

MIKROSKOPICKÉ HOUBY V DOBŠÍNSKÉ LEDOVÉ JESKYNI A VE VYBRANÝCH JESKYNÍCH NÁRODNÍHO PARKU SLOVENSKÝ KRAS

Alena Nováková

Ústav půdní biologie AV ČR, Na Sádkách 7, 370 05 České Budějovice, Česká republika;
alena@upb.cas.cz

A. Nováková: Microscopic fungi in the Dobšinská Ice Cave and selected caves of the National Park Slovak Karst

Abstract: Saprotrophic micromycetes were studied in the Dobšinská Ice Cave and in several caves of NP Slovak Karst (Domica Cave, Čertova diera Cave, Ardovská Cave, Gombasecká Cave and Krásnohorská Cave). Micromycetes were isolated from air (caves and outdoor), cave sediments, bat droppings and guano, marten excrements, earthworm casts, isopoda faeces, soils near studied caves). Quantitative occurrence of microfungi in air (number of microfungal spores per m³ of the air) were also recorded. Differences in species diversity and quantitative occurrence of micromycetes in air of caves and outdoor were found. Some microscopic fungi were isolated frequently, e.g. several species of the genus *Mucor*, *Penicillium glandicola*, *Myxotrichum deflexum*, *Doratomyces stemonitis*, *Echinobotryum* state of *D. stemonitis*, *Tetracosporium paxianum*, *Oidiodendron cerealis*, *Aspergillus fumigatus* and *Beauveria brongniartii*. On bat droppings were found small white and yellow colonies – in microscopic slide from yellow colonies were observed conidia of *Histoplasma capsulatum*.

Key words: saprotrophic microscopic fungi, biospeleology, caves, Dobšinská Ice Cave, Slovak Karst

ÚVOD

Jeskyňe představují velice specifické prostředí pro všechny živé organismy nacházející se v jeskyních. Tato specifická je dána základní charakteristikou všech podzemních prostor – t. j. nedostatkem světla – a s tím související nepřítomností fototrofních organismů. Hlavním zdrojem živin všech saprotrofních organismů včetně mikroskopických hub není většinou organická hmota rostlinného původu, jak je tomu u nadzemních ekosystémů – s výjimkou distrofních jeskyní (Anonymus 1), které jsou charakterizovány masivní akumulací rostlinného detritu – ale hlavně exkrementy živočichů pobývajících v jeskyních (troglóbionti, troglófilové a občasní či nechtění obyvatelé jeskyní) a mrtvá těla těchto živočichů a dále materiál, který se dostal do jeskyní splachem z povrchu (půdní organismy, části rostlin a jejich semena, větvičky, šišky apod.) nebo byl přinesen návštěvníky jeskyní (mikroorganismy zachycené na oblečení a obuvi, textilní částice, drobné odpadky). Mikroskopické saprotrofní houby spolu s bakteriemi rozkládají mrtvou organickou hmotu rostlinného, živočišného i mikrobiálního původu, ale rovněž slouží jako potrava pro řadu bezobratlých živočichů (Elhottová et al., 2003; Nováková, 2005; Nováková et al., 2005). Specifická mikroflóra se vyskytuje také v ovzduší jeskyní, v jeskynních sedimentech, ale i ve vermikulitech na stěnách jeskyní a na krápnících (Camassa, 2004).

CHARAKTERISTIKA JESKYNÍ

Výzkum mikroskopických hub v jeskyních NP Slovenský kras probíhá od roku 2002 – Domica, Čertova diera, Ardovská jeskyňe (Nováková, 2004, 2005); postupně byl rozšířen na další jeskyňe Slovenského krasu (Domica – Dlhá chodba od roku 2003, Krásnohorská jeskyňe od roku 2004, Gombasecká jeskyňe v roce 2005) a od roku 2004 na Dobšinskou ledovou jeskyňu v NP Slovenský ráj. Sledované jeskyňe patří mezi eutrofní jeskyňe s výskytem netopýřího guana (Domica – Dlhá chodba, Čertova diera, Ardovská jeskyňe a Dobšinská ledová jeskyňe) nebo jednotlivých exkrementů netopýřů (Krásnohorská jeskyňe), pouze Gombaseckou jeskyňu je možné zařadit vzhledem k nepřítomnosti netopýřů mezi tzv. oligotrofní jeskyňe bez dostupné organické hmoty (Anonymus 1).

Dobšinská ledová jeskyňe je součástí jeskynního systému Stratenské jeskyňe, vchod do jeskyňe je na severním svahu vrchu Duča v nadmořské výšce 969 m (Bella – Lalkovič, 2000). Část jeskyňe je zaledněna, v nezaledněné části se vyskytují krápníkové prostory (Novotný and Tulis, 2005). Zpřístupněna pro veřejnost je pouze zaledněná část jeskyňe. Jeskyňe Domica, Ardovská jeskyňe a Čertova diera se nacházejí na jihozápadním okraji Silické planiny v NP Slovenský kras. Jeskynní systém Domica – Čertova diera (5291 m) tvoří jednotný genetický celek s jeskyňu Baradla v Maďarsku. Část tohoto jeskynního systému (jeskyňe Domica) je zpřístupněna pro veřejnost a je vytvořená korozi a erozi podzemních toků Styxu a Domického potoka. Vchod do jeskyňe se nachází v nadmořské výšce 339 m. Dlouhá chodba představuje nepřístupnou část jeskyňe Domica podél toku Styxu končící na hranicích s Maďarskem. Čertova diera představuje nejzápadnější

část tohoto systému. Od vchodu v nadmořské výšce 375 m podzemní prostory klesají k podzemnímu toku Styxu (Bella – Lalkovič, 2001; Droppa, 1950, 1961, 1972). Ardovská jeskyně (1600 m) se nachází ve strmé stěně Ardovské doliny v nadmořské výšce asi 320 m, je dvouúrovňová, se známými archeologickými a antropologickými nálezy (Bella, 2000; Kunský, 1939). Gombasecká jeskyně je také zpřístupněna pro veřejnost, nachází se na západním úpatí Silické planiny v kaňonu mezi Rožňavou a Plešivcem. Vchod do jeskyně je nad Černou vyvěračkou v nadmořské výšce 250 m (Bella – Lalkovič, 2003). Krásnohorská jeskyně je vývěrová fluviokrasová jeskyně vytvořená činností podzemního toku potoka Buzgó. Nachází se v blízkosti vesnice Krásnohorská Dlhá Lúka, v současnosti je známých 1556 m podzemních prostorů, přičemž přibližně 450 m je zpřístupněno pro veřejnost za doprovodu vůdce Speleologické vůdcovské služby (Anonymus 2). Charakteristiku sledovaných jeskyní z hlediska jejich přístupnosti pro veřejnost, výskytu netopýrů a netopýřího guana uvádí tab. 1.

Tab. 1. Charakteristika sledovaných jeskyní z hlediska jejich přístupnosti pro veřejnost a výskytu netopýrů a guana v jeskyních

Tab. 1. A characterisation of studied caves – show caves, occurrence of bats and bat guano

Jeskyně	Přístupnost pro veřejnost	Výskyt netopýrů	Výskyt guana (kupky)
Domica	+	+	+
Domica – Dlhá chodba	–	+	+
Čertova diera	–	+	+
Ardovská jaskyňa	–	+	+
Krásnohorská jaskyňa	+	+	–
Gombasecká jaskyňa	+	–	–
Dobšinská ľadová jaskyňa	+	+	±

MATERIÁL A METODIKA

Odběr vzorků. Odběry vzorků probíhaly od roku 2003 vždy na jaře a na podzim (Domica, Ardovská jeskyně a Čertova diera), v Dobšinské ledové jeskyni byly vzorky odebírány na jaře a na podzim 2004 a na jaře 2005. V Krásnohorské jeskyni byly vzorky odebírány na podzim 2004 a na jaře 2005 a v Gombasecké jeskyni pouze na jaře 2005. Vzorky guana, exkrementů, jeskynního sedimentu a nárostů hub na substrátu byly odebírány do sterilních mikrozumavek, lahvíček a mikrotenových sáčků nebo přímo na 6 cm Petriho misky s izolačním médiem. Izolace mikromycetů v Dobšinské ledové jeskyni probíhala ze zaledněných i nezaledněných prostor. Pro srovnání byly odebírány vzorky půdy v blízkosti jeskyní.

Metody izolace. Sedimentační metoda (the gravity settling culture plate method, Buttner – Stetzenbach, 1991) byla používána pro izolaci mikromycetů z ovzduší jeskyní a venkovní atmosféry – před vchodem do jeskyně (doba expozice byla různá podle časových možností pobytu v jeskyních). Počet izolovaných kolonií byl přepočítáván na m³ vzduchu. Jako izolační médium byl používán Sabouraudův agar (Fassatiová, 1979) s přidáním bengálské červeně a chloramfenikolu pro potlačení růstu bakterií. Pro izolaci mikromycetů ze vzorků odebraných z jiných substrátů byla používána zředěvací metoda (*dilution plate isolation method* – Garrett, 1981; Parkinson et al., 1971) nebo se izolace prováděla rozložením malého množství substrátu přímo na izolační médium v Petriho misce. Agar s půdním extraktem a Sabouraudův agar (Fassatiová, 1979), oba s přidáním bengálské červeně a chloramfenikolu, byly používány jako izolační média.

Kultivace. Kultivace Petriho misek probíhala při teplotě 10 – 12 °C ve tmě po dobu 7 dní. Potom byly narostlé kolonie mikromycetů přeočkovány na sladidlový agar a kultivovány za standardních podmínek (v termostatu při 25 °C).

Mikroskopická pozorování. Z některých nalezených objektů, hlavně z netopýřích exkrementů s viditelnými koloniemi mikromycetů, byly hned po návratu z jeskyní zhotoveny mikroskopické preparáty.

VÝSLEDKY A DISKUSE

Izolace mikroskopických hub z ovzduší jeskyní probíhala od začátku studia mikromycetů v jeskyních NP Slovenský kras s cílem zjistit případné rozdíly v druhovém spektru mikromycetů ve studovaných jeskyních v závislosti na jejich návštěvnosti a od roku 2003 byly narostlé kolonie mikromycetů vyhodnocovány i kvantitativně. Od roku 2004 byly pro porovnání mikromycety izolovány také z venkovního ovzduší. Zjištěné

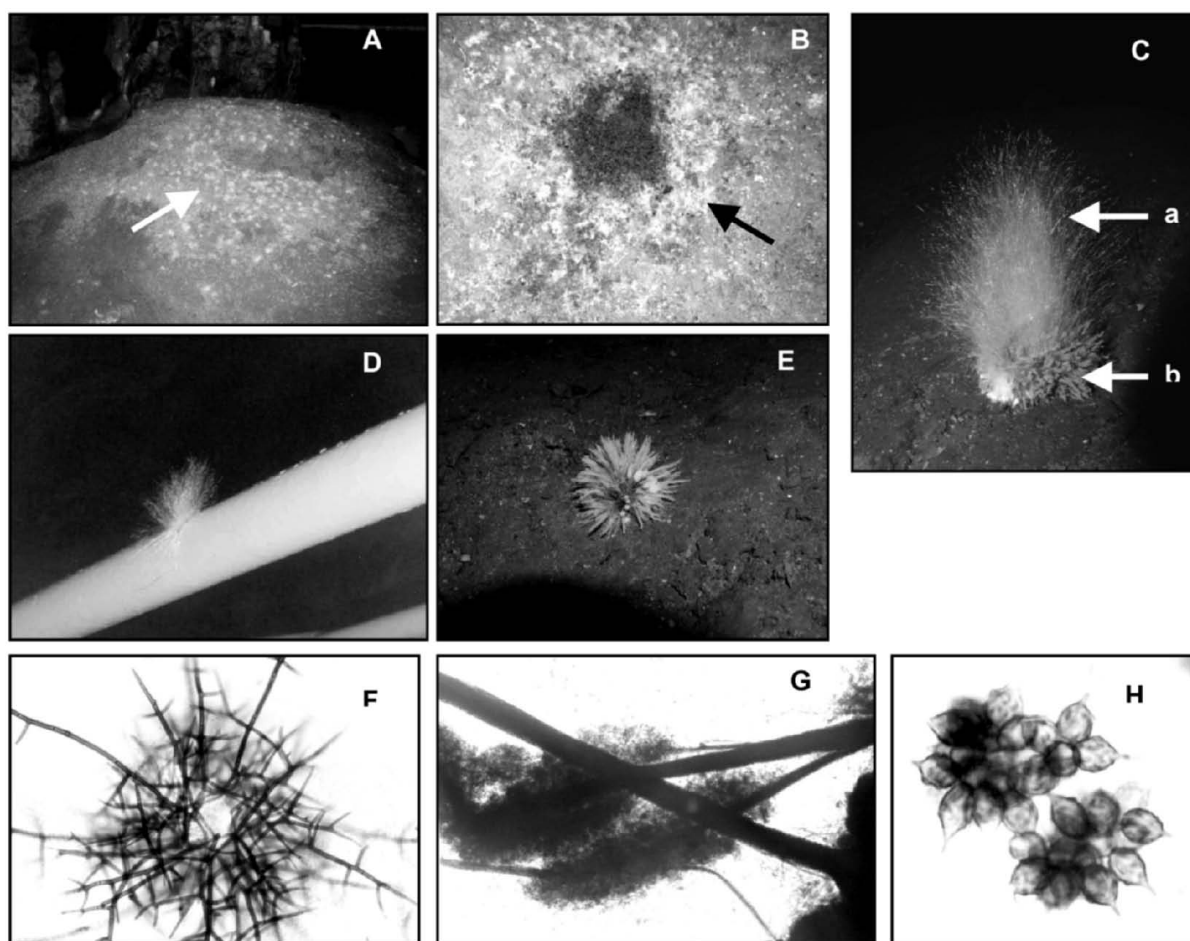
Tab. 2. Počty izolovaných kolonií z ovzduší v přepočtu na m³ vzduchuTab. 2. Numbers of isolated microfungal colonies in indoor and outdoor air counted on m³ of the air

Jeskyně a odběrové místo		I. 03	II.03	I. 04	II. 04	I. 05
Domica	venkovní ovzduší	–	–	–	1484,14	7,26
	vchod	189,5	227,34	16,79	70,2	4,54
	Dóm indických pagod	161,35	29,147	17,34	84,2	7,76
	Palmový háj	25,97	21,86	13,63	504,5	6,26
	Rímske kúpele	–	–	19,20	122,7	5,25
	Panenská chodba	–	–	3,15	123,4	3,11
Domica – Dlhá chodba	venkovní ovzduší	–	–	–	–	46,3
	Za stavidlem	–	120,56	–	58,2	25,5
	u mříže (u stacionáru)	–	–	–	691,5	301,4
Ardovská jaskyňa	venkovní ovzduší	–	–	–	1550,2	97,6
	vstupní chodba	328,32	63,15	342,84	560,8	36,9
	Zrútený dóm	526,05	105,25	139,02	611,5	31,1
	vzadu za Zrúteným dómom	1310,39	–	1474,4	358,6	72,81
Čertova diera	venkovní ovzduší	–	–	–	2683,3	1020,2
	suťový svah – vstup do jeskyně	–	–	–	1064,9	1583,4
	Veľká sieň netopierov nahoře	–	–	296,04	638,3	144,5
	Veľká sieň netopierov dole	326,17	710,45	748,38	3100,3	232,3
Krásnohorská jaskyňa	venkovní ovzduší	–	–	–	–	231,0
	vstupní část	–	–	–	–	67,3
	Puklinová chodba	–	–	–	–	791,3
	Sieň obrov	–	–	–	–	288,1
	Veľká sieň	–	–	–	–	1828,3
Gombasecká jaskyňa	venkovní ovzduší	–	–	–	–	2004,5
	vstupní chodba	–	–	–	–	0
	Herényiho sieň	–	–	–	–	18,7
	Rozložníková sieň	–	–	–	–	10,3
	Mramorová sieň	–	–	–	–	173,7
Dobšinská ľadová jaskyňa	venkovní ovzduší	–	–	–	197,4	80,1
	Veľká sieň	–	–	408,53	32,1	24,8
	Zrútený dóm	–	–	47,36	19,2	6,4
	Ruffňnyho koridor	–	–	–	110,6	58,1
	Prízemie	–	–	–	473,7	96,7
	Kvapľová sieň	–	–	–	63,2	21,7
	Biela sieň	–	–	–	–	650,5

výsledky kvantitativního zastoupení mikromycetů v ovzduší jeskyní a ve venkovním ovzduší (tab. 2) nejsou tak jednoznačné a je zřejmé, že byly zaznamenány rozdíly mezi jednotlivými jeskyněmi i mezi jednotlivými odběry – a to způsobené nejen rozdíly mezi jarními a podzemními odběry, ale byl zaznamenán i vliv klimatických poměrů v daném období. Nejvíce bylo kvantitativní zastoupení spor v ovzduší ovlivněno klimatickými

oměry v jarním odběru 2005 – deštivé počasí značně snížilo výskyt spor ve venkovním ovzduší (s výjimkou venkovního ovzduší u Gombasecké jeskyně), ale v tomto odběru byly zaznamenány poměrně nízké hodnoty počtu kolonií na m³ vzduchu i v jeskyních. Velice nízké hodnoty byly zjištěny hlavně v jeskyni Domica a dále v Ardovské jeskyni a v Dobšinské ledové jeskyni. Obdobně nízké hodnoty se v jeskyni Domica zjistili i při jarním odběru v roce 2004, i když v tomto období panovalo teplé slunečné počasí. Při srovnání s jeskyní Domica byly pozorovány poměrně vysoké počty spor v ovzduší jeskyně Čertova díra a většinou i v ovzduší Ardovské jeskyně. Vysoké hodnoty byly také zaznamenány v ovzduší Velké síně v Krásnohorské jeskyni a v Bílé síni v Dobšinské ledové jeskyni.

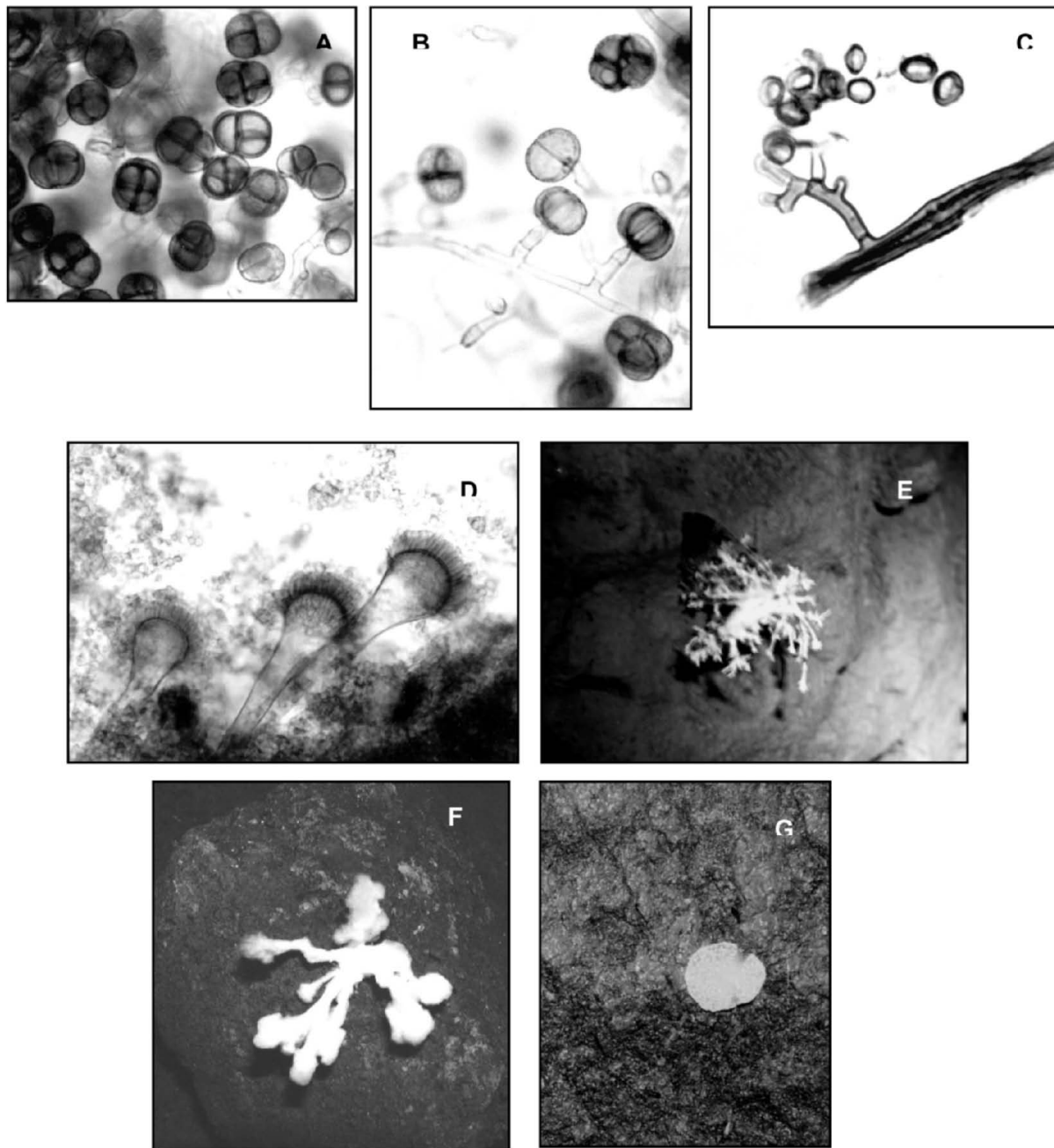
Rozdíly v druhovém zastoupení mikromycetů v ovzduší jeskyní a ve venkovním ovzduší bylo možné očekávat, překvapením byl fakt, jak málo druhů, které byly hojně izolovány z venkovního ovzduší, bylo izolováno i z ovzduší jeskyní. Je možné konstatovat, že ve venkovním ovzduší byly dominantními druhy mikromycetů *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum* a *Botrytis cinerea* a dále byly izolovány např. *Cladosporium herbarum*, *C. tenuissimum*, *C. elatum*, *Rhizopus arrhizus*, *Arthrinium arundinis*, *Acremonium strictum*, *Aureobasidium pullulans*, *Pithomyces chartarum*, *Ulocladium oudemansii*, *Aspergillus flavus*, *Penicillium janthinelum*, *Penicillium glandicola* a dosud nedeterminované druhy rodů *Penicillium* a *Trichoderma*. Z ovzduší jeskyní byly izolovány jako dominantní druhy *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Rhizopus arrhizus* a *Penicillium glandicola* a dále



Obr. 1. A – kolonie *Mucor* spp. na haldě guana (Domica, Palmový háj), B – porostlé exkrementy netopýrů (Ardovská jeskyně), C – kolonie *Mucor* spp. (a) a *P. glandicola* (b) na kuním exkrementu (Domica, Rímské kúpele), D – kolonie *Mucor* spp. na zábradlí (Domica), E – kolonie *P. glandicola* na kuním exkrementu, F – *M. deflexum*, přívěšky na askokarpu (12,5 x 40), G – *Doratomyces stemonitis*, konidiofory (12,5 x 20), H – *Echinobotryum* state of *D. stemonitis*, konidie (12,5 x 60). Foto C a E: P. Luptáček

Fig. 1. A – colonies of *Mucor* spp. On the heap of gat guano (Domica Cave, Palmový háj Hall), B – *Mucor* spp. growth on bat droppings (Ardovská Cave), C – colonies of *Mucor* spp. (a) and *P. glandicola* (b) on marten excrement (Domica Cave, Rímske kúpele Hall), D – colony of *Mucor* spp. on the banister (Domica Cave), E – colony of *P. glandicola* on marten excrement (Domica Cave, Rímske kúpele Hall), F – appendages on ascocarp of *Myxotrichum deflexum* (12,5 x 40), G – conidiophores of *Doratomyces stemonitis* (12,5 x 20), H – *Echinobotryum* state of *D. stemonitis*, conidia (12,5 x 60). Photo of C and E: P. Luptáček

byly izolovány např. *Ulocladium atrum*, *Penicillium chrysogenum*, *P. glandicola*, *Mucor hiemalis* f. *luteus*, *Scopulariopsis chartarum*, *Fusarium oxysporum*, *Aspergillus versicolor*, *A. candidus*, *A. phoenicis*, *Paecilomyces carneus*, *Oidiodendron cerealis*, *Geomyces pannorum*, *Chaetomium funicola*, *C. indicum*, *Eurotium chevalieri* a rovněž několik dosud nedeterminovaných druhů rodů *Penicillium* a *Trichoderma*. *Paecilomyces lilacinus*, který byl dominantní v ovzduší jeskyní (Domica, Čertova díra a Ardovská jeskyně) v prvních dvou letech sledování (Nováková, 2004), byl později izolován s menší frekvencí. Pouze z ovzduší Krásnohorské jeskyně byly izolovány *Clonostachys rosea* a *Clonostachys* sp., *Acremonium berkeleyanum* bylo izolováno pouze z ovzduší Dobšinské ledové jeskyně. Gravesen et al. (1994) uvádějí jako typické druhy z venkovního

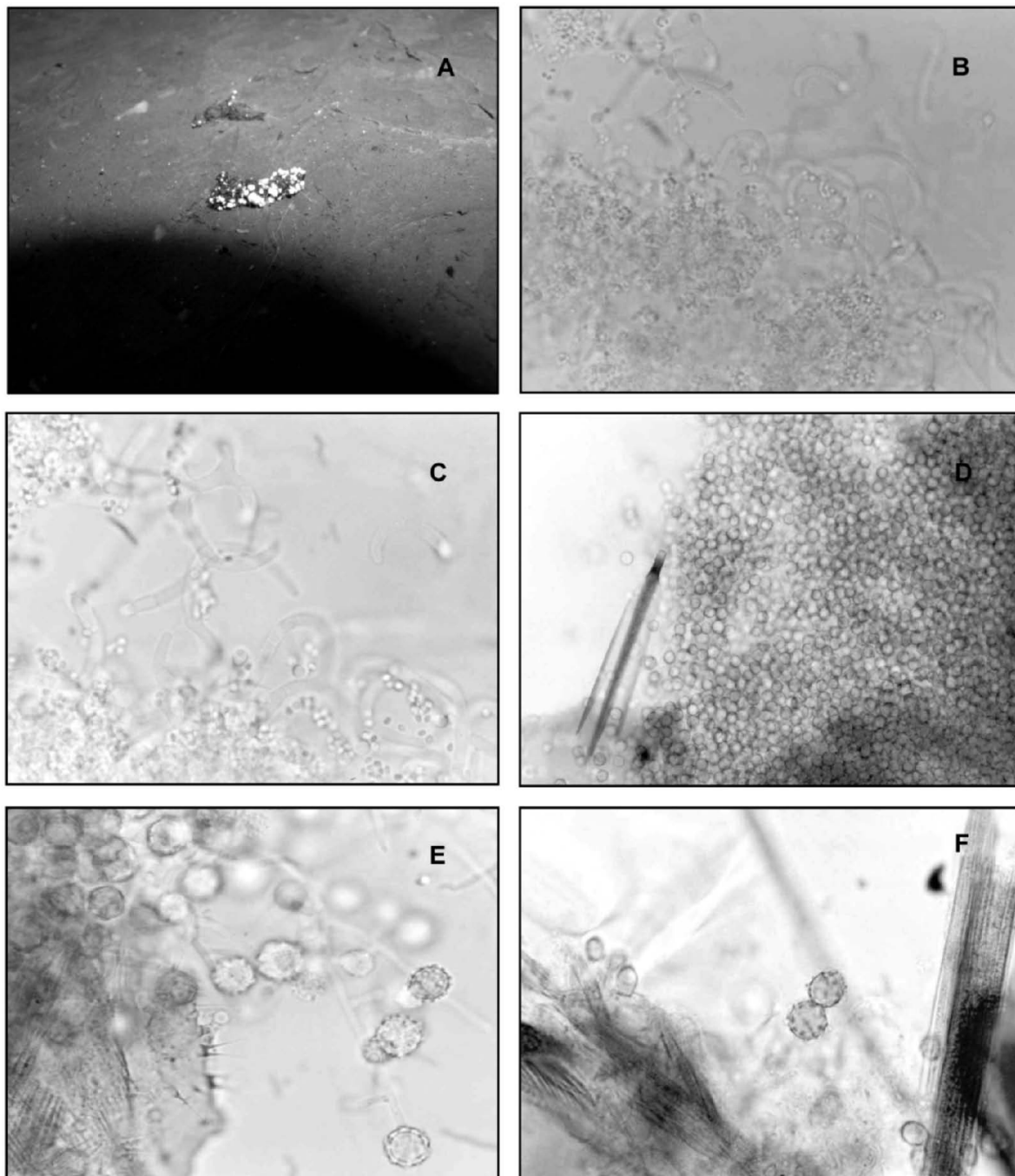


Obr. 2. A – konidie *Tetracosporium paxianum* z netopýřího guana (12,5 x 60), B – *T. paxianum*, konidiogenní buňky a konidie (12,5 x 60), C – *Oidiodendron cerealis*, konidiofór a konidie (12,5 x 100), D – *Aspergillus fumigatus*, konidiofory (12,5 x 40), E – můra *Triphosa* sp. porostlá mikroskopickými houbami (Domica, vstupní chodba), F – kolonie *Beauveria brongniartii* (Ardovská jeskyně, foto: P. Luptáček), G – kolonie *B. brongniartii* na stěně (Krásnohorská jeskyně)

Fig. 2. A – conidia of *Tetracosporium paxianum* from bat guano (12,5 x 60), B – *T. paxianum*, conidiogenic cells with conidia (12,5 x 60), C – *Oidiodendron cerealis*, conidiophore and conidia (12,5 x 100), D – *Aspergillus fumigatus*, conidiophores (12,5 x 40), E – butterfly *Triphosa* sp. with microfungus growth (Domica Cave, entrance corridor), F – colony of *Beauveria brongniartii* (Ardovská Cave, photo: P. Luptáček), G – colony of *B. brongniartii* on cave wall (Krásnohorská Cave)

ovzduší *Alternaria alternata*, *Aureobasidium pullulans*, *Botrytis cinerea*, *Aspergillus versicolor*, *Cladosporium* spp., *Epicoccum nigrum*, *Penicillium chrysogenum*, *P. polonium*, *Trichoderma viride*, *Ulocladium* spp., *Fusarium* spp., *Penicillium* spp. a *Drechslera* spp., zatímco typické druhy ve vnitřním ovzduší (zde míněno hlavně ovzduší uvnitř budov) jsou rovněž *A. alternata* a dále *Aspergillus fumigatus*, *A. niger*, *A. versicolor*, *Aureobasidium pullulans*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *P. chrysogenum*, *P. polonium*, *Stemphylium botryosum*, *Trichoderma viride* a *Ulocladium* spp.

Izolaci mikromycetů z ostatních studovaných substrátů – především netopýří guano a exkrementy, exkrementy isopodů, žížal, kuní exkrementy, jeskynní sediment, mrtvoly netopýřů a pod. – bylo získáno velké množství izolátů, z nichž některé nebyly dosud determinovány a řada izolátů patří mezi tzv. sterilní mycelia.



Obr. 3A – bílé kolonie na netopýřím exkrementu (foto: J. Stankovič); B, C – mikroskopický preparát zhotovený z bílých kolonií, 12,5 x 40 a 12,5 x 60; D, E, F – preparát zhotovený ze žlutě zbarvených kolonií – konidie s prstovitými výběžky (*Histoplasma capsulatum*), 12,5 x 20 a 12,5 x 60

Fig. 3A – white colonies on bat dropping (photo: J. Stankovič); B, C – microscopic slide prepared from white colonies on bat dropping, 12,5 x 40 and 12,5 x 60; D, E, F – microscopic slide prepared from yellowish colonies on bat droppings – macroconidia with cylindrical projections (*Histoplasma capsulatum*), 12,5 x 20 and 12,5 x 60

Pro srovnání se spektrem hub v jeskyních byly také pravidelně izolovány vzorky půdy odebrané v blízkosti jeskyní. Druhové zastoupení mikromycetů v půdě bylo převážně jiné než v jeskynních sedimentech. Některé druhy mikromycetů byly z různých substrátů izolovány opakovaně. Mezi tyto mikromycety patří různé druhy rodu *Mucor*, jejichž kolonie na netopýřím trusu a guanu jsou v jeskyních poměrně hojné – *Mucor mucedo*, *Mucor dimorphosporus*, *Mucor dimorphosporus* f. *sphaerosporus* a *Mucor hiemalis* f. *hiemalis* (obr. 1A, B, C, D). Dalším druhem, který je izolován opakovaně z netopýřního guana, z kuních exkrementů a exkrementů žízála, je *Penicillium glandicola* (obr. 1C a E). Keratinofilní druh *Myxotrichum deflexum* byl izolován z exkrementů stejnonožce *Mesoniscus graniger* a opakovaně z exkrementů žízála (obr. 1F). *Doratomyces stemonitis* a *Echinobotryum* state of *Doratomyces stemonitis* (obr. 1G, H) bylo zjištěno v netopýřím guanu (Čertova díra, Domica a Ardovská jeskyně). *Tetracosporium paxianum* (obr. 2A, B) bylo nejprve pozorováno v mikroskopických preparátech zhotovených ze vzorků guana a posléze bylo izolováno z exkrementů *Mesoniscus graniger* (Čertova díra), z exkrementů žízála (Ardovská jeskyně) a z jeskynního sedimentu (Domica). Pravidelně byl z většiny sledovaných jeskyní NP Slovenský kras izolován *Oidiodendron cerealis* (obr. 2C) – tento druh byl zjištěn v jeskynním sedimentu (Domica), v půdě u Radovské jeskyně, ve střevním traktu *Mesoniscus graniger* a v exkrementech žízála (Domica, Domica – Dlhá chodba). *Aspergillus fumigatus* (obr. 2D), který je považován za potencionální patogenní houbu (Domsch et al., 1980; de Hoog et al., 2000), byl izolován z guana v Ardovské jeskyni a v Dobšinské ledové jeskyni. Nápadné nárosty entomopatogenních hub na mûrách rodu *Triphosa* byly nalezeny ve vstupních chodbách jeskyně Domica (obr. 2E) a Krásnohorské jeskyně. Z dalších entomopatogenních hub byla izolována *Beauveria brongniartii* (obr. 2F, G). Tento druh byl izolován z makroskopických kolonií narostlých na stěnách chodeb či na substrátu v jeskyni Domica a v Ardovské jeskyni. V Krásnohorské jeskyni byl na podzim 2004 zaznamenán hojný výskyt těchto kolonií na stěnách chodeb i na jeskynním sedimentu.

Ve všech jeskyních, ve kterých se vyskytují exkrementy netopýřů, byly nalezeny exkrementy s narostlými drobnými bílými koloniemi (obr. 3A). Izolace této houby se doposud nepodařila, ale hned po návratu z jeskyní byly z čerstvých vzorků připraveny mikroskopické preparáty, ve kterých bylo pozorováno stejné drsné mycelium s hyalinními konidii (obr. 3B). Na některých exkrementech dochází ke zažloutnutí kolonií mikromycetů – v mikroskopických preparátech z těchto kolonií se vyskytují konidie s prstovitými výběžky (obr. 3D, E, F), odpovídající makrokonidiím patogenní mikroskopické houby *Histoplasma capsulatum*. Obdobně byly stejné kolonie pozorovány i na netopýřích exkrementech odebraných v Chýnovské jeskyni, exkrementy s bílými koloniemi byly pozorovány i v Jeskyni na Turoldu (Nováková, 2006). Na možnost výskytu v jeskyních, ve kterých se vyskytuje netopýří guano, upozornili již Warren a Lewis (1989). Tito autoři uvádějí, že se *H. capsulatum* a s ní riziko infekce vyskytuje především v tropických a v subtropických jeskyních a v menší míře v jeskyních temperátní zóny. Vzhledem ke stálým nízkým teplotám kolem 10 °C omezujícím růst této houby a k ojedinělým nálezům místo masivních porostů není důvod k obavám o možnosti onemocnění turistů při návštěvě jeskyní.

Poděkování. Tato studie vznikla za finanční podpory Výzkumného záměru ÚPB AV ČR č. AV0Z60660521. Chtěla bych poděkovat zvláště svým slovenským kolegům za pomoc při odběru vzorků v jeskyních a dále Správě slovenských jeskyní, správcům Gombasecké jeskyně, Dobšinské ledové jeskyně a jeskyně Domica a RNDr. J. Stankovičovi za umožnění vstupu do jeskyní.

LITERATURA

- ANONYMUS 1 – Trophic and biospeleological categories. <http://www.digilander.libero.it>
- ANONYMUS 2 – Krásnohorská jaskyňa. <http://www.slovenskoonline.cz/jaskyna>.
- BELLA, P. 2000. Slovensko. Sprístupnené jaskyne. Liptovský Mikuláš, 64 pp.
- BELLA, P. – LALKOVIČ, M. 2000. Dobšinská ľadová jaskyňa. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš.
- BELLA, P. – LALKOVIČ, M. 2001. Jaskyňa Domica. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš.
- BELLA, P. – LALKOVIČ, M. 2003. Gombasecká jaskyňa. Správa slovenských jaskýň, Liptovský Mikuláš.
- BUTTNER, M. P. – STETZENBACH, L. D. 1991. Evaluation of 4 aerobiological sampling methods for the retrieval of aerosolized *Pseudomonas syringae*. Appl. Environ. Microb., 57: 1268–1270.
- CAMASSA, M. M. 2004. Food resources. In J. Gunn, Ed. Encyclopedia of Caves and Karst Science, New York and London, pp. 365–367.
- DOMSCH, K. H. – GAMS, W. – ANDERSON, T. H. 1980. Compendium of soil fungi. Vol. 1. Academic Press, London etc., 859 pp.
- DROPPA, A. 1950. Jaskyňa Čertova díra. Krásy Slovenska, 27 (5 – 8): 150 – 153.

- DROPPA, A. 1961. Domica – Baradla, jaskyňa predhistorického človeka. Šport, Bratislava, 151 s.
- DROPPA, A. 1972. Príspevok k vývoju jaskyne Domica. Československý kras, 22: 65 – 72.
- FASSATIOVÁ, O. 1979. Plísňe a vláknité houby v technické mikrobiologii. Praha, 211 pp.
- ELHOTTOVÁ, D. – KRIŠTŮFEK, V. – NOVÁKOVÁ, A. – KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ĽUPTÁČIK, P. 2003. Domica a Ardovská jaskyňa – štúdium interakcií medzi faunou a mikroflórou. Aragonit, 8: 38–40.
- DE HOOG, G. S. – GUARRO, J. – GENÉ, J. – FIGUERAS, M. J. 2000. Atlas of clinical fungi. 2nd Ed. CBS and Universitat Rovira i Virgili, Utrecht and Reus, 1126 pp.
- GARRETT, S. D. 1981. Soil fungi and soil fertility. 2nd Ed. Pergamon Press, Oxford etc., 150 pp.
- GRAVESEN, S. – FRISVAD, J. C. – SAMSON, R. A. 1994. Microfungi. Munsgaard, 168 pp.
- KUNSKÝ, J. 1939. Ardovská jeskyně ve Slovenském krasu. Rozpravy II. tř. ČA, 49, 21, Praha 12 s.
- NOVÁKOVÁ, A. 2004. Saprotrofní mikroskopické houby v jeskyních Národního parku Slovenský kras. In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 4, zborník referátov. Liptovský Mikuláš, 162 – 168.
- NOVÁKOVÁ, A. 2005. Interesting and rare saprotrophic microfungi isolated from excrements and other substrata in the Domica and Ardovská Caves (Slovak Karst National Park, Slovakia). In K. Tajovský – V. Pižl – J. Schlaghamerský, Eds. Contributions to Soil Zoology in Central Europe I, Proceedings of the 7th Central European Workshop on Soil Zoology, České Budějovice, April 14 – 16, 2003, pp. 103–106.
- NOVÁKOVÁ, A. 2006. Mikroskopické houby Chýnovské jeskyně a v Jeskyni na Turoldu (Česká republika). In P. Bella, Ed. Výskum, využívanie a ochrana jaskýň, 5. Zborník referátov, Liptovský Mikuláš, 211–213.
- NOVÁKOVÁ, A. – ELHOTTOVÁ, D. – KRIŠTŮFEK, V. – LUKEŠOVÁ, A. – HILL, P. – KOVÁČ, Ľ. – MOCK, A. – ĽUPTÁČIK, P. 2005. Feeding sources of invertebrates in the Ardovská Cave and Domica Cave systems – preliminary results. In K. Tajovský – V. Pižl – J. Schlaghamerský, Eds. Contributions to Soil Zoology in Central Europe I, Proceedings of the 7th Central European Workshop on Soil Zoology, České Budějovice, April 14–16, 2003, pp. 107–112.
- NOVOTNÝ, L. – TULIS, J. 2005. Kras Slovenského raja. Liptovský Mikuláš, 175 pp. + přílohy
- PARKINSON, D. – GRAY, T. R. G. – WILLIAMS, S. T. 1971. Methods for studying the ecology of soil microorganisms, International Biological Programme. Blackwell, Scientific Publications, 116 pp.
- WARREN, C. – LEWIS, M. D. 1989. Histoplasmosis: a hazard to new tropical cavers. The NSS Bulletin, 51: 52–65.

MICROSCOPIC FUNGI IN THE DOBŠINSKÁ ICE CAVE AND SELECTED CAVES OF THE NATIONAL PARK SLOVAK KARST

S u m m a r y

Saprotrophic micromycetes were studied in the Dobšinská Ice Cave and in several caves of NP Slovak Karst (Domica Cave, Čertova diera Cave, Ardovská Cave, Gombasecká Cave and Krásnohorská Cave). The most of studied caves belong to eutrophic caves, only the Gombasecká Cave according to the absence of bats can be classified as oligotrophic cave. Micromycetes were isolated from the air (caves and outdoor air), cave sediments, bat droppings and guano, marten excrements, earthworm casts, isopoda faeces and soils near studied caves). Quantitative microfungus occurrence in air (number of microfungus spores per m³ of the air estimated by the gravity settling culture plate method) were also recorded. Differences in species diversity and quantitative occurrence of micromycetes in air of caves and outdoor were found *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *Epicoccum nigrum* and *Botrytis cinerea* were estimated as dominant species in outdoor air, while *Alternaria alternata*, *Cladosporium cladosporioides*, *C. herbarum*, *C. sphaerospermum*, *Rhizopus arrhizus* and *Penicillium glandicola* were dominant species in cave air. Some microscopic fungi were isolated frequently, e. g. several species of the genus *Mucor* (*M. mucedo*, *M. imorphosporus*, *M. dimorphosporus* f. *sphaerosporus*, *Mucor hiemalis* f. *hiemalis*) were isolated frequently from bat droppings and guano, *Penicillium glandicola* was isolated from bat guano, marten excrements and earthworm casts. Keratinophilic species *Myxotrichum deflexum* was recorded from faeces of *Mesoniscus graniger* and from earthworm casts. *Doratomyces stemonitis* and *Echinobotryum* state of *D. stemonitis* were found in bat guano of the Čertova diera Cave and the Ardovská Cave. *Tetracosporium paxianum* was isolated from bat guano, earthworm casts and cave sediment. *Oidiiodendron cerealis* was frequently isolated from cave sediment, faeces of *M. graniger* and earthworm casts. *Aspergillus fumigatus* was found in bat guano of the Čertova diera Cave and the Dobšinská Ice Cave. Very interesting were records of macroscopic colonies of entomopathogenic *Beauveria brongniartii* on cave walls of the Domica Cave, the Ardovská Cave and frequently in the Krásnohorská Cave. On several bat droppings were found small white to yellow colonies – in microscopic slide from yellow colonies were observed conidia with cylindrical projections – macroconidia of *Histoplasma capsulatum*.