

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra biologie a environmentálních studií

**Biologie, historie invaze a hubení plzáka španělského  
(*Arion vulgaris* Moquin-Tandon)**

(Biology and History of Invasion of the Spanish Slug, *Arion vulgaris* Moquin-Tandon)

Bakalářská práce

Autor: Jiřina Vítková

Vedoucí: Mgr. Dagmar Říhová

*Praha 2014*

## **Abstrakt**

Předložená práce se zaměřuje na seznámení s biologií, průběhem invaze a metodami hubení plzáka španělského (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855). Tento invazivní plž se v Evropě začal šířit v 50. letech minulého století a v současnosti představuje jednoho z nejzávažnějších polních škůdců. Metody jeho hubení jsou proto důležité nejen pro zemědělce, ale také pro zahrádkáře a drobné pěstitele.

Práce je rozdělená do několika kapitol. Úvodní seznamuje své čtenáře s biologií a bionomií plzáka španělského, druhá je věnována průběhu invaze a jejímu dopadu. Poslední dvě kapitoly pojednávají o boji s tímto plžem. Práce tak poskytuje praktické všeobecné seznámení s jedním z nejhorších invazních druhů živočichů posledních několika let.

**Klíčová slova:** *Arion vulgaris*, *Arion lusitanicus*, invaze, pasti na plzáky, moluskocidy

## **Abstract**

This bachelor thesis provides basic information about the biology of the Spanish Slug (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855), the course of its European invasion and it also deals with the methods of eradication of this gastropod. Spanish Slug is currently known as one of the most important agricultural pest. It started its invasion in Europe in 50<sup>th</sup> years of the last century. The methods of eradication are important not only for farmers, but also for gardeners.

The thesis is divided into several parts: the introduction informs its readers about biology and bionomy of the focal terrestrial snail; the second chapter is devoted to the course of invasion and its impacts on European agriculture and horticulture. Last two chapters deal with the control of this pest species. Hence my thesis provides the general and practical information about one of the worst invasive species living in Europe.

**Key words:** *Arion vulgaris*, *Arion lusitanicus*, invasion, slug traps, moluscocids

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Mgr. Dagmar Říhové s vyznačením všech použitých pramenů a spoluautorství.

Souhlasím se zveřejněním bakalářské práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách, ve znění pozdějších předpisů.

Byla jsem seznámena s tím, že se na moji práci vztahují práva a povinnosti vyplývající ze zákona č. 121/2000 Sb., autorský zákon, ve znění pozdějších předpisů.

Práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu. Souhlasím s uložení své bakalářské práce v databázi Theses.

V Praze dne \_\_\_\_\_

Podpis: \_\_\_\_\_

## **Poděkování**

Tímto chci poděkovat Mgr. Dagmar Říhové za odborné vedení mé bakalářské práce, za její čas, cenné rady a vstřícný přístup, které mi velmi pomohly při vypracování. Dále děkuji dr. E. Pianezzolové za zaslání článku, který mi rovněž pomohl při vypracování. A také chci poděkovat své rodině a příteli za vešskou pomoc a podporu.

## Obsah

1.1 Úvod.....	7
2.1 Systematické zařazení plzáka španělského .....	8
2.2 Čeleď plžákovití .....	8
3.1 Invazivní druh se představuje: plžák španělský .....	9
3.2 <i>Arion vulgaris</i> či <i>Arion lusitanicus</i> ? .....	10
3.3 Životní cyklus plzáka španělského .....	11
3.4 Páření plžáků španělských .....	13
3.5 Plžák španělský a plžák lesní.....	17
3.6 Plžák lesní ( <i>Arion rufus</i> (Linné, 1758)).....	17
3.7 Plžák španělský a plžák černý .....	19
4.1 Invaze .....	20
4.2 Migrace a výskyt .....	20
4.3 Potrava .....	21
4.4 Vliv teploty .....	24
4.5 Vliv sucha a osmolalita.....	25
4.6 Přirození nepřátelé plžáků .....	26
4.7 Invaze v Evropě .....	27
4.8 Průběh invaze v České republice .....	28
5.1 Boj s plžákem španělským .....	29
4.2 Moluskocidy .....	29
5.3 Vanish Slug Pellets .....	31
5.4 Mesurool Schneckenkorn .....	32
5.5 Ferramol.....	32
5.6 Hlístice <i>Phasmarhabditis hermaphrodita</i> .....	33
5.7 Nemaslug .....	34
5.8 Barikády z mědi s elektrickým proudem .....	34
5.9 Zábrany mechanické.....	35
5.12 „Babské rady“ .....	38
5.13 Ruční sběr .....	39

6.1 Jak zlikvidovat plzáka španělského? .....	40
6.2 Pokus s Vanish Slug Pellets.....	40
6.3 Pivní pasti .....	43
6.4 Pokus s kuchyňskou solí.....	45
6.5 Zhodnocení provedených experimentů .....	47
7.1 Závěr.....	48
8.1 Použité zdroje :.....	50

## **1.1 Úvod**

Úkolem této práce je vytvořit souhrn poznatků o plzáku španělském (*Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855). Jedná se o plže z rodu *Arion*, kterého řadíme mezi invazivní druhy. Tomuto plzáku se dle mého názoru věnuje méně pozornosti než by si zasloužil, protože je to významný škůdce vegetace. Můj zájem vyvolal jeho každoroční vysoký výskyt na vlastní zahradě a také jeho všeobecná nepřehlédnutelná všudypřítomnost. Chtěla jsem se o plzácích dozvědět více: co je předurčuje k úspěšné invazi a proč působí takové škody na úrodách zahrádkářů i zemědělců, kteří s nimi často bez úspěchu bojují a líčí na ně různé požerové nástrahy nebo vyrábí pasti. Všechny tyto otázky mě vedly k zamyšlení nad tímto plžem a jeho působením v ČR.

Ve své bakalářské práci se zaměřím hlavně na životní cyklus a rozmnožování plzáka španělského, průběh invaze a boj s ním. Zmíním také vlastní pokusy s jeho likvidací, které jsem provedla, abych zjistila, jak moc je to odolný živočich.

Dle mého názoru by se měla plzákovi a všem invazivním druhům věnovat větší pozornost v biologii vyučované ve školách, protože jde o druhy, které mají vysokou variabilitu a představují nebezpečí nejen pro zemědělství a ekonomiku, ale také pro biodiverzitu a zachování druhového bohatství.

## 2.1 Systematické zařazení plzáka španělského

Plzák španělský *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855, o kterém píše svou bakalářskou práci, patří do kmene měkkýšů (Mollusca), třídy plžů (Gastropoda) a řádu plicnatých (Pulmonata). Plicnatí plži dýchají pomocí prokrvené stěny plášťové dutiny, mají zástupci celých povrchem těla. Ulita je buď zachována, ale může být částečně nebo zcela redukována. Plže s částečně či zcela redukovanou ulitou nazýváme nahými. Redukce schránky nejsou typické jen pro plicnaté plže, dochází k nim i v jiných liniích (nejznámější jsou mořští nahožábří plži), avšak tyto linie si navzájem nejsou příbuzné (BioLib 2013).

V současnosti používané systematické řazení rodu plzák je následující:

**Kmen:** Mollusca (měkkýši)

**Třída:** Gastropoda (plži)

**Řád:** Pulmonata (plicnatí)

**Čeleď:** Arionidae (plzákovití)

**Rod:** *Arion* Férussac, 1819

## 2.2 Čeleď plzákovití

Zástupci plzákovitých mají ze všech nahých plžů schránku redukovanou nejvíce. Jejím pozůstatkem je pouze shluk drobných vápnitých zrníček pod štítem. Dýchací otvor u nich nalezneme v přední polovině štítu. Jsou bez kýlu a jejich hřbet je na rozdíl od slimákovitých (Limacidae) zaoblený. Svalovina chodila je jednodílná. Při páření zaujímají plzáci charakteristickou polohu, kdy lezou do kruhu pravým bokem k sobě. Páření trvá několik hodin (Horsák, Juříčková a Pícka 2013).

Rod *Arion* zahrnuje pozemní plzáky, kteří se vyskytují v paleoarktické zóně evropského kontinentu. Centrum druhové diverzity se nalézá na Pyrenejském poloostrově.

Rozlišování jednotlivých druhů rodu *Arion* může být velmi složité. Určování nejčastěji probíhá na základě pigmentace povrchu těla, ale protože zbarvení se může v průběhu života měnit a je také závislé na přijímané potravě, nemusí fungovat dokonale (Barker 2001). Proto je systematika rodu *Arion* založena především na morfologických znacích pohlavního ústrojí (Quinteiro et al. 2005).



Pro lepší orientaci je rod *Arion* rozdělován do pěti biogeografií jednotlivých druhů respektujících skupin. První skupinou je **lusitanská** neboli **atlantická skupina**, jejíž zástupci se vyskytují podél evropského pobřeží Atlantického oceánu na Pyrenejském poloostrově, ve Francii, Velké Británii a Irsku. Do této skupiny jsou řazeni *A. flagellus*, *A. owenii* a *A. hortensis*.

**Druhou skupinou** je skupina druhů vyskytující se prakticky po celém evropském kontinentu. Řazeni jsou sem *A. ater*, *A. rufus*, *A. distinctus*, *A. intermedius*, *A. vulgaris*, *A. subfuscus* a *A. fagophilus*.

Do **třetí skupiny** pak můžeme řadit druhy obývající pouze pyrenejský poloostrov a jeho přilehlé oblasti. Patří sem *A. anthraicus*, *A. iratii*, *A. lizarrustii* a *A. molinae*.

Endemická **iberská skupina** tvořená *A. baetica*, *A. fuliginus*, *A. hispanicus*, *A. nobrei*, *A. paularensis* a *A. urbiea wiktoria* představuje čtvrtou skupinu.

Do poslední, **páté skupiny**, pak řadíme druhy, které se nachází na periferii areálu. Je to *A. pascalianus* z Azorských ostrovů a *A. sibiricus* ze Sibíře (Quinteiro et al. 2005).

Z toho rozdělení můžeme vidět, že v Evropě se vyskytuje velké množství zástupců rodu *Arion*. Některé druhy působí velké škody na vegetaci a protože mají dobré přizpůsobovací schopnosti, stávají se z nich invazivní druhy. V současné době je největším problémem právě *Arion vulgaris*, který se během posledních dvaceti let dostal téměř do celé Evropy, kde působí značné škody.

V české republice se vyskytuje devět druhů rodu *Arion* (Horsák et al. 2013). Jsou to *A. rufus* (p. lesní), *A. fuscus* (p. hnědý), *A. circumscriptus* (p. žíhaný), *A. fasciatus* (p. žlutopruhý), *A. silvaticus* (p. hajní), *A. distinctus* (p. zahradní), *A. obesoductus* (p. alpský) a *A. intermedius* (p. nejmenší). *Arion vulgaris* je posledním, devátým druhem.

### **3.1 Invazivní druh se představuje: plzák španělský**

Plzák španělský (*A. vulgaris* (Moquin-Tandon, 1855)) patří mezi velké zástupce čeledi Arionidae. V dospělosti dorůstá délky okolo 12 cm. Zbarvení se pohybuje od různých odstínů hnědé až po oranžovohnědé barvy, vždy je však jakoby ušpiněné (Horsák et al. 2013). Zbarvení juvenilní jedinců je pestřejší, jsou zbarvení v odstínech od žluté po hnědou, s dvěma pruhy na hřbetě, které během prvního roku života postupně mizí (Juříčková 2006).

Tento druh není v ČR původní. Pochází z Pyrenejského poloostrova a západní Francie, odkud se před přibližně 50 léty začal šířit a nyní se vyskytuje v celé Evropě.

Ve svém původním areálu preferoval vlhká stanoviště, a dosud je pro něj typická vazba na atlantické klima. I přestože preferuje takovéto podmínky se dokázal rozšířit téměř po celé Evropě. Co mu umožňuje zvládat jiné klimatické podmínky, není známo (Juříčková 2006).



Obr. 1 Dospělý plzák španělský autor: Vagn Nielsen, převzato z NOBANIS (2006).

### **3.2 *Arion vulgaris* či *Arion lusitanicus*?**

Plzáka španělského v literatuře nacházíme pod dvěma odbornými jmény: *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 a *Arion lusitanicus* Mabille, 1868. Které z jmen je vhodnější?

Zdá se, že vhodnější je používat označení *Arion vulgaris*. *A. lusitanicus* se v současné době vyskytuje na malém území v západním Portugalsku, odkud byl také popsán. Vnější morfologií je velmi podobný plzáku *A. vulgaris*, na rozdíl od něj se ale nešíří a zůstává druhem atlantického pobřeží Pyrenejského poloostrova. V počátcích invaze došlo k záměně invazního plzáka zprvu neznámého původu za tento druh. Teprve okolo roku 1997 byl omyl, který mezitím prostoupil odborné publikace, zjištěn a bylo navrženo používat jméno *A. vulgaris* (Welter-Schultes 2012).

Proto se jak v odborné, tak laické literatuře můžeme setkat s použitím obou jmen. Ačkoliv se jméno *A. vulgaris* pomalu prosazuje, mnoho malakozoologů jej stále nepoužívá (např. Păpureanu, Reise a Varga 2014).

### **3.3 Životní cyklus plzáka španělského**

Životní cyklus tohoto plzáka trvá jeden rok, výjimečně jsou nalézáni jedinci se stářím odhadovaným až na tři léta. Většina studií dokazuje, že plzáci hynou brzo po snůšce. Vajíčka plzáci kladou nejčastěji v pozdním létě či časném podzimu. Líhnutí nových jedinců probíhá v listopadu nebo prosinci, případně na jaře následujícího roku (Kozłowski 2007). Plzáci jsou hermafroditi, takže jsou schopni samooplození, ale dávají přednost páření a oplození spermii jiných jedinců (Slotsbová 2012).

Životní cyklus plzáků dělíme na tři fáze: **infantilní, juvenilní a dospělou**. První fáze – infantilní – počíná vylíhnutím z vajíčka a trvá do dosažení pohlavní dospělosti. Poté nastává druhá, juvenilní fáze, ve které se jedinci mezi sebou páří (Kozłowski 2007). Páření, které má velmi zajímavý průběh, je detailně popsáno v kapitole 2.4 Páření plzáka španělského.

Ke snášení vajec dochází od srpna do září v dospělé životní fázi. Jedinci kladoucí vajíčka jsou staří 7–9 měsíců. V jedné snůšce je od 200 do 400 vajíček, které obaluje a drží pohromadě sliz. Plzák může snůšku naklást na povrch půdy, častější variantou je její ukrytí. Snůšky můžeme nalézt na různých místech jako jsou zahrady, pole, skleníky, louky, sady, okrasné zahrady, houštiny, parky, hřbitovy, příkopy, často také poblíž řek či potoků, ale i v kanalizaci a komunálním odpadu. Nejčastěji bývají ukryty pod zeleninou, větvemi, v pařezech, pod kameny a v zemních štěrbinách. Vajíčka mají kulatý nebo oválný tvar a jejich průměrná velikost je 4 mm (Kozłowski 2007).

Líhnutí vajíček probíhá ve dvou periodách: před zimou nejčastěji do poloviny prosince; anebo až na jaře následujícího roku. To je odvozeno dle načasování kladení vajíček. Snůšky nakladené na konci srpna a počátku září se líhnou do poloviny prosince, vajíčka nakladená v pozdějším období přezimují (Kozłowski 2007). Na jaře dochází k líhnutí nejčastěji v březnu, při teplotách dlouhodobě vyšších než 6 °C k němu může docházet již v lednu nebo únoru. Poslední plzáci se líhnou v dubnu (Kozłowski 2007).

Plzáci španělští tedy přezimují do následujícího roku ve vejci nebo v infantilní fázi. Dospělí plzáci přezimují jen ve výjimečných případech. Ukrývají se přitom do úkrytů pod zemí ve chvíli, kdy teplota klesá pod 2 °C. Obvykle zůstávají v horních patrech půdy. Přezimování trvá od prosince do února, a když teplota stoupne nad 5 °C, začínají plzáci opouštět své zimní úkryty a shánět potravu. Zpočátku se zdržují v blízkosti zimních úkrytů a pasou se na rostlinách a rostlinných zbytcích. V dalších měsících velikost populace rychle narůstá a juvenilní plzáci intenzivně migrují za potravou (Kozłowski 2007).

Plzáci, kteří se vylíhli na podzim loňského roku, opouští své úkryty v únoru. V tu dobu mají průměrnou délku 1–1,5 cm. Jedinci, líhnoucí se na jaře následujícího roku, se začínají objevovat až v březnu nebo dubnu a jejich průměrná délka činí 0,7–1,5 cm. Počet plzáků se neustále zvyšuje, až dojde k první populační kulminaci juvenilních jedinců, obvykle v první polovině měsíce května (Kozłowski, Sionek 2000). V polovině června mají malí plzáci průměrnou délku 3 cm, druhé polovině července dominují jedinci delší než 5 cm. V červenci a srpnu pak nastává druhý hustotní vrchol populace plzáků, nyní se však jedná o dospělé jedince. Vysoký počet dospělých jedinců zůstává až do poloviny září (Kozłowski, Sionek 2000).



Obr. 2 Juvenilní jedinci plzáka španělského. Foto Inger Weidema, převzato z NOBANIS (2006).

### 3.4 Páření plzáků španělských

Rozpoznávání pohlavního partnera a následné páření jsou složité procesy, které probíhají u každého organismu specificky. Znalost páření je mimoto důležitá pro systematické zařazení (Kozłowski, Sionek 2001). U každého plzáka rodu *Arion* probíhá páření jiným způsobem.

Páření plzáka španělského má čtyři fáze. První fází představuje **rozpoznávání**, následuje **námluvní tanec**, třetí fází je samotné **páření** a **přenos spermatoforů**, poslední a čtvrtou fází je **rozchod** partnerů.

Ke kopulaci dochází na různých místech, jako jsou pole, louky, keře nebo říční břehy. Nezbytnost je, aby povrch, na kterém dochází ke kopulaci, byl vlhký a stinný. Oblíbená pářící místa jsou často situována pod vegetací na vlhké půdě chráněné před vyschnutím i případnými predátory (Kozłowski, Sionek 2001) Plzáci se nejčastěji páří na večer, v noci či časně k ránu. V deštivých dnech se mohou pářit i během dne (Kozłowski 2007). Období páření trvá přibližně 6–10 týdnů, obvykle od července do září. Páření závisí na teplotě vzduchu a když okolní teplota klesne pod 10 °C, pářící aktivita se značně utlumí. Při teplotách nižších než 5 °C zcela ustává. Optimální teploty pro rozmnožování plzáka španělského se pohybují v intervalu 10–15 °C. Z toho vyplývá, že v chladnějších geografických oblastech se období páření zkracuje a trvá nejvýše 1–2 měsíce.

Páří se plzáci ve věku 5–8 měsíců. Často jsou nalézány páry, ve kterých je jeden z plzáků (nápadně) menší (Kozłowski, Sionek 2001). Délka pářících se plžů dosahuje od 3 do 8,5 cm (Kozłowski 2007).

Páření začíná setkáním dvou plzáků – **fází rozpoznávání**. Plzáci se mohou najít pomocí slizových stop, které zanechávají při pohybu. Poté, co se plzáci setkají, se k sobě přiblíží a vzájemně si radulami oškrabují sliz a koušou se. Tato počáteční fáze trvá 10–24 minut. V jejím průběhu může dojít ke zduření a rozšíření atria, které je patrné jako eliptický otok o průměru přibližně 0,5 cm. Dochází také k sekreci slizu, ta však může nastat až v následující fázi, při námluvním tanci (Kozłowski, Sionek 2001).

Druhou fází jsou tzv. **námluvní tanec**, který začíná poté, co se jedinci vzájemně rozpoznali. První plzák se plazí do kruhu a sleduje přitom svého partnera, který se pohybuje

po téže kruhové dráze. Plazení je v této fázi poměrně rychlé a oba partneři produkují v zadní části těla množství slizu, který ze sebe navzájem olizují. Po několika minutách se jejich pohyby zpomalí a kruh, který opisovali, se zmenšuje. Plzáci se navzájem okusují radulami a dotýkají se očními i hmatovými stopkami. Dýchací otvory se čas od času otevírají.

Při této fázi může dojít k odmítnutí nedostatečně pohlavně vyspělého partnera nebo je chování jednoho z partnerů pro druhého nepřijatelné a kopulace je ukončena. To je typické nejen pro plzáky, ale také pro některé další druhy plžů. Nenastane-li tento případ, pokračuje námluvní tanec dál. Plzáci se pohybují po kruhu stále pomaleji, postupně se k sobě přibližují a přesouvají svá těla tak, aby byly jejich gonády situovány naproti sobě. Následně kroužení ustává a plzáci udržují získanou pozici. Námluvní tanec trvá v průměru 17 minut (Kozłowski Sionek 2001).

Třetí fáze nastává při vychlípění pářících orgánů, jimiž se partneři navzájem propojí, aby mohlo dojít k výměně spermií. Kopulační orgány jsou vysunovány skrz atrium a plzáci se v této fázi téměř nehýbají. Viditelné jsou pouze pomalé pulzující pohyby atria. V epifalu se vytváří spermatofor, který je vsunut do pochvy partnera. Oční i hmatové stopky jsou v tuto chvíli napůl zatažené a dýchací otvory zůstávají otevřené – dochází ke klíčové části páření, výměně spermatu (Kozłowski, Sionek 2001). Nehybnost trvá v průměru necelé čtyři hodiny.

Po skončení této fáze se plzáci začínají znovu pohybovat. Nejprve vystrčí oba páry stopek, následně se snaží zatáhnout své pohlavní orgány. Stále propojeni přes spermatofoxy, krouží okolo sebe. Spojení je poměrně silné, protože spermatofoxy jsou navzájem zachyceny zoubky (viz obr. 4). Plzáci se začínají pohybovat stále rychleji a tento pohyb nakonec vede k oddělení pohlavních orgánů. V tuto chvíli mají plzáci zcela vysunutá tykadla a jejich dýchací otvory jsou široce otevřené (Kozłowski, Sionek 2001).

Poslední fází je doba po ukončení páření a oddělení dvou jedinců. Oba jedinci už mají kompletně retrahovaná atria i kopulační orgány. Stále sekretují velké množství slizu. Sliz, který po nich zůstává na zemském povrchu, navzájem olizují. Začínají se plazit ven z pářícího kruhu, až ho jeden z plzáků opustí úplně a odplazí se pryč. Někteří plzáci zůstávají na místě páření a olizují sliz, který po sobě zanechali. Tato poslední fáze trvá průměrně okolo 11 minut (Kozłowski, Sionek 2001).

Celý proces páření od hledání partnera až po opuštění místa kopulace trvá v průměru čtyři až pět a půl hodiny. Počáteční fáze páření – rozpoznávání partnerů – je obdobná jako u dalších druhů plžů. Jejím cílem je ujištění se o vhodnosti pohlavního partnera a také kontrola jeho přijatelnosti pro rozmnožování. Námluvní tance, představující druhou fázi páření, jsou známy od dalších nahých plžů, slimáků (čeleď Limacidae). Obě poslední fáze pak probíhají víceméně stejně u všech zástupců rodu *Arion* (Kozłowski, Sionek 2001).



Obr. 3 Páření plžáků (Sionek 2001)

Tak jako množství dalších bezobratlých, i plzáci předávají pohlavnímu partnerovi sperma uzavřené ve spermatoforu. Spermatofor vzniká přímo v průběhu páření v jeho pozdějších fázích. V rozpoznávací fázi páření a v průběhu námluvního tance ještě přítomen není. Po vysunutí epifalu ze zduřelého atria dochází k velmi pevnému propojení pářících se jedinců a v tuto chvíli se začíná formovat spermatofor. Spojení i tvorba spermatoforů trvá přibližně půl hodiny.

Spermatofor není hladký, na svém horním okraji nese množství zoubků, určených k uchycení spermatoforů navzájem. Spermatofor zabírá jen malou část epifalu. Stěny epifalu jsou uvnitř rýhované a tyto rýhy jsou charakteristické pro jednotlivé druhy rodu *Arion*. Výsledný tvar spermatoforu zcela závisí na struktuře epifalu.

Do vytvořeného průsvitného spermatoforu jsou následně vloženy spermie. Ze spermatoforu se uvolňují do spermatéky partnera a k přenosu dochází díky podtlaku a svalové kontrakci. Zoubky na spermatoforu zajišťují pevné ukotvení pohlavních orgánů a vysokou efektivitu přenosu (Sionek, Kozłowski 2001). Po oddělení partnerů zasahuje spermatofor dvěma třetinami své délky do spermatéky a jednou třetinou do atria při vstupu do proximální části vejcovodu. Spermatofory jsou v tomto stavu průsvitné, přesto však dobře patrné.

Po 45 minutách po oddělení partnerů se spermatofor nachází ve vejcovodu a pohybuje se k jeho distální části, u některých jedinců zůstává ve spermatéce. Několik následujících hodin je spermatofor stále uložen buď ve vejcovodu či ve spermatéce a tyto orgány jsou jeho vlivem zduřelé (Sionek, Kozłowski 2001). Teprve po přibližně 13 hodinách od ukončení kopulace spermatofor praská a uvolňuje spermie do spermatéky. Uvolnění samo je velmi rychlé. Během dalších 35 hodin je spermatofor kompletně rozpuštěn.

Plně zformovaný spermatofor je dlouhý 15,5–17,5 mm a v nejširší části jeho obvod činí 1,4 mm. Má obloukový tvar s nitkovitě protaženými konci. Spermie vyplňují jen část jeho vnitřního prostoru, dlouhou nejvýše 10 mm. Na horní hraně spermatoforu se táhne linie drobných zoubků, ke koncům se zmenšujících (Sionek, Kozłowski 2001).



Obr. 4 Spermatofor plzáka španělského naplněný spermatickým tělesem. Převzato z práce Sionka (2001).



### **3.5 Plzák španělský a plzák lesní**

Na území ČR se vyskytuje původní druh plzáka, který je nesmírně podobný plzákovi španělskému. Jmenuje se plzák lesní (*Arion rufus*) a společně s plzákem *A. ater* (v ČR se nevyskytuje) spolu tyto tři druhy tvoří druhový komplex. Odlišit je na základě vnější morfologie je obtížné, nezpochybnitelné určení je založeno na morfologii rozmnožovacího ústrojí a neobejde se bez pitvy určovaných jedinců.

### **3.6 Plzák lesní (*Arion rufus* (Linné, 1758))**

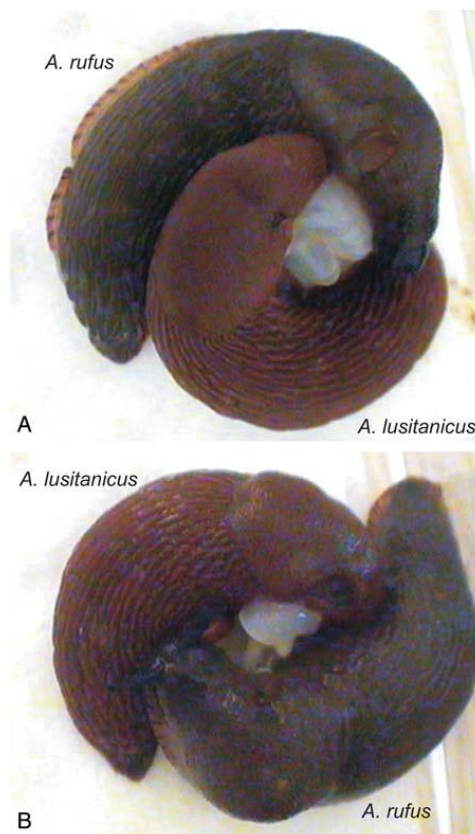
Náš největší původní druh, plzák lesní, dorůstá až 15 cm. Barevně je variabilní, můžeme nalézt populace zcela černé, oranžovo-červené, hnědé a výjimečně i žluté. Lem chodila je zpravidla oranžový s černými svislými proužky, ale u některých černých jedinců může být i zcela černý. V západních Čechách můžeme nalézt netypicky zbarvené formy, jejichž mladší jedinci mají tmavý hřbet a světlé boky. Plzák lesní vyhledává stejně jako plzák španělský vlhká místa. Vyskytuje se hlavně v lesích, ale můžeme ho nalézt i na otevřených stanovištích (Horsák et. al. 2013).

Ve srovnání s plzákem španělským je náš domácí druh větší a robustnější, navíc má jasnější zbarvení. Nejvýraznější rozdíly jsou v anatomii rozmnožovacího ústrojí. Plzák lesní má větší dvoudílné atrium, které je asymetrické. Plzák španělský má krátké atrium, které není rozdělené. Vejcovody těchto dvou plzáků jsou také odlišné, plzák španělský má vejcovod tenký a krátký na rozdíl od plzáka lesního, jehož vejcovod je delší a silnější (Horsák et al. 2013).

Oba plzáci mají životní cyklus dlouhý jeden rok a i průměrná snůška vajec je stejná s plzákem španělským. Jejich vajíčka jsou si také velmi podobná, byť plzák lesní je má zhruba o 1 mm větší. Mladí jedinci se líhnou na podzim nebo až na jaře příští roku. I toto mají plzáci společné (Dreijers et al. 2013). Plzák španělský je tomuto našemu druhu poměrně nebezpečný, protože ho začíná vytlačovat z jeho stanovišť. Oba plzáci obývají podobná místa a živí se téměř stejnými rostlinami (Kozłowski 2012) (o potravě a stanovištích plzáka španělského se budu zmiňovat v kapitole [3.3 Potrava](#)). Plzák lesní však na území ČR preferuje lesní ekosystémy bez větších lidských zásahů a v krajině lidmi ovlivněné nebo přímo v intravilánech se vyskytuje jen zřídka.

Protože tyto dva druhy jsou si nesmírně podobné, vyvstala otázka jejich křížitelnosti. Byly tedy provedeny laboratorní testy, zda se tyto plzáci spolu mohou pářit. Ukázalo se, že oba druhy jsou ochotné k mezidruhovému páření a výměně spermatoforů. Přestože v laboratorních podmínkách k páření došlo, není jisté, zda k němu dochází i ve volné přírodě (Dreijers et al 2013). Zdá se však, že vzniklá plzáčí embrya nebyla životaschopná a spekuluje se o případné sterilitě kříženců. Je zajímavé, že tyto dva druhy se spolu mohou pářit i přes poněkud odlišně utvářené pohlavní orgány.

První fáze páření byla velmi podobná běžnému vnitrodruhovému páření. Partneři si navzájem okusují ocasní částí těla a vypouští sliz. Problém nastává při zaujímání pozice, ve které k páření dochází. Plzák španělský se páří v kruhu, ale plzák lesní ne. I přes tuto odlišnost se však pokusné páry nakonec dokázaly spářit. Došlo k vysunutí pohlavních orgánů ven z atria a ke spojení. V tu chvíli se začal formovat spermatofor a následovala výměna spermatu. Po podrobném zkoumání spermatoforů bylo zjištěno, že k výměně spermatu opravdu došlo mezi oběma druhy recipročně (Dreijers et al. 2013).



Obr. 5 Mezidruhové páření *A. vulgaris* (zde označen jako *A. lusitanicus*) a *A. rufus*. Převzato z práce Dreijerse et al. 2013.

### **3.7 Plzák španělský a plzák černý**

Třetím plzákem, patřícím do druhého, celoevropsky rozšířeného druhového komplexu společně s *A. vulgaris* a *A. rufus*, je severoevropský plzák černý (*Arion ater* (Linnaeus, 1758)). Dorůstá délky 13 cm a stejně jako plzák lesní může nabývat různého zbarvení. Nejtypičtěji je zbarven černavě (odtud jeho jméno), ale může mít také hnědou nebo bílou barvu (především mláďata) (Welter-Schultes 2012).

Plzák černý pochází ze severní Evropy a vyhledává vlhká stanoviště v lesích nebo otevřeném prostoru. Díky svému občasnému zbarvení do hněda a také díky jeho velikosti si ho můžeme lehce splést s u nás se vyskytujícími druhy plzákem španělským a p. lesním, proto i v tomto případě je lepší určovat až podle pitvy, kde zjistíme tvar a velikost pohlavních orgánů. Plzák černý má úzké atrium i úzký vejcovod a spermatofor má kulovitý tvar (AnimalBase 2013).

Protože se jedná o druh blízce příbuzný *A. vulgaris*, panují obavy o možnostech jeho křížení (Weidema 2006).

## **4.1 Invaze**

Invazivního živočicha můžeme jednoduše definovat takto: „Za cizí invazivní druh se považuje takový druh, jehož pronikání či šíření ohrožuje biologickou rozmanitost. Jedná se o druhy, které byly zavlečeny v důsledku neopatrnosti nebo úmyslně ze svého přirozeného biotou do biotopu jiného. Invazivní druhy jsou schopné přizpůsobit se novým podmínkám a mají vliv na druhovou skladbu nového prostředí. Způsobují ekonomické ztráty nebo ohrožení zdraví lidí a zvířat. Invazivní druhy jsou ty, které dokážou rychle a ve velkém počtu kolonizovat nové oblasti a stanoviště a přizpůsobit se i nepříznivým podmínkám.“ (Kozłowski 2012). Když invazivní druh splňuje všechny podmínky výše uvedené, je jeho invaze velmi úspěšná.

Invaze plzáka španělského je velmi úspěšná, protože výše uvedené schopnosti usnadňují proniknutí do nových oblastí má v nebyvalé míře. Je jen málo přirozených nepřátel, kteří redukují jeho počet. Je velmi plodný: může naklást až 400 vajíček v průběhu reprodukční sezóny (viz kapitola 2.3 životní cyklus plzáka španělského). Další významnou schopností pro úspěšnou invazi je jeho vysoká ekologická tolerance a schopnost přizpůsobení se nepříznivým podmínkám. Má také široké spektrum potravy, kterou přijímá (Păpureanuová et al. 2014).

## **4.2 Migrace a výskyt**

Plzák španělský migruje na velké vzdálenost při hledání nových úkrytů (vlhkých stanovišť) nebo při shánění potravy. Bylo zaznamenáno, že plzák je schopen urazit 7 metrů během 2 hodin (Kozłowski 2007). Invazi plzáka napomáhá hlavně jeho pasivní šíření. Do nových oblastí je zavlékán při přepravě sazenic nebo s rostlinným materiálem, který se převáží ke spotřebě nebo k dalšímu zpracování různými typy dopravy (kontejnery, silniční vozidla i vlaky). Může být také přivezen s půdou z výkopových prací nebo s komunálním odpadem. Plzák může být převážen v jakékoliv fázi svého vývoje (vajíčka, mládí i dospělí jedinci). Je přepravován spolu s reprodukčním materiálem (cibule, hlízy, oddenky, sazenice), s produkty určenými pro lidskou spotřebu či zpracování (zelenina ovoce) anebo s okrasnými rostlinami (řezané květiny, rostliny v květináčích) (Kozłowski a Kozłowski 2011).

V místech svého přirozeného výskytu žije v otevřených i zalesněných stanovištích. Vyhledává a kolonizuje místa, která prošla antropogenními změnami a zde se vyskytuje v hojném počtu. Plzáka můžeme nalézt ve městech, příměstských oblastech a na vesnicích, kde osidluje mnoho typů stanovišť (zahrady, parky, louky, příkopy, pole, hřbitovy, silnice, cesty, komunální odpad, neobdělávané pozemky nebo prostě jen místa blízko budovám či řekám (Kozłowski 2011)). Obsazuje především kulturní plochy, kde se z něj stává škůdce díky jeho obrovské schopnosti množení. Preferuje drobné zahrádky nebo zaplevelené, hustě zarostlé ruderalní plochy ve větších sídlech. Vyhledává hlavně zastíněná místa, pokud možno s vysokou vegetací, jako jsou například hustě zarostlé meze nebo příkopy podél komunikací. V těchto ekotonálních stanovištích pak probíhá jeho vývoj. Při vhodném počasí, zejména po dešti, plzáci pronikají na zemědělské plochy (včetně rozsáhlých polí) za potravou a při kalamitním přemnožení způsobují velké hospodské škody na pěstovaných polních kulturách. Protože se jedná o lehce hygroskopní druh, rád se stahuje do blízkosti vodních toků. Plzák španělský je rozšířen především v nížinách, pahorkatinách, ale postupem času společně s rozšiřujícím areálem narůstají i nadmořské výšky, ve kterých byl zaznamenán (Dvořák, Horsák 2003).

### **4.3 Potrava**

Plzák španělský je polyfágní živočich, což znamená, že dokáže přijímat velmi různorodou potravu. Tato schopnost je jednou z důležitých vlastností invazivních druhů, protože díky nesespecializovanosti na jediný druh potravy se mohou živit téměř čímkoliv, co je k dispozici. Plzák španělský se živí hlavně rostlinami, živými i odumřelými. Většinou požívá čerstvý rostlinný materiál, především semenáčky a mladé rostliny (Kozłowski 2005). Neživí se však všemi rostlinami stejně: některé preferuje a jiné opomíjí. Podle Kozłowkého (2005) zde uvádím přehled zeleniny, ovoce, okrasných rostlina a bylin, které preferuje:

**Zelenina** – Je mnoho druhů zeleniny, kterou tento invazivní druh požívá. V pokusu, který se zabýval jeho potravními preferencemi zeleniny, se uvádí, že průměrně se na zkoumané zelenině objevovalo 6–10 jedinců na 1m<sup>2</sup>. Pokud měli možnost volby, tito plzáci vyhledávali následující druhy: mrkev obecná (*Daucus carota*, Apiaceae), petržel obecná (*Petroselinum crispum*, Apiaceae), salát hlávkový (*Lactuca sativa*, Asteraceae), zelí hlávkové (*Brassica oleracea* var. *capitata*, Brassicaceae), brukev pekingská (nazývaná také čínské zelí)

(*Brassica pekinensis*, Brassicaceae), ředkev setá (*Raphanus strus* sk. *sativus*, Brassicaceae), červená řepa (*Beta vulgaris* sk. *vulgaris*, Chenopodiaceae), fazol obecný (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Poškození některé zeleniny bylo téměř 70% (červená řepa, zelí a mrkev). Mnoho rostlin bylo poškozeno už ve fázi sazenic (především červená řepa, mrkev, petržel, ředkev a fazol). Některé rostliny byly pojídány především v mladé fázi svého vývoje (zelí a salát). Ze zralých rostlin si plzáci vybírali hlávkové a čínské zelí či salát, kterým okusovali hlavně listy. Do listů vytvářeli otvory a zanechávali zde také sliz a exkrementy, což vedlo ke hnití zeleniny. Plzáci tak ničí úrodu nejen přímým okusem, ale i jejím znehodnocováním jinými způsoby. Na mrkvi a červeně řepě plzáci preferovali taktéž listy, ale značně poškozovali i kořeny. V mrkvi krátce před sklizní vykousali do podzemních částí dutiny, což zapříčinilo následnou náchylnost okousané mrkve k napadení bakteriemi a houbami, které způsobují další choroby.

Jsou však i druhy zeleniny, které plzáci rádi nemají: je to především cibule kuchyňská (*Allium cepa*, Amaryllidaceae) a česnek (rod *Allium*, Amaryllidaceae); dále pažitka pobřežní (*Allium schoenoprasum*, Amaryllidaceae) a miřík celer (*Apium graveolens*, Apiaceae). Tyto druhy zeleny nebyly poškozeny ani z 5 %. Téměř žádné poškození nebylo zaznamenáno na rostlinách čekance obecné (*Cichorium intybus*, Asteraceae), šruše zelné (*Portulaca oleracea*, Portulacaceae), ředkvi seté černé – brukvovité (*Raphanus sativus* var. *niger*, Brassicaceae) a kukuřici cukrové (*Zea mays* var. *saccharata*, Poaceae).

Obecně platí, že téměř všechny druhy zeleniny byly poškozeny v počátečních fázích svého vývoje. Hlavní období napáchaných škod na zelenině však počíná v době jejího plného olistění, když plzákům poskytuje potřebné množství potravy. Některé listy mohou složit také jako úkryt během dne, kdy plzáci téměř neaktivují (Kozłowski 2005).

**Ovoce** – Z druhů rostlin obecně řazených mezi ovoce je nejvíce preferován jahodník zahradní (*Fragaria ananassa*, Rosaceae). V pokusu docházelo téměř k 35% poškození jeho plodů. Dalším ovocem, které plzáci preferují, jsou plody ostružiníku maliníku (*Rubus idaeus*, Rosaceae), kde bylo zaznamenáno poškození na 12 % plodů. Maliny byly sledovány hlavně na loukách a plzáci se jimi živili především v nižších částech keřů, které jsou skloněné k zemi. Plzáci s oblibou konzumují též plody jahodníku obecného (*Fragaria vesca*; Rosaceae).

V sadech navíc plzáci ochotně požírají plody ovocných stromů rozmanitých druhů. Vybírají si zejména vyzrálé a měkké ovoce (Kozłowski 2005).

**Okrasné rostliny** – Plzák španělský se s oblibou živí i okrasnými rostlinami. Třapatka dřípatá (*Rudbeckia laciniata*, Asteraceae), pivoňka korálová (*Paeonia mascula*, Paeoniaceae), andělíka lékařská (*Angelica archangelica*, Apiaceae), lichořeřišnice větší (*Trapaecolum majus*, Trapaeolaceae), lilie bělostná (*Lilium candidum*, Liliaceae), ostálka sličná (*Zinnia elegans*, Asteraceae), aksamitník vzpřímený (*Tagetes erecta*, Asteraceae), jiřina zahradní (*Dahlia pineta*, Asteraceae), topovka růžová (*Althaea rosea*, Malvaceae) a bazalka pravá (*Ocimum basilice*, Lamiaceae) jsou jedny z nejvíce ohrožených okrasných rostlin, které plzáci vyhledávají a požírají. Plži poškozují všechny orgány – kořeny, stonek, listy i květy. Nejvíce vyhledávají mladé lístky, do kterých vykousávají nepravidelné otvory.

Pěstují se však i okrasné rostliny, které plzáci nevyhledávají a vyhýbají se jim nebo jsou jimi přímo odpuzováni. Jsou to především šalvěj lékařská (*Salvia officinalis*, Lamiaceae), máta peprná (*Mentha piperita*, Lamiaceae) a všechny rostliny čeledi netýkavkovité (Balsaminaceae). Rostliny, které je odpuzují, můžeme použít také jako přírodní odpuzovalo k ochraně našich záhonů (viz kapitola 4.12 „Babské rady“ – odpudivé nebo lákavé aroma?) (Kozłowski 2005).

**Planě rostoucí rostliny** – Plzáci vyhledávají i planě rostoucí rostliny, které rostou volně na různých místech, která obývá i plzák. Nejvyhledávanějšími planě rostoucími rostlinami jsou bršlice kozí noha (*Aegopodium podagraria*, Apiaceae), kopřiva dvoudomá (*Urtica dioica*, Urticaceae), bolehlav plamatý (*Conium maculatum*, Apiaceae), mák vlčí (*Papaver rhoeas*, Papaveraceae) a chrpa modrá (*Centaurea cyanus*, Asteraceae). Plzáci ožírali hlavně listy, ale například slézu lesnímu (*Malva sylvestris*, Malvaceae) okusovali nejvíce poupata. Nejméně se pak zaměřovali na rostliny z čeledi růžovitých (Rosaceae) a pupalkovitých (Onagraceae). Na čeledi rostlin však úplně nezáleží, protože například z čeledi hvězdnicovitých (Asteraceae) poškodili jedenáct druhů, ale devět dalších druhů nebylo vůbec poškozeno. Stejně tak v čeledi rdestovité (Polygonaceae) byly poškozeny pouze dva druhy a sedm druhů zůstalo nedotčeno (Kozłowski 2005).

Z uvedeného můžeme konstatovat, že plzáci mají široké potravní spektrum a i proto je jejich invaze úspěšná. Požírají rostliny, které se vyskytují anebo jsou pěstovány na celém

evropském kontinentu. Nejvíce asi preferují zeleninu, kterou požívají, ale také znehodnocují slizem a exkrementy, čímž výrazně ovlivňují i obchod se zeleninou. Ohrožují distribuci zeleniny a okrasných rostlin, které pak ztrácí svou dekorační hodnotu (Kozłowski 2011). Rostliny plzákům neslouží jen jako potrava, ale také jako úkryt ať už pro dospělé jedince nebo snůšky (Kozłowski 2011). Velký výskyt plzáka může také vést k lokálnímu vymření některých rostlinných druhů. Z toho vyplývá, že plzák španělský může změnit druhovou skladbu planě rostoucích rostlin (Kozłowski 2011).

#### **4.4 Vliv teploty**

Úspěšnost invaze plzáka španělského spočívá i v tom, že dobře reaguje na změny klimatických podmínek. Optimální teplota pro jeho vývoj je 20 °C. Pokud teplota dlouhodobě stoupne nad 25 °C, ovlivňuje to vývoj negativně. Plzáci jsou schopni přežít i při nízkých teplotách v rozmezí 2–5 °C; při těchto teplotách však pozastaví svůj vývoj. Když teplota stoupne na 15 °C a více, vývoj opět rychle obnoví. Schopnost přežít delší dobu při nízké teplotě a zastavit svůj růst je velká výhoda, protože takové organismy mají malé metabolické požadavky, když je omezený přísun potravy (Slotsbová et. al. 2013).

Přezimují pouze vajíčka nebo juvenilní jedinci, dospělý jedinec přezimuje jen ve výjimečných případech. Vajíčka nebo juvenilní jedinci přežívají zahrabaní do půdy. Přezimující juvenilní jedinci jsou schopni zástavy proudění hemolymfy, čímž přestanou dodávat kyslík do tkání a díky poklesu metabolismu jsou schopni přezimovat. Přesto však potřebují při zimování přísun energie. Musí vyrábět ATP fermentačními procesy probíhajícími ve tkáních, tedy díky anaerobní glykolýze. Substrátem pro anaerobní glykolýzu je glukóza a produktem je laktát, sukcinát a alanin. Laktát a sukcinát přítomný ve „zmrzlém“ plzákovi dokazuje schopnost anaerobního metabolismu. Díky této schopnosti plzák chrání své buňky před intracelulární dehydratací (Slotsbová et. al. 2012). K takovému zamrazení hemolymfy dochází, když teploty klesnou na -3°C, ale platí to pouze pro mladé jedince. V tomto stavu ztrácí plzáci značné množství vody, dochází k dehydrataci. Po ukončení tohoto stavu musí vodu znovu zpátky získat; jev se nazývá rehydratace. Když teplota klesne pod -3°C, mladí jedinci musí vyhledat místo s vyšší teplotou anebo přejít do zmrzlého stavu. Zmrznutí nejsou schopni pouze plzáci španělský, ale také plzáci lesní či černí (Slotsbová et. al. 2013).



Vajíčka nemají tak dobrou schopnost přezimování jako mladiství jedinci: vydrží teploty pouze do  $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a proto probíhá kladení snůšek od pozdního léta do podzimu, aby se mladí plzáci stihli vylíhnout ještě před zimou (Slotsbová et. al. 2013).

Díky těmto schopnostem může plzák španělský osídlovat území, které mají chladnější podnebí – například Skandinávii.

#### **4.5 Vliv sucha a osmolalita**

V suchých obdobích musí být plzáci španělští velmi tolerantní ke ztrátě vody. Tuto schopnost dobře ovládají mladí jedinci a vajíčka: při přezimování ztrácí značnou část vody díky odpařování z povrchu těla. Obsah vody je výrazně vyšší u mladých jedinců než u vajíček, a stejně je to i s osmolalitou, která je taktéž vyšší u mladých jedinců než u vajíček (Slotsbová et al. 2011).

Vajíčko je dobře chráněno před ztrátou vody. Má několik vrstev, které ho chrání. Vnější vrstva je poměrně silná a obsahuje krystalky uhličitanu vápenatého. Nejvnitřnější vrstva vajíčka je tvořena vaječným bílkem, který vyživuje embrya. Vajíčka jsou odolná před ztrátou vody jen do té doby, dokud tento obal není porušen. Vydrží až 86% ztrátu vody, což bylo zjištěno při laboratorních pokusech, při kterých vejce nebyla chráněna slizem a také nebyla nalepena těsně u sebe jako ve volné přírodě (kde jsou vajíčka uprostřed snůšky chráněna vajíčky umístěnými při jejich okrajích). Když dochází ke ztrátě vody ve vejcích, je posunuta i doba líhnutí (Slotsbová et. al. 2011).

Mladí i starší jedinci plzáka mají zvláštní behaviorální adaptaci ke snížení ztráty vody. Mají tendenci se agregovat a tisknou se k sobě velmi těsně, čímž snižují povrchové odpařování vody. Někteří zase v reakci na suchu zvýší svou vnitřní osmolalitu. V přírodě často dochází k tomu, že plzák vystavený dehydrataci tuto musí nějakým způsobem tolerovat, aby přežil. Množství nahých plžů je tolerantních k vyschnutí – na rozdíl od ulitnatých plžů nemají schránku, která je proti vyschnutí chrání a musí tak proti suchu bojovat jinými způsoby (Slotsbová et. al. 2011).

#### **4.6 Přirození nepřátelé plzáků**

Plzák španělský nemá mnoho přirozených nepřátel, ale přece jen někteří existují. Jsou to například brouci střevlíček *Pterostichus melanarius* a střevlík hajní (*Carabus nemoralis*). Tito brouci se zaměřují hlavně na predaci vajíček a především mladých jedinců. Vajíčka poněkud pomíjí nejspíš kvůli tvrdé skořápce, kterou však dokážou rozbít. Otázkou je, zda vajíčka neobsahují pro brouky repelentní látku. Ukázalo se, že vajíčka obsahují bílkoviny, sacharidy, vápník a další anorganické ionty. Z vajíček byl také izolován obranný diterpen miriamin, nebylo však prokázáno, že by toxicky ovlivňoval brouky. Zdá se tedy, že nezáleží na chemických vlastnostech vajíček, ale na těch fyzikálních – je to tedy tvrdá skořápka, se kterou si brouci musí poradit. V pokusu, kdy byly umístěny k broukům pouze vajíčka plzáka španělského, je požíraly oba zkoumané druhy (*P. melanarius* a *C. nemoralis*), byť druhý zmiňovaný poměrně neochotně (Pianezzolová et. al. 2011).

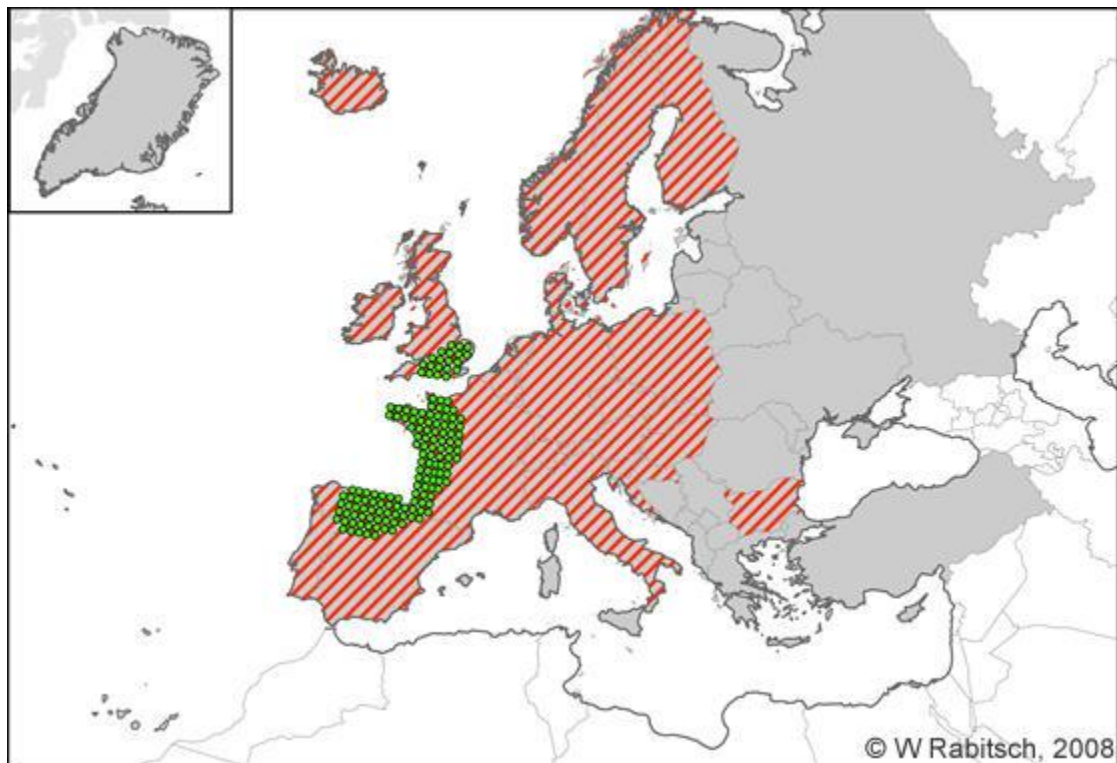
Bylo prokázáno, že *C. nemoralis* se ochotně živí mladými jedinci plzáka španělského. Tento střevlík je schopný zkonzumovat jedince do hmotnosti 1,3 g, ale preferuje spíše menší jedince (pod 1 g váhy). Platí to však pro laboratorní podmínky. Při terénních výzkumech se ukázalo, že brouci rodu *Carabus* požírají plzáky i ve volné přírodě. Plzáky vyhledávají aktivně a živí se jimi. Nachází je podle slizu, který za sebou při pohybu zanechávají. Nevyhledávají pouze plzáky, ale také slimáčky (např. druh *Deroceras reticulatum*) (Pianezzolová et. al. 2011).

Brouci rodu *Carabus* tedy aktivně požírají mladé jedince plzáka španělského a díky tomuto zjištění mohou v budoucnu představovat účinnou biologickou pomůcku pro regulaci plzáků.

#### **4.7 Invaze v Evropě**

Plzák španělský patří mezi západoevropské druhy a jeho původním areálem je pravděpodobně severní část Pyrenejského poloostrova, západní Francie a jih Velké Británie (Rabitsch 2006). První výskyty mimo domovský areál byly zaznamenány v 50. letech 20. století, kdy s těmito informacemi přišli švýcarští malakozoologové. Jeho další šíření pak vedlo na sever a severovýchod Evropy a od 60. a 70. let se šířil i do vzdálenějších evropských oblastí a metropolí (Dvořák a Horsák 2003).

Tento plzák se dnes vyskytuje i na Skandinávském poloostrově a přilehlých oblastech. První výskyty byly nejpravděpodobněji ve Švédsku a Finsku a odtud se dále šířil na jih. Touto severní cestou se postupně rozšířil na celý evropský kontinent (Kozłowski 2007). V dnešní době je rozšířen v Nizozemsku, Belgii, Norsku, Německu, Slovensku, České republice, Itálii, Maďarsku, Chorvatsku, Rakousku, Polsku a Dánsku (Weidema 2006). Rozšířil se i do východní Evropy na území Rumunska, Litvy, Lotyšska, Ukrajiny, Srbska a Slovinska (Păpureanuová et al. 2014).

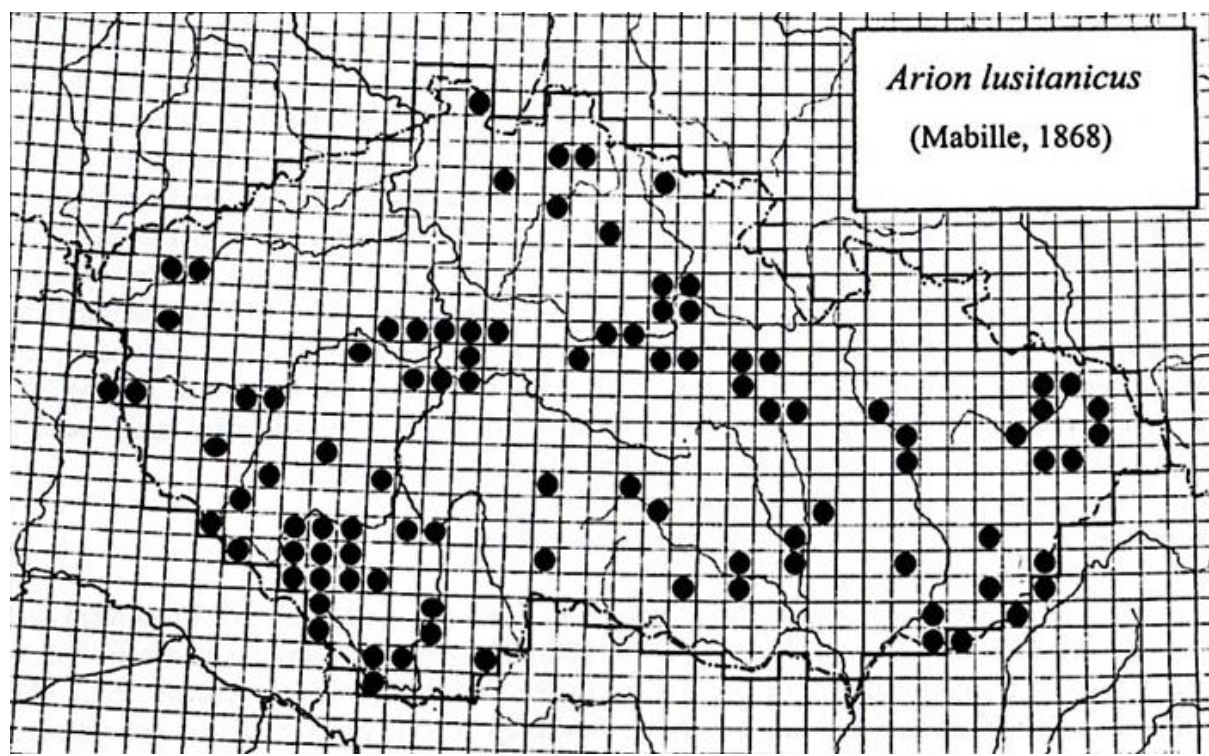


Obr. 6 Rozšíření plzáka španělského v Evropě; převzato z DAISIE (2008). Zelené tečky označují původní areál; červené proužky rozsah osídlení Evropy v roce 2008.

#### 4.8 Průběh invaze v České republice

V České republice byl plzák španělský poprvé zaznamenán v roce 1991 v Praze. Juříčková (1995) našla tři dospělé jedince na Olšanských hřbitovech, několikrát se pokusila i o nález mláďat tohoto druhu, ale bezvýsledně. Další nález na českém území přišel v roce 1994. První lokalitou masového výskytu bylo okolí řek Radbúzy a Mže v Plzni, kde plzák místy představoval nejrozšířenějšího měkkýše v nivách těchto řek. Další překvapivou lokalitou výskytu byly Novohradské rybníky u Hradce Králové (Juříčková 1995). Od této chvíle se plzák spontánně rozšířil po celé České republice a jeho nalezišť rychle přibývalo. Zasáhl i na území Moravy, kde se jeho výskyt rapidně zvýšil po povodních v roce 1997, což potvrdilo teorii, že se lépe šíří díky rozvodněným říčkám, potokům a při celkovém dlouhodobém zavodnění niv.

Posléze se začal rozšiřovat i do vyšších nadmořských výšek. V roce 2001 byl nalezen v Českých Žlebech ve výškách 885 m, resp. 925 m n. m. V roce 2002 byl nalezen na Nových Hutích ve výšce 1025 m n. m. Tento plž se šíří tak agresivně, že pronikl do suťových lesů v nivách potoků na Šumavě, lužních lesů ve východních Čechách a dokonce i do větších komplexů zachovaných lesů v moravských Karpatech (Dvořák a Horský 2003).



Obr. 7 Výskyt plzáka španělského v ČR v roce 2003 (Dvořák, Horský 2003)

## **5.1 Boj s plzákem španělským**

Plzák španělský je velký škůdce úrod, jak na zahradách soukromých pozemků, tak na polích. Zahrádkáři a zemědělci bojují proti tomuto plži různými způsoby. V této kapitole se tedy budu zabývat způsoby boje proti tomuto ničiteli.

### **4.2 Moluskocidy**

Přípravky na hubení plzáků se nazývají **moluskocidy**. Jsou to chemické látky, které znemožní plzákům dosáhnout rostliny tak, že je zabijí. Moluskocidy se vyrábí ve formě pelet, které plzák pozře a následně umírá na následky intoxikace. Účinnými látkami v moluskocidech jsou v současné době především dvě látky, methiokarb a metaldehyd. Moluskocidy nehubí však pouze plzáky, ale i slimáky a ostatní druhy měkkýšů. Methiokarb a metaldehyd působí jako kontaktní a žaludeční jedy, ale jejich účinnost je často neuspokojivá. Důvodem slabého působení pelet je jejich omezená životnost, protože brzo ztrácí své schopnosti nalákat měkkýše (Kozłowski et al. 2010).

Moluskocidy mají i mnoho negativních účinků na organismy, které hubit nemají. Metaldehyd je toxický pro obratlovce a působí jako jed pro kočky, psy, ovce a drůbež. Methiokarb má toxický účinek na prospěšné půdní bezobratlé, jako jsou žížaly a brouci, působí také hospodářská zvířata. Oba moluskocidy jsou velmi nebezpečné pro ježky, žáby a ptáky, protože tito se mohou plzáky či slimáky živit, a když pozřou plzáka, který sežral nástrahu, uhynou také (Kozłowski et al. 2010).

V posledních letech se v některých evropských zemích (Německo, Nizozemí, Velká Británie) testovala nová účinná látka, které se bude přidávat do moluskocidů: fosfát železa. Fosfát železa už byl i registrován jako nová účinná látka v boji s plzáky a slimáky, kteří ničí úrody. Moluskocid na bázi fosfátu železa vykazuje jen slabou toxicitu vůči savcům a užitečným obratlovcům (Kozłowski et al. 2010). V České republice se už také začal používat pod obchodním názvem Ferramol.

Provádí se stále nové výzkumy na nové účinné látky, které by se mohly přidávat do moluskocidů, protože methiokarb a metaldehyd mají toxické účinky jak na bezobratlé, tak na obratlovce. Testováno bylo mnoho nových sloučenin, především rostlinného původu. Nové

moluskocidy se testovaly v různých formách, jako jsou spreje, pelety anebo mořidla osiva (Kozłowski et al. 2010).

Testování účinných látek moluskocidů bylo provedeno roku 2010 Kozłowským a kolegy právě na plzáku španělském. Jednalo se hlavně o sloučeniny, u kterých byly už dříve prokázány moluskocidní vlastnosti (methiokarb, metaldehyd, síran měďnatý); dále se jednalo o insekticidy a karbidy (abamectin, teflubenzurool, dielderin), a látky rostlinného původu, jakou jsou alkaloidy (kapsaicin, spartein, kofein, nicotin), monoterpeny (tymol, terpineol, linalool, geraniol, karvon, lanandulol) a aromatické kyseliny (cinnamamid) (Kozłowski et al. 2011).

Sloučeniny mědi mohou mít moluskocidní vlastnosti. Teflubenzron a dieldrin jsou insekticidy, které se používá na různé škůdce. Abamectin je aktivní látkou několika komerčních přípravků na ochranu rostlin před hmyzem a roztoči. Kapsaicin je syntetická kyselina tetronová odvozená z přírodní látky získávané z papriky roční (*Capsicum annuum*). Tento alkaloid způsobuje nadměrné vylučování slizu a následnou dehydrataci plzáků. Geraniol je terpen z rostlin čeledi Geraniaceae a má významné účinky proti plzákům, ale z hledem k jeho vysoké těkavosti a nízké stabilitě není moc vhodný. Karvon je produktem získaným ze semen kmínu kořenného (*Carum carvi*), a je součástí esenciálních olejů této rostliny. Používá se k potlačení klíčení brambor a při skladování se u něj prokázala vysoká účinnost v boji proti plzákům. Další složkou esenciálního oleje, který je získávám z kmínu kořenného, je i limonen, který se vyskytuje jako hlavní součást oranžového oleje (*Oleum aurantii*). I limonen má středně silné účinky v boji proti plzákům. Cinnamamid se používá ve formě mořidla, a rovněž u něj byly prokázány účinky snižující okus rostlin plzáky (Kozłowski et al. 2010).

Nejlepší účinky v boji proti druhu *Arion vulgaris* se ukázal mít abamectin, který dokázal odpuzovat plzáky až tři týdny po aplikaci na rostliny. Abamectin byl ve výzkumech používán ve formě postřiků při koncentraci 0,2 %. Dobré moluskocidní účinky měl i methiokarb v koncentraci 0,5%; dále metaldehyd v koncentraci 1,0% a pentahydrát síranu měďnatého v koncentraci 1,0%. Většina těchto chemických sloučenin, které byly použity ve formě postřiku, neměla žádné fyto toxické účinky. Žádný z těchto přípravků však plzáky nehubil, pouze je od rostlin odpuzoval. Když přece jen pozřeli kousek ošetřené rostliny, začali produkovat nadměrné množství slizu a byli částečně ochrnutí. Ochrnutí trvalo v intervalu od 1

až do 3 dnů, poté opadlo a plzáci opět začali vyvíjet pohybovou aktivitu a pásli se na rostlinách nepostříkaných účinnou látkou (Kozłowski et al. 2010).

V České republice se prodávají komerční požerové nástrahy na likvidaci plzáků španělských. Já ve své práci uvádím tři přípravky, které složí jako požerové nástrahy: Vanish Slug Pellets, Mesurol-Schneckenkorn a Ferramol.

### **5.3 Vanish Slug Pellets**

Vanish Slug Pellets je přípravek na ochranu rostlin. Patří do skupiny organických moluskocidů, a je určený k likvidaci slimáků, plzáků a dalších plžů. Chemický přípravek je distribuován ve formě tmavomodré granulované požerové nástrahy. Můžeme ho použít k ochraně zemědělských plodin, zeleniny, ovoce, skleníkových kultur a na uskladněnou úrodu (Pestcontrol 2012).

Účinnou látkou je 4% methylddehyd (40 g účinné látky v 1 kg přípravku), návnada dále obsahuje 2,4,6,8 - tetramethyl 1,3,5,7 tetraoxacyklooktan a atraktant. Účinná látka způsobuje dehydrataci a následný úhyn cílových skupin plžů. Přípravek je ekologicky šetrný, protože způsobuje dehydrataci pouze u cílových skupin a nemá nežádoucí účinky, které by paralyzovaly nervový systém. Proto nehubí žížaly a užitečný hmyz (Pestcontrol 2012).

Granule jsou odolné proti větrným vlivům a vlivem deště se nerozpadají. Přesto se účinná látka začne samovolně postupně rozkládat depolymerací a následnými oxidačními procesy, a mění se na neškodné substance. Návnadové složky, které zajišťují, že jim dá cílová skupina přednost před rostlinnou stravou, jsou přírodní. Tvoří je pšeničný šrot, mrkev či škvarky. Granule jsou ve vodě nerozpustné, takže nemůže dojít k ohrožení vodních zdrojů (Pestcontrol 2012).

Vanish může k požití lákat psy, protože granule jsou vizuálně podobné granulovanému psímu krmivu. Psi mohou na následky otravy Vanishem uhynout (Pestcontrol 2012).

## **5.4 Mesurol Schneckenkorn**

Mesurol Schneckenkorn je další chemický přípravek určený na likvidaci plzáků a slimáků. Jedná se o návnadu ve formě modrých granulí, která se používá k ochraně brambor, cibule, póru, kořenové zeleniny, cukrovky, kukuřice, jahodníku, luskovin, obilnin, paprik, rajčat, řepky krmné, řepky olejky, salátu, zeleniny brukvové a zeleniny tykvové (Agromanuál 2003).

Účinnou látkou je zde 3,5-dimethyl-4-(methylsulfanyl) fenyl-methylkarbamát neboli methiocarb 2%, který patří do skupiny karbamátů. Je odolný vůči dešti a vlhku, a jeho účinek je rychlý. Je vysoce toxický pro vodní organismy a ve vodním prostředí může vyvolat dlouhodobě nepříznivé účinky. Přípravek je velmi nebezpečný pro včely (Agromanuál 2006A, B).

Aplikace přípravku se provádí dvěma způsoby, odlišně na ochranu zemědělských plodin a do zahradních kultur. Aplikaci na zemědělské plodiny lze provést již před vzejitím, což se provádí hlavně u náchylných rostlin, jako je řepka olejka, anebo se aplikuje před vzejitím, když se předpokládá, že populační hustoty škůdce budou vysoké. Dále můžeme přípravek aplikovat už při vzejití rostlin, avšak vždy bezprostředně na počátku napadení, tj. po zjištění prvních požerků na listech napadených rostlin. Když přípravek aplikujeme na zeleninu a nebo při pěstování jahodníku, je třeba pokládat nástrahu tak, aby se nedotýkala přímo rostlin, ale byla nasypána v jejich blízkém okolí. Snažíme se, aby byl posyp rovnoměrný. Aplikaci přípravku provádíme v průběhu vegetační sezóny maximálně dvakrát (Agromanuál 2006A).

## **5.5 Ferramol**

Ferramol je ekologický přípravek pro boj proti plzákům a slimákům. Jako účinná látka se používá fosforečnan železitý. Fosforečnan železitý se vyskytuje i ve volné přírodě. Přípravek není nebezpečný pro psy ani kočky; je také neškodný pro žížaly, včely, ptáky a další organismy (Neudorff 2014).



Granule Ferramolu vylákají plzáky a slimáky z jejich úkrytů, protože jsou pro ně velmi lákavé. Když plzáci požijí návnadu, mají pocit sytosti a přestanou žrát, takže rostliny jsou během krátké doby uchráněny do dalšího okusování. Plzáci poté zalezou zpátky do svých úkrytů, kde uhynou. Při úhynu plzáků a slimáků nedochází k nadměrné tvorbě slizu jako u předchozích dvou chemických přípravků (Neudorff 2014).

Účinnost Ferramolu nesnižuje ani déšť, protože vlivem vlhka sice granule nabobtnají, ale za sucha se opět vrátí do původní velikosti. Tento jev se může několikrát opakovat a granule přitom neztrácí svůj účinek (Neudorff 2014).

### **5.6 Hlístice *Phasmarhabditis hermaphrodita***

V ekologickém zemědělství se nesmí používat moluskocidy, nebo je možnost jejich použití velmi omezená. Na trhu jsou však k dostání i přípravky na biologické bázi, které neobsahují nebezpečné chemické látky. Místo toho využívají přirozených parazitů suchozemských plžů. Tyto přípravky obsahují vajíčka hlístice *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Speiser et al. 2001).

Komerční přípravky s hlísticemi se začaly používat roku 1994. Vajíčka hlístic se vpraví do půdy ve velkém množství (105–106 kusů/m<sup>2</sup>). Po vylíhnutí vyhledávají hlístice plže a pronikají do jejich dýchacího otvoru. Infekce působí, že plzáci přestávají přijímat potravu a posléze hynou. Tento přípravek je účinný na různé druhy plzáků a slimáků. Často je používán v boji právě proti *Arion vulgaris* a *Deroceras reticulatum* (Speiser et al. 2001).

Je však prokázáno, že dospělí jedinci plzáka španělského jsou vůči hlísticím odolní a hlístice je nedokážou efektivně napadnout. Juvenilní jedinci jsou napadáni snadno a na následky infekce umírají. Efektivita napadení je závislá na velikosti těla; juvenilní jedinci plzáků jsou mnohem menší než dospělci. Hlístice jsou více úspěšné v boji proti slimáčkům druhu *Deroceras reticulatum*, které zabijejí nezávisle na velikosti těla (Speiser et al., 2001).

Napadeným plzákům opuchá plášť nebo vznikají léze jeho zadní části. Ideální doba na aplikaci hlístic na zahrady, pole a jiné plochy využívané pro pěstování plodin je brzo z jara, kdy jsou plzáci ještě v juvenilní fázi (Speiser et al. 2001). Většina dospělých jedinců hyne na

podzim, po vykladení vajíček. Na jaře (a někdy také na podzim) se z vajíček líhnou noví jedinci, kteří jsou velmi citliví na napadení hlísticemi.

I na českém trhu jsou dostupné parazitické hlístice, ovšem tato metoda hubení je finančně náročná, nejdražší ze všech u nás používaných prostředků. Navíc nelikviduje všechny plzáky, ale pouze mladé jedince a proto není příliš využívána.

### **5.7 Nemaslug**

Přípravek obsahující parazitické hlístice *P. hermaphrodita* je u nás prodáván pod obchodním názvem Nemaslug – Slug Killer. Používá se – jako ostatní přípravky omezující množství plzáků – k ochraně rostlin. Může být použit k ochraně ovoce, zeleniny, okrasných květin, a můžeme ho používat jak v otevřených plochách, tak i ve sklenících (Agromanuál 2006C). Účinným organismem není samotná hlístice, ale její symbiotická bakterie *Moraxela osloensis*. Hlístice uvolňují tuto bakterii do tkání plzáků, kde se masivně množí a v kombinaci s napadením hlísticemi způsobuje smrt hostitele. Po určité době vývoje nová generace hlístic opouští původního hostitele a vyhledává dalšího. Napadený plzák přestává do 3–5 dnů žrát a během 7–21 dnů po infikování hlísticemi hyne pod zemí (Agromanuál 2006C).

Přípravek Nemaslug je vhodné aplikovat navečer, protože intenzivní sluneční osvit snižuje jeho účinnost. Aplikace se rovněž nemá provádět při teplotách nižších než 5 °C. Vajíčka se před aplikací rozmíchají ve vodě, kterou jsou následně ošetřena místa s výskytem plzáků (Agromanuál 2006C).

### **5.8 Barikády z mědi s elektrickým proudem**

Některé studie se zabývají tímto způsobem ochrany okrasných rostlin, zeleniny, obilí, plodin a celkového vegetačního pokryvu před nahými plži, protože tato metoda by měla být šetrná k životnímu prostředí (na rozdíl od používání mnoha moluskocidů). Tento způsob ochrany před slimáky či plzáky může být velmi efektivní a má za následek pouze zastrasování plzáků či slimáků, nikoliv jejich smrt (Laznik et al. 2011).

Tato alternativní metoda k moluskocidů a použití hlístic tedy plzáky nehubí, pouze jim zabraňuje k přístupu k rostlinám. Efektivita elektrické barikády závisí na velikosti použitého

napětí: při hodnotě napětí 2 V barikádu překoná necelá polovina plzáků, při zvýšení napětí na 8 V je to už procento jediné (Laznik et al., 2011). Doporučené hodnota napětí se tak pohybuje v rozmezí od 8 V do 10 V při proudu v rozmezí 0,01–0,1 mA, protože při takovém nastavení se minimalizuje spotřeba energie. Tyto elektrické ploty jsou nejčastěji napájeny bateriemi,

Účinnost měděných bariér však může být snížena v důsledku vlhkosti, deště a koroze. Úroveň koroze je závislá na koncentrací chloridů, tedy kyselosti půdy a okolí. Koroze mědi zapříčiní úbytek napětí na bariéře a tím se sníží její celková účinnost (Laznik et al. 2011).

Tato bariérová metoda se v ČR v boji proti plzákům téměř nepoužívá. Domnívám se, že je to zapříčiněno celkovou náročností instalace pasti, navíc měď je poměrně drahý kov. Aby zábrana fungovala, musí být neustále pod proudem, což z „protiplzáčích“ plotů činí v případě větších zahrad velmi drahou metodu.



Obr. 8 Elektrická zábrana proti vstupu plzáků na pozemek. Převzato z: <http://www.schnecken-elektrozaun.de/Aufbau1.php>

## **5.9 Zábrany mechanické**

Proti vstupu plzáků na území zahrady lze použít zábrany, fyzické bariéry. Ovšem i tato metoda má svá pro a proti. Na vyrobení zábran je ideální pozinkovaný plech, beton nebo plast. Zábrana musí být nejméně 15–20 cm vysoká a měla by mít ostré hrany. Zábrany musí lemovat

celý záhon a musí tedy být pevně spojeny. Zábrana by rovněž měla být zanořena 5–10 cm hluboko do půdy.

Nevýhodou této bariérové metody je skutečnost, že krom zabránění přístupu měkkýšů k záhonům nemohou ani další organismy – potenciální predátoři plzáků (střevlíci, žáby či ježci) (Anonyme 2005).

Speciální zábrany proti plžům můžeme kopit ve specializovaných prodejnách. Nejběžnější komerční variantou je pozinkovaný plech se zahnutou horní hranou. „Babskou radou“ je namazat plechy mazlavým mýdlem, které by mělo znemožnit překonání zábrany i za vlhkého či deštivého počasí (Graber a Suter 2004).



Obr. 9 mechanická zábrana převzato z: <http://www.insektenschutz-pro.de/schneckenzaun-2m-inkl-90-und-135-grad-ecken.html> 4.10 Pasti na plzáky

Pasti na plzáky jsou další pomůckou v boji proti těmto ničitelům vegetace. Existují nejen komerčně prodávané pasti, ale jednoduché pasti na plzáky lze snadno vyrobit doma z levných a běžně dostupných materiálů.

Účinnost komerčních a doma vyráběných pastí porovnávali norští a švédští badatelé (Hagnell et al. 2006). Oba typy porovnávaných pastí byly plastové. Komerční švédská past jménem Slugtrap (<http://www.odla.nu/artiklar/ute/skadedjur-och-sjukdomar/slugtrap>) se skládala z pastového boxu s vloženou nástrahou, ke které muselo být přidáno pivo (50 cl světlého piva o obsahu alkoholu 2,1 %). Návnada prodávaná společně s pastí se před použitím musí důkladně promíchat s teplou vodou. Past je posléze zakopána tak, aby okraj boxu nepřechýlával povrch země.

Domácí past byla vyrobena z umělohmotné lahve, jejíž vrchní část byla odříznuta, otočena a zasunuta do spodní části. Návnadu i zde představovalo pivo totožné s pivem dodaným do komerční varianty. Past s 25 cl piva byla zakopána do země pod úhlem přibližně 25 °, což umožňuje plzákům snadnější přístup a navíc omezuje vliv deště na past. Tento typ pasti se v průběhu experimentu (stejně jako má první varianta pasti – viz kapitola 5.3 Pivní pasti) neosvědčil a proto byl vyzkoušen druhý typ, jehož základ představovala umělohmotná krabička obdélníkového tvaru, zakopaná do země a naplněná 33 cl piva. Tento typ se ukázal jako účinný.

Výsledkem tohoto experimentu bylo zjištění, že domácí a komerční pasti mohou být stejně účinné. Domácí pasti však musí být vhodně vyrobené a pak představují levnou účinnou metodu v boji proti plzákům.

Výhodou krabičkových pastí je především plocha, ze které se uvolňuje vůně piva, atrahující plzáky. Komerční past je také účinná, oproti doma vyráběným pastem je však dražší. Její výhodou je nenápadné zbarvení, které umožňuje nenápadné umístění pasti (Hagnel et al. 2006).

V České republice se také prodávají komerční pasti k odchylování plzáků. Pasti obsahují přírodní nástrahu, neobsahující pesticidy. Nástrahová látka plzákům velmi voní a přiláká je k pasti, do které spadnou a utopí se. Past je vyrobená z umělé hmoty a má válcovitý tvar, shora je uzavřena víkem, pod nímž jsou dva vstupní protilehlé otvory (Potapnicek 2011).

Přibalená nástrahová látka se před vlitím do pasti musí smíchat s vodou. Naplněná past se zakope tak, aby se vstupní otvory nacházely nad úrovní země. Když se past naplní plzáky, je třeba její obsah vylít na kompost a opět naplnit atraktantem a vodou. Nástrahová látka má životnost tři týdny (Potapnicek 2011).

I já jsem testovala účinnost doma vyráběných pastí, výsledky experimentu jsou shrnuty v kapitole 5.3 Pivní pasti.

## 5.11 Indický běžec

S bojem proti invazivnímu plzákovi nám může pomoci i kachna rodu *Anas* plemene indický běžec, která plzáky požírá (Indický běžec 2014).

Na chov kachen, pojídajících plzáky, se hodně specializují ve Velké Británii (Vaculová 2008).

Plže pojídají zvláště mladé kachny, které ale mají úzký krk, takže se může stát, že se velkým plžem zadusí. Zahrádkáři, který si pořídí kachnu jako likvidátora plzáků, musí vytvořit přijatelné podmínky pro její chov. Důležitým faktorem je dodávat kachně dostatečné množství vody, protože po každém plžím soustu si musí pořádně očistit zobák (Graber a Suter 2004).

## 5.12 „Babské rady“

Ti, kteří nechtějí používat chemické přípravky, parazitické hlístice nebo si nechtějí pořizovat pasti na chytání plzáků, zkoušejí jiné metody, jak se žravých plžů zbavit anebo před nimi ochránit svou úrodu. Jsou to různé „babské rady“, o kterých se můžeme dočíst na internetu, v časopisech pro zahrádkáře anebo se je dozvědět přímo od zkušených zahrádkářů. Já zde uvádím pro přehled některé z nich.

**Překážkový materiál.** Zabránění ožeru rostlin a plodin lze docílit tak, že je do okolí záhonu položen nějaký materiál, který plzáci špatně zdolávají – např. písek, popel, vaječné skořápky, vápno, piliny nebo dřevěná prkna ([http://brno.idnes.cz/zahradkari-trpi-na-zahony-utoci-spanelsti-plzaci-f70-/brno-zpravy.aspx?c=A080709\\_185630\\_brno\\_atk](http://brno.idnes.cz/zahradkari-trpi-na-zahony-utoci-spanelsti-plzaci-f70-/brno-zpravy.aspx?c=A080709_185630_brno_atk) ). Tyto překážky jsou účinné pouze tehdy, když se na ně nedostane voda. Jakmile začne pršet a tyto materiály zmoknou a vlhnou, plzáci je snadno překonají. Položené překážky navíc po navlhnutí zůstávají ležet na původním místě, pronikají do půdy a dělají nepořádek.

Mimo uvedené materiály se můžeme setkat s doporučením položit mezi záhony v průběhu června slabou vrstvu slámy (Anonyme 2003). Podle malakozoologa Michala Horskáka je v zahraničí médii doporučován buď slabý roztok kofeinu nebo přímo posypání záhonů kávovou sedlinou. Plzákům je aroma kávy odporné a snaží se mu vyhnout (Vaculová 2008).

**Odpudivé nebo lákavé aroma?** Pěstováním bylinek před záhony, které chceme chránit před ožerem slimáků, je další „babskou radou“. Některé bylinky, jako je tyminán obecný (*Thymus vulgaris*), yzop lékařský (*Hyssopus officinalis*), šalvěj (rod *Salvia*), vratič obecný (*Tanacetum*

*vulgare*), levandule (rod *Lavandula*), brutnák (rod *Borago*) nebo pelyněk pravý (*Artemisia absinthium*), mají pro plzáky odpudivé aroma.

Pro usnadnění sběru plzáků naopak můžeme použít rostliny, které jim voní lákavě: takovou rostlinou je například aksamitník (rod *Tagetes*). Na záhony lze nasypat hořčici, řeřichu nebo pohanku, protože i těmito rostlinám dávají plzáci přednost (Anonyme 2005).

**Meloun a sůl.** Od J. Janotové (osobní sdělení) jsem se dozvěděla, že plzáci se dají likvidovat za pomoci melounu a kuchyňské soli. Postup je následující: z melounu se vydlabe dužina a nechá se jen tenká vrstva přiléhající těsně ke slupce. Na slupku se poté nasype sůl a meloun se umístí poblíž ohroženého záhonu. Plzáci se po vstupu na slupku „rozpuští“.

Někteří zahrádkáři v boji proti plzákům používají obyčejnou kuchyňskou sůl. Tato metoda je levná a velmi účinná, ale také příliš drastická, navíc může způsobovat změny v pH půdy. Tuto metodu jsem osobně vyzkoušela (viz kapitola [5.4 Pokus s kuchyňskou solí](#)).

### **5.13 Ruční sběr**

Nejvíce doporučovanou metodou eliminace plzáků je ruční sběr a jejich následná likvidace. Je to neúčinnější metoda, velmi šetrná k životnímu prostředí a neohrožující další organismy. Na zahradu při něm nemusíme sypat chemické prostředky, ani nemusíme pořizovat parazitické hlístice nebo posypávat okolí záhonů materiály, které se za krátký čas stanou neúčinnými.

Ideální doba pro sběr plzáků je ráno těsně po východu slunce nebo v podvečer po západu slunce. V tu dobu plzáci vylézají ze svých úkrytů za potravou nebo za hledáním pohlavního partnera. Plzáky můžeme sbírat do nádoby a pak je zalít vroucí vodou (k usmrcení plzáků dochází během několika sekund). Vodu i s plzáky můžeme posléze vylít na kompost (Čermáková 2013).

Ruční sběr si můžeme ulehčit tím, že na zahradu umístíme kameny, cihly či prkna. Pod těmito materiály se drží vlhko, což plzáci vyhledávají, takže do těchto improvizovaných úkrytů zalezou a zahrádkář je pak snadněji posbírání (Dvořák 2012).

## **6.1 Jak zlikvidovat plzáka španělského?**

Plzák španělský je díky své žravosti nechvalně proslulý ničitel zahradních rostlin i polních plodin. Existuje mnoho doporučovaných postupů, jak plzáky likvidovat a ochránit tak svou úrodu. Tři z doporučovaných postupů pro likvidaci (viz předchozí kapitola) jsem sama vyzkoušela, abych zjistila, jestli jsou opravdu účinné. Pro ověření jsem zvolila jeden z neznámějších chemických přípravků – Vanish Slug Pellets, mechanické lapání do pивní pasti a individuální posypávání kuchyňskou solí.

## **6.2 Pokus s Vanish Slug Pellets**

Nejpoužívanější metodou, jak se zbavit invazivních plzáků, je použití chemické požerové nástrahy. Metoda je velmi jednoduchá a používá jí množství zahrádkářů. Existuje několik chemických přípravků na likvidaci plzáků (viz předchozí kapitola pojednávající o Vanish Slug Pellet), já jsem vyzkoušela právě přípravek Vanish Slug Pellets.

### **Lokalita**

Pro svůj pokus jsem zvolila soukromou zahradu o rozměrech 400 m<sup>2</sup>, která se nachází v Ústeckém kraji poblíž města Most ve vesnici Polerady (50°26'32.950"N, 13°39'12.103"E). Na této zahradě se pěstuje převážně zelenina, především rajčata, mrkev, fazole, salát, zelí, okurky a cukety. Každý rok jsou plodiny na zahradě okusovány invazivním plzákem španělským. V deštivé části roku a při oblačném počasí bývá ze zahrady odstraňováno i 50 jedinců plzáka týdně.

### **Metodika pokusu a použitý materiál**

V pokusu byla použita toxická požerová návnada a plzáci byli po jejím požití pravidelně pozorováni. K experimentu byla využita plastová nádoba naplněná zeminou ze zahrady, moluskocid a tři jedinci plzáka španělského, odchycení na témže místě. Pokus byl uskutečněn v červenci 2013, začal v dopoledních hodinách a ukončen byl následujícího dne. Objektem mého pozorování se stali tři plzáci, které jsem před pozorováním nasbírala na zahradě. Protože jsem chtěla zjistit, zda má tělesná velikost plzáka vliv na reakci na



moluskocid, vybrala jsem tři různě velké jedince. Plzák č. 1 byl dlouhý 9 cm a měl silné tělo; plzák č. 2 byl dlouhý 7 cm a štíhlý. Plzák č. 3 byl nejmenší, dosahoval délky 5 cm a měl rovněž štíhlé tělo.



Obr. 10 Tři pokusní plzáci španělští a moluskocid Vanish Slug Pellets, foto autor.

### **Průběh pozorování**

Do plastové nádoby jsem vložila zeminu a tři plzáky, dále jsem k nim nasypala moluskocid Vanish Slug Pellets. Ačkoliv jsem prováděla pravidelné kontroly, nepodařilo se mi zjistit, zda plzáci návnadu sežrali. Plzáky jsem chodila kontrolovat dvakrát do hodiny, zkoumala jsem jejich dýchací otvor a pohybovou aktivitu. První pozorování proběhlo při zakládání pokusu. Všichni tři plzáci pravidelně otevírali dýchací otvor a jejich pohybová aktivita byla normální. Při druhém pozorování po třiceti minutách nebylo na plzácích pozorováno nic neobvyklého, dosud nejevili žádné známky působení přípravku. Jejich dýchací otvory se pravidelně pohybovaly. V průběhu několika dalších pozorování se plzáci stále chovali normálně.

Teprve po dvou a půl hodinách začal drobný plzák č. 3 jevit známky intoxikace. V dýchacím otvoru se objevil sliz a jeho pohybová aktivita byla nízká. Po dalších třiceti minutách tento plzák ještě pohyboval dýchacím otvorem, avšak nepravidelně v dlouhých

časových intervalech. Po další půlhodině uhynul. K úhynu došlo zhruba po třech hodinách a třiceti minutách.

Ve stejné době plzáci č. 1 a 2 nejevili žádné známky ovlivnění moluskocidem – otevírali pravidelně dýchací otvory a vykazovali značnou pohybovou aktivitu. Změna nastala po deseti hodinách: plzák č. 2 (druhý nejmenší jedinec) začal jevit známky lehké intoxikace. V jeho dýchacím otvoru se začal objevovat sliz, vytvořený v důsledku dehydratace způsobené pozřením přípravku Vanish.

V průběhu noci plzáci kontrolováni nebyli. Při ranní kontrole jsem našla plzáka č. 2 uhynulého. Plzák č. 2 uhynul zhruba po 22 hodinách. Zbývající největší plzák stále nejevil žádné viditelné známky intoxikace; tyto se neprojeví ani při dalších kontrolách. V odpoledních hodinách, když už pozorování trvalo přes 24 hodiny a on stále nejevil známky působení moluskocidu, byl experiment ukončen. Drobné změny pohybové aktivity jsem přičítala horkému počasí, které v tu dobu vládlo, a nikoliv působení požerové návnady.

### **Závěr pozorování**

Účinek moluskocidu Vanish Slug Pellets není okamžitý, takže plzák neumírá hned po pozření nástrahy, ale jed ho zabíjí postupně během několika hodin. Moje pozorování ukázalo, že rychlost působení závisí na velikosti plzáka, protože nejmenší z plzáků uhynul během několika hodin po podání jedu, kdežto největší a nejsilnější plzák žil ještě po 24 hodinách od požití nástrahy. Plzák č. 2, střední délky a štíhlého těla, bojoval s účinky přípravku několik hodin.



Obr. 11 Plzák španělský vystavený požerové nástraze. Foto autor.

### **6.3 Pivní pasti**

Tuto mechanickou metodu lovu plzáků jsem zvolila, protože vyrobení pasti je nenáročné a materiál je lehký dostupný pro kohokoliv. Zahrádkáři tuto metodu navíc často využívají, takže návody na sestavení pasti jsou lehce sehnatelné. Pokus s pivní pastí jsem musela opakovat, protože v prvním modelu neuvízl žádný plzák. Druhá varianta pasti už úspěšná byla.

#### **Umístění první varianty pivní pasti**

Pokus probíhal na stejné zahradě jako experiment sledující vliv pokladové nástrahy. Past byla umístěna mezi záhonem polních okurek a fazolu obecného, protože zde byl vysoký výskyt plzáků.

#### **Materiál a příprava první verze pasti**

Past jsem sestavila z úzké sklenice o výšce 10 cm a průměru 5 cm. Jako návnadu jsem použila desetistupňové světlé pivo Gambrinus s obsahem alkoholu 4,3 %. Sklenici jsem zakopala mezi záhon fazolu obecného a polní okurky. Hladina piva dosahovala přibližně 5 cm pod horní okraj sklenice.

Nalíčenou past jsem chodila kontrolovat každý den v ranních a večerních hodinách po dobu jednoho týdne. Návnada byla vyměňována každý druhý den. Protože se však do pasti celý týden nechytil žádný plzák, vytvořila jsem druhou variantu pasti, umístěnou na jiném místě, a s odlišnou návnadou.

#### **Umístění druhé varianty pivní pasti**

Druhý pokus jsem umístila na okrasnou zahradu, která má rozlohu zhruba 50 m<sup>2</sup>, která se opět nachází v Ústeckém kraji poblíž města Most v obci Polerady (50°26'32.950"N, 13°39'12.103"E). I na této okrasné zahradě je každý rok odchyceno množství plzáků. Pivní past jsem nalíčila k bohyškám jitrocelovým (*Hosta plantaginea*), protože pod jejich velkými listy se plzáci často schovávají. Záhon se navíc nachází ve stinném a vlhkém koutu zahrady, což je prostředí, které plzáci vyhledávají.

## **Materiál a příprava druhé verze pasti**

Druhou variantu pivní pasti jsem vyrobila z umělohmotné lahve, a jako návnada posloužilo opět pivo. Nůžkami jsem do lahve prostříhla dva protilehlé otvory ve výši 6 cm ode dna. Otvory měly průměr 5 cm. Coby návnada posloužilo světlé pivo značky Bráník (obsah alkoholu 4,1 %), dosahující přibližně 3 cm nade dno.

Tento typ pasti se nezakopává do země (viz obrázek č. 12). Naplněnou past jsem postavila poblíž bohyšek a stabilizovala ji umístěním do mělké jamky. Past byla nalíčena v podvečer, těsně před západem slunce 29. července 2013

Již při první kontrole (jednu hodinu po umístění pasti) se po lahvi plazil jeden plzák. Při druhé kontrole, provedené v brzkých ranních hodinách, byl již plzák uvnitř láhve a utopený v pivu. Tato past byla i nadále účinná v lovení plzáků španělských a chytlo se do ní několik jedinců. Tento typ pasti jsem vyrobila na radu J. Janoty, který jí sám navrhl (J. Janota, ústní sdělení).

## **Závěr ověření účinnosti pivní pasti**

Do první, klasické varianty pivní pasti se v průběhu celého týdne nechytil ani jeden plzák. Teprve druhý typ pasti přinesl výsledky: hned první den po nastražení pasti se chytil plzák, a tato past se i nadále osvědčila v lovení plzáků. Její úspěch navíc poukázal na fakt, že pivní past nemusí být zakopaná v zemi.

Důvodů, proč první verze pasti nefungovala, je pravděpodobně několik. Předpokládám, že možným důvodem neúspěchu prvního typu pasti bylo použití nevhodného materiálu – plzáci pravděpodobně po sklu (na rozdíl od plastu) dokážou vylézt i z pasti naplněné pivem. Je také možné, že past nebyla dostatečně hluboká a plzáci byli schopni udržet se na jejím horním okraji, aniž by nevratně sklouzli na dno pasti. Nedomnívám se, že by odlišné umístění pastí hrálo roli: plzáci se vyskytovali jak na okrasné, tak v zeleninové zahradě v podobných abundancích.

Je také možné, že odlišnou účinnost lovu u dvou typů pastí způsobila odlišná návnada. V prvním případě bylo použito světlé desetistupňové pivo Gambrinus s obsahem alkoholu 4,3 %; ve druhém světlé desetistupňové pivo značky Bráník s obsahem alkoholu 4,1 %.

Je však zřejmé, že vhodně sestavená pivní past s dobře zvolenou návnadou představuje jednoduchou a efektivní zbraň v boji s invazním plzákem. Před jejím použitím je však třeba optimalizovat jak typ pasti, tak typ návnady pro lokální podmínky.



Obr. 12 pivní past s plzákem španělským. Foto autor.

#### **6.4 Pokus s kuchyňskou solí**

I tento způsob likvidace je u zahrádkářů velmi rozšířený, protože je velmi jednoduchý a finančně nenáročný s okamžitým účinkem.

#### **Lokace pokusu**

Pokus jsem prováděla na stejné zahradě, ve které probíhalo pozorování účinnosti pokladové návnady Vanish Slug Pellets. Pro použití soli jsem vybrala záhon s cuketami, protože právě zde jsem našla prvního plzáka. Zemina tu navíc v době pokusu byla potažena černou netkanou textilií, která zamezila průniku soli do půdy.

## **Materiál a metodika pokusu**

Při hubení plzáků tímto způsobem je využívána kuchyňská sůl (NaCl), kterou je plzák individuálně posypán. K úhynu dochází během několika sekund, sůl plzáka doslova rozežere. Zbytky tkání a slizu je následně potřeba ze zahrady odstranit.

## **Závěr pokusu**

Likvidace plzáků solí je neúnosně drastická. Při tomto ošetření navíc dochází k zasolování a změnám půdního pH, což má negativní vliv na růst a výnos pěstovaných rostlin. Tento způsob ničení plzáků je sice účinný, je však krutý a navíc má výrazné vedlejší účinky na chemismus zahrady. Z těchto důvodů nedoporučuji hubení plzáků solí provádět (viz kapitola o přehledu metod eliminace a eradikace plzáků – boj s plzákem španělským).



Obr. 13 Plzák španělský posypáný kuchyňskou solí. Foto autor.

## 6.5 Zhodnocení provedených experimentů

Prakticky jsem ověřila účinnost tří rozšířených způsobů hubení plzáků – dvě chemické metody a využití pivní pasti.

Působení pokladové nástrahy **Vanish Slug Pellets** začínalo až několik hodin po požití nástrahy a jeho průběh byl závislý na velikosti plzáka. Protože není jisté, zda největší použitý plzák návnadu požil, nemohu se vyjádřit k absolutnosti působení tohoto přípravku.

Druhý chemický způsob likvidace plzáků bylo jejich **individuální posypání solí**. Toto ošetření je nesmírně drastické a kruté a proto, ačkoliv účinky soli jsou okamžité a totální, jej nedoporučuji k užívání. I když je plzák španělský invazivní druh nepůvodní v ČR, neopravňuje to k užívání nehumánních metod hubení.

Poslední zkoumaný způsob eradikace plzáka představují **pivní pasti**. Postupně jsem vyzkoušela dva „výrobní vzory“, protože do prvního typu pasti se nechytil žádný plzák. Druhá verze pasti už byla o poznání účinnější. Z mého pozorování tedy vyplývá, že i když jsou pivní pasti obecně považovány za velmi účinné v lovu plzáků, neplatí to pro všechny jejich typy. Pokud je tedy zahrádkáři chtějí využít, je třeba jejich funkčnost ověřit na prototypu a teprve poté se věnovat výrobě většího množství pastí.

Všechny provedené způsoby hubení plzáků byly do určité míry účinné a pokud bych mohla, doporučila bych zahrádkářům (nechovajícím domácí zvířata) využití pokladové nástrahy Vanish Slug Pellets kombinované s instalací pivních pastí.

## 7.1 Závěr

Plzák španělský je velmi úspěšný invazivní druh, který se vyskytuje na mnoha stanovištích. Je opravdu vážným škůdcem zeleniny, ovoce, okrasných i planě rostoucích rostlin. Stále se hledají nové metody, jak zamezit jeho ničení vegetace. Zjistilo se také, že ohrožuje nejenom vegetaci, ale i domácí druhy nahých plžů: vytlačuje z jeho původních stanovišť plzáka lesního (*Arion rufus*). Možná ještě závažnějším zjištěním je schopnost páření se a hybridizace těchto dvou druhů.

Invaze plzáka je velmi úspěšná díky jeho schopnosti přizpůsobit se novým životním podmínkám. V nově osídlených lokalitách navíc nemá téměř žádné přirozené nepřátele a také je vysoce plodný. Spektrum využitelné potravy je široké, což mu rovněž usnadňuje osidlování nových území. Za posledních 60 let se rozšířil z Pyrenejského poloostrova téměř po celém evropském kontinentu (od Španělska, Velké Británie, Francie, Švédska, Norska, Dánska, Německa, Švýcarska, Itálie, České republiky, Slovenska, Polska, Maďarska, Rumunska, Ukrajiny, Litvy, Lotyšska a Chorvatska až po Slovinsko). Jeho variabilita je nesmírně vysoká, dokáže žít a rozmnožovat se v rozmezí teplot  $-3-25$  °C. Navíc má schopnost přežití zmrznutí hemolymfy a v tomto stádiu je dlouhodobě schopný přežít mráz. Je schopen adaptovat se na sucho a i když dochází k velkému odpařování vody z tělního povrchu, je schopen tolerovat dehydrataci.

Zemědělci s ním bojují, protože nechtějí přijít o úrodu. Existuje několik přípravků, tzv. moluskocidů, které plzáka hubí (např. Vanish Slug Pellets, Feramoll či Mesurol Schneckemkorn). Na boj s ním se používají i další prostředky, např. hlístice *Phasmarhabditis hermaphrodita*, které jsou celkem úspěšné, ovšem jen v boji s juvenilními jedinci, protože dospělé plzáky zahubit nedokážou. Zemědělci „sází“ i na různé zábrany a pasti. Velmi rozšířené jsou mechanické zábrany, znemožňující plzákům vstup na pozemek, jejichž účinnost může být zvýšena použitím elektrického proudu. Mezi pastmi je pak oblíbená pivní past, kterou si snadno zahrádkáři vyrobí doma. Zahrádkáři, kteří neradi používají chemické hubicí prostředky na svých zahradách a nechtějí nebo nemohou použít pasti či zábrany, volí často různé „babské rady“ (od vysazování květin, které plzáky svou vůní odpuzují, k obklopování ohrožených záhonů materiálem, po kterém se plzák neodkáže pohybovat). Nejúčinnějším ze všech způsobů boje proti invazivnímu plzákovi je ruční sběr a následné



usmrcení horkou vodou, což je však časově náročné a nelze to uskutečnit na rozsáhlých pozemcích, kde nezbývá než se spolehnout na chemickou ochranu.

Sama jsem vyzkoušela tři způsoby boje proti plzákovi: chemický přípravek (Vanish Slug Pellets), pивní past a posyp kuchyňskou solí. Všechny tři metody byly úspěšné, rozhodně je však nemohu označit za všeobecně doporučitelné. Aplikace kuchyňské soli a jedu Vanish Slug Pellets není šetrná k půdě, navíc modré granule pokladové nástrahy mohou být nebezpečné domácím zvířatům. Použití soli je nesmírně drastické a k plzákům, byť invazivním tvorům, zbytečně kruté. Pивní past je velmi jednoduchá, účinná a po strážce ohrožení chemismu zahrady nezávadná.

Novým směrem boje proti plzákům může být regulace jeho počtu za přispění dravých brouků čeledi Carabidae, kteří požírají plzáčí vajíčka i mláďata. Tento způsob biologického boje je v současnosti předmětem výzkumu. Nové metody v boji s plzákem by neměly být přehlíženy, protože tento rychle se šířící invazivní plž představuje vážnou hrozbu nejen pro zahrádkáře a zemědělce, ale také pro lokální biodiverzitu.

## **8.1 Použité zdroje :**

1. AGROMANUÁL, Mesurol schneckenkorn. 2003 [online] [cit. 2014-03-10]. Dostupné z: <http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/insekticidy/insekticid/mesurol-schneckenkorn.html>
2. AGROMANUÁL, Mesurol schneckenkorn. 2006A [online]. [cit.2014-03-12]. Dostupné z: [http://www.agromanual.cz/download/pdf\\_etiketa/e\\_mesurol\\_schneckenkorn.pdf](http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_mesurol_schneckenkorn.pdf)
3. AGROMANUÁL, Mesurol schneckenkorn. 2006B [online]. [cit.2014-03-12]. Dostupné z: [http://www.agromanual.cz/download/pdf\\_bezpecnost/bl\\_mesurol\\_schneckenkorn.pdf](http://www.agromanual.cz/download/pdf_bezpecnost/bl_mesurol_schneckenkorn.pdf)
4. AGROMANUÁL, Nemaslug. 2006B [online]. [cit.2014 -03-17]. Dostupné z: [http://www.agromanual.cz/download/pdf\\_etiketa/e\\_nemaslug.pdf](http://www.agromanual.cz/download/pdf_etiketa/e_nemaslug.pdf)
5. ANIMALBASE *Arion Ater*. 2013 [online]. [cit. 2014-04-02]. Dostupné z: <http://www.animalbase.uni-goettingen.de/zooweb/servlet/AnimalBase/home/species?id=1242>
6. ANONYME 2003 *Naše krásná zahrada: největší evropský magazín o zahradách*. praha: Burda Praha s.r.o., roč. 10, č. 6. ISSN 1211 – 4995
7. ANONYME 2005 *Naše krásná zahrada: největší evropský magazín o zahradách*. praha: Burda Praha s.r.o., roč. 8, č. 5. ISSN 1211 – 4995
8. BIOLIB. Pulmonata (plicnatí). 2013 [online]. [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: <http://www.biolib.cz/cz/taxon/id2539/>
9. ČERMÁKOVÁ, M. Plzáky posbírejte a spařte. Nebo jim usekněte hlavu, radí malakoložka. *Hobby.cz*. 2013. Dostupné z: [http://hobby.idnes.cz/panelsky-plzak-slimak-likvidace-dqo-/hobby-zahrada.aspx?c=A130627\\_143722\\_hobby-zahrada\\_mce](http://hobby.idnes.cz/panelsky-plzak-slimak-likvidace-dqo-/hobby-zahrada.aspx?c=A130627_143722_hobby-zahrada_mce)

10. DREIJERS, E, H REISOVÁ, J REISE a M.G. HUTCHINSON. 2013. Mating of the slug *Arion lusitanicus* auct. non Mabilie and *A. rufus* (L.): Different genitalia and mating behaviours are in complete barriers to intersecific sperm exchange. *Journal of Molluscan Studies*, č. 59, 51–63.
11. DVOŘÁK, L. 2012. Kdo je plzák španělský aneb nekonečný příběh. *Zahradkář*, č. 7, 34–36.
12. DVOŘÁK, L. a M. HORSÁK. 2003. Současné poznatky o plzáku *Arion lusitanicus* (Mollusca: Pulmonata) v České republice – *Čas. Slez. Muz. Opava* (A) 52: 67 –71.
13. GRABER, C a H. SUTER. 2004. *Jak vyhnat plže ze zahrady: proti hlemýžďům a ostatním plžům bez jedů, ale úspěšně a trvale*. Praha: Víkend, 62 s. ISBN 80-722-2346-1
14. HAGNELL, J, Ch SCHANDER, M NILSSON, RAGNARSSON, H VASTAR, A M WOLLKOPF a PROSCHWITZ. 2006. How to trap a slug: Commercial versus homemade slug traps. *Crop Protection*, č. 25, 212–215.
15. HORSÁK, M, L. JUŘIČKOVÁ a J. PICKA. 2013. *Měkkýši České a Slovenské republiky = Molluscs of the Czech and Slovak Republics*. 1st ed. Zlín: Kabourek, 264 s. ISBN 978-80-86447-15-5
16. INDICKÝ BĚŽEC, *Indický běžec a slimáci*. [online]. 2014 [cit. 2014-03-15]. Dostupné z: <http://www.indickybezec.cz/plzak-spanelsky/>
17. JUŘIČKOVÁ, L. 2006. *Arion lusitanicus*: Plzák španělský. In: *Nepůvodní druhy fauny a flory české republiky*. Jiří Mlíkovský. Praha: český svaz ochránců přírody, s. 215-216. ISBN 80-86770-17-6.
18. JUŘIČKOVÁ L., 1995: Škůdce mezi měkkýši plzák *Arion lusitanicus* v ČR. *Živa* 42, 1: 30.

19. KOZŁOWSKI, J. 2005. Host plants and harmfulness of the *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 slug. *Journal of plant protection research*. roč. 45, č. 3, 222–233.
20. KOZŁOWSKI, J. 2007. The distribution, biology, population dynamics and harmfulness of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Poland. *Journal of plant protection research*. roč. 47, č. 3., 219 - 230
21. KOZŁOWSKI, J, R.J. KOZŁOWSKI. 2011. Expansion of the invasive slug species *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: stylommatophory) and dangers to garden crops - A literature review with some new data. *Folia malacologica*. roč. 19, č. 4, 249–258.
22. KOZŁOWSKI, J. 2012. The significance of alien and invasive slug species for plant communities in agrocenoses. *Journal of plant protection research*. roč. 52, č. 1, 67–76.
23. KOZŁOWSKI, J, T.KALUSKI, M. JASKULSKÁ a M. KOZŁOWSKÁ. 2010. Initial evaluation of the effectiveness of selected active substances in reducing damage to rape plants caused by *Arion lusitanicus* (Gastropoda, Pulmonata, Arionidae). *JOURNAL OF PLANT PROTECTION RESEARCH*. č. 4., s 520 - 526
24. KOZŁOWSKI, J a R SIONEK. 2000. Seasonal fluctuations of abundance and age structure of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae). *Folia Malacologica*. roč. 8, č. 4 271 - 276
25. KOZŁOWSKI, Jan a Rafael SIONEK. 2001. Mating behaviour of *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae). *Folia Malacologica* roč. 9, č. 4, s. 217–221.
26. LAZNIK, Z., D. KRIZAJ a S. TRDAN. 2011. The effectiveness of electrified fencing using copper electrodes for slug (*Arion* spp.) control with direct electric current and voltage. *Spanish Journal of Agricultural Research*. roč. 9, č. 3, s. 894–900.

27. NEUDORFF 2014, Ferramol. [online].[cit. 2014-03-17]. Dostupné z:  
<http://www.neudorff.cz/?1066>
28. PAPUREANUOVÁ, A.M, H. REISEOVÁ a A.VARGA. 2014. First records of the invasive slug *Arion lusitanicus* auc. nom Mabille (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae) in Romania. *Malacologica Bohemoslovaca*. č. 13, s. 6–11.
29. PESTCONTROL, Vanish Slug Pellets. [online]. 2012.[cit.2014-03-10]. Dostupné z:  
[http://www.pestcontrol.cz/b\\_listy/Vanish%20Slug%20Pellets.pdf](http://www.pestcontrol.cz/b_listy/Vanish%20Slug%20Pellets.pdf)
30. PIANEZZOLOVÁ, E, S ROTH a B. A. HATTELAND. Predation by carabid beetles on the invasive slug *Arion vulgaris* in an agricultural semi-field experiment. *Bulletin of Entomological Research*. 2013, č. 103, s. 225–232.
31. POTAPNICEK. Past na slimaky a plzáky s návnadovým roztokem.[online]. 2011. [cit.2014-03-18] Dostupné z:<http://www.potapnicek.cz/past-na-slimaky>
32. RABITSCH, W. *DAISIE 2006: Delivering Alien Invasive Species Inventories for Europe*. *Arion Vulgaris* [online]. 2006 [cit. 2014-04-02]. Dostupné z:  
[http://www.europe-aliens.org/pdf/Arion\\_vulgaris.pdf](http://www.europe-aliens.org/pdf/Arion_vulgaris.pdf)
33. QUINTEIRO, J, J RODRIGUEZ-CASTRO, J CASTELLEJO a M. REY-MÉNDEZ. 2005. Phylogeny of slug species of the genus *Arion*:evidence of monophyly of Iberian endemics and of the existence of relict species in Pyrenean refuges. *JZS*. roč. 42, č. 2, 139–148.
34. SIONEK, Rafael a Jan KOZLOWSKI. 2001. Spermatophore formation and transfer in *Arion lusitanicus* Mabille, 1868 (Gastropoda: Pulmonata: Arionidae). *Folia malacologica*. roč. 9, č. 3, 149–154.
35. SLOTSBOVÁ S. 2012: Ecophysiology and Life History of the Slug *Arion lusitanicus*. PhD. thesis, Aarhus University. 80 str.

36. SLOTSBOVÁ, S, L.M HANSEN a M HOLMSTRUP. 2011. Low temperature survival in different life stage of the Iberian slug *Arion lusitanicus*. *Cryobiology*. č. 62, s. 68–73.
37. SLOTSBOVÁ, S, K VINCETSOVÁ - FISKERVOÁ, L.M HANSEN a M HOLMSTRUP. 2011. Drought tolerance in eggs and juveniles of the Iberian slug, *Arion lusitanicus*. *Journal of comparative physiology B.*, č. 181, 1001–1009.
38. SLOTSBOVÁ, S, C DAMGAARD, L.M. HANSEN a M. HOLMSTRUP. 2013. The influence of temperature on life history traits in the Iberian slug, *Arion lusitanicus*. *Annals of Applied Biology*. č. 162, s.80 - 88
39. SPEISER, B., J.G. ZALLER a A. NEUDECKER. 2001. Size-specific susceptibility of the pest slugs *Deroceras reticulatum* and *Arion lusitanicus* to the nematode biocontrol agent *Phasmarhabditis hemaphrodita*. *BioControl*. č. 46, s. 311–320.
40. VACULOVÁ, H. 2008. Zahrádkáři trpí: Na záhony útočí španělští plzáci. *IDNES.cz* [online]. [cit. 2014-03-02]. Dostupné z: [http://brno.idnes.cz/zahradkari-trpi-na-zahony-utoci-spanelsti-plzaci-f70-/brno-zpravy.aspx?c=A080709\\_185630\\_brno\\_atk](http://brno.idnes.cz/zahradkari-trpi-na-zahony-utoci-spanelsti-plzaci-f70-/brno-zpravy.aspx?c=A080709_185630_brno_atk)
41. WEIDEMA, I. 2006: NOBANIS – Invasive Alien Species Fact Sheet – *Arion lusitanicus*. Online Database of the North European and Baltic Network on Invasive Alien Species – NOBANIS; [www.nobanis.org](http://www.nobanis.org), staženo 4. 4. 2014
42. WELTER-SCHULTES F. 2012. European non-marine molluscs, a guide for species identification. Göttingen Planet Poster Editions, 679 str.

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta**

**M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce před její  
obhajobou**

Závěrečná práce:

Druh práce	
Název práce	
Autor práce	

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora. Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení. Jsem si vědom/a, že pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny dané práce lze pouze na své náklady a že úhrada nákladů za kopírování, resp. tisk jedné strany formátu A4 černobíle byla stanovena na 5 Kč.

V Praze dne \_\_\_\_\_

Jméno a příjmení žadatele	
Adresa trvalého bydliště	

\_\_\_\_\_  
Podpis žadatele

**Univerzita Karlova v Praze, Pedagogická fakulta**

**M. D. Rettigové 4, 116 39 Praha 1**

**Prohlášení žadatele o nahlédnutí do listinné podoby závěrečné práce**

**Evidenční list**

Jsem si vědom/a, že závěrečná práce je autorským dílem a že informace získané nahlédnutím do zveřejněné závěrečné práce nemohou být použity k výdělečným účelům, ani nemohou být vydávány za studijní, vědeckou nebo jinou tvůrčí činnost jiné osoby než autora. Byl/a jsem seznámen/a se skutečností, že si mohu pořizovat výpisy, opisy nebo rozmnoženiny závěrečné práce, jsem však povinen/povinna s nimi nakládat jako s autorským dílem a zachovávat pravidla uvedená v předchozím odstavci tohoto prohlášení.

Poř. č.	Datum	Jméno příjmení	Adresa trvalého bydliště	podpis
1.				
2.				
3.				
4.				
5.				
6.				
7.				
8.				
9.				
10.				