

Univerzita Palackého v Olomouci  
Přírodovědecká fakulta  
Katedra ekologie a životního prostředí



## **Jak odpudit stínky**

Filip Valášek

Bakalářská práce

předložená

na Katedře ekologie a životního prostředí

Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci

jako součást požadavků

k získání titulu Bc. v oboru

Ekologie a ochrana životního prostředí

Vedoucí práce: doc. RNDr. Mgr. Ivan H. Tuf. Ph.D.

Olomouc 2024



**Prohlášení:**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením Ivana H. Tufa a uvedl jsem všechny použité zdroje

V Olomouci dne

.....

Valášek, F. 2024: Jak odpudit stínky? Bakalářská práce, Katedra ekologie a životního prostředí, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, 23 s., česky

## Abstrakt

Někteří suchozemští stejnonožci žijí v lidských obydlích a v jejich okolí. Jejich přítomnost může některým lidem vadit. Proto jsem se v této práci zaměřil na možné použití dostupných chemických látek jako potenciální odpuzovač. Modelovým druhem byla při experimentech stínka obecná a jako odpuzující chemické látky byly testovány kyselina mravenčí, kyselina citronová a čisticí prostředek obsahující chlornan sodný. Stínky byly vypuštěny do experimentální arény, ve které byla polovina ošetřena testovanou látkou a druhá polovina byla jen navlhčena vodou. Bylo pozorováno, na které ze dvou stran setrvávají častěji a jak se jejich chování mění během 10 minut. Data byla statisticky vyhodnocena za pomoci t-testu, jednofaktorové ANOVY a Tukeyho testu. Z výsledků vychází že nejvíce repelentní účinek měla kyselina mravenčí a kyselina citronová. U čisticího prostředku byly zjištěn jen slabý efekt.

Klíčová slova: Isopoda, Oniscidea, Porcellio scaber, repelent, ochrana, synantrop, invaze

Valášek, F. 2024: How to repel woodlice? Bachelor's thesis, Department of Ecology and Environmental Sciences, Faculty of Science, Palacký University Olomouc, 23 s., czech

## Abstract

Some terrestrial isopods live in and around human dwellings. Their presence may bother some people. Therefore, in this work I focused on the possible use of available chemical substances as a potential repellent. The model species in the experiments was Common Rough Woodlice (*Porcellio scaber*), and formic acid, citric acid and a cleaning agent containing sodium hypochlorite were tested as chemical repellants. Woodlice were released into an experimental arena in which half were treated with the test substance and the other half were only moistened with water. It was observed which of the two sides they stayed on more often and how their behavior changed within 10 minutes. Data were statistically evaluated using the t-test, one-factor ANOVA, and Tukey's test. The results show that formic acid and citric acid had the most repellent effect. Only a weak effect was found for the cleaning agent.

Keywords: Isopoda, Oniscidea, *Porcellio scaber*, repellent, protection, synanthropist, invasion

## Obsah

1.	Úvod .....	1
1.1.	Domy .....	1
1.2.	Suchozemští stejnonožci .....	3
2.	Cíle práce.....	5
3.	Materiál a metody.....	6
3.1.	Použité chemikálie .....	7
3.2.	Experiment .....	8
3.3.	Zpracování dat.....	9
4.	Výsledky.....	10
4.1.	Zředěné Savo.....	10
4.2.	Nezředěné Savo.....	11
4.3.	Kyselina citronová .....	12
4.4.	Kyselina mravenčí.....	13
4.5.	Porovnání látek.....	14
5.	Diskuze .....	15
6.	Závěr.....	18
7.	Použitá literatura.....	19

## Seznam obrázků

Obrázek 1: Habitus stínky obecné ( <i>Porcellio scaber</i> ) .....	7
Obrázek 2: Průměrný počet stínek při jednotlivých pokusech – zředěné savo.....	10
Obrázek 3: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně – zředěné savo.....	10
Obrázek 4: Průměrný počet stínek při jednotlivých pokusech – nezředěné savo.....	11
Obrázek 5: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně – nezředěné savo.....	11
Obrázek 6: Průměrný počet stínek při jednotlivých pokusech – kyselina citronová.....	12
Obrázek 7: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně – kyselina citronová.....	12
Obrázek 8: Průměrný počet stínek při jednotlivých pokusech – kyselina mravenčí.....	13
Obrázek 9: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně – kyselina mravenčí.....	13
Obrázek 10: Grafické znázornění jednofaktorové ANOVY.....	14
Obrázek 11: Grafické znázornění Tukeyho testu.....	14

## Poděkování

Nejvíce chci poděkovat svému vedoucímu práce Ivanu H. Tufovi za jeho ochotu, rady a odbornou pomoc, když jsem je nejvíc potřeboval. Dále chci poděkovat mým přátelům a rodině za to že za mnou vždy stáli a podporovali mě.



# 1. Úvod

Žijeme v pořád více urbanizovaném světě, který mění životní prostředí kolem nás (Johnson & Munshi-South, 2017). I když takto velká změna ničí existující prostředí, tak zároveň vytváří nové. Urbanizované plochy sahají od těch „přírodních“ lidmi upravovaných a rozrušovaných (parky, zahrady) až po zcela nová stanoviště, jako například zelené střechy, skleníky, nebo dokonce stanoviště zcela bez zeminy, jako sklepy či podzemní potrubní systémy (Szlavecz et al., 2018).

## 1.1.Domy

Od dob kdy lidé žijí ve stálých obydlích, jsou tu organismy, které žijí s námi. Sdílíme náš životní prostor s různými zvanými i nezvanými hosty. Největší a nejpestřejší skupinou jsou bezobratlí. Hmyz, pavouci a jejich příbuzní žili a vyvíjeli se společně s lidmi celou naši historii (Leong et al., 2016). Uvnitř a okolo budov a domů je prostředí, které podporuje život jedinců nebo celých populací živočichů. V okolí to mohou být keře, travníky nebo povrch budov (Robinson, 2005). Například na povrchu budov či domů, a to na omítce, můžeme pozorovat kruhovitě pavučiny. Tyto pavučiny vytváří malý pavouk jménem cedivečka západní (*Dictyna civica* Lucas, 1850). Pochází původně ze Středomoří, kde své pavučiny tvoří na skalních stěnách, ale v Evropě i u nás se jedná o čistě synantropní druh, který své pavučiny tvoří pouze na budovách ve městě (Havlová & Hula, 2010).

Životní prostředí uvnitř domů je obecně stabilní, ale zdroje potravy mohou být omezené. V domech se proto objevuje poměrně nízký počet druhů živočichů, ale ty druhy, které jsou adaptovány na speciální zdroje, se často objevují ve velkém počtu. Zelenina, skladované jídlo, či organické tkaniny jsou nejčastějšími zdroji potravy pro býložravé živočichy v lidských obydlích (Robinson, 2005). Nové studie ukazují, že v domácnostech nežijí jen škůdci, ale i celá, překvapivě bohatá, řada skrytých podnájemníků. Většina druhů objevujících se v lidských obydlích nejsou jeho primárními obyvateli a nemají žádný špatný dopad na lidi. Většina druhů se zde totiž jen náhodně objevuje z okolního prostředí (Leong et al., 2017), pro mnoho z nich se stane z domu past. Jsou přitahováni potravou, umělým světlem nebo možností úkrytu. Chvilí mohou být velmi aktivní, ale časem musí najít cestu ven nebo zahynou (Leong et al., 2016). Avšak jsou i bezobratlí, kteří využívají lidské zdroje a prostředí ke svému prospěchu, ale nejsou přímo závislí na člověku samotném, takzvaní antropofilové. K typickým antropofilům

patří například moucha domácí (*Musca domestica* Linnaeus, 1758), rybenka domácí (*Lepisma saccharina* Linnaeus, 1758) nebo prachovka (*Dermatophagoides*). Pak jsou tu živočichové synantropní, kteří jsou závislí přímo na člověku, protože se živí lidskou krví či odpadky, či využívají lidské stavby, za něž nemají v okolí žádnou náhradu (Frost et al., 2009).

Některé bezobratlé můžeme najít nezávisle na typu místnosti v domácnosti, například mravence (Formicidae), mouchu domácí, či některé pavouky, třesavku velkou (*Pholcus phalangioides* (Fuesslin, 1775)) (Leong et al., 2016) nebo pokoutníka domácího (*Tegenaria domestica* (Clerck, 1757)) (Řezáč, 2008). Ve skříních a policích můžeme pozorovat štírka domácího (*Chelifer cancroides* (Linnaeus, 1758)). V koupelnách, a to hlavně ve večerních hodinách můžeme pozorovat rybenku domácí (Reichholf-Riehm et al., 1997). Na půdách můžeme zaznamenat mnoho bezobratlých, ale také obratlovce. Z bezobratlých se tu nachází mnoho různých pavouků či okřídleného hmyzu, a to hlavně z řádu blanokřídlých (Hymenoptera) jako je například vosa obecná (*Vespula vulgaris* (Linnaeus, 1758)) (Potter & Beavers, 2016). Z obratlovců to mohou být netopýři (Microchiroptera), pro které se z půd stávají náhražky jeskyně, kde mohou přezimovat (Voigt et al., 2016), nebo sova pálená (*Tyto alba* (Scopoli, 1769)) (Bejček et al., 1997).

## Sklepy

Obecně nejvyšší pestrost zvířecích podnájemníků v rámci obytných domů nalézáme ve sklepech (Leong et al., 2017). Zatímco na půdě můžeme nalézt okřídlený hmyz řádu blanokřídlí, tak ve sklepech jsou to spíše řády dvoukřídlí (Diptera) a motýli (Lepidoptera). Z motýlů to může být babočka paví oko (*Inachis io* (Linnaeus, 1758)), babočka kopřivová (*Aglais urticae* (Linnaeus, 1758)) či sklepnice obecná (*Scoliopteryx libatrix* (Linnaeus, 1758)) (Dvořák, 2017). Z dvoukřídlých to může být komár pisklavý (*Culex pipiens* (Linnaeus, 1758)) či komár *Culiseta glaphyroptera* (Schiner, 1864) (Dvořák, 2020).

Bezobratlí by se dali rozdělit do čtyř skupin podle toho, jak sklepní prostory využívají ke svému životu. První jsou druhy, které se tu ocitnou náhodně a nežijí zde, například naše původní třesavka sekáčovitá (*Pholcus opilionoides* (Schrank, 1781)) (Dvořák, 2002), avšak to neplatí pro dvě v Evropě nepůvodní třesavky, a to pro třesavku velkou a třesavku vysokohlavou (*Pholcus alticeps* Spassky, 1932), které jsou v našich podmínkách čistě synantropní a nacházejí se pouze v domech či kůlnách (Roušar, 2023). Druhý typ jsou druhy z okolní krajiny, které zde dokáží žít. Jsou to většinou běžné

synantropní druhy, lesní druhy, které žijí hojně v okolí sklepů. Dovnitř aktivně nebo pasivně pronikají a jsou schopni zde žít a rozmnožovat se, například pokoutník domácí či střevlíček černý (*Pterostichus niger* (Schaller, 1783)). Další skupinou jsou druhy přezimující ve sklepech. Jedná se o druhy, které nepotřebují sklepy k rozmnožování či k životu, ale pouze k přezimování. Patří sem většinou motýli, například píďalka jeskynní (*Triphosa dubitata* (Linnaeus, 1758)). Poslední skupinou jsou druhy, které ve sklepech přímo žijí a rozmnožují se, například meta temnostní (*Meta menardi* (Latreille, 1804)) nebo suchozemští stejnonožci (Dvořák, 2002), a to například stínka zední (*Oniscus asellus* Linnaeus, 1758) (Flasarová, 1995) či stínka obecná (*Porcellio scaber* Linnaeus, 1804) (Frič, 1872).

## 1.2. Suchozemští stejnonožci

Suchozemští stejnonožci (Oniscidea) jsou korýši patřící do třídy rakovci (Malacostraca) a řádu stejnonožci (Isopoda). Svůj název dostali podle relativně stejně utvářených hrudních končetin (Flasarová, 1997). Z vodního prostředí se úspěšně přesunuli na souš. Různé tělní modifikace jim dovolily přežít mimo vodu, například ploché a stabilní tělo a nohy přizpůsobené k chůzi spíše než k plavání (Richards, 1995).

### Stavba těla

Celé tělo je více méně shora dolů zploštěné, některé formy jsou silně klenuté, ale i u nich je vždy příčný průměr těla delší než průměr svislý (Frankenberger, 1959). Tělo je pokryto exoskeletem tvořeného ze tří vrstev. Nejnižší vrstvou je epidermis, vrstva živých buněk. Další vrstva je kutikula, která je rozdělena na dvě části na tlustou endokutikulu, tvořenou pevným, ale měkkým, ohebným chitinem, uhličitanem vápenatým a proteinem jménem arthropodin. Druhá část je velmi tenká vrstva takzvaná epikutikula (Sutton, 1980). Vzhled je velmi různorodý. Jsou formy hladké a lesklé, ale taky hrubé, tvořené jemným zrněním až hrbolky či žebrováním.

Celé tělo je tvořeno články. Články jsou uspořádány do tří souborů (Sutton, 1980). První soubor článků je hlavohruď, tvořena ze sedmi článků (Frankenberger, 1959). Na hlavě se nachází jednoduché oči, (ocelli), často ve skupince, sloužící pouze k vnímání světla. Nachází se zde dva páry tykadel, avšak první pár je zakrnělý a velmi těžko viditelný (Sutton, 1980). Na tykadlech či na jejich bázi se nachází chemoreceptory, kterými rozeznávají různé látky ve vzduchu od nebezpečných látek až po možnou potravu (Warburg, 1993), jíž je obvykle listový opad. U stínky obecné bylo zjištěno, že nereaguje

na vůni samotné potravy, ale spíše na vůni látek, které vypouštějí mikroorganismy či houby nacházející se na listí (Zimmer et al., 1996). Ústní ústrojí tvoří čtyři páry přívěsků (původně končetin) uzpůsobené k uchopování a rozměňování potravy (Flasarová, 1997).

Další souborem článků je hrud' tvořená ze sedmi článků. Dorsální štítky jsou silně zploštělé a navzájem se z části překrývají (Frankenberger, 1959). Poslední soubor je zadeček, tvořený šesti články a telsonem. Končetiny prvních pěti zadečkových článku jsou lískovité a tvoří je větev vnější (exopodit) a vnitřní (endopodit). U druhů, které jsou hůře přizpůsobeny k životu na souši fungují endopodity jako žábry. U druhů lépe adaptovaných se na exopoditech vyvinuly pseudotracheální orgány, schopné přijímat atmosférický kyslík, které jsou i pouhým okem viditelné jako bílé skvrny (Flasarová, 1997). Končetiny šestého zadečkového článku jsou uropody.

## Potrava a voda

Potravu tvoří odumřelé, tlející rostlinné části. Požírají je tehdy, pokud dojde k určitému stupni rozkladu, a jsou pokryty biofilmem z bakterií a hub, který společně s rostlinou stravou požírají (Frankenberger, 1959). Může docházet i ke kanibalismu. Požírají také své i cizí svlečky a výkaly (Warburg, 1993). Řadí se mezi dekompozitory, protože jejich výkaly obsahují až 90% nerozložené celulózy. Tím, že rostlinné zbytky rozmělní, pomáhají k jejich rozkladu a návratu živin do prostředí (Flasarová, 1997). Voda je pro život stejnonožců velmi důležitá. Získávají ji z potravy, pitím přes ústní ústrojí či absorpcí z vlhkého vzduchu přes kutikulu (Sutton, 1972).

## Prostředí

V přírodě se můžou vyskytovat v lese či na loukách, a to pod kusy kůry, dřeva či kameny (Richards, 1995). V listnatých lesích mění výskyt podle období, v létě je můžeme nalézt i na stromech, zatímco na podzim se přesouvají do půdy (Warburg, 1993). I když jsou suchozemští korýši závislí na vlhkosti, najdou se i výjimky, které žijí třeba na okraji Sahary, či v pouštích západní Asie. Druhým extrémem jsou stejnonožci žijící ve velké vlhkosti, kteří jsou vyloženě hygofilní a žijí na březích či v mokré zemi u potoků (Frankenberger, 1959).

## 2. Cíle práce

Cílem práce bylo za pomoci experimentů zjistit, která z dostupných chemických látek dokáže odpudit stínky.

### 3. Materiál a metody

Jako modelový druh byla vybrána stínka obecná. Dospělí jedinci jsou 10 až 11 mm dlouzí a až 6 mm širocí (Robinson, 2005). Tvar těla je podlouhle vejčitý, povrch dost klenutý, celý hustě a ostře zrnitý. Zbarvení je velmi variabilní. Jsou známi jedinci celí šedí i žlutí s tmavými skvrnami (Dvořák, 2016). U samců převládá zbarvení tmavošedé, u samic světlejší, hnědě skvrnitě nebo šedé (Frankenberger, 1959).

Původně měl tento druh atlantický charakter výskytu, v dnešní době se jedná o kosmopolitní druh (Flasarová, 1958) zavlečený do mnoha zemí, jako například Austrálie či Japonsko (Nefediev et al., 2018). Mimo svůj původní areál výskytu je to druh synantropní (Sammet et al., 2021), který je velmi dobře adaptován na život v lidských obydlích (Capinera, 2001), můžeme tuto stínku nalézt například na toaletách či ve sklepích (Fritsche, 1934), anebo v okolí domů například v kompostech, rozpadlých starých kamenných zídkách, pod kusy dřeva (Frankenberger, 1959), na hradních zříceninách, v parcích, zahradách a ve sklenících (Flasarová, 1997). Ke svému životu vyžadují určitou míru vlhkosti (Frankenberger, 1959), proto jedinci aktivně vyhledávají a sdružují se v místech s vyšší mírou vlhkosti, například pod listím, nebo naopak po silném dešti vylézají z úkrytů (Sutton, 1972). S vlhkostí se mění i chování, v suchých místech jsou aktivnější, ve vlhkých místech si najdou úkryt s optimální vlhkostí, v němž odpočívají (Warburg, 1993).

Potravou jsou mrtvé rostliny mrtvé, tlející s velkým počtem bakterií, plísní a houbové podhoubí (Frankenberger, 1959) či vlastní výtrusy. Z výtrusů získávají pro život potřebnou měď, kterou ukládají v hepatopankreatu (Sutton, 1972). Jejím nedostatek může způsobovat poruchy růstu. Rozkládat rostlinou stravu dokáží kvůli výskytu symbiotických bakterií v trávicím traktu (Warburg, 1993). Proto stejně jako žížaly bývají charakterizováni jako rozkladači (Capinera, 2001). V případě nedostatku potravy se mohou pustit i do živých rostlin, obvykle drobných klíčících semenáčků.

Nevylučují žádnou moč, pouze amoniak v plynné formě (Sutton, 1972). Jsou silně fotofobní či negativně fototaktičtí, vyhýbají se světlu a hledají tmavá místa, protože tato jsou obvykle i vlhká (Sutton, 1972).



Obrázek 1: Habitus stínky obecné (*Porcellio scaber*)

### 3.1. Použité chemikálie

Hlavní požadavek na testované chemikálie byla jejich bezpečnost (s ohledem na možný pohyb dětí a domácích zvířat v ošetřených prostorech) a dostupnost (nejen finanční) v běžných obchodech. Testována byla kyselina citronová a Savo na základě předchozího krátkého experimentu. Kyselina mravenčí byla vybrána na základě práce, ve které probíhal experiment na svinkách, které kyselina mravenčí silně odpuzuje, a to i v menším množství (Hudcová, 2016).

#### Kyselina citronová

Kyselina citronová je bílá nebo bezbarvá krystalická látka, bez zápachu a dobře rozpustná ve vodě (Cloyd et al., 2009). Ničí určité druhy bakterií a virů, plísně, patogenní houby. Využívá se v pesticidech. Byla koupěna v místním obchodě. Je velmi levná a velmi lehce dostupná a bezpečná při používání, takže není potřeba používat ochranné pomůcky. Pro

experiment byl celý sáček kyseliny (40 g) rozpuštěn v malém množství vody (200 ml). Její použitá koncentrace při pokusu byla okolo 17 %.

### Kyselina mravenčí

Kyselina mravenčí je průhledná, bezbarvá látka tekuté konzistence se silným zápachem. V přírodě ji produkují např. rostliny a mravenci, kteří jí používají ke své obraně (Liesivuori, 2014). Ničí bakterie, konzervuje. Byla koupena v rybářských potřebách s koncentrací 86 %. Kvůli své velké koncentraci při používání bylo potřeba používat ochranné pomůcky, protože při polížení může způsobit poleptání kůže (Liesivuori, 2014).

### Savo

Savo je žlutozelená kapalina se silným zápachem. Hlavní aktivní látkou je chlornan sodný v koncentraci 5 %. Zabíjí bakterie a některé viry, dezinfikuje vodu. Bylo koupeno v místním obchodě, je velmi lehce dostupné. Při jeho používání bylo však potřeba používat ochranné pomůcky, protože při polížení může způsobit poleptání kůže (Hahn & Weber, 2014). Bylo použito ve dvou koncentracích, jednou nezředěnou a podruhé zředěnou stejným dílem vody 1:1.

## 3.2. Experiment

Experiment probíhal od v zimě 2022/2023 a skládal se ze čtyř pokusů. Jednotlivé pokusy testovaly zředěnou Savo, následoval druhý pokus a byla testována kyselina citronová, poté probíhal třetí pokus s nezředěným Savem. A na závěr byla testována kyselina mravenčí. Každý pokus měl deset opakování po deseti minutách. Testováno bylo vždy pět stínek najednou.

Stínky preferují vlhká a stinná místa, proto při experimentu jsem musel oba tyto vlivy omezit, z těchto důvodů pokus probíhal na místě, kde byl pouze jeden zdroj světla, a to přímo nad místem pokusů. Dále byla vybrána průhledná kruhová aréna, která nevrhala stín a stínky se v experimentu pohybovaly po navlhčeném filtračním papíru. Výjimku tvořil pokus s kyselinou mravenčí, kdy papír nebyl celý navlhčen, ale byla použita pouze kapka doprostřed papíru.

Experiment jsem prováděl na dřevěné desce, na kterou jsem si připravil dva kusy filtračního papíru. Papíry jsem přiložil k sobě a jeden z nich (kontrolní) jsem natřel vodou a druhý testovanou chemikálií. Poté jsem na ně položil arénu, která neměla dno, každý



papír pokrýval polovinu arénou vymezené plochy. Doprostřed jsem vložil uzavřenou Petriho misku se stínkami. Použil jsem vždy pět nových stínek, aby se zamezilo naučení stínek na pokus. Po pěti minutách jsem Petriho misku otevřel a nechal jsem stínky volně se pohybovat. Po deseti minutách jsem stínky pochytil a vložil do připravené nádoby. Pohyb stínek v aréně jsem zaznamenával pomocí kamery.

### 3.3. Zpracování dat

Videozáznamy pohybu stínek v experimentální aréně jsem procházel a vždy po jedné minutě jsem video zastavil a do tabulek v excelu zapsal počet stínek přítomných v jednotlivých polovinách arény. Z tabulek jsem vytvořil pro každou látku dva grafy. Sloupcový graf, který znázorňuje průměrný počet stínek na vodou navlhčeném a testovanou chemikálií navlhčeném papíru. Druhý spojnicový graf znázorňuje časový průběh rozmístění stínek, vyneseny jsou průměrné počty stínek na navlhčených papírech v jednotlivých minutách pokusu.

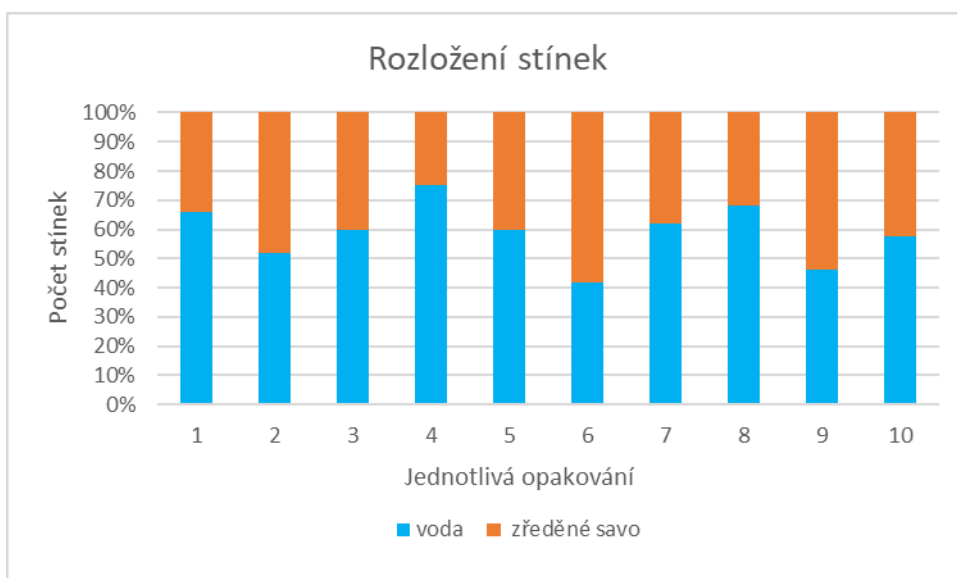
Statistickou významnost rozdílů v počtech stínek přítomných na jednotlivých polovinách arény v jednotlivých pokusech jsem testoval pomocí dvouvýběrového párového t-testu na střední hodnotu. Tyto testy byly počítány v excelu.

Abych zjistil, zda jsou mezi látkami signifikantní rozdíly v jejich odpuzování či přitahování stínek, v programu R jsem použil jednofaktorovou Anovu, jejíž výsledek jsem znázornil boxplotem. Dále jsem použil posthoc Tukeyho test, abych zjistil signifikantní rozdíly v účinku jednotlivých látek.

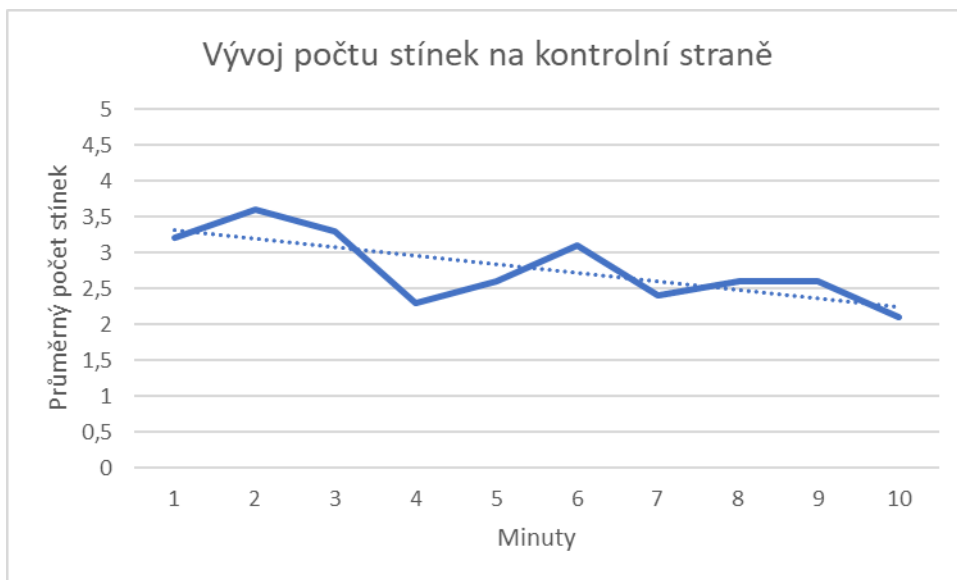
## 4. Výsledky

### 4.1. Zředěné Savo

Průměrný počet stínek nacházejících se na kontrolní navlhčené straně byl 2,78, na polovině se zředěným Savem jich bylo 1,97 a tento rozdíl byl statisticky významný ( $t = 3,28$ ,  $N = 100$ ,  $p < 0,001$ ) Ve třech případech jedna stínka nevylezla z Petriho misky (ve 4. a 10. opakování nevylezla vůbec, v 5. vylezla až v 6. minutě) (obr. 2). Do poloviny pokusu byly stínky velmi aktivní a pohybovaly se po obou stranách, ale poté se začali více zdržovat na straně s testovací látkou (obr. 3)



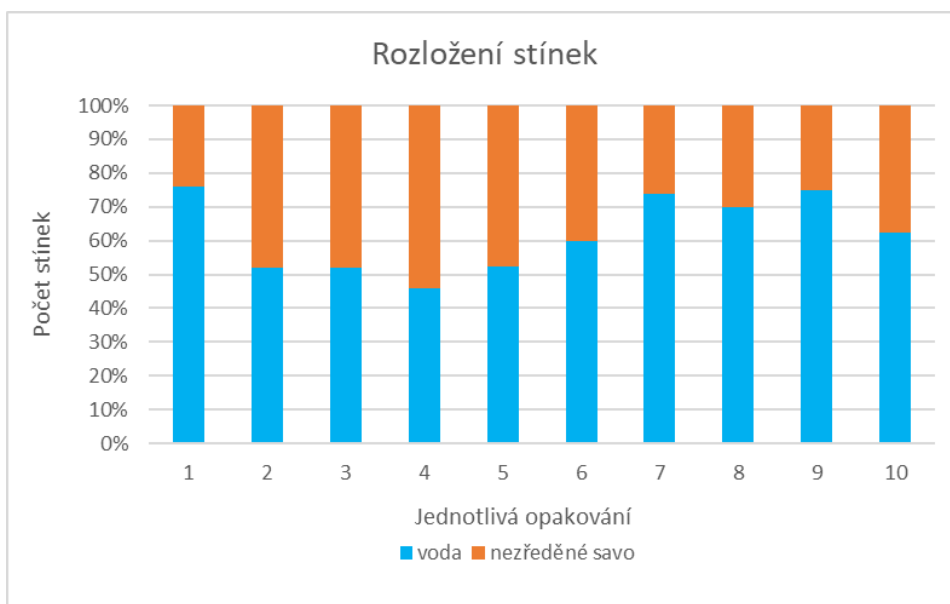
Obrázek 2: Průměrný počet stínek při jednotlivých opakováních pokusu se zředěným Savem



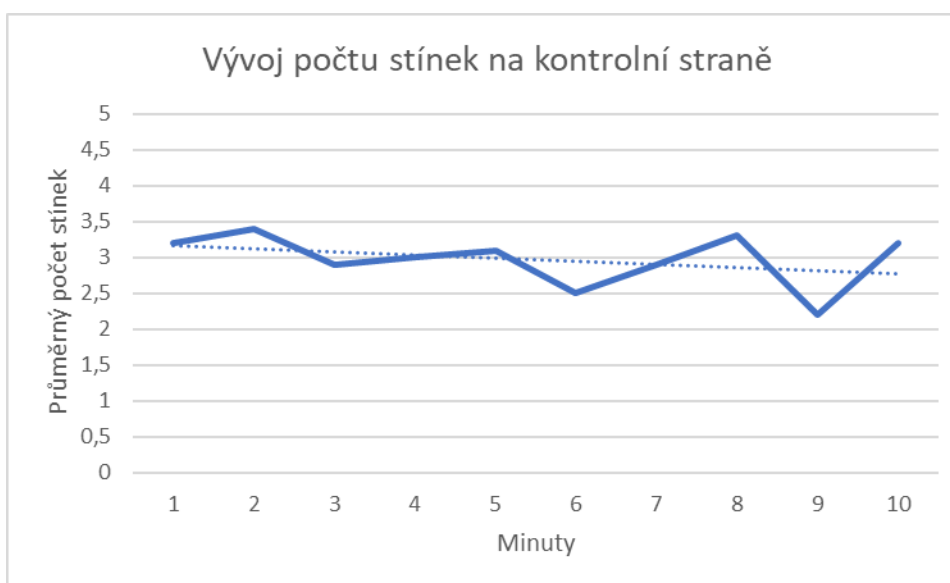
Obrázek 3: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně v pokusu se zředěným Savem

## 4.2. Nezřaděné Savo

Průměrný počet stínek nacházejících se na kontrolní vodou navlhčené straně byl 2,97, na straně navlhčené nezřaděným Savem jich bylo 1,81 a tento rozdíl byl statisticky významný ( $t = 5,23$ ,  $N = 100$ ,  $p < 0,001$ ). Ve třech případech jedna stínka nevylezla z Petriho misky (při 4. a 10. opakování, v 9. vylezla až ve 3. minutě) (obr. 4). Ze začátku stínky nebyly moc aktivní a držely se spíše na navlhčené kontrolní straně, ale v polovině pokusu se začaly více pohybovat a prozkoumávat druhou stranu s testovanou látkou (obr. 5).



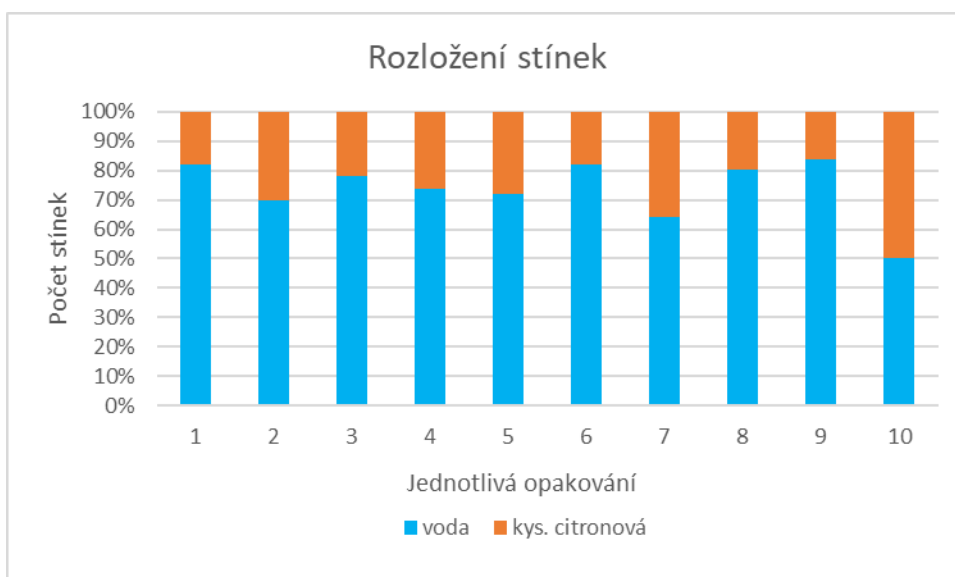
Obrázek 4: Průměrný počet stínek při jednotlivých opakováních pokusu se nezřaděným Savem



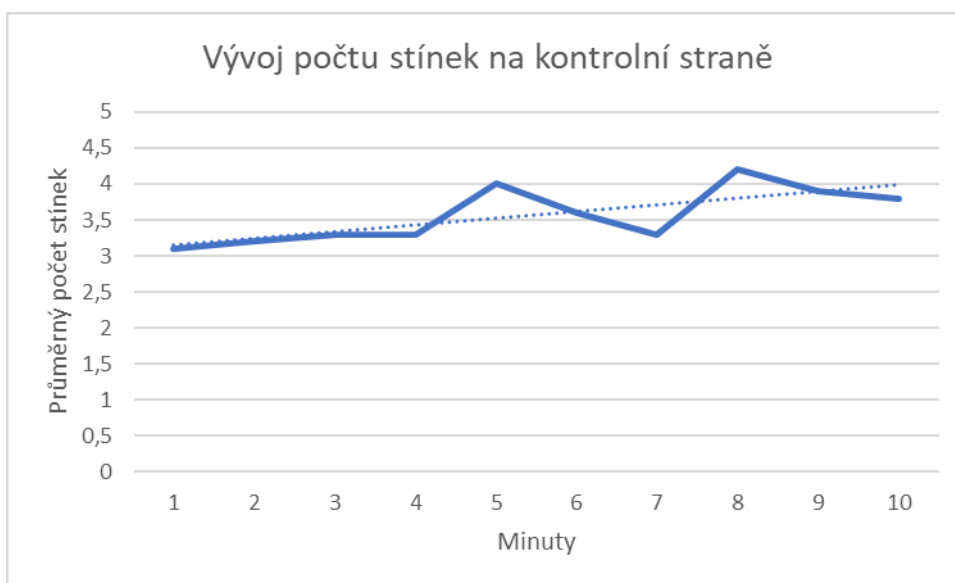
Obrázek 5: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně v pokusu se nezřaděným Savem

### 4.3. Kyselina citronová

Průměrný počet stínek nacházející se na vodou navlhčené straně byl 3,57, oproti 1,25 stínky na polovině navlhčené roztokem kyseliny citronové, tento rozdíl byl statisticky významný ( $t = 10,72$ ,  $N = 100$ ,  $p < 0,001$ ). Ve třech případech jedna stínka nevylezla z Petriho misky (při 10. opakování, u 4. a 8. vylezla až ve 4. minutě) (obr. 6). Stínky byly celý pokus velmi aktivní a pohybovaly se po obou stranách, avšak počase se jejich aktivita přesunula na vodou navlhčenou kontrolní stranu (obr. 7).



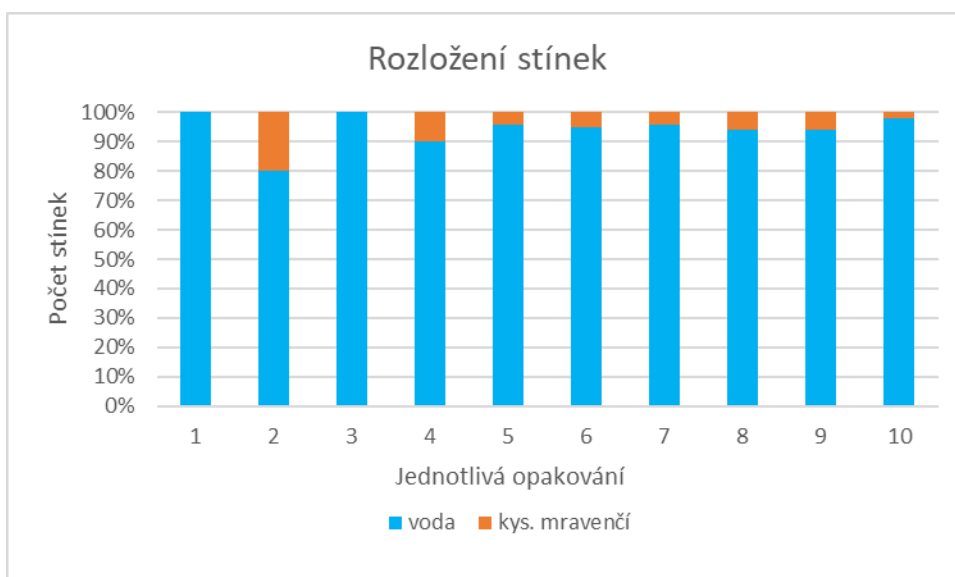
Obrázek 6: Průměrný počet stínek při jednotlivých opakováních pokusu s kyselinou citronovou



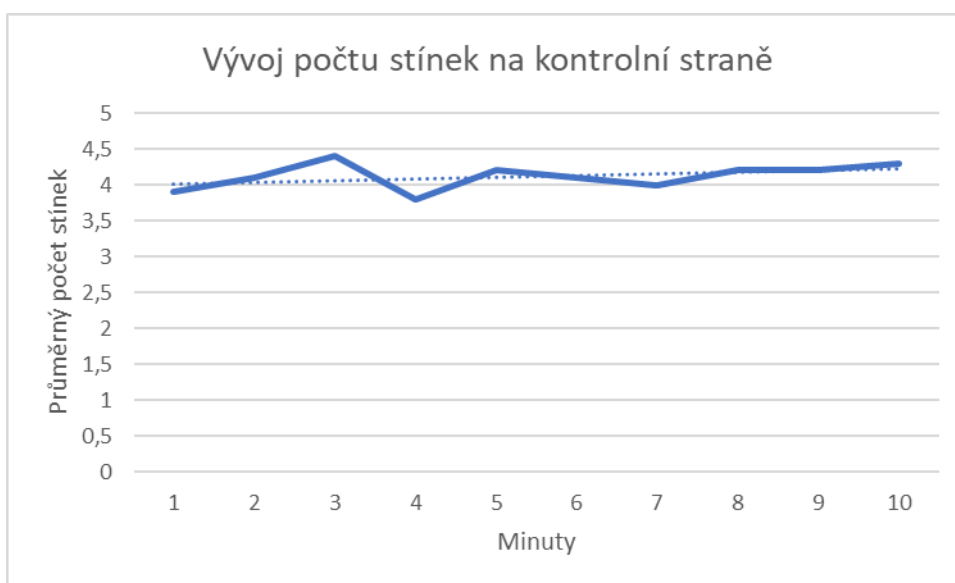
Obrázek 7: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně v pokusu s kyselinou citronovou

#### 4.4. Kyselina mravenčí

Průměrný počet stínek nacházející se na kontrolní vodou navlhčené straně byl 4,12, na straně s kapkou kyseliny mravenčí jich bylo jen 0,26, tento rozdíl byl statisticky významný ( $t = 24,10$ ,  $N = 100$ ,  $p < 0,001$ ). Ve třech případech jedna stínka nevylezla z Petriho misky (při 2. a 6. opakování, u 10. vylezla až ve 2. minutě) (obr. 8). V prvních čtyřech až pěti minutách stínky prohledávaly okolí, poté se jejich aktivita utlumila a stínky po zbytek pokusu zůstaly na navlhčené kontrolní straně (obr. 9).



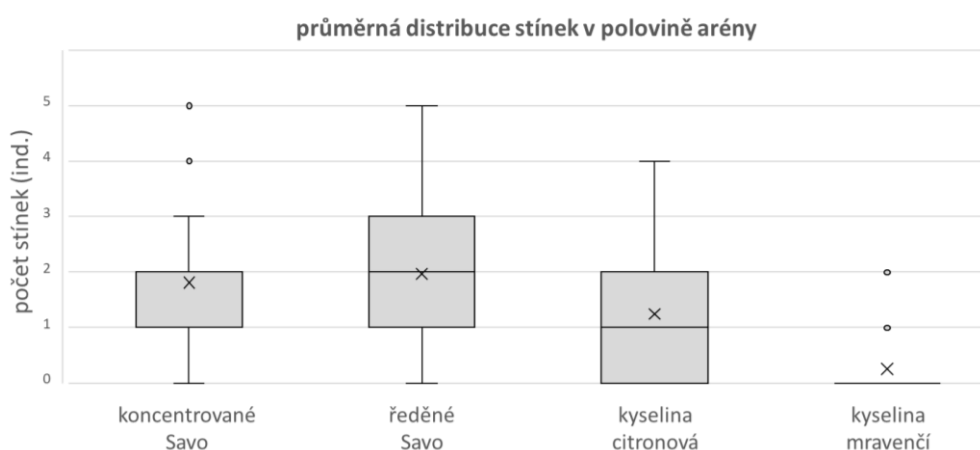
Obrázek 8: Průměrný počet stínek při jednotlivých opakováních pokusu s kyselinou mravenčí



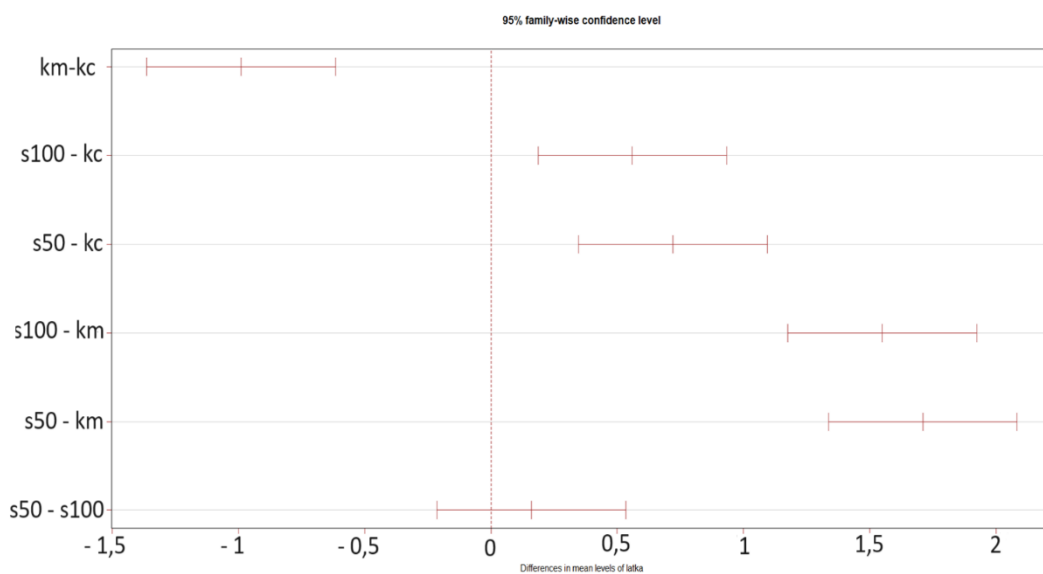
Obrázek 9: Vývoj počtu stínek na kontrolní straně v pokusu s kyselinou mravenčí

## 4.5. Porovnání látek

Z ANOVY vyplývá, že všechny vybrané látky dokázaly odpudit stínky (obr. 10), ale jejich účinnost se významně liší ( $F = 56,80$ ,  $p < 0,001$ ). Nejsilněji ovlivnila distribuci stínek kyselina mravenčí a kyselina citronová. Savo, jak nezředěné tak i zředěné, mělo slabou účinnost. Z Tukeyho testu vyplývá, že rozdíl mezi nezředěným a zředěným savem (s50 a s100) není významný ( $p = 0,68$ ), zatímco rozdíly mezi všemi ostatními jsou významné (obr. 11).



Obrázek 10: Grafické znázornění jednofaktorové ANOVY pro porovnání odpudivé síly testovaných látek



Obrázek 11: Grafické znázornění Tukeyho testu, kc – kyselina citronová, km – kyselina mravenčí, s100 – nezředěné savo, s50 – zředěné savo

## 5. Diskuze

V práci jsem se zaměřil na to, zda vybrané chemické látky (kyselina mravenčí, kyselina citronová, čisticí prostředek obsahující chlornan sodný) dokáží odpudit stínky. Experiment probíhal v malé „aréně“, tvořené průhlednou obručí ležící na dvou filtračních papírech vždy s pěti jedinci. Na záznamu jsem poté pozoroval, zda jsou stínky v průběhu deseti minut rozmístěné na části s filtračním papírem natřený testovanou látkou či na kontrolní části s filtračním papírem navlhčený vodou.

Stejnonožci stejně jako většina bezobratlých využívají ve svém životě pachové stopy zanechané potravou či predátory. U stejnonožců to umožňují chemoreceptory nacházející se na tykadlech. Na hlavě se nachází dva páry tykadel. Jeden pár je malý a nacházejí se na něm receptory pro zjišťování vjemů ze vzduchu, zatímco druhý větší a delší pár je osazen kontaktními receptory, kterými zjišťují okolní vjemy pomocí dotyků (Schmalzfuss, 1998). Bylo pozorováno, že stejnonožci vědí, kde je potrava, aniž by ji viděli (Zimmer et al., 1996), a také, že se pohybují směrem, kde jsou ostatní jedinci.

Stejnonožce loví mnoho různých predátorů od bezobratlých až po obratlovce. Někteří predátoři jsou na stejnonožce přímo specializovaní, jako například pavouci rodu šestiočka (*Dysdera*). Jedinci stejnonožců mají proti pavoukovi malé šance na přežití, protože jeho chelicery se přizpůsobily k chycení a ke vpravení velmi účinného jedu, který dokáže stejnonožce zabít do sedmi sekund (Sutton, 1972). Predátora nemusí ani přímo vidět, aby v nich vyvolal obranné chování. Stejnonožci o predátorovi vědí z vibrací, které vyvolává jeho pohyb a pachových stop, které zanechává (Carbines, 1992; Hudcová, 2016). Například pouštní stejnonožec *Hemilepistus reaumuri* (Milne-Edwards, 1840) se chová velmi obranně, když se dostane do blízkosti pachu štíra, který je v této oblasti hlavní specializovaný predátor pro lov stejnonožců (Zaguri et al., 2018).

Kyselina mravenčí měla nejlepší výsledky a stínkám přišla velmi odpudivá. To šlo pozorovat i na samotných záběrech, kdy stínky po přiblížení ke kapce kyseliny se otočili a utekli na druhou kontrolní část, zde se semknuli a už se po zbytek pokusu nepřemísťovali. Kyselina nepřijde odpudivá pouze stejnonožcům, ale i jiným bezobratlým, například klíšťatům z rodu *Amblyomma*, kde v koncentracích 50 % a 85 % měla kyselina na klíšťata velmi silné odpudivé účinky. Avšak kvůli tomu, že je čistá kyselina mravenčí ve velkých koncentracích nestálá, vydržela její účinnost v odpuzování pouhých 25 minut po aplikaci (Falótico et al., 2007). U některých druhů bezobratlých záleží na pohlaví jedince. Zatímco na samce drabčíka *Philonthus densus* Cameron, 1926,

měla kyselina mírně odpudivé účinky, tak na samičky žádný vliv neměla (Faly, 2024). Velmi významné využití nalezneme ve včelařství, kde se používá k zabíjení parazitického roztoče kleštíka včelího (*Varroa destructor* Anderson a Trueman, 2000), který způsobuje u včel onemocnění jménem varroáza. Pokud není včelstvo šetřeno, dokáže jej kleštík zničit celé. Kyselina mravenčí se v tomto případě používá v různých komerčních formách, například v podobě gelu, ze kterého se kyselina postupně vypařuje do prostoru úlu, kdy ve správném množství včelám neublíží, ale roztoče velmi účinně zahubí (Satta et al., 2005).

Stejnonožci na chlornan sodný reagovali slabě oproti ostatním testovaným látkám. V průběhu pokusu se velmi aktivně přemisťovali mezi oběma testovanými stranami. Tímto výsledkem jsem byl velmi překvapen, protože chlornan sodný má velmi silný štiplavý zápach. Chlornan sodný nebyl použit ve své čisté formě, ale byl součástí čistícího prostředku pod komerčním jménem Savo®. Podle etikety na balení ho obsahuje pouze okolo 5 % a dodatečnou účinnou látkou je zde 1% hydroxid sodný. I když dokázal stínky do určité míry odpudit, myslím, že koncentrace byla příliš nízká. Odpuzující účinky chlornanu byly testovány i na bzučivce obecné (*Calliphora vicina* Robineau-Desvoidy, 1830), kde výsledky byly ještě horší a nebyly prokázány žádné účinky oproti kontrole, je nutno ale podotknout, že koncentrace chlornanu zde byla pouze 2,7 % (Charabidze et al., 2009). Reakce bezobratlých na chemický stimul může být ovlivněn prostředím jeho předešlým setkáním s látkou, ale i je fyzickou fází života. Například pokud je dlouho ve fázi hladovění, více reaguje na pachy spojené s potravou, či v obdobím páření (Gadenne et al., 2016). Oproti savcům mají bezobratlí mnohem méně čichových buněk, zatímco savci mají několik milionů, tak bezobratlí pouze tisíce až desetitisíce. Zatímco savci mají širokou čichovou škálu, tak bezobratlí úzkou, ale velmi specializovanou, proto dokáží mezi tisíci podobných látek rozeznat jen ty specificky důležité pro jejich přežití, například rozeznat feromony svého druhu od dalších velmi podobných. Záleží i na koncentraci určené látky – v malé míře může být lákavá a zajímavá, avšak při vyšších koncentracích může vyvolat úplně jinou reakci (Sachse & Krieger, 2011).

I když je kyselina citronová pro lidi bezpečná a používá se zejména v potravinovém průmyslu jako účinný pesticid na mikroorganismy. Dezinfikuje se s její pomocí zelenina a ovoce či pracovní plochy. Avšak užívá se i v různých přírodních repelentech a insekticidech používaných přímo na rostliny. Rostlinu nijak neponičí, ale



její parazity zabije. Její účinnost byla prokázána na svilušky chmelové (*Tetranychus urticae* C.L. Koch, 1836) (Cloyd et al., 2009).

Velký potenciál do budoucna vidím v používání kyseliny mravenčí jako dostupného repelentu proti stejnonožcům. Velká účinnost kyseliny mravenčí byla potvrzena už u více druhů bezobratlých. Její nevýhoda zůstává v jisté nebezpečnosti a rychlému odparu při vyšších koncentracích. Tomu se dá předejít, když se zní vytvoří gel, či tablety, ze kterých se látka bude vypařovat postupně a prodlouží tak účinnost. Použití v tabletách či gelu je již běžnou praxí ve včelařství jako akaricid. Proto bych tyto již hotové produkty otestoval proti jiným bezobratlým. Je možné, že jejich účinnost bude nižší či žádná, protože byly vyrobeny pro použití v málem prostoru úlu, a ne větších prostorech například sklepu. Zajímavý potenciál vidím v použití feromonů predátorů jako repelent. Například izolovat feromony šestiočky a vyzkoušet jeho účinnost proti jeho kořisti stínkám.

## 6. Závěr

V této práci jsem se zaměřil na účinnost vybraných látek při odpuzování stínek.

Při experimentech jsem zjistil, že nejúčinnější látky, které stínky dobře a spolehlivě odpuzovaly, byly kyselina mravenčí a kyselina citronová. Naproti tomu účinnost čistícího prostředku byla průměrná. Mezi efektem zředěného a nezředěného čistícího prostředku nebyl významný rozdíl. Použití kyseliny mravenčí v domácnosti je diskutabilní, a to hlavně kvůli její velké nebezpečnosti při používání.

Při dalších experimentech bych se hlavně zaměřil na kyselinu mravenčí a citronovou a zjistil, jak dlouho vydrží látky odpuzovat stínky, například zda vydrží jen jeden den či týden, a jejich účinnost po zředění s vodou.

## 7. Použitá literatura

- BEJČEK, V, T BĚLKA, T DIVIŠ, J FORMÁNEK, K POPRACH, J ŠKOPEK, K ŠTASTNÝ a , 1997: Sova pálená. Pták roku.
- CAPINERA, J., 2001: *Handbook of Vegetable Pests*. United States of America: Academic Press. ISBN 0-12-158861-0.
- CARBINES, G. D., R. M. DENNIS a R. R. JACKSON, 1992: Increased Turn Alternation by Woodlice (*Porcellio scaber*) in Response to a Predatory Spider, *Dysdera crocata*. *International Journal of Comparative Psychology* [online]. 5(3) [cit. 2024-07-27]. ISSN 2168-3344. Dostupné z: doi:10.46867/C48301
- CLOYD, R. A., C. L. GALLE, S. R. KEITH, Nanette A. KALSCHUR a Kenneth E. KEMP, 2009: Effect of Commercially Available Plant-Derived Essential Oil Products on Arthropod Pests. *Journal of Economic Entomology* [online]. 2009-08-01, 102(4), 1567-1579 [cit. 2024-07-28]. ISSN 00220493. Dostupné z: doi:10.1603/029.102.0422
- DVOŘÁK, L. 2002: Někteří bezobratlí živočichové sklepů na území západních Čech a Šumavy (Some invertebrates in cellars from the west Bohemia and Bohemian Forest). *Erica*. 10. 97–106.
- DVOŘÁK, L., 2016: Život v podzemí V. – Znáte svinky? *Časopis Arnika* [online]. 40-42 [cit. 2024-07-11]. Dostupné z: [http://www.casopis-arnika.cz/pdf\\_clanky/arnika\\_2016\\_02\[40-42\].pdf](http://www.casopis-arnika.cz/pdf_clanky/arnika_2016_02[40-42].pdf)
- DVOŘÁK, L., 2017: Život v podzemí VI. – Valeč. *Arnika*. (1), 12-13.
- DVOŘÁK, L., 2020: Život v podzemí XII. – Komáři, kam se podíváš. *Arnika*. (1), 38-40.
- FALÓTICO, T., M. B. LABRUNA, M. P. VERDERANE, B. D. DERSENDE, P. IZAR a E. B. OTTONI, 2007: Repellent Efficacy of Formic Acid and the Abdominal Secretion of Carpenter Ants (Hymenoptera: Formicidae) Against *Amblyomma* Ticks (Acari: Ixodidae). *Journal of Medical Entomology* [online]. 2007-07-01,

44(4), 718-721 [cit. 2024-07-27]. ISSN 00222585. Dostupné z: doi:10.1603/0022-2585(2007)44[718:REOFAA]2.0.CO;2

FALY, L., V. BRYGADYRENKO a A. PAULAUSKAS, 2024: Repellent and Attractant Activities of Organic Compounds on Female and Male *Philonthus decorus* (Coleoptera, Staphylinidae). *Biology* [online]. 13(5) [cit. 2024-07-27]. ISSN 2079-7737. Dostupné z: doi:10.3390/biology13050294

FLASAROVÁ, M., 1958: K poznání moravskoslezských Oniscoideí. *Časopis Slezského Muzea Opava, (A)*, 7: 100-130.

FLASAROVÁ, M., 1995: Die Isopoden Nordwestböhmens (Crusta-acea: Isopoda: Asellota et Oniscidea). *Acta scientiarum naturalium Academiae Scientiarum Bohemicae, Brno*, 29: 1-156.

FRANKENBERGER, Z., 1959: *Fauna ČSR: Stejnonožci suchozemští-oniscoidea Svazek 14*. Československé Akademie Věd.

FRIČ, A., 1868: *Korýši země české*. Praha: Edvard Grégr.

FRITSCH, H., 1934: Über Wanderungen von *Porcellio scaber* (SARS). *Zoologischer Anzeiger* 107: 62-64.

FROST, C. L., H. R. BRAIG, J. AMENDT a M. A. PEROTTI, 2009: Indoor Arthropods of Forensic Importance: Insects Associated with Indoor Decomposition and Mites as Indoor Markers. *Current Concepts in Forensic Entomology* [online]. Dordrecht: Springer Netherlands, 2009-12-7, 93-108 [cit. 2024-07-19]. ISBN 978-1-4020-9683-9. Dostupné z: doi:10.1007/978-1-4020-9684-6\_6

GADENNE, Ch., R. B. BARROZO a S. ANTON, 2016: Plasticity in Insect Olfaction: To Smell or Not to Smell? *Annual Review of Entomology* [online]. 2016-03-11, 61(1), 317-333 [cit. 2024-07-28]. ISSN 0066-4170. Dostupné z: doi:10.1146/annurev-ento-010715-023523

HAHN, K. a J. WEBER, 2014: Bleach. In: WEXLER, Philip, ed. *Encyclopedia of Toxicology*. Third Edition. Academic Press, s. 519-521. ISBN 978-0-12-386455-0.

- HAVLOVÁ V. & V. HULA 2010: Cedivečka zářední – původce špinavých omítek. The Dictyna civica, a cribellate web building spider caused dirty facades. Živa 58: 172–173 (in Czech, English summary).
- HUDCOVÁ, P., 2016: *Vliv predátorů na chování suchozemských stejnonožců*. Olomouc. Diplomová práce. Univerzita Palackého.
- CHARABIDZE, D., B. BOUREL, V. HEDOUIN a D. GOSSET, 2009: Repellent effect of some household products on fly attraction to cadavers. Forensic Science International [online]. 189(1-3), 28-33 [cit. 2024-07-28]. ISSN 03790738. Dostupné z: doi:10.1016/j.forsciint.2009.04.009
- JOHNSON, T. J. M. a J. MUNSHI-SOUTH, 2017: Evolution of life in urban environments. Science [online]. 2017-11-03, 358(6363) [cit. 2024-07-21]. ISSN 0036-8075. Dostupné z: doi:10.1126/science.aam8327
- LEONG, M., K. M. BAYLESS, T. L.F. MALOW, R. R. DUNN a M. D. TRAUTWEIN, 2016: Arthropods of the great indoors: characterizing diversity inside urban and suburban homes. PeerJ [online]. 4 [cit. 2024-07-19]. ISSN 2167-8359. Dostupné z: doi:10.7717/peerj.1582
- LEONG, M., M. A. BERTONE, A. M. SAVAGE, K. M. BAYLESS, R. R. DUNN a M. D. TRAUTWEIN, 2017: The Habitats Humans Provide: Factors affecting the diversity and composition of arthropods in houses. Scientific Reports [online]. 7(1) [cit. 2024-07-19]. ISSN 2045-2322. Dostupné z: doi:10.1038/s41598-017-15584-2
- LIESIVUORI, J., 2014. Formic Acid. In: WEXLER, Philip, ed. *Encyclopedia of Toxicology*. Third Edition. Academic Press, s. 659-661. ISBN 978-0-12-386455-0.
- NEFEDIEV, P. S., K. B. GONGALSKY, Yu. M. LEBEDEV a D. A. EFIMOV, 2018: Addition to the fauna of synanthropic woodlice in the south of Western Siberia, Russia (Isopoda: Oniscidea). Arthropoda Selecta [online]. 27(1), 33036-0 [cit. 2024-07-25]. ISSN 0136-006X. Dostupné z: doi:10.15298/arthsel.27.1.04

- POTTER, M. a M. BEAVERS, 2016: Wasps, Hornets, Yellowjackets, and Spiders [online]. University of Kentucky Department of Entomology [cit. 2024-07-25]. Dostupné z: <https://www.uky.edu/Ag/Entomology/PSEP/pdfs/cat8wasps.pdf>
- REICHHOLF-RIEHM, H., F. KRAMPL a J. MAREK, 1997: Hmyz a pavoukovci. Praha: IKAR. ISBN 80-7202-196-6.
- RICHARDS, P., 1995: *Millipedes Centipedes And Woodlice Of The Sheffield Area*. 10. Sorby Natural History Society, Sheffield Sheffield City Museum. ISBN 0260-2032.
- ROBINSON, W., 2005: *Handbook of Urban Insects and Arachnids*. United States of America: Cambridge University Press. ISBN 978-0-521-81253-5.
- ROUŠAR, A., 2023: *Pholcus alticeps* ve volné přírodě. *Pavouk*. 2023(55). ISSN 1804-7254.
- ŘEZÁČ, M., 2008: Pokoutníci rodu *Tegenaria* – evropští pavouci roku 2008. *Živa*. 2008(3). ISSN 0044-4812.
- SACHSE, S. a J. KRIEGER, 2011. Olfaction in insects. *E-Neuroforum* [online]. 2011-9-1, 17(3), 49-60 [cit. 2024-07-28]. ISSN 1868-856X. Dostupné z: [doi:10.1007/s13295-011-0020-7](https://doi.org/10.1007/s13295-011-0020-7)
- SAMMET, K., G. ORGUSAAR, M. IVASK a O. KURINA, 2021: An overview of Estonian woodlice (Isopoda, Oniscidea). *ZooKeys* [online]. 2021-10-29, 1067, 1-17 [cit. 2024-07-25]. ISSN 1313-2970. Dostupné z: [doi:10.3897/zookeys.1067.68105](https://doi.org/10.3897/zookeys.1067.68105)
- SATTA, A., I. FLORIS, M. EGUARAS, P. CABRAS, V. L. GARAU a M. MELIS, 2005: Formic Acid-Based Treatments for Control of *Varroa destructor* in a Mediterranean Area. *Journal of Economic Entomology* [online]. 2005-04-01, 98(2), 267-273 [cit. 2024-07-27]. ISSN 00220493. Dostupné z: [doi:10.1603/0022-0493-98.2.267](https://doi.org/10.1603/0022-0493-98.2.267)
- SCHMALFUSS, H., 1998: EVOLUTIONARY STRATEGIES OF THE ANTENNAE IN TERRESTRIAL ISOPODS. *Journal of Crustacean Biology* [online]. 1998-01-01,

18(1), 10-24 [cit. 2024-07-27]. ISSN 0278-0372. Dostupné z: doi:10.1163/193724098X00025

SUTTON, S., 1980: *Woodlice*. Pergamon Press. ISBN 1-4832-8578-2.

SZLAVECZ, K., F. VILISICS, Z. TÓTH a E. HORNUNG, 2018: Terrestrial isopods in urban environments: an overview. *ZooKeys* [online]. 2018-12-03, 801, 97-126 [cit. 2024-07-21]. ISSN 1313-2970. Dostupné z: doi:10.3897/zookeys.801.29580

VOIGT, Ch. C., K. L. PHELPS, L. F. AGUIRRE, M. C. SCHOEMAN, J. VANITHARANI a A. ZUBAID, 2016: *Bats and Buildings: The Conservation of Synanthropic Bats. Bats in the Anthropocene: Conservation of Bats in a Changing World* [online]. Cham: Springer International Publishing, 2016-12-08, 427-462 [cit. 2024-07-25]. ISBN 978-3-319-25218-6. Dostupné z: doi:10.1007/978-3-319-25220-9\_14

WARBURG, M., 1993: *Evolutionary Biology of Land Isopods*. New York: Springer-Verlag Berlin Heidelberg. ISBN 978-3-662-21891-4.

ZAGURI, M., Y. ZOHAR a D. HAWLENA, 2018: Considerations Used by Desert Isopods to Assess Scorpion Predation Risk. *The American Naturalist* [online]. 192(5), 630-643 [cit. 2024-07-27]. ISSN 0003-0147. Dostupné z: doi:10.1086/699840

ZIDAR, P., Ž., FIŠER, 2022: *Avoidance behaviour toxicity tests should account for animal gregariousness: a case study on the terrestrial isopod Porcellio scaber*. In: De Smedt P, Taiti S, Sfenthourakis S, Campos-Filho IS (Eds) *Facets of terrestrial isopod biology*. *ZooKeys* 1101: 87-108. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1101.76711>

ZIMMER, M., G. KAUTZ a W. TOPP, 1996. Olfaction in terrestrial isopods (Crustacea: Oniscidea): responses of *Porcellio scaber* to the odour of litter. *European Journal of Soil Biology*. 32(3). ISSN 1164-5563.