

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra zahradnictví



**Fakulta agrobiologie,
potravinových a přírodních zdrojů**

Houby rodu *Coprinus* – potenciálně léčivé houby

Bakalářská práce

Marie Neterdová

Zahradnictví

RNDr. David Novotný, Ph. D.

© 2023 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci “Houby rodu *Coprinus* - potenciálně léčivé houby“ jsem vypracovala samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autorka uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušila autorská práva třetích osob.

V Praze dne 21.4. 2023

Marie Neterdová

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce RNDr. Davidovi Novotnému, Ph.D. za odborné vedení a laskavou pomoc při sestavování této práce.

Houby rodu *Coprinus* - potenciálně léčivé houby

Souhrn

Bakalářská práce se zabývá houbami rodu *Coprinus* a jejich potenciálními léčivými účinky. Rešerše v první části práce se věnuje taxonomii rodu *Coprinus* sensu lato, výskytu zástupců rodu *Coprinus* s. l. v ČR a jejich zastoupení ve sbírkách kultur mikroorganismů v ČR a v Evropě. Dále se zaměřuje na léčivé účinky hub rodu *Coprinus*. Ve druhé části je popsána laboratorní práce, při které byl hodnocen vliv teploty a vodního potenciálu na růst vybraných kmenů *Coprinus comatus*.

Klíčová slova: *Coprinus comatus*, léčivé houby, diabetes, antioxidační účinky, inhibice AChE, hepatoprotektivní účinky, antimikrobiální účinky

Fungi of the genus *Coprinus* – potentially medicinal fungi

Summary

The bachelor thesis deals with mushrooms of the genus *Coprinus* and their potential medicinal effects. The review in the first part of the thesis focuses on the taxonomy of the genus *Coprinus* sensu lato, the occurrence of representatives of the genus *Coprinus* s. l. in the Czech Republic and their representation in collections of cultures of microorganisms in the Czech Republic and Europe. The second part describes laboratory experiment in which the effect of temperature and water potential on the growth of selected strains of *Coprinus comatus* was evaluated.

Keywords: *Coprinus comatus*, medicinal mushrooms, diabetes, antioxidant activity, AChE inhibitory, hepatoprotective activity, antimicrobial activity

Obsah

1	Úvod.....	7
2	Cíl práce.....	8
3	Literární rešerše.....	9
3.1	Taxonomie rodu <i>Coprinus</i> s. l.....	9
3.1.1	Rod <i>Coprinus</i> Pers.....	9
3.1.2	Rod <i>Coprinellus</i> P. Karst.....	11
3.1.3	Rod <i>Coprinopsis</i> P. Karst.....	12
3.1.4	Rod <i>Parasola</i> Redhead, Vilgalys & Hopple.....	14
3.1.5	Rod <i>Tulosesus</i> D. Wächt & A. Melzer.....	15
3.1.6	Rod <i>Narcissea</i> D. Wächt & A. Melzer.....	16
3.2	Informace o výskytu v České republice.....	17
3.3	Kmeny hub rodu <i>Coprinus</i> s. l. ve sbírkách kultur mikroorganismů v České republice a v Evropě.....	21
3.4	Nutriční hodnota.....	29
3.5	Léčivé účinky.....	31
3.5.1	Antidiabetické účinky.....	31
3.5.2	Inhibice acetylcholinesterázy.....	32
3.5.3	Antioxidační účinky.....	32
3.5.4	Protizánětlivé účinky.....	33
3.5.5	Protinádorové účinky.....	34
3.5.6	Antibakteriální účinky.....	34
3.5.7	Antimykotické účinky.....	35
3.5.8	Antivirové účinky.....	35
3.5.9	Hepatoprotektivní účinky.....	36
3.5.10	Nematocidní účinky.....	36
3.6	Nežádoucí vlastnosti.....	38
3.7	Pěstování hub rodu <i>Coprinus</i> s. l.....	39
4	Laboratorní část.....	40
4.1	Materiál a metody.....	40
4.2	Výsledky.....	41
5	Diskuze.....	47
6	Závěr.....	48
7	Literatura.....	49

1 Úvod

Houby rodu *Coprinus* s. l. jsou pro většinu lidí známé jako druhy s rychle se rozkládajícími plodnicemi, které se vyskytují na stanovištích s velkým obsahem živin (např. hnojiště). Pro pěstitele jedlých hub jsou to často tzv. konkurenční houby, které komplikují pěstování některých jiných druhů jedlých a léčivých hub. Pouze malému počtu lidí je známo, že některé druhy z tohoto rodu mohou mít léčivé účinky a mohou patřit mezi tzv. léčivé houby. Mohou být přínosné z hlediska nutriční hodnoty a také být ceněny pro své antidiabetické účinky. Je jim věnována pozornost i z důvodu možnosti jejich využití v léčbě Alzheimerovy choroby či toxonutritivního poškození jater.

2 Cíl práce

Cílem literární rešerše je podat ucelený přehled základních informací o houbách rodu *Coprinus* s. l. vyskytujících se v České republice, o jejich vlastnostech a možnostech využití se zaměřením na pozitivní účinky na lidský organismus. Cílem laboratorní práce je zhodnotit vliv vodního potenciálu a teploty na růst vybraných kmenů *Coprinus comatus*.

3 Literární rešerše

3.1 Taxonomie rodu *Coprinus* s. l.

Houby rodu *Coprinus* s. l. jsou stopkovýtrusé saprotrofní houby. Rod *Coprinus* byl až do konce 20. stol. považován za jeden rozsáhlý rod s více než 100 druhy, které byly do tohoto rodu zařazeny na základě podobných vlastností. Např. pro většinu zástupců toho rodu byla příznačná rychlá autolýza. Později se ukázalo, že tato společná vlastnost nemusí znamenat genetickou příbuznost. Tento případ je příkladem konvergentní evoluce, kdy nepříbuzné druhy podléhají podobným selekčním tlakům a na základě těchto okolností vyvinou nezávisle na sobě podobné znaky, i přesto, že se nejedná o příbuzné druhy. Hopple a Vilgalys (1999) pomocí sekvenování DNA zjistili, že některé druhy rodu *Coprinus* si nejsou fylogeneticky příbuzné. Ve své práci prokázali, že houby rodu *Coprinus* ve skutečnosti patří do dvou odlišných čeledí (*Agaricaceae* a *Psathyrellaceae*) a bude třeba dosavadní taxonomii překlasiﬁkovat. Na základě výsledků sekvenování DNA navrhl Redhead et al. (2001) rozčlenění tehdejšího rodu *Coprinus* do čtyř rodů. V čeledi *Agaricaceae* byl ponechán rod *Coprinus* a v čeledi *Psathyrellaceae* byly ustanoveny další tři rody: *Coprinellus*, *Coprinopsis* a *Parasola*. Do těchto rodů byla přerazena většina zástupců tehdejšího rodu *Coprinus* (Redhead et al. 2001; Knudsen & Vesterholt 2008). V roce 2020 Wächter a Melzer (2020) navrhli další úpravy taxonomie v čeledi *Psathyrellaceae* u druhů dříve řazených do rodu *Coprinus* s. l. Někteří zástupci rodů *Coprinus*, *Coprinellus* a *Coprinopsis* byly přerazeni do nově ustanovených rodů *Tulosesus* a *Narcissea*.

Determinace jednotlivých zástupců je v některých případech jednoduchá na základě makroskopických znaků (např. rozlišení *Coprinus comatus* a *Coprinopsis atramentaria*). V případě některých velikostně drobných druhů ale může být determinace i velmi složitá a přesnou identifikaci umožní až analýza mikroskopických znaků (Hussain et al. 2018). Celý proces může být komplikován krátkou životností těchto organismů, kdy některé z nich lyzují již během několika hodin.

3.1.1 Rod *Coprinus* Pers.

V současnosti je do rodu *Coprinus* Pers., patřícího nyní do čeledi *Agaricaceae*, řazeno cca 5 druhů. Mezi charakteristické znaky tohoto rodu patří prstenec, husté, tenké, v mládí narůžovělé lupeny, které později černají a roztékají se, a dále přítomnost cheilocystid (Holec et al. 2012). Narozdíl od druhů z rodů *Coprinellus*, *Coprinopsis* a *Parasola* nemají houby rodu *Coprinus* s. s. pleurocystidy (Redhead 2001; Knudsen & Vesterholt 2008). Výtrusný prach je černý, spory jsou hladké, tlustostěnné, hnědočerné, s klíčním pórem. Vzrůstem se jedná o středně velké až velké houby. Pro tento rod je typická rychlá autolýza, která dává vzniknout tmavé tekutině. Postupně se vlivem tohoto procesu houba během několika hodin promění na černou kaši (Holec et al. 2012). Účelem tohoto procesu je efektivnější šíření spor. Klobouk se rozpouští od okrajů, které se zvedají a obnažují tak zralé spory, které mohou následně být unášeny větrem. Většina zástupců rodu *Coprinus* roste na hnoji býložravců, na tlejícím dřevě

či na živiny bohatých půdách (Redhead et al. 2001). Mezi nejznámější zástupce toho rodu vyskytující se v ČR patří hnojník obecný (*Coprinus comatus*).

Coprinus comatus (O.F. Müll.) Pers. (hnojník obecný) popsal dánský přírodovědec Otto Friedrich Müller v r. 1780 jako *Agaricus comatus*. Jméno *comatus* je odvozeno z latinského slova *coma* a znamená vlasatý. Název *Coprinus* je odvozen z řeckého *kopros* a poprvé toto označení publikoval Christiaan Hendrik Persoon v r. 1797 (Redhead et al. 2001). Houbu pojmenoval jako *Coprinus comatus* a toto označení je platné dodnes. *C. comatus* patří vzrůstem mezi největší hnojníky. Klobouk bývá 5-20 cm vysoký, nejprve vejčitého tvaru o průměru do 7 cm, později se zvonovitě otevírá. Povrch klobouku je hedvábně vláknitý, bílý, s bělavými nebo nahnědlými šupinami, na vrcholu světle hnědý. Lupeny jsou husté, bílé, později růžové a nakonec černají. Třeň je 10-25 cm vysoký, v průměru dosahuje 1-3 cm, u báze se rozšiřuje. Je válcovitý, dutý, hedvábně leskle bílý, s pohyblivým vytrvalým prstenem. Dužnina je křehká, bílá. Vůní je houba nenápadná, chuťově jemná. Výtrusy jsou červenohnědé, eliptické, velikosti do 15 x 9 µm, tlustostěnné, s výrazným středovým nebo mírně excentrickým klíčním pórem. Cheilocystidy bývají elipsovité, pleurocystidy nejsou přítomny. Tato houba se vyskytuje hojně v období od května do listopadu, roste jednotlivě nebo ve skupinách. Lze ji nalézt zejména na živiny bohatých půdách, na loukách, zahradách, v parcích, v listnatých lesích, častěji na místech ovlivněných člověkem a kolem cest. Jedná se o jedlý druh, ale chutné jsou pouze mladé plodnice. Ty se rychle vyvíjejí a jejich životnost je krátká. Během 2-3 dní se vejčitý klobouk začne zvonovitě otevírat, v okrajích se rozpouští a černá, až se nakonec postupně přemění v černou řídkou hmotu (Holec et al. 2012; Antonín et al. 2013; Hagara 2014).

Coprinus sterquilinus (Fr.) Fr. (hnojník smetištní) je menší než *Coprinus comatus*. Klobouk bývá vysoký do 6 cm, široký do 3 cm, nejdříve úzce vejčitého tvaru, později je kuželovitý, v mládí bílý, posléze ve středu tmavne, na povrchu jsou jemné vločky, které se zráním mění v hrubé šupiny. Lupeny jsou velmi husté, bílé, později šednou a černají. Třeň je vysoký do 15 cm, ve spodní části je úzký pohyblivý prsten. Výtrusy jsou červenohnědé až černé, větší než u *C. comatus*, o velikosti do 15-26 µm, eliptické, se zaoblenými vrcholy a mírně excentrickým klíčním pórem. Vyskytuje se od června do října na hnoji, kompostu nebo silně hnojených půdách, roste roztroušeně (Holec et al. 2012; Antonín et al. 2013; Hagara 2014).

Coprinus vosoustii Pilát (hnojník Vošoustův) se podobá *C. comatus*, ale je menší. Klobouk roste do výšky 8 cm, zpočátku vejčitý tvar se mění v mírně hranatý s ploškou při vrcholu. Lupeny jsou bílé, později růžovějí a nakonec černají. Velum je hnědookrové a na vrcholu klobouku vytváří typický hvězdicovitý útvar. Třeň je vysoký do 13 cm, válcovitý, bílý, dutý, křehký. Vyskytuje se vzácněji od května do listopadu na živiny bohatých půdách (Holec et al. 2012; Antonín et al. 2013; Hagara 2014).

Dále do rodu *Coprinus* patří např. *Coprinus aphthosus* Fr. (hnojník stroupkatý) a *C. spadiceisporus* Bogart.) (Index fungorum partnership 2023).

3.1.2 Rod *Coprinellus* P. Karst.

Rod *Coprinellus* P. Karst., patřící nyní do čeledi *Psathyrellaceae*, obsahuje přes cca 60 druhů (Holec et al. 2012). Mnohé z nich nelze rozlišit na základě makroskopických znaků, ale přesná determinace je možná pouze mikroskopicky dle buněčné morfologie vela, cystidií či spor (Hussain et al. 2018). Rod *Coprinellus* obsahuje spíše malé až středně velké houby. Plodnice jsou často tenké a gracilní. Mají rýhované klobouky, někdy vločkaté se zbytky vela. Lupeny jsou volné, tenké, v dospělosti černé a roztékající se. Cheilocystidy jsou přítomné, přítomnost pleurocystid je variabilní (Knudsen & Vesterholt 2008). Výtrusy jsou hladké nebo bradavičnaté, tmavě hnědé až černé, s klíčním pórem. Výtrusný prach je černý (Holec et al. 2012).

V ČR se nejčastěji vyskytují tyto druhy:

Coprinellus micaceus (Bull.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson (syn. *Coprinus micaceus*), (hnojník třpytivý), s kloboukem vysokým do 5 cm a širokým do 4 cm, s výrazným rýhováním, žlutohnědého zbarvení s bělavými vločkami vela, které v dospělosti mizí. Později se zvoncovitě otevírá a olysává. Lupeny jsou husté, bílé, později černé. Třeň roste do výšky 10 cm, na povrchu je jemně zrnitý. Přítomny jsou cheilocystidy i pleurocystidy (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou rezavě hnědé, eliptické, někdy s kuželovitou bází a uťatým vrcholem, se středovým klíčním pórem. Roste velmi hojně od května do listopadu, ve skupinách a trsech, nejčastěji na pařezech a tlejících kořenech listnatých stromů. Je nejedlý (Holec et al. 2012; Antonín et al. 2013).

Coprinellus disseminatus (Pers.) J.E. Lange (syn. *Coprinus disseminatus*) (hnojník nasetý). Klobouk je 0,5-2 cm vysoký, vejčitý, později válcovitý, okrově zbarvený. Na vrcholu má tmavší terčík, v okrajích je světlejší, na povrchu nápadně radiálně rýhovaný, v mládí bělavě vločkatý, později lysý. Třeň je bělavý, někdy až průsvitný, často prohnutý, dutý. Cheilocystidy jsou dlouhé, pleurocystidy nejsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou eliptické, uťaté, s výrazným klíčním pórem. Roste hojně ve velkých skupinách a trsech na dřevě listnatých stromů. Hnojník nasetý je nejedlý (Holec et al. 2012; Hagara 2014).

Coprinellus domesticus (Bolton) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson (syn. *Coprinus domesticus*) (hnojník domácí) má klobouk vysoký 2-7 cm, vejčitého tvaru, na povrchu s bílými, ve středu okrovými až hnědými vločkami. V mládí bílé lupeny zráním tmavnou a roztékají se. Třeň je vysoký do 10 cm, při bázi někdy žlutavý a rýhovaný. Přítomny jsou cheilocystidy i pleurocystidy (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou válcovité, z boku mírně ledvinovitě vykrojené, do velikosti 5x9 μm . Roste hojně od dubna do října na tlejícím dřevě listnatých stromů (Holec et al. 2012).

Coprinellus radians (Desm.) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson (syn. *Coprinus radians*), (hnojník paprskový), má klobouk do velikosti 3x2,5 cm, je v mládí uzavřený, později kuželovitý, široký až 5 cm. Ve středu je žlutavý, pokrytý plstnatým velem, které se mění v krémové hnědavé vločky. Třeň je do 8 cm vysoký, při bázi kyjovitě rozšířený. Přítomny jsou cheilocystidy i pleurocystidy (Breitenbach & Kränzlin 1995). Vyskytuje se zřídka, od května do října, spíše roztroušeně. Lze ho nalézt na dřevě listnatých stromů (Antonín 2006; Hagara 2014).

Dále se v České republice dále hojněji vyskytují *Coprinellus impatiens* (Fr.) J.E. Lange (hnojník nedůtklivý), *C. xanthothrix* (Romagn.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson (hnojník žlutochlupý), *C. truncorum* (Scop.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník kmenový).

Mezi druhy s řidším výskytem v České republice patří např. *C. curtus* (Kalchbr.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson (hnojník zakrnělý), *C. ellisii* (P.D. Orton) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (hnojník Ellisův), *C. flocculosus* (DC.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson (hnojník vločkatý), *C. pallidissimus* (Romagn.) P. Roux, Guy García & S. Roux, *C. pyrghanthes* (Romagn.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník ohnivý), *C. verrucispermus* (Joss. Et Enderle) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník bradavkovýtrusý) (Hagara 2014).

3.1.3 Rod *Coprinopsis* P. Karst.

Rod *Coprinopsis* P. Karst., patřící v současnosti do čeledi *Psathyrellaceae*, zahrnuje nyní cca 70 druhů. Jedná se o malé až velké houby podobné druhům z rodu *Coprinellus*. Přítomnost cheilocystid a pleurocystid je variabilní (Knudsen & Vesterholt 2008).

Mezi nejčastější druhy vyskytující se v České republice patří:

Coprinopsis atramentaria (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (syn. *Coprinus atramentarius*), (hnojník inkoustový). Klobouk je 3-7 cm vysoký, v mládí vejčité uzavřený, později se široce zvoncovitě otevírá, okraje klobouku jsou nerovnoměrně zprohýbané, zvlněné. Zbarvení klobouku je zprvu šedavé až šedohnědé, bývá pokryt jemnými šupinkami, které posléze slizovají a stírají se. Později s dozráváním výtrusů a vlivem autolýzy klobouk od okrajů ke středu černá. Lupeny jsou husté, v mládí bílé až šedé, s postupným dozráváním hnědnou a černají. Třeň je vysoký 7-18 cm, bílý s hedvábným leskem. Je bez prstenu, při bázi bývá kuželovitě zduřelý. Cheilocystidy i pleurocystidy jsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou rezavě hnědé, elipsoidního tvaru, s centrálním klíčním pórem, velikosti cca 6x11 µm. Výtrusný prach je černý. Hnojník inkoustový roste hojně od května do listopadu. Vyskytuje se na polích, zahradách, při cestách, často vyrůstá na tlejícím dřevě. Hnojník inkoustový je v literatuře někdy uváděn jako jedlý, i když chuťově nevýrazný. Po jeho požití není vhodné pít alkohol (Holec et al. 2012; Hagara 2014; Socha & Jegorov 2014).

Coprinopsis cinerea (Schaeff.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (syn. *Coprinus cinereus*), (hnojník mrvní). Jedná se o malou houbu, klobouk je 1-4 cm vysoký, nejprve elipsoidní, později se kuželovitě otevírá až je nakonec zcela ploše rozprostřen. V mládí je celý klobouk pokryt bílým plstnatým velem, později olysává a objevuje se radiální pruhování. Zbarvení se mění od bílé přes okrovou do šedohnědé. Lupeny jsou zprvu bílé, poté šednou až černají a roztékají se. Třeň je bílý, dutý, válcovitého tvaru, při bázi se mírně rozšiřuje a je zde pokryt hrubými chloupky. Cheilocystidy i pleurocystidy jsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou cca 6x10 µm velké, s hilárním přívěskem. Roste ve skupinách až trsech, nejčastěji po dešti na koňském hnoji nebo tlející slámě. Plodnice mají velmi krátkou životnost. Vyrůstou ráno a ještě během téhož dne se roztékají a mizí (Holec et al. 2012; Hagara 2014).

Coprinopsis lagopus (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (syn. *Coprinus lagopus*), (hnojník zaječí), má klobouk vysoký do 5 cm, šíře do 1,5 cm, bělavý až nažloutlý, na povrchu s hustými bílými chloupky, které v dospělosti tvoří vločkaté šupiny, jež za sucha hnědnou.

Později se klobouk ploše otevírá a šedne. Lupeny jsou bílé, zráním černají. Rozpouštějí se dříve než ostatní části plodnice, takže nakonec zbývá jen tenký, papírovitý, radiálně rýhovaný skelet. Třeň je vysoký 8-14 cm, šíře až 8 mm, během zrání se cca ve čtyřech pětinach ohýbá a láme a rozpouští se se zbytkem plodnice. Cheilocystidy i pleurocystidy jsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou eliptické se středovým klíčním pórem. Roste od jara do podzimu, jednotlivě či ve skupinách. Nejčastěji ho lze nalézt na tlejícím dřevě či jiných organických zbytcích (Antonín 2006; Holec et al. 2012; Hagara 2014).

Coprinopsis picacea (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (syn. *Coprinus picaceus*), (hnojník strakatý), patří mezi středně velké zástupce. Klobouk dorůstá do výšky 8 cm, v mládí je vejčitého, později zvonovitého tvaru. Na béžovohnědém jemně rýhovaném klobouku zůstávají bílé až béžové široké útržky vela. Lupeny jsou velmi husté, zpočátku bílé, nakonec černé, roztékající se. Třeň je 10-25 cm vysoký, při bázi se rozšiřuje. Cheilocystidy i pleurocystidy jsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou elipsovité, velikosti do 13x19 μm . Roste roztroušeně v listnatých lesích, především v bučinách na bohatých živných či vápenitých půdách. Chuť je mírná, v literatuře se uvádí, že je cítit po svítiplynu (Holec et al. 2012).

Coprinopsis friesii (Quél.) P. Karst. (syn. *Coprinus friesii*), (hnojník Friesův) patří k nejmenším zástupcům tohoto rodu. Klobouk bývá do 0,8 cm vysoký, šíře do 0,6 cm. Zpočátku vejčitý tvar se dozráváním mění na zvoncovitý a paprscitě rozpraskává. Zpočátku je bílý, později v okrajích šedne. Třeň je vysoký do 3,5 cm a vyrůstá z bílého bazálního terčíku, kterým je přichycen k substrátu. Výtrusy jsou eliptické až kosočtverečné, do velikosti 5 x 9 μm , se symetrickým klíčním pórem. Výtrusný prach je černý. Roste od jara do podzimu na tlejících zbytcích trav, jednotlivě i ve skupinách. Hnojník Friesův není jedlý (Antonín 2006; Hagara 2014).

Coprinopsis insignis (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (syn. *Coprinus insignis*), (hnojník význačný), je řidčeji se vyskytující druh. Roste roztroušeně na mrtvém dřevě listnáčů, především dubu. Je charakteristický bradavičnatými sporama (Hagara 2014).

Dále do rodu *Coprinopsis* P. Karst. patří např. *Coprinopsis acuminata* (Romagn.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník hrotitý), *C. cothurnata* (Godey) Redhead, Vilgalys & Moncalvo, *C. echinospora* (Buller) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník ježatovýtrusý), *C. epichloes* Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník kulatovýtrusý), *C. erythrocephala* (Lév.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník červenohlavý), *C. filamentifera* (Kühner) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník uťatovýtrusý), *C. geesterani* (Uljé) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Geesteranův), *C. gonophylla* (Quél.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník úhlolupenný), *C. jonesii* (Peck) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Jonesův), *C. kriegelsteineri* (Bender) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Kriegelsteinerův), *C. kubickae* (Pílát et Svrček) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Kubičkův), *C. laanii* (Kits. Van Wav.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Laanův), *C. macrocephala* (Berk.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník velkohlavý), *C. martinii* (P.D. Orton) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Martinův), *C. mitrispora* (Bohus) L. Nagy, Vágvölgyi & Papp (hnojník trvanlivý), *C. narcotica* (Batsch) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník omamný), *C. nivea* (Pers.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník sněžný), *C. ochraceolanata* (Bas

Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník okrový), *C. pannucioides* (J. E. Lange) Örstadius et E. Larss (hnojník pavučinatý), *C. pseudonivea* (Bender et Uljé) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Izabelový), *C. pseudoradiata* (Kühner et Joss. Ex Watling) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník chlupatý), *C. radiata* (Bolton) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník rýhovaný), *C. romagnesiana* (Singer) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Romagnesiho), *C. spilospora* (Romagn.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník skvrnovýtrusý), *C. stangliana* (Enderle, Bender et Gröger) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Stanglův), *C. stercorea* (Fr.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník výkalový), *C. strossmayeri* (Schulzer) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník Strossmayerův), *C. urticicola* (Berk. Et Broome) Redhead, Vilgalys et Moncalvo, (hnojník kopřivový), *C. variegata* (Peck) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník čtyřštěpný) (Hagara 2014).

3.1.4 Rod *Parasola* Redhead, Vilgalys & Hopple

Rod *Parasola*, patřící nyní do čeledi *Psathyrellaceae*, obsahuje drobné křehké druhy s deštníkovitými, jakoby průsvitnými klobouky bez vln, a tedy bez šupin či granulí. Lupeny jsou řídké, odsedlé. Cheilocystidy jsou přítomné, přítomnost pleurocystid je variabilní (Knudsen & Vesterholt 2008). Většinou nepodléhají autolýze, ale klobouky se vlní a vadnou. V Evropě se vyskytuje cca 10 druhů (Holec et al. 2012).

Mezi nejčastěji vyskytující se druhy v České republice patří *Parasola plicatilis* (Curtis) Redhead, Vilgalys & Hopple (syn. *Coprinus plicatilis*) (hnojník řasnatý). Klobouk je v mládí vejčitý, velikosti 1-3,5 cm, později se široce ploše rozevívá. Je tence blanitý, až ke středu hluboce rýhovaný, šedý, uprostřed s drobným hnědavým hladkým terčíkem. Lupeny jsou velmi tenké, řídké, bělavé, později černé, neroztékají se. Cheilocystidy i pleurocystidy jsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou hranatě vejčité, červenohnědé, s centrálním nebo mírně excentrickým klíčním pórem. Roste hojně od dubna do října, často ve skupinách, ale ne v trsech. Lze ho nalézt nejčastěji na loukách, v parcích, při okrajích cest, ve světlých lesích. Hnojník řasnatý je nejedlý (Holec et al. 2012; Hagara 2014).

Dále se v České republice hojněji vyskytuje *Parasola auricoma* (Pat.) Redhead, Vilgalys & Hopple (syn. *Coprinus auricomus*), (hnojník zlatovlasý). Klobouk je do 3 cm vysoký, do 2 cm široký, zpočátku vejčitý, později se zvonovitě otevírá, až je nakonec téměř plochý s nevýraznou bradavkou uprostřed. Klobouk je rýhovaný až téměř ke středu, s jemnými tenkými chloupky na povrchu, bez vln, v mládí sytě oranžový, později bledne do šedobělavé. Cheilocystidy i pleurocystidy jsou přítomny (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou červenohnědé, elipsoidní, s centrálním klíčním pórem. Roste od jara do podzimu, hojněji počátkem léta, nejčastěji na tlejících zbytcích dřeva. Jedná se o nejedlou houbu (Antonín 2006; Holec et al. 2012; Hagara 2014).

Parasola conopilea (Fr) Örstadius et E. Larss. (hnojník kuželovitý). Klobouk je 2-5 cm vysoký, kuželovitý, bez vln, za vlhka červenohnědý, po oschnutí okrový. Třeň je 7-16 cm vysoký, často s jemným rýhováním. Roste od května do listopadu především v bučinách, často podél cest (Hagara 2014).

Méně se vyskytuje *Parasola leiocephala* (P.D. Orton) Redhead, Vilgalys et Hopple (hnojník hladkohlavý). Klobouk je zprvu uzavřený, velmi tenký, s hlubokými paprscitými rýhami, v mládí žlutohnědý, později šedý. Lupeny se neroztékají. Třeň je 4-10 cm vysoký. Roste od května do listopadu na tlejícím dřevě či organických zbytcích (Hagara 2014).

Dále se z rodu *Parasola* v České republice vyskytují druhy *Parasola hercules* (Ulje et Bas) Redhead, Vilgalys et Hopple (hnojník travní), *P. kuehneri* ((Ulje et Bas) Redhead, Vilgalys et Hopple (hnojník Kühnerův), *P. megasperma* (P. D. Orton) Redhead, Vilgalys et Hopple (hnojník velkovýtrusý), *P. misera* (P. Karst.) Redhead, Vilgalys et Hopple (hnojník maličký), *P. schroeteri* (P. Karst.) Redhead, Vilgalys et Hopple (hnojník Schrötterův) (Hagara 2014).

3.1.5 Rod *Tulosesus* D. Wächt & A. Melzer

Do rodu *Tulosesus* byly přeřazeni někteří zástupci z rodů *Coprinus* a *Coprinellus*. V České republice se hojněji vyskytují:

Tulosesus impatiens (Fr.) D. Wächt. & A. Melzer, (syn. *Coprinus impatiens* (Fr.) Quél., *Coprinellus impatiens* (Fr.) J.E. Lange) (hnojník nedůtklivý). Klobouk je 2,5-4 cm široký, zprvu vejčitý poté zvonovitý, paprscitě řasnatý. Velum není přítomno. Lupeny se neroztékají. Třeň je 4-10 cm vysoký. Roste od konce dubna do začátku prosince, zejména pod buky (Hagara 2014).

Tulosesus angulatus (Peck) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (syn. *Coprinellus angulatus*, *Coprinus boudieri*), (hnojník spáleništní). Klobouk je 1-3 cm vysoký, 2-5 cm široký, bez vela, nejdříve vejčitého, poté zvonovitěho tvaru, hluboce rýhovaný, rezavě až oranžově hnědý, v okrajích šedavý. Lupeny jsou řídké, krémové, později černají. Třeň je 3-7 cm vysoký, do 3 mm široký, dutý, v mládí jemně pýřitý. Přítomny jsou cheilocystidy i pleurocystidy (Breitenbach & Kränzlin 1995). Výtrusy jsou zepředu mitrovité, z boku elipsovité, s centrálním klíčním pórem, do velikosti 6 x 10 µm. Roste na spáleništích, vyskytuje se od května do října, roztroušeně nebo ve skupinách (Holec et al. 2012; Hagara 2014).

Dále do rodu *Tulosesus* patří např. *T. bisporus* (J.E. Lange) D. Wächt. & A. Melzer (hnojník dvouvýtrusý), *T. brevisetulosus* (Arnolds) D. Wächt. & A. Melzer, *T. callinus* (M. Lange et A. H. Sm.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson (hnojník žlutohnědý), *T. congregatus* (Bull) P. Karst. (hnojník hromadný), *T. ephemerus* (Bull.) D. Wächt. & A. Melzer (hnojník jepičí), *T. heterosetulosus* (Locq. Ex Waitling) D. Wächt. & A. Melzer (hnojník různoštetinkatý), *T. heterothrix* (Kühner) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník různochlupý), *T. hiascens* (Fr.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník roztrhaný), *T. marculentus* (Britzelm.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník šestihranovýtrusý), *T. pellucidua* (P. Karst.) D. Wächt. & A. Melzer (hnojník prosvítavý), *T. plagioporus* (Romagn.) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník šikmopórá), *T. sclerocystidiosus* (M. Lange et A. H. Sm.) Vilgalys, Hopple et Jacq. Johnson (hnojník hnědoštetinkatý), *T. singularis* (Ulje) D. Wächt. & A. Melzer, *T. velatopruinatus* (Bender) Redhead, Vilgalys et Moncalvo (hnojník ojíněný). (Index fungorum partnership 2023). (Hagara 2014).

3.1.6 Rod *Narcissea* D. Wächt & A. Melzer

Do rodu *Narcissea* byly přeřazeni někteří zástupci z rodů *Coprinus* a *Coprinopsis*. Nyní do rodu *Narcissea* patří např. *Narcissea cardiaspora* (Bender) Voto (hnojník kompostový), *N. cordispora* (T. Gibbs) D. Wächt & A. Melzer (hnojník srdcovýtrusý), *N. ephemeroides* (DC) T. Bau, L.Y. Zhu & M. Huang (hnojník prstenitý), *N. patouillardii* (Quél.) D. Wächt & A. Melzer (hnojník Patouillardův) (Index fungorum partnership 2023).

3.2 Informace o výskytu v České republice

Ke zhodnocení výskytu hub z rodu *Coprinus* s. l. v ČR byly použity informace z Náleзовé databáze ochrany přírody. Dále byly v časopisech *Mykologické listy* a *Czech Mycology* vyhledány záznamy o nálezech hub rodu *Coprinus* s. l. v ČR. Jedná se pouze o přehled z uvedených zdrojů, do práce nebylo zahrnuto studium herbářových položek z veřejných herbářů v institucích v České republice.

Dle počtu záznamů v Náleзовé databázi ochrany přírody byly druhy rozděleny do tří skupin. Druhy se vzácným výskytem (méně než 5 záznamů), druhy vyskytující se řídce (5-10 záznamů) a druhy vyskytující se běžně (nad 10 záznamů). Mezi nejčastější druhy, které lze v ČR nalézt, patří *Coprinellus micaceus* (257 záznamů), *Coprinus comatus* (212 záznamů), *Coprinopsis atramentaria* (148 záznamů), *Coprinellus disseminatus* (145 záznamů), *Coprinellus domesticus* (105 záznamů). Přehled zástupců z rodů *Coprinus*, *Coprinellus*, *Coprinopsis*, *Parasola* a *Tulosesus* nalezených v ČR je uveden v tabulkách č. 1-5. Údaje o výskytu zástupců z rodu *Narcissea* nebyly v této databázi nalezeny.

Nálezy publikované v časopisech *Mykologické listy* a *Czech Mycology* byly také rozděleny do tří skupin dle četnosti záznamů. Nejvíce záznamů bylo nalezeno o *Coprinellus micaceus* (19), *Coprinellus disseminatus* (13), *Coprinopsis atramentaria* (11), *Coprinus comatus* (8). Přehled počtu záznamů a nalezených druhů je uveden v tab. č.5.

Některé druhy rodu *Coprinus* s. l. jsou uvedeny v Červeném seznamu hub. V kategorii DD (data deficient - druh, o němž jsou z hlediska ohrožení nedostatečné údaje) to jsou *Coprinopsis echinospora* (Buller) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako *Coprinus echinosporus*), *Coprinopsis erythrocephala* (Lév.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako *Coprinus erythrocephalus*), *Coprinopsis romagnesianana* (Singer) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako *Coprinus romagnesianus*), *Coprinellus silvaticus* (Peck) Gminder (jako *Coprinus silvaticus*), *Coprinopsis mitrispora* (Bohus) L. Nagy, Vágvölgyi & Papp (jako *Coprinus spelaiophilus* Bas et Uljé). V kategorii VU (vulnerable - zranitelný) je uveden *Coprinopsis picacea* (Bull.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako *Coprinus picaceus*) (Holec & Beran 2006).

Tab. č. 1 Četnost výskytu jednotlivých druhů z rodu *Coprinus* v České republice dle Nálezové databáze ochrany přírody (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2006-2023)

	Druhy (počet záznamů)
<5	<i>Coprinus vosoustii</i> (0) <i>Coprinus sterquilinus</i> (3)
5-10	0
>10	<i>Coprinus comatus</i> (212)

Tab. č. 2 Četnost výskytu jednotlivých druhů z rodu *Coprinellus* v České republice dle Nálezové databáze ochrany přírody (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2006-2023)

	Druhy (počet záznamů)
<5	<i>Coprinellus curtus</i> (2), <i>Coprinellus ellisii</i> (2), <i>Coprinellus pallidissimus</i> (1), <i>Coprinellus curtus</i> (2)
5-10	<i>Coprinellus flocculosus</i> (4)
>10	<i>Coprinellus disseminatus</i> (145), <i>Coprinellus domesticus</i> (105), <i>Coprinellus micaceus</i> (257), <i>Coprinellus radians</i> (24), <i>Coprinellus truncorum</i> (11), <i>Coprinellus xanthothrix</i> (61)

Tab. č. 3 Četnost výskytu jednotlivých druhů z rodu *Coprinopsis* v České republice dle Nálezové databáze ochrany přírody (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2006-2023)

	Druhy (počet záznamů)
<5	<i>Coprinopsis bellula</i> (2), <i>Coprinopsis cordispora</i> (2), <i>Coprinopsis cortinata</i> (2), <i>Coprinopsis echinospora</i> (1), <i>Coprinopsis gonophylla</i> (1), <i>Coprinopsis goudensis</i> (2), <i>Coprinopsis episcopalis</i> (2), <i>Coprinopsis erythrocephala</i> (2), <i>Coprinopsis jonesii</i> (4), <i>Coprinopsis kubickae</i> (1), <i>Coprinopsis laanii</i> (3), <i>Coprinopsis lagopides</i> (4), <i>Coprinopsis macrocephala</i> (1), <i>Coprinopsis nivea</i> (2), <i>Coprinopsis phlyctidospora</i> (1), <i>Coprinopsis poliomalla</i> (1), <i>Coprinopsis pseudonivea</i> (3), <i>Coprinopsis pseudoradiata</i> (1)
5-10	<i>Coprinopsis candidata</i> (6), <i>Coprinopsis friesii</i> (4), <i>Coprinopsis radiata</i> (6), <i>Coprinopsis mitrispora</i> (7), <i>Coprinopsis urticicola</i> (5)
>10	<i>Coprinopsis acuminata</i> (18), <i>Coprinopsis insignis</i> (17), <i>Coprinopsis atramentaria</i> (148), <i>Coprinopsis romangesiana</i> (13), <i>Coprinopsis cinerea</i> (11), <i>Coprinopsis insignis</i> (19), <i>Coprinopsis lagopus</i> (42), <i>Coprinopsis marcescibilis</i> (13), <i>Coprinopsis picacea</i> (17)

Tab. č. 4 Četnost výskytu jednotlivých druhů z rodu *Parasola* v České republice dle Nálezové databáze ochrany přírody (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2006-2023)

	Druhy (počet záznamů)
<5	<i>Parasola galericuliformis</i> (2), <i>Parasola hemerobia</i> (2), <i>Parasola hercules</i> (1), <i>Parasola schroeteri</i> (2)
5-10	<i>Parasola auricoma</i> (7), <i>Parasola kuehneri</i> (8), <i>Parasola misera</i> (9)
>10	<i>Parasola leiocephala</i> (18), <i>Parasola plicatilis</i> (68), <i>Parasola conopilea</i> (48)

Tab. č. 5 Četnost výskytu jednotlivých druhů z rodu *Tulosesus* v České republice dle Nálezové databáze ochrany přírody (Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2006-2023)

	Druhy (počet záznamů)
<5	<i>Tulosesus brevisetulosus</i> (2), <i>Tulosesus callinus</i> (2), <i>Tulosesus congregatus</i> (4), <i>Tulosesus ephemerus</i> (4), <i>Tulosesus plagioporus</i> (1), <i>Tulosesus pellucidus</i> (1), <i>Tulosesus marculentus</i> (1), <i>Tulosesus hiascens</i> (3), <i>Tulosesus heterothrix</i> (3), <i>Tulosesus heterosetulosus</i> (2), <i>Tulosesus congregatus</i> (4), <i>Tulosesus callinus</i> (2), <i>Tulosesus singularis</i> (1)
5-10	<i>Tulosesus angulatus</i> (7)
>10	<i>Tulosesus impatiens</i> (33)

Tab. č. 6 Počet záznamů o nálezech druhů rodu *Coprinus* s. l. podle informací v časopisech *Mykologické listy* a *Czech Mycology*

	Druhy (počet záznamů)
<5	<i>Coprinellus domesticus</i> (3) ^{4,2,14} , <i>Coprinellus ellisii</i> (1) ² , <i>Coprinellus radians</i> (3) ^{1,2,22} , <i>Coprinellus silvaticus</i> (2) ^{5,8} , <i>Coprinellus xanthothrix</i> (2) ^{18,38} <i>Coprinopsis acuminata</i> (1) ³³ , <i>Coprinopsis alopecia</i> (1) ⁵ , <i>Coprinopsis bellula</i> (1) ¹⁵ , <i>Coprinopsis cinerea</i> (2) ^{8,24} , <i>Coprinopsis cortinata</i> (1) ²⁴ , <i>Coprinopsis echinospora</i> (1) ¹⁹ , <i>Coprinopsis gonophylla</i> (1) ² , <i>Coprinopsis insignis</i> (1) ²⁷ , <i>Coprinopsis laanii</i> (1) ²⁶ , <i>Coprinopsis lagopus</i> (4) ^{8,21,29,30} , <i>Coprinopsis ochraceolata</i> (1) ¹⁹ , <i>Coprinopsis picacea</i> (1) ²⁴ , <i>Coprinopsis romagnesiana</i> (1) ³⁶ , <i>Coprinopsis stercorea</i> (2) ^{2,39} , <i>Coprinopsis utrifer</i> (1) ⁸ <i>Narcissea cordispora</i> (1) ²⁴ , <i>Narcissea patouillardii</i> (1) ²⁰ <i>Parasola plicatilis</i> (3) ^{4,5,7} <i>Parasola hemerobia</i> (1) ²⁴ <i>Tulosesus angulatus</i> (6) ^{10(2x),11,16,24,28} , <i>Tulosesus bisporus</i> (1) ⁸ , <i>Tulosesus ephemerus</i> (1) ²⁴ , <i>Tulosesus heterosetulosus</i> (1) ²³ , <i>Tulosesus impatiens</i> (1) ⁸ , <i>Tulosesus pellucidus</i> (2) ^{16,25}
5-10	<i>Coprinus comatus</i> (8) ^{6,8,33(3x),34,35,40}
>10	<i>Coprinellus disseminatus</i> ^{1,4,5,6(2x),8,17,26,33(3x),34,36} <i>Coprinellus micaceus</i> (19) ^{1,2,3,4,8(3x),9,12,13,14,19,26,32,33,34,35,36,40} <i>Coprinopsis atramentaria</i> (11) ^{5,6(2x),8(2x),9,13,31,33,35,40}

¹ (Antonín 1990) – jako *Coprinus disseminatus*, *Coprinus radians*, *Coprinus micaceus*

² (Bieberová 2004) – jako *Coprinus domesticus*, *Coprinus ellisii*, *Coprinus gonophyllus*, *Coprinus micaceus*, *Coprinus radians*, *Coprinus stercoreus*

³ (Černý et al. 2004) – jako *Coprinus micaceus*

⁴ (Deckerová 2002) – jako *Coprinus disseminatus*, *Coprinus domesticus*, *Coprinus plicatilis*

⁵ (Dermek 1978) – jako *Coprinus alopecia*, *Coprinus atramentarius*, *Coprinus micaceus*, *Coprinus plicatilis*, *Coprinus silvaticus*

- ⁶ (Dvořák et al. 2007) – jako *Coprinus disseminatus*, *Coprinus atramentarius*, *Coprinus comatus*
- ⁷ (Dvořák et al. 2015)
- ⁸ (Dvořák & Novotný 2010) – jako *Coprinus atramentarius*, *Coprinus bisporus*, *Coprinus cinereus*, *Coprinus disseminatus*, *Coprinus micaceus*, *Coprinus utrifer*, *Coprinus lagopus*, *Coprinus silvaticus*, *Coprinus impatiens*
- ⁹ (Egertová & Kříž 2009) – jako *Coprinus atramentarius*, *Coprinus micaceus*
- ¹⁰ (Egertová 2013) – jako *Coprinus boudieri*, *Coprinellus angulatus*
- ¹¹ (Hájek 1981) – jako *Coprinus angulatus*
- ¹² (Holec 1993) – jako *Coprinus micaceus*
- ¹³ (Holec et al. 2015)
- ¹⁴ (Holec & Wild 2011) – jako *Coprinus micaceus*
- ¹⁵ (Jindřich & Junek 2004) – jako *Coprinus bellulus*
- ¹⁶ (Kotlaba 1966) – jako *Coprinus boudieri*
- ¹⁷ (Kotlaba 2007) – jako *Coprinus disseminatus*
- ¹⁸ (Kříž 2012) – jako *Coprinus xanthothrix*
- ¹⁹ (Kříž 2020) – jako *Coprinus echinospora*, *Coprinus ochraceolanata*
- ²⁰ (Kubička 1960) – jako *Coprinus patouillardii*
- ²¹ (Kubička 1975) – jako *Coprinus lagopus*, *Coprinus micaceus*
- ²² (Kuthan 1977) – jako *Coprinus radians*
- ²³ (Svrček 1959)
- ²⁴ (Svrček 1960)
- ²⁵ (Svrček 1966)
- ²⁶ (Svrček 1990)
- ²⁷ (Svrček & Kubička 1961) – jako *Coprinus insignis*
- ²⁸ (Svrček & Kubička 1963) – jako *Coprinus boudieri*
- ²⁹ (Svrček & Kubička 1971) – jako *Coprinus lagopus*
- ³⁰ (Šebek 1979) – jako *Coprinus lagopus*
- ³¹ (Šmarda 1964) – jako *Coprinus atramentarius*
- ³² (Tejklová 2018) – jako *Coprinus disseminatus*, *Coprinus micaceus*
- ³³ (Tejklová 2019)
- ³⁴ (Tichý 2001) – jako *Coprinus disseminatus*, *Coprinus micaceus*
- ³⁵ (Tichý 2004) – jako *Coprinus atramentarius*, *Coprinus micaceus*
- ³⁶ (Tomšovský 2001) – jako *Coprinus disseminatus*, *Coprinus romagnesianus*
- ³⁷ (Vašutová 2004) – jako *Coprinus micaceus*
- ³⁸ (Wichanský 1960) – jako *Coprinus xanthothrix*
- ³⁹ (Wichanský 1966) – jako *Coprinus velox*
- ⁴⁰ (Zelený 2003) – jako *Coprinus atramentarius*, *Coprinus micaceus*

3.3 Kmeny hub rodu *Coprinus* s. l. ve sbírkách kultur mikroorganismů v České republice a v Evropě

Bylo hledáno ve sbírkách kultur mikroorganismů, které mají dostupný online katalog kultur, což jsou v České republice všechny veřejně dostupné sbírky kultur mikroorganismů a z evropských sbírek, které jsou členem European Culture Collections' Organisation (ECCO) a mají dostupný online katalog kultur. Uvedeny jsou pouze ty sbírky, ve kterých jsou zastoupeny kmeny hub z rodů *Coprinus*, *Coprinellus*, *Coprinopsis*, *Tulosesus* nebo *Narcissea*.

V České republice bylo k 16.4.2023 ve sbírkách zastoupeno 7 druhů hnojníků v 5 sbírkách. Nejvíce druhů uchovává Sbírka kultur basidiomycetů (CCBAS). Zástupci rodu *Coprinus* s. l. jsou zastoupeny v těchto sbírkách:

- Sbírka kultur basidiomycetů (CCBAS)
- Sbírka kultur hub (CCF)
- Sbírka fytopatogenních organismů UPOC (UPOC-FUN)
- Kolekce kultur mikroorganismů VÚRV Sbírka zemědělsky významných hub (VURV-F)
- Kolekce kultur mikroorganismů VÚRV Sbírka jedlých a léčivých makromycetů (VURV-M)

Přehled kmenů v českých sbírkách kultur mikroorganismů je uveden v tab. č. 7.

Tab. č. 7 Dostupné kmeny hub z rodu *Coprinus* s. l. ve sbírkách kultur mikroorganismů v České republice k 16.4.2023

Sbírka	Počet druhů	Počet kmenů	Druh (číslo kmene)
VURV-F	1	8	<i>Coprinus comatus</i> (5057, 5097, 5162, 5174, 5234, 5235, 5271) <i>Coprinus</i> sp. (424)
VURV-M	1	4	<i>Coprinus comatus</i> (070, 071, 072, 073)
UPOC-FUN	1	1	<i>Coprinopsis cinerea</i> (319)
CCF	1	1	<i>Coprinellus domesticus</i>
CCBAS	4	4	<i>Coprinellus micaceus</i> <i>Coprinus sterquilinus</i> <i>Coprinopsis atramentaria</i> <i>Tulosesus ephemerus</i> (jako <i>Coprinellus ephemerus</i>)

Evropské sbírky k 16.4.2023 uchovávají ve 14 sbírkách 154 druhů z rodu *Coprinus* s. l. Nejobsáhlejší je nizozemská CBS a ruská LE-BIN. Houby rodu *Coprinus* s. l. jsou dle záznamů v následujících sbírkách.

- Belgian Coordinated Collections of Microorganisms/Fungi Human and Animal Health (BCCM/IHEM)
- Belgian Coordinated Collections of Microorganisms/Agro-food and Environmental Fungi (BCCM/MUCL)
- Centre for Agriculture and Bioscience International (CABI)
- The Westerdijk Fungal Biodiversity Institute (CBS)
- The Spanish Type Culture Collection (CECT)
- Centre International de Ressources Microbiennes - Champignons Filamenteux (CIRM-CF)
- Deutsche Sammlung von Mikroorganismen und Zellkulturen (DSMZ)
- Microbial Domain Biological Resource Centre (Hampi)
- Basidiomycetes Culture Collection Komarov Botanical Institute (LE-BIN)
- Mycotheca Universitatis Taurinensis (MUT)
- National Bank for Industrial Microorganisms and Cell Cultures (NBIMCC)
- Portuguese Yeast Culture Collection (PYCC)
- Culture Collection, University of Gothenburg (VTCC)
- All-Russian Collection of Microorganisms (VKM)

Přehled kmenů v uvedených evropských sbírkách kultur mikroorganismů je v tab. č. 8.

Tab. č. 8 Dostupné kmeny hub z rodu *Coprinus* s. l. ve sbírkách kultur mikroorganismů v Evropě k 16.4.2023

Země	Sbírka	Počet druhů	Počet kmenů	Druh (číslo kmene)
Belgie	BCCM/IHEM	4	5	<i>Coprinellus disseminatus</i> (28215) <i>Coprinellus domesticus</i> (27129) <i>Coprinellus radians</i> (28216) <i>Coprinellus</i> sp. (27555, 27467)
	BCCM/MUCL	14	37	<i>Coprinellus disseminatus</i> (jako <i>Coprinus disseminatus</i>) (28402, 28571) <i>Coprinellus domesticus</i> (30977, 30978, 30979, 30980, 30981, 30982, 30983) <i>Coprinellus micaceus</i> (20951, 28574, 29024) <i>Coprinellus radians</i> (20917, 20918, 20919, 28192, 28193, 28200, 28405, 28757, 30564, 30678) <i>Coprinellus xanthothrix</i> (jako <i>Coprinus xanthothrix</i>) (47673) <i>Coprinopsis atramentaria</i> (28383)

				<p><i>Coprinopsis cinerea</i> (51402) <i>Coprinopsis clastophylla</i> (Maniotis) Redhead et al. (31034) <i>Coprinopsis nivea</i> (28256) <i>Coprinopsis stercorea</i> (jako <i>Coprinus stercoreus</i> Fries) (28207) <i>Coprinopsis tuberosa</i> (jako <i>Coprinus tuberosus</i> Quélet) (39180) <i>Coprinus comatus</i> (20940, 28147, 28398, 28401, 28523) <i>Coprinus stercorearius</i> (Bulliard: Fries) Fries (39181, 39182) <i>Parasola plicatilis</i> (jako <i>Coprinus plicatilis</i>) (46728)</p>
Bulharsko	NBIMCC	1	1	<i>Coprinus comatus</i> (Muller: Fries) Gray (1322)
Finsko	VTTCC	1	1	<i>Coprinopsis cinerea</i> (Schaeffer) Gray (41011)
	Hambi/ FBBC	2	5	<p><i>Coprinellus sp.</i> (2330) <i>Coprinopsis atramentaria</i> (561, 562) <i>Coprinus comatus</i> (568, 1083)</p>
Francie	CIRM-CF	9	18	<p><i>Coprinellus micaceus</i> (2556, 2646, 3234) <i>Coprinellus radians</i> (2582, 2584) <i>Coprinellus verrucispermus</i> (2551) <i>Coprinellus xanthothrix</i> (2561) <i>Coprinopsis cinerea</i> (513) <i>Coprinopsis lagopus</i> (2674) <i>Coprinopsis strossmayeri</i> (2553, 2554, 2557) <i>Coprinus sp.</i> (523, 2552, 2562) <i>Narcissea cordispora</i> (jako <i>Coprinus cordisporus</i>) (2560) <i>Tulosesus velatopruinatus</i> (jako <i>Coprinellus velatopruinatus</i>) (2642, 2658)</p>
Itálie	MUT	6	18	<p><i>Coprinellus disseminatus</i> (3931, 4602) <i>Coprinellus micaceus</i> (1278, 3853) <i>Coprinellus radians</i> (2790, 2791, 4775) <i>Coprinellus truncorum</i> (3536) <i>Coprinellus verrucispermum</i> (2031) <i>Coprinellus sp.</i> (2282, 2332, 4897, 5171) <i>Coprinopsis cinerea</i> (6330, 6385, 6451) <i>Coprinus sp.</i> (3864, 4104)</p>
Německo	DSMZ	13	15	<p><i>Coprinellus disseminatus</i> (jako <i>Coprinus disseminatus</i>) (8290) <i>Coprinellus micaceus</i> (887) <i>Coprinellus micaceus</i> (jako <i>Coprinus micaceus</i>) (1704) <i>Coprinellus radians</i> (888)</p>

				<p><i>Coprinellus xanthothrix</i> (jako <i>Coprinus xanthothrix</i> Romagnesi) (4916)</p> <p><i>Coprinopsis calospora</i> (Bas & Uljé) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (886)</p> <p><i>Coprinopsis clastophylla</i> (jako <i>Coprinus clastophyllus</i> Maniotis) (8306)</p> <p><i>Coprinopsis erythrocephala</i> (jako <i>Coprinus erythrocephalus</i> (Léveillé) Fries) (8330)</p> <p><i>Coprinopsis gonophylla</i> (106268)</p> <p><i>Coprinopsis macrocephala</i> (jako <i>Coprinus macrocephalus</i> (Berkeley) Berkeley) (16170)</p> <p><i>Coprinopsis verticillata</i> (Schulz-Weddigen) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (3397)</p> <p><i>Coprinus comatus</i> (1746, 3342, 3489)</p> <p><i>Coprinus sterquilinus</i> (3341)</p>
Nizozemí	CBS	66	188	<p><i>Coprinellus aureogranulatus</i> (jako <i>Coprinus aureogranulatus</i> Uljé & Aptroot) (75396, 97395)</p> <p><i>Coprinellus disseminatus</i> (2942, 1207, 1404, 1778, 2127, 2132, 2557, 121172, 121173, 121178, 121179, 32239, 32339, 37890, 39251, 39351, 39451, 50678, 50678)</p> <p><i>Coprinellus domesticus</i> (1209, 2196, 2562) (jako <i>Coprinus domesticus</i>) (116737, 17549, 19351)</p> <p><i>Coprinellus ellisii</i> (jako <i>Coprinus ellisii</i> P.D. Orton) (18161)</p> <p><i>Coprinellus heptemerus</i> (M. Lange & A.H. Sm.) (jako <i>Coprinus heptemerus</i>) (18348)</p> <p><i>Coprinellus micaceus</i> (368, 1208, 1432, 1811, 2326, 2364, 2371, 2458, 2551, 121192, 121193, 16939, 17039) (nebo jako <i>Coprinus micaceus</i>) (64066)</p> <p><i>Coprinellus radians</i> (122335, 17939, 18039, 18139, 18239, 18739, 2146)</p> <p><i>Coprinellus silvaticus</i> (874) (nebo jako <i>Coprinellus tardus</i>) (20851, 20951, 21051, 21151, 58884)</p> <p><i>Coprinellus xanthothrix</i> (Romagnesi 1941) Vilgalys et al. 2001 (1076, 1115, 1900, 2131)</p> <p><i>Coprinopsis acuminata</i> (1569)</p> <p><i>Coprinopsis alopecia</i> (Lasch 1838) La Chiusa et Boffelli 2017 (1113)</p> <p><i>Coprinopsis atramentaria</i> (366, 556, 725, 2096, 121197) (nebo jako <i>Coprinus atramentarius</i>)</p>

				<p>(18761, 18862, 18962)</p> <p><i>Coprinopsis calospora</i> (jako <i>Coprinus calosporus</i> Bas & Uljé) (61291)</p> <p><i>Coprinopsis cinerea</i> (2377) (nebo jako <i>Coprinus Cinereus</i>) (15939, 6139, 18261 18361, 18461, 33869, 39465)</p> <p><i>Coprinopsis clastophylla</i> (jako <i>Coprinus clastophyllus</i> Maniotis) (47370)</p> <p><i>Coprinopsis cothurnata</i> (17349, 17449)</p> <p><i>Coprinopsis erythrocephala</i> (15239, 15339, 53487)</p> <p><i>Coprinopsis friesii</i> (1830, 1850, 1878)</p> <p><i>Coprinopsis gonophylla</i> (14247, 14347)</p> <p><i>Coprinopsis kimurae</i> (Hongo et Aoki 1966)</p> <p>Redhead et al. 2001 (2234)</p> <p><i>Coprinopsis laanii</i> (jako <i>Coprinus laanii</i> Kits van Wav (47670)</p> <p><i>Coprinopsis lagopides</i> (P. Karsten 1879)</p> <p>Redhead et al. 2001 (1665)</p> <p><i>Coprinopsis lagopus</i> (121195, 121196, 122334, 14647, 14747, 14847, 14947)</p> <p><i>Coprinopsis marcescibilis</i> (Britzelm.) Örstadius & E. Larss (30247, 121174, 121184, 121185)</p> <p><i>Coprinopsis myceliocephala</i> (jako <i>Coprinus myceliocephalus</i> M. Lange) (18149)</p> <p><i>Coprinopsis narcotica</i> (jako <i>Coprinus narcoticus</i>) (17139, 68170)</p> <p><i>Coprinopsis nivea</i> (1951)</p> <p><i>Coprinopsis phaeospora</i> (P. Karst.) P. Karst (89570)</p> <p><i>Coprinopsis picacea</i> (17239) (nebo jako <i>Coprinus picaceus</i>) (79084)</p> <p><i>Coprinopsis psychromorbida</i> (Redhead & Traquair) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (20989, 116653, 118930, 86585)</p> <p><i>Coprinopsis radiata</i> (47570, 121203, 121204, 121205, 15138, 15238, 15335, 15338) (nebo jako <i>Coprinus radiatus</i>) (18448)</p> <p><i>Coprinopsis semitalis</i> (jako <i>Coprinus semitalis</i> P.D. Orton) (29177)</p> <p><i>Coprinopsis stercorea</i> (Fr.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (30164, 4770)</p> <p><i>Coprinopsis tuberosa</i> (Quél.) Doveri, Granito & Lunghini (59680)</p>
--	--	--	--	--

				<p><i>Coprinopsis urticicola</i> (Berk. & Broome) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (1505, 18939) <i>Coprinopsis vermiculifer</i> (Joss. ex Dennis) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (13246) <i>Coprinopsis verticillata</i> (Schulz-Wedd.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (25484) <i>Coprinus comatus</i> (370, 2241, 3374, 15039, 55297, 75579) <i>Coprinus coopertus</i> Fr. (18148) <i>Coprinus nyctemerus</i> Fr (10913) <i>Coprinus Pers.</i> (118528) <i>Coprinus quadrifidus</i> Peck (17739) <i>Coprinus sterquilinus</i> (565, 11421) <i>Coprinus tergiversans</i> (Fr.) Fr. (14931) <i>Narcissea cordispora</i> (jako <i>Coprinus</i> <i>Cordisporus</i> (122338) nebo jako <i>Coprinus</i> <i>patouillardii</i> (17250)) <i>Parasola auricoma</i> (122329) (nebo jako <i>Coprinus auricomus</i>) (14439, 14539, 14639, 14339, 14439, 14539, 14639) <i>Parasola conopilea</i> (32539, 32739) <i>Parasola leiocephala</i> (121170, 121171) <i>Parasola misera</i> (jako <i>Coprinus miser</i>) (13146, 68070) <i>Parasola plicatilis</i> (17339, 17439, 17539) <i>Tulosesus angulatus</i> (jako <i>Coprinellus angulatus</i>) (144469, 14739, 14839, 14939, 17551, 17651, 17851) <i>Tulosesus bisporus</i> (jako <i>Coprinellus bisporus</i>) (18452) <i>Tulosesus callinus</i> (jako <i>Coprinus callinus</i>) (18552, 18561, 18652, 18752, 18852, 18952, 19052, 19152, 19252,) <i>Tulosesus congregatus</i> (jako <i>Coprinus</i> <i>congregatus</i>) (18051, 18151) <i>Tulosesus ephemerus</i> (jako <i>Coprinellus</i> <i>ephemerus</i>) (15439, 18351) <i>Tulosesus heterosetulosus</i> (Locq. ex Watling) Vilgalys, Hopple & Jacq. Johnson (jako <i>Coprinellus Heterosetulosus</i>) (18551, 18652, 18751) <i>Tulosesus pellucidus</i> (P. Karst.) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako <i>Coprinellus</i> <i>pellucidus</i>) (19851) <i>Tulosesus impatiens</i> (jako <i>Coprinus impatiens</i>)</p>
--	--	--	--	--

				(19551, 19651) <i>Tulosesus marculentus</i> (jako <i>Coprinellus marculentus</i> (17749, 17949, 18049) nebo jako <i>Coprinus marculentus</i> (43386)) <i>Tulosesus plagioporus</i> (jako <i>Coprinellus plagioporus</i>) (19951, 20051, 20151, 20251, 20351, 20451) <i>Tulosesus sassii</i> (jako <i>Coprinus sassii</i> M. Lange & A.H. Sm.) (20551, 20651, 20751)
Portugalsko	PYCC	1	2	<i>Coprinus comatus</i> (8368, 8369)
Rusko	VKM	9	11	<i>Coprinellus disseminatus</i> (2942) <i>Coprinellus micaceus</i> (2945, 2946) <i>Coprinellus radians</i> (2947) <i>Coprinopsis atramentaria</i> (2938) <i>Coprinopsis gonophylla</i> (3524) <i>Coprinopsis kimurae</i> (Hongo et Aoki 1966) Redhead et al. (4071) <i>Coprinus comatus</i> (2940) <i>Coprinus sterquilinus</i> (2948, 2949) <i>Tulosesus ephemerus</i> (jako <i>Coprinellus ephemerus</i>) (2944)
	LE-BIN	18	47	<i>Coprinellus disseminatus</i> (2942, 1207, 1404, 1778, 2127, 2132, 2557) <i>Coprinellus domesticus</i> (1209, 2196, 2562) <i>Coprinellus micaceus</i> (368, 1208, 1432, 1811, 2326, 2364, 2371, 2458, 2551) <i>Coprinellus radians</i> (2146) <i>Coprinellus silvaticus</i> (Peck) Gminder 2010 (874) <i>Coprinellus xanthothrix</i> (Romagnesi 1941) Vilgalys et al. 2001 (1076, 1115, 1900, 2131) <i>Coprinopsis acuminata</i> (1569) <i>Coprinopsis alopecia</i> (Lasch 1838) La Chiusa et Boffelli 2017 (1113) <i>Coprinopsis atramentaria</i> (366, 556, 725, 2096) <i>Coprinopsis cinerea</i> (2377) <i>Coprinopsis friesii</i> (1830, 1850, 1878) <i>Coprinopsis kimurae</i> (Hongo et Aoki 1966) Redhead et al. 2001 (2234) <i>Coprinopsis lagopides</i> (P. Karsten 1879) Redhead et al. 2001 (1665) <i>Coprinopsis nivea</i> (1951) <i>Coprinopsis urticicola</i> (Berkeley et Broome 1861) Redhead et al. 2001 (1505) <i>Coprinus comatus</i> (370, 2241, 3374) <i>Coprinus sterquilinus</i> (565)

				<i>Coprinus</i> sp. (3179, 3364, 3476) <i>Parasola plicatilis</i> (2394)
Španělsko	CECT	1	1	<i>Coprinus comatus</i> (O.F. Müller) Persoon 1797 (2021)
Velká Británie	CABI	9	12	<i>Coprinopsis cinerea</i> (jako <i>Coprinus cinereus</i>) (114381, 140506, 140507, 322742) <i>Coprinopsis lagopides</i> (jako <i>Coprinus lagopides</i>) (161419) <i>Coprinopsis macrocephala</i> (jako <i>Coprinus marocephalus</i>) (182008) <i>Coprinopsis pseudoradiata</i> (jako <i>Coprinus radiatus</i>)(182009) <i>Coprinopsis trispora</i> (Kemp & Watling) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako <i>Coprinus trisporus</i>) (161424) <i>Coprinopsis utrifer</i> (Joss. ex Watling) Redhead, Vilgalys & Moncalvo (jako <i>Coprinus utrifer</i>) (161422) <i>Coprinus amphibius</i> Anastasiou (133855) <i>Tulosesus congregatus</i> (jako <i>Coprinus congregatus</i>) (144605) <i>Tulosesus marculentus</i> (Britzelm.) D. Wächt. et A. Melzer) (jako <i>Coprinus hexagonosporus</i>) (161417)

3.4 Nutriční hodnota

Houby jsou oceňovány nejen pro své specifické chuťové vlastnosti, ale také pro svou vysokou nutriční hodnotu. Obsah jednotlivých živin je závislý na druhu houby, jejím stáří a způsobu pěstování. Houby obecně obsahují malé množství jednoduchých cukrů a tuků. Naopak jsou bohaté na polysacharidy a proteiny. Obsahují také esenciální aminokyseliny a esenciální mastné kyseliny. Z těchto důvodů jsou považovány za dieteticky významnou součást stravy a jsou výhodné při redukčních dietách (Antonín et al. 2013).

Z hlediska biochemického složení byl z hub rodu *Coprinus* nejvíce studován *Coprinus comatus*. Jeho plodnice obsahují vysoké množství proteinů a polysacharidů, naproti tomu obsah tuků je nízký s vysokým podílem polynenasycených mastných kyselin (Stilinović et al. 2020). Energetická hodnota se udává v rozmezí 368,1–525 kcal/100 g (Nowakowski et al. 2020).

Ve 100 g sušiny je nejvyšší podíl sacharidů (49,2–76,3 g/100 g). Podíl jednoduchých cukrů je nízký (Antonín et al. 2013), z nich nejvíce je zastoupena trehalóza, dále fruktóza a manitol. Z polysacharidů jsou to především glukany a galaktany (Nowakowski et al. 2020). Nízký obsah jednoduchých cukrů je výhodný z dietetického hlediska. Polysacharidy buněčné stěny jsou pro člověka významné jako nestrávitelná vláknina (Antonín et al. 2013), ale jsou jim připisovány i protizánětlivé, antioxidační či hypoglykemické účinky (Cao et al. 2019; Nowakowski et al. 2020).

Celkový nutriční význam proteinů je významně ovlivněn zastoupením jednotlivých frakcí (Petrovska 2000). Petrovska (2000) analyzovala 52 druhů jedlých hub se zaměřením na množství proteinů a podíl jednotlivých frakcí. Celkový obsah bílkovin v sušině byl až trojnásobně vyšší než např. v ječmeni, rýži či kukuřici. Z jednotlivých frakcí byly nejvíce zastoupeny albumin a globuliny, nejméně pak prolaminy a gluteliny. Z celkové hmotnosti *Coprinus comatus* tvořily proteiny 33,69 % a z nich 27,36 % globulinů, 14,75 % albuminu, 5,48 % prolaminů, 5,48 % prolamin-like proteinů, 6,97 % glutelinu, 4,48 % glutelin-like proteinů a 35,99 % zbytkového nebílkovinného dusíku. Bylo zjištěno, že 2 g proteinů z hub jsou nutričně ekvivalentní 1 g proteinů živočišného původu (Kalač 2016). Na 100 g sušiny připadá 11,8–29,5 g proteinů (Nowakowski et al. 2020).

Z aminokyselin obsažených v *Coprinus comatus* připadá největší podíl na kyselinu glutamovou (441,6 mg/100 g) a alanin (222,8 mg/100 g). Kromě leucinu byly v menším množství izolovány všechny esenciální aminokyseliny (Nowakowski et al. 2020).

Ze základních živin jsou v sušině nejméně obsaženy tuky, na 100 g sušiny připadá 1,1–5,4 g tuků (Nowakowski et al. 2020), z toho 18,72 % tvoří nasycené mastné kyseliny (kys. palmitová, kys. stearová), 15,27 % mononenasycené mastné kyseliny (kys. olejová) a 66,01 % polynenasycené mastné kyseliny (kys. linolenová) (Stojković et al. 2013).

Plodnice *Coprinus comatus* jsou také významným zdrojem vlákniny. V sušině bylo obsaženo 32,8 %, nerozpustné vlákniny a 1,79 % rozpustné vlákniny (Nowakowski et al. 2020).

Z ostatních biochemických sloučenin byly izolovány flavonoidy a fenolické kyseliny (Nowakowski et al. 2020). Flavonoidy a fenolické kyseliny jsou považovány za nositele antioxidačních vlastností. V největším množství byla z *Coprinus comatus* izolována kyselina chinová a quercetin (Tešanović et al. 2017).

Na vitamíny není *Coprinus comatus* bohatý, ve větším množství byly detekovány pouze tokoferoly. Tyto látky jsou velmi citlivé k oxidačnímu stresu a jejich množství v plodnicích je proměnlivé (Stojković et al. 2013).

Zastoupení minerálů v plodnicích *Coprinus comatus* analyzovali Tel et al. (2014). Z makroelementů byly nejvíce zastoupeny fosfor (5726,4 mg/kg), draslík (4077,2 mg/kg), hořčík (1348,5 mg/kg), sodík (291,7 mg/kg) a vápník (157,2 mg/kg), z mikroelementů železo (237,9 mg/kg), zinek (53,25 mg/kg) a mangan (10,97 mg/kg).

Biochemické složení a nutriční hodnota hub jsou závislé na prostředí a podmínkách, ve kterých plodnice rostou. Některé látky byly izolovány pouze z uměle pěstovaných plodnic, zatímco jiné pouze z volně rostoucích (Nowakowski et al. 2020). Stojković et al. (2013) srovnávali chemické složení volně rostoucích a pěstovaných plodnic *Coprinus comatus*. Pěstované plodnice obsahovaly vyšší množství proteinů (11,84 g/100 g vs. 10,98 g /100 g), ale také vyšší množství tuků (1,98 g/100 g vs. 1,8g/100 g). Nejvíce zastoupeny byly mononenasyčené mastné kyseliny (36,75 %). Volně rostoucí plodnice obsahovaly vyšší množství nasycených (18,72 %), ale současně i polynenasycených mastných kyselin (66,01 %). Nebyl významný rozdíl v obsahu minerálů a v energetické hodnotě. Taktéž nebyl významný rozdíl v celkovém obsahu sacharidů, avšak jejich zastoupení bylo odlišné. Z kultivovaných plodnic byla izolována fruktóza, zatímco ve volně rostoucích nebyla detekována vůbec. Tento rozdíl je vysvětlován složením pěstebního média. V přírodě jsou hnojníky saprofytní a fruktózu neobsahují (Vaz et al. 2011; Stojković et al. 2013). Pěstované houby obsahovaly celkově vyšší množství jednoduchých cukrů (10,27 g/100 g vs. 7,25 g/100 g) a tokoferolů (588,24 g/100 g vs. 45,01 g/100 g), naopak volně rostoucí plodnice byly bohatší na fenolické kyseliny (Stojković et al. 2013).

3.5 Léčivé účinky

Pozitivní účinky mnohých druhů hub jsou známy již po staletí a pro tyto vlastnosti mají nezastupitelné postavení v tradiční čínské medicíně. I houby rodu *Coprinus* jsou zdrojem mnoha bioaktivních sloučenin. Léčivé účinky hnojníku však byly zjištěny až během 20. stol., proto *Coprinus comatus* (hnojník obecný) jako jedna z mála hub nepatří mezi tradičně používané houby ve “východní” medicíně (Antonín et al. 2013). “Západní” medicína využívá různé druhy hub pouze jako doplňky stravy, registrované jako léčivé látky pro klinické použití v ČR nejsou. Mnohé pozitivní účinky na lidský organismus jsou ale nepopíratelné a jsou předmětem dalšího výzkumu.

Z rodu *Coprinus s. l.* byly zatím nejvíce studovány účinky *Coprinus comatus*, méně pak *Coprinopsis atramentaria*, *Coprinopsis cinerea* či *Coprinellus micaceus*. V současnosti je pozornost nejvíce směřována ke *Coprinus comatus* a jeho antidiabetickým účinkům a schopnosti inhibice acetylcholinesterázy. Byly ale prokázány i hepatoprotektivní, protizánětlivé, antioxidační, protinádorové, či antimikrobiální účinky (Nowakowski et al. 2020).

3.5.1 Antidiabetické účinky

U hnojníku obecného byl pozorován a několika pracemi opakovaně potvrzen hypoglykemický efekt (Zhou & Han 2008; Lv et al. 2009; Yu et al. 2009). Názory na příčinu tohoto účinku se však různí. Yamac et al. (2009) tuto vlastnost přisuzují exopolysacharidům, několik dalších prací popisuje hypoglykemický efekt *Coprinus comatus* bohatého na vanad (Han et al. 2006; Zhou & Han 2008; Lv et al. 2009).

Lv et al. (2009) analyzovali vliv fermentovaných plodnic *Coprinus comatus* bohatých na stopové prvky (vanad, chrom, zinek, hořčík, měď, železo a nikl) na metabolismus cukrů u zdravých myší a myší s aloxanem indukovaným diabetem. *C. comatus* bohatý na vanad vedl u diabetických myší k poklesu glykemie a glykovaného hemoglobinu, ke zvýšení glykogenogeneze a k inhibici glukoneogeneze u zdravých myší. Žádný z těchto efektů nebyl potvrzen u ostatních testovaných prvků.

Účinky fermentovaného *Coprinus comatus* bohatého na vanad studovali také Han et al. (2006). Zjišťovali jeho vliv na inzulínovou sekreci a syntézu glykogenu u myší s indukovaným diabetem. Po podávání fermentovaného hnojníku bohatého na vanad došlo u diabetických myší k poklesu glykemie a glykovaného hemoglobinu a ke zvýšení sekrece inzulínu a glykogenogeneze (Han et al. 2006). Naopak vedl k poklesu glukoneogeneze u zdravých myší a také byla pozorována částečná regenerace β -buněk pankreatu u diabetických myší (Zhou & Han 2008). Případné terapeutické využití vanadu je však limitováno jeho toxicitou (Ma & Fu 2009). Vanad je ve stopovém množství v lidském organismu přítomen a má význam při syntéze hemoglobinu, v metabolismu sacharidů a lipidů nebo v regulaci expresi genů (Mukherjee et al. 2004). Ve vysokých koncentracích je ale toxický. Především při dlouhodobé expozici vysokým koncentracím dochází k chronické intoxikaci, která se projevuje zvracením, průjmem, bolestmi

břicha a jaterním selháním (Scior et al. 2005). Nejčastěji k nadměrné expozici vanadu dochází z kontaminovaných vod nebo při jeho výrobě a metalurgickém zpracování (Bencko 1995).

Ding et al. (2010) přisuzují hypoglykemický efekt látky comatin, kterou se jim podařilo izolovat z kmenů *Coprinus comatus*. Chemicky se jedná se o látku fenolické povahy (4,5-dihydroxy-2-methoxybenzaldehyd). Ding et al. (2010) ve své práci srovnávali účinek comatinu u zdravých myší a u myší s aloxanen indukovaným diabetem. Hypoglykemický efekt comatinu byl vyšší ve srovnání s konvenční léčivou látkou metforminem u zdravých i diabetických myší. Navíc comatin u diabetických myší vedl k signifikantnímu poklesu triglyceridů a cholesterolu. Comatin také působí jako inhibitor neenzymatické glykosylace, která je jednou z příčin vzniku makro a mikroangiopatických komplikací diabetu.

Hypoglykemický efekt hnojníku obecného potvrdili ve své práci i Cao et al. (2019). Prokázali schopnost polysacharidů izolovaných z *Coprinus comatus* inhibovat α -amylázu, a tím snižovat hladinu postprandiální glykémie. Kromě hypoglykemického účinku těchto polysacharidů prokázali i jejich antioxidační vlastnosti.

3.5.2 Inhibice acetylcholinesterázy

Acetylcholin je neurotransmitter spojený s motorikou, učením a pamětí. Acetylcholinesteráza je enzym, který štěpí acetylcholin za vzniku cholinu a kyseliny octové (Lincová & Farghali 2007). Kognitivní poruchy u Alzheimerovy choroby jsou spojeny s nedostatkem acetylcholinu a selháním synaptického přenosu (Bartus 2000). Inhibice acetylcholinesterázy vede ke stimulaci cholinergních receptorů a ke zvýšené dostupnosti acetylcholinu v synaptické štěrbině, a tím přispívají ke zmírnění projevů Alzheimerovy choroby (Anand et al. 2017). Pejin et al. (2019) analyzovali extrakt z *Coprinus comatus* a *Coprinellus truncorum* a jejich schopnost inhibovat acetylcholinesterázu. Extrakty z obou druhů tuto schopnost prokazovaly a dle závěrů studie jsou tyto houby využitelné v paliativní léčbě Alzheimerovy choroby. Karaman et al. (2020) zjišťovali míru inhibice acetylcholinesterázy extraktu z *Coprinus comatus* ve srovnání s donepezilem, syntetickým inhibitorem acetylcholinesterázy dle Frankové (2015) používaným k léčbě mírné až středně těžké demence. Extrakt z *Coprinus comatus* vykazoval poměrně silnou aktivitu inhibice acetylcholinesterázy ($73,0 \pm 1,5 \%$) srovnatelnou s donepezilem ($80,6 \pm 1,4 \%$).

3.5.3 Antioxidační účinky

Během metabolických procesů v organismu vznikají produkty se silnými oxidačními účinky, tzv. reaktivní formy kyslíku. Patří mezi ně superoxid, peroxid vodíku, peroxylový radikál a hydroxylový radikál. Tyto sloučeniny mají jeden nebo více nespárovaných atomů, které je činí vysoce reaktivní. Mohou reagovat s proteiny, nukleovými kyselinami, lipidy a dalšími molekulami a působit poškození tkání. V souvislosti s účinky na lidský organismus jsou spojovány s kancerogenními, aterogenními či prozánětlivými účinky. Antioxidanty jsou sloučeniny, které mají schopnost vychytávat reaktivní formy kyslíku či působit proti jejich vzniku (Murray et al. 2002). Antioxidační aktivita byla zjištěna i u extraktu z *Coprinus comatus*.

Tsai et al. (2009) hodnotili schopnost ethanolového a vodného extraktu z plodnic, mycelia a fermentovaného filtrátu *C. comatus* inhibovat peroxidaci kyseliny linolenové. Vyšší antioxidační vlastnosti vykazovaly ethanolové extrakty oproti vodným extraktům. Nejvyšší antioxidační aktivitu v sestupném pořadí vykazoval extrakt z plodnic, z mycelia a z fermentovaného filtrátu. Podle Sancheze (2016) jsou nositeli antioxidačních vlastností *C. comatus* kyselina askorbová, tokoferoly, β -karoten, lykopen a fenoly. Ren et al. (2012) izolovali triglyceridy obsažené v *C. comatus* a na myších modelech prokázali jejich protizánětlivé, antioxidační a antinociceptivní účinky. Zhao et al. (2019) popsali pozitivní účinky polysacharidů izolovaných z *C. comatus* na jaterní a mitochondriální enzymy glutathionperoxidázu (GSH-Px), superoxidodismutázu (SOD) a katalázu (CAT). Pokles aktivity těchto enzymů pozorovali u myši s alkoholem indukovaným poškozením jater, což naznačuje, že tyto myši trpěly oxidativním stresem. Polysacharidy z *C. comatus* zvýšily aktivitu jaterní GSH-Px o 166,78 %, SOD o 83,72 % a CAT o 63,12 %. Aktivitu mitochondriálních enzymů GSH-Px, SOD a CAT zvýšily o 92,00 %, 67,03 % a 51,61 %. Antioxidační aktivitu polysacharidů obsažených v *Coprinus comatus* ve své práci potvrdili i Cao et al. (2019). Song a Du (2011) srovnávali antioxidační aktivitu polysacharidů izolovaných z 9 různých druhů hub (*Auricularia auricula-judae*, *Lentinula edodes*, *Flammulina velutipes*, *C. comatus*, *Agrocybe cylindracea*, *Cordyceps sinensis*, *Coriolus versicolor*, *Grifola frondosa*, *Pleurotus ostreatus*). Nejvyšší aktivitu proti superoxidovému radikálu vykazovaly polysacharidy *Auricularia auricula-judae*, proti hydroxylovému radikálu *Flammulina velutipes* a *Auricularia auricula-judae*. Polysacharidy *C. comatus* vykazovaly pouze průměrnou aktivitu.

3.5.4 Protizánětlivé účinky

Ren et al. (2012) popsali protizánětlivý účinek triglyceridů obsažených v *Coprinus comatus*. Na myších modelech indukovali injekcí karagenanu zánětlivou odpověď a následně hodnotili hladiny tumor necrosis faktoru α (TNF- α), interleukinu 1 β (IL-1 β), vaskulárního endotelového růstového faktoru α (VEGF- α) a interleukinu 17 (IL-17). Triglyceridy izolované z tohoto druhu houby snížily hladinu všech sledovaných prozánětlivých cytokinů. Výsledky byly srovnatelné s konvenčně užívaným nesteroidním antirevmatikem diklofenak. Protizánětlivý účinek extraktu z *C. comatus* pozorovali i Zhao et al. (2019). Ve své práci zjišťoval vliv polysacharidů u myši s alkoholem indukovaným poškozením jater. Po podání polysacharidů též pozoroval pokles chemických látek spojených s prozánětlivou odpovědí – interleukinu 6 (IL-6), TNF- α , indukovatelné NO-syntázy (iNOS) a cyklooxygenázy 2 (COX-2). V jiné práci Zhao et al. (2018) testovali vliv flavonů extrahovaných ze společné kultury *C. comatus* a *Morchella esculenta* na monocytomakrofágovou linii RAW264.7 s lipopolysacharidy stimulovanou zánětlivou odpovědí. I zde pozorovali pokles exprese prozánětlivých mediátorů oxidu dusného (NO), TNF- α , IL-1 β , iNOS, COX-2. Asahi et al. (2016) testovali účinky ergothioneinu izolovaného ze čtyř jedlých hub (*Coprinus comatus*, *Pleurotus comucopiae*, *Lentinula edodes*, *Grifola frondosa*) na aktivitu myeloperoxidázy (MPO). MPO je enzym uložený v granulích neutrofilů a uvolňuje se do mezibuněčného prostoru při jejich degranulaci během zánětlivé odpovědi. Ergothionein vykazoval schopnost

inhibovat aktivitu MPO, a tím i vznik dalšího markeru 8-bromo-2-deoxyguanosinu, který je spojen se zánětlivou odpovědí a na jehož vzniku se MPO podílí. Ze všech čtyř testovaných druhů vykazoval nejvyšší protizánětlivou aktivitu extrakt z *C. comatus*.

3.5.5 Protinádorové účinky

Několik studií prokázalo antikancerogenní aktivitu extraktů z *Coprinus comatus*. Dotan et al. (2011) testovali hexanový, ethylacetátový, chloroformový a ethanolový extrakt a jejich antiandrogenní aktivitu. Nejvyšší potenciál vykazoval hexanový extrakt, který byl schopen inhibovat růst lidské buněčné linie LNCaP (androgen-senzitivní buňky lidského adenokarcinomu prostaty). Zhang et al. (2017) popsali pozorované účinky proteinu Y3 izolovaného z *C. comatus*. Tento protein byl schopen inhibovat růst T-lymfocytárních leukemických linií Jurkat. Dále byl zjišťován vliv tohoto proteinu na lidskou buněčnou linii Hela (karcinom děložního hrdla), Dan-G (adenokarcinom pankreatu) a HepG2 (hepatocelulární karcinom). Protein Y3 vykazoval pouze slabý inhibiční efekt na růst těchto linií. Wu et al. (2003) ve své práci testovali vliv na linii MGC-803 (karcinom žaludku), v níž rovněž prokázali schopnost proteinu Y3 inhibovat růst této linie. Zhao et al. (2014) popsali účinky purifikované lakázy izolované z *C. comatus* na růst lidských buněčných linií HepG2 a MCF7 (karcinom prsu), kdy lakáza byla schopna inhibovat růst obou buněčných linií.

3.5.6 Antibakteriální účinky

Mnoho studií potvrdilo antibakteriální účinky *Coprinus comatus* (Mwita et al. 2010). Stojković et al. (2013) srovnávali antibakteriální účinky extraktu z kultivovaných a volně rostoucích plodnic *C. comatus*. V pokusu bylo použito 8 bakteriálních kmenů, zahrnuty byly gram-pozitivní i gram-negativní bakterie včetně sporulujících. Methanolové extrakty z pěstovaných i volně rostoucích plodnic vykazovaly silnou antimikrobiální aktivitu vůči všem testovaným kmenům, nejvíce však proti *Staphylococcus aureus* a *Bacillus cereus*. Nejnižší efekt byl pozorován u *Escherichia coli*. Všeobecně vyšší antibakteriální potenciál ve většině případů vykazovaly extrakty z pěstovaných plodnic. V případě *S. aureus* a *B. cereus* vykazovaly oba extrakty vyšší antimikrobiální aktivitu než konvenční antibiotika streptomycin a ampicilin.

De Carvalho et al. (2016) izolovali látku koprinuslakton, která byla schopna narušovat bakteriální biofilm *Pseudomonas aeruginosa* a *Staphylococcus aureus*. Biofilm je dynamická životní forma některých bakterií, kdy jsou buňky zabudovány do komplexů zajišťujících chráněný způsob růstu, který umožňuje přežití v nepříznivém prostředí (Hall-Stoodley et al. 2004). Biofilmy jsou obvykle spojeny s chronickými stavy (Hentzer & Givskov 2003) a mohou způsobovat závažné infekční komplikace (Herwaldt et al. 2006). Mezi nejčastější původce infekcí patří právě *Staphylococcus spp.* a *Pseudomonas aeruginosa* (Costerton et al. 1999). Uspořádání v biofilmu je zodpovědné za zvýšenou odolnost vůči imunitnímu systému i účinkům antimikrobiálních látek (Olsen 2015). Tato ochrana je ovšem reverzibilní a ztrácí se s narušením struktury biofilmu (De Carvalho et al. 2016).

Mwita et al. (2010) se zabývali studiem antimikrobiální aktivity plodnic *Coprinopsis cinerea* v různé fázi vývoje. Surové ethylacetátové extrakty ze zralých stadií *C. cinerea* vykazovaly antimikrobiální aktivitu, zatímco mladší stadia nikoli. Toto pozorování se shoduje s předchozí studií Ndyetabura a Lyantagaye (2010). Ti analyzovali antimikrobiální aktivitu extraktů z plodnic *C. cinerea* různého stáří. Získávali extrakty z pěti vývojových stadií *C. cinerea* (kolonizovaný substrát, stádium před vyvinutím klobouku, stádium s vyvinutým kloboukem, stádium s lýzou klobouku, stádium s lýzou třeně). Pouze extrakty ze stádia po vyvinutí klobouku, stádia s lýzou klobouku a stádia s lýzou třeně vykazovaly antimikrobiální aktivitu proti všem testovaným mikroorganismům (*Escherichia coli*, *Candida albicans* a *Aspergillus niger*). Extrakty z mladších stadií vykazovaly nižší antibakteriální aktivitu pouze vůči *E. coli* (Ndyetabura & Lyantagaye 2010).

Z ostatních hub rodu *Coprinus* byla věnována pozornost *Coprinellus micaceus*. Zahid et al. (2006) izolovali a nově popsali dvě chemické látky, a to sterol nazvaný micaceol a dále 4-oxo-2,5-heptadienovou kyselinu. Micaceol vykazoval inhibiční účinky na růst kolonií *Corynebacterium xerosis* a *Staphylococcus aureus*. 4-oxo-2,5-heptadienová kyselina inhibovala aktivitu glutathion-S-transferázy. Glutathiontransferázy patří mezi nejdůležitější skupinu enzymů vyskytující se u živých organismů. Nachází se v prokaryotních i eukaryotních buňkách včetně člověka, kde se tyto enzymy podílí na detoxikačních metabolických procesech (Oakley 2011).

3.5.7 Antimykotické účinky

Stojković et al. (2013) popsali antimykotický efekt methanolového extraktu z volně rostoucích a pěstovaných plodnic *Coprinus comatus*. Ve většině případů vykazovaly silnější účinky extrakty z pěstovaných plodnic. Nejvýznamnější antimykotický efekt byl pozorován u methanolového extraktu z pěstovaných plodnic vůči *Trichoderma viride* a *Aspergillus versicolor*. Nejnižší antimykotický efekt byl pozorován vůči *Penicillium verrucosum* a *Aspergillus fumigatus*. Stojković et al. (2013) dále srovnávali účinky extraktu z *C. comatus* se standardně užívanými antimykotiky ketokonazolem a bifonazolem. Vůči *Penicillium ochrochloron* byl pozorovaný antimykotický efekt extraktu z *C. comatus* větší než u ketokonazolu. Vůči ostatním kmenům byly inhibiční účinky extraktu z *C. comatus* nižší nebo srovnatelné s ketokonazolem. Florianowicz (2000) testovala inhibiční účinky 33 druhů stopkovýtrusých hub na růst a sporulaci *Penicillium expansum*. Druhy *Coprinus comatus* a *Coprinopsis atramentaria* spolu s *Lactarius turpis* a *Hydnum repandum* vykazovaly nejsilnější inhibiční efekt.

3.5.8 Antivirové účinky

Purifikovaná lakáza z *Coprinus comatus* je schopna inhibovat reverzní transkriptázu viru lidské imunodeficiency 1 (HIV-1 RT). RT HIV-1 je důležitou součástí životního cyklu retroviru, protože se účastní syntézy dvouvláknové DNA z jednoduchého genomu RNA (Zhao

et al. 2014). Z tohoto důvodu je RT HIV-1 cílem většiny antivirotik používaných v léčbě HIV infekce. Reverzní transkriptáza se také podílí na vzniku rezistence k antivirotikům (Das & Arnold 2013).

Protein Y3, obsažený v plodnicích *Coprinus comatus*, je schopen inhibovat multiplikaci viru tabákové mozaiky při napadení *Nicotiniana tabacum*. Přesný mechanismus interakce není znám (Xiao et al. 2020).

3.5.9 Hepatoprotektivní účinky

Polysacharidům obsaženým v *Coprinus comatus* jsou připisovány hepatoprotektivní účinky. Ozalp et al. (2014) se zabývali efektem těchto polysacharidů na alkoholické poškození jater u myši. Ve své práci hodnotili efekt různě vysokých dávek polysacharidů z *C. comatus* (50, 100, 150 mg/kg) na aktivitu jaterních enzymů alaninaminotrasferázy (AST), aspartátaminotrasferázy (AST), cytochrom-c oxidázy, kaspázy-3. Dále hodnotili jejich vliv na integritu mitochondriální membrány a histopatologický obraz jaterních buněk. Prokázali, že tyto látky mají schopnost redukovat hepatotoxické účinky alkoholu. Hepatoprotektivní účinky polysacharidů izolovaných z *C. comatus* potvrdili i Zhao et al. (2019). U myši s alkoholem indukovaným poškozením jater prokázal schopnost těchto látek snížit aktivitu ALT a AST, snížit hladiny celkového cholesterolu a triglyceridů v hepatocytech, pozitivně ovlivnit hladiny lipidů v séru (pokles celkového cholesterolu, triacylglycerolů a LDL (low density lipoproteins) a vzestup HDL (high density lipoproteins), a také prokázal vliv na enzymy zodpovědné za odbourávání alkoholu. U myši s indukovaným poškozením jater pozoroval pokles aktivity alkoholdehydrogenázy (ADH) a vzestup aktivity mitochondriálního cytochromu CYP2E1. Polysacharidy z hnojníku obecného zvýšily aktivitu ADH a snížily aktivitu CYP2E1. Pozoroval také pozitivní efekt na histopatologický obraz alkoholem poškozených hepatocytů. Histopatologický obraz závažného poškození jater je charakterizován buněčnou degenerací, rozpadem a nekrózou hepatocytů a hromaděním kapiček lipidů. Tyto změny částečně regredovaly po podávání polysacharidů z *C. comatus*.

3.5.10 Nematocidní účinky

Coprinus comatus má také prokazatelné nematocidní vlastnosti (Li & Xiang 2005). Luo et al. (2004) popsali dva základní principy nematocidního účinku, a sice produkci toxinů a dále přítomnost struktur označovaných v anglické literatuře jako „spiny balls“. Ty byly pozorovány na vegetativních hyfách hnojníku obecného. Purifikované „spiny balls“ jsou schopné imobilizovat hád'átka *Panagrellus redivivus*, narušit jeho kutikulu a zapříčinit tak úmrtí hád'átka. Ponořením „spiny balls“ do tekutého dusíku došlo k vymizení jejich nematocidních účinků, z čehož lze vyvodit, že pro nematocidní efekt je nezbytný tvar a kompletní struktura „spiny balls“. Dále bylo z *C. comatus* izolováno sedm toxinů, které vykazovaly schopnost imobilizovat hád'átka *Panagrellus redivivus* a *Meloidogyne incognita*. Chemické struktury těchto toxinů byly identifikovány pomocí nukleární magnetické rezonance, hmotnostní

spektrometrie, infračervené analýzy a analýzy UV spektra. Jedná se o heterocyklické sloučeniny, z nichž dvě Luo et al. (2007) izolovali poprvé (5-hydroxy-3-hydroxymethyl-5methylfuran a 3-formyl-2,5-dihydroxybenzylacetát).

3.6 Nežádoucí vlastnosti

Houby rodu *Coprinus* mají kromě mnoha pozitivních účinků i nežádoucí vlastnosti. Některé z nich jsou natolik důležité, že významně omezují další využití těchto hub především pro potravinářské využití. Hlavním limitem těchto hub je rychlá autolýza, jejímž vlivem se plodnice během několika hodin rozpouští v černou kašovitou hmotu. Jedlé jsou tedy pouze mladé plodnice. Autolýza významně ovlivňuje komerční pěstování a komplikuje následnou distribuci. Běžný prodej mladých plodnic je z tohoto důvodu komplikovaný a v České republice jsou proto běžně dostupné pouze ve formě potravinových doplňků.

Podobnost některých hnojníků a jejich odlišné vlastnosti mohou představovat zdravotní riziko. Může dojít k záměně *Coprinus comatus* za *Coprinopsis atramentaria*, který způsobuje disulfiram-like reakci (antabusová reakce). *C. atramentaria* je v literatuře uváděn jako jedlý, ale po jeho požití se nesmí pít alkoholické nápoje, protože obsahuje mykotoxin coprin, který se v lidském organismu rozkládá na 1-aminocyklopropanol. Tento metabolit inaktivuje enzym acetaldehyddehydrogenázu, a tím blokuje primární cestu odbourávání alkoholu. V těle následně dochází k hromadění acetaldehydu, který je toxický a vyvolává bolesti hlavy, bušení srdce, nauzeu, zvracení a dušnost (Haberl et al. 2011). Tyto příznaky mohou být provázeny velmi nepříjemnými a úpornými psychickými stavy. Stejný účinek vyvolává látka disulfiram, známá také pod pojmem antabus, která byla dříve užívána k léčbě závislosti na alkoholu. Odtud pochází název antabusový efekt (Socha & Jegorov 2014).

Mezi další nežádoucí vlastnosti hnojníků patří alergogenní potenciál. Fischer et al. (1999) testovali reakci na *Coprinus comatus* u pacientů s atopickou dermatitidou. Pomocí epikutánních a kožních prick testů prokázali schopnost *C. comatus* vyvolat imunopatologickou reakci IV. typu u predisponovaných pacientů (tj. u pacientů s atopickou dermatitidou).

3.7 Pěstování hub rodu *Coprinus* s. l.

Houby jsou od nepaměti ceněnou součástí stravy a již v dávných civilizacích byly součástí slavnostní tabule. Narozdíl od pěstování rostlin a chovu zvířat bylo ale pěstování hub pro člověka obtížné. Přitom ve srovnání s ostatní zemědělskou produkcí má pěstování hub některé významné výhody. Například nevyžaduje rozsáhlé výměry kvalitní zemědělské půdy, ale k jejich pěstování lze využít vedlejší zemědělské produkty, jako jsou piliny nebo sláma. Jako první byla zvládnuta technologie výroby žampionů, počátky pěstování se datují do 17. století. S novými poznatky na požadavky hub bylo rozšířeno spektrum pěstovaných druhů a postupně docházelo i ke zvyšování výnosů (Jablonský et al. 2019).

Především ve východních zemích se pěstuje *Coprinus comatus* komerčně pro potravinářské účely a pro využití ve farmaceutickém průmyslu (Antonín et al. 2013), zatímco v některých jiných zemích se nepěstuje a například v Polsku ani není uznán jako jedlý (Nowakowski et al. 2020). V současnosti je největším světovým producentem a zároveň i konzumentem Čína. Hnojník také někdy komplikuje pěstování ostatních jedlých a léčivých hub jako tzv. konkurenční houba. Optimum pro růst mycelia je teplota 26 °C, pH 7, optimální zdroj uhlíku sacharóza a zdrojem dusíku pepton (Jablonský et al. 2019). Jang et al. (2009) udávají optimální podmínky podobné, teplotní optimum je 23-26 °C, pH 6-8, zdroj uhlíku sacharóza, jako nejvhodnější zdroj dusíku udávají trypton. Pro růst plodnic je nejvhodnější teplota v rozmezí 16-22 °C, jejich vývoj trvá 7-10 dní (Chen 2000). Vzhledem k rychlé autolýze se sklízají pevně uzavřené mladé plodnice a lze je skladovat při teplotě 3-4 °C po dobu šesti dní (Jablonský et al. 2019). O pěstování této houby ale není v ČR příliš velký zájem, sadba tedy není běžně k dostání.

4 Laboratorní část

V laboratorní práci jsem hodnotila vliv vodního potenciálu a teploty na růst čistých kultur vybraných kmenů *Coprinus comatus*. Kmeny byly poskytnuty z Kolekce kultur mikroorganismů VÚRV Sbírkou zemědělsky významných hub (akronym: VURV-F). Pokus byl prováděn v in vitro podmínkách v Petriho miskách o průměru 90 mm. Byl sledován růst pěti kmenů na čtyřech rozdílných živných médiích (MA2, MA2+100, MA2+200, MA2+400) při teplotě 20 °C, a dále růst totožných 5 kmenů na médiu MA2 při rozdílných teplotách (20 °C, 25 °C, 30 °C, 32 °C).

4.1 Materiál a metody

Pro získání startovních kultur bylo na kultivačním médiu MA2 napěstováno pět kmenů *Coprinus comatus* ze sbírky VURV-F (kmeny 5162, 5174, 5234, 5235, 5172). Po devíti dnech inkubace při teplotě 25 °C byly kultury těchto kmenů použity při vlastním pokusu. Pro testování vlivu rozdílného vodního potenciálu byla použita čtyři kultivační média s rozdílným obsahem sacharózy, která způsobovala rozdílné hodnoty vodního potenciálu v použitých kultivačních médiích. Základní kultivační médium MA2 bylo složeno z 8 g sladového extraktu, 8 g agaru a 400 ml vody. Další tři média byla obohacena o 40 g (MA2+100), 80 g (MA2+200) a 160 g (MA2+400) sacharózy (při objemu vody 400 ml).

Zaočkování agarových živných médií startovními kulturami bylo jednobodově agarovým diskem s kulturou daného kmene o průměru 3 mm, vždy v pěti opakováních. Celkem 100 misek bylo následně kultivováno při teplotě 20 °C.

Pro hodnocení vlivu teploty na růst kultur byly použity totožné kmeny. Inokulace byla opět jednobodová pomocí 3mm agarových disků s kulturou daného kmene na médium MA2 a inkubace probíhala při teplotách 20 °C, 25 °C, 30 °C a 32 °C. Každá varianta byla opět provedena v pěti opakováních, celkem 100 misek.

Po průběžné kontrole růstu kultur bylo sedmý den přistoupeno k měření kolonií. Kolonie byly měřeny pravítkem s milimetrovou stupnicí. Každá kolonie byla měřena ve dvou na sebe kolmých osách. Z naměřených hodnot byla odečtena velikost disku s inokulovanou kulturou (3 mm).

4.2 Výsledky

Byl hodnocen vliv rozdílného vodního potenciálu na růst kolonií pěti kmenů *Coprinus comatus*. V médium MA2 byl průměrný přírůstek kolonií 25 ± 5 mm, v MA2+100 $10 \pm 6,3$ mm, v MA2+200 $7 \pm 0,9$ mm, v MA2+400 $0,4 \pm 1$ mm. Nejvyšší přírůstek byl pozorován v médiu MA2. Na obohacených médiích velikosti kolonií dosahovaly nižších hodnot. Na médiu MA2+400 byl pozorován pouze minimální přírůstek u kmene 5235, u ostatních kmenů nebyl pozorován žádný růst.

Dále byl zjišťován vliv teploty na růst kolonií pěti kmenů *Coprinus comatus*. Teplotní optimum pro růst kolonií nebylo jednoznačné a pro jednotlivé kmeny se lišilo. Největší přírůstek kolonií kmene 5162 byl pozorován při teplotě 25 °C ($42 \pm 3,7$ mm), u kmene 5174 při 30 °C ($36 \pm 1,2$ mm), u kmene 5234 při 25 °C ($23 \pm 1,4$ mm), u kmene 5235 při 20 °C ($26 \pm 1,7$ mm), u kmene 5271 při 20 °C (30 ± 3 mm). V průměru největší přírůstek byl pozorován při teplotě 25 °C (29 ± 9 mm), nejmenší při teplotě 32 °C ($13 \pm 9,9$ mm).

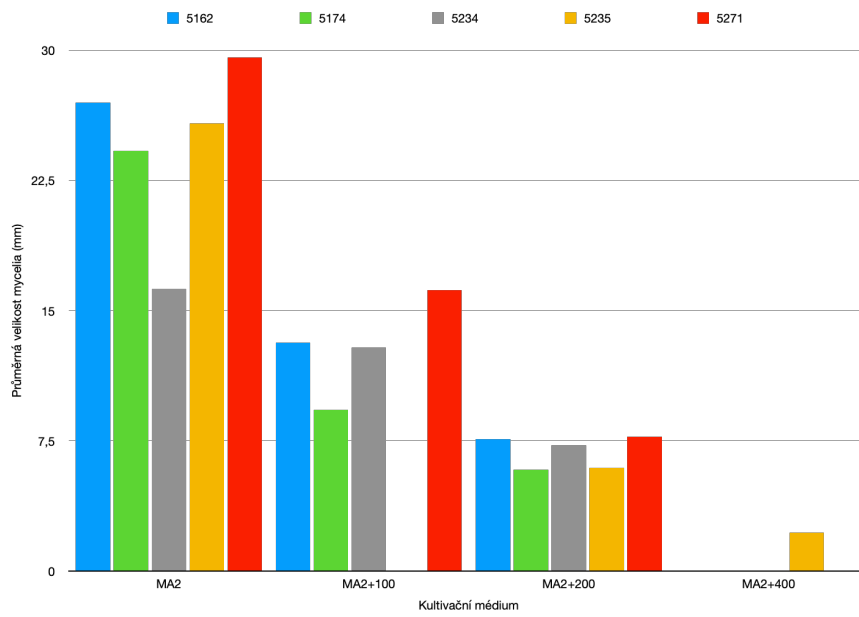
Tab. č. 9 Vliv vodního potenciálu na růst kolonií kmenů *Coprinus comatus* při kultivaci při 20 °C po sedmi dnech kultivace

Číslo kmene	Průměrná velikost kolonií (mm)			
	MA2	MA2+100	MA2+200	MA2+400
5162	27±1,3	13±1	8±0,7	0
5174	24±2	9±1,4	6±1	0
5234	16±1,1	13±0,8	7±1	0
5235	26±1,7	chyba	6±2,7	3±1,8
5271	30±3	16±1,3	8±0,7	0
Průměr	25±5	10±6,3	7±0,9	0,4±1

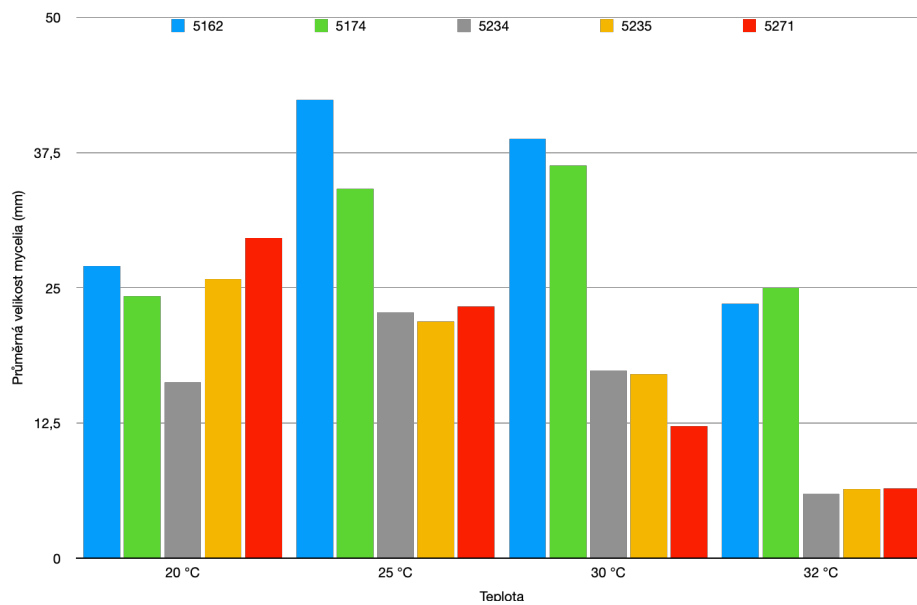
Tab. č. 10 Vliv teploty na růst kolonií kmenů *Coprinus comatus*, médium MA2

Číslo kmene	Průměrná velikost kolonií (mm)			
	20 °C	25 °C	30 °C	32 °C
5162	27±3	42±3,7	39±2	24±1,3
5174	24±2	34±2,3	36±1,2	25±0,7
5234	16±1,1	23±1,4	17±0,7	6±0,7
5235	26±1,7	22±2,7	17±1,7	6±0,4
5271	30±3	23±2,7	12±1,8	6±0,7
Průměr	25±5	29±9	24±12,3	13±9,9

Graf 1 Vliv vodního potenciálu na růst kolonií kmenů *Coprinus comatus*, kultivace při 20 °C

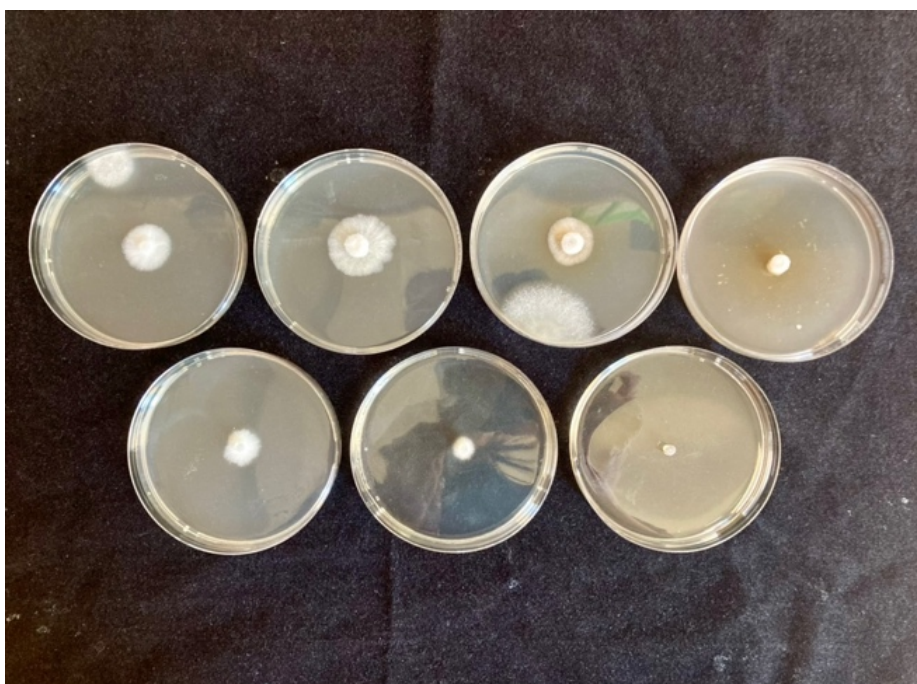


Graf 2 Vliv teploty na růst kolonií kmenů *Coprinus comatus*, médium MA2

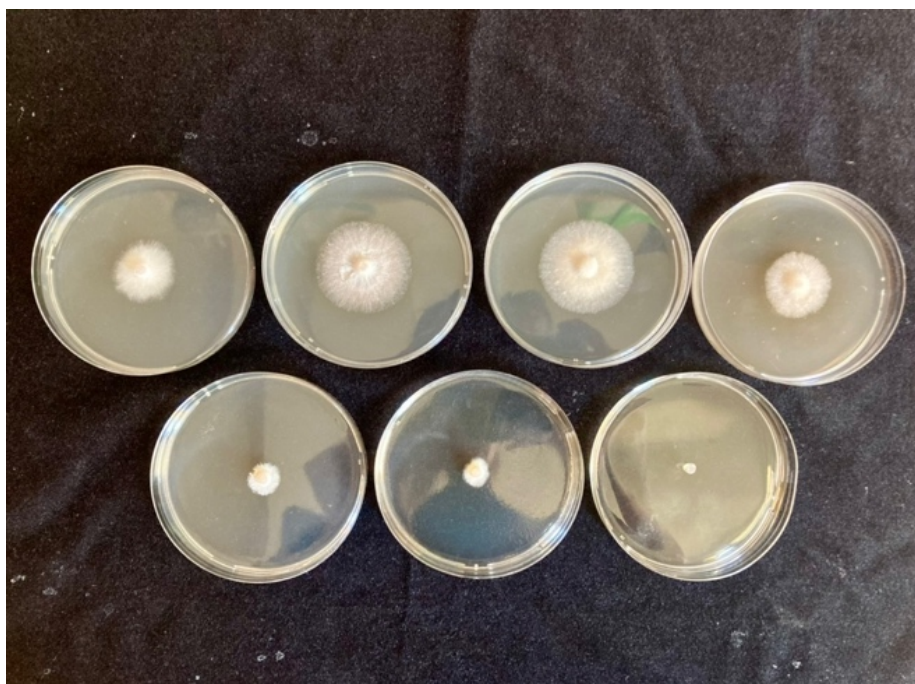




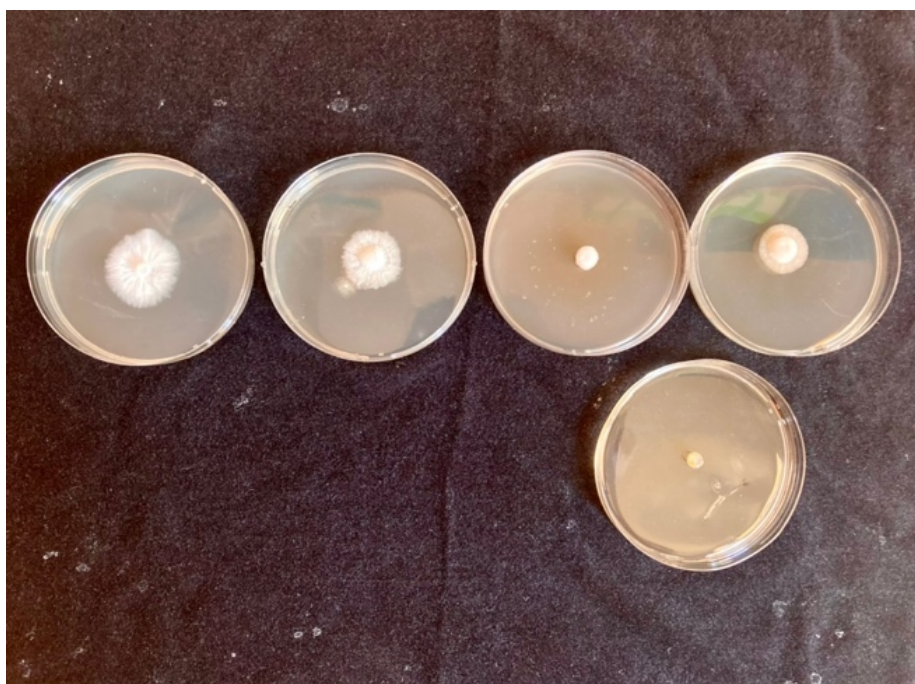
Obr. 1 Kolonie kmene *Coprinus comatus* VURV-F 5162 po 7-denní kultivaci
 Nahoře (zleva doprava): médium MA2, kultivace při 20 °C, 25 °C, 30 °C, 32 °C
 Dole (zleva doprava): médium MA2+100, MA2+200, MA2+400, kultivace při 20 °C



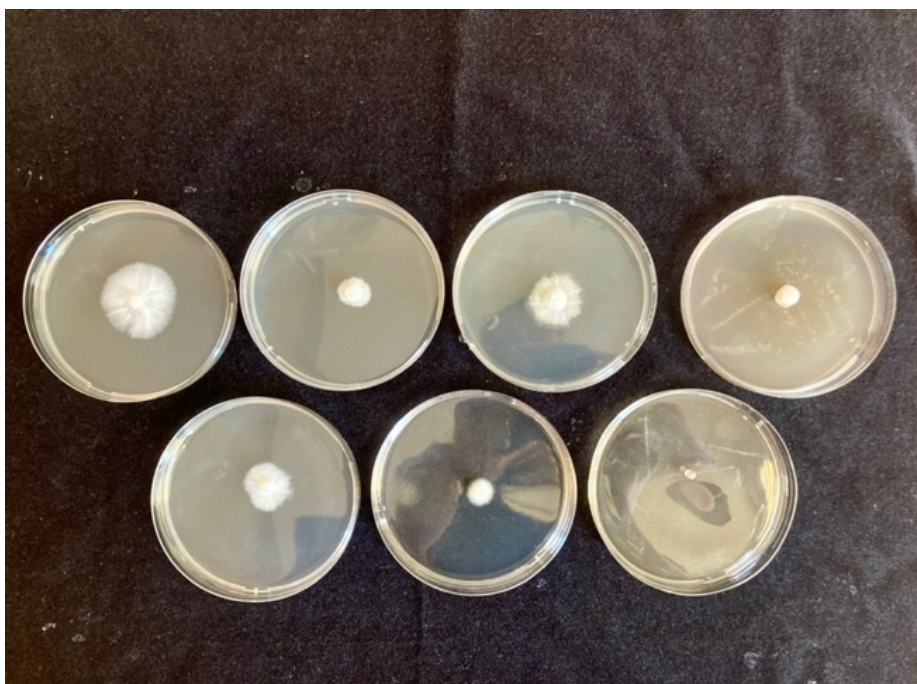
Obr. 2 Kolonie kmene *Coprinus comatus* VURV-F 5174 po 7-denní kultivaci
 Nahoře (zleva doprava): médium MA2, kultivace při 20 °C, 25 °C, 30 °C, 32 °C
 Dole (zleva doprava): médium MA2+100, MA2+200, MA2+400, kultivace při 20 °C



Obr. 3 Kolonie kmene *Coprinus comatus* VURV-F 5234 po 7-denní kultivaci
 Nahore (zleva doprava): médium MA2, kultivace při 20 °C, 25 °C, 30 °C, 32 °C
 Dole (zleva doprava): médium MA2+100, MA2+200, MA2+400, kultivace při 20 °C



Obr. 4 Kolonie kmene *Coprinus comatus* VURV-F 5235 po 7-denní kultivaci
 Nahore (zleva doprava): médium MA2, kultivace při 20 °C, 25 °C, 30 °C, 32 °C
 Dole: MA2+400, kultivace při 20 °C
 pozn. MA2+100, MA2+200 chybí z důvodu bakteriální kontaminace



Obr. 5 Kolonie kmene *Coprinus comatus* VURV-F 5271 po 7-denní kultivaci
Nahoře (zleva doprava): médium MA2, kultivace při 20 °C, 25 °C, 30 °C, 32 °C
Dole (zleva doprava): médium MA2+100, MA2+200, MA2+400, kultivace při 20 °C

5 Diskuze

Součástí rešeršní části práce bylo vyhledávání záznamů o výskytu zástupců rodu *Coprinus* s. l. v České republice. Holec et al. (2012) uvádějí jako hojně se vyskytující druhy v ČR např. *Coprinellus disseminatus*, *Coprinellus domesticus*, *Coprinopsis atramentaria*, *Coprinopsis cinerea*, *Coprinopsis cothurnata*, *Coprinopsis stercorea*, *Coprinus comatus* nebo *Parasola plicatilis*. Dle záznamů o výskytu druhů rodu *Coprinus* s. l. získaných z Národní databáze ochrany přírody a časopisů *Mykologické listy* a *Czech Mycology* byly ale nalezeny pouze dvě zmínky o nálezu *Coprinopsis stercorea* a nebyly nalezeny žádné záznamy o *Coprinopsis cothurnata*.

Jako vzácně se vyskytující druhy uvádějí Holec et al. (2012) např. *Coprinellus saccharinus* (Romagn.) P. Roux, Guy García & Dumas, *Coprinopsis stangliana* (Enderle, Bender & Gröger) Redhead, Vilgalys & Moncalvo, *Coprinellus truncorum* nebo *Coprinus vosoustii*. V Národní databázi ochrany přírody a uvedených časopisech nebyly nalezeny žádné zmínky o výskytu těchto druhů. Tyto skutečnosti lze vysvětlit tím, že ne každý nález je zanesen do NDOP či je publikován v uvedených časopisech.

V laboratorním experimentu byla použita čtyři kultivační média s rozdílným obsahem sacharózy k testování vlivu vodního potenciálu na růst kultur *Coprinus comatus*. Spolu s klesajícím vodním potenciálem média klesal i pozorovaný přírůstek kolonií. Růst kultur *Coprinus comatus* v odlišných médiích testovali i Jang et al. (2009), ti však ve své práci použili odlišné půdy (PDA, MEA, MCM, Czapek-Dox, GPYM, MYP). Nejlepší výsledky pozorovali u MYP, které bylo složeno ze sladového extraktu (5 g/l), kvasnicového extraktu (3 g/l), peptonu (3 g/l) a agaru (20 g/l). MA2, které bylo testováno v naší práci, se svým složením nejvíce blíží MEA, které bylo složeno ze sladového extraktu (20 g/l), dextrózy (20 g/l), peptonu (1 g/l) a agaru (20 g/l). Vzhledem k použití odlišných médií nejsou však výsledky srovnatelné.

Dále byl testován vliv teploty na růst kultury *Coprinus comatus*. Pět kmenů bylo kultivováno při čtyřech rozdílných teplotách. Luo a Qian (1999) udávají optimální teplotu pro růst mycelia v rozmezí 25-27 °C, Jang et al. (2009) 23-26 °C a Jablonský et al. (2019) 26 °C. V naší práci jsme nejvyšší přírůstek kolonií pozorovali při teplotě 25 °C. Výsledky se s výše uvedenými závěry shodují.

6 Závěr

Výzkum hub rodu *Coprinus* s. l. za využití molekulárně genetických metod vedl k zásadním změnám v jejich taxonomii. Většina zástupců z původního rodu *Coprinus* s. s. čeledi *Agaricaceae* byla na základě výsledků sekvenování DNA přeřazena do nově ustanovených rodů *Coprinopsis*, *Coprinellus*, *Parasola*, *Narcissea* a *Tulosesus* v čeledi *Psathyrellaceae*.

Houby rodu *Coprinus* obsahují různé bioaktivní látky, z nichž některé mají prokazatelný pozitivní vliv na lidský organismus. Většina druhů s popsány pozitivními účinky nyní patří do čeledi *Psathyrellaceae*. Z čeledi *Agaricaceae* byly popsány léčivé účinky pouze u *Coprinus comatus*, přičemž nejvíce vědeckých prací se zabývalo účinky látek izolovaných z tohoto druhu. Léčivé účinky ostatních druhů rodu *Coprinus* s. s. popisovány nejsou. Výsledky byly v některých případech srovnatelné s konvenčními léčivy. *C. comatus* lze proto považovat za vhodný přírodní zdroj pro výrobu nutraceutik. V literárním přehledu jsou uvedeny i poznatky o nematocidních účincích *C. comatus*, ačkoliv se nejedná o léčivé účinky v pravém slova smyslu. Jedná se ale o důležitou vlastnost, která by mohla být potenciálně využita v ochraně rostlin.

V laboratorní části byl hodnocen vliv rozdílných podmínek na růst kmenů *C. comatus*. Byl pozorován významný vliv vodního potenciálu živného média i teploty. Výsledky byly srovnatelné s ostatními pracemi pouze částečně pro odlišnou metodiku.

7 Literatura

- Agentura ochrany přírody a krajiny ČR. 2006-2023. Nálezová databáze ochrany přírody. AOPK ČR. Available from <https://portal.nature.cz/nd/> (accessed April 2023).
- Mikrobiologický ústav AV. Culture collection of basidiomycetes. Mikrobiologický ústav AV ČR, Praha. Available from <http://www2.biomed.cas.cz/ccbas/fungi.htm> (accessed April 2023).
- Anand A, Patience AA. 2017. The present and future of pharmacotherapy of Alzheimer's disease: A comprehensive review. *European Journal of Pharmacology* **815**: 362-375.
- Antonín V, Jablonský I, Šašek V, Vančuríková Z. 2013. Houby jako lék. Ottovo nakladatelství, Praha.
- Antonín V. 1990. Seznam druhů hub nalezených v průběhu exkurzí VIII. celostátní mykologické konference v Brně. *Mykologické listy* **39**: 21-28.
- Antonín V. 2006. Encyklopedie hub a lišejníků. Academia, Praha.
- Asahi T, Wu X, Shimoda H, ... et al. 2016. A mushroom-derived amino acid, ergothioneine, is a potential inhibitor of inflammation-related DNA halogenation. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* **80**(2): 313–317.
- Bartus RT. 2000. On neurodegenerative diseases, models, and treatment strategies: Lessons learned and lessons forgotten a generation following the cholinergic hypothesis. *Experimental Neurology* **163**(2): 495–529.
- Belgian coordinated collections of microorganisms. BCCM/IHEM Biomedical fungi & yeasts catalogue. BCCM. Available from <https://bccm.belspo.be/catalogues/ihem-catalogue-search> (accessed April 2023).
- Belgian coordinated collections of microorganisms. BCCM/MUCL Environmental and applied mycology. BCCM. Available from <https://bccm.belspo.be/catalogues/mucl-catalogue-search> (accessed April 2023).
- Bencko V. 1995. Toxické kovy v životním a pracovním prostředí člověka. Grada, Praha.
- Bieberová Z. 2004. Třetí příspěvek k poznání mykoflóry chráněných území – NPP Váté Pisky, K. Ú. Bzenec a K.Ú. Vracov. *Mykologické listy* **89**: 6-1.
- Breitenbach J, Kränzlin F. 1995. Fungi of Switzerland. Sticher Printing AG, Lucerne.
- Cao H, Ma S, Guo H, ... et al. 2019. Comparative study on the monosaccharide compositions, antioxidant and hypoglycemic activities in vitro of intracellular and extracellular polysaccharides of liquid fermented *Coprinus comatus*. *International Journal of Biological Macromolecules* **15**(139): 543–549.
- Centre for Agriculture and Bioscience International. 2023. CABI's Genetic Resource Catalogue. CABI. <https://www.cabi.org/services/microbial-services/culture-collection-microorganism-supply/grc/> (accessed April 2023).

- CIRM-Champignons Filamenteux. 2020. The IRM-Filamentous Fungi/CIRM-CF. Polytech Génie Biologique, Marseille. Available from https://www.cirm-fungi.fr/page/Search_strain_users (accessed April 2023).
- Costerton JW, Stewart PS, Greenberg EP. 1999. Bacterial biofilms: a common cause of persistent infections. *Science* **284**: 1318–1322.
- Černý K, Švecová A, Gregorová B, Holub V. 2004. Vybrané mikroskopické a dřevokazné houby zjištěné oddělením dendrologie a památných stromů AOPK ČR na území ČR v letech 2000 – 2002. II. nálezy mimo chráněná území (dokončení). *Mykologické listy* **88**: 16-20.
- Das K, Arnold E. 2013. HIV-1 reverse transcriptase and antiviral drug resistance. Part 1. *Current Opinion in Virology* **3**(2): 111–118.
- De Carvalho MP, Gulotta G, Do Amaral MW, ... et al. 2016. Coprinuslactone protects the edible mushroom *Coprinus comatus* against biofilm infections by blocking both quorum-sensing and MurA. *Environmental Microbiology* **18**(11): 4254–4264.
- Deckerová H. 2002. Makromycety PR „Černý les“ u Šilheřovic, okr. Opava. *Mykologické listy* **82**: 7-12.
- Dermek A. 1987. A contribution to the mycoflora of the forests on environs of the villages Brodské Čáry, Kbely, Kopčany, Kúty and Smolinské (Western Slovakia). *Czech Mycology* **32**(4): 215-225.
- Ding Z, Lu Y, Lu Z, ... et al. 2010. Hypoglycaemic effect of comatin, an antidiabetic substance separated from *Coprinus comatus* broth, on alloxan-induced-diabetic rats. *Food Chemistry* **121**(1): 39–43.
- Dotan N, Wasser SP, Mahajna J. 2011. The culinary-medicinal mushroom *Coprinus comatus* as a natural antiandrogenic modulator. *Integrative Cancer Therapies* **10**(2): 148–159.
- Dvořák D, Koukol O, Holec J. 2007. 7. setkání mladých mykologů 2005. *Mykologické listy* **99**: 34-40.
- Dvořák D, Kříž M, Novotný D. 2015. Přehled druhů nalezených během exkurzí při 11. Setkání mladých mykologů v Arnolticích na Frýdlantsku a Jizerských horách. *Mykologické listy* **130**: 50-56.
- Dvořák D, Novotný D. 2010. Přehled druhů nalezených během 9. setkání mladých mykologů v Uhřínově v Orlických horách. *Mykologické listy* **110**: 18-29.
- Egertová Z, Kříž M. 2009. Průzkum mykoflóry Bredovské zahrady v roce 2008. *Mykologické listy* **106**: 24-29.
- Egertová Z. 2013. Kosmaticka hnědá - *Sphaerosporella brunnea* v České republice. *Mykologické listy* **127**: 8-14.

- Fischer B, Yawalkar N, Brander KA, Pichler WJ, Helbling A. 1999. *Coprinus comatus* (shaggy cap) is a potential source of aeroallergen that may provoke atopic dermatitis. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology* **104**(4): 836–841.
- Florjanowicz T. 2000. Inhibition of growth and sporulation of *Penicillium expansum* by extracts of selected *Basidiomycetes*. *Acta Societatis Botanicorum Poloniae* **69**: 263–267.
- Franková V. 2015. Optimalizace léčby Alzheimerovy choroby. *Psychiatrie pro praxi* **16**(3): 79–82.
- G.K. Skryabin Institute of Biochemistry and Physiology of Microorganisms RAS. 2023. All-Russian collection of microorganisms – VKM, VKM Catalogue Search. Biological Research Center, Moscow. Available from <http://www.vkm.ru/Catalogue.htm> (accessed April 2023).
- Haberl B, Pfab R, Berndt S, Greifenhagen C, Zilker T. 2011. Case series: Alcohol intolerance with Coprine-like syndrome after consumption of the mushroom *Lepiota aspera* (Pers.: Fr.) Quél., 1886 (Freckled Dapperling). *Clinical Toxicology* **49**(2): 113–114.
- Hájek Z. 1981. *Coprinus angulatus* – ein kohleliebender Tintling aus der Sektion *Setulosi*. *Czech Mycology* **35**(1): 44–46.
- Han C, Yuan J, Wang Y, Li L. 2006. Hypoglycemic activity of fermented mushroom of *Coprinus comatus* rich in vanadium. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology* **20**(3): 191–196.
- Hall-Stoodley L, Costerton JW, Stoodley P. 2004. Bacterial biofilms: from the natural environment to infectious diseases. *Nature Reviews Microbiology* **2**: 95–108.
- Hagara L. 2014. *Ottova encyklopedie hub*. Ottovo nakladatelství, Praha.
- Helsinki Institute of Life Science. Microbial domain biological resource centre Hambi. University of Helsinki, Helsinki. Available from <https://kotka.luomus.fi/culture/fbcc> (accessed April 2023).
- Hentzer M, Givskov M. 2003. Pharmacological inhibition of quorum sensing for the treatment of chronic bacterial infections. *The Journal of Clinical Investigation* **112**: 1300–1307.
- Herwaldt LA, Cullen JJ, Scholz D, ... et al. 2006. A prospective study of outcomes, healthcare resource utilization, and costs associated with postoperative nosocomial infections. *Infection Control & Hospital Epidemiology* **27**: 1291–1298.
- Holec J, Beran M. 2006. Červený seznam hub (makromycetů) České republiky. *Příroda* **24**: 1–282.
- Holec J, Bielich A, Beran M. 2012. *Přehled hub střední Evropy*. Academia, Praha.
- Holec J, Kříž M, Pouzar Z, Šandová M. 2015. Boubínský prales virgin forest, a Central

- European refugium of boreal montane and old-growth forest fungi. *Czech Mycology* **67**(2): 157-226.
- Holec J, Wild J. 2011. Fungal diversity in sandstone gorges of the Bohemian Switzerland National Park (Czech Republic): impact of climatic inversion. *Czech Mycology* **63**(2): 243-263.
- Holec J. 1993. Ecology of macrofungi in the beech woods of the Šumava mountains and Šumava foothills. *Czech Mycology* **46**(3-4): 163-202.
- Hopple JS, Vilgalys R. 1999. Phylogenetic Relationships in the Mushroom Genus *Coprinus* and Dark-Spored Allies Based on Sequence Data from the Nuclear Gene Coding for the Large Ribosomal Subunit RNA: Divergent Domains, Outgroups, and Monophyly. *Molecular Phylogenetics and Evolution* **13**(1): 1–19.
- Hussain S, Usman M, Afshan NU, Ahmad H, Khan J, Khalid AN. 2018. The genus *Coprinellus* (*Basidiomycota; Agaricales*) in Pakistan with the description of four new species. *MycKeys*. **39**: 41-61.
- Index Fungorum Partnership. 2023. Index Fungorum CABI. Available from <http://www.indexfungorum.org/names/Names.asp> (accessed April 2023).
- Jablonský I, Šašek V, Koudela M. 2019. Jedlé a léčivé houby a jak je pěstovat. Profi Press, Praha.
- Jang MJ, Lee YH, Liu JJ, Ju YC. 2009. Optimal conditions for the mycelial growth of *Coprinus comatus* strains. *Mycobiology* **37**(2): 103–108.
- Jindřich O, Junek J. 2004. *Clavaria Daulnoyae* Quél., Nový druh naší mykoflóry. *Mykologické listy* **90-91**: 10-12.
- Kalač P. 2016. Edible mushrooms: Chemical composition and nutritional value. Academic Press, Amsterdam.
- Karaman M, Tešanović K, Novakovic A, Jakovljevic D, Janjusevic L, Sibul F, Pejin B. 2020. *Coprinus comatus* filtrate extract, a novel neuroprotective agent of natural origin. *Natural Product Research*. **34**(16): 2346-2350.
- Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences (BIN RAS). Basidiomycetes Culture Collection Komarov Botanical Institute RAS (LE-BIN). Pushchino Biological Research Center, Moscow. Available from <http://www.vkm.ru/Catalogue.htm> (accessed April 2023).
- Kotlaba F. 1966. Excursio autumnalis mycologorum bohemoslovenicorum in silvas prope arcem Karlštejn anno 1965. *Czech Mycology* **20**(2): 125-127.
- Kotlaba F. 2007. Pátý příspěvek k houbám soběslavských blat. *Mykologické listy* **101**: 14-19.
- Kubička J. 1960. Fungi trebonenses II. *Czech Mycology* **14**(3): 164-176.
- Kubička J. 1975. Mykoflora des Naturschutzgebietes „Vyšenské kopce“ bei Český Krumlov. *Czech Mycology* **29**(1): 25-34.

- Kuthan J. 1977. Zwei interessante Pilzfunde im Untergebäude einer Kohlengrube. *Česká Mykologie* **31**(3): 164-169.
- Kříž M. 2012. Zemnička žlutavá – *Boubovia luteola* – v Českém středohoří. *Mykologické listy* **122**: 9-14.
- Kříž M. 2020. Nálezy dvou vzácných hnojníků rodu *Coprinopsis* z exkurze do Šáreckého údolí v Praze v roce 2013. *Mykologické Listy* **147**: 52–58.
- Leibniz-Institute DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures. 2023. Catalogue of microorganisms. Leibniz Institute DSMZ-German Collection of Microorganisms and Cell Cultures, Braunschweig. Available from <https://www.dsmz.de/collection/catalogue/microorganisms/catalogue> (accessed April 2023).
- Li Y, Xiang H. 2005. Nematicidal activity *Coprinus comatus*. *Acta Phytopathologica Sinica* **05**: 456–458.
- Lincová D, Farghali H. 2007. *Základní a aplikovaná farmakologie*. Galén, Praha.
- Luo H, Liu Y, Fang L, Li X, Tang N, Zhang K. 2007. *Coprinus comatus* damages nematode cuticles mechanically with spiny balls and produces potent toxins to immobilize nematodes. *Applied and Environmental Microbiology* **73**(12): 3916–3923.
- Luo H, Mo M, Huang X, Li X, Zhang K. 2004. *Coprinus comatus*: a basidiomycete fungus forms novel spiny structures and infects nematode. *Mycologia* **96**: 1218–1224.
- Lv Y, Han L, Yuan C, Guo J. 2009. Comparison of hypoglycemic activity of trace elements absorbed in fermented mushroom of *Coprinus comatus*. *Biological Trace Element Research* **131**(2): 177–185.
- Ma Z, Fu Q. 2009. Comparison of hypoglycemic activity and toxicity of vanadium (IV) and vanadium (V) absorbed in fermented mushroom of *Coprinus comatus*. *Biological Trace Element Research* **132**(1-3): 278-84.
- Mukherjee B, Patra B, Mahapatra S, Banerjee P, Tiwari A, Chatterjee M. 2004. Vanadium--an element of atypical biological significance. *Toxicology Letters* **150**(2): 135-43.
- Murray RK, Granner DK, Mayes PA, Rodwell VW. 2002. *Harperova biochemie*. H &H, Praha.
- Mwita LN, Mshandete AM, Lyantagaye SL. 2010. Improved antimicrobial activity of the Tanzanian edible mushroom *Coprinus cinereus* (Schaeff) Gray by chicken manure supplemented solid sisal wastes substrates. *Journal of Yeast and Fungal Research* **1**(10): 201–206.
- Mycoteca Universitatis Taurinensis. Università di Torino, Torino. Available from https://www.tucc-database.unito.it/collection_search/1 (accessed April 2023).
- National bank for industrial microorganisms and cell cultures. 2020. Catalogue of microorganisms. NBIMCC, Sofia. Available from

https://www.nbimcc.org/www_2020/en/microorganisms_catalogue.php (accessed April 2023).

- Ndyetabura T, Lyantagaye SL. 2010. Antimicrobial activity of ethyl acetate extracts from edible Tanzanian *Coprinus cinereus* (Schaeff) S. Gray s. lat. cultivated on grasses supplemented with cow dung manure. *Journal of agricultural and biological science* **5**(5): 79-85.
- Nowakowski P, Naliwajko SK, Markiewicz-Żukowska R, Borawska MH, Socha K. 2020 The two faces of *Coprinus comatus*-Functional properties and potential hazards. *Phytotherapy Research* **34**(11) :2932-2944.
- Oakley A. 2011. Glutathione transferases: a structural perspective. *Drug Metabolism Review* **43**(2): 138-51.
- Olsen I. 2015. Biofilm-specific antibiotic tolerance and resistance. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases* **34**: 877–886.
- Ozalp FO, Canbek M, Yamac M, ... et al. 2014. Consumption of *Coprinus comatus* polysaccharide extract causes recovery of alcoholic liver damage in rats. *Pharmaceutical Biology* **52**(8): 994–1002.
- Pejin B, Tešanović K, Jakovljević D, ... et al. 2019. The polysaccharide extracts from the fungi *Coprinus comatus* and *Coprinellus truncorum* do exhibit AChE inhibitory activity. *Natural Product Research* **33**(5): 750–754.
- Petrovska BB. 2001. Protein fraction in edible Macedonian mushrooms. *European Food Research and Technology* **212**(4): 469–472.
- Přírodovědecká fakulta Univerzita Karlova. Sběrka kultur hub (CCF). Univerzita Karlova, Praha. Available from <https://edit.natur.cuni.cz/biologie/botanika/struktura/sbirka-kultur-hub-ccf/seznam-druhu.pdf> (accessed April 2023).
- Ren J, Shi JL, Han CC, Liu ZQ, Guo JY. 2012. Isolation and biological activity of triglycerides of the fermented mushroom of *Coprinus comatus*. *BMC Complementary and Alternative Medicine* **12**, 52 DOI: [10.1186/1472-6882-12-52](https://doi.org/10.1186/1472-6882-12-52).
- Redhead SA. 2001. Bully for *Coprinus* – a story of manure, minutiae and molecules. *Field Mycology* **2**(4): 118-126.
- Redhead SA, Vilgalys R, Moncalvo JM, ... et al. 2001. *Coprinus* Pers. and the disposition of *Coprinus* species sensu lato. *Taxon* **50**: 203–241.
- Sánchez C. 2016. Reactive oxygen species and antioxidant properties from mushrooms. *Synthetic and Systems Biotechnology* **2**(1): 13–22.
- Scior T, Guevara-Garcia A, Bernard P, ... et al. 2005. Are Vanadium Compounds Drugable? Structures and Effects of Antidiabetic Vanadium Compounds: A Critical Review. *Mini-Reviews in Medicinal Chemistry* **5**(11): 995–1008 DOI:10.2174/138955705774575264.
- School of Science and Technology. Portugese Yeast Culture Colletion. University Lisbon.

- Caparica. Available from https://pycc.bio-aware.com/page/Filamentousfungi_table (accessed April 2023).
- Socha R, Jegorov A. 2014. Encyklopedie léčivých hub. Academia, Praha.
- Song G, Du Q. 2011. Antioxidant activity comparison of polysaccharides from nine traditional edible fungi in China. Pages 1196-1200, 4th International Conference on Biomedical Engineering and Informatics (BMEI), IEEE, Shanghai DOI: 10.1109/BMEI.2011.6098606.
- Stilinović N, Čapo I, Vukmirović S, Rašković A, Tomas A, Popović M, Sabo A. 2020. Chemical composition, nutritional profile and in vivo antioxidant properties of the cultivated mushroom *Coprinus comatus*. Royal Society Open Science 7(9):200900 DOI: 10.1098/rsos.200900.
- Stojković D, Reis FS, Barros L, ... et al. 2013. Nutrients and non-nutrients composition and bioactivity of wild and cultivated *Coprinus comatus* (O.F.Müll.) Pers. Food and Chemical Toxicology **59**: 289–296.
- Svrček M, Kubička J. 1961. Operkulární diskomycety od rybníka Dvořiště v jižních Čechách. Czech Mycology **15**(2): 61-77.
- Svrček M, Kubička J. 1963. Druhý příspěvek k operkulárním diskomycetům z okolí rybníka Dvořiště v jižních Čechách. Czech Mycology **15**(2): 61-77.
- Svrček M, Kubička J. 1971. Zweiter Beitrag zur Kenntnis der Mykoflora des Urwaldes „Žofínský prales“ im Gebirge Novohradské hory (Südböhmen). Czech Mycology **25**(2): 103-111.
- Svrček M. 1959. Resultate der mykologischen Durchforschung Böhmens für das Jahr 1958, I. Der Winter und Frühlingsaspekt der mittelböhmischen Mykoflora. Czech Mycology **13**(3): 153-159.
- Svrček M. 1960. Eine mykofloristische Skizze der Umgebung von Karlštejn (Karlstein) im Mittelböhmen. Czech Mycology **14**(2): 67-86.
- Svrček M. 1966. Agaricales in Böhmen II. Czech Mycology **20**(3): 141-150.
- Svrček M. 1990. A report on mycological trips to Krkonoše Mts. (Giant Mts.), Bohemia, in the years 1986-1989. Czech Mycology **44**(2): 77-91.
- Šebek S. 1979. Zur Pilzflora des Hügels „Semická hůrka“ (Kreis Nymburk, Bez. Mittelböhmen). Czech Mycology **33**(3): 159-169.
- Šmarda F. 1964. Beitrag zur mykozöologischen Charakteristik des pannonischen Gebietes in der Umgebung von Brno. Czech Mycology **18**(1): 7-15.
- Tejklová T. 2018. Z 18. setkání mladých mykologů: Mykologické listy **139**: 42-49.
- Tejklová T. 2019. Mladí mykologové se sešli již po devatenácté. Mykologické listy **143**: 31-42.

- Tel G, Çavdar H, Deveci E, ... et al. 2014. Minerals and metals in mushroom species in Anatolia. *Food Additives and Contaminants Part B Surveillance* **7**(3): 226–231.
- Tešanović K, Pejin B., Šibul F, ... et al. 2017. A comparative overview of antioxidative properties and phenolic profiles of different fungal origins: Fruiting bodies and submerged cultures of *Coprinus comatus* and *Coprinellus truncorum*. *Journal of Food Science and Technology* **54**(2): 430–438.
- The Westerdijk Institute. 2023. Culture collection of fungi and yeasts. Westerdijk Fungal Biodiversity Institute, Westerdijk. Available from https://wi.knaw.nl/fungal_table (accessed April 2023).
- Tichý H. 2001. Příspěvek k poznání mykoflóry chráněných území NPR Velký vrch u Vršovic, okr. Louny. *Mykologické listy* **79**: 3-8.
- Tichý H. 2004. Příspěvek k poznání mykoflóry chráněných území. Přírodní památka „V hlubokém“ u Peruce, okr. Louny. *Mykologické listy* **87**: 14-18.
- Tomšovský M. 2001. Přehled druhů nalezených na prvním setkání mykologů ve Velemíně. *Mykologické listy* **78**: 5-7.
- Tsai SY, Tsai HL, Mau JL. 2009. Antioxidant properties of *Coprinus comatus*. *Journal of Food Biochemistry* **33**(3): 368–389.
- University of Gothenburg. VTT culture collection. VTT Technical Research Centre of Finland. Available from <http://culturecollection.vtt.fi/m/html?p=m> (accessed April 2023).
- University Valencia. 2023. Spanish Type Culture Collection. University Valencia, Valencia. Available from <https://www.uv.es/uvweb/spanish-type-culture-collection/en/cect/strains/culture-media-catalogue-/strains-search-engine-1285892802374.html> (accessed April 2023).
- Vašutová M. 2004. Macromycetes of permanent plots in cultural forests in the Moravskoslezské Beskydy Mts. and Vsetínské vrchy hills (Czech Republic). *Czech Mycology* **56**(3-4): 259-289.
- Vaz JA, Barros L, Martins A, ... et al. 2011. Chemical composition of wild edible mushrooms and antioxidant properties of their water soluble polysaccharidic and ethanolic fractions. *Food Chemistry* **126**(2): 610–616.
- Vesterholt J. 2008. *Coprinellus* P. Karst. Pages 558-568 in Knudsen H, Vesterholt J, editors. *Funga Nordica Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera*. Nordsvamp, Copenhagen.
- Vesterholt J. 2008. *Coprinopsis* Pers. Pages 568-570 in Knudsen H, Vesterholt J, editors. *Funga Nordica Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera*. Nordsvamp, Copenhagen.
- Vesterholt J. 2008. *Coprinus* Pers. Pages 532-533 in Knudsen H, Vesterholt J, editors. *Funga Nordica Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera*. Nordsvamp, Copenhagen.

- Vesterholt J. 2008. Parasola Redhead, Vilgalys & Hopple. Pages 584-586 in Knudsen H, Vesterholt J, editors. Funga Nordica Agaricoid, boletoid and cyphelloid genera. Nordsvamp, Copenhagen.
- Výzkumný ústav rostlinné výroby vvi. Národní program konzervace a využívání genetických zdrojů mikroorganismů a drobných živočichů hospodářského významu. VÚRV, Praha. Available from <https://old.vurv.cz/collections/vurv.exe/search?lang=cz> (accessed April 2023).
- Wächter D, Melzer A. 2020. Proposal for a subdivision of the family *Psathyrellaceae* based on a taxon-rich phylogenetic analysis with iterative multigene guide tree. Mycological Progress **19**: 1151–1265.
- Wichanský E. 1960. Několik zajímavějších druhů hub hřibovitých a bedlovitých z nálezů v letech 1958-1959. Czech Mycology **14**(1): 40-49.
- Wichanský E. 1966. *Coprinus velox* God. ap. Gill. (sensu Lange) in Böhmen. Czech Mycology **20**(1): 32-33.
- Wu L, Wu Z, Lin Q, Xie L. 2003. Purification and activities of an alkaline protein from mushroom *Coprinus comatus*. Acta Microbiologica Sinica **4**: 793–798.
- Xiao H, Bian Y, Huang H, Zhang Z, Wu L, Wu L. 2020. Inhibitory effect of protein Y3 from *Coprinus comatus* on tobacco mosaic virus. Pesticide Biochemistry and Physiology **168** (104474) DOI: 10.1016/j.pestbp.2019.09.012.
- Yu J, Cui P, Zeng W, ... et al. 2009. Protective effect of selenium-polysaccharides from the mycelia of *Coprinus comatus* on alloxan-induced oxidative stress in mice. Food Chemistry **117**: 42–47.
- Zahid S, Chibuike C. Udenigwe CC, Ata A, Eze MO, Segstro EP, Holloway P. 2006. New bioactive natural products from *Coprinus micaceus*. Natural Product Research, **20**(14): 1283-1289.
- Zelený L. 2003. Mykoflóra Farské skály (okr. Plzeň – jih). Mykologické listy **86**: 10-20.
- Zhang P, Li K, Yang G, ... et al. 2017. Cytotoxic protein from the mushroom *Coprinus comatus* possesses a unique mode for glycan binding and specificity. Proceedings of the National Academy of Sciences **114**(34): 8980–8985.
- Zhao H, Li H, Lai Q, ... et al. 2019. Antioxidant and hepatoprotective activities of modified polysaccharides from *Coprinus comatus* in mice with alcohol-induced liver injury. International of Biological Macromolecules **15**(127): 476–485.
- Zhao S, Rong CB, Kong Ch, ... et al. 2014. A novel laccase with potent antiproliferative and HIV-1 reverse transcriptase inhibitory activities from mycelia of mushroom *Coprinus comatus*. BioMed Research International 2014 (417461) DOI: 10.1155/2014/417461.
- Zhao X, Zou X, Li Q, ... et al. 2018. Total flavones of fermentation broth by co-culture of *Coprinus comatus* and *Morchella esculenta* induces an anti-inflammatory effect on

LPSstimulated RAW264.7 macrophages cells via the MAPK signaling pathway.
Microbial Pathogenesis **125**: 431–437.

Zhou G, Han C. 2008. The co-effect of vanadium and fermented mushroom of *Coprinus comatus* on glycaemic metabolism. Biological Trace Element Research **124**(1): 20–27.

