokračovat v poskytování pomoci.

V případě otrav je prioritou zabránit dalšímu vstřebávání jedu. U plynů (či v případě, že se ve vzduchu nachází spory hub) je vhodné prostor vyvětrat nebo postiženého přemístit na čerstvý vzduch. Při otravách požitím jedovatých hub lze zvážit vyvolání zvracení, avšak pouze u postiženého, který je při vědomí. To lze provést podrážděním kořene jazyka nebo podáním sklenice teplé vody se solí či hořčicí. Vyvolávání zvracení je naopak kontraindikováno u otrav chemickými látkami, neboť hrozí poškození jícnu, dušení a další závažné komplikace, jejichž charakter závisí na druhu požitých chemikálií.

U většiny otrav houbami se mezi nejčastější příznaky řadí gastrointestinální obtíže, zejména zvra-

cení, průjem a bolesti břicha. Vhodným opatřením je podání aktivního uhlí (rozmíchání většího množství tablet ve vodě a podání k vypití). Další kroky zahrnují neodkladné přivolání zdravotnické záchranné služby a zajištění vzorku houby či zvratků, které mohou urychlit stanovení diagnózy a následnou léčbu.

ZÁVĚR

Problematika zdravotních rizik spojených s houbami je z pohledu výuky biologie a přírodopisu aktuální a důležitá. Přestože houby v běžné školní praxi nebývají vždy zařazovány mezi prioritní témata, jejich biologická rozmanitost a četné vazby na lidské zdraví z nich činí mimořádně vhodný výukový obsah. Díky tomu lze téma efektivně využít nejen k rozvoji přírodovědných znalostí, ale také jako most k preventivním programům či výuce první pomoci.

Jak ukazují kurikulární dokumenty i dostupné výzkumy, pedagogové mají značnou volnost v tom, jakou podobu výuky hub zvolí 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. Tato volnost však může vést i k opomíjení důležitých aspektů, jakými jsou například rizika spojená s otravami, alergiemi, astmatem nebo užíváním halucinogenních látek. Právě tyto oblasti mohou být nejen poučné, ale i prakticky přínosné, zejména pokud jsou doplněny o nácvik řešení krizových situací nebo ukázky první pomoci.

Doporučujeme proto, aby výuka hub přesáhla rámec klasifikace a stavby těla a zahrnovala i jejich širší dopad na společnost a lidské zdraví. Vhodně pojaté téma může žákům přinést hlubší porozumění souvislostem mezi biologií a reálným životem a přispět k prevenci rizikového chování. Zároveň umožňuje mezipředmětové propojení s výchovou ke zdraví, občanskou výchovou či první pomocí, čímž se výuka stává pestřejší, relevantnější a užitečnější.

LITERATURA

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

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

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

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

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

Braná, Z. (2022). *Houby (Fungi) ve výuce přírodopisu a biologie* (Diplomová práce). Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta. https://hdl.handle.net/20.500.11956/171488

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

Buisseret, P. D. (1976). Seasonal allergic symptoms due to fungal spores. *British Medical Journal*, *2*(6034), 507–508. https://doi.org/10.1136%2Fbmj.2.6034.507

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

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

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

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

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. https://doi.org/10.2495/AIR090281

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

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

Hamid, Q., & Tulic, M. (2009). Immunobiology of Asthma. *Annual Review of Physiology*, *71*, 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

Hasík, J. (2002). *Standardy první pomoci*. Český červený kříž.

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

Hejnová, E., & Hejna, D. (2016). Rozvoj vědeckého myšlení žáků prostřednictvím přírodovědného vzdělávání. *Scientia in educatione*, *7*(2), 2–17. https://doi.org/10.14712/18047106.341

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

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

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

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

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

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

Janeway, C. A. (2001). *Immunobiology—NCBI Bookshelf*. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK10757/

Jeřábek, J. (2007). *Rámcovỳ 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., Jirák, J., Jirásková, 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*.

Kopp, M. V., Hamelmann, E., Zielen, S., Kamin, W., Bergmann, K.-C., Sieder, C., Stenglein, S., Seyfried, S., Wahn, U., & for the DUAL study group. (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

Králová, A. (2024). *Zdravotní rizika spojená s houbami – Prevence, první pomoc a zařazení do výuky*. https://dspace.cuni.cz/handle/20.500.11956/194436

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., Hubínová, Z., Křivánek, J., Matajová, K., Melounová, K., & Sekerášová, I. (2021). *První pomoc: Metodická příručka pro výuku 2*. Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.

Kuba, R., Křivánek, J., Melounová, K., & Zvěřinová, G. (2021). *První pomoc I*. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta.

Lambrecht, B. N., & Hammad, H. (2015). The immunology of asthma. *Nature Immunology*, *16*(1), 45–56. https://doi.org/10.1038/ni.3049

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, Forty-third Annual Meeting*, *78*(3, Part 1), 478–485. https://doi.org/10.1016/0091-6749(86)90036-9

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

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. https://doi.org/10.1093/femsyr/fov107

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

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

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

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

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.

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

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

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

Sorenson, W. G. (1999). Fungal spores: Hazardous to health? *Environmental Health Perspectives*, *107*(suppl 3), 469–472. https://doi.org/10.1289/ehp.99107s3469

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., Newbigin, 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

Tlaskalová-Hogenová, H., Tučková, L., Lodinová-Žádniková, R., Štěpánková, R., Cukrowska, B., Funda, D. P., Střiž, 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

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

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

Watson, C., & Kobernick, A. (2022). Dangers at the dinner table – a report of anaphylaxis to lion's mane mushroom. Annals of Allergy, Asthma & Immunology, 2022 Annual Scientific Meeting of the American College of Allergy, Asthma and Immunology, 129(5, Supplement), S147. https://doi.org/10.1016/j.anai.2022.08.931

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