

Pancířníci (*Acari: Oribatida*) Šumavy a Krkonoš

Josef Starý

Ústav půdní biologie, Biologické centrum AV ČR, v.v.i., Na sádkách 7, 370 05 České Budějovice

Každá systematická nebo ekologická skupina organismů má určité vztahy ke svému životnímu prostředí, které determinuje strukturu společenstva této skupiny. Ze znalostí struktury společenstva a funkce ekologických skupin můžeme usuzovat na procesy spojené s vývojem těchto ekosystémů. Umožňuje nám to také porovnávat strukturu známých biotopů s méně známými. Všechny přirozené i antropické zásahy mají vliv na půdní složku ekosystémů. Zhodnocení změn ve společenstvech půdních organismů může být proto využito jako ukazatel stavu a biologické hodnoty půdy, jako ukazatel biocenotických a vývojových změn probíhajících v ekosystému.

Význam pancířníků v ekosystému

Pancířníci jsou důležitou součástí detritového potravního řetězce. Podílejí se přímo nebo nepřímo na všech hlavních procesech, probíhajících v půdě, jsou významnými stimulatory a vektory kolonizace půdy půdní mikroflórou. Hrají významnou roli v koloběhu živin a stimulaci sukcese půdních hub (Luxton, 1981d). Mikrofytofágní a panfytofágní druhy rozšiřují v půdním profilu spory hub, včetně významných fytopatogenů (Behan, Hill, 1978). Makrofytofágní druhy stimulují mikrobiální růst zvětšováním aktivního povrchu mrtvé organické hmoty fragmentací. Mnoho druhů pancířníků živičích se půdním detritem selektivně pohlcuje určité minerální látky a koncentruje je ve svých tkáních, napomáhá k jejich horizontálnímu a vertikálnímu rozšiřování v půdě (Reichle, Crossley, 1969). Významnou roli hrají pancířníci v koloběhu fosforu v půdní části ekosystému. Byl prokázán velký význam pancířníků zejména v cyklech dusíku a vápníku (Mc Brayer, Reichle, 1971). Pancířníci významně napomáhají sekundární dekompozici rostlinných zbytků. Většina novějších studií zdůrazňuje především regulační a katalytickou funkci pancířníků, projevující se v synergickém působení s půdní mikroflórou v průběhu sekundární dekompozice organických zbytků v půdě.

V rámci půdní mezofauny tvoří pancířníci nepochybně jednu z nejpočetnějších skupin. Dominantní skupinou jsou především v lesních biotopech, kde dosahují dominance v mezofauně až 70-90 %, podle novějších výsledků je ve většině případů dominance pancířníků kolem 50 % nebo vyšší. V otevřených biotopech jsou hodnoty o něco nižší, přesto však i zde pancířníci patří k nejpočetnějším skupinám živočichů. Vyskytují se celosvětově prakticky ve všech typech půd nebo i v nárostech na skalách a kmenech stromů nebo i dalších substrátech mimo půdu. Podmínkou výskytu pancířníků je pouze minimální obsah organické hmoty v substrátu. Byli zjištěni i ve velmi specifických podmínkách pouští, v lišejnicích nunataků ve vnitrozemí Antarktidy, v extrémně kyselých iniciálních půdách na výsypkách z hnědouhelných dolů, v ruderalních biotopech, v městském prostředí i podél komunikací. Výskyt v tak široké škále různých prostředí činí pancířníky velmi dobrým referenčním materiálem při srovnávání půdní fauny v různých podmínkách. Z metodického hlediska je důležité, že i v nejchudších biotopech se pancířníci vyskytují většinou velmi pravidelně, i když v nižších počtech (Luxton, 1981 a,b,c,d). Druhové bohatství a diversita společenstev pancířníků jednotlivých biotopů je rovněž dostatečně velké, i když zejména v nejexponovanějších habitatech a biotopech extrémně antropicky zatížených, počet druhů výrazně klesá.

Cenózy pancířníků a jejich vývoj

Popis cenóz pancířníků se zatím omezoval pouze na popis společenstva, jakožto synusie některého charakteristického druhu ve smyslu práce Strenzkeho (1952). V současnosti se popisují synusie pancířníků jako skupiny opakujících se druhů a jejich kombinací, jejichž nálezy jsou limitovány charakterem zkoumaného biotopu. Poměrně snadno je možné rozlišit společenstva pancířníků žijících v půdě od společenstev saxikolních a arborikolních pancířníků žijících v nárostech mechů a lišejníků na stromech a skalách. Travé (1963) ukazuje, že 68,4 % získaných druhů pancířníků jsou druhy euedafické, 24,4 % arborikolní a saxikolní a 7,2 % druhů společných. Nejvíce druhů s nejvyšší abundancí bylo zjištěno v nejspodnější části kmene stromu, kam pronikají také druhy z půdy. Druhé maximum je v horní části stromu, kde převládají pouze typické arborikolní formy (Niedbala, 1969, Seniczak, 1973).

Lebrun (1971) rozlišil při studiu pancířníků listnatých lesů Belgie tři různá společenstva. Společenstvo druhů *Licneremaeus licnophorus* - *Zygoribatula exilis* obývající nárosty na kůře stromů, kde dominují epigeické a xerofilní druhy. Společenstvo druhů *Oppiella neerlandica* obývající trouch pařezů a hnijící odumírající dřevo ležící na zemi, kde dominují především eurytopní druhy. Společenstvo druhů *Suctobelbella subtrigona* - *Quadroppia quadricarinata* obývající opad a svrchní vrstvy půdy. První společenstvo je druhově výrazně nejchudší, neboť výkyvy mikroklimatických faktorů jsou vyšší a potravní nabídka naopak výrazně chudší. Nejbogatší, a co do počtu obsazovaných ekologických nik nejbohatší, je společenstvo horních půdních vrstev, kde je také výrazně nejvyšší druhové diversita. Toto rozdělení společenstev pancířníků na pancířníky opadu, lišejníkových a mechových nárostů a trouchnivějícího dřeva je velmi charakteristické pro většinu lesních biotopů

Střední Evropy, přičemž druhová skladba jednotlivých společenstev pancířníků se může výrazně lišit v závislosti na typu lesa.

Wood (1967) rozlišil ve vlhkých lučních porostech v Anglii celkem 4 společenstva mesoedafonu. Společenstvo *Zygoribatula exilis* - *Eremaeus oblongus* obývající rhizosféru a mechy vápencových pastvin, kde dominují spíše xerofilní formy. Společenstvo *Rhodacarus roseus* - *Oppiella obsoleta* obývající porosty *Sesleria* sp. Společenstvo *Platynothrus peltifer* - *Liochthonius perpusillus* obývající porosty *Nardus* sp. na hlubších půdách. Společenstvo *Anurophorus laricis* obývající polštáře mechu *Grimmia* sp. V lučních biotopech Střední Evropy se společenstva pancířníků liší především podle vlhkostního gradientu, který mnohdy též významně ovlivňuje společenstva rostlinná.

Základními pracemi zabývajícími se problematikou společenstev pancířníků jsou rozsáhlé studie Strenzkeho (1952) a Rajsského (1961). Bylo rozlišeno celkem 10 společenstev, od xerofilního společenstva mechových a lišejníkových nárůstů, až po společenstva submersních mechů zarůstajících eutrofních nádrží od společenstev suchých lučních porostů po společenstva podmáčených lesů a rašelinišť v severním Německu a Polsku. Strenzke (1952) se pokoušel rozlišit ve zkoumaných společenstvech dílčí podjednotky. Tuto myšlenku rozvinul Knülle (1957), který rozlišil několik společenstev v jediné fytoocenóze. Ukázal, že půda každé fytoocenózy je mozaikou mikrostanovišť v nichž se mohou, ale nemusí vytvářet specifická společenstva pancířníků.

V poslední době se intenzivně studuje sukcesní vývoj společenstev pancířníků v podmínkách Střední Evropy. Primární sukcesi společenstev pancířníků především na výsypkách po těžbě hnědého uhlí a na toxických haldách odpadu průmyslové výroby charakterizuje pomalé zvyšování abundance a druhové diversity (Skubala, 1998, Starý, 1999). Rychlejší vývoj společenstev pancířníků byl zjištěn při studiu sekundární sukcese na různých starých úhorech ve Střední Evropě (Scheu, 1996, Starý, 1997). Hlavní dominantní druhy pancířníků iniciálních a raných stadií obou typů sukcese i hlavní trendy jejich kvantitativního i kvalitativního vývoje v podmínkách Střední Evropy jsou podobné.

Ekologie pancířníků

Vztahy pancířníků k vnějšmu prostředí jsou složitým obrazem přímých a nepřímých vlivů. Široká škála biotických a abiotických faktorů podmiňuje rozličné morfologické, fyziologické a etologické adaptace ovlivňující, nejen vývoj druhů a jejich populací, ale i strukturu a funkci celých společenstev. Analýza těchto vztahů není jednoduchá a vyžaduje správnou interpretaci mnohdy protichůdných výsledků získaných v terénu i v laboratoři.

Vliv faktorů prostředí na pancířníky

Půda, která je hlavním životním prostředím pancířníků, je značně heterogenní. Na půdní živočichy působí současně komplex biotických a abiotických faktorů limitujících jejich vývoj.

Abiotické faktory

Nejdůležitějšími mikroklimatickými faktory pro rozvoj společenstev pancířníků jsou teplota a vlhkost půdního vzduchu a půdy vůbec. Přímý vliv hlavních mikroklimatických faktorů na pancířníky souvisí se snižováním nebo zvyšováním transpirace a respirace. Tím je významně ovlivňován především metabolismus pancířníků (Kunst, 1968). Mikroklima půdy má na pancířníky také významné nepřímé vlivy působící především prostřednictvím potravy, tvorbou vhodných podmínek pro rozvoj mikroorganismů, které jsou hlavním nebo fakultativním zdrojem potravy převážné většiny druhů (Schuster, 1956).

Vlhkost půdy

Pancířníci jsou velmi citliví na změny vlhkosti půdy a půdního vzduchu. Jsou schopni přežít vysychání pouze určitou dobu a pak musí vysychající půdu opustit. Na negativní hydrotaxi je založena nejrozšířenější metoda extrakce pancířníků z půdy pomocí fototermoelektoru (Tullgreen, 1917).

Celkově snášejí pancířníci lépe vyšší vlhkost, než suché prostředí. V evoluci pancířníků došlo k vývoji mnoha adaptací na různou úroveň půdní vlhkosti. Nejdůležitější morfologickou adaptací na vysychání je vývoj sklerotizace kutikuly a silné vrstvy cerotegumentu. Stupeň sklerotizace a tloušťka vrstvy cerotegumentu klesá se schopností pancířníků přežít vysychání prostředí. Nejlépe snášejí vysychání půdy druhy epigeické, nejhůře druhy euedafické (Riha, 1951).

Se snižující se vlhkostí prostředí se snižuje také průměrná délka života pancířníků. Méně sklerotizovaná vývojová stadia pancířníků jsou výrazně citlivější na nízkou vlhkost půdy než dospělci. Častěji bývají nalézána v hlubších půdních vrstvách, kde tento faktor méně kolísá, než na povrchu. Druhy euryhygrikové mají větší možnosti osídlit různé typy ekosystémů, než druhy stenohygrické a mají zpravidla rozsáhlejší areál rozšíření (Butcher et al., 1971).

Teplota půdy

Dalším významným faktorem ovlivňujícím složení, dynamiku a aktivitu společenstev pancířníků je teplota půdy. Na teplotě závisí intenzita celkového metabolismu pancířníků, především úroveň respirace. Zvyšováním teploty

dochází k výraznému zvyšování spotřeby kyslíku. To způsobuje spotřebování daleko většího množství zásobní energie při vyšších teplotách a rychlejší vyčerpání energetických zdrojů. Při nízké teplotě se naopak metabolismus snižuje, pancířník upadá do stavu strnulosti, ve kterém je energie pomalu čerpána ze zásobních zdrojů. Pancířníci jsou proto obecně odolnější k nižším teplotám než k vyšším. (Madge, 1965). Arktické a antarktické druhy dlouhodobě adaptované na nízké teploty jsou schopny přežít dlouhá období bez teplot nad bodem mrazu. Naproti tomu teplota 45 °C je 100 % letální při 1 hodinové expozici pro většinu druhů pancířníků. Každý druh má své charakteristické teplotní optimum a určitou letální teplotu danou dlouhodobou adaptací na vnější teplotní podmínky. Tropické druhy pancířníků mají teplotní optima 24-31 °C a letální teploty 38-40 °C, druhy mírného pásma mají teplotní optima 10-21 °C a letální teploty 30-32 °C (Wallwork, 1960). Na teplotě závisí také celková délka života pancířníků a jejich ontogenese. *Scheloribates laevigatus* žil při 20 °C v průměru 230 dnů, při 30 °C pouze 8. Vývoj druhu *Ceratozetes cisalpinus* trvá při teplotě 25 °C 32 dnů, při 5 °C 75 dnů. Na teplotě také úzce závisí rozmnožování. U druhu *Oppia nodosa* závisí doba od vylíhnutí z tritonymfy do počátku kladení vajíček na teplotě. Při 24 °C začalo kladení vajíček po 2 dnech, při 24 °C po 4 dnech a při 16 °C po 1 týdnu. Také plodnost samic tohoto druhu výrazně závisí na teplotě. Při 18 °C bylo nakladeno 136 vajíček za rok, při 25 °C pouze 93 vajíček za rok. Někteří pancířníci nekladou podruhé vajíčka pokud neprojdou periodou s nízkými teplotami spojenou se snížením metabolismu (Woodring, Cook, 1962, Nanneli, 1975).

pH prostředí

Samotné pH půdy nemá přímý vliv na společenstva pancířníků, působí zpravidla v komplexu s ostatními mikroklimatickými faktory. Teplota a především vlhkost mají vliv na změny pH půdy zvláště v letním období v půdách bohatých na organickou hmotu (Lebrun, 1965). To bývá korelováno se snížením abundance pancířníků v tomto období. Existuje vztah mezi výskytem hygrofilních druhů v kyselých a xerofilních druhů v basických půdách Střední Evropy. Je to pravděpodobně způsobeno tím, že většina vysychavých půd leží u nás na basických horninách, kdežto většina vlhkých lesních půd leží na substrátech podmiňujících kyselou reakci (Rajski, 1961).

Světlo

Obecně bývají pancířníci považováni za heliofóbní. Ukazuje se však, že existují některé heliofilní druhy výrazně preferují nezastíněné biotopy. Tento jev však pravděpodobně nesouvisí pouze s působením světla, ale s celým komplexem ekologických faktorů stanoviště (Woodring, Cook, 1962).

Obsah organické hmoty v půdě

Půdy chudé na humus a organickou hmotu obývá výrazně menší počet druhů pancířníků s nízkou abudancí. V inerciálních půdách na skalním podkladu mohou trvale žít pouze úzcí specialisté na toto prostředí nebo naopak ekologicky plastické eurytopní druhy. Většina druhů pancířníků je vázána na organickou hmotou bohaté horní vrstvy půdy, především opad. Pokud zbavíme lesní nebo luční půdu organické hmoty dojde k výraznému snížení abundance a druhové diversity pancířníků. Ke stejnému efektu dojde také při požáru v lesních a rašeliništních půdách (Karg 1967, Huhta et al., 1969).

Biotické faktory

Obraz vlivu živých organismů na pancířníky žijící v půdě je značně komplikovaný a jednotlivé vztahy zpravidla nemůžeme oddělit od komplexního působení ostatních faktorů. Mezi nejdůležitější biotické faktory patří trofické vztahy pancířníků k mikroorganismům, živočichům a rostlinám. Také vliv člověka na půdní roztoče můžeme zařadit mezi významné biotické faktory.

Vliv živočichů

Pancířníci slouží často jako potrava jiným dravým půdním živočichům. Nejčastěji bývají jako predátoři pancířníků uváděni draví roztoči ze skupiny *Gamasida*. Jejich kořistí se stávají především drobné formy (*Oppioidea*, *Brachychthonoidea*) a zejména málo sklerotizovaná vývojová stadia. Pancířníci byli také nalezeni ve střevech žížal (Niedbala, 1980) a jsou často parazitováni hromadinkami (*Gregarinomorpha*) a hmyzomorkami (*Microsporidia*). Pancířníci jsou také významní mezihostitelé cysticerkoidů tasemnic čeledi *Anoplocephalidae* parazitující hospodářská zvířata i lesní zvěř (Purrini 1980).

Vliv mikroorganismů

Kromě toho, že mikroorganismy slouží pancířníkům jako hlavní součást potravy, jsou mnohé druhy schopné přežít v jejich zaživacím traktu nebo na povrchu těla. Takto mohou být rozšiřovány mnohé druhy patogenních i nepatogenních mikroorganismů v půdě. Často jsou pancířníci parazitováni některými viry, bakteriemi a parazitickými houbami, způsobujícími často letální onemocnění infikovaných jedinců (Purrini, 1984). Mnohé mikroorganismy produkují vysoce účinná antibiotika, působící silně toxicky na půdní roztoče. Antibiotika s akaricidními účinky působí kontaktně a slouží jako pasivní ochrana před bakteriofágními roztoči (Ando et al., 1971).

Vliv rostlinných společenstev

Rostliny a jejich části tvoří v půdě převážnou část mrtvé a živé organické hmoty. Živá a především mrtvá rostlinná tkáň tvoří hlavní zdroj energie pro vývoj půdních mikroorganismů a živočichů. Fytocenózy slouží jako jedna z hlavních charakteristik životního prostředí při cenologických studiích půdních živočichů. Vzájemné vztahy fytocenóz a společenstev pancířníků nejsou přímé, neboť pancířníci jsou potravně vázáni především na výskyt půdních mikroorganismů a ne na živé rostlinné tkáni. Obsáhlý přehled výskytu pancířníků v hlavních fytocenózách Československa uvádí Kunst (1968).

Vliv antropogenní činnosti

Velmi výrazný negativní vliv na pancířníky má orba. Vlivem orání dochází k několikanásobnému snížení abundance a druhové diversity pancířníků. Mění se výrazně stratifikace cenóz pancířníků v půdním profilu. Velké změny prodělává složení životních forem. Mizí specializovaní obyvatelé opadu a povrchových vrstev půdy, výrazně se zvyšuje dominance několika málo ubiquistických druhů. Každoroční kultivace půdy a téměř výlučná orientace na pěstování jednoletých monokultur snižuje početnost pancířníků, zjednodušuje druhovou skladbu a obecně vrací celé půdní společenstvo do stavu blízkého ranějším fázím sukcese. Jedním z hlavních mechanismů tohoto účinku je změna fyzikálních vlastností půdy, zejména její zhutňování a utužení ať už udupáváním nebo pojezdy zemědělských strojů (Krivolutsky, 1977, Edwards, Lofty, 1969).

Aplikace organických statkových hnojiv, především hnoje, způsobuje celkově slabé snížení abundance pancířníků. Někteří mikrofytofágové jako *Brachychochthonius brevis*, *Eniochthonius minutissimus* a *Oppia clavipectinata* naopak zvyšují svou abundanci a byli ve větším počtu nacházeni v kusech hnoje, kde pravděpodobně nacházeli ve velkém množství mikroorganismy, které jim sloužily jako potrava. Naproti tomu zelené hnojení a aplikace kompostu výrazně zvyšuje abundanci pancířníků. Pravidelné používání kejdy způsobuje naproti tomu výraznou redukci abundance pancířníků (Höller, 1962).

Ještě obtížnější je analýza vlivu minerálního hnojení na půdní roztoče. Aplikace kombinovaných hnojiv způsobuje zvýšení abundance pancířníků a dochází k změnám struktury společenstva pancířníků. Dusíkatá hnojiva obecně zvyšují abundanci pancířníků v zemědělských a lesních půdách. Výrazné snížení abundance pancířníků způsobuje aplikace plynného čpavku, neboť má prokazatelně toxické účinky na roztoče. Fosforečná hnojiva, často v kombinaci s jinými minerálními hnojivy zvyšují počty půdních roztočů. Jednorázové vápnění půd způsobuje zvýšení abundance roztočů v agrocenózách, ale snižuje počet druhů pancířníků. Naopak dlouhodobé pravidelné vápnění v lesních půdách výrazně redukuje populační hustoty pancířníků (Edwards et al., 1970, Zyromska-Rudská, 1976).

Vliv pesticidů na společenstva pancířníků je velice širokým a komplexním problémem. Na rozdíl od ostatních vlivů jde o introdukci úplně cizorodé látky do potravní sítě, která tam může setrávat velmi dlouhou dobu. Účinek pesticidů na společenstva pancířníků závisí na jejich chemickém složení, na způsobu aplikace, typu půdy, mikroklimatických charakteristikách aj. Účinky na pancířníky bývají druhově specifické. Obvykle nejméně ovlivňují populace půdní fauny herbicidy, aplikované proti plevelům, i když i zde může být zaznamenána odpověď ve změně složení společenstev, případně i jejich početnosti. Insekticidy mají obecně výraznější negativní účinky na abundanci pancířníků, než herbicidy a fungicidy. Herbicidy působí na společenstva pancířníků především nepřímo zničením rostlinné biomasy a postupným snižováním obsahu organické hmoty v půdě. Jsou tak pancířníkům omezeny především potravní zdroje. Příležitostně a sporadické použití herbicidů a fungicidů v přiměřených dávkách nezpůsobuje velké kvantitativní změny ve společenstvu pancířníků, naproti tomu pravidelné dlouhotrvající aplikace způsobují rozsáhlé kvantitativní i kvalitativní změny (Krivolutsky, 1976).

Dlouhodobé působení průmyslových imisí, především SO₂, CO₂, N₂O aj. významně snižuje průměrnou abundanci, druhovou diversitu a dominanci a frekvenci dominantních druhů. Minimální areál společenstva se zvětšuje v průměru 2,5-krát. Nejsilněji jsou redukovány subdominantní, recedentní a subrecedentní druhy (Vaněk, 1974). Společenstva pancířníků také rychle a citlivě reagují na radioaktivní znečištění půdy. Při aplikaci izotopu ⁹⁰Sr se počet pancířníků v půdě listnatého lesa snížil o 99 %, aplikace izotopu ¹³⁷Ce, ¹⁴⁴Ce, ¹⁰⁶Ru, ⁹⁵Zr a ²³⁹Pu snížila výrazně abundanci, druhovou diversitu, konstanci a frekvenci pancířníků (Krivolutsky, 1977).

Potravní biologie pancířníků

Jedním z nejdůležitějších faktorů ovlivňujícím životní projevy pancířníků je potrava. Analýzou všech dostupných literárních údajů rozdělil Luxton (1972) pancířníky na 1. makrofytofágy - živíci se zpravidla odumřelou tkání vyšších rostlin, 2. mikrofytofágy - živíci se striktně živou mikroflórou, 3. panfytofágy - kombinující oba předešlé způsoby výživy, 4. příležitostné způsoby výživy - sem patří fakultativní zoofágové, nekrofágové a koprofágové.

Makrofytofágy můžeme rozdělit na xylofágy, živíci se odumřelým dřevem a phylofágy využívající tkáň odumřelých listů a jehlic stromů. Hlavní úlohu v dekompozici dřevní tkáňe pařezů hrají pancířníci čeledi *Phthiracaridae* a některé druhy rodu *Cepheus*. Dospělci i juvenilní stadia druhu *Steganacarus magnus* vytvářejí chodbičky ve středovém dřevě břízy a v kůře břízy a douglasky, druhy rodu *Rhysotritia* tunelují větvičky obou dřevin blíže k povrchu. Ve dřevě kořenů byly nalezeny nymfy zástupců čeledi *Phthiracaridae* a druhů *Li acarus*

xylariae a *Hermannella granulata*. Ukazuje se, že v mnoha případech jsou juvenilní stadia xylofágů monofágní, kdežto dospělci polyfágní. Phylofágní druhy pancířníků jsou významné při skeletování opadu různých druhů stromů. Využíván je zásadně opad v určitém stupni rozkladu, striktně je odmítán čerstvý opad. Často bývají přijímány také jehlice konifer. Juvenilní stadia *Steganacarus magnus*, *Adoristes ovatus* žijí endofágně v borových jehlicích, které vyplňují exkrementy (Wallwork, 1958, 1967).

Mikrofytofágní druhy můžeme podle převládající složky potravy rozdělit na mykofágy, bakteriofágy a algofágy. Ukazuje se, že půdní řasy hrají v potravních vztazích pancířníků ve srovnání s půdními houbami daleko důležitější roli. Mnoho mikrofytofágních druhů pancířníků preferuje specifické druhy půdních řas před běžně přijímanými druhy půdních hub a aktinomycet. Řasy jsou důležitou součástí potravy rašeliništních druhů pancířníků. Druhy *Hygorribates schneideri* se živí řasami litorálu rašelinišť. Vývojová stadia mnoha druhů přijímají kokální řasy rodu *Protococcus* a *Pleurococcus* (Littlewood, 1969). Poměrně vzácné jsou u pancířníků případy bakteriofagie. Mnohé druhy, v dospělosti převážně mykofágní, se v juvenilních stádiích živí bakteriemi (Luxton, 1972). Za striktního bakteriofága bývá považována *Gustavia microcephala*. K tomuto způsobu výživy má ojediněle adaptované hřebenovité chelicery (Schuster, 1956). Nejrozšířenějším a nejprozkoumanějším způsobem výživy mikrofytofágů je mykofagie. Za striktní mykofágy bývají obecně považovány druhy nadčeledi *Damaeioidea*, *Oppioidea*, *Damaeioidea* (Behan, Hill, 1978). Živí se širokým spektrem hub, často bývá zjištěna úzká potravní specializace na omezený počet druhů půdních hub. Významné je též stáří přijímaného mycelia, většina pancířníků preferuje mladé houbové mycelium před starým, které často produkuje pro roztoče toxické látky. U mnoha druhů byla zaznamenána lichenofagie. Stélkou korovitých lišejníků se živí druhy rodu *Scapheremaes* a *Cryptoribatula*, stélkou lupenitých lišejníků se živí *Pirnodus detectidens* a *Haloribates belgicae* (Travé, 1963). Významnou složkou potravy druhů rodu *Saxicolestes* obývajících nárosty skal jsou pylová zrna, která mohou být nalézána v obsahu střeva jak mikrofytofágů tak panfytofágů. Pylová zrna jsou preferována některými panfytofágy z rašelinišť zvláště v jarních měsících (Behan-Pelletier, Hill, 1983).

Velká většina pancířníků patří mezi panfytofágy. Využívají široké spektrum potravy, kterou jim nabízí jejich životní prostředí. Často bývají uváděny preference určitého druhu potravy určitými druhy pancířníků. Např. *Platynothrus peltifer* preferuje hyfy hub, při jejich nedostatku přechází na využívání listového opadu. Byly zjištěny rozdíly mezi kvalitou potravy juvenilních stadií a dospělců téhož druhu (Wallwork, 1958).

Při nedostatku vhodné potravy přecházejí pancířníci na náhradní zdroje. Vzácně bývá zjišťována zoofagie. Některé druhy čeledi *Galumnidae* a *Tectocephus velatus* se mohou aktivně živit půdními nematody (Rockett, 1980). Nejčastějším způsobem zoofagie pancířníků je aktivní požívání vajíček tasemnic čeledi *Anoplocephalidae*. Pancířníci vystupují jako mezihostitelé cysticerkoidů této skupiny tasemnic. Poměrně vzácné jsou také případy nekrofagie. Např. v obsahu střeva *Hypochothonius rufufus*, *Hemileilus initialis*, *Peloribates* sp. aj. byly nalezeny zbytky chvostokoků. Častější a obecnější jsou případy koprofagie. Pancířníci často osidlují exkrementy větších půdních saprofágů a využívají je ke své výživě. V laboratorních podmínkách se některé druhy pancířníků živily exkrementy stejnoonožců (Schuster, 1956). Wallwork (1967) uvádí koprofagii jako obecný způsob výživy juvenilních stadií xylofágních druhů pancířníků. *Galumna formicarius* a *Oppia* sp. jsou obligatorními koprofágy živícími se exkrementy xylofágních brouků. Výlučně koprofilní jsou troglobionti jako *Oribelopsis cavatica* živící se guanem netopýrů (Wallwork, 1958).

Vertikální rozšíření pancířníků v půdním profilu a jeho dynamika

Obecně je známo, že s hloubkou půdního profilu klesá abundance pancířníků a jejich druhová diversita. Nejvyšší abundance a druhová diversity dosahují pancířníci v opadu nebo v humusové vrstvě. V minerálních půdních vrstvách abundance a diversity prudce klesá, ve zvýšené míře se uplatňují drobné, štíhlé a slabě sklerotizované formy. Jedním z hlavních faktorů ovlivňujících průnik pancířníků do hloubky je mocnost a struktura organické vrstvy na níž je většina pancířníků vázána. V severské tundře a tajze žijí pancířníci obecně v povrchové vrstvě půdy maximálně do 10 cm, v listnatých lesích mírného pásma do 15 cm a ve stepních a polopouštních půdách značně hluboko. V půdách černozemních stepí evropské části Ruska je možné nalézt aktivní pancířníky v hloubce 1-2 m (Krivolusky, 1975).

Vzhledem k tomu, že pancířníci nejsou schopni pronikat do půdy aktivním hrabáním, jsou odkázáni na chodby jiných živočichů nebo na velikost půdních pórů a otvůrků, které jim tento aktivní průnik dovolují. U většiny půd dochází se zvyšující se hloubkou k zmenšování půdních otvůrků a těla pancířníků. Holt (1981) tento fakt upřesňuje korelací průměru půdních pórů s šířkou těla menších druhů pancířníků (pod 300 μm délky). U větších druhů tato závislost zjištěna nebyla.

Důležitou roli ve stratifikaci pancířníků hraje strategie využívání potravních zdrojů a potravní preference. O stratifikaci 7 malých druhů nadčeledi *Oppioidea* rozhoduje distribuce vhodné, především mikrobiální potravy v půdním profilu. Cancela da Fonseca (1975) uvádí, že striktní mykofágové se vyskytují v těch vrstvách půdy, kde je dostatečné množství půdních hub. Juvenilní stadia většiny druhů preferují fermentační vrstvu, což je podmíněno odlišnou potravní preferencí od dospělců a vyšší citlivostí na kolísání půdní vlhkosti (Mitchell, 1978).

Sezónní dynamika fenologie pancířníků

Podobně jako u fytoocenóz také u společenstev pancířníků pozorujeme periodické změny ve struktuře cenóz, závislé na změnách prostředí. Na sezónní dynamiku pancířníků mají významný vliv také plodnost a mortalita, délka vývojového cyklu, počet generací v roce, migrační schopnost dominantních druhů aj. V mírném pásu Evropy dosahuje abundance pancířníků v průběhu roku obecně dvou vrcholů, na jaře a na podzim. Za limitující faktor bývá považována nejčastěji půdní vlhkost. Lebrun (1965) uvádí výrazná maxima v květnu a v říjnu pro pancířníky dubového lesa v Belgii. Luxton (1981a) uvádí pro společenstvo pancířníků bukového lesa v Dánsku jarní maximum abundance v únoru až březnu, podzimní v prosinci. Podzimní maximum koreluje s vrcholem opadu listů a následuje s 1 měsíčním zpožděním vrchol vodních srážek. Průběh teploty půdy však často vykazuje negativní korelaci s průběhem abundance pancířníků, neboť během léta bývá abundance pancířníků pravidelně v depresi. Vysoká úroveň srážek na jaře zřejmě stimuluje kladení vajíček a svlékání jednotlivých vývojových stadií, podzimní vrchol opadu listů rozšiřuje potravní a prostorové nároky pancířníků.

Na průběh sezónní dynamiky abundance daného společenstva pancířníků má rozhodující vliv populační dynamika dominantních druhů, která může, ale nemusí, být synchronizována. Mezi pancířníky existuje více fenologických typů. Některé druhy dosahují jen jednoho maxima abundance v roce, nejčastěji buď na jaře nebo na podzim, existují také druhy se stálou populační hustotou (Lebrun, 1971). Vrcholy populační hustoty mnohých druhů nejsou synchronizovány do krátkých časových období. V případě malých druhů pancířníků, majících 3-5 generací do roka je sezónní populační dynamika ovlivněna především různou plodností a mortalitou v sezóně. Větší druhy s delším vývojem, mají na rašeliništi v Anglii maxima pro larvy na jaře (leden-duben) a na podzim (září, prosinec), protonymfy v listopadu, deutonymfy v květnu, tritonymfy červenci a dospělci v srpnu a lednu. V dubovém lese v Anglii má tentýž druh vrcholy abundance pro larvy v srpnu, protonymfy v březnu a září, deutonymfy v dubnu a prosinci, tritonymfy v srpnu a dospělce v prosinci. Lebrun (1970) udává závislost sezónní dynamiky larev a dospělců *Nothrus palustris* na změnách vlhkosti a teploty půdy, nymfální stadia naproti tomu mají stálou populační hustotu po celý rok.

Využití pancířníků v bioindikaci

Myšlenka využít jednotlivé skupiny půdní fauny včetně pancířníků pro bioindikaci není nová a objevuje se v pracích více autorů v průběhu posledních 3-4 desetiletí. Většinou však jde o teoretické předpoklady, související s konkrétními výsledky jinak zaměřených výzkumů. Podle Mattheye et al. (1990) lze pod biondikací chápat dvě odlišné metody: využití jednotlivých druhů jako akumulativních bioindikátorů (např. vliv těžkých kovů, pesticidů atd.) a využití složení společenstev pro stanovení kvality resp. stavu daného ekotopu. Z jiného hlediska posuzuje využití půdních živočichů pro indikaci Weigmann (1993). Rozlišuje jednak bioindikaci přirozených parametrů prostředí (prostřednictvím korelací výskytu druhů s určitými faktory prostředí nebo jejich komplexů) a bioindikaci antropogenních stresorů. V rámci této dále rozlišuje pasivní monitoring (využívá volně žijících organismů) a aktivní monitoring (využití připravených standardizovaných do přírody exponovaných organismů). Zdůrazňuje přitom, že o bioindikaci pomocí půdních členovců lze uvažovat jen v případě, že jiné bioindikační metody (např. studium rostlinných společenstev) nepřinesou stejné výsledky jednodušší cestou.

Ghilarov (1978) a Dunger (1982) považují půdní faunu za velmi dobrý indikátor jak geneze, tak i stavu půdy. Shodují se, že antropogenní tlak se jednoznačně projevuje i na složení taxocenóz půdních roztočů, v rámci kterých jsou pancířníci obvykle dominantní složkou. Na problémy s interpretací těchto změn poukazují Hill a McKeven (1985). Iglisch (1985) považuje pancířníky spolu s některými dalšími skupinami za vhodné indikátory chemického znečištění půd.

Na základě studia biotopů s rozličným stupněm antropogenního zatížení rozdělil Aoki (1979) čeledi pancířníků do 5 skupin podle citlivosti. Aoki et Kuriki (1980) sledovali výskyt jednotlivých druhů pancířníků podél cest v urbánním, suburbánním a mimoměstském prostředí. Vytipovali 4 skupiny druhů podle stupně tolerance k antropogenní zátěži. Obecně považují *Oribatida* za skupinu "antropofobní", avšak některé druhy zjistili i ve velmi zatíženém městském prostředí. Početnější byly nespécializované, euryekní druhy (*Tectocephus velatus*, *Oppiidae*), avšak byly zjištěny i druhy s výskytem omezeným právě na tento typ habitatu. Tyto druhy autoři nazvali "antropofilními". Procento výskytu antropofilních a euryekních druhů tak koreluje ve vzorcích se stupněm synantropizace lokality. K podobným výsledkům dospěl také Weigmann (1982) při sledování biotopů západního Berlína.

Některé druhy pancířníků, zejména arborikolní, jsou citlivé na obsah cizorodých látek v ovzduší. Publikované údaje dokládají praktickou použitelnost pancířníků při indikaci různých vzdušných i půdních polutantů (Lebrun, 1976, Lebrun et al., 1976, 1978; Andre et al., 1982; Andre et al., 1984; Kehl et Weigmann, 1992; Porzner et Weigmann, 1992; Streit, 1984; van Straalen et al., 1988; Vaněk, 1974; Belska, 1980).

Více autorů považuje půdní faunu a zejména pancířníky za velmi dobrý indikátor zhutňování půdy, ať už pojezdů strojů nebo udupáváním (Garay et al., 1981). Ito (1980) vyčlenil tři skupiny pancířníků podle citlivosti na udupávání. Nejsenzitivnější druhy (*Anachipteria grandis*, *Schelorbates latipes*, *Pergalumna intermedia* a *Liochthonius sellnicki*) z udupávaných ploch úplně vymizí. U druhé skupiny druhů dochází jen k výraznějšímu

poklesu denzity (*Suctobelba naginata*, *Oppiella nova*, *Quadroppia quadricarinata*, *Fosseremus quadrypertitus* atd.). Rezistentní druhy, i když přežívají v menších populacích (*Tectocephus* sp., *Pergalumna duplicata nipponica*), vzhledem k absenci ostatních dosahují na plochách s udupáváním vysokých dominancí. Vyšší citlivost primitivních forem *Oribatida* na udupávání a zejména úplné vymizení čeledi *Brachychthoniidae* potvrdili i Garay et Nataf (1982).

Pancířníky považují za vhodné indikátory v zemědělství Bick et Brocksieper (1979). Curry (1978) považuje poznání celých společenstev za velmi užitečný biologický základ pro klasifikaci půd a potvrzuje, že změny struktury populací mohou být užitečné při zjišťování deteriorizačních efektů různého managementu půdy v souvislosti s její úrodností. Půdní roztoči jsou přitom více vázáni na půdu než na vegetaci ve srovnání s jinými skupinami, např. chvostokoky. Použitím faktorové analýzy vyčlenili Siepel et van Bund (1988) konkrétní druhy pancířníků, indikující změnu taxocenózy po lidských zásazích. Jako velice specifický indikátor zralosti kompostu použil pancířníky Beckmann (1988). Hill et McKevan (1985) shrnuli změny probíhající ve společenstvech půdní fauny po zásazích člověka v zemědělství, které ovšem možno aplikovat i obecně - dochází k redukci druhové diversity, výměně dlouhožijících druhů krátcežijícími, schopnými transientního přežívání v biotopu, a nakonec k zvýšení amplitudy populačních fluktuací. Za ideální druhy pro indikaci považují tzv. indikátory-integrátory, kteří přežívají pouze v relativně nestresovaných biotopech a jsou senzibilní na širokou paletu stresorů.

K tomu, aby byli pancířníci použitelní jako klasický indikátor v pravém slova smyslu, je nezbytné podrobné studium autekologie jednotlivých druhů. Vzhledem k tomu, že takovýchto poznatků i přes rozsáhlou literaturu je jen velmi málo, je použití jednotlivých druhů pro bioindikaci vzácné. Za základní literaturu v tomto směru možno považovat souborné práce Strenzekeho (1951, 1952) a Luxtona (1972, 1975, 1981a, b,c,d) a dalších autorů, z našich především nepublikovanou habilitaci Kunsta (1968).

Metodika odběrů vzorků v rámci projektu BiodivKrŠu

Odběry půdních vzorků jsou prováděny pomocí válcové půdní sondy o ploše 10 cm² do hloubky 10 cm, na každé stacionární ploše bylo odebráno vždy po 5 vzorcích. Sondu tvoří vnější ocelový plášť s vnitřní podélně dělenou vložkou z umělé hmoty, umožňující získání neporušeného půdního monolitu. Odebrané vzorky jsou v označených sáčcích umístěny odděleně do uzavřených igelitových pytlů a urychleně převezeny do laboratoře.

Extrakce půdních roztočů z půdních vzorků

K získání půdních roztočů z půdních vzorků bylo použito modifikovaného "high gradient" extraktoru podle Marshalla (1972). Jako fixáž v podstavných nádobách sloužil nasycený vodný roztok kyseliny pikrové. Extrakce byla prováděna 4 dny. První den při povrchové teplotě vzorků 27 °C, druhý den při 30 °C, třetí den při 33 °C a čtvrtý den při 40 °C. Průměrná účinnost extraktoru při těchto optimálních teplotních podmínkách byla experimentálně určena pro půdní roztoče na 93,5 %. Určení bylo provedeno ručním rozborem 20 vyextrahovaných vzorků. Účinnost přístroje se pohybovala v rozsahu 82-100 %. Dolní hranici se přibližovaly hodnoty slabě sklerotizovaných vývojových stadií půdních roztočů. U adultních stadií byla účinnost pravidelně vyšší než 90 %. Vyextrahovaní zástupci mesoedafonu byli odfiltrováni z kyseliny pikrové pomocí frity a převedeni do epruvet s 96 % etanolem a varem zbaveni tukového tělesa.

Determinace pancířníků

Třídění a počítání pancířníků bylo prováděno pod preparačním mikroskopem. Vytřídění pancířníci byli před vlastní determinací prosvětleni za studena v 80 % kyselině mléčné. Určení bylo prováděno jednotlivě na podložním skle s jamkou, neboť bylo nutno určované jedince šetrně rozčlenit a vypitvat obtížně pozorovatelné části těla. Z preparovaných jedinců a jejich částí byly zhotoveny trvalé mikroskopické preparáty v chloralhydrátovém mediu dle Kramáře (Hrbáček, 1954) s rámečkem z kanadského balzámu.

Při determinaci byly použity některé souborné klíče (Sellnick, 1928, 1960, Willmann, 1931, Hammen, 1952, Schweizer, 1956, Kunst, 1968, 1971, Giljarov, 1975, Balogh, Mahunka, 1983).

Výzkum pancířníků na Šumavě

První kdo studuje faunu pancířníků Šumavy je Štorkán (1925). Ve své již historické práci shrnuje výsledky svých sběrů týkajících se celého území bývalého Československa. Uvádí však bohužel pouze názvy lokalit bez jakékoliv charakteristiky odebraných vzorků a zkoumaných biotopů. Po revizi jeho nálezů Kunstem (1968) můžeme uvést následující nálezy validních druhů pancířníků ze Šumavy. Z Plechého uvádí nález silvikolního druhu *Liocarvus coracinus*. Celkem 5 druhů uvádí z šumavské lokality Roklan, která v současnosti leží na bavorské straně Šumavy.

Winkler, (1956a,b,c, 1957 a,b,) a také Paclt a Winkler, (1956), publikuje a shrnuje faunistické výsledky své diplomové práce, kde studuje kromě dalších lokalit na území bývalého Československa i 15 lokalit situovaných především na střední a jihovýchodní Šumavě. Uvádí následující počty druhů pancířníků z následujících lokalit:

Želnavá 17, Černá v Pošumaví 34, Pažení Basum 15, Dolní Vltavice 17, Hůrka 9, Langholz 1, Pestřice 9, Olšina 1, soutok Olšiny a Vltavy 8, Boubín 10, Lipno 7, Mokrá 4, Milná 3, Horní Planá 4, Plánička 1.

Prokopič, (1962) studuje společenstvo pancířníků horské louky poblíž Vydřího mostu u Horské Kvildy. Uvádí zde celkem 10 druhů pancířníků a studuje je jako mezohostitele cysticerkoidů tasemnic nadčeledi *Anoplocephalidea* a *Hymenolepidoidea* parazitujících především ovce, skot a divoce žijící kopytníky. Na studované pastvině našel druhy: *Achipteria coleoptrata*, *Ceratoppia bipilis*, *Ceratozetes gracilis*, *Galumna elimata*, *Liacarus coracinus*, *Platynothrus peltifer*, *Parachipteria willmanni*, *Schelorbates laevigatus*, *S. latipes*, *Trichorbates trimaculatus*. Na přenosu cysticerkoidů tasemnice *Moniezia expansa* se podílí především druh pancířníka *Achipteria coleoptrata*.

Kunst (1968) ve své obsáhlé nepublikované habilitační práci uvádí pancířníky celkem ze 4 lokalit na Šumavě, z karu Černého jezera uvádí 9 druhů pancířníků, z Jezerní stěny 5 druhů, studuje faunu horské louky na Můstku v západní části Šumavy a uvádí celkem 17 druhů pancířníků. Determinoval též sběry z ombrogenního rozvodnicového rašeliniště Jezerní slat' odkud uvádí pouze 3 silně hygrofilní a tyrfofilní druhy *Limnozetes sphagni*, *Trhypochthoniellus setosus* a *Zetomimus furcatus*.

Faunu celkem 5 šumavských rašelinišť studuje detailně Starý (1982, 1988). Byla prozkoumána detailně fauna nivních rašelinišť Mrtvý luh a Pěkná ležících ve Vltavické brázdě v údolí Horní Vltavy a horských ombrogenních rašelinišť Chalupská slat', Tříjezerní slat' a Jezerní slat' v oblasti Šumavských plání. Celkem bylo zjištěno na zkoumaných rašeliništích 121 druhů pancířníků (Jezerní slat' – 60 druhů, Tříjezerní slat' – 24, Chalupská slat' – 81, Mrtvý luh – 76, Pěkná – 68). Nejvlhčí partie rašelinišť se nacházejí na březích rašelinných jezírek a šlenků zpravidla ve středu vrchoviště. Tento habitat obývá společenstvo výrazně hygrofilních až hydrofilních druhů, žijících v submersních rašeliništích a v rhizosféře ostříc a suchopýru pochvatého. Většinou se jedná o tyrfofilní druhy, výrazně zde dominují druhy: *Trimalaconothrus foveolatus*, *T. novus*. Okraje jezírek a šlenků tak, jak klesá hladina spodní vody, pozvolna přecházejí do různě zapojených porostů borovice blatky tvořících většinu plochy vlastního rašeliniště. Spolu se změnou floristických a především vlhkostních poměrů se mění společenstvo pancířníků obývajících tuto část rašeliniště. Zastoupení tyrfofilních druhů klesá a zvyšuje se populační hustota hygrofilních a eurytopních druhů. Výrazně zde dominuje eurytopní *Tectocepheus velatus*, *Oppiella nova* a vlhkomilný *Atropacarus striculus* a *Hoplophthiracarus pavidus*. Faunu tyrfofilů zde zastupují dominantní *Malaconothrus gracilis* a *Nanhermannia coronata*. V případě, že rašeliniště sousedí s lesním porostem vzniká na jeho okraji pás podmáčených smrčín. Přebytková voda je odváděna z rašeliniště v laggu tvořícím na okraji vrchoviště pruh se zvýšenou vlhkostí. V podmáčených smrčínách dominuje eurytopní druh *Tectocepheus velatus* spolu se silvikolními druhy *Caleramaeus monilipes*, *Chamobates borealis*, *Hermannia gibba* aj. V laggových partiích rašeliniště dominují eurytopní *Oppiella nova* a *Schelorbates laevigatus*, vysokou abundancí si zde udržují tyrfofilní *Malaconothrus gracilis* a *Nanhermannia coronata*. Po celé ploše vrchovišť byly studovány hojné lišejníkové nárosty na stromech a keřích. Tento habitat obývá druhově velmi odlišné společenstvo pancířníků. Dominují zde především xerofilní druhy jak *Phauloppia coineaui* a *P. lucorum*. Je zajímavé, že na tak vysloveně vlhkém biotopu jakým jsou rašeliniště se mohou vyskytovat hojně xerofilní formy.

Pižl a Starý (2001b) sledovali v letech 1999-2000 vliv mulčování a kosení na společenstva žížal a pancířníků na pastvině na Huťské hoře poblíž Zhůří v centrální části Šumavy. Průměrná abundance pancířníků byla signifikantně nižší na plochách mulčovaných a kosených ve srovnání s úhorem ponechaným přirozené sukcesí. Mulčování a kosení způsobuje změny ve struktuře společenstva pancířníků, snižuje se dominance a populační hustota eudominantního druhu *Tectocepheus sarekensis*, naopak se zvyšuje dominance malých, více specializovaných druhů jako *Berniniella hauseri* a *Brachychthonius impressus*. Celkem zde bylo zjištěno 31 druhů pancířníků. Pouze dva druhy *Oribatula tibialis* a *Ceratozetes gracilis* preferují mulčované plochy. Kosení má výrazný negativní vliv na populace druhu *Brachychthonius impressus*. Naopak pouze druh *Pantelozetes paolii* preferuje kosené plochy a zvyšuje zde své populační hustoty.

Vliv probírkové těžby odumřelých jedinců smrku na lokalitách Smrčina, Plechý a Boubín studoval dlouhodobě v letech 2001 – 2003 Starý (2003). Celkem bylo zjištěno na pěti permanentních plochách v autochtoním smrkovém lese 88 druhů pancířníků. Nebylo zjištěno výrazné kolísání průměrné abundance v průběhu výzkumu v letech 2001 – 2003 ani významné rozdíly mezi jarními a podzimními odběry. Průměrná abundance pancířníků na plochách, kde byl proveden těžební zásah byla nevýrazně vyšší ve srovnání s plochami bez zásahu na obou lokalitách Trojmezí a Smrčina. Celkový počet druhů pancířníků nalezených na sledovaných lokalitách byl poměrně velký (88). Struktura dominance společenstev ukazuje na všech sledovaných plochách na vyvinutá a stabilizovaná společenstva, kde je dominance koncentrována do většího počtu druhů bez extrémních hodnot. Na stacionárních plochách lokalit Plechý a Smrčina dominují především eurytopní panfytofágové jako *Platynothrus peltifer* a *Oppiella nova*, doplněné silvikolními panfytofágy jako např. *Hermannia gibba*, *Liacarus coracinus* a *Adoristes ovatus*. Významná je dominance makrofytofágních druhů *Euphthiracarus cribrarius* a druhů rodu *Phthiracarus* sp. v trouchnivějícím dřevě pařezů a mikrofytofágních druhů čeledi *Suctobelbidae* (*Suctobelba trigona*, *Suctobelbella sarekensis*) v jehličnatém opadu. Výrazné je oddělení vzorků z Boubína od ostatních zkoumaných lokalit do samostatné skupiny, které potvrzuje odlišnost druhové skladby tohoto společenstva

naznačeného též odlišnou strukturou dominance. Vzorky z Plechého a Smrčiny tvoří jednu poměrně homogenní skupinu a dokumentují vysoký stupeň druhové podobnosti společenstev pancířníků obou lokalit. Oddělení vzorků variant s těžbou a bez těžebního zásahu není na obou srovnávaných lokalitách patrné, což potvrzuje, že těžební zásah malého rozsahu bez devastujícího vlivu na opadovou vrstvu, se během 2 let ve společenstvu pancířníků výrazně neprojevil. Zjištěné nevýrazné změny v druhovém spektru studovaných lokalit především na recedentní a subrecedentní úrovni jsou dány rozdílnými mikroklimatickými poměry stanovišť související s rozdílnou nadmořskou výškou a expozicí v terénu.

Vliv těžby dřeva na pancířníky závisí především na managementu a rozsahu těžby, velikosti vytěžené plochy a stupni devastace vrchních vrstev půdy (Huhta et al., 1969). Ve výchozích společenstvech na nepoškozených plochách na lokalitách Plechý a Smrčina dominovaly především eurypní druhy pancířníků vyskytující se obecně v mnoha biotopech Střední Evropy a mající vysokou toleranci k výkyvům hlavních abiotických faktorů tj. především půdní vlhkosti. Poměrně malý rozsah vytěžené plochy nezpůsobil pravděpodobně významné změny v oslunění a vysychání půdy, které lze očekávat při vzniku velkých odlesněných ploch a nepromítl se významně do změny v zastoupení dominantních druhů.

Dalším faktorem důležitým pro vysvětlení proč se těžební zásahy neodrazily výrazným způsobem ve změně složení společenstva pancířníků je to, že nedošlo k výrazné změně společenstva řas a hub, které jsou hlavním zdrojem potravy pancířníků. Významná je též vysoká dominance nespécializovaných druhů panfytofágů, schopných využívat široké spektrum mikroorganismů žijících opadu a půdě smrkových lesů (Luxton, 1972).

Pancířníci nejsou primárně fytofágní, nejsou přímo závislí potravně na živých smrcích, proto jejich probírková těžba nezměnila jejich potravní zdroje a nezpůsobila změny v jejich společenstvech.

Významným faktorem je devastující vliv mechanizace při těžbě na vrchní vrstvy půdy. Pokud zbavíme lesní půdu organické hmoty dojde k výraznému snížení abundance a druhové diversity pancířníků (Karg, 1967, Niedbala, 1967). Ke stejnému efektu dochází také při devastujícím lesním požáru (Huhta et al., 1969). Na lokalitách Plechý a Smrčina však vlivem omezené těžby bez využití těžké mechanizace nedošlo k poškození opadové vrstvy, která by se významně odrazila ve změně složení společenstev pancířníků žijících v ní.

Starý (2005) studuje detailně společenstva pancířníků 5 velkých šumavských vrchovišť z nichž Chalupská slat' a Malá niva se nachází v různé nadmořské výšce v údolí Teplé Vltavy a lokality Luzenská, Roklanská a Novohůrecká slat' patří k ombrogenním vrchovištím šumavských plání. Celkem bylo nalezeno na Luzenské slati 56 druhů, na Roklanské slati 86 druhů, na Novohůrecké slati 68 druhů na Chalupské slati 92 druhů a na Malé nivě 66 druhů pancířníků. Celkem byl zpracován materiál 9101 jedinců pancířníků z 69 kvalitativních vzorků. Bylo v něm zjištěno 130 druhů pancířníků patřících do 83 rodů a podrodů a 41 čeledí. Celkem byly nalezeny 2 druhy nové pro faunu České republiky, 1 druh nový pro faunu Čech a 30 druhů nových pro faunu Šumavy.

Vzorky byly podle druhového spektra dobře odděleny podle zkoumaných biochorů, které se na zkoumaných vrchovištích pravidelně opakují. Velmi dobře je oddělena skupina reprezentující vzorky z lišejníkových nárostů na stromech. Tento biochor se oproti ostatním biochorům rašeliniště vyznačuje nestálou vlhkostí, která může být i velmi nízká. Významnými druhy pancířníků tohoto habitatu jsou lichenofágní druhy *Phauloppia coineaui* a *Phauloppia lucorum*, tento habitat preferuje též druh *Carabodes labyrinthicus*, který se však vyskytuje i jinde především v jehličnatém opadu borovice blatky a smrku. Nejbližším společenstvem k druhům z lišejníkových nárostů je společenstvo pancířníků žijící v jehličnatém opadu blatkových porostů a podmáčených smrčin. Důvodem této podobnosti je to, že lišejníkové nárosty se vyskytují především v porostech blatky a podmáčených smrčin a druhy žijící v opadu těchto porostů mohou aktivní migrací po kmenech stromů a keřů kolonizovat lišejníkové nárosty a naopak lichenofágní druhy mohou padat do opadu.

Druhým výrazně odlišným společenstvem jsou pancířníci žijící v submersním rašelínku šlenků a okrajů rašelinných jezírek. Významnými druhy tohoto habitatu jsou hygroskopní až hydrofilní druhy jako *Hydrozetes lacustris*, *Limnozetes sphagni*, *Limnozetes rugosus*, *Trhypochthoniellus setosus*, *Trimalaconothrus novus* a *Trimalaconothrus foveolatus*. Dalším ne tak výrazně odlišným společenstvem jsou druhy žijící v rhizosféře suchopýru a ostříc. Tato skupina není výrazně oddělena od druhů žijících ve vyzdvižených bultech. V obou skupinách se uplatňuje vlhkostní gradient od velmi vlhkých až mokrých vzorků blížících se prostředí submersních rašelínků, po jehličnatý opad a rhizosféru keřků. Významnými druhy rhizosféry ostříc a suchopýru jsou *Hermannia convexa* a *Liochthonius perfusorius*, hojně jsou zde druhy *Eupelops plicatus*, *Malacoconothrus gracilis* a *Nanhermannia coronata*. Významnými druhy v bultech jsou *Banksinoma lanceolata* a *Brachychochthonius zelawaensis*, hojně jsou zde druhy *Hoplophthiracarus pavidus*, *Nothrus pratensis* a *Suctobelbella longirostris*. Poslední nejvíce komplikovanou a heterogenní, druhově nejbohatší skupinou jsou druhy žijící především v jehličnatém opadu borovice blatky na vlastním rašeliništi a v smrkovém opadu podmáčených smrčin na obvodu rašeliniště jako např. *Caleremaeus monilipes*, *Euphthiracarus monodactylus*, *Hermannia gibba*, *Liacarus coracinus*, *Liochthonius brevis*, *Micropia minus*, *Suctobelbella falcata* aj.

Významnou složkou fauny pancířníků šumavských rašelinišť jsou eurivalentní druhy a druhy s širokou ekologickou valencí, které se vyskytují hojně prakticky ve všech typech biochorů na vlastním vrchovišti, ale také na biotopech vrchoviště obklopujících, patří často k dominantním druhům, které tvoří základní strukturu společenstev především tam kde vlhkost a teplota nedosahuje extrémních hodnot. Do této skupiny můžeme

zařadit druhy *Atropacarus striculus*, *Oppiella nova* a *Tectocepheus velatus*. Šumavská vrchoviště jsou specifické biotopy, charakterizované extrémními mikroklimatickými podmínkami majícími zásadní význam pro výskyt pancířníků. Špatná tepelná vodivost rašeliny a silné oslunění, především na plochách bez stromového a keřového patra, způsobuje ve dne přehřívání vrchních půdních vrstev, které se ovšem nezahřívají do hloubky a v noci vydávají do okolí jen málo tepla. Výsledkem je malé vertikální teplotní členění a maximální kolísání teploty v tenké povrchové vrstvě v teplém ročním období a relativně stálá nízká teplota nad rašeliništěm především v mechovém patře a opadu. S tím souvisí dlouhotrvající období přizemního mrazu a pomalé tání sněhu a s tím související zkrácení období aktivity pancířníků. Toto velice specifické mikroprostředí vyhovuje jen nemnoha tyrfobiontům druhům striktně se vyskytujícím pouze na vrchovištích. Z nalezených druhů do této kategorie můžeme zařadit druhy *Mucronothrus nasalis* a *Camisia lapponica*. Početnější skupinu tvoří tyrfofilní druhy, nacházející na rašeliništi optimální i když ne jedinečné životní podmínky a které žijí také v podobných podmínkách mimo rašeliniště. Mezi tyrfofilní druhy můžeme zařadit *Malaconothrus gracilis*, *Nanhermannia coronata*, *Trhypochthoniellus setosus*, a druhy rodu *Trimalaconothrus*.

Starý (in press) studuje detailně faunu pancířníků NPR Boubínský prales v jeho historické oplocené části. Celkem bylo v 36 odebraných půdních vzorcích zjištěno 124 druhů pancířníků patřících k 71 rodům a 37 čeledím. Celkem bylo nalezeno 28 nových druhů pro faunu Šumavy, druhy *Nothrus parvus* a *Transorbates lagenula* byly poprvé nalezeny na území Čech a druh *Protoribotritia abberans* je novým nálezem pro faunu České republiky. Další kvalitativní i kvantitativní charakteristiky společenstev pancířníků hlavních habitatů NPR Boubínský prales budou publikována v odborném tisku. Celkem bylo na Šumavě dosud nalezeno 239 druhů pancířníků.

Výzkum pancířníků v Krkonoších

Krkonoše jsou územím, odkud pochází první zmínka o fauně pancířníků z území České republiky (Thinemann, 1843). Tato práce má však bohužel pouze bibliografický a historický význam, neboť není možné podle ní zrekonstruovat jaké druhy pancířníků byli zjištěni, jaký byl jejich výskyt v Krkonoších a které lokality byly studovány. Poté výzkum pancířníků na území Krkonoš na více než jedno století zcela ustal.

První, kdo navázal na výzkum fauny pancířníků na území Krkonoš byl Vaněk (1957), který uvádí celkem 18 pancířníků z prosevu opadu a půdy uprostřed klečových a smrkových porostů v okolí Dvorské boudy v nadmořské výšce 1350 m.

Kunst (1968) ve své habilitační práci výrazně přispěl k poznání fauny pancířníků Krkonoš. Studoval celkem 16 lokalit včetně ploch z Rýchor a uvádí následující počty nalezených druhů pancířníků pro jednotlivé lokality: Sněžka 10, Modrý důl 8, Obří důl 9, Velká studniční jáma 5, Patejdlova bouda 3, Kozí hřbety 2, Pančavská louka 11, Rudník 1, Labský důl 1, Kotelní jámy 3, Dvorský les 8, Černá hora 7, Labská bouda 1, Pec 1, Horní Mísečky 1, Kotel 2. Bohužel se jedná pouze o kvalitativní sběry, které neumožňují popis a analýzu struktury společenstev pancířníků hlavních biotopů a habitatů na zkoumaných lokalitách.

Starý (1994) publikuje faunistický příspěvek založený na dlouhodobém studiu provedeném v letech 1987 – 1992 na vybraných lokalitách Krkonoš se zaměřením na studium vlivu imisí na půdní roztoče, vlivu aplikace herbicidu Rundup na půdní mesofaunu a na srovnání diversity společenstev pancířníků v hlavních habitatech ve výškovém gradientu. Celkem bylo zjištěno 129 druhů pancířníků z nichž 15 bylo nových pro faunu České republiky (*Liochthonius perfusorius*, *Phthiracarus affinis*, *Euphthiracarus mixtus*, *Nothrus longipilus*, *Malaconothrus mollisetosus*, *Malaconothrus punctulatus*, *Trimalaconothrus indusiatus*, *Belba verrucosa*, *Damaeus gracilipes*, *Oppiella globosa*, *Suctobelbella baloghi*, *S. bella*, *S. hammeri*, *Oribatula pallida* a *Chamobates alpinus*), a 77 nových pro faunu Krkonoš. Celkem byl nalezen na zkoumaných lokalitách následující počet druhů: Pančavská louka 48, Labský důl 37, Třídolí 37, Přední Renerovky 21, Úpská rašelina 21, Studniční hora 26, Schustlerova zahrádka 37, Navorská jáma 35, V bažinkách 65.

Materna, (1996, 1999) studuje výskyt a ekologii pancířníků saxikolních nárostů mechů a lišejníků na celkem 7 lokalitách především v nejvyšších polohách Krkonoš. Celkem bylo v saxikolních nárostech mechů a lišejníků nalezeno 110 druhů pancířníků z nichž 3 byly nové pro faunu České republiky (*Liochthonius dilutus*, *Cultroribula dentata* a *Mycobates patrius*). Bylo zjištěno 6 druhů striktně vázaných na saxikolní nárosty mechů a lišejníků. Druhy *Trichoribates monticola* a *Mycobates tridactylus* jsou vzhledem k vysoké frekvenci výskytu považovány za charakteristické druhy studovaného typu biotopu. Celkem byl na 7 lokalitách zjištěn následující počet druhů pancířníků: Sněžka 10, Studniční hora 18, Špindlerův mlýn 22, Dívčí stráž 28, Důl Bílého Labe 105, Krakonoš 32, Luční hora 19.

Pižl a Starý (2001a) studovali vliv mulčování, kosení a hnojení na společenstva žížal a pancířníků na horské květnaté louce na lokalitě Sněžné domky ve východní části Krkonoš. Při porovnání průměrné abundance žížal a pancířníků na sledovaných variantách pokusu bylo zjištěno, že mulčování vedlo ke zvýšení populační hustoty obou studovaných skupin půdní fauny i vzrůstu biomasy, přičemž tento trend byl výraznější na variantách hnojených než nehnojených. Ve variantách kosených způsobilo hnojení naopak nevýrazné snížení sledovaných parametrů. Změna managementu iniciovala změny ve struktuře společenstev žížal a pancířníků, avšak nevedla v signifikantní redukci druhové diversity sledovaných skupin půdních bezobratlých.

Starý (2005) detailně studuje společenstva pancířníků Sněžky ve výškovém transektu od smrkových porostů v okolí Růžohorek až po vrchol Sněžky. Celkem bylo v materiálu 5060 jedinců pancířníků odebraném ze 7 lokalit na Sněžce zjištěno 78 druhů. Druh *Camisia solhoeyi* je nový pro faunu České republiky a 14 dalších druhů je nových pro faunu Krkonoš. Bylo diskutováno druhové složení fauny pancířníků kryo-eolické, kryo-vegetační a niveo-glacigenní zóny arкто-alpínské tundry Krkonoš. Mezi nejcennější přírodní partie Krkonoš patří jednoznačně tzv. arкто-alpínská tundra. Je významným refugiem borealpinních reliktních v podmínkách Střední Evropy. Fauna pancířníků lišejníkové tundry na krkonošských vrcholech (kryo-eolická zóna) byla zatím studována na Sněžce, Studniční a Luční hoře (Kunst, 1968; Materna, 1999; Starý, 1994) a okrajově též na Vysokém Kole a vrcholu Kotle (Kunst, 1968). Dva vzácné druhy pancířníků z Vysokého Kola (*Gemmazetes alpestris* a *Unduloribates undulatus*) a dva montánní druhy (*Trichoribates rotundatus* a *Mycobates carli*) uvádí z Vysokého Kola (Kunst, 1968). Z vrcholových partií Luční hory z mechových a lišejníkových nárostů uvádí Materna (1999) celkem 19 druhů. Nejlépe je známa fauna pancířníků vrcholů Sněžky a Studniční hory, kde byla detailně studována společenstva pancířníků klečového opadu, travní rhizosféry, mechových a lišejníkových nárostů (Starý, 1994; Materna, 1999). Z vrcholových partií Sněžky je dosud známo 32 druhů a z vrcholu Studniční hory 39 druhů pancířníků. Celkem je dosud uváděno z kryo-eolické zóny krkonošské arкто-alpínské tundry 62 druhů pancířníků. Kromě běžných eurytopních druhů jako *Tectocepheus velatus*, *Oribatula tibialis*, *Quadroppia quadricarinata* a *Dissorhina ornata*, které dominují ve většině habitatů, jsou charakteristické pro tuto zónu krkonošské tundry vzácný boreomontánní druh *Neonothrus humicolus*, uváděný hojně ze severní Skandinávie (Karppinen, 1955), ze Střední Evropy je znám pouze z nejvyšších poloh Krkonoš a Vysokých Tater a montánní druh *Unduloribates undulatus* vyskytující se v nejvyšších polohách Alp, Karpat a Krkonoš (Kunst, 1968). Oba druhy byly též nalezeny v karech Obří důl a Velká studniční jáma, kam bývají strhávány lavinami z výše položených biotopů.

Fauna pancířníků krkonošských vrchovišť (kryo-vegetační zóna) byla studována Starým (1994) na Úpském rašeliništi, odkud uvádí 21 druhů a na Pančavské louce s 48 druhy. Kunst (1968) uvádí z Pančavské louky 11 druhů. Celkově bylo dosud na Pančavské louce nalezeno 58 druhů. Pro všechna krkonošská vrchoviště je dosud známo 66 druhů pancířníků. Charakteristický pro tuto zónu je výskyt tyrfobiontních a tyrfofilních druhů preferujících biotopy vrchovišť. Patří sem hygrofilní druhy *Limnozetes sphagni* a *Hydrozetes lacustris* preferující submersní rašelinič šlenků a vrchovištních jezírek. Významnými tyrfofily jsou vzácné druhy čeledi *Malaconothridae* například *Malaconothrus gracilis*, *M. mollisetosus*, *M. punctulatus*, *Trimalaconothrus foveolatus*, *T. indusiatus* a *T. novus*.

Fauna pancířníků krkonošských ledovcových karů (niveo-glacigenní zóna) je poměrně dobře známa. Kunst (1968) studuje pancířníky Kotelní a Velké studniční jámy a okolí Rudníku v Obřím dole. Starý (1994) studuje pancířníky Schustlerovy zahrádky a Navorské jámy v Labském dole. V Kotelní jámě byly dosud zjištěny 3 druhy, v Obřím dole 10, ve Velké studniční jámě 5 druhů pancířníků. Detailnější znalosti o fauně pancířníků máme z Labského dolu, odkud je známo 37 druhů ze Schustlerovy zahrádky a 35 druhů z Navorské jámy (Starý, 1994). Celkem je známo z niveo-glacigenní zóny 64 druhů pancířníků s pestrými ekologickými nároky. Jsou zde nacházeny montánní druhy i druhy tyrfofilní, které jsou do karů ztrhávány lavinami z výše položených biotopů. Poměrně běžné jsou zde také silvikolní druhy jako *Belba compta*, *Euphthiracarus cribrarius* a *E. monodactylus*. Druhy čeledi *Suctobelbidae*, osidlující tento biotop z níže položených lesních biotopů.

Z území Krkonoš je dosud známo z 31 lokalit celkem 213 druhů pancířníků.

Literatura

- Ando K. H., Oishi H., Hirano, S., Okutomi T., Suzuki K., Okazaki H., Sawada H., Sagawa T. (1971): Tetranactin, a new mitocidal antibiotics. I. Isolation, characterisation and properties of tetranactin. - Journ. Antibiotics., 24: 347-352.
- Andre H. M., Bolly C., Lebrun P. (1982): Monitoring and mapping air pollution through an animal indicator: a new and quick method. - Journal of Applied Ecology, 19: 107-111.
- Andre H. M., Lebrun P., Masson M. (1984): On the use of *Humerobates rostromellatus* (Acari) as an air pollution bioassay monitor. The incidence of SO₂-NO₂ synergism and of winter temperature. - The Science of the Total Environment, 39: 177-187.
- Aoki J. (1979): Difference in sensitivities of oribatid families to environmental change by human impact. - Rev. Ecol. Biol. Sol, 16(3): 415-422.
- Aoki J., Kuriki G. (1980): Soil mite communities in the poorest environment under the roadside trees. In: Soil biology as related to land use practices. Proc., VII. Int. Soil Zool., Colloquium of the ISSS, pp. 226-232.
- Balogh J., Mahunka S. (1983): Primitive oribatids of the Palearctic Region. - Akademia Kiado, Budapest, 372 p.

- Beckmann M. (1988): Die Entwicklung der Bodenmesofauna eines Ruderal – Ökosystems und ihre Beeinflussung durch Rekultivierung: 1. Oribatiden (Acari: Oribatei). - *Pedobiologia*, 31: 391-408.
- Behan V.M., Hill S.B. (1978): Feeding habits and spore dispersal of oribatid mites in the Nord American Arctic. - *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 15(4): 497-516.
- Behan-Pelletier V.M., Hill S.B. (1983): Feeding habits of sixteen species of Oribatei (Acari) from an acid peat bog, Glenamoy, Ireland. - *Rev. Ecol. Biol. Sol.*, 20(2): 221-267.
- Belska I. (1980): Vlijanje promyšlenných zagrjaznenij na asociacii Oribatei v raznych rastitelnych formaciach. - *Ekologičeskaja kooperacija*, 3: 56-67.
- Bick H., Brocksieper I. (1979): Auswirkungen der Landbewirtschaftung auf die Invertebratenfauna. Schriftenreihe des Bundesministers für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Reihe A: Landwirtschaft-Angewandte Wissenschaft, Heft 218. pp. 1-66.
- Butcher J. W., Snider R., Snider R. J. (1971): Bioecology of edaphic Collembola and Acarina. - *Ann. Rev. Ent.*, 16: 249-288.
- Cancela da Fonseca J.P. (1975): Observations preliminaires sur la colonisations par les microorganismes et par les microarthropodes de la litiere fraiche de deux sols d' une Hetraie (Foret de Retz). - *Pedobiologia*, 15: 375-381.
- Curry J. P. (1978): Relationships between microarthropod communities and soil and vegetational types. - *Scientific Proceedings Royal Dublin Society, Ser. A*, 6: 131-141.
- Dunger W. 1982: Die Tiere des Bodens als leitformen für anthropogene Umweltveränderungen. - *Decheniana-Beihefte*, 26: 151-157.
- Edwards C. A., Lofty J. R. (1969): The influence of agricultural practice on soil microarthropod populations. *Sust. Ass., Publ.*, 8: 237-247.
- Edwards C. A., Reichle D.E., Crossley D.A., 1970: The role of soil invertebrates in turnover of organic matter and nutrients. - *Ecol. Stud. Anal. Synth.*, 1: 147-172.
- Garay I., Cancela da Fonseca J.P., Blandin P. (1981): The effects of trampling on the fauna of a forest floor. I. Microarthropods. In: *Acts of VII Int. Soil., Zoology Colloquium: Soil fauna as related to land use Practice*, pp. 200-212.
- Garay I., Nataf L. (1982): Microarthropods as indicators of human trampling in suburban forests. In: *Bornkamm, R., Lee, J.A., Seaward, M.R.D.[eds], Urban Ecology*. - Blackwell Scientific Publications, Oxford, pp. 201-207.
- Ghiljarov M. S., Krivolutskz, D. A. (1975): Opredelitel obitajuščich v počve kleščej. Sarcoptiformes. - *Nauka, Moskva*, 492 p.
- Ghilarov M. S. (1978): Bodenwirbellose als Indikatoren des Bodenhaushaltes und von bodenbildende Proyessen. *Pedobiologia*, 18: 300-309.
- Hammen L., van der (1952): The Oribatei (Acari) of the Netherlands. - *Yool. Verh.*, 40(1): 1-93.
- Hill S.B., McKevan D. K. E. (1985): The soil fauna and agriculture: past findings and future priorities. In: *Soil fauna and soil fertility. Proceedings of the 9th international colloquium on soil zoology*, pp. 356-362.
- Höller G. (1962): Die Bodenmilben des Rheinischen Sösslehms in ihrer Abhängigkeit von Düngung und anderen Standortfaktoren. - *Monogr. Angew. Ent.*, 18: 44-79.
- Holt J. A. (1981): The vertical distribution of cryptostigmatid mites, soil organic matter and macroporosity in three North Queensland rainforest soils. - *Pedobiologia*, 22: 202-209.
- Hrbáček J. (1954): *Jak a proč sbírat hmyz?* - Praha, 214 p.
- Huhta V., Nurminen M., Valpas A. (1969): Further note on the effect of silvicultural practices upon the fauna of coniferous forest soil. - *Ann. Zool. Fenn.*, 6: 327-334.
- Iglisch I. (1985): Bodenorganismen für die Bewertung von Chemikalien. - *Zeitschrift für angewandte Zoologie*, 72(4): 395-431.
- Ito M. (1980): Trampling impact on soil fauna at the summit of Mt.Jimba. - *Edaphologia*, 21: 5-15.

- Karg W. (1967): Synökologische Untersuchungen von Bodenmilben aus forstwirtschaftlich und landwirtschaftlich gehetzten Boden. - *Pedobiologia*, 7: 198-214.
- Karppinen, E. (1955): Ecological and transect survey studies on Finnish Camisiids (Acari, Oribatei). - *Annals of Zoologica Society „Vanamo“*, 17: 3 – 80.
- Kehl C., Weigmann G. (1992): Die Hornmilbenzönosen (Acari: Oribatida) an Apfelbäume im Stadtgebiet von Berlin als Bioindikatoren für die Luftqualität. - *Zool. Beitr. N.F.*, 34(2): 261-271.
- Knülle W. (1957): Die Verteilung der Acari: Oribatei im Boden. - *Z. Morphol. Ökol. Tierre*, 46(1): 397-432.
- Křišťufek, V., Starý J., Blumauerová M., Jizba J., Kandybin N. V., Samoukina G. V. (1987): Acaricidal activity of antibiotics isolated from *Streptomyces globisporus* 0234 demonstrated on oribatid mites (Acari: Oribatida). *Sbor. II Conf.Eurtop.Actinom.Soc. Kiel*, pp. 18-21.
- Krivosluský D. A. (1975): Oribatoid mites complexes as the soil type bioindicator. In: Vaněk J. [ed.], *Progress in Soil Zoology*, pp. 217-221.
- Krivosluský D. A. (1976): *Roľ pancyrnych klaščeĳ vbiocenozach*. - *Zool. Zhurnal*, 55(2): 226-236.
- Krivosluský D. A. (1977): *Puti prisposobitelnoj evolucii pancyrnych klaščeĳ v počve*. In: *Adaptacia počvennych životnych k usloviam sedy*, pp. 102-128.
- Kunst M. (1968): Mites of the superorder Oribatei of Czechoslovakia, Volume 1 - 6. Second doctorate thesis, Charles University, Prague, 1548 p. (in Czech).
- Kunst M. (1971): Nadkohorta pancířníci – Oribatei. In: Daniel, M., Černý V., (eds.): *Klíč zvířeny ČSSR, díl IV: 531-580*.
- Lebrun P. (1965): Contribution a l'étude écoclûogique des Oribates de la litiere dans une foret de Moyenne-Begique. *Mem. Inst., Roy., Sci.Nat., Belg.*, 153: 1-96.
- Lebrun P. (1970): *Écologie et biologie de Nothrus palustris* (C.L.Koch, 1839), 3e note. Cycle de vie. *Acarologia Belgique*, 12: 193-207.
- Lebrun P. (1971): *Écologie et biocénotique de quelques peuplement d' Arthropodes édafiques*. - *Mem. Inst. Roy. Sci. Nat. Belg.*, 165: 1-203.
- Lebrun P. (1976): Effets ecologiques de la pollution atmospherique sur les populations et communautes de microarthropodes corticoles (Acariens, Collemboles at Pterygotes). - *Bull. Ecol.*, 7(4): 417-430.
- Lebrun P., Wauthy G., Leblanc C. (1976): Tests écologiques de toxicotolerance au SO₂ sur l' Oribate corticole *Humerobates rostrilamellatus* (Grandjean, 1936), (Acari: oribatei). - *Annales Soc. Roy. Zool. Belg.*, 106(2-4): 193-200.
- Lebrun P., Jacques J. M., Goossens M. (1978): The effect of interaction between the concentration of SO₂ and the relative humidity of air on the survival of the bark living bioindicator mitye *Humerobates rostrilamellatus*. - *Water, Air and Soil Pollution*, 10: 269-275.
- Littlewood C. F. (1969): A surface sterilization technique in feeding algae to oribatei. *Proc. 2. Internat Congr. Acarol.*, pp. 53-56.
- Luxton M. (1972): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soil I., Nutritional biology. - *Pedobiologia*, 12: 434-463.
- Luxton M. (1975): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils II. Biomass, calorimetry and respirometry. - *Pedobiologia*, 165: 161-200.
- Luxton M. (1981a): Studies on the oribatid fauna of a Danish beech wood soils III. Introduction to field populations. - *Pedobiologia*, 21: 301-311.
- Luxton M. (1981b): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils IV. Development biology. - *Pedobiologia*, 21: 312-340.
- Luxton M. (1981c): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils V., Vertical distribution. - *Pedobiologia*, 21: 365-386.
- Luxton M. (1981d): Studies on the oribatid mites of a Danish beech wood soils VI., Seasonal population changes. - *Pedobiologia*, 21: 387-409.
- Madge D. S. (1965): Leaf fall and litter disappearance in a tropical forest. - *Pedobiologia*, 5: 273-288.

- Marshall V. G. (1972): Comparison of two methods of estimating efficiency of funnel extractors for soil microarthropods. - *Soil Biol. Biochem.*, 4: 417-426.
- Materna J. (1996): Společensva pancířníků (Acari: Oribatida) epilithických nárostů mechů a lišejníků v Krkonoších. - Ms. [Diplomová práce, depon in. Přírodovědecká fakulta UK, Praha] 73 p.
- Materna J. (1999): Pancířníci (Acari:Oribatida) saxikolních nárostů mechů a lišejníků v Krkonoších. - *Opera Corcontica*, 36: 181-193.
- Matthey W., Zettel J., Bieri M. (1990): Invertebrés bioindicateur de la qualité de sols agricoles. Bericht 56 des Natinalerb Forschungsprogrammee "Bodens", Liebefeld-Bern, 141 p.
- Mc. Brayer J. F., Reichle D. (1971): Trophic structure and feeding rates of forest soil invertebrates populations. - *Oikos*, 22: 381-388.
- Mitchell M. J. (1978): Vertical and horizontal distribution of oribatid mites (Acari: Cryptostigmata) in an aspen woodland soil. - *Ecology*, 59(3): 516-525.
- Nannelli R. (1975): Osservazioni sulla biologia di *Oppia nodosa* (Acarina: Oribatei: Oppiidae) in condizioni sperimentali di allevamento. - *Redia*, 56: 111-116.
- Niedbala W. (1967): Badania ilosciowe nad wystepowaniem mechowcow (Acari: Oribatei) w parku Sclackim w Poznaniu w zalezności od niektorych zabiegów gospodarczych. - *Baddania. Fizj. Pol.*, 20: 30-44.
- Niedbala W. (1969): Fauna mechowcow (Acari: Oribatei) nadrzewnych w okolicach Poznani. - *Bul. Ent. Pol.*, 39(1): 83-94.
- Niedbala W. (1980): Mechowce – roztocze ekosystemów ładowych. - *Panstw. Wyd. Nauk.*, Warszawa, 255 pp.
- Paclt J., Winkler J. R. (1956): On soil fauna of Czechoslovakia II (Protura, Acari: Oribatoidea). - *Ochr. přír.*, 11: 272-274. (in Czech).
- Pižl V., Starý J. (2001a): Vliv různých způsobů hospodaření na půdní faunu (Lumbricidae a Oribatida) horských luk v Krkonošském národním parku. In: Štursa J., Mazurski K. R., Palucki A. (eds.), *Geoekologické problémy Krkonoš. Sbor. Mez.Věd. Konf., září 2000, Svoboda nad Úpou.* - *Opera Corcontica*, 37: 584-588.
- Pižl V., Starý J. (2001b): The effects of mountain meadows management on soil fauna communities (on example of earthworms and oribatid mites) . - *Silva Gabreta*, 7: 87-96.
- Porzner A., Weigmann G. (1992): Die Hornmilbenfauna (Acari, Oribatida) an Eichenstämmen in einem Gradienten von Autoabgas-Immisionen. - *Zool. Beitr. N.F.*, 34(2): 249-260.
- Prokopič J. (1962): Seasonal dynamism of cestods of the genus *Moniezia* and questions of developmental cycle of these tapeworms in Šumava mountains meadow area. - *Čsl. Parasitol.*, 9: 355-364.
- Purrini K. (1980): On the incidence and distribution of parasites of soil fauna of mixed coniferous forest, mixed leaf forest, and pure beech forests of lower Saxony, West Germany. In: Dindal D. L. (ed.), *Soil biology as related to land use practices. Proc. 7th Internat. Soil., Zool., Colloq., Washington.* - pp. 561-582.
- Rajski A. (1961): Studium ekologiczno-faunisticzne nad mechowcami (Acari: Oribatei) w kilku zespolach roslinnych. - *Bull. Pozn. Tow. Nauk.*, 25(2): 1-160.
- Reichle D. E., Crossley D. A. (1969): Trophic level concentrations of cesium 137, radium and potassium in forest Arthropoda. In: *Proc. 2nd Nat. Symp. Radioecology, An.* - pp. 678-686.
- Riha G. (1951): Zur Ökologie der Oribatiden in Kalksteinböden. - *Zool. Jb. (Syst.)*, 80: 407-450.
- Rockett C. L. (1980): Nematode predation by oribatid mites (Acari: Oribatida). - *Internat. J. Acarology*, 6(3): 219-224.
- Schuster R. (1956): Der Anteilung der Oribatiden aus den Zerseltrungs voigängen im Boden. - *Zeitschr. Morphol. Ökol. Tierre*, 45(5-6): 1-33.
- Schweizer J. (1956): Die Landmilben des Schweizerischen Nationalparkes. 3. Teil: Sarcoptiformes. - *Erg. Wiss. Unters. Scheiz. Nat.*, 5: 215-377.
- Sellnick M. (1928): Formenkreis: Hornmilbenart, Oribatei. In: Brohmer, Ehrmann, Ulmer (eds.): *Die Tierwelt Mitteleuropas, Vol. 3(9).* 42 p.
- Sellnick M. (1960): Oribatei. In: Brohmer, Ehrmann, Ulner (eds.): *Die Tierwelt Mitteleuropas, Vol. 15(4).* 56 p.

- Seniczak S. (1973): Pionowe rozmeszenie roztoczy nadrzewnych na niektórych gatunkach drzew w różnych typach siedliwych lasuw. - Pr. Kom. Nauk. Roln. Lesn., PTPN, 36: 171-189.
- Siepel H. van de Bund C. F. (1988): The influence of management practices on the microarthropod community of grassland. - *Pedobiologia*, 31: 339-354.
- Starý J. (1982): Oribatid mites (Oribatei) of some Šumava peat bogs. - Ms. [Diplom thesis, Charles University, Prague] 240 p. (in Czech).
- Starý J. (1988): Oribatid mites (Acari: Oribatida) of some Šumava peat bogs. - Sbor. Jč. Mus. Č. Budějovice, Přír. Vědy, 28: 99-107. (in Czech).
- Starý J. (1994): Oribatid mites (Acari: Oribatida) of Krkonoše Mountains. - *Opera Corcontica*, 31: 115-123 (in Czech).
- Starý J. (1999): Changes of oribatid mite communities (Acari: Oribatida) during secondary succession on abandoned fields in South Bohemia. In: Tajovský K., Pižl V. [eds.], *Soil Zoology in Central Europe. Proceedings of the 5th Central European Workshop on Soil Zoology*. - ISB, ASCR, České Budějovice, pp. 315-323.
- Starý J. (2003): Changes of oribatid mite communities (Acari: Oribatida) in autochthonous spruce forests, Šumava Mountains, South Bohemia. Sborník konference, Kostelec n. Č. lesy, 20-21.11.2003. - pp. 1-10.
- Starý J. (2005a): Pancířníci (Acari: Oribatida) hlavních biotopů na Sněžce, Krkonoše. - *Opera Corcontica*, 42: 79-89.
- Starý J. (2006a): Contribution to the knowledge of the oribatid mite fauna (Acari: Oribatida) of peat bogs in Bohemian Forest. - *Silva Gabreta*, 12: 35-47.
- Starý J. (in press): Oribatid mites (Acari: Oribatida) from NNR Boubínský prales, Bohemian Forest, Czech Republic. - *Silva Gabreta*.
- Streit B. (1984): Effects of high copper concentration on soil invertebrates (Earthworms and oribatid mites): Experimental results and a model. - *Oecologia*, 64: 381-386.
- Strenzke K. (1951): Die Biozönotik der Oribatiden norddeutscher Böden. - *Die Naturwissenschaften*, 12: 284-285.
- Strenzke K. (1952): Untersuchungen über die Tiergemeinschaften des Bodens: Die Oribatiden und ihre Sznusien in den Böden Norddeutschlands. - *Zoologica*, 104: 1-173.
- Štorkán J. (1925): Contributions to the knowledge on Czech oribatid mites (Acarina). Preliminary report. - *Spisy přír. fak. UK Praha*, pp. 1-42. (in Czech).
- Thienemann L. (1843): De Acaro quodam in Alga nivali (*Chionyphe densa* Th.) vivente. - *Isis*, p. 291.
- Travé J. (1963): Ecologie et biologie des Oribates (Acariens) saxicoles et arboricoles. - *Viet et Milieu*, 14: 1-267.
- Tullgreen A. (1917): En enkel apparat för automatks vittjaide av sallgads. - *Ent. Tijdschr.*, 45: 97-100.
- Vaněk J. (1957): Contribution to knowledge of oribatid mites (Acarina: Oribatei) of forest soils. - *Roč. Čs. Spol. Ent.*, 53: 217-223. (in Czech).
- Vaněk J. (1974): Oribatid mite (Acarina, Oribatoidea) community changes caused by industrial polutions in spruce forest soils. - *Quest. Geobiol.*, 14: 35-116. (in Czech).
- Wallwork J. A. (1958): Notes on the feeding behaviour of some forest soil Acarina. - *Oikos*, 9(2): 260-271.
- Wallwork J. A. (1960): Observations on the behaviour of some oribatid mites in experimentally controlled temperature gradients. - *Proc. Zool. Soc. London*, 135: 619-629.
- Wallwork J.A. (1967): Acari: In: Burges A., Raw F. [eds.], *Soil Biology*. - pp. 363-395.
- van Straalen N. M., Kraak M. H. S., Denneman C. A. J. (1988): Soil microarthropods as indicators of soil acidification and forest decline in the Veluwe area, the Netherlands. - *Pedobiologia*, 32: 47-55.
- Weigmann G. (1982): The colonization of ruderal biotopes in the city of Berlin ny arthropods. *Urban Ecology, the second European Ecological Symposium, Berlin*. - pp. 75 –82.
- Weigmann G. (1993): Zur Bedeutung von Bodenarthropoden für die Funktion und die Kennzeichnung von Ökosystemen. - *Mitt. Deutsch. Ges. Allg. Angew. Ent. Giessen*, 8: 479-489.

- Willmann C. (1931): Mossmilben oder Oribatiden (Oribatei). In: Dahl, (ed.): Die Tierwelt Deutschlands, Vol. 22. - pp. 79-200.
- Winkler J. R. (1956a): New and little known mites of the superfamily Oribatoidea in Czechoslovakia. - Čas. Nár. Mus., 125(2): 180-185. (in Czech).
- Winkler J. R. (1956b): Beitrag zur Kenntnis der Gattung Eremaeus Koch (Acari: Oribatoidea). - Zool. Anz., 157: 201-210.
- Winkler J. R. (1956c): Oribatoidea (Acari) of forest soils. - Ms. [Diplom thesis, Charles University, Prague] 170 p. (in Czech).
- Winkler J. R. (1957a): Chapters on classification of Oribatid Mites of Czechoslovakia I-IV. (Acari: Oribatoidea). - Acta Faun. Ent. Mus. Nat. Prag., 2: 115-130.
- Winkler J. R. (1957b): Notes on bionomics and ecology of moss-mites I. (Acari:Oribatei). - Proc. Ent. Soc. Wash., 59(4): 190-191.
- Wood T. G. (1967): Acari and Collembola of moorland soils from Yorkshire, England III. The microarthropod communities. - Oikos, 18: 277-292.
- Woodring J. P., Cook E. F. (1962): The internal anatomy, reproductive biology and moulting process of *Ceratozetes cisalpinus* (Acarina: Oribatei). - Ann. Ent. Soc. Amer., 55: 164-181.
- Zyromska-Rudzka H. (1976): The effect of mineral fertilization of a meadow on the oribatid mites and other soil mesofauna. - Polish Ecol. Stud., 2(4): 157-182.