

Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra ekologie a životního prostředí



Fixační tekutina jako součást atraktivity zemních pastí

Lucie Novotná

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

k získání titulu Bc. ve studijním programu

Biologie a environmentální výchova pro vzdělávání/Geografie pro vzdělávání

Vedoucí práce: doc. RNDr. Mgr. Ivan Hadrián Tuf, Ph.D.

Olomouc 2023

Novotná L. 2023. Fixační tekutina jako součást atraktivity zemních pastí [bakalářská práce]. Olomouc: Katedra ekologie a ŽP, PřF UP v Olomouci. 30 s. 2 přílohy, česky.

Abstrakt

Ekologové pro studium epigeonu, neboli společenstev bezobratlých pohybujících se po povrchu půdy, používají zemní pastí. Vliv fixační tekutiny na velikost úlovku různých skupin je častým předmětem výzkumu a byl testován i v této práci. V lužním lese v CHKO Litovelské Pomoraví bylo rozmístěno 90 zemních pastí, třetina z nich využívala jako fixační tekutinu 4% roztok formaldehydu, třetina byla naplněna vodou a třetina byla ponechána suchá. Ve snaze omezit vzájemnou konzumaci ulovených bezobratlých v suchých pastech byly tyto částečně naplněny hoblinami. Pastí byly instalovány v dubnu a květnu 2022 a vybírány dvakrát týdně. Celkový úlovek byl jednoznačně ovlivněn použitou fixační tekutinou, přičemž pastí s hoblinami odchytávaly výrazně méně zástupců jednotlivých modelových skupin, než pastí s vodou či s formalínem. Stejný výsledek však neplatil pro úlovky vyhodnocené na úrovni jednotlivých modelových skupin. Považujeme-li úlovky do pastí se suchými hoblinami za ukazatel náhodného odchytu, tak použitý formaldehyd signifikantně zvyšoval úlovky stonožek, sekáčů, pavouků i střevlíků. Naproti tomu mnohonožek a suchozemských stejnonožců se signifikantně více chytilo do pastí s vodou, přičemž jejich úlovky ve formalínových pastech se nelišily od úlovků v pastech suchých. Použitá fixační tekutina působila i na druhové složení suchozemských stejnonožců. Past s vodou zvyšovala úlovek druhů *Porcellium conspersum*, *Trachelipus rathkii* a *Armadillidium vulgare*, kdežto past s formalínem byla atraktivní pouze zástupce druhu *Ligidium hypnorum*. Dále bylo zjištěno, že na velikosti úlovku modelových skupin má vliv i průměrná denní teplota a s ní související pořadí kontroly pastí.

Klíčová slova: epigeon, formaldehyd, pavouci, stejnonožci, střevlíci, trapabilita

Novotná L. 2023. The fixative solution as a part of pitfall trap attractivity [bachelor's thesis]. Olomouc: Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University Olomouc. 30 pp. 2 Appendices. In Czech

Abstract

Ecologists have used pitfall traps to study epigeon, i.e. communities of invertebrates that inhabit the soil surface. The effect of the fixing solution on the size of the catches of different groups is a frequent focus of research and was also tested in this work. Ninety pitfall traps were set up in the Litovelské Pomoraví PLA floodplain forest, one third of which were filled with 4% formaldehyde solution as fixative, one third with water and one third left dry. To reduce consumption between invertebrates in the dry traps, they were partially filled with wood crisps. The traps were set up in April and May 2022 and emptied twice a week. Total catch was significantly affected by fixing solution used, where traps with wood shaving caught distinctly less individuals of model groups than ones with water or formaldehyde. This result wasn't general as formaldehyde significantly attracted centipedes, daddy long legs, spiders and ground beetles. On the contrary, significantly more milipedes and isopods were caught in traps with water. Type of fixing solution affected terrestrial isopods on species level too. The water trap increased the catch of *Porcellium conspersum*, *Trachelipus rathkii* and *Armadillidium vulgare*, whereas the formaldehyde attracted *Ligidum hypnorum*. Furthermore, the mean daily temperature and day of control influenced the catch too.

Key words: epigeon, formaldehyde, ground beetles, isopods, spiders, trapability

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením doc. RNDr. Mgr. Ivana Hadriána Tufa, Ph.D., a jen s použitím uvedené literatury a zdrojů.

V Olomouci, 30. července 2023

Obsah

Seznam obrázků.....	vii
1. Úvod.....	1
1.1 Faktory ovlivňující zemní pasti.....	2
1.1.1 Materiál nádoby pasti.....	2
1.1.2 Barva nádoby pasti.....	2
1.1.3 Tvar ústí pasti.....	3
1.1.4 Průměr ústí pasti	3
1.1.5 Strážka pastí.....	4
1.2 Další možnosti cíleného zvyšování efektivity zemních pastí	5
1.3 Fixační tekutina	6
2. Cíle práce.....	8
3. Charakteristika lokality	9
4. Materiál a metody	11
4.1 Konstrukce zemních pastí.....	11
4.2 Kontroly zemních pastí.....	12
4.3 Zpracování odchyceného materiálů.....	12
4.4 Statistické zpracování dat	12
5. Výsledky.....	14
5.1 Epigeičtí bezobratlí v zemních pastech	14
5.2 Suchozemští stejnonožci v zemních pastech	17
6. Diskuse	21
7. Závěr	24
Literatura	25
Příloha A	31
Příloha B.....	33

Seznam obrázků

Obrázek 1: Letecký snímek lokality s vyznačenými pozicemi zemních pastí	9
Obrázek 2: Schéma zemní pasti	11
Obrázek 3: Graf celkového úlovku jednotlivých modelových skupin dle náplně pasti.	14
Obrázek 4: Model RDA analýzy zobrazující vliv environmentální faktorů na ulovené zástupce jednotlivých modelových skupin.	16
Obrázek 5: Generalizovaný lineární model pro proměnnou odběr (vlevo) a proměnnou průměrná teplota (vpravo).	17
Obrázek 6: Graf celkového úlovku druhů suchozemských stejnonožců dle náplně pasti	18
Obrázek 7: Model RDA analýzy zobrazující vliv environmentální faktorů na ulovené zástupce jednotlivých modelových skupin	19
Obrázek 8: Generalizovaný lineární model pro proměnnou Odběr (vlevo), T-2 (vpravo) a průměrnáT (uprostřed).	20

Poděkování

Na tomto místě bych chtěla poděkovat vedoucímu této práce doc. RNDr. Mgr. Ivanu H. Tufovi, Ph.D. za jeho čas, ochotu, cenné rady a odborné vedení. Dále bych chtěla poděkovat studentům Ekologie a ochrany životního prostředí a Biologie a ekologie za pomoc při instalaci zemních pastí. Velké poděkování patří také všem přátelům, kteří mě doprovázeli při pravidelných kontrolách pastí. Rovněž děkuji své rodině za podporu a trpělivost v průběhu psaní této práce a celého studia.

V Olomouci, 30. července 2023

1. Úvod

Zemní pasti jsou považovány za nejpoužívanější metodu pro studium bezobratlých pohybujících se po povrchu půdy (Bater, 1996). Technika odchyty pomocí zemních padacích pastí je oblíbená nejen z důvodu finanční dostupnosti, ale i díky relativně jednoduché konstrukci (Hohbein a Conway, 2018) a snadné instalaci (Topping a Sunderland, 1992). Podstatným pozitivem je velmi nízká doba potřebná k jejich zhotovení (Woodcock, 2005). Nicméně nejvýznamnější výhodou pro vzorkování prostřednictvím zemních pastí je jejich nepřetržité fungování. Nabízí proto odchyt velkého množství bezobratlých při minimálním úsilí (Topping a Sunderland, 1992). V porovnání s ostatními metodami sběru, např. s individuálním sběrem, zemní pasti podléhají méně chybám sběratele (Stammer, 1948).

I přes zmíněné výhody byla pozorována také řada nedokonalostí. Jedním z důvodů časté kritiky je jejich neselektivní odchyt (Buchholz a kol. 2010, Pearce a kol. 2005). Padací zemní pasti loví téměř všechno, co se aktivně pohybuje po povrchu půdy. Jak je zřejmé z přiložené fotografie (viz Příloha A), kromě bezobratlých živočichů běžně zachycují i drobné savce. Častými úlovky bývají také obojživelníci a plazi (Oberprieler a kol., 2019). Jejich lov a následné usmrcení za přítomnosti fixační tekutiny je v nesouladu se zákonem (Zákon České národní rady č. 114/1992 Sb., o ochraně přírody a krajiny § 5), i problémem z etického hlediska (New, 1999). Dalším nedostatkem zemních pastí je velké množství jejich modifikací. Ukázalo se, že některé změny na konstrukci pasti jsou zásadními faktory pro početnost i druhové složení společenstva úlovku (Luff, 1975). Tento fakt může být výrazným problémem při srovnávání výsledků získaných touto metodou lovu bezobratlých živočichů.

Do zemních padacích pastí se chytají veškerí bezobratlí živočichové pohybující se po povrchu půdy, tuto část živočišných společenstev nazýváme epigeon. Nejčastěji jsou uloveny stonožky, mnohonožky, brouci (hlavně střevlíci a drabčící), pavouci, sekáči i suchozemští stejnonožci. Příležitostným úlovkem mohou být také žížaly, plži či jiné skupiny hmyzu.

Metodu odchyty pomocí zemních pastí poprvé v roce 1931 ve své publikaci podrobněji popsal entomolog Herbert Spencer Barber, který pasti využíval ke studiu jeskynních bezobratlých (Barber, 1931). Barberem sestavené pasti měly podobu skleněných trubic s návnadou ve formě hniječím masa, zároveň využívaly ethanol jako

fixační tekutinu pro ulovené bezobratlé. Ačkoliv první doporučení k užívání jednoduchých zemních pastí jsou starší než sto let (Petruška, 1969), jejich využití se stalo populárním až po druhé světové válce, přičemž u nás se použily poprvé v roce 1953 (Skuhravý, 1957).

1.1 Faktory ovlivňující zemní pasti

Od doby prvního použití zemních pastí však uplynulo téměř sto let. Za tuto dobu pasti podlely mnohým modifikacím, jejichž cílem bylo zvýšení úspěšnosti lovu bezobratlých.

Základní podobu zemní padací pasti tvoří nádoba zapuštěná do země, jejíž okraj je na úrovni povrchu půdy. Existuje však několik variant, které se od sebe mohou lišit například materiálem nádoby, barvou nádoby, tvarem ústí nádoby, velikostí ústí nádoby, materiálem a barvou stříšky zemních pastí, ale také přítomností či nepřítomností této stříšky. Problematice výběru univerzálního vzhladu zemní past je věnováno velké množství studií. Častým předmětem výzkumu je také vliv fixační tekutiny na velikosti úlovků různých skupin, kterým se zbývá tato práce.

1.1.1 Materiál nádoby pasti

Tak jako kryt zemní pasti i nádoba může být vyrobena z různého materiálu. Z důvodu dostupnosti se v současnosti pro konstrukci zemních pastí nejčastěji využívají nádoby vyrobené z plastu (Koivula a kol. 2003, Knapp a Růžička 2012, Császár a kol. 2018, Saji a kol. 2021). Dříve se jako zemní pasti používaly i nádoby kovové (Hertz, 1927) či skleněné (Barber, 1931). Právě sklo je dle Luffa (1975) považováno za nejúčinnější materiál z hlediska počtu ulovených bezobratlých živočichů. Zjistil, že skleněné nádoby díky své struktuře materiálu nejvíce brání úniku ulovených. Oproti tomu kovové nádoby často při déle trvající instalaci podléhají korozi a tím zvyšují šanci k útěku lapeným bezobratlým. Tomuto může zabránit fixační tekutina, které je věnována následující kapitola.

1.1.2 Barva nádoby pasti

I přes nízké počty studií objasňující tuto problematiku je zjištěno, že se barva nádoby výrazně podepisuje na druhové různorodosti úlovku. Barva nádoby pasti může být velmi důležitým aspektem v rámci snížení počtu neúmyslných úlovků nahromaděných do pastí (Buchholz a kol., 2010). Ke studiu použili dvě skupiny barev: nenápadné a zemité barvy (hnědou a zelenou) a atraktivní barvy (bílou a žlutou). Vysoké počty pavouků a střevlíků lákaly přednostně pasti bílé a žluté barvy, suchozemští stejnonožci

naopak preferovali zelené a hnědé nádoby. Jasné barvy (bílá a žlutá), kromě pavouků a střevlíků, zdatelně přitahovaly také dvoukřídle a včely. Ukázalo se, že při použití atraktivně zbarvených nádob s cílem zvýšit četnost střevlíků a pavouků, je velmi důležité také počítat s velkým množstvím postranních úlovků. Oproti tomu na sršňovité a mravence neměla barva nádoby pasti žádný významný vliv.

1.1.3 Tvar ústí pasti

Jak uvedl Adis (1979) tvar ústí pasti může ovlivňovat velikosti úlovků. Používá se ústí ve tvaru kruhu, čtverce či obdélníku, přičemž se v rámci jedné studie většinou využívá pouze jeden tvar ústí. Baars (1979) ve své práci porovnával roční úlovky střevlíků a s mírným rozdílem prokázal, že kruhové pasti jsou, v porovnání se čtvercovými, účinnější. Vlivem tvaru ústí na množství odchycených bezobratlých se zabývali i Spence a Niemelä (1994). Výsledky jejich výzkumu jednoznačně ukázaly na vyšší úspěšnost lovu kruhových ústí než obdélníkových. Ve srovnání všech tří typů mají pasti disponující obdélníkovým tvarem ústí zřetelně nižší míru účinnosti než s kruhovým či čtvercovým, a to až dvojnásobně (Ahmed a Petrovskii, 2019). Za zmínku stojí práce Millera o kol. (2015), kteří dospěli zcela k jiným závěrům. Obdélníkové pasti měli obdobnou, v některých situacích dokonce i vyšší úspěšnost lovu v porovnání s pastmi kruhovými. Kromě toho i pasti čtvercového ústí se zdály být pro lov bezobratlých živočichů zdařilejšími.

1.1.4 Průměr ústí pasti

Neopomenutelným faktorem pro efektivitu pasti je mimo již zmíněné také průměr ústí pasti. Obecně platí, že zemní past o větším průměru ústí dokáže zachytit větší počet jedinců i více druhů než past s menším ústím (Luff 1975). Tuto skutečnost ve své práci potvrdili Jung a kol. (2019), kteří vliv velikosti ústí zkoumali na střevlicích. Také Koivula a kol. (2003) objasnili, že větší pasti o průměru ústí 9 cm jsou při lovu střevlíků účinnější než malé pasti o průměru ústí 6, 5 cm. Velké pasti se ukázaly jako vhodnější i pro lov pavouků (Gardarin a Valantin-Morison, 2021), sekáčů i mnohonožek (Stašiov a kol., 2021). Jiným příkladem může být práce Toyama a kol. (2013), která nepostřehla žádný nárůst počtu odchycených střevlíků i jejich druhů v poměru k nárůstu rozměru ústí. Brennan a kol. (1999) zvažovali ideální velikost pasti pro vzorkování pavouků. V rámci studie v srovnávali efektivitu celkem čtyři velikostí pastí o průměru ústí 4,3 cm, 7,0 cm, 11,1 cm a 17,4 cm. Všechny pasti byly signifikantně odlišné ve vztahu k počtu chycených pavouků i rozmanitosti čeledí. Výsledky toho výzkumu ukázaly na stoupající početnost, druhovou bohatost i bohatost

čeledí pavouků v závislosti na zvětšujícím se průměru ústí pasti. Jako optimální velikost pro lov pavouků se nabízí ústí o průměru 17,4 cm, které bylo ve všech směrech nejúspěšnější. V rámci malých pastí (průměr 5,5 cm) byla mimo jiné pozorována také menší velikost ulovených střevlíků i pavouků (Gardarin a Valantin-Morison, 2021). Jedním z důvodů může být snadnější únik větších jedinců z malých pastí.

S průměrem pasti velmi úzce souvisí také použitá fixační tekutina. Past s větším průměrem ústí má k dispozici větší plochu hladiny fixační tekutiny. Ta vede k rychlejšímu a intenzivnějšímu odparu fixační tekutiny, jejíž pach dle svého charakteru může druhy lovených bezobratlých živočichů přilákat či odpudit (Tuf, 2013).

Velikost průměru pasti se také odrazila na míře zachycení necílových druhů živočichů, převážně drobných savců (myši, rejšků, myšic, hrabošů atp.). Tak jako bezobratlé, i nežádoucí taxony častěji lákaly pasti s větším průměrem ústí (Lange a kol., 2011). Na základě těchto výsledků je doporučeno používat pasti s ústím o menším průměru.

1.1.5 Stříška pasti

Zemní pasti využívají ochranu v podobě stříšky, která snižuje odpar fixační tekutiny a zároveň zabraňuje znečištění listovým opadem. V případě padnutí listu do zemní pasti může tento bezobratlým živočichům posloužit jako „žebřík“ a zjednodušit tak jejich únik. Stříšky bývají vyrobeny z různých materiálů. Obvykle se používá kov, plast, dřevo či místní přírodniny, mezi které patří kůra stromů nebo kameny (Tuf, 2013). Adis (1979) uvedl, že plechové kryty ovlivňují světlo a mikroklima poblíž pasti a mohou tak zkreslovat účinnost odchyty. Pro ochranu zemních pastí doporučil zejména stříšky z plastového materiálu průhledné barvy. Naproti tomu velikost stříšek o různých rozměrech (8×8 cm, 8,9×8,9 cm, 15×15 cm) se neprojevila jako faktor, který by působil na kvalitu a kvantitu ulovených střevlíků, drabčů či pavouků (Work a kol., 2002). Buchholz a Hanning (2009) zkoumali, zda barva zastřešení působí na míru odchyty pasti. Ačkoliv byly zemní pasti překryty plastovými stříškami bílé, zelené a černé barvy, v početnosti ulovených střevlíků, pavouků a mravenců nebyl zaznamenán žádný rozdíl. Opačné výsledky byly zaznamenány Alexejevem a Alexanovem (2017), kteří ve svém výzkumu potvrdili, že barva stříšky různorodost jednoznačně vytvořila. Pasti se stříškami vyrobené z polyethylenové folie průhledné barvy disponovaly nápadně vyššími úlovky střevlíků i jejich druhovou rozmanitostí než pasti zakryté polyethylenovými foliemi černé barvy. Dalším faktorem, který dokázal zvýšit kvantitu ulovených bezobratlých, byla absence stříšky nad zemními pastmi (Spence a Niemelä,

1994). Nicméně na druhovou variabilitu střevlíků neměla nepřítomnost stříšky významný vliv (Šafář a kol. 2010).

1.2 Další možnosti cíleného zvyšování efektivity zemních pastí

Efektivitu zemních pastí je také možno zvýšit umístěním návnady. Lov bezobratlých za využití vnařidla je velmi účinným způsobem z důvodu masivního odchytu jedinců. Využívá se především pro vábení predátorů a mrchožravých skupin bezobratlých (Tuf, 2013). Jako nástraha může posloužit hnilý maso či zapáchající sýr (Říha, 2012). Například Silva a kol. (2012) použili jako návnadu hnilý ovoce, Gatty a Grández (2020) hnůj či krev dobytka a Filgueiras a kol. (2009) nastražili dokonce i lidské výkaly. Návnadu, která je pevném stavu, lze pomocí konstrukce zavěsit těsně nad past (Knapp a kol. 2016, Brousseau a kol. 2010). Jestliže je návnada ve formě tekutiny, například pivo (Santalla a kol., 2002) nebo víno (Baini a kol., 2016), umísťuje se přímo do lapající nádoby. Důležité je připomenout, že jako atraktant může posloužit i fixační tekutina (Gerlach a kol., 2009) nebo již zmíněná barva stříšky či nádoby pasti. Také drobní savci odchyceni jako vedlejší úlovek mohou přilákat či naopak odpudit další skupiny hmyzu.

Relativně používanou modifikací, která může zvýšit efektivitu zemních pastí, jsou trychtýře. Na jejich zhotovení obvykle postačí uříznutý vrchní díl PET lahve (objem 1 l nebo 1,5 l), který se otočeným hrdlem posadí do nádoby pasti (Knapp a Růžička 2012, Császár a kol. 2018). Vznikne tak tvar nálevky, který má na rozdíl od standardní pasti pozvolně zkosené stěny. Dle Luffa (1996) mají pasti modifikované trychtýřem zkomplikovat či úplně zamezit úniku odchycených brouků z nádoby pasti. Díky umístění trychtýře se na pasti nevytvoří okraj, který by mohl broukům pomoci k zachycení a možnému úniku z pasti. Trychtýře kromě jiného snižují odpar fixační tekutiny (Cheli a Corley, 2010) a mohou být chápány i jako jedna ze zábran před pádem drobných obratlovců v podobě vedlejšího úlovku (Radawiec a Aleksandrowicz 2013). Velké množství studií zkoumalo, zda přítomnost trychtýře působí na počet lovených bezobratlých. V práci Knappa a Růžičky (2012) měli pasti vybavené trychtýři sklon ke snižování počtu lovených střevlíků. Menší počet odebraných jedinců i nižší druhové zastoupení odhalili připojením trychtýře také Cheli a Corley (2010). Přesný opak ukazuje studie Luffa (1996) a Obrista a Duelli (1996), kde byly vyšší úlovky střevlíků získány pastmi s trychtýři.

Pro lov epigeonu se příležitostně využívají zemní pasti bez konzervační tekutiny jako smrtící látky – nazýváme je živolovné. Živí bezobratlí mohou sloužit pro potřeby chovu, krmení terarijních živočichů, pro pokusy, či pro edukativní účely. Odchycený neusmrcený materiál má však náchylnost k vzájemné konzumaci (Tuf, 2013). Proto je velmi důležité dno pasti vystlat například suchým listím, zmačkanými navlhčenými novinami či vlhkým mechem (Hatten a kol. 2007) a omezit tak predaci uvnitř pasti, která vede ke snižování množství ulovených jedinců. Proti problému s pojidáním jedinců mezi sebou může postačit také pletivo představující sítko vložené do prostoru pasti. Pletivo s oky o určitém průměru zadrží masožravé brouky s větší velikostí těla. Malí brouci propadnou skrze oka na dno pasti a tím dojde k jejich oddělení (Skuhravý, 1957). Naopak pletivo rozprostřené přes ústí nádoby pasti zamezí pádu necílových druhů savců, plazů a obojživelníků. Před velkými jeskynnými cvrčky past chránil za pomoci pletiva již Barber (1931).

Zvyšování celkové velikosti úlovku zemních pastí dochází úpravou základního návrhu pasti také například tzv. naváděcími bariérami. Můžeme si je představit jako pásy vystřižené obvykle z plechu a mělce usazené svisle do půdy. Uspořádání bariér kolem pasti je velmi pestré. Například Morrill a kol. (1990) připojili k pasti dvě bariéry, naopak Winder a kol. (2001) k navádění instalovali systém dokonce čtyř bariér. Bezobratlý hmyz pohybující se po povrchu půdy, který „narazí“ na stěny bariéry je nasměřován přímo k ústí pasti. Hansen a New (2005) srovnávali standardní pasti (bez bariéry) a pasti s naváděcími bariérami o různých délkách (30 cm, 60 cm a 120 cm). Jako neoptimálnější pro lov střevlíků se ukázala naváděcí bariéra o délce 120 cm, která byla v lovu úspěšnější než ostatní testované rozměry. Ukázalo se, že všechny aplikované rozměry bariér byly ve velikosti úlovku úspěšnější než past standardní. Také odhalili, že s rostoucím rozměrem bariéry, téměř pětinasobně, vstoupala i velikost úlovku.

1.3 Fixační tekutina

Fixační tekutinu neboli konzervační médium si můžeme představit jako kapalinu, obvykle v podobě roztoku, nastraženou v záchytné nádobě. Konzervační tekutina způsobuje především rychlou smrt veškerých lapených živočichů (Knapp, 2007). Díky usmrcení všech nahromaděných epigeických druhů nedochází k predaci mezi cílovými druhy, což vede k větší velikosti celkového úlovku. Dle názvu je již zřejmé, že fixační tekutina také zabraňuje rozkladu a zároveň napomáhá k uchování zachyceného

materiálu. Ten může být později determinován a být součástí dalšího výzkumu. Díky konzervačnímu účinku mohou úlovky v pasti přečkat delší čas bez potřeby kontroly sběratelem. Tuto vlastnost využil i Barber (1931). Ve svém výzkumu aplikoval líh do pastí v obtížně přístupném jeskynním terénu, který neumožňoval častou obsluhu pastí. Zemní past naplněná konzervantem má bránit chyceným bezobratlým v pokusu o únik. Petruška (1969) však odhalil, že stěvlíkovití a drabčíkovití brouci dokázali překonat i těžkou překážku v podobě fixační tekutiny a zemní past, do které spadli, posléze opustili.

Z toho důvodu se fixační roztok doplňuje o tzv. detergent. Většinou postačí 1–3 kapky komerčního mycího prostředku na nádobí (Pekár 2002). Přidáním detergentu do kapaliny se sníží povrchové napětí na její hladině. Členovci se zanedbatelnou hmotností, kteří jsou schopni se na hladině udržet a pokusit se o únik, tak klesnou na dno nádoby a zemřou. Topping a Luff (1995) si přidáním detergentu do roztoku ethylenglykolu a vody všimli výrazného zvýšení počtu polapených pavouků. Právě pavouci jsou jednoznačnými přeborníky pro vyvážnutí z pastí. Jejich tělo je velmi lehké a za pomoci dlouhých končetin dokáží snadno vycouvat z pastí ven.

Významnou nevýhodou fixační tekutiny jako součásti zemní pastí je její charakter, který nepůsobí na všechny epigeické druhy stejně. Některé druhy může nalitá tekutina výrazně přitahovat, na jiné může naopak působit jako repelent (Adis, 1979). V průběhu let vědci testovali celou řadu tekutin, mezi nimiž pátrali po té nejlepší. Mnoho prací hodnotí účinky: vody, vody s kuchyňskou solí, ethanolu, ethylenglykolu, propylenglykolu, vodného roztoku formaldehydu, parafínu, octu a řady dalších (Knapp, 2007).

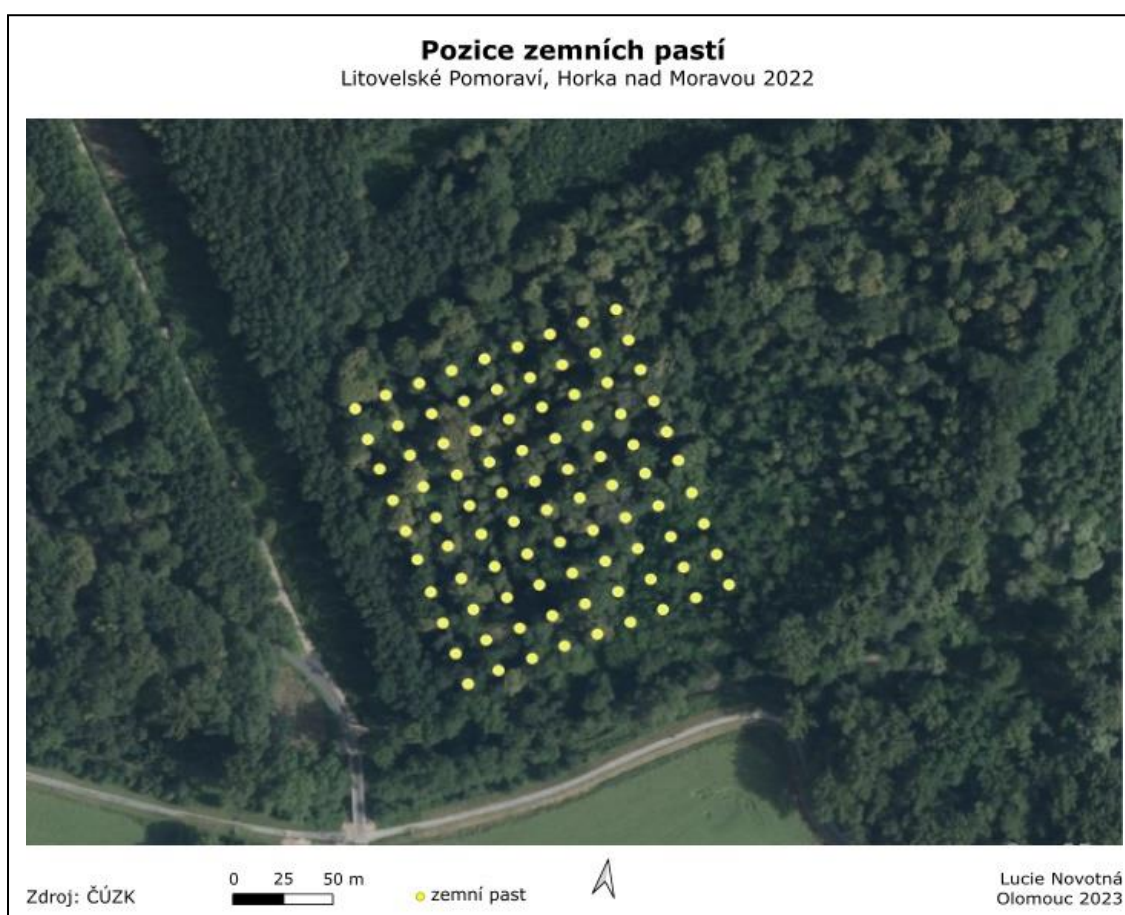
2. Cíle práce

Tato bakalářská práce se zabývá pravděpodobností odchyту hlavních skupin epigeických bezobratlých pomocí zemních pastí. Hlavními cíli práce je zjistit:

- 1) jaká je skutečná náhodná neovlivněná pravděpodobnost odchytu modelových skupin,
- 2) jak ovlivní atraktivitu zemní pasti pro modelové skupiny voda použitá jako fixační tekutina a
- 3) jak ovlivní atraktivitu zemní pasti pro modelové skupiny vodný roztok formaldehydu.

3. Charakteristika lokality

Jako místo pro krátkodobý výzkum byla vybrána plocha v CHKO Litovelské Pomoraví. Lokalita (49°39'11.1"N, 17°12'42.3"E) spadá do katastru obce Horka nad Moravou a od její zastavěné části leží asi 1 km, v nadmořské výšce přibližně 218 m n. m. Lokalitu představuje les nížinný lužní s listnatým porostem. Ve studované části lesa stromovému patru dominoval habr obecný (*Carpinus betulus*), lípa velkolistá (*Tilia platyphyllos*) a dub letní (*Quercus robur*). Méně byl zde zastoupen javor babyka (*Acer campestre*) a javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Celková plocha toho fragmentu lesa činila přibližně 1,785.600 m², přičemž plocha 12.960 m² byla vzorkovaná zemními pastmi (obr. 1), (<https://geoportal.uhul.cz/mapy/MapyOpri.html>).



Obrázek 1: Letecký snímek lokality s vyznačenými pozicemi zemních pastí

Půdním typem charakteristickým pro lužní les jsou nivní půdy – fluvizemě (Šafář a kol., 2003). Na vzorkované ploše se vyskytuje konkrétně fluvizem modální, která se tvořená středně těžkými říčními naplaveninami (<https://mapy.geology.cz/pudy/>). Během studie, v měsících dubnu a květnu, byly teploty srovnatelné s dlouhodobým průměrem z let 1961–2020. V dubnu byly teploty o 1,2 °C vyšší oproti dlouhodobému průměru, a naopak v květnu o 1,7 °C nižší, přičemž

minimální denní teplota se v dubnu a květnu pohybovala v rozmezí od $-3,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ do $16,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ a maximální mezi $3,2$ a $28,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/denni-data/Denni-data-dle-z.-123-1998-Sb#>). Srážky, ve srovnání s dlouhodobým průměrem, byly silně nadprůměrné. Množství srážek za duben i květen převyšovalo dlouhodobý průměr přibližně o 32 % (<https://www.chmi.cz/historicka-data/pocasi/mesicni-data/mesicni-data-dle-z.-123-1998-Sb#>).

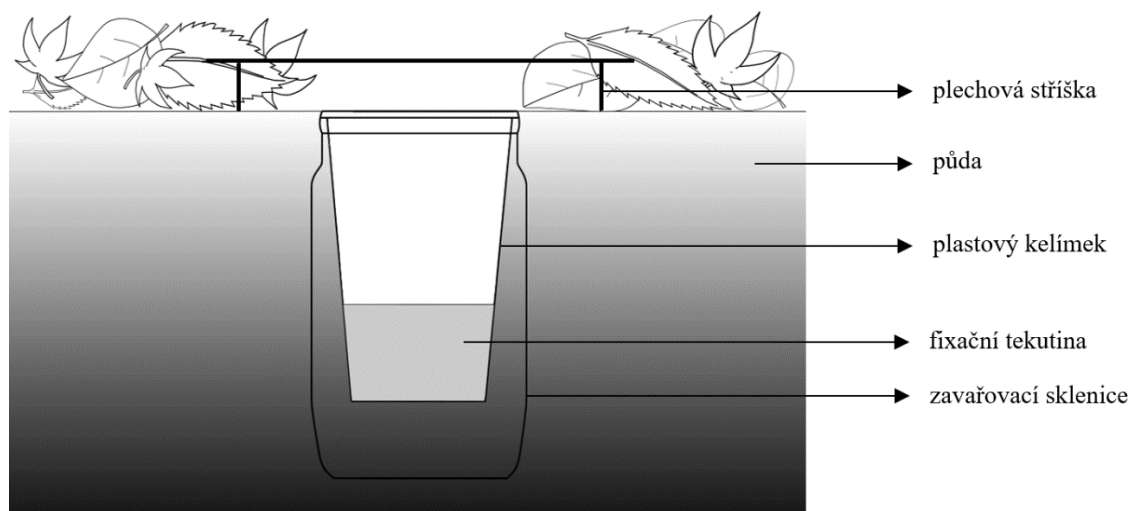
4. Materiál a metody

Odchyt epigeonu do zemích pastí probíhal v CHKO Litovelské Pomoraví nepřerušeně po dobu devíti týdnů pomocí 90 padacích zemních pastí. Instalace zemních pastí proběhla ve dnech 29.03.–01.04.2022, ale pasti byly exponovány společně 02.04.2022.

4.1 Konstrukce zemních pastí

Každá zemní past se skládala ze zavařovací sklenice Omnia o objemu 0,7 l a vloženého plastového kelímku na nápoje o objemu 0,3 l (obr. 2). Pomocí zemního ručního vrtáku byly do země vyhloubeny díry, do nichž se zavařovací sklenice vložily. Sklenice bylo nutné upravit tak, aby jejich vrchní okraj korespondoval s povrchem půdy a nevyčnívaly nad něj. Do sklenic se vložily plastové kelímky, jejichž průměr přesně odpovídal průměru hrdla sklenic. Třetina z celkového počtu zemních pastí obsahovala jako fixační tekutinu 4% roztok formaldehydu, třetina byla naplněna čistou vodou a třetina zůstala ponechána suchá. K zabránění vzájemné konzumace odchyceného neusmrceného materiálu v pastech bez fixační tekutiny byly tyto pasti částečně naplněny suchými hoblinami (komerční stelivo pro drobné hlodavce).

Zemní pasti byly zakryty plechovými stříškami, aby zabránily padání rostlinného opadu. Každá past měla přidělené číslo sloužící pro jednodušší orientaci v terénu a pozdější značení odchyceného materiálu. Na spodní straně stříšky byl nalepen štítek s upozorněním na probíhající krátkodobý výzkum a kontaktními údaji vedoucího bakalářské práce (viz Příloha A). Pasti byly instalovány v devíti liniích po deseti kusech. Jednotlivé pasti byly od sebe vzdáleny 12 metrů a svým rozmístěním znázorňovaly pomyslnou čtvercovou síť.



Obrázek 2: Schéma zemní pasti

4.2 Kontroly zemních pastí

Výběr odchyceného materiálu probíhal pravidelně dvakrát týdně, v úterý a pátek. Při výběru se z každé pasti vytáhl plastový kelímek a jeho obsah se za pomoci kuchyňského sítko uložil do zip sáčku označeného číslem pasti a datem výběru. V případě hoblin byl celý obsah pasti přesypán do sáčku a instalovány byly hobliny nové. Fixační tekutina byla vrácena zpět do kelímku. Odchycení bezobratlí byli poté přeneseni do laboratoře a umístěni do mrazáku pro pozdější zpracování. Při výběru pastí se také dle potřeby doplňovala fixační tekutina či se vyměňovala za novou.

4.3 Zpracování odchyceného materiálu

Úlovky byly postupně třízeny a počítány v celkem šesti modelových skupinách: stonožky (Myriapoda: Chilopoda), mnohonožky (Myriapoda: Diplopoda), suchozemští stejnoonožci (Crustacea: Malacostraca: Isopoda: Oniscidea), střevlíci a ostatní brouci (Hexapoda: Ectognatha: Coleoptera), pavouci (Chelicerata: Arachnida: Araneae) a sekáči (Chelicerata: Arachnida: Opiliones). V případě suchozemských stejnoonožců proběhla determinace na druhovou úroveň. Pro determinaci byla použita binokulární lupa a klíč Zdeňka Frankenbergera (1959). Tříděný materiál byl dle data výběru a náplně pasti průběžně ukládaný do mikroskopavek typu eppendorf se 70% ethanolem, který má konzervační charakter. Roztřídění a determinování bezobratlí jsou uloženi v Pedobiologické laboratoři Katedry ekologie a životního prostředí PřF UP v Olomouci.

4.4 Statistické zpracování dat

Prosté statistické zpracování získaných dat proběhlo v programu Microsoft Excel 2016. Do společné tabulky se zaznamenávaly počty odchycených zástupců každé modelové skupiny a náplň zemních pastí (hobliny/voda/formalin). Tyto údaje sloužily k vytvoření sloupcového grafu, který znázorňuje počet lapených zástupců modelových skupin v závislosti na náplni pasti. Úlovky suchozemských stejnoonožců se zapisovaly do zvlášť připravené tabulky, kde se kromě množství jedinců a náplně pasti evidovaly i jednotlivé druhy. Současně se k ulovenému materiálu zapisovalo také datum a pořadí kontroly pastí a průměrná denní teplota mezi jednotlivými kontrolami pastí. Všechny tyto faktory se později využily k podrobnějším analýzám dat.

V Excelu proběhl také test odlišností průměrných úlovků v závislosti na fixační tekutině pomocí jednofaktoriální ANOVY. V případě, že tento test ukázal statisticky významný rozdíl mezi průměrnými úlovkami, byly použity Tukeyho testy pro ověření

významnosti rozdílů mezi dvojicemi typů pastí (formalín × voda, formalín × hobliny, voda × hobliny).

Analýza dat proběhla pomocí statistických programů CANOCO for Windows (verze 5.0). Na počátku analýzy bylo nutné určit závisle (druhová data) a nezávisle (environmentální data) proměnnou. Druhová data zastupovaly početnosti jedinců modelových skupin. Environmentální data představovala náplň pastí, průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí a pořadí kontroly pastí. V případě analýzy suchozemských stejnonožců závisle proměnnou reprezentovalo množství zástupců jednotlivých druhů a k environmentálním datům byla doplněná proměnná průměrná denní teplota dva dny před kontrolou pastí.

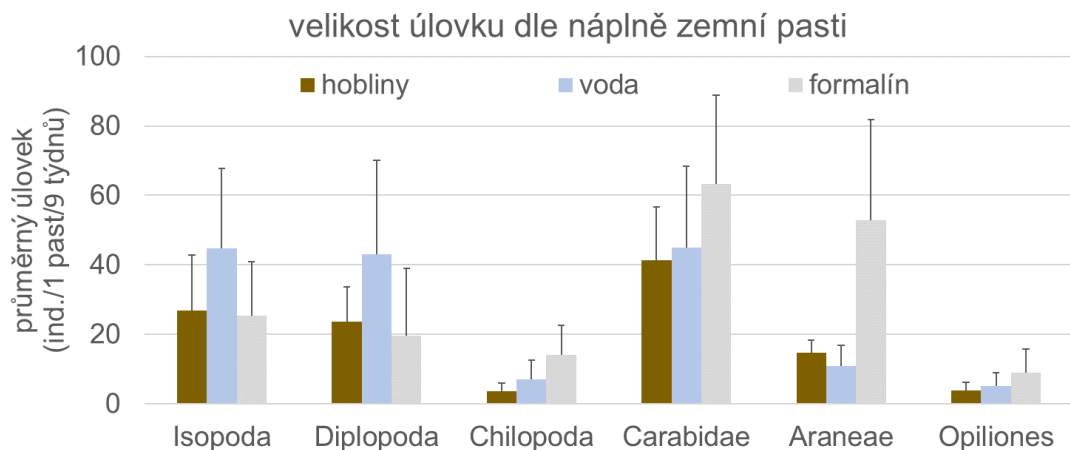
Poté bylo nutné vybrat odpovídací ordinační model, k čemuž slouží nepřímá gradientová analýza (DCA). Ta určuje délku gradientu v druhových datech. V případě modelových skupin i suchozemských stejnonožců byla délka gradientu větší než 3,0 ale zároveň menší než 4,0, proto bylo možné využít oba typy modelů (lineární i unimodální). Z důvodu silnější předpovědi se však pro potřeby experimentu zdála být vhodnější přímá lineární gradientová analýza (RDA), která mnohorozměrně vykresluje závislosti mezi druhovými a environmentální daty. Pro vyjádření vztahů mezi jednotlivými environmentálními faktory a modelovými skupinami epigeonu (v případě suchozemských stejnonožců mezi environmentálními faktory a zachycenými druhy), byly použity generalizované lineární modely (GLM). Za pomocí Monte Carlo permutačního testu (499 opakování) byla testována statistická významnost a síla modelu. Všechny uvedené diagramy vzniklé lineární metodou byly vytvořeny v programu CanoDraw for Windows.

5. Výsledky

Během devítitýdenního výzkumu v CHKO Litovelské Pomoraví bylo za pomoci 90 zemních pastí odchyceno celkem 13637 epigeických bezobratlých a 2473 ostatních jedinců, kteří se do celkové analýzy nezahrnovali. Jednalo se především o mravence (Formicidae), a občasně i jiný blanokřídlý hmyz (Hymenoptera), chvostoskoky (Collembola), sametky (Prostigmata), larvy brouků a další řídce zastoupené skupiny.

5.1 Epigeičtí bezobratlí v zemních pastech

Analyzovány byly úlovky šesti modelových skupin: stonožky, mnohonožky, suchozemští stejnonožci, střevlíci a ostatní brouci (dále jen střevlíci), pavouci a sekáči. Ze všech uvedených taxonů byli nejpočetnější střevlíci, kteří byli zastoupeni celkem 4492 jedinci. Druhou nejbohatší skupinou byli suchozemští stejnonožci v počtu 2910 jedinců. Dalšími početnými skupinami byly také mnohonožky s 2589 zástupci a pavouci s 2359 zástupci. S velmi výrazným rozdílem je následovaly stonožky se 745 jedinci. Nejméně ze všech modelových skupin padali do zemních pastí sekáči (542 jedinců). Z celkového množství 13637 jedinců epigeických bezobratlých bylo na lokalitě chyceno 5530 jedinců (40,6 %) do pastí naplněných formalínem, 4686 jedinců (34,4 %) do pastí s vodou a 3421 jedinců (25,0 %) do zemních pastí vystlaných hoblinami.



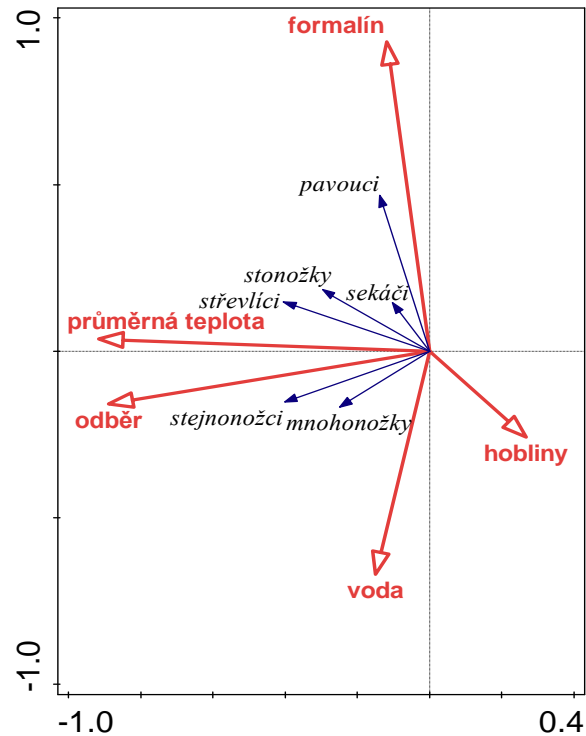
Obrázek 3: Graf celkového úlovku jednotlivých modelových skupin dle náplně pasti

Jednofaktorová ANOVA prokázala, že náplň pastí významně ovlivňovala fixační tekutina u všech modelových skupin (stonožky: $F=23,00$; $p<0,001$; mnohonožky: $F=11,63$; $p<0,001$; stejnonožci: $F=10,18$; $p<0,001$; střevlíci: $F=8,75$; $p<0,001$; pavouci: $F=54,86$; $p<0,001$; sekáči: $F=9,79$; $p<0,001$). U stonožek, střevlíků, pavouků a sekáčů se signifikantně více jedinců chytilo do pastí s formaldehydem, než

do pastí s hoblinami či pastí s vodou, rozdíl mezi úlovkem v suchých pastech a pastech s vodou významný nebyl. Naproti tomu mnohonožek a suchozemských stejnonožců se signifikantně nejvíce chytilo do zemních pastí s vodou, přičemž rozdíly mezi úlovky do formalínových pastí a pastí s hoblinami statisticky významné nebyly (obr.3).

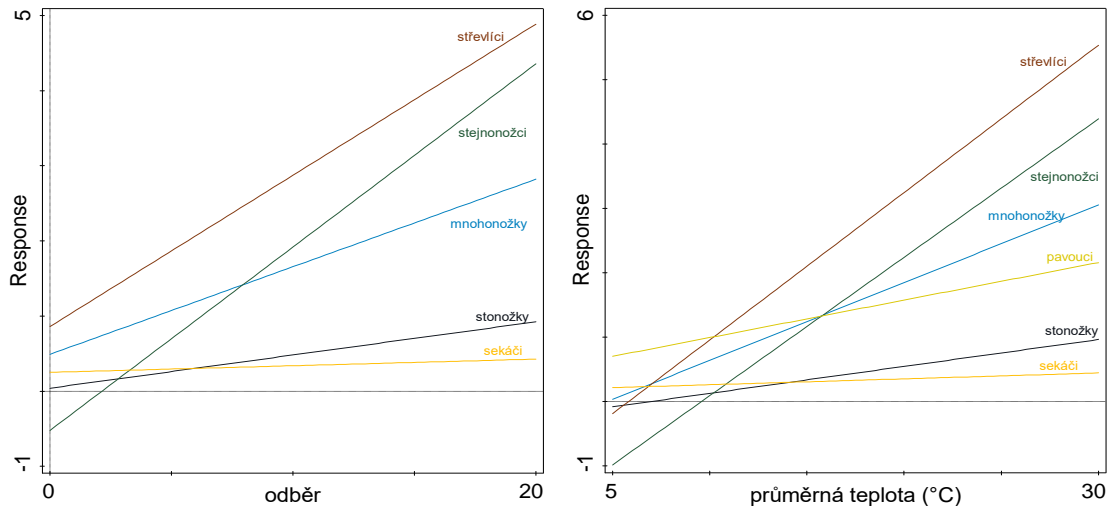
Další analýza testovala vliv náplně pastí (hobliny/voda/formalín), průměrné denní teploty mezi kontrolami pastí (průměrná teplota) a pořadí kontroly pastí (odběr) na početnost zástupců jednotlivých modelových skupin. Ke zhodnocení výsledků byla použita přímá lineární gradientová analýza (RDA). První osa modelu vysvětluje 11,33 % variability. Permutační test významnosti ukázal na signifikaci této osy (pseudo-F=51,6; p=0,002) i celého modelu (pseudo-F=82,9; p=0,002).

Průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí měla na množství ulovených jedinců modelových skupin signifikantní vliv (pseudo-F=170; p=0,002), který byl během krátkodobého výzkumu výrazně významným, podobně jako pořadí kontroly pastí (pseudo-F=162; p=0,002). Jako signifikantně významné pro predikci množství zástupců jednotlivých modelových skupin se také projeví všechny použité náplně pastí. Nejvýznamnější pro jednotlivé modelové skupiny byla past formalínová (pseudo-F=82,1; p=0,002), která však signifikantně zvyšovala úlovky stonožek, střevlíků, pavouků i sekáčů. Poté následovala past naplněná vodou (pseudo-F=46,1; p=0,002), přičemž naproti pasti formalínové signifikantně chytala více mnohonožek a suchozemských stejnonožců. Nejmenším významem ze všech náplní disponovala past vystlána hoblinami (pseudo-F=21,2; p=0,002) sloužící jako past pro kontrolu (obr. 4).



Obrázek 4: Model RDA analýzy zobrazující vliv environmentálních faktorů na ulovené zástupce jednotlivých modelových skupin, všechny faktory jsou signifikantní. (Pozn. odběr – pořadí kontroly pastí, průměrná teplota – průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí, stejnonožci – suchozemští stejnonožci, střevláci – střevláci a ostatní brouci)

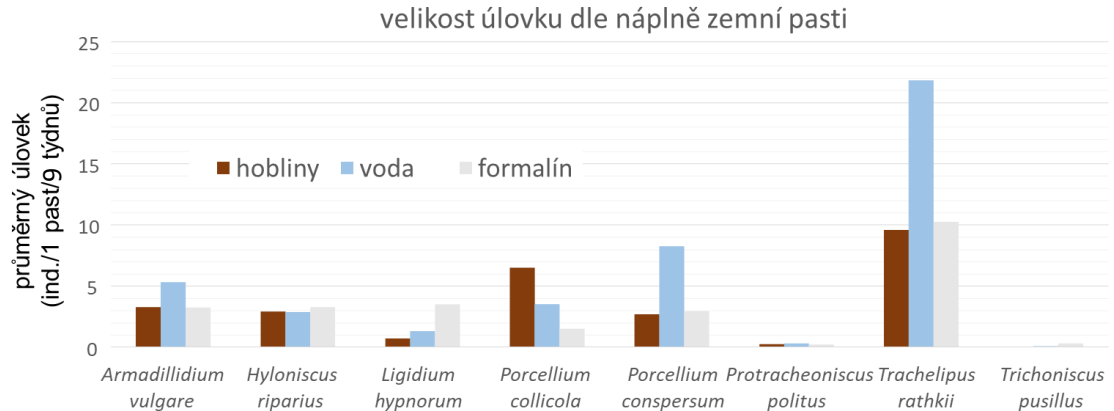
Jelikož průměrná teplota a odběr patřily dle výsledků permutačního testu mezi nejvýznamnější environmentální faktory, byly vytvořeny generalizované lineární modely (GLM), které vykreslují vliv proměnných na početnost zástupců jednotlivých modelových skupin. Pořadí kontroly pastí (odběr) bylo podle modelu nesignifikantní proměnnou pouze pro skupinu pavouci ($F=2,2$; $p=0,13765$). Obdobný model byl vykreslený i pro průměrnou denní teplotu mezi kontrolami pastí (průměrná teplota), která signifikantně ovlivnila všechny modelové skupiny. Z obou modelů je zřejmé, že s rostoucím pořadím kontroly pastí i průměrnou denní teplotou mezi kontrolami pastí se zvyšoval celkový úlovek všech modelových skupin (obr. 5). Tento trend je zřejmý i z příložených fotografií (viz Příloha A).



Obrázek 5: Generalizovaný lineární model pro proměnnou odběr (vlevo) a proměnnou průměrná teplota (vpravo). Oba modely zobrazují vliv pořadí kontroly pastí a průměrné denní teploty mezi kontrolami pastí na ulovené zástupce jednotlivých modelových skupin. (Pozn. odběr – pořadí kontroly pastí, průměrná teplota – průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí)

5.2 Suchozemští stejnožáci v zemních pastech

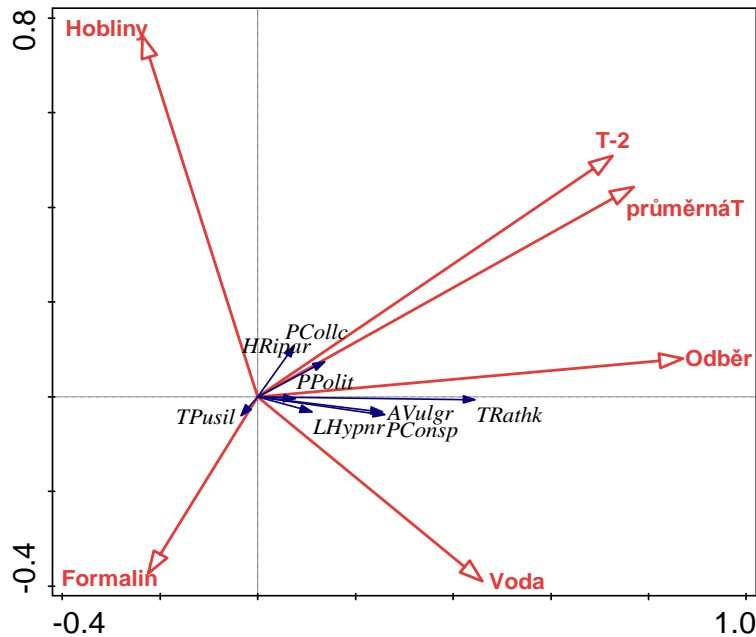
Skupina suchozemští stejnožáci byla po střevlících druhou nejpočetnější modelovou skupinou se 2910 zástupci. Z důvodu poškození těl některých jedinců bylo do druhu určeno a do analýzy zahrnuto 2808 stejnožáčů. Nejpočetnějším odchyceným druhem byla stínka Rathkeho (*Trachelipus rathkii*) zastoupená 1245 jedinci. Se značně výrazným rozestupem, druhý nejbohatší druh se 412 jedinci, představovala stínka posypaná (*Porcellium conspersum*). V téměř vyrovnané početnosti se vyskytoval druh svinka obecná (*Armadillidium vulgare*) zastoupena 351 jedinci a stínka hrboilatá (*Porcellium collicola*) se 342 jedinci. Dále se 268 zástupci následovala beruška pobřežní (*Hyloniscus riparius*) a beruška mokřadní (*Ligidium hypnorum*) se 162 zástupci. V zanedbatelném množství byla ulovena stínka hladká (*Protracheoniscus politus*) s 19 jedinci a beruška malá (*Trichoniscus pusillus*) s 9 jedinci. Z celkového množství 2808 stejnožáčů bylo na lokalitě chyceno 1293 jedinců (46,0 %) do zemních pastí naplněných vodou, 768 jedinců (27,4 %) do pastí vystlanými hoblinami a 747 jedinců (26,6 %) do pastí s formalínem (obr. 6).



Obrázek 6: Graf celkového úlovku druhů suchozemských stejnonožců dle náplně pasti

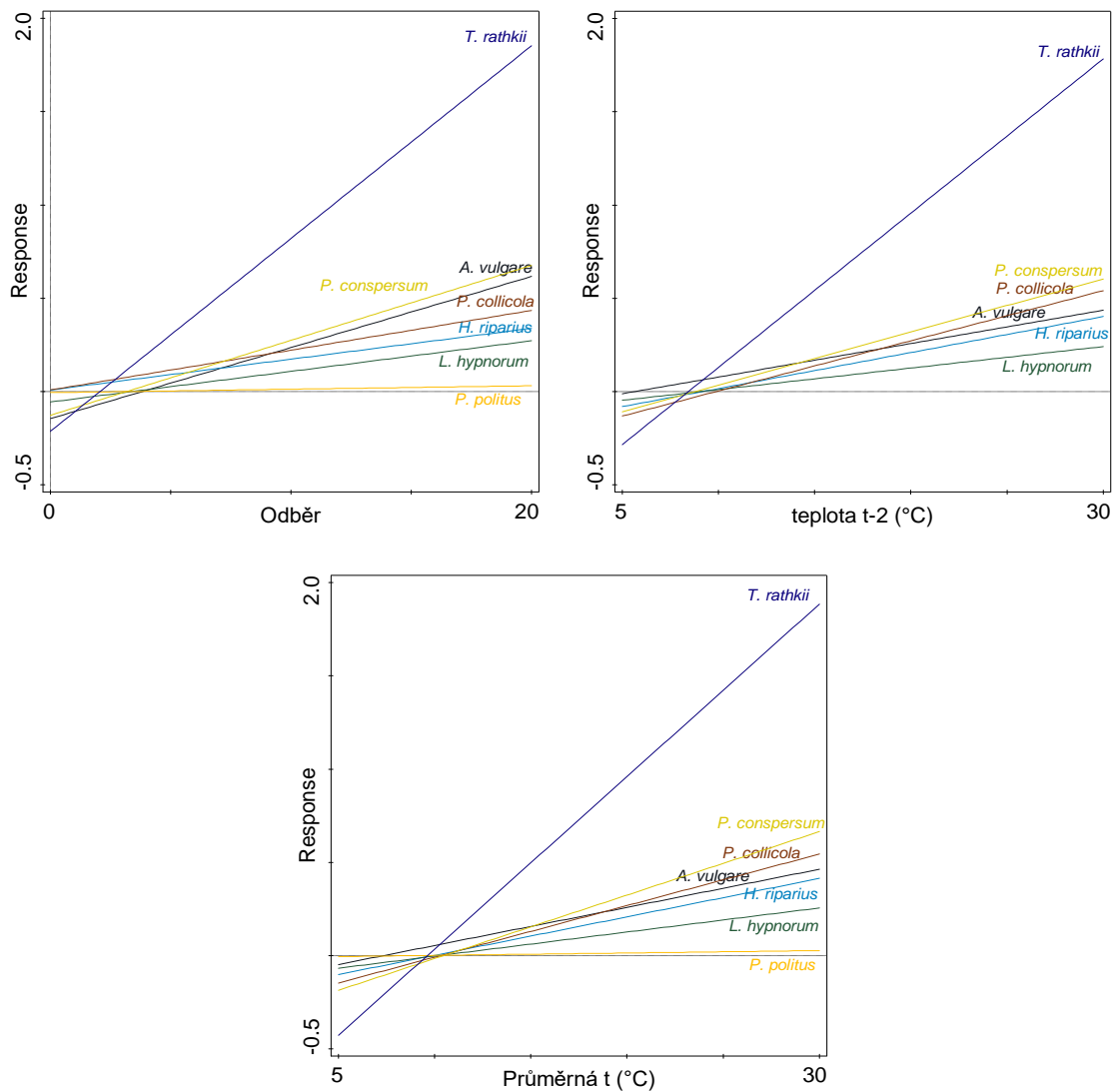
Druhá analýza se zabývala vlivem náplně pastí (Hobliny/Voda/Formalín), průměrné denní teploty mezi kontrolami pastí (průměrnáT) a pořadí kontroly pastí (Odběr) na početnost úlovku stejnonožců jednotlivých druhů. V této analýze se navíc testovala i závislost průměrné denní teploty dva dny před kontrolou pastí (T-2). Ke zhodnocení výsledků byla použita, jako v analýze předchozí, přímá lineární gradientová analýza (RDA). První osa modelu vysvětluje 8,2 % variability. Permutační test významnosti ukázal na signifikaci této osy (pseudo-F=24,0; p=0,002) i celého modelu (pseudo-F=27,2; p=0,002).

Pořadí kontroly pastí mělo na množství ulovených druhů stejnonožců signifikantní vliv (pseudo-F=108; p=0,002), který byl během krátkodobého výzkumu výrazně významným, podobně jako průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí (pseudo-F=84,6; p=0,002) a průměrná denní teplota dva dny před kontrolou pastí (pseudo-F=75,7; p=0,002). Jako signifikantně významné pro predikci množství jednotlivých druhů stejnonožců se také projevily všechny použité náplně pastí. Nejvýznamnější pro odchycené druhy stejnonožců byla past naplněná vodou (pseudo-F=31,4; p=0,002), která zvyšovala úlovek druhů *P. conspersum*, *T. rathkii* a *A. vulgare*. Poté následovala past vystlaná hoblinami (pseudo-F=12,3; p=0,002). Nejmenším významem ze všech náplní disponovala past s formalínem (pseudo-F=9,8; p=0,002), do které převážně padaly druhy *L. hypnorum* a *T. pusillus* (Obr. 7).



Obrázek 7: Model RDA analýzy zobrazující vliv environmentálních faktorů na ulovené zástupce jednotlivých modelových skupin, všechny faktory jsou signifikantní. (Pozn. průměrnáT – průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí, T-2 – průměrná denní teplota 2 dny před kontrolou pastí, Odběr – pořadí kontroly pastí, AVulgr – *Armadilidium vulgare*, HRipar – *Hyloniscus riparius*, LHypnr – *Ligidium hypnorum*, PCollc – *Porcellium collicola*, PConsp – *Porcellium conspersum*, PPolit – *Protracheoniscus politus*, TRathk – *Trachelipus rathkii*, TPusil – *Trichoniscus pusillus*)

Jelikož proměnné Odběr, průměrnáT a T-2 patřily dle výsledků permutačního testu mezi nejvýznamnější environmentální faktory, byly vytvořeny generalizované lineární modely (GLM), které vykreslují vliv proměnných na početnost jednotlivých druhů stejnonožců. Pořadí kontroly pastí (Odběr) a průměrná denní teplota mezi kontrolami pastí (průměrná t) bylo podle modelu nesignifikantní proměnnou pouze druh *T. pusillus* (pro proměnnou Odběr $F=0,8145$; $p=0,63308$ a pro proměnnou průměrnáT $F=0,4911$; $p=0,50501$). Obdobný model byl vykreslený i pro průměrnou denní teplotu dva dny před výběrem pastí (T-2), která signifikantně ovlivnila všechny druhy stejnonožců kromě druhu *T. pusillus* a *P. politus*. Všechny tři modely ukazují, že s rostoucím pořadím kontroly pastí, průměrnou denní teplotou mezi kontrolami pastí a průměrnou denní teplotou 2 dny před kontrolou pastí se zvyšoval úlovek jednotlivých druhů stejnonožců (obr. 8).



Obrázek 8: Generalizovaný lineární model pro proměnnou Odběr (vlevo), T-2 (vpravo) a průměrnáT (uprostřed). Modely zobrazují vliv pořadí kontroly pastí, průměrné denní teploty mezi kontrolami pastí a průměrné denní teploty dva dny před kontrolou pastí na ulovené zástupce jednotlivých modelových skupin

Téma předložené bakalářské práce se ukázalo jako vhodné i pro použití k didaktickým účelům. Didaktická část v podobě zpracovaného návrhu na realizaci experimentu lovu pomocí zemních pastí pro žáky 6. a 7. tříd základních škol je přiložena v Příloze B. Součástí přílohy jsou připravené návody a pracovní list pro snadnější provedení experimentu a přehlednější zpracování získaných výsledků.

6. Diskuse

Pro vzorkování epigeonu vědci po celém světě aplikovali nespočetné množství typů a modifikací pastí, jako je materiál pastí, přítomnost stříšky, velikost pasti a řady dalších. Právě díky designu pastí napříč studii vyplývá nejednotnost a tím způsobená neporovnatelnost dat získaných právě touto technikou odběru vzorků (Greenslade 1964, Adis 1979, Topping a Sunderland 1992). Jedním z faktorů stojící za různorodostí úlovků je typ použité fixační tekutiny. Ten v závislosti na konkrétní skupině bezobratlých, působí jako atraktant nebo repelent. Prakticky všechny studie, které se této problematice věnují, hledají fixační tekutinu, která přiláká maximální počet jedinců zvolené modelové skupiny.

Vlivem fixační tekutiny na bezobratlé pohybující se po povrchu půdy se zabýval i tento krátkodobý výzkum. Práce se zaměřila na vliv použité fixační tekutiny s ní související atraktivitu zemních pastí pro jednotlivé modelové skupiny epigeických bezobratlých. Stěžejní však byla míra náhodného odchyty modelových skupin pomocí suchých pastí bez fixační tekutiny. Získané výsledky ukázaly, že náplň pasti má signifikantní vliv na velikost úlovku všech modelových skupin epigeonu, na zástupce jednotlivých druhů suchozemských stejnonožců i na početnost úlovku celkově. Vedlejším, avšak důležitým aspektem je pozorovaný vliv průměrné denní teploty a s ním v určité míře spjaté pořadí kontroly pastí na velikost úlovku modelových skupin.

Z výsledků práce vyplývá, že celkový úlovek byl použitou náplní v pasti jednoznačně ovlivněn. Nejvíce jedinců bylo odchyceno pastmi se 4% roztokem formaldehydu ve srovnání s pastmi s vodou či hoblinami. Roztok formaldehydu je výborným konzervantem, ačkoliv se od jeho použití kvůli jeho toxicitě postupně opouští (van der Berghe, 1992). Naopak čistá voda fixačními vlastnostmi za formaldehydem silně zaostává. Právě voda je pro zoology nejdostupnější fixační médium. Ulovený epigeon sice usmrtí, jejich těla však po pár dnech rozkládá (Woodcock, 2005). Zápach vzniklý při tomto procesu může některé druhy epigeonu odradit. Proto za vyšší početností ulovených v pastech formalinových, než v pastech s vodou může stát schopnost konzervovat.

Co se týče náhodného odchyty pomocí pastí suchých, nebyla velikost úlovku v porovnání v pastech s vodou tak zřetelně rozdílná, jak by se mohlo předpokládat. Pastí s hoblinami podléhaly během experimentu několika faktorům, které mohly velikost jejich úlovku naopak zmenšit. V pastech bez fixační tekutiny, které loví a

později shromažďují živé bezobratlé, dochází ke vzájemné konzumaci cílových druhů (Bouget, 2001). I přes časté kontroly pastí a vystlání jejich dna hoblinami se v pasech v průběhu výzkumu nacházely zbytky částí těl drobnějších epigeických druhů. Nelze tedy vyloučit, že velikost úlovku náhodným odchytem mohla být touto skutečností značně ovlivněna. Další faktor, kterému zemní padací pasti bez fixační tekutiny podléhají, je zvýšená pravděpodobnost možnosti úniku ulovených bezobratlých, než je tomu u pastí se smrtícím konzervantem.

Formalín, jakožto vhodná fixační tekutina pro velikost celkového úlovku, se však stejnými účinky neprojevil na úrovni jednotlivých skupin. Jestliže past s hoblinami odchytávala náhodně, roztok formaldehydu zvyšoval úlovky stonožek, sekáčů, pavouků i střevlíků. Co se týče zkoumání vlivu fixační tekutiny na velikosti či druhovou bohatost úlovků, nejpočetněji je v tomto směru studována právě modelová skupina střevlíci. Napříč studiemi však dochází k neshodám a je pozorovaná značná různorodost výsledných dat. Shodných výsledků s touto prací bylo dosaženo v práci Luff (1968), který nashromáždil více střevlíků do pastí s formalínem než do pastí naplněných vodou. Je tedy zřejmé, že roztok formaldehydu působí na střevlíky jako atraktant. Oproti tomu studie Holopainena a Varise (1986) neprokázala mezi těmito dvěma tekutinami významný rozdíl na velikosti úlovků střevlíků. Pekár (2002) se domnívá, že roztoky formaldehydu působí na zástupce sekáčů jako repelent. Soudí tak dle výsledků své studie, kde se zvyšující koncentrací roztoku formaldehydu pozoroval pokles počtu odchycených sekáčů. Této skutečnosti však neodpovídají data získaná v předloženém experimentu, kdy sekáče stejně jako střevlíky instalovaný formalín přitahoval. Naopak na pavouky měnící se koncentrace významný vliv neměla (Pekár, 2002).

Ve své práci však Gerlach (2009) konstatuje: „Všechny tyto výsledky je třeba posuzovat velmi kriticky, protože jsou založeny na venkovních výzkumech s velmi rozdílnými vlivy mnoha dalších faktorů.“ Právě Gerlach v rámci svého experimentu porovnával vliv fixačních tekutin na epigeické členovce v laboratorních podmínkách, kde prokázal repelentní vliv formaldehydu pouze pro mnohonožky.

Ačkoliv Gerlach (2009) v laboratorních podmínkách mimo jiné nezaznamenal žádný přitahující či odpuzující vliv vody pro epigeické členovce, v této studii se do pastí s vodou chytilo signifikantně více mnohonožek i suchozemských stejnonožců. Repelentní účinek na roztok formaldehydu, a naopak velká atraktivita k vodě může být způsobena především vlivem přirozeného prostředí. Pro život mnohonožek a

stejnonožců obecně (i těch suchozemských) je nezbytné stanoviště se zvýšenou vlhkostí. To, že jsou stejnonožci druhy vlhkomilnými, vysvětluje i studie Gunawardana a Sasindu (2022), kdy *Armadillidium vulgare* společně s jinými druhy kvůli snížené vlhkosti vzduchu dokonce opustila i svoje přirozené stanoviště. V některých studiích se testovala ideální míra vlhkosti vzduchu ideální pro život stejnonožců. Nejvíce preferovaná byla vlhkost v rozmezí 77 – 94 % (Snyder, 1959).

Také u jednotlivých druhů odchycených suchozemských stejnonožců byla pozorována silná vazba na vlhké prostředí. Téměř všechny druhy ulovených suchozemských stejnonožců se více vyskytovali v pastech naplněných vodou. Pouze beruška mokřadní (*Ligidium hypnorum*) a beruška malá (*Trichoniscus pusillus*), se převážně vyskytovaly v pastech s roztokem formaldehydu.

Kromě vlivu fixační tekutiny byl v této práci pozorován také vliv průměrné denní teploty mezi jednotlivými kontrolami pastí na velikosti úlovu pastí. Se zvyšující se teplotou rostla velikost úlovku v zemních pastech. Právě teplota má vliv na aktivitu členovců, kterou v rámci své práce pozoroval Honěk (1988) či Saska a kol. (2013). Jelikož je formalín těkavá látka, s růstem teplot v průběhu výzkumu docházelo k většímu odparu této tekutiny, což mohlo přilákat větší množství druhů epigeonu. Naopak epigeické druhy vázané na vlhké prostředí mohly se stoupající teplotou vyhledávat právě vodu a ve větším množství tak padat do zemních pastí. S vlivem teploty souvisí i pořadí kontroly pastí. Čím později byla v průběhu experimentu past vybírána, tím větší průměrná denní teplota na ni působila.

7. Závěr

Tato práce se zabývala pravděpodobností odchyty hlavních epigeických skupin bezobratlých pomocí zemních pastí v závislosti na použité fixační tekutině. Ukázalo se, že typ použitého fixačního média se významně podepisuje na velikosti a složení úlovku. Pastí se suchými hoblinami odchytovaly výrazně méně zástupců jednotlivých modelových skupin, než pastí s vodou či s formalínem. Stejněho výsledku však nebylo dosaženo v rámci úlovků jednotlivých modelových skupin. Roztok formaldehydu lákal do zemních pastí především zástupce stonožek, pavouků, sekáčů i střevlíků. Naopak nejpočetnější úlovek mnohonožek a suchozemských stejnonožců se shromažďoval v pastech s vodou, přičemž jejich úlovky ve formalínových pastech se nelišily od úlovků v pastech suchých. Použité fixační médium se významně projevilo také na druhovém složení lapených suchozemských stejnonožců. Past naplněná vodou zvyšovala úlovek druhů *P. conspersum*, *T. rathkii* a *A. vulgare*. Naproti tomu do pastí s formalínem padaly převážně druhy *L. hypnorum* a *T. pusillus*. Na velikosti celkového úlovku i úlovku jednotlivých modelových se mimo fixační tekutiny projevila i průměrná denní teplota mezi průběžnými kontrolami pastí. Se stoupající hodnotou průměrné denní teploty stoupalo i množství ulovených jedinců v pastech.

Závěrem lze tedy říci, že ani jedna z náplní použitých v této práci nebyla takovou, která by dokázala odchyt všech epigeických bezobratlých s neovlivnitelnou pravděpodobností odchyty. Obě použité fixační tekutiny byly pro některé druhy atraktivní.

V rámci budoucích experimentů by bylo možné studovat atraktivitu zemních pastí s použitím v dnešní době velmi oblíbeného ethylenglykolu nebo jiných alternativních fixačních tekutin. Také by mohl být testován vliv použitých fixačních tekutin na epigeické bezobratlé v laboratorních podmínkách, tedy s absencí působení okolních faktorů, které mají na odchyt epigeonu, jak se prokázalo i v této práci, nemalý vliv. Do budoucna může být tedy tato práce podnětem k dalšímu výzkumu zabývajícímu se vlivem použité fixační tekutiny v zemních pastech. Téma předložené bakalářské práce se ukázalo jako vhodné i pro použití k didaktickým účelům.

Literatura

- Adis, J. (1979): Problems of interpreting arthropod sampling with pitfall traps. *Zoologischer Anzeiger*, 202: 177–184.
- Ahmed D.A. a Petrovskii S.V. (2019): Analysing the impact of trap shape and movement behaviour of ground-dwelling arthropods on trap efficiency. *Methods in Ecology and Evolution*, 10: 1246–1264.
- Alexeev S.C. a Aleksanov V.V. (2017): Pitfall trap construction affects the efficacy of ground beetle counts. *Entomological Review*, 97: 310–319.
- Baars, M.A. (1979): Catches in pitfall traps in relation to mean densities of carabid beetles. *Oecologia*, 41: 25–46.
- Baini F., Del Vecchio M., Vizzari L. a Zapparoli M. (2016): Can the efficiency of pitfall traps in collecting vary according to the used mixtures as bait? *Rendiconti Lincei*, 27: 495–499.
- Barber, H.S. (1931): Traps for cave-inhabiting insects. *Journal of the Elisha Mitchell Scientific Society*, 46: 259–266.
- Bater, J.E. (1996): Micro- and macro-arthropods. pp. 163–174. In: *Methods for the examination of organismal diversity in soils and sediments* (G.S. Hall eds.) CAB International, Oxford, England, United Kingdom.
- Bouget, Ch. (2001): Échantillonnage des communautés de Coléoptères Carabiques en milieu forestier. *Relation espèces - milieu et variations d'efficacité du piège à fosse*. *Symbioses* 4: 55–64.
- Brennan K.E.C., Majer J.D. a Reygaert N. (1999): Determination of an optimal pitfall trap size for sampling spiders in a Western Australian Jarrah forest. *Journal of Insect Conservation*, 3: 297–307.
- Brousseau P.-M., Cloutier C. a Hébert C. (2010): Selected Beetle Assemblages Captured in Pitfall Traps Baited With Deer Dung or Meat in Balsam Fir and Sugar Maple Forests of Central Quebec. *Environmental entomology*, 39: 1151–1158.
- Buchholz S. a Hannig K. (2009): Do covers influence the capture efficiency of pitfall traps? *European Journal of Entomology*, 106: 667–671.

- Buchholz S., Jess A.M., Hertenstein F. a Schirmel J. (2010): Effect of the colour of pitfall traps on their capture efficiency of carabid beetles (Coleoptera: Carabidae), spiders (Araneae) and other arthropods. *European Journal of Entomology*, 107: 277–280.
- Császár P., Torma A., Gallé-Szpisja N., Tölgyesi C. a Gallé R. (2018): Efficiency of pitfall traps with funnels and/or roofs in capturing ground-dwelling arthropods. *European Journal of Entomology*, 115: 15–24.
- Filgueiras B.K., Liberal C.N., Aguiar C.M., Hernández M.I. a Iannuzzi L. (2009): Attractivity of omnivore, carnivore and herbivore mammalian dung to Scarabaeinae (Coleoptera, Scarabaeidae) in a tropical Atlantic rainforest remnant. *Revista Brasileira De Entomologia*, 53: 422–427.
- Frankenberger, Z. (1959): *Fauna ČSR, Svazek 14: Stejnonožci suchozemští – Oniscoidea*. Nakladatelství Československé akademie věd, Praha, 212 pp.
- Gardarin A. a Valantin-Morison M. (2021): Which pitfall traps and sampling effort to choose to evaluate cropping system effects on spider and carabid assemblages? *Environmental Entomology*, 50: 256–266.
- Gatty Ch. a Grández R. (2020): Efectividad de cebos en la captura de escarabajos saprófagos (Insecta: Coleoptera) en Allpahuayo Mishana, Amazonía peruana. *Ciencia Amazónica (Iquitos)*, 8: 71–84.
- Gerlach A., Voigtländer K. a Heidger C.M. (2009): Influences of the behaviour of epigeic arthropods (Diplopoda, Chilopoda, Carabidae) on the efficiency of pitfall trapping. *Soil Organisms*, 81: 773–790.
- Greenslade, P.J.M. (1964): Pitfall trapping as a method for studying populations of Carabidae (Coleoptera). *The Journal of Animal Ecology*, 33: 301–310.
- Gunawardana S.L. a Larsen K.W. (2022): Comparative exploratory movements of two terrestrial isopods (suborder: Oniscoidea), in response to humidity and availability of food. *Behaviour*, 159: 1063–1086.
- Hansen J.E. a T.R. New (2005): Use of barrier pitfall traps to enhance inventory surveys of epigeic Coleoptera. *Journal of Insect Conservation*, 9: 131–136.

- Hatten T.D., Bosque-Pérez N.A., Labonte J.R., Guy S.O. a Eigenbrode S.D. (2007): Effects of tillage on the activity density and biological diversity of carabid beetles in spring and winter crops. *Environmental Entomology*, 36: 356–368.
- Hertz, M. (1927): Huomioita petokuoriaisten olinpaikoista. *Luonnon Ystävä*, 31: 218–222.
- Hohbein R. a Conway C.J. (2018): Pitfall Traps: A review of methods for estimating arthropod abundance. *Wildlife Society Bulletin*, 42: 597–606.
- Holopainen J.K. a Varis A.-L. (1986): Effects of a mechanical barrier and formalin preservative on pitfall catches of carabid beetles (Coleoptera, Carabidae) in arable fields. *Journal of Applied Entomology*, 102: 440–445.
- Honěk, A. (1988): The effect crop density and microclimate on pitfall trap catches of Carabidae, Staphylinidae (Coleoptera) and Lycosidae (Aranea) in cereal fields. *Pedobiologia*, 32: 233–242.
- Cheli G.H. a Corley J.C. (2010): Efficient sampling of ground-dwelling arthropods using pitfall traps in arid steppes. *Neotropical Entomology*, 39: 912–917.
- Jung J.-K., Jeong J.-Ch. a Lee J.-H. (2019): Effects of pitfall trap size and sampling duration on collection of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in temperate forests. *Entomological Research*, 49: 229–236.
- Knapp M. a Ruzicka J. (2012): The effect of pitfall trap construction and preservative on catch size, species richness and species composition of ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *European Journal of Entomology*, 109: 419–426.
- Knapp M., Baranovská E. a Jakubec P. (2016): Effects of bait presence and type of preservative fluid on ground and carrion beetle samples collected by pitfall trapping. *Environmental Entomology*, 45: 1022–1028.
- Knapp, M. (2007): *Metoda zemních pastí*. Diplomová práce. Praha, Fakulta lesnická a environmentální. Česká zemědělská universita v Praze, 69 pp.
- Koivula M., Kotze J. D., Hiisivuori L. a Rita, H. (2003): Pitfall trap efficiency: do trap size, collecting fluid and vegetation structure matter? *Entomologica Fennica*, 14: 1–14.

- Lange M., Gossner M. a Weisser W. (2011): Effect of pitfall trap type and diameter on vertebrate by-catches and ground beetle (Coleoptera: Carabidae) and spider (Araneae) sampling. *Methods in Ecology and Evolution*, 2: 185–190.
- Luff, M.L. (1968): Some effects of formalin on the numbers of Coleoptera caught in pitfall traps. *Entomologist's Monthly Magazine* 1968: 115–116.
- Luff, M.L. (1975): Some features influencing the efficiency of pitfall traps. *Oecologia*, 19: 345–357.
- Luff, M.L. (1996): Use of carabids as environmental indicators in grasslands and cereals. *Annales Zoologici Fennici*, 33: 185–195.
- Miller J.R., Adams C.G., Weston P.A. a Schenker J.H. (2015): *Trapping of small organisms moving randomly: principles and applications to pest monitoring and management*. Springer Briefs in Ecology, New York, 114 pp.
- Morrill W.L., Lester D.G. a Wrona A.E. (1990): Factors affecting efficacy of pitfall traps for beetles (Coleoptera, Carabidae and Tenebrionidae). *Journal of Entomological Sciences*, 25: 284–293.
- New, T.R. (1999): By-catch, ethics and pitfall traps. *Journal of Insect Conservation*, 3: 1–3.
- Oberprieler S.K., Andersen A.N. a Braby M.F. (2019): Invertebrate by-catch from vertebrate pitfall traps can be useful for documenting patterns to invertebrate diversity. *Journal of Insect Conservation*, 23: 547–554.
- Obrist M.K. a Duelli P. (1996): Trapping efficiency of funnel- and cup-traps for epigeal arthropods. *Mitteilungen der Schweizerischen Entomologischen Gesellschaft*, 69: 361–369.
- Pearce J., Schuurman D., Barber K., Larrivé M., Venier L., McKee J. a McKenney D. (2005): Pitfall trap designs to maximize invertebrate captures and minimize captures of nontarget vertebrates. *The Canadian Entomologist*, 137: 233–250.
- Pekár, S. (2002): Differential effects of formaldehyde concentration and detergent on the catching efficiency of surface active arthropods by pitfall traps. *Pedobiologia*, 46: 539–547.

- Petruška, F. (1969): K možnosti úniku jednotlivých složek epigeické fauny polí z formalinových zemních pastí (Coleoptera). *Acta Universitatis Palackianae Olomucensis, Facultas Rerum Naturalium*, 31: 99–124.
- Radawiec B. a Aleksandrowicz O. (2013): A modified pitfall trap for capturing ground beetles (Coleoptera: Carabidae). *The Coleopterists Bulletin*, 67: 473–480.
- Říha, P. (2012): *Morfologie, biologie a výskyt brouků čeledi Silphidae (Coleoptera) v různých biotopech v okolí města Blovice*. Bakalářská práce. Plzeň Fakulta pedagogická. Západočeská univerzita v Plzni, 63 pp.
- Saji A., Al Rashdi Z.S., Ahmed S., Soorae P.S., Al Dhaheri S. (2021): Diversity and composition of epigeal arthropods using pitfall trapping method in different habitat types of Abu Dhabi Emirate, UAE. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 28: 3751–3758.
- Santalla S., Salgado J.M., Calvo L. a Fernandez M.M.F. (2002): Changes in the Carabidae community after a large fire in a *Pinus pinaster* stand, pp. 215-231. In: *Fire and Biological Processes* (Trabaud L. a Pradon R. eds). Backhuys Publishers, Leiden, The Netherlands.
- Saska P., van der Werf W., Hemerik L., Luff M.L., Hatten T.D. a Honek A. (2013): Temperature effects on pitfall catches of epigeal arthropods: a model and method for bias correction. *Journal of Applied Ecology*, 50: 181–189.
- Silva P.G., Vaz-de-Mello F.Z. a Di Mare R.A. (2012): Attractiveness of different bait to the Scarabaeinae (Coleoptera: Scarabaeidae) in forest fragments in extreme southern Brazil. *Zoological Studies*, 51: 429–441.
- Skuhřavý, V. (1957): Metoda zemních pastí. *Časopis Československé Společnosti Entomologické*, 54: 27–40.
- Snyder, G.G. (1959): Relative Humidity and Survival in Isopods. *Bios*, 30: 208–211.
- Spence J.R. a Niemelä J.K. (1994): Sampling carabid assemblages with pitfall traps: the madness and the method. *The Canadian Entomologist*, 126: 881–894.
- Stammer, H.J. (1948): Die Bedeutung der Aethylenglykolfallen für tierökologische und phänologische Untersuchungen. *Verhandl Deutsch Zool Kiel*, 387–391.

- Stašiov S., Čiliak M., Wiezik M., Svitok M., Wieziková A. a Diviaková A. (2021): Pitfall trap design affects the capture efficiency of harvestmen (Opiliones) and millipedes (Diplopoda). *Ecology and Evolution*, 11: 9864–9875.
- Šafář J., Šťastná P. a Hula V. (2010): Impact of type of pitfall traps and preserving agent on entrapped representatives of the Carabidae (Coleoptera). *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 58: 213–218.
- Šafář, J. et al. (2003) Olomoucko. In: Mackovčín P. a Sedláček M. (eds.): Chráněná území ČR, svazek VI. Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha, 456 pp.
- Topping C.J. a Luff, M.L. (1995): Three factors affecting the pitfall trap catch of linyphiid spiders (Araneae: Linyphiidae). *Bulletin of the British Arachnological Society*, 10: 35–38.
- Topping C.J. a Sunderland K.D. (1992): Limitations to the use of pitfall traps in ecological studies exemplified by a study of spiders in a field of winter wheat. *Journal of Applied Ecology*, 29: 485–491.
- Toyama M., Mishihiro K., Nakano R. a Ihara F. (2013): Pitfall-trap sampling of ground-dwelling invertebrate predators in Japanese Orchards: Effects of pitfall trap size. *Japanese Journal of Applied Entomology and Zoology*, 57: 101–108.
- Tuf, I.H. (2013): *Praktika z půdní zoologie*. Vydavatelství Univerzity Palackého v Olomouci, Olomouc. 92 pp.
- van den Berghe, E. (1992): On pitfall trapping invertebrates. *Entomological News*, 103:149–156.
- Winder L., Holland J.M., Perry J.N., Woolley C. a Alexander C.J. (2001): The use of barrier-connected pitfall trapping for sampling predatory beetles and spiders. *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 98: 249–258.
- Woodcock, B.A. (2005): Pitfall trapping in ecological studies, pp. 37–57. In: Leather S.R. (Ed.). *Insect Sampling in Forest Ecosystems*. Oxford, Blackwell Science.
- Work T.T., Buddle Ch.M., Korinus L.M., a Spence, J.R. (2002): Pitfall trap size and capture of three taxa of litter-dwelling arthropods: Implications for biodiversity studies. *Environmental Entomology*, 31: 438–448.

Příloha A



Vedlejší úlovek v podobě hlodavce v zemi pasti vystlané hoblinami



Instalovaná zemi past s plechovou stříškou a štítkem upozorňující na probíhající krátkodobý výzkum



Trend velikosti úlovku v zemních pastech naplněných formalínem během experimentu, první kontrola pastí 05.04.2022 (vlevo), poslední kontrola pastí 03.06.2022 (vpravo)

Příloha B

Využití tématu bakalářské práce v pedagogické praxi

Praktické cvičení „Život pod kameny a kmeny“

Kameny a kmeny ležící na zemi jsou úkrytem pro bohatá společenstva bezobratlých živočichů pohybujících se po povrchu půdy. Útočiště pod kameny či kmeny opouští obvykle při hledání potravy. Právě ti, kteří se rozhodnou odejít ze stínu svých skrýší mohou být odchyceni pomocí padacích zemních pastí. Skrytá forma života však může být při jejich odchytu tvrdým oříškem.

Proto byl vytvořen návrh praktického cvičení v terénu, při kterém by se žáci setkali nejen s technikou odchytu pomocí zemních pastí, ale i individuálním sběrem za účelem porovnání efektivity těchto dvou metod lovu.

Návod pro instalaci zemních pastí, jejich výběr i to, jak postupovat při individuálním sběru bezobratlých je přiložen níže. Pro porovnání efektivity zemních pastí a individuálního sběru je možno využít připravený pracovní list.

Cílová skupina:

Praktické cvičení je primárně určeno pro žáky druhého stupně základní školy, 6. či 7. třída. Vzhledem k delšímu časovému rozsahu je však vhodné praktické cvičení prezentovat jako badatelsky orientovanou výuku přírodopisu. Cvičení je také možno využít v rámci přírodovědného kroužku či semináře.

Cíle praktického cvičení:

- Žák pomocí nástrojů dovede zkonstruovat zemní pasti
- Žák pochopí princip metody odchytu pomocí zemních pastí
- Žák zvládne techniku individuálního sběru bezobratlých
- Žák dokáže analyzovat a porovnat výsledky odchytu
- Žák je schopen o výsledcích diskutovat a obhájit je

Časová náročnost: 3 vyučovací hodiny

Časový harmonogram:

- 1. vyučovací hodina – instalace zemních pastí
- 2. vyučovací hodina – výběr úlovek ze zemních pastí, individuální (ruční) sběr

- 3. vyučovací hodina – vyhodnocování úlovků, vyplňování pracovního listu, prezentace výsledků

Prostorové požadavky:

První a druhá vyučovací hodina probíhá v terénu (školní zahrada, příměstský les, lesopark atp.), třetí vyučovací hodina se realizuje ve školní učebně (třída, laboratoř přírodopisu, školní dílny atp.).

Pomůcky:

- 1. vyučovací hodina – svinovací metr, zahradní lopatka, zavařovací sklenice o objemu 0,7 l, plastový kelímek na nápoje o objemu 0,3 l, mělký papírový tácek o rozměru 16 × 23 cm, nůžky, hobliny, voda, lihový popisovač, návody
- 2. vyučovací hodina – zip sáčky o rozměru 12 × 20 cm, zavařovací sklenice se šroubovacím víčkem o objemu 350 ml nebo uzavíratelné plastové nádoby podobného objemu, hobliny, entomologická pinzeta, lihový popisovač, návody
- 3. vyučovací hodina – úlovky v zip sáčcích a zavařovacích sklenicích, plastová polévková miska o objemu 500 ml, entomologická pinzeta, pracovní list, kalkulačka, psací potřeby

Kdy provést praktické cvičení?

Praktické cvičení je vhodné realizovat na jaře, nejlépe v měsíci dubnu či květnu.

Jak vybrat správné stanoviště?

Při výběru vhodného stanoviště je důležité brát ohled především na bezpečnost žáků a naplnění cílů cvičení. Nejvhodnějšími stanovišti pro instalaci zemních pastí jsou místa bez volného přístupu, nejlépe školní pozemek, například školní zahrada. Pokud není takové místo k dispozici, lze pasti umístit do lesa či lesoparku. V běžných veřejných městských parcích by pasti nemusely být v bezpečí. Pro individuální sběr jsou vhodné lokality s bohatým stromovým opadem a samozřejmě kameny a kmeny. Z hlediska časové náročnosti je však výhodnější obě tyto metody odchyty provádět na totožném stanovišti.

Jak vypadají zemní pasti?

Každá zemní past se stává ze zavařovací sklenice o objemu 0,7 l a plastového kelímku na nápoje o objemu 0,3 l. Sklenice i plastové kelímky lze zakoupit v téměř každých

domácích potřebách. Jako ochrana před rostlinným opadem slouží stříška. Na její výrobu postačí mělký papírový tácek (12 × 20 cm), jehož rohy se nastříhnou a opatrně se zasunou do země nad zakopanou past. Jako náhrada za papírový tácek může posloužit kus stromové kůry, který se podepře středně velkými kameny.

Jak dlouho instalovat zemní pasti?

Ideální doba instalace zemních pastí je 2 až 3 dny. Při krátké době instalace by byl počet ulovených velmi nízký. Naopak při dlouhotrvající instalaci by mohlo docházet ke vzájemné konzumaci mezi ulovenými. Po výběru zemních pastí je důležité zavařovací sklenice vyjmout ze země a tím tak provést jejich odinstalaci. Díry v půdě vzniklé po zakopaných zavařovacích sklenicích je nutné zasypat a uvést tak stanoviště do původního stavu.

Jak na individuální sběr?

Při individuální metodě odchyty se žáci musí spolehnout pouze na své schopnosti. Je třeba postupovat velmi rychle. Jedinci skrytí pod kameny a kmeny jsou značně hbití a po vyrušení mají tendenci prchat. Někteří bezobratlí jsou velmi malí a mohou být také dobře maskovaní. Žákům je také nutné připomenout to, že těla bezobratlých jsou velmi křehká. I práce s entomologickou pinzetou, která je přednostně určena pro manipulaci s bezobratlými, může jejich těla poškodit.

Jak dlouho lovit?

Čas pro individuální sběr si stanoví sám vyučující. Doporučená doba v rámci harmonogramu cvičení je 15 až 20 minut.

Co lze ulovit?

Kameny a kmeny slouží nejčastěji jako úkryt pro stonožky, mnohonožky, suchozemské stejnonožce, brouky, pavouky a sekáče. Do zemních pastí se mohou chytit, mimo již zmíněné, také plži, jiný hmyz, obojživelníci či drobní savci.

Co s ulovenými bezobratlými?

Záleží na vyučujícím praktického cvičení, jak bude s ulovenými dále naloženo. Pokud bude manipulace s bezobratlými prováděna s opatrností, mohou všichni přežít a po ukončení cvičení být vráceni zpět do přírody.

Jak vyhodnotit efektivitu odchyty obou metod?

Pro vyhodnocení výsledků slouží připravený pracovní list s dílčími úkoly. V rámci cvičení 1 žáci určí počet odchycených bezobratlých, jak do zemních pastí, tak při individuálním sběru. Ve cvičení 2 pomocí mobilní aplikace Google Lens žáci rozdělí úlovky do jednotlivých skupin a vyčíslí početnosti zástupců každé skupiny. Na základě těchto výsledků porovnají efektivitu lovu zemních pastí a individuálního sběru.

Jak získané poznatky prezentovat?

Získané poznatky je možné prezentovat různými způsoby. Například ústní formou, která je zmíněna v úkolu 3. Žáci výsledky ústně představují před třídou. Dále je mohou porovnávat s ostatními skupinami. Mohou být také zpracovány pomocí posterů či nástěnek, které slouží k předání informací ostatním žákům.

Průběh praktického cvičení

Učitel v dostatečném předstihu seznámí žáky s průběhem a cílem aktivity. Doporučí jim vhodné oblečení a obuv pro pobyt v terénu. Seznámí je s pomůckami a dostatečně poučí o bezpečnosti.

Po příchodu na zvolené stanoviště jsou žáci rozděleni do skupin (dle možností třídy po trojicích či čtveřicích). V tomto složení žáci pracují po celou dobu aktivity. Žáci obdrží základní instrukce, pomůcky a jednoduchý návod potřebný k instalaci pastí.

Každá skupina nainstaluje tři zemní pasti tak, aby byly od sebe vzdáleny deset metrů. Potřebný počet kroků pro desetimetrovou vzdálenost žákům pomůže určit učitel pomocí vyznačení například dvou či pěti metrů. Zahradní lopatkou vyhloubí jámu, do které vsadí zavařovací sklenici. Ta se do jámy umístí tak, aby její hrdlo kopírovalo povrch půdy a nevyčnívalo nad něj. Žáci se snaží povrch kolem pasti co nejméně porušit a půdu kolem hrdla sklenice důkladně urovnat. Do jedné třetiny plastového kelímku žáci vsypou hobliny, navlhčí je vodou a kelímek vloží do zavařovací sklenice. Takto zhotovenou past přikryjí papírovou stříškou, stříšku si mohou označit například jménem své skupinky.

V následující hodině se třída vydá zpět na stanoviště, kde instalovala zemní pasti. Každá skupina nejprve provede výběr úlovků. Žáci odkryjí papírovou stříšku a ze zavařovací sklenice vyjmou plastový kelímek. Jeho obsah i s hoblinami vsypou do předem podepsaného zip sáčku a řádně ho uzavřou. Tento postup opakují u všech

pastí. Nakonec všechny zakopané pasti vyjmou z půdy a tím tak provedou jejich odinstalaci. V druhé polovině hodiny na tomtéž místě každá skupina vyhledá co nejvíce kamenů a kmenů, které leží na zemi. Ty postupně obrací a snaží se lovit ukrytá zvířata. Pomocí entomologické pinzety je přemístí do zavařovací sklenice s víčkem, přisypou hobliny, řádně ji uzavřou a podepíší lihovým popisovačem. Obrácené kameny a kmeny vrátí vždy na své původní místo. Zip sáčky i zavařovací sklenice s úlovky učitel umístí do chladu a v následující hodině je přinese žákům k dalšímu zpracování.

V poslední hodině si žáci shromáždí zip sáčky i zavařovací sklenice se svými úlovky a vyhodnotí efektivitu zemních pastí a individuálního sběru dle postupu v pracovním listě. Každá skupina žáků si připraví plastové polévkové misky o objemu 500 ml, kterou popíše písmeny ZP (zemní past) a IS (individuální sběr). Do misky označené písmeny ZP vysypou obsah zip sáčku s úlovky ze zemních pastí a pomocí entomologické pinzety mezi hoblinami hledají ulovená zvířata. Do misky s písmeny IS žáci vysypou úlovky odchycené při ručním individuálním sběru. V obou případech si žáci zaznamenávají počty ulovených jedinců do připravené tabulky v rámci cvičení 1. Ve cvičení 2 žáci pomocí mobilní aplikace rozdělí úlovky ze zemních pastí a individuálního sběru do jednotlivých skupin a zaznamenají jejich početnosti do tabulky. Nejprve si do chytrého telefonu prostřednictvím služby Google Play či App Store nainstalují aplikaci Google Lens. Z polévkové misky ZP s použitím entomologické pinzety uchopí chyceného jedince a přemístí ho nad bílý papír A4. Po otevření aplikace namíří fotoaparát telefonu na živočicha, kterého potřebují určit. Po pár sekundách se zobrazí výsledky s determinovaným živočichem. Žáci množství určených zástupců zaznamenávají do připravené tabulky. Stejný postup opakují i s úlovky získanými individuálním sběrem. Ve cvičení 3 vyhodnotí, která z metod byla efektivnější a vyberou nejpočetnější skupinu lapenou do zemních pastí a individuálním sběrem. Efektivitu se pokusí zdůvodnit. Ve zbytku hodiny každá skupina prezentuje své výsledky před třídou a probíhá skupinová diskuse nad zjištěnými poznatky.

Návod na instalaci zemních pastí

1. vyučovací hodina

Ve skupině dle postupu nainstalujte 3 zemní pasti tak, aby jejich rozestupy činily 10 m.

Pomůcky: svinovací metr, zahradní lopatka, zavařovací sklenice o objemu 0,7 l, plastový kelímek na nápoje o objemu 0,3 l, mělký papírový tácek o rozměru 16 × 23 cm, nůžky, hobliny, voda, lihový popisovač

Postup:

1. S nápomocí učitele rozmístěte zemní pasti
2. Zahradní lopatkou vyhlubte jámu do země
3. Do jámy umístěte zavařovací sklenici tak, aby její hrdlo nevyčnívalo nad povrch země
4. Důkladně urovnejte půdu kolem hrdla sklenice
5. Do jedné třetiny plastového kelímku na nápoje vsypejte hobliny a navlhčete je vodou
6. Kelímek s hoblinami vložte do zavařovací sklenice
7. Nastříhňte rohy papírového táčku a podepište ho lihovým popisovačem
8. Papírový tácek zasuňte do země nad instalovanou past

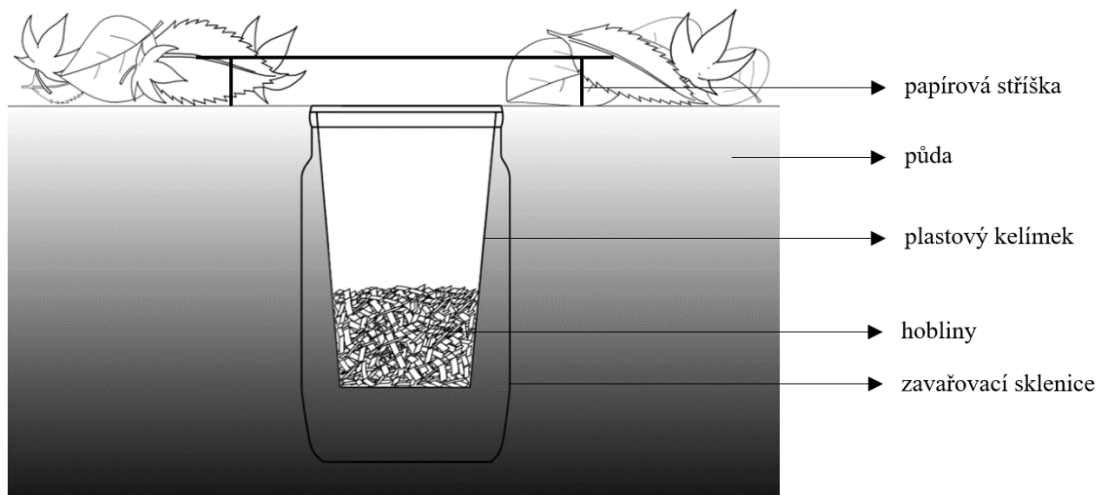


Schéma zemní pasti

Návod na výběr úlovků ze zemních pastí

2. vyučovací hodina

Dle postupu vybírejte úlovky z instalovaných zemních pastí.

Pomůcky: zip sáček o rozměru 12 × 20 cm, lihový popisovač

Postup:

1. Odkryjte papírovou stříšku ze zemní pasti
2. Ze zavařovací sklenice vyjměte plastový kelímek na nápoje
3. Obsah plastového kelímku vysypejte do podepsaného zip sáčku (i s hoblinami)
4. Sáček řádně uzavřete
5. Zemní pasti odinstaluje

Návod na individuální (ruční) sběr

2. vyučovací hodina

Dle postupu individuálně odchyťávejte ukrytá zvířata.

Pomůcky: zavařovací sklenice se šroubovacím víčkem o objemu 350 ml nebo uzavíratelné plastové nádoby podobného objemu, hobliny, entomologická pinzeta, lihový popisovač

Postup:

1. Vyhledejte kameny a kmeny
2. Kameny a kmeny obraťte a hledejte ukrytá zvířata
3. Pomocí entomologické pinzety je odchyťávejte a vložte do zavařovací sklenice s víčkem
4. Do zavařovací sklenice s úlovkou syptejte hobliny, uzavřete ji a podepište lihovým popisovačem
5. Kmeny a kameny vraťte zpět na své původní místo

Efektivita zemních pastí & individuálního sběru

Pracovní list

1. Dle postupu určete počet ulovených bezobratlých:

Pomůcky: úlovky v zip sáčcích a zavařovacích sklenicích s víčkem, plastová polévková miska o objemu 500 ml, entomologická pinzeta, kalkulačka, psací potřeby

Postup:

1. Plastové polévkové misky označte písmeny ZP (zemní pasti) a IS (individuální sběr)
2. Do misky s písmeny ZP vysypejte obsah zip sáčků s úlovky ze zemních pastí
3. Pomocí entomologické pinzety vyhledejte bezobratlé mezi hoblinami
4. Do misky s písmeny IS vysypejte úlovky odchycené při individuálním sběru
5. V obou případech počítejte ulovené bezobratlé
6. Do tabulky pomocí čárek zaznamenejte počty ulovených do zemních pastí a při individuálním sběru
7. Všechny čárky sečtěte a do posledního řádku tabulky запиšte celkový počet

Tabulka pro zaznamenávání počtu úlovků:

Zemní past (ZP)	Individuální sběr (IS)
Celkem:	Celkem:

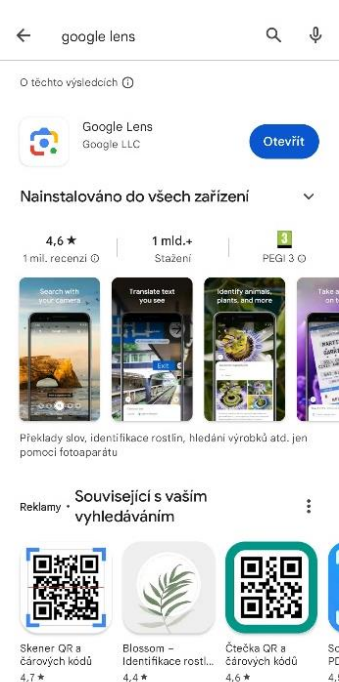
2. **Za pomoci mobilní aplikace Google Lens rozřídíte úlovky získané ze zemních pastí a při individuálním sběru do jednotlivých skupin. Jejich množství zaznamenejte do tabulky.**

Pomůcky: úlovky v polévkových miskách ZP a IS, entomologická pinzeta, chytrý telefon, aplikace Google Lens, bílý papír A4, psací potřeby

Postup:

1. V chytrém telefonu si prostřednictvím služby Obchod Play či App Store nainstalujte aplikaci Google Lens (Obrázek A)
2. Z polévkové mísy ZP pomocí entomologické pinzety uchopíte jedince a přemístíte jej nad bílý papír A4
3. Fotoaparátem telefonu naniřte na bezobratlého živočicha, kterého potřebujete určit (Obrázek B)
4. Vyčkejte na zpracování snímku (Obrázek C) a určeného jedince zaznamenejte do tabulky
5. Stejný postup opakujte u všech jedinců, nezapomeňte také na úlovky získané individuálním sběrem

Ukázka použití aplikace Google Lens:



Obrázek A



Obrázek B



Obrázek C

Tabulka pro zaznamenávání počtu zástupců jednotlivých skupin:

Skupina	Počet celkem	Počet	
		ZP	IS
STONOŽKY			
MNOHONOŽKY			
STEJNONOŽCI			
BROUCI			
PAVOUCI			
SEKÁČI			

- 3. Dle výsledků ze cvičení 1 a 2 vyhodnoťte, která z metod lovu je efektivnější, vyberte nejpočetnější skupinu odchycenou zemními pastmi a individuálním sběrem. Výsledky prezentujte před třídou a porovnejte je s ostatními.**

Poznámky:

.....

.....

.....

.....

.....