

PŘIROZENÍ NEPŘÁTELÉ A BIOLOGICKÝ BOJ S *DENDROCTONUS MICANS*: REVIEWNATURAL ENEMIES AND BIOLOGICAL CONTROL OF *DENDROCTONUS MICANS*: REVIEWKAROLÍNA LUKÁŠOVÁ¹⁾ - JAROSLAV HOLUŠA²⁾¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Praha²⁾ Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i., Strnady

ABSTRACT

The Eurasian spruce bark beetle *Dendroctonus micans* is a major pest of spruce, which is expanding its range mainly in Turkey, Georgia, England and France. Pathogens and predators are the main tool for biological control program of this pest. Now there is good evidence that predator *Rhizophagus grandis* is established in Turkey and other countries and is important in regulating of *D. micans* abundance. There are several ways to use entomopathogenic algae *Helicosporidium* sp. as biological control agents, but it is necessary to explain the possibility of transmission between *R. grandis* and *D. micans*.

Klíčová slova: *Dendroctonus micans*, biologický boj, patogeny, *Rhizophagus grandis*, chov

Key words: *Dendroctonus micans*, biological control, pathogens, *Rhizophagus grandis*, rearing

ÚVOD

Rod *Dendroctonus* zahrnuje přibližně 20 popsáných druhů. Většina z nich patří k největším škůdcům jehličnanů severní a střední Ameriky. Lýkohub smrkový *Dendroctonus micans* (Kugelann, 1794), původně druh se severoeurasijským areálem výskytu (od Islandu až po Sachalin a severní Japonsko na východě a v severní a západní Evropě), se během posledních sto let postupně rozšiřoval zřejmě spolu se zvýšením obchodu s kulatinou. Dnes se vyskytuje ve všech oblastech s růstem smrku v Evropě a v Asii (ACATAY 1968, AKINCI et al. 2009, AVERBEKE, GRÉGOIRE 1995, BEJER 1985, BEVAN, KING 1983, GRÉGOIRE 1988, KOBACHIDZE 1967, KOBACHIDZE et al. 1968), což svědčí o dobrých expanzních schopnostech.

D. micans využívá široké spektrum jehličnanů, které limitují jeho rozšíření: jedná se především o *Picea* spp., *Abies* spp., *Larix* spp., *Pinus* spp. a *Pseudotsuga* spp. (CARLE 1975, GRÉGOIRE 1988). Dva nejdůležitější hostitelské druhy v západní Evropě jsou smrk ztepilý *Picea abies* (L.) KARST. a smrk sitka *Picea sitchensis* (BONG.) CARR., na východě dominuje smrk východní *Picea orientalis* (L.) LINK. (KOBACHIDZE et al. 1968). Při hodnocení ohrožení zdraví rostlin světovými kůrovci je *D. micans* řazen po *Ips typographus* (Linnaeus, 1798) a *Ips amitinus* (Eichhoff, 1871) jako třetí nejvážnější škůdce (MARCHANT, BORDEN 1976).

D. micans byl zjištěn na *P. abies* již v roce 1794 (BRICHET, SEVERIN 1903), ale do roku 1852 byl jeho destruktivní potenciál podceňován. Od té doby postupně došlo k zvyšování počtu zaznamenaných gradací v západním Německu. V roce 1897 se objevil v Belgii, kde zapříčinil silné ztráty na smrku v letech 1897 - 1900 (SEVERIN 1902). Jihozápadní rozšíření v Belgii bylo přičteno převažujícím severovýchodním větrům (BRICHET, SEVERIN 1903). V Dánsku byl poprvé

objeven roku 1861, první vážná gradace vznikla na počátku 20. století. V roce 1935 byl zaznamenán v Holandsku (BROWN, BEVAN 1966). Při studiu nové gradace *D. micans* ve Francii vznikla domněnka, že epidemická populace brouků je spojena s čelem expandující populace (CARLE et al. 1979).

D. micans primárně nezpůsobuje vážná poškození a mortalitu stromů, ale v kombinaci s účinky dalších faktorů (kvalita půdy, sucho, klima) může být pro strom letální (ROLLAND, LEMPÉRIÉRE 2004). Vznik gradace je nejčastěji spojován s obdobími extrémního sucha. Pokud se vyskytnou více než ve dvou následujících sezonách, silně oslabují hostitelské stromy a činí je atraktivní pro napadení brouků. Nejlépe dokumentovaná studie této asociace byla provedena v Dánsku, kde se objevily gradace v letech 1947 - 1949 a 1960 - 1961, které proběhly v důsledku opakovaných letních i zimních období sucha (BEJER 1985). Dalšími faktory byly prudký nárůst plochy *P. sitchensis* (větší ztráty než na *P. abies*) vhodného věku a rozvíjející se možnosti obchodu se dřívím.

Ve Velké Británii byl potenciál *D. micans* jako škůdce smrku po mnoho let sledován (BROWN, BEVAN 1966), ačkoli nebyl nikdy zaznamenán během inspekce zdravotního stavu rostlin v britských přístavech. Na příkladu lýkožrouta smrkového a několika severoamerických druhů *Dendroctonus* bylo předpokládáno, že *D. micans* mohl dosáhnout Velké Británie pomocí transportu dříví (WINTER, BURDEKIN 1987). Po objevení *D. micans* na smrku sitka poblíž Ludlow v roce 1982 následovaly další nálezy v okolních lesích (BEVAN, KING 1983, FIELDING et al. 1991a). V Británii je strom napadán v kterékoliv jeho části, od kořenového systému až po horní část koruny. To je v kontrastu se situací známou v Evropě, kde se napadení vyskytuje blízko báze stromů (FIELDING et al. 1991a).



Obr. 1.
 Prskyříčná směs kolem závrťového otvoru *Dendroctonus micans* na *Picea orientalis*
 Resinous mixture around the entrance hole of *Dendroctonus micans* on *Picea abies*



Obr. 2.
 Ruční výroba rýhy v čerstvém špalku *Picea orientalis* pro chov *Dendroctonus micans* a *Rhizophagus grandis*
 Handmade trench in the fresh log for rearing *Dendroctonus micans* and *Rhizophagus grandis*

Zatímco v západní Evropě jsou známa obecně krátká období intenzivní aktivity *D. micans*, v Gruzii došlo ke kontinuálnímu narůstajícímu napadení lesů. Od prvního zaznamenání mezi lety 1957 a 1963 bylo silně napadeno více než 100 000 ha *P. orientalis* (KOBAKHIDZE et al. 1970). Postupné šíření *D. micans* od východu na západ se současnou jižní expanzí do Gruzie v roce 1957 a Turecka v roce 1966 (ACATAY 1968) ukazuje, že brouci mají dobře vyvinutou schopnost se pohybovat a využívat původně nenapadené smrkové lesy.

Předpokládá se, že *D. micans* má výborné letové schopnosti (FORSSE 1989), vzdálenost letu může být výrazně nižší tam, kde je hustota hos-

titelských stromů vyšší (GILBERT, GRÉGOIRE 2003). Dospělec požaduje pro iniciační start teplotu 21 – 23 °C (VOULAND et al. 1985), tyto teploty nejsou v zapojených smrkových porostech běžné a výskyt *D. micans* je tak důsledkem především lokálního šíření.

V Evropě se ekonomicky významné škody vyskytují v rozsáhlých lesích Arden (GRÉGOIRE 1984). Podle nařízení Evropské komise (ES) č. 690/2008 jsou uznány jako „chráněné zóny“ *D. micans* v Evropské unii: Řecko, Spojené království (Severní Irsko, ostrov Man a Jersey), kde je zdravotní stav rostlin vystaven zvláštnímu ohrožení.



Obr. 3.
 Detail rýhy s dospělými brouky *Dendroctonus micans* po odstranění vosku při ukončení chovu
 Trench detail with adult beetles of *Dendroctonus micans* after removal of wax at the end of rearing



Obr. 4.
 Dospělci *Rhizophagus grandis* vychovaní v laboratoři před determinací pohlaví a inokulací do terénu
Rhizophagus grandis adults bred in the laboratory before sex determination and inoculation in field

BIONOMIE

Brouci se rozmnožují pod kůrou a před vylétnutím jsou zcela chitinizováni. Typický je poměr pohlaví 1 samec na 10 samic, přičemž samice jsou zřejmě oplodňovány příbuznými samci (incestní páření). Páření před opuštěním stromu vylučuje potřebu samic lákat samce, proto není znám žádný agregační feromon u dospělců (BEVAN, KING 1983, GRÉGOIRE 1983). Dospělci mohou zůstat pod kůrou delší dobu, dokud nejsou podmínky vhodné k vylétnutí. V těchto případech minují ve skupinách v původních požercích. Samice napadají převážně nové stromy, méně pak nenapadené části hostitelského stromu (GILBERT et al. 2001). Disperze vede k napadení malých skupin stromů v lesních porostech a teritoriální expanzi. Teplotní práh pro let je 21 – 23 °C (EVANS et al. 1984, VOULAND et al. 1985), místy dokonce 20 °C (FIELDING, EVANS 1997).

Výběr stromů vhodných k vývoji souvisí se stupněm lignifikace borky, která zabraňuje larvám plně využít kambium (WAINHOUSE et al. 1990). Je prokázáno spojení mezi napadením a infekcí houbami *Heterobasidium annosum* (Fr.) BREF. a *Armillaria* sp. (Grégoire 1988).



Obr. 5.
Dospělí brouci *Dendroctonus micans* z chovných špalků
Adult beetles of *Dendroctonus micans* from the rearing logs



Obr. 7.
Larvy *Rhizophagus grandis* po úspěšné inokulaci do ohniska přemnožení *Dendroctonus micans*
Rhizophagus grandis larvae after successful inoculation in the outbreak area of *Dendroctonus micans*

První útok se často nachází v okolí ran na stromech, kde dochází ke snížení tlaku pryskyřic. Samice se prokouše skrz borku až k lýku, vytvoří matečné chodby, začne klást vajíčka a přitom odstraňuje akumulovanou pryskyřici. Směs vytlačené pryskyřice s trusem vytváří na povrchu stromu kolem závrtového otvoru purpurové hnědou růžici charakteristickou pro tento druh (obr. 1). Samice naklade do vaječné komůrky 100 - 150 vajíček, pokryje je trusem a organickými zbytky. Poté hloubí další komůrku na stejném místě (vznik míst s různě rozvinutými larválními stadii) či výjimečně na jiném hostitelském stromě (FIELDING, EVANS 1997).

Vylíhlé larvy žerou pohromadě v jednotném žíru, což zajišťuje produkce agregačního feromonu (trans- a cis-verbenol, verbenon a myrtenol) (GRÉGOIRE et al. 1982, DENEUBOURG et al. 1990). Podobné chování bylo zaznamenáno u dvou severoamerických druhů: *D. valens* (LeConte 1860) a *D. terebrans* (Olivier 1795) (Grégoire 1988). Tato strategie pomáhá larvám překonat pryskyřičné obranné reakce hostitelského stromu. Velikost rozmnožovací plochy závisí na počtu larev. Největší rozmnožovací plocha dosahuje 30 – 60 cm délky a 10 – 20 cm šířky. Trus, detrit a dokonce mrtvá těla jsou důsledně shromažďovány v ostrůvcích za čelem žíru. Toto chování může pomáhat omezovat šíření nemoci (FIELDING, EVANS 1997).

Rozlišujeme 5 larválních instarů (GRÉGOIRE, MERLIN 1984), dospělé larvy si vytvářejí jednotlivé kukelní komůrky. Přezimovat mohou larvy i dospělci. Délka cyklu se liší podle klimatu: 10 – 12 měsíců ve Velké



Obr. 6.
Chov *Rhizophagus grandis* v laboratoři Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü
Rearing of *Rhizophagus grandis* in the laboratory Trabzon Orman Bölge Müdürlüğü

Británii (KING, FIELDING 1989), 12 - 15 měsíců v Turecku a Gruzii a až 2 roky ve Skandinávii (GRÉGOIRE 1988).

PŘIROZENÍ NEPŘÁTELÉ

Mortalitu *D. micans* ovlivňují jak biotické, tak abiotické faktory. Jedním z nejdůležitějších predátorů redukujících populace *D. micans* během přezimování je strakapoud velký *Dendrocopos major* (Linnaeus, 1758). Vzhledem k tomu, že larvy žijí pohromadě a dospělci pod relativně slabou kůrkou, představuje pro ptáky lehce dostupnou potravu (FIELDING, EVANS 1997).

Běžný parazitoid kulek smoláků (*Pissodes* spp.) *Dolichomitus terebrans* (Ratzeburg, 1844) (Ichneumonidae) se v gradačních oblastech Británie úspěšně adaptoval na *D. micans* a je hojně nalézán v jeho požercích (FIELDING, EVANS 1997). Tito přirození nepřátelé však nemohou být považováni za faktor výrazně ovlivňující populační hustoty škůdce.

Lesknáček *Rhizophagus grandis* (Gyllenhal, 1827) je významný specifický a přirozený predátor využívaný v biologickém boji s *D. micans* v euroasijském areálu (KING, EVANS 1984, GRÉGOIRE et al. 1985, FIELDING et al. 1991b, FIELDING, EVANS 1997, YUKSEL 1997). První umělý chov a vypuštění tohoto predátora bylo realizováno v roce 1963 v Gruzii a stále trvá, protože *R. grandis* je považován za hlavní faktor redukující vážné gradace *D. micans* v rozsáhlých lesích *P. sitchensis* (KOBACHIDZE et al. 1970). Podobný program začal ve Francii v roce 1983. V Belgii v přirozeně se vyskytující populaci se předpokládá, že *R. grandis* udržuje *D. micans* v latenci.

Dospělci *R. grandis* vyhledávají požerky *D. micans* pomocí chemických látek vylučovanými larvami (GRÉGOIRE et al. 1991). Pod kůrkou poté požírají jak vajíčka, tak larvy. Pokud jsou přítomny larvy *D. micans*, začnou se dospělci pářit a klást vajíčka. Dospělci *R. grandis* poraní larvy *D. micans*, aby mohlo jejich potomstvo začít úživný žír. Nejdříve dojde k agregaci larev predátora a poté ke konzumaci měkkých částí těla larev. Vývojový cyklus *R. grandis* zahrnuje tři instary a ve stadiu prepupy opouští požerky kořisti. Po vypadnutí ze stromu se zahrabají do půdy a kuklí se (FIELDING, EVANS 1997).

CHOV A INTRODUKCE RHIZOPHAGUS GRANDIS V TURECKU

Samotnému chovu *R. grandis* předchází odchov *D. micans* (obr. 5). V Turecku se tato metoda provádí v sedmi laboratořích. Používají se čerstvé špalky *P. orientalis* (živý substrát pro larvy, rozměr cca 60 x 20 cm), na které se do rýhy po obvodu (obr. 2) přidá vždy 5 samců a 10 samic *D. micans*. Špalky jsou umístěny ve velkých mělkých plastových nádobách s pískem (ten je vždy před použitím převařen, aby nedošlo k infekci patogenními houbami). Zhruba po měsíčním vývoji v požercích při 20 °C a 50% vlhkosti získáme larvy, které se pak dále využívají na chov predátora.

Na chov *R. grandis* se používají špalky *P. orientalis* (kůra cca 0,5cm) o rozměru (40 x 20 cm) postavené v nádobách (viz výše) se sterilizovaným pískem. Do špalků se kolem dokola pomocí dláta vytvoří žlábek, do kterého se nasypou 2 samci a 4 samice *D. micans*. Do vzniklého otvoru se přidá voda a drtinky. Poté se vrchní část špalku zalije voskem (obr. 3). Špalky poté inkubují při teplotě 20 °C a 60% vlhkosti (obr. 6). Po dosažení 1. nebo 2. instaru larev *D. micans* (přibližně 1 týden) jsou přidání dospělci brouci *R. grandis*. Larvy se poté vyvíjejí v požercích *D.*

micans až do stadia prepupy (přibližně 2 měsíce), kdy vypadávají ze špalků do písku. Malé procento brouků zůstává pod kůrkou. Prepupy jsou pravidelně odebrány a do stadia imag dochováni v plastových nádobkách při teplotě 4 °C (obr. 4). Tyto vzorky je možno uchovávat až 6 měsíců bez negativních dopadů na brouky. Ze 100 špalků lze získat více než 30 000 imag.

Determinace pohlaví se provádí pomocí znaků na tergitech. Vypouštění do terénu se provádí v červnu a na přelomu července a srpna. Brouci jsou aplikováni v množství odpovídajícímu objemu napadených stromů. Nejprve se nasekne borka nad čerstvým závrtem *D. micans*, do kterého se vloží 2 samce a 4 samice *R. grandis*. Naseknutá borka se přiloží zpátky a zatře voskem. Následně dochází k namnožení predátora v existujících požercích *D. micans* (obr. 7). Na každé lokalitě vypouštění se zanechávají kontrolní stromy.

Redukce *D. micans* pomocí inokulací predátora na napadené stromy lze očekávat až po několika generacích predátorů. Bylo prokázáno roční rozšíření *R. grandis* přibližně o 200 m (TVARADZE 1977, GRÉGOIRE et al. 1985, 1989, EVANS, KING 1989, FIELDING et al. 1991b, AVERBEKE, GRÉGOIRE 1995). Vysokého obsazení požerků bylo dosaženo i v Gruzii a Francii. V Gruzii však došlo k úplnému potlačení populace *D. micans* až po 7 - 10 letech, kdy během gradace bylo kolonizováno až 78 % požerků, v průměru 50 % požerků bylo kolonizováno v Belgii (EVANS, KING 1988, AVERBEKE, GRÉGOIRE 1995). Pro úspěšné potlačení gradace je pravděpodobně důležitější hustota stromů než početnost predátora (AVERBEKE, GRÉGOIRE 1995).

PATOGENNÍ ORGANISMY

Doposud bylo provedeno jen několik studií nemocí *D. micans*. Kromě parazitické řasy *Helicosporidium* sp., byly zjištěny další tři skupiny patogenů, kvasinka *Metschnikowia typographi* (WEISER et al., 2003), neogregarina *Mattesia* sp. a hlístice (Nematoda) na celkem pěti lokalitách v Turecku. Tyto patogeny se vyskytovaly v různých frekvencích a různých kombinacích na všech studovaných lokalitách (YAMAN, RADEK 2008).

V hemolymfě *D. micans* byl potvrzen výskyt hlístic (Nematoda). Infekční hladina se pohybovala mezi 9,1 - 44,1 % nakažených jedinců. Protože se ve všech případech jednalo o juvenilní formy, nebylo možné je identifikovat na úrovni druhu resp. rodu (YAMAN, RADEK 2008). Druhové složení a vliv hlístic na kůrovce byl studován na příbuzných druzích (rod *Dendroctonus*), podle získaných výsledků přítomnost hlístic ovlivňuje tvorbu matečných chodeb, plodnost a životaschopnost vajíček (MACGUIDWIN, SMART 1979, THONG, WEBSTER 1975, 1983). Vzhledem k podobným životním cyklům a zjevné úzké příbuznosti těchto hostitelů předpokládáme srovnatelné negativní vlivy na brouky (RÜHM 1956, MEIRMAN et al. 2006). Prevalence brouků infikovaných hlísticemi se snižuje s klesajícími teplotami vzduchu a vlhkostí pro-středí (RÜHM 1956).

Kvasinka *Metschnikowia* sp. je příležitostný patogen v hemolymfě a středním epitelu. Brouci infikovaní *Metschnikowia* sp. byli nalezeni na třech lokalitách v Turecku (nejvyšší hladina infekce 50 %) (YAMAN, RADEK 2008).

Ze skupiny neogregarin byly identifikovány pouze sporocysty rodu *Mattesia* v tukovém tělese brouků na dvou studovaných lokalitách. Hladina infekce byla nízká, pohybovala se od 0,7 do 4,4 % (YAMAN, RADEK 2008). Brouci postižení touto nákazou mají tukové těleso vyplněné člunkovitými sporami a často zůstávají v matečných chodbách. Předpokládá se, že vyletují pouze nově nakažení jedinci (WEISER 2002). Onemocnění způsobuje během merogonie a sporogonie patogena lýzi buněk tukového tělesa (KLEESPIES et al. 1997, PERKINS 2000), čímž zřejmě zvyšuje úmrtnost přezimujících jedinců.

U *D. micans* nebyla zaznamenána žádná nákaza mikrosporidii, i když je tato skupina patogenů u jiných druhů příbuzných kůrovců nejběžnější (WEGENSTEINER et al. 1996, WEISER 1970, WEISER ET AL. 2000, 2002, HÄNDEL et al. 2003, HAIDLER et al. 2003, KOHLMAYR et al. 2003, WEGENSTEINER 2004, HOLUŠA et al. 2007). Například *Nosema dendroctoni* (Weiser, 1970), *Ophryocystis dendroctoni* (Weiser, 1970) a *Chytridiopsis typographi* (Weiser, 1954) byly nalezeny u *Dendroctonus pseudotsugae* (Hopkins, 1905) (WEISER 1970), a *Unikaryon minutum* (Knell et Allen, 1978) v *Dendroctonus frontalis* (Zimmermann, 1868) (KNELL, ALLEN 1978).

V Turecku byla zaznamenána eugregarina *Gregarina typographi* (Fuchs, 1915) infikující *Ips sexdentatus* (Boerner, 1776). Nákaza byla potvrzena na místech společného výskytu s *D. micans*, přenos infekce však nebyl dokázán (YAMAN 2007, YAMAN, RADEK 2008). V Turecku byla u *D. micans* zjištěna patogenní řasa *Helicosporidium* sp. (Chlorophyta: Trebouxiophyceae) s průměrnou hladinou infekce 9 %. Studované lokality se v infekčních hladinách lišily (infekce dosahovala i 71,4 %), stejně jako infekce v jednotlivých sezónách (YAMAN 2008). Patogen se vyznačuje mnohobuněčnými, ale malými cystami, obsahujícími tři vejčité spory, které jsou uzavřeny helikálními vláknitými buňkami. Jedná se o první entomopatogenní řasu popsanou u bezobratlých živočichů (TARTAR et al. 2002). Infikuje různé druhy hmyzu, roztoče, perloočky, a motolice (AVERY, UNDEEN 1987, KELLEN, LINDEGREN 1974, PEKKARINEN 1993, PURRINI 1984, SAYRE, CLARK 1978). Samci mají prokazatelně vyšší procento nakažených jedinců než samice. K přenosu infekce dochází během rojení brouků mateřské generace (YAMAN 2008). Infekce může vyvolat závažné patogenní účinky, jako je ztráta mobility hostitele (KEILIN 1921), snížená životaschopnost a počet nakladených vajíček, malformace křídel dospělců (BLÄSKE, BOUCIAS 2004) a vyšší úmrtnost (BOUCIAS et al. 2001).

Schopnost *Helicosporidium* sp. vyvolat patogenní účinky u hmyzu (BOUCIAS et al. 2001, BLÄSKE, BOUCIAS 2004, SEIF, RIFAAT 2001) by mohla být dalším nástrojem biologického boje. Larvy *D. micans* jsou citlivější k infekci *Helicosporidium* sp. a při naze hynou před dosažením dospělosti. Na základě vysoké infekce v populaci předpokládáme, že *Helicosporidium* sp. může být jeden z faktorů přirozeně redukující populace *D. micans* v přirozených podmínkách (YAMAN 2008).

Aplikaci *Helicosporidium* sp. jako biologické agens proti *D. micans*, může být potlačen vliv přirozeného predátora. Tato řasa byla totiž popsána i u *R. grandis* a to, jak v dospělých (YAMAN, RADEK 2007) tak u larev (23 %) a kukel (6,25 %) (YAMAN et al. 2009).

Další experimenty by měly objasnit možnosti přímého přenosu *Helicosporidium* sp. mezi oběma druhy požitím infikovaných larev a otestovat patogenní účinky na infikovaných predátorech (YAMAN, RADEK 2005). Je také nutné, aby larvy *D. micans* určené pro chov *R. grandis* byly shromažďovány z neinfikovaných oblastí, aby nedocházelo k oslabení populace predátora.

Z dospělců *D. micans* bylo izolováno přibližně 20 kmenů patogenních hub (*Evlachovaea* sp., *Lecanicillium muscarium* (Petch), Zare, Gams, 2001), *Metarhizium anisopliae* (Metschnikoff) Sorokin, 1883), *Isaria farinosa* (Holmsk) Fries, 1832), *Isaria fumosorosea* (Wize) Brown et Smith, 1957), *Fusarium* sp., *Beauveria bassiana* sensu lato (Balsamo) Vuillemin 1912) a *Beauveria* sp. Mortalita larev (citlivější 83 – 100 %) i dospělců (23 – 100 %) byla sledována aplikací postříku v laboratorních podmínkách (SEVIM et al. 2010, TANYELI et al. 2010). Izoláty ARSEF 9271 (93% úmrtnost a mykóza u dospělců), ARSEF 9272 (100% mortalita a 80% mykóza do 10 dnů) (TANYELI et al. 2010) a izolát *B. cf. bassiana* KTU-53 uspěly jako nejslibnější houbové prostředky v potenciální biologické kontrole *D. micans* (SEVIM et al. 2010, TANYELI et al. 2010).

BAKTERIE

Doposud bylo napsáno relativně málo prací zabývajících se entomopatogenními bakteriemi u kůrovců (WEGENSTEINER 2004). V Turecku bylo z dospělců izolováno šest druhů bakterií (*Bacillus pumilus* (Meyer et Gottheil, 1901), *Enterobacter intermedius* (Izard et al., 1980), *Citrobacter freundii* (Braak 1928) (Werkman, Gillen 1932), *Cellulomonas flavigena* (Kellerman et McBeth 1912) (Bergey et al., 1923), *Microbacterium liquefaciens* (Collins et al., 1983) (Takeuchi, Hatano 1998) a *Enterobacter amnigenus* (Izard et al., 1981) (YAMAN et al., 2010). Tři druhy bakterií byly izolovány z jeho specifického predátora (*Klebsiella pneumoniae* (Schroeter, 1886) (Trevisan 1887), *Pantoea agglomerans* (Erwing et Fife, 1972) (Gavini et al. 1989) a *Serratia grimesii* (Grimont et al. 1983). Experimentální infekce přinesly za laboratorních podmínek slibné výsledky. Zde jmenované druhy bakterií mají insekticidní účinky na larvy (mortalita 15 – 74 %) i dospělce. Všechny izolované bakterie měly letálnější účinky u larev než u dospělců (s výjimkou *S. grimesii*) (YAMAN et al. 2010). Po provedení terénních pokusů bude možné tyto druhy používat v biologickém boji (YILMAZ et al. 2006, YAMAN et al. 2010). Nejtoxičtějšími bakteriemi jsou *C. freundii* způsobujícími mortalitu 74 % infikovaných larev, *E. intermedius* vykazující více než 50% mortalitu u dospělců i larev (YAMAN et al. 2010). Potvrzen byl výskyt *Bacillus thuringiensis* (Berliner, 1915) (IMNADZE 1978, YILMAZ et al. 2006).

Poděkování:

Příspěvek vznikl v rámci řešení projektu NAZV QH81136 „Studium a optimalizace skutečné efektivity obranných opatření proti lýkožroutu smrkovému v různých gradačních fázích“.

LITERATURA

- ACATAY A. 1968. Türkiye'de yeni bir ladin tahripçisi, *Dendroctonus micans* KUG. *Y.Ü. Orman Fak. Der.*, 18: 18-36.
- AKINCI H. A., OZCAN G. E., EROLGU M. 2009. Impact of site effects on losses of oriental spruce during *Dendroctonus micans* (KUG.) outbreaks in Turkey. *African Journal of Biotechnology*, 8: 3934-3939.
- AVERBEKE A., GRÉGOIRE J. C. 1995. Establishment and spread of *Rhizophagus grandis* GYLL (Coleoptera: Rhizophagidae) 6 years after release in the Forêt domaniale du Mézenc (France). *Annals of Forest Science*, 52: 243-250.
- AVERY S. W., UNDEEN A. H. 1987. Some characteristics of a new isolate of *Helicosporidium* and its effect upon mosquitoes. *Journal of Invertebrate Pathology*, 49: 246-251.
- BEJER B. 1985. *Dendroctonus micans* in Denmark. In: Grégoire J.-C., Pasteels J. M. (eds.): Biological control of bark beetles (*Dendroctonus micans*). Brussels, Belgium. Commission of the European Communities: 2-19.
- BEVAN D., KING C. J. 1983. *Dendroctonus micans* KUG. – a new pest of spruce in the U. K. *Commonwealth Forestry Review*, 62: 41-51.
- BLÄSKE V. U., BOUCIAS D. G. 2004. Influence of *Helicosporidium* spp. (Chlorophyta: Trebouxiophyceae) infection on the development and survival of three noctuid species. *Environmental Entomology*, 33: 54-61.
- BOUCIAS D. G., BECNEL J. J., WHITE S. E., BOTT M. 2001. In vivo and in vitro development of the protist *Helicosporidium* sp. *The Journal of Eukaryotic Microbiology*, 48: 460-470.
- BRICHET O., SEVERIN G. 1903. Le *Dendroctonus micans*. Dégats, moyens préventifs et destructifs. *Bulletin de la Société Centrale Forestière de Belgique*, 10: 244-261.
- BROWN J. M. B., BEVAN D. 1966. The great spruce bark beetle *Dendroctonus micans* in north west Europe. *Forestry Commission Bulletin No. 38*. London Her Majesty's Stationery Office: 41 s.
- CARLE P. 1975. *Dendroctonus micans* KUG. (Col: Scolytidae), l'hylésine géant où dendroctone de l'épicéa (note bibliographique). *Revue Forestière Française*, 27: 115-128.
- CARLE P., GRANET A. M., PERROT J. P. 1979. Contribution à l'étude de la dispersion et de l'agressivité chez *Dendroctonus micans* KUG. en France. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 52: 185-196.
- DENEUBOURG J. L., GRÉGOIRE J. C., LE FORT E. 1990. Kinetics of larval gregarious behavior in the bark beetle *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Insect Behavior*, 3: 169-182.
- EVANS H. F., KING C. J. 1988. *Dendroctonus micans*: guidelines for forest managers. *For. Comm. Res. Inf. Note*, 128: 1-8.
- EVANS H. F., KING C. J. 1989. Biological control of *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae): British experience of rearing and release of *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae). In: Kulhavy D. L., Miller M. C. (eds.): Potential for Biological Control of *Dendroctonus* and *Ips* bark beetles. Stephen F. Austin University Press, Nacogdoches, TX: 109-128.
- EVANS H. F., KING C. J., WAINHOUSE D. 1984. *Dendroctonus micans* in the United Kingdom. The result of two years experience in survey and control. In: Proceedings of the EEC Seminar on the Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*). Brussels, s. 20-34.
- FIELDING N. J., EVANS H. F. 1997. Biological control of *Dendroctonus micans* (Scolytidae) in Great Britain. *Biocontrol*, 18: 51N – 60N.
- FIELDING N. J., EVANS H. F., WILLIAMS J. M., EVANS B. 1991a. The distribution and spread of the great European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans*, in Britain – 1982 to 1989. *Forestry*, 64: 345-358.
- FIELDING N. J., O'KEEFE T., KING C. J. 1991b. Dispersal and host-finding capability of the predatory beetle *Rhizophagus grandis* GYLL. (Col: Rhizophagidae). *Journal of Applied Entomology*, 112: 89-98.
- FORSSE E. 1989. Flight duration of eleven species of bark beetles (Scolytidae) and observations of aerial height distribution. Ph.D. thesis. Swedish Agricultural University, Uppsala, Sweden.
- GILBERT M., GRÉGOIRE J. C. 2003. Site condition and predation influence a bark beetle's success: a spatially realistic approach. *Agricultural and Forest Entomology*, 5: 87-96.
- GILBERT M., VOULAND G., GRÉGOIRE J. C. 2001. Past attacks influence host selection by the solitary bark beetle *Dendroctonus micans*. *Ecological Entomology*, 26: 133-142.
- GRÉGOIRE J. C. 1983. Host colonization strategies in *Dendroctonus*: larval gregariousness or mass attack by adults? In: Safranyik L. (eds.): The role of the host in the population dynamics of forest insects. Victoria. British Columbia. Canadian Forestry Service and USDA Forest Service: 147-154.
- GRÉGOIRE J. C. 1984. *Dendroctonus micans* in Belgium: the situation today. In: Grégoire, J. C., Pasteels J. M. (eds.): Biological control of bark beetles (*Dendroctonus micans*). Brussels, Belgium. Commission of the European Communities: 48-62.
- GRÉGOIRE J. C. 1988. The greater European spruce beetle. In: Berryman A. A. (eds.): Dynamics of forest insect populations: patterns, causes and implications. New York. Plenum Publishing Corporation: 455-478.
- GRÉGOIRE J. C., BAISIER M., DRUMONT A., DAHLSTEN D. L., MEYER H., FRANCKE W. 1991. Volatile compounds in the larval frass of *Dendroctonus valens* and *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae) in relation to oviposition by the predator, *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae). *Journal of Chemical Ecology*, 17: 2003-2019.
- GRÉGOIRE J. C., BAISIER M., MERLIN J., NACCACHE Y. 1989. Interactions between *Rhizophagus grandis* (Coleoptera: Rhizophagidae) and *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae) in the field and the laboratory: their application for the biological control of *Dendroctonus micans* in France. In: Kulhavy D. L., Miller M. C. (eds.): Potential for biological control of *Dendroctonus* and *Ips* bark beetles. Nacogdoches, Texas. Stephen F. Austin University: 95-108.
- GRÉGOIRE J. C., BRAEKMAN J. C., TONDEUR A. 1982. Chemical communication between the larvae of *Dendroctonus micans* KUG. (Coleoptera: Scolytidae). In: Les colloques de l'INRA. 7. Les médiateurs chimiques: 253-257.
- GRÉGOIRE J. C., MERLIN J. 1984. *Dendroctonus micans*: the evolution of a brood system. In: Proceedings of the EEC Seminar on the Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*). Brussels: 80-86.
- GRÉGOIRE J. C., MERLIN J., PASTEELS J. M., JAFFUELS R., VOULAND G., SCHVESTER D. 1985. Biocontrol of *Dendroctonus micans* by *Rhizophagus grandis* in the Massif Central (France): a first appraisal of the mass-rearing and release methods. *Zeitschrift für Angewandte Entomologie*, 99: 182-190.
- HAILDER B., WEGENSTEINER R., WEISER J. 2003. Occurrence of microsporidia and other pathogens in associated living spruce

- bark beetles (Coleoptera: Scolytidae) in an Austrian forest. IOBC/WPRS Bulletin, 26: 257-260.
- HÄNDEL U., WEGENSTEINER R., WEISER J., ŽIŽKA Z. 2003. Occurrence of pathogens in associated living bark beetles (Col., Scolytidae) from different spruce stands in Austria. Journal of Pest Science, 76: 22-32.
- HOLUŠA J., WEISER J., DRÁPELA K. 2007. Pathogens of *Ips duplicatus* (Coleoptera, Scolytidae) in three areas in Central Europe. Acta Protozoologica, 46: 157-167.
- IMNADZE T. S. 1978. Characteristics of strains of *Bacillus thuringiensis* serotype I isolated from bark beetles in Georgia. The Review of Applied Entomology. Series A, 68: 328.
- KEILIN D. 1921. On the life history of *Helicosporidium parasiticum* n. g., n. sp., a new species of protist parasite in the larvae of *Dashelaea obscura* WINN (Diptera: Ceratopogonidae) and in some other arthropods. Parasitology, 13: 97-113.
- KELLEN W. R., LINDEGREN J. E. 1974. Life cycle of *Helicosporidium parasiticum* in the navel orangeworm, *Paramyelois transitella*. Journal of Invertebrate Pathology, 23: 202-208.
- KING C. J., EVANS H. F. 1984. The rearing of *Rhizophagus grandis* and its release against *Dendroctonus micans* in the United Kingdom. In: Proceedings of the EEC Seminar on the Biological Control of Bark Beetles (*Dendroctonus micans*). Brussels:87-97.
- KING, C. J., FIELDING N. J. 1989. *Dendroctonus micans* in Britain – its biology and control. Forestry Commission Bulletin No. 85. London; Her Majesty's Stationery Office: 11 s.
- KLEESPIES R. G., HUGER A. M., BUSCHINGER A., NÄHRING S., SHUMANN R. D. 1997. Studies on the life history of a neogregarine parasite found in *Leptothorax* ants from North America. Biocontrol Science Technology, 7: 117-129.
- KNELL J. D., ALLEN G. E. 1978. Morphology and ultrastructure of *Unikaryon minutum* sp. n. (Microsporidia: Protozoa) a parasite of southern pine beetle, *Dendroctonus frontalis*. Acta Protozoologica, 17: 271-278.
- KOBACHIDZE D. 1967. Der Reisenbaskäfer (*Dendroctonus micans* KUG.) in Georgien (U.R.S.S.). Anzeiger für Schädlingskunde, 40: 65-68.
- KOBACHIDZE D., NISHARADZE G., IMNADZE S., KOBACHIDZE T. 1968. Über die Dispersion der Neuansiedlung von *Dendroctonus micans* KUG. auf *Picea orientalis* LINK. in der Borschomer Schlucht (Georgische SSR). Anzeiger für Schädlingskunde, 41: 116-118.
- KOBACHIDZE D. N., TVARADZE M. S., KRAVEISHVILI I. K. 1970. Preliminary results of introduction, study of bioecology, development of methods of artificial rearing and naturalization of the effective entomophage, *Rhizophagus grandis* GYLL., against the European spruce beetle, *Dendroctonus micans* KUGEL., in spruce plantations in Georgia. Soobshcheniya Akademii Nauk Gruzinskoi SSR. Bulletin of the Academy of Sciences of the Georgian SSR, 60: 205-208.
- KOHLMAYR B., WEISER J., WEGENSTEINER R., HÄNDEL U., ŽIŽKA Z. 2003. Infection of *Tomicus piniperda* (Col., Scolytidae) with *Canningia tomici* sp. n. (Microsporidia, Unikaryonidae). Journal of Pest Science, 76: 65-73.
- MACGUIDWIN A. E., SMART G. C. 1979. Effect of the bark beetle nematode, *Contortylenchus brevicomi*, on gallery construction and fecundity of *Dendroctonus frontalis*. Journal of Nematology, 11: 306-307.
- MARCHANT K. R., BORDEN, J. H. 1976. Worldwide introduction and establishment of bark and timber beetles (Coleoptera: Scolytidae and Platypoididae). Pest Management Paper No. 6, Burnaby. British Columbia. Simon Fraser University: 1-76.
- MEIRMANS S., SKORPING A., LRYNING M. K., KIRKENDALL L. R. 2006. On the track of the Red Queen: bark beetles, their nematodes, local climate and geographic parthenogenesis. Journal of Evolutionary Biology, 19: 1939-1947.
- PEKKARINEN M. 1993. *Bucephalid trematode* sporocysts in brackish-water *Mytilus edulis*, new host of a *Helicosporidium* sp. (Protozoa: Helicosporida). Journal of Invertebrate Pathology, 61: 214-216.
- PERKINS F. O. 2000. Order Neogregarinorida Grasse, 1953. In: Lee J. J., Leedale G. F., Bradbury P (eds.): An Illustrated Guide to the Protozoa, 2nd ed. Lawrence, Society of Protozoologists: 288-298.
- PURRINI K. 1984. Light and electron microscope studies on *Helicosporidium* sp. parasitizing oribatid mites (Oribatei, Acarina) and Collembola (Apterygota, Insecta) in forest soils. Journal of Invertebrate Pathology, 44: 18-27.
- ROLLAND C., LEMPÉRIÈRE G. 2004. Effects of climate on radial growth of Norway spruce and interactions with attacks by the bark beetle *Dendroctonus micans* (KUG., Coleoptera: Scolytidae): a dendroecological study in the French Massif Central. Forest Ecology and Management, 201: 89-104.
- RÜHM W. 1956. Die Nematoden der Ipiden. Parasitologische Schriftenreihe, 6: 1-437.
- SAYRE R. M., CLARK T. B. 1978. *Daphnia magna* (Cladocera: Chydoroidea) a new host of a *Helicosporidium* sp. (Protozoa: Helicosporida). Journal of Invertebrate Pathology, 31: 260-261.
- SEIF A. I., RIFAAT M. M. 2001. Laboratory evaluation of a *Helicosporidium* sp. (Protozoa: Helicosporida) as an agent for the microbial control of mosquitoes. Journal of the Egyptian Society of Parasitology, 31: 21-35.
- SEVERIN G. 1902. L'invasion de l'hylésine géante. Bulletin de la Société Centrale Forestière de Belgique, 9: 145-152.
- SEVIM A., DEMIR I., TANYELI E., DEMIRBAG Z. 2010. Screening of entomopathogenic fungi against the European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae). Biocontrol Science and Technology, 20: 3-11.
- TANYELI E., SEVIM A., DEMIRBAG Z., EROGLU M., DEMIR I. 2010. Isolation and virulence of entomopathogenic fungi against the great spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (KUGELANN) (Coleoptera: Scolytidae). Biocontrol Science and Technology, 20: 695-701.
- TARTAR A., BOUCIAS D. G., ADAMS B. J., BECNEL J. J. 2002. Phylogenetic analysis identifies the invertebrate pathogen *Helicosporidium* sp. as a green alga (Chlorophyta). International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology, 52: 273-279.
- THONG C. H. S., WEBSTER J. M. 1975. Effects of bark beetle nematode, *Contortylenchus reversus*, on gallery construction, fecundity, and egg viability of douglas-fir beetle, *Dendroctonus pseudotsugae* (Coleoptera-Scolytidae). Journal of Invertebrate Pathology, 26: 235-238.
- THONG C. H. S., WEBSTER J. M. 1983. Nematode parasites and associates of *Dendroctonus* spp. and *Trypodendron lineatum* (Coleoptera, Scolytidae), with a description of *Bursaphelenchus varicauda* n. sp. Journal of Nematology, 15: 312-318.
- TVARADZE M. S. 1977. Using *Rhizophagus grandis* to control *Dendroctonus micans*. SB Nauchn rab BE Luboeda Gruzii Tbilissi, 3: 56-61.
- VOULAND G., GIRAUD M., SCHVESTER D. 1985. La période teneral et l'envol chez *Dendroctonus micans* KUG. (Coleoptera: Scolytidae).

- 60N Biocontrol News and Information 1997 Vol. 18 No. 2. In: Grégoire J. C., Pasteels J. M. (eds.): Biological control of bark beetles (*Dendroctonus micans*). Brussels, Belgium; Commission of the European Communities: 68-79.
- WAINHOUSE D., CROSS D. J., HOWELL R. S. 1990. The role of lignin as a defence against the spruce bark beetle *Dendroctonus micans*: effect on larvae and adults. *Oecologia*, 85: 257-265.
- WEGENSTEINER R. 2004. Pathogens in bark beetles. In: Lieutier F., Day K. R., Battisti A., Grégoire J. C., Evans H. F. (eds.): Bark and Wood Boring Insects in Living Trees in Europe, Asynthesis. Dordrecht, Kluwer: 291-313.
- WEGENSTEINER R., WEISER J., FÜHRER E. 1996. Observations on the occurrence of pathogens in the bark beetle *Ips typographus* L. (Coleoptera, Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 120: 199-204.
- WEISER J. 1970. *Helicosporidium parasiticum* KEILIN infection in the caterpillar of a hepialid moth in Argentina. *Journal of Protozoology*, 17: 436-440.
- WEISER J. 2002. Patogenní organismy. In: Skuhravý V.: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Der Buchdrucker und seine Kalamitäten. Praha, Agrospoj: 97-100.
- WEISER J., HÄNDEL U., WEGENSTEINER R., ŽIŽKA Z. 2002. *Unikaryon polygraphi* sp. n. (Protista: Microspora) a new pathogen of the four-eyed spruce bark beetle *Polygraphus polygraphus* (Coleoptera: Scolytidae). *Journal of Applied Entomology*, 126: 148-154.
- WEISER J., PULTAR O., ŽIŽKA Z. 2000. Biological protection of forest against bark beetle outbreaks with poxvirus and other pathogens. IUAPPA, Section B: 168-172.
- WINTER T. G., BURDEKIN D. A. 1987. The poem and the pest. *Quarterly Journal of Forestry*, 81: 234-238.
- YAMAN M. 2007. *Gregarina typographi* FUCHS, a gregarine pathogen of the six-toothed pine bark beetle, *Ips sexdentatus* (BOERNER) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) in Turkey. *Turkish Journal of Zoology*, 31: 359-363.
- YAMAN M. 2008. First results on distribution and occurrence of the insect pathogenic alga *Helicosporidium* sp. (Chlorophyta: Trebouxiophyceae) in the populations of the great spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (KUGELANN) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae). *North-Western Journal of Zoology*, 4: 99-107.
- YAMAN M., ERTÜRK Ö., ASLAN I. 2010. Isolation of some pathogenic bacteria from the great spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* and its specific predator, *Rhizophagus grandis*. *Folia Microbiologica*, 55: 35-38.
- YAMAN M., RADEK R. 2005. *Helicosporidium* infection of the great European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Coleoptera: Scolytidae). *European Journal of Protistology*, 41: 203-207.
- YAMAN M., RADEK R. 2007. Infection of the predator beetle *Rhizophagus grandis* GYL. (Coleoptera, Rhizophagidae) with the insect pathogenic alga *Helicosporidium* sp. (Chlorophyta: Trebouxiophyceae). *Biological Control*, 41: 384-388.
- YAMAN M., RADEK R. 2008. Pathogens and parasites of adults of the great spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (KUGELANN) (Coleoptera: Curculionidae, Scolytinae) from Turkey. *Journal of Pest Science*, 81: 91-97.
- YAMAN M., RADEK R., AYDYN C., TOSUN O., ERTÜRK Ö. 2009. First record of the insect pathogenic alga *Helicosporidium* sp. (Chlorophyta: Trebouxiophyceae) infection in larvae and pupae of *Rhizophagus grandis* GYL. (Coleoptera, Rhizophaginae) from Turkey. *Journal of Invertebrate Pathology*, 102: 182-184.
- YILMAZ H., SEZEN K., KATI H., DEMIRBAG Z. 2006. The first study on the bacterial flora of the European spruce bark beetle, *Dendroctonus micans* (Coleoptera:Scolytidae). *Biologia*, 61: 679-686.
- YUKSEL B. 1997. The infestations of *Dendroctonus micans* (KUG.) and role of *Rhizophagus grandis* (GYLL.) about establishment of biological equilibrium. In: III. Ulusal Ekoloji ve Cevre Kongresi Programı, Biyologlar Derneği, Bildiriler Kitabı, 3-5 Eylül 1997, Kırşehir: 375-385.

NATURAL ENEMIES AND BIOLOGICAL CONTROL OF *DENDROCTONUS MICANS*: REVIEW**SUMMARY**

Mortality of *D. micans* is influenced by a variety of natural enemies as well as certain environmental conditions. However, neither of these natural enemies is thought to respond quantitatively to decreasing population densities of *D. micans*. Literature survey and contact with Turkish scientists had suggested that a specific predatory beetle, *R. grandis*, was a significant natural mortality factor in Europe. *Rhizophagus grandis* is the most important and potentially useful natural enemy of *D. micans* throughout all Eurasian range.

Turkish scientists have carried out a successful breeding and release of *R. grandis* on study sites with outbreaks of *D. micans* in Turkey. Beetles are reared in the laboratory on cut trees infected by *D. micans*. In stage of prepupae they are preserved and divided by sex. Introduction and field research is already carried out for several seasons. Beetles are applied to the infested trees (under bark), twice in year (June and July/August). Population of this pest is successfully reduced. Following research of pathogens like potential biological control tools (using *Helicosporidium* sp., bacteria and fungi) seems very interesting. It is necessary to find ways to prevent transmission of pathogens when applied to populations of *R. grandis* and suppress the mortality of this predator.

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

doc. Ing. Jaroslav Holuša, Ph.D., Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, v. v. i.
Strnady 136, 252 02 Jíloviště, Česká republika
tel.: 602 351 908; e-mail: holusaj@seznam.cz; holusa@vulhm.cz