

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Darja VERLIČ

**LABORATORIJSKO PREUČEVANJE
LIMACIDNEGA DELOVANJA IZBRANIH SNOVI NA
LAZARJE (*Arion* spp., Gastropoda, Arionidae)**

DIPLOMSKO DELO

Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

Ljubljana, 2012

UNIVERZA V LJUBLJANI
BIOTEHNIŠKA FAKULTETA
ODDELEK ZA AGRONOMIJO

Darja VERLIČ

**LABORATORIJSKO PREUČEVANJE LIMACIDNEGA DELOVANJA
IZBRANIH SNOVI NA LAZARJE (*Arion* spp., Gastropoda, Arionidae)**

DIPLOMSKO DELO
Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja

**LABORATORY RESEARCH ON MOLUSCICIDAL ACTIVITY OF
SELECTED SUBSTANCES AGAINST *Arion* SLUGS (Gastropoda,
Arionidae)**

B. SC. THESIS
Professional Study Programmes

Ljubljana, 2012

Diplomsko delo je zaključek Visokošolskega strokovnega študija Kmetijstvo – agronomija in hortikultura – 1. stopnja. Delo je bilo opravljeno na Katedri za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Študijska komisija Oddelka za agronomijo je za mentorja diplomskega dela imenovala prof. dr. Stanislava Trdana.

Komisija za oceno in zagovor:

Predsednik: prof. dr. Franc BATIČ
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Stanislav TRDAN
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Član: prof. dr. Marijana JAKŠE
Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo

Datum zagovora:

Diplomsko delo je rezultat lastnega dela. Podpisana se strinjam z objavo svojega diplomskega dela na spletni strani Digitalne knjižnice Biotehniške fakultete. Izjavljam, da je delo, ki sem ga oddala v elektronski obliki, identično tiskani verziji.

Darja VERLIČ

KLJUČNA DOKUMENTACIJSKA INFORMACIJA

ŠD	Dv1
DK	UDK 632.64:632.951(043.2)
KG	limacidi/laboratorijsko preizkušanje/ <i>Arion</i> spp./lazarji/natrijev dodecil sulfat/Pirimor 50 WG/Delfin WG/kofein/smrtnost/učinkovitost
AV	VERLIČ, Darja
SA	TRDAN, Stanislav (mentor)
KZ	SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101
ZA	Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
LI	2012
IN	LABORATORIJSKO PREUČEVANJE LIMACIDNEGA DELOVANJA IZBRANIH SNOVI NA LAZARJE (<i>Arion</i> spp., Gastropoda, Arionidae)
TD	Diplomsko delo (Visokošolski strokovni študij – 1. stopnja)
OP	IX, 28 str., 8 pregl., 10 sl., 39 vir.
IJ	sl
JI	sl/en
AI	V laboratorijskem poskusu smo z metodo vbrizgavanja v prebavilo lazarjev (<i>Arion</i> spp.) preizkušali limacidno učinkovitost štirih različnih snovi: pripravkov Delfin WG in Pirimor 50 WG ter kofeina in natrijevega dodecil sulfata. Učinkovitost smo preizkušali pri štirih različnih koncentracijah (1,25; 2,5; 5; 10 %) in v treh različnih odmerkih (0,062; 0,125; 0,25 ml). V vsako plastično petrijevko smo dali svež list solate, ki je služil kot dopolnilna hrana polžu, ter navlažen tampon in enega polža, ki smo mu pred tem v prebavilo vbrizgali snov. V kontrolnem obravnavanju smo uporabili polže, ki smo jim vbrizgali destilirano vodo. Največji limacidni potencial ima snov natrijev dodecil sulfat, ki je pokazal zadovoljivo delovanje že pri manjših koncentracijah. Pri vbrizgavanju smo 100 % smrtost lazarjev ugotovili v obravnavanjih s pripravkom Delfin WG (0,25 ml v 10 % koncentraciji, 0,25 ml v 5 % koncentraciji in 0,25 ml v 2,5 % koncentraciji), z natrijevim dodecil sulfatom (0,25 ml v 10 % koncentraciji, 0,125 ml v 10 % koncentraciji, 0,062 ml v 10 % koncentraciji, 0,25 ml v 5 % koncentraciji, 0,125 ml v 5 % koncentraciji, 0,062 ml v 5 % koncentraciji in 0,25 ml v 2,5 % koncentraciji), kofeinom (0,25 ml v 10 % koncentraciji, 0,125 ml v 10 % koncentraciji in 0,25 ml v 5 % koncentraciji) in pripravkom Pirimor 50 WG (0,25 ml v 10 % koncentraciji, 0,125 ml v 10 % koncentraciji, 0,062 ml v 10 % koncentraciji, 0,25 ml v 5 % koncentraciji in 0,125 ml v 5 % koncentraciji). Najboljše limacidno delovanje na lazarje smo dosegli z natrijevim dodecil sulfatom v 2,5 % koncentraciji.

KEY WORDS DOCUMENTATION

ND Dv1

DC UDC 632.64:632.951(043.2)

CX moluscicides/laboratory testing/*Arion* spp./slugs/sodium dodecyl sulfate/Pirimor 50 WG/Delfin WG/cafeine/mortality/efficacy

AU VERLIČ, Darja

AA TRDAN, Stanislav (supervisor)

PP SI-1111 Ljubljana, Jamnikarjeva 101

PB University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy

PY 2012

TY LABORATORY RESEARCH ON MOLUSCICIDAL ACTIVITY OF SELECTED SUBSTANCES AGAINST *Arion* SLUGS (Gastropoda, Arionidae)

DT B. Sc. Thesis (Professional Study Programmes)

NO IX, 28 p., 8 tab., 10 fig., 39 ref.

LA sl

Al sl/en

AB In lab experiment we have used injection method of active substances into digestive system of slugs (*Arion* spp.). We were testing effectiveness of four different substances: Delfin WG, Pirimor 50 WG, caffeine, and sodium dodecyl sulfate. For the trial effectiveness we have used four different concentrations (1.25; 2.5; 5 and 10 %) and three different doses (0.062; 0.125 and 0.25 ml). In every Petri dish we put fresh lettuce leaf (as a food supplement for slugs), damp tampon (as a source of humidity) and one slug which had been injected active substance into his digestive system. Control group was injected with distilled water. Our aim was to establish effectiveness of each active substance based on slug's mortality rate. We have achieved highest molluscicidal potential with sodium dodecyl sulfate substance, which showed satisfactory results in smaller concentrations. After the injection we determined 100 % mortality of slugs in treatments with Delfin WG (0.25 ml in 10 % concentration, 0.25 ml in 5 % concentration and 0.25 ml v 2.5 % concentration), sodium dodecyl sulfate (0.25 ml in 10 % concentration, 0.125 ml in 10 % concentration, 0.062 ml in 10 % concentration, 0.25 ml in 5 % concentration, 0.125 ml in 5 % concentration, 0.062 ml in 5 % concentration and 0.25 ml in 2.5 % concentration), caffeine (0.25 ml in 10 % concentration, 0.125 ml in 10 % concentration and 0.25 ml in 5 % concentration), and Pirimor WG (0.25 ml in 10 % concentration, 0.125 ml in 10 % concentration, 0.062 ml in 10 % concentration, 0.25 ml in 5 % concentration and 0.125 ml in 5 % concentration). The highest (100 %) mortality of slugs has been achieved with sodium dodecyl sulfate in 2.5 % concentration.

KAZALO VSEBINE

	Str.
Ključna dokumentacijska informacija	IV
Key words documentation	V
Kazalo vsebine	VI
Kazalo preglednic	VIII
Kazalo slik	VIII
Okrajšave in simboli	IX
1 UVOD	1
1.1 POVOD ZA RAZISKAVO	1
1.2 DELOVNA HIPOTEZA	1
1.3 CILJ RAZISKAVE	1
2 PREGLED OBJAV	2
2.1 SISTEMATIKA POLŽEV	2
2.1.1 Deblo Mollusca - mehkužci	2
2.1.2 Podrazred Pulmonata - pljučarji	3
2.1.3 Družina Arionidae - lazarji	3
2.1.3.1 Rdeči lazar (<i>Arion rufus</i> [L.])	4
2.1.3.2 Gozdni lazar (<i>Arion ater</i> [L.])	4
2.1.3.3 Vrtni lazar (<i>Arion hortensis</i> [Ferussac])	4
2.1.3.4 Rjavi lazar (<i>Arion subfuscus</i> [Draparnaud])	4
2.2 TELESNA ZGRADBA POLŽEV	5
2.2.1 Krvožilni in dihalni sistem	6
2.2.2 Prebavni sistem	6
2.3 NAČIN ŽIVLJENJA POLŽEV	7
2.3.1 Razmnoževanje	7
2.3.2 Odlaganje jajčec	7
2.3.3 Premikanje	7
2.3.4 Preživetje	8
2.4 PREHRANA POLŽEV	8
2.5 DEJAVNIKI, KI UGODNO VPLIVAJO NA POJAV POLŽEV	9
2.6 POŠKODBE RASTLIN, POVZROČENE ZARADI NAPADA POLŽEV	9
2.7 ZATIRANJE POLŽEV	10
2.7.1 Zgodovina zatiranja	10
2.7.2 Okoljsko sprejemljivo zatiranje	11
2.7.3 Kemično zatiranje	11
2.7.3.1 Ferramol	12
2.7.3.2 Metaldehid	12
2.7.3.3 Metiokarb	12
3 MATERIALI IN METODE	13
3.1 POTEK POSKUSA	13
3.2 SNOVI, UPORABLJENE V POSKUSU	17
3.2.1 Delfin WG	17
3.2.2 Pirimor 50 WG	17

3.2.3	Kofein	17
3.2.4	Natrijev dodecil sulfat (SDS)	17
4	REZULTATI	18
4.1	GENERALNA ANALIZA SMRTNOSTI LAZARJEV GLEDE NA PREIZKUŠANO SNOV	18
4.2	GENERALNA ANALIZA SMRTNOSTI LAZARJEV GLEDE NA ČAS VBRIZGAVANJA SNOVI	18
4.3	INDIVIDUALNA ANALIZA SMRTNOSTI LAZARJEV	19
5	RAZPRAVA IN SKLEPI	23
5.1	RAZPRAVA	23
5.2	SKLEPI	24
6	POVZETEK	25
7	VIRI	26
	ZAHVALA	

KAZALO PREGLEDNIC

Pregl. 1:	Sestavine za pripravo raztopine v poskusu	14
Pregl. 2:	Povprečna smrtnost lazarjev pri izpostavljenosti štirih preizkušanim snovem	18
Pregl. 3:	Smrtnost lazarjev (<i>Arion</i> spp.) glede na čas po vbizgavanju snovi	18
Pregl. 4:	Smrtnost lazarjev (<i>Arion</i> spp.) po vbizgavanju s pripravkom Delfin WG	19
Pregl. 5:	Smrtnost lazarjev (<i>Arion</i> spp.) po vbizgavanju natrijevega dodecil sulfata	20
Pregl. 6:	Smrtnost lazarjev (<i>Arion</i> spp.) po vbizgavanju kofeina	21
Pregl. 7:	Smrtnost lazarjev (<i>Arion</i> spp.) po vbizgavanju pripravka Pirimor 50 WG	22
Pregl. 8:	Smrtnost lazarjev (<i>Arion</i> spp.) po vbizgavanju destilirane vode	22

KAZALO SLIK

Sl. 1:	Sistematika mehkužcev (Milevoj, 2007)	2
Sl. 2:	Prikaz razširjenosti lazarjev (<i>Arion</i> spp.) v svetu (Discover life, 2012)	3
Sl. 3:	Telesna zgradba polža iz družine lazarjev (foto: D. Verlič)	5
Sl. 4:	Shematski prikaz polževega žrela (foto: D. Verlič)	6
Sl. 5:	Prehranjevanje lazarja (foto: J. Rupnik)	8
Sl. 6:	Lazarji nabrani na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani (foto: D. Verlič)	13
Sl. 7:	Petrijevka z navlaženim tamponom, listom solate in lazarjem (foto: D. Verlič)	14
Sl. 8:	Tehtanje snovi pred pripravo raztopine za vbizgavanje (foto: D. Verlič)	15
Sl. 9:	Vbizgavanje snovi v prebavilo lazarja (foto: D. Verlič)	15
Sl. 10:	Polž, ki je umrl zaradi vbizgavanja snovi (foto: D. Verlič)	16

OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

itd.	in tako dalje
npr.	na primer
SDS	natrijev dodecil sulfat
DDT	Dikloro-Difenil-Trikloroetan
WG	močljiva zrnca

1 UVOD

1.1 POVOD ZA RAZISKAVO

Množičen pojav polžev pomeni za kmetovalce, vrtnarje in vrtičkarje velik izziv. Velika večina polžev je neškodljivih. Med pomembnejše gospodarsko škodljive vrste v kmetijstvu sodijo polži brez hišice, kot so lazarji (*Arionidae*) in slinarji (*Limacidae*). Škodo povzročajo s prehranjevanjem z rastlinami in rastlinskimi ostanki. Liste lahko uničijo hitreje, kot lahko rastline rastejo. Hranijo se tudi s sadjem in zelenjavo, na katerih pred pravilom povzročajo luknje z gladkimi robovi. S tem pa so pridelki zaradi estetskih razlogov neustrezni za prodajo in so bolj dovzetni na pojav bolezni. Polži so škodljivi predvsem ponoči in ob oblačnih dneh. Najbolj škodljivi so za mlade rastline, saj jih lahko v eni noči v celoti pojedjo.

Naša raziskava je nadaljevanje raziskave, ki je potekala v letih 2008 in 2009 na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani, kjer so v laboratorijskem poskusu preizkušali limacidno delovanje 26 snovi v 89 različnih obravnavanjih (Laznik in sod., 2010; Mihičinac, 2010). Uporabili smo izbrane snovi, ki so se v omenjeni raziskavi izkazale za najbolj učinkovite.

1.2 DELOVNA HIPOTEZA

Predvidevamo, da snovi, ki smo jih preučili v našem poskusu, različno delujejo na lazarje, pri čemer se kažejo razlike v smrtnosti lazarjev. Predvidevamo, da obstajajo razlike v učinkovitosti iste snovi, v različnih koncentracijah.

1.3 CILJ RAZISKAVE

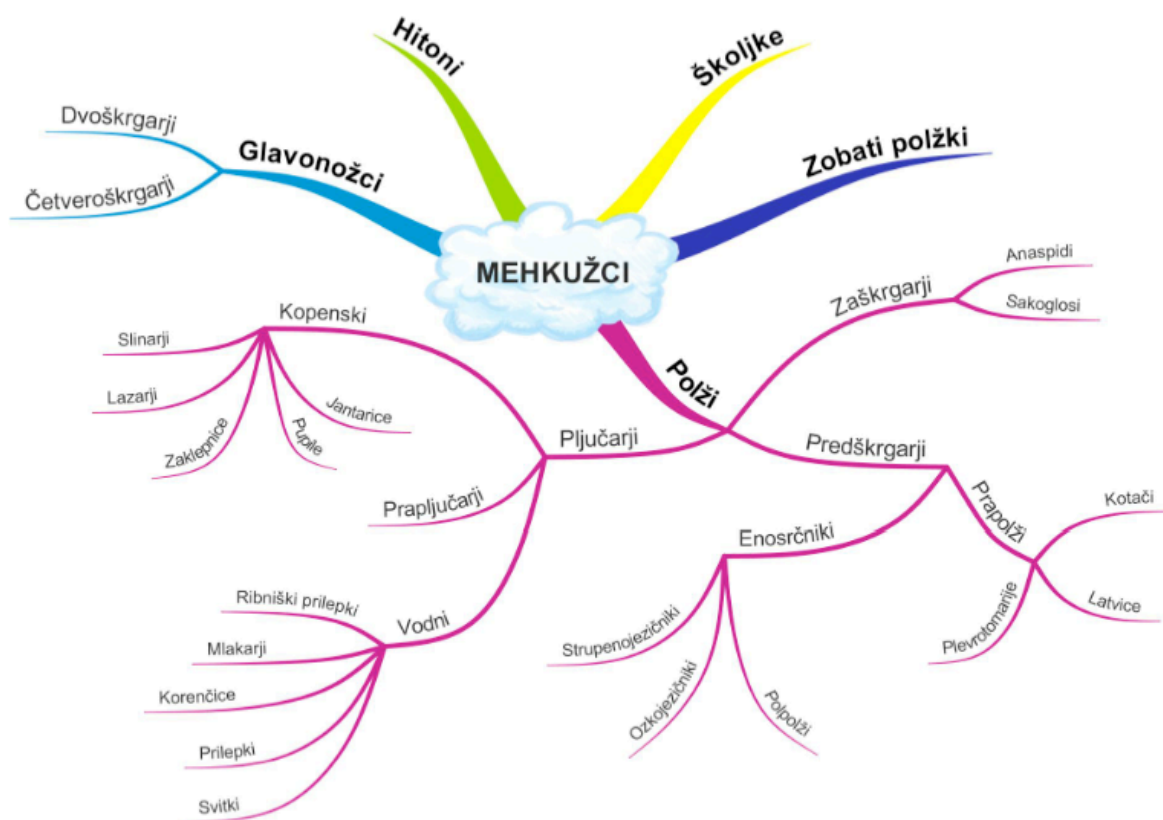
Cilj naše raziskave je bil ugotoviti, katera od preučevanih štirih snovi (*Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*, pirimikarb, kofein in natrijev dodecil sulfat) z vbrizgavanjem najbolj učinkovito zatira lazarje (*Arion* spp.), ter katera koncentracija izbranih snovi je najbolj učinkovita in hkrati okoljsko najbolj sprejemljiva.

Rezultate naše raziskave bo mogoče uporabiti pri nadaljnjih raziskavah zatiranja lazarjev (*Arion* spp.) na okoljsko sprejemljiv način.

2 PREGLED OBJAV

2.1 SISTEMATIKA POLŽEV

Polže uvrščamo v kraljestvo Animalia (živali), deblo Mollusca (mehkužci) in razred Gastropoda (polži). Podrazredi polžev so štirje, v Sloveniji so zastopani trije: Pulmonata (pljučarji), Opisthobranchia (zaškrigarji) in Prosobranchia (predškrigarji). Pljučarji živijo predvsem na kopnem in so rastlinojedi ali plenilci. Zaškrigarji in predškrigarji živijo v vodah (Milevoj, 2007).



Slika 1: Sistematika mehkužcev (Milevoj, 2007)

2.1.1 Deblo Mollusca - mehkužci

Mehkužci so druga najboljšežnejša skupina nevretenčarjev (najštevilčnejši so členonožci), saj štejejo več kot 100.000 živečih in okoli 35.000 izumrlih vrst, ki so jih našli kot fosile. Prvi prednik mehkužcev je živel na skalnatem dnu plitvega morja. Velikost mehkužcev je različna, od nekaj milimetrov do 20 m (pri nekaterih glavonožcih). So najrazličnejših oblik in naseljujejo vsa vlažna in mokra okolja, sladke in slane vode, vlažna tla, našli pa so jih celo v puščavah (Marcon in Mongini, 1986).

Imajo nečlenjeno telo, na katerem ločimo glavo, nogo, plašč in lupino. Koža je mehka in v njej so sluzne žleze. So dvospolniki ali pa so ločenih spolov (Virant, 1997).

2.1.2 Podrazred Pulmonata – pljučarji

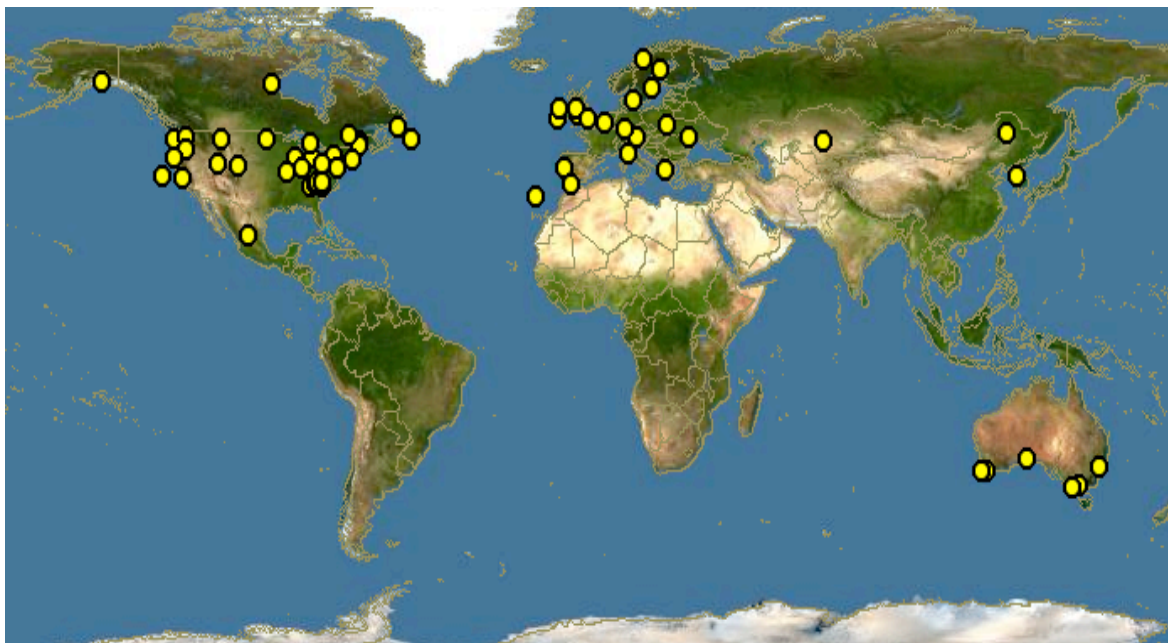
Pljučarji živijo predvsem na kopnem, veliko jih najdemo v sladkih vodah. Redke vrste se pojavljajo v morju. Večina ima hišico spiralno zavito, mnogo manj je kapičastih. Hišica je pogosto zakrnela, včasih le toliko, da polž ne more več vanjo, lahko pa tudi povsem. Vsi goli pljučarji živijo na kopnem (Velkovrh, 2003).

Pljučarji se delijo v tri redove: Archaeopulmonata (prapljučarji), Basommatophora (vodni pljučarji in Stylommatophora (kopenski pljučarji). Kopenski pljučarji so dvospolniki, ki imajo skupno izvodilo moških in ženskih spolnih žlez. Družine, v katerih so rastlinojedi polži, ki povzročajo škodo na kmetijskih rastlinah, so tri: Arionidae (lazarji), Limacidae (slinarji) in Helicidae (veliki polži) (Milevoj, 2007).

2.1.3 Družina Arionidae – lazarji

Večina lazarjev je velikih le od 2 do 4 cm. Nekatere vrste se lahko pojavljajo na vrtovih tudi v večjem številu. Vrsto lahko določimo le po drobovju (Velkovrh, 2003).

Lazarji imajo brazgotinast plašč in dihalno odprtino v prednjem delu plaščnega ščita. Nimajo cevaste povezave (cevke) po telesu. Živali so enobarvne, rjavkaste ali sivkaste ali pa imajo bočno po telesu temnejše pege. Razlikujejo se po spolnem traktu. Hranijo se predvsem z rastlinsko hrano, redkeje z odpadki ali mrhovino. Pri nas živi devet vrst lazarjev (slika 2) (Milevoj, 2007).



Slika 2: Prikaz razširjenosti lazarjev (*Arion* spp.) v svetu (Discover life, 2012)

2.1.3.1 Rdeči lazar (*Arion rufus* [L.])

Rdeči lazar lahko zraste tudi do 15 cm. Je oranžnordeče barve. Podplat je siv, vendar je rob podplata navadno rdečkast. Pojavlja se v toplejših območjih zahodne in srednje Evrope (Horvat in Sivec, 2003).

Rdečega lazarja vedno bolj izpodriva požrešnejši španski lazar (*Arion lusitanicus*) (Novi ..., 2008), katerega prihod v naše kraje še ni popolnoma pojasnjen. Zanesljivo razlikovanje med rdečim lazarjem in španskim lazarjem je za laika komaj mogoče. Natančna razvrstitev je mogoča le na podlagi anatomske preiskave (razlike v spolnem traktu) (Schnitzer, 1990).

Njihov življenjski prostor je zelo raznolik, npr. žive meje, vrtovi, livade, gozdovi in močvirja. Najdemo jih na kisljih tleh pa vse do 1800 m nadmorske višine. Na leto se oblikuje po en rod. Po parjenju začnejo osebki v začetku septembra odlagati jajčeca. Polži živijo od 12 do 14 mesecev. Njihova prehrana je sestavljena iz približno 5 % beljakovin živalskega izvora, 60 % sveže rastlinske hrane in 35 % odmrle rastlinske snovi (Schnitzer, 1990).

2.1.3.2 Gozdni lazar (*Arion ater* [L.])

Gozdni lazar je dolg od 10 do 13 cm. Naseljuje srednjo in zahodno Evropo. Lahko je različnih barv, navadno pa je rjavo ali črno obarvan. Podplat (noga) je živo oranžne barve (Horvat in Sivec, 2003).

2.1.3.3 Vrtni lazar (*Arion hortensis* [Ferussac])

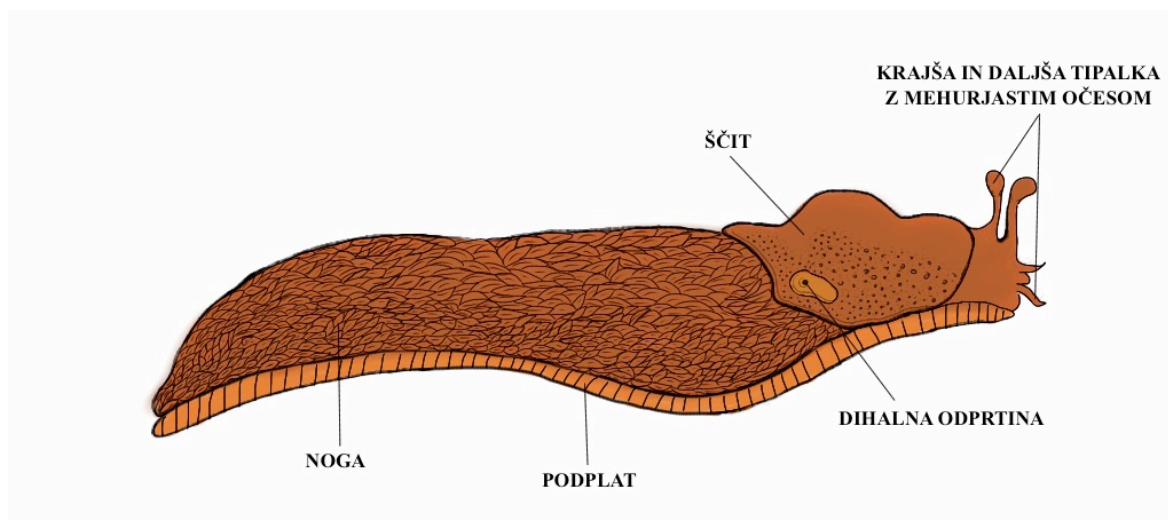
Ti polži živijo na talnem površju oziroma v vrhnji plasti tal in povzročajo največ škode na zelenjavi. Najbolj ogrožajo kalčke, mlade rastline, solato, zelje in drugo. Najdemo jih lahko na travnikih, njivah in v parkih. Vrtni lazar ne potuje na večje razdalje, ampak je zelo navezan na en kraj. Navadno imajo en rod na leto. Mladiči se izležejo spomladi in do zime spolno dozori. V gnezdih vrtnega lazarja najdemo od 10 do 30 jajčec. Odrasli polži merijo od 3 do 5 cm. So črni, proti podplatu sivkasti. Podplat je rumene do oranžne barve (Schnitzer, 1990).

2.1.3.4 Rjavi lazar (*Arion subfuscus* [Draparnaud])

Rjavi lazar se najraje zadržuje na gobah, hrani pa se tudi s sadjem in deli rastlin. Razširjen je po vsej Evropi. Lahko je rumeno ali sivorjavo obarvan, v dolžino meri od 3,5 do 8 cm. Ščitek pokriva sprednjo tretjino telesa. Hrbtna stran zadnjih dveh tretjin telesa ima široko vzdolžno temnejšo progo (Horvat in Sivec, 2003).

2.2 TELESNA ZGRADBA POLŽEV

Imajo mehko telo, pokrito z epitelom, ki nenehno izloča sluz. Sestavljeno je iz glave, trupa in podplataste noge (slika 3). Na glavi sta dva para uvihljivih tipalk, na drugem paru so oči (Vrabl, 1992).



Slika 3: Telesna zgradba polža iz družine lazarjev (foto: D. Verlič)

Glava polža je na sprednjem koncu noge in se od nje ne loči ostro. Na glavi ima polž usta, krajši par tipalk s čutili za tip in toploto ter daljši par tipalk, na koncu katerih so oči. Vse tipalke lahko polž v primeru nevarnosti potegne v notranjost glave (Ećimović in Velkovrh, 1992).

Polži in lazarji se premikajo s široko nogo. Mišice v njej se valovito premikajo po podlagi in prestavljajo telo naprej. Za lažje drsenje po podlagi izloča noga veliko sluzi, ki ostaja za polžem kot sled (Enciklopedija živali, 2002). Povrhnjica noge deluje kot čutilo, ki je sposobno zaznavati tudi zunanjo temperaturo. V povrhnjici poteka tudi delna izmenjava plinov iz telesa (Ećimović in Velkovrh, 1992).

Z očmi, ki jih ima na koncu daljših tipalk, vidi polž le predmete v neposredni bližini. Ko so postavili polže v areno, ki je bila obdana s črnimi kartonskimi deščicami, tako da so bile med njimi ustrezne špranje, so polži našli špranje, ki so bile med deščicami. Sledi so pokazale, da so se 5 cm pred deščicami preusmerili in zavili skozi špranje. Oslepljeni polži niso prepoznali ovir (Bachsbaum in Milne, 1972).

Tudi okus ima polž kar dober: ko so zlili polžu na pot, kjer je lezel, raztopino sladkorja (5 % glukoze), jo je polž takoj polizal. Ko so pa dali tej sladkorni raztopini samo 0,0005 % grenkega kinina, jo je posrkal le še polovico; ko pa so tekočino še bolj zagrenili, s 0,0006 % raztopino kinina, se te tekočine polži sploh niso dotaknili (Bachsbaum in Milne, 1972).

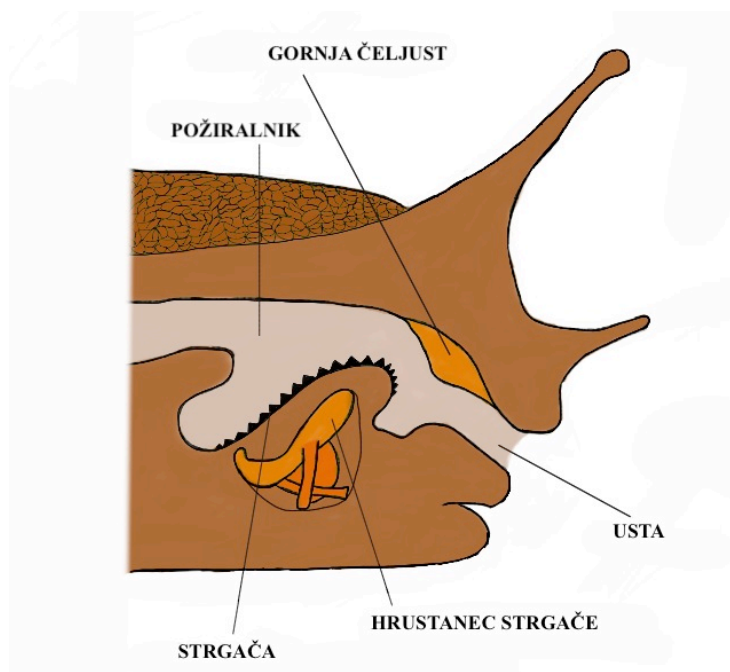
2.2.1 Krvožilni in dihalni sistem

Krvožilni sistem polžev je nesklenjen, razvito je srce v osrčniku, ki je sekundarna telesna votlina. Kri je prosojna, skoraj brezbarvna tekočina, kisik se prenaša s pomočjo hemocianina (Mršić, 1997).

Večina polžev diha s škrgami, ki so v plaščevi votlini. Pri skupini pljučarjev, v katero uvrščamo tudi kopenske vrste polžev, je ta organ izginil. Namesto tega je zgornji sloj plaščeve votline prepreden s krvnimi žilami, katerih površina deluje kot pljuča. Zrak vstopa vanje in izstopa skozi majhne odprtine imenovane pnevmostoma (Rastline ..., 1985).

2.2.2 Prebavni sistem

Prebavila polža se začnejo z usti na spodnjem delu glave. Ustno odprtino zapirata zgornja in spodnja ustnica (slika 4). Med hranjenjem se ustnici razpreta in iz ust se prikaže strgača, ki je pokrita s številnimi hitinastimi zobčki, s katerimi polž strga hrano. Poglavitna funkcija strgače je, da hrano trga na majhne koščke. Zobčki strgače se obnavljajo. Pri trganju hrane se strgača opira na zgornji del ustne votline, pri tem se iz parnih slinastih žlez izloča slina. Po kratkem požiralniku hrana nato preide v želodec, kjer se prebava nadaljuje. Iz želodca gre hrana v tanko črevo, ki je sestavljeno iz dveh zavojev. Tanko črevo preide v debelo črevo, ki se konča z analno odprtino na zgornjem delu noge (Ećimović in Velkovich, 1992).



Slika 4: Shematski prikaz polževega žrela (foto: D. Verlič)

2.3 NAČIN ŽIVLJENJA POLŽEV

2.3.1 Razmnoževanje

Dvorjenje polžev je eno najbolj nenavadnih v živalskem svetu. Dva polža se približata drug drugemu s široko odprtima odprtinama spolnih izvodil. Med žlezami, ki jih izpraznijo v genitalno odprtino, je vrečica, ki izloča aragonitno palčko. Ko se dva polža približata, zabodeta drug drugemu to palčko v telo. Verjetno je to dražljaj za kopulacijo. Nekateri polži so ločenega spola, nekateri pa so hermafroditi ali dvospolniki. Organ ovotestitis proizvaja tako moške kot ženske spolne celice. Pri parjenju porineta partnerja drug drugemu moški spolni organ v žensko spolno odprtino in si izmenjata spermatofore, owoje s spermiji. Ti so shranjeni v posebni votlinici, spermatoteki, iz katere se sproščajo po potrebi (Rastline in nevretenčarji, 1985).

2.3.2 Odlaganje jajčec

Oplojena jajčeca polži odlagajo v rahlo, vlažno prst oziroma v različne razpoke, vdolbine in votline v tleh. Najpogostejše škodljive vrste polžev, ki se pri nas pojavljajo, odložijo na leto približno 300 jajčec. Jajčeca so v gnezdu spravljena na kup. Število odloženih jajčec je odvisno od stanja vitalnosti živali. Kolikor boljša je prehranjenost polža, toliko več jajčec bo odložil. Po odložitvi jajčec polži zapustijo gnezda in zanje več ne skrbijo. Omeniti velja, da se iz vseh jajčec ne razvijejo mladi polži, saj je stopnja izleganja odvisna od različnih dejavnikov, kot so temperatura, suša, stoječa voda itd. Da jajčeca preživijo, morajo biti v vlažnem okolju (Schnitzer, 1990).

2.3.3 Premikanje

Najpomembnejše sredstvo za premikanje je sluz. Izločanje sluzi je mogoče le, če presnova polžev ni motena. Sluz vsebuje do 98 % vode in je gosta tekočina. Polži imajo po »koži« posebne žleze, ki so prekrite s sluzasto prevleko, da se ne izsušijo. Velik »sovražnik« teh živali je torej suša. Pri premikanju se iz posebnih žlez na podplatu obilno izloča sluz. Polž se plazi z valovitim gibanjem vzdolžnih in prečnih mišic, ki obdajajo trebušno votlino (Schnitzer, 1990).

Rdeči lazarji se zelo radi premikajo in lahko v eni noči v zanje ugodnih razmerah premagajo tudi več kot 10 m. Navadno gredo na pot zvečer, in sicer z mesta, kjer so prespali, na mesto, kjer se bodo hranili. Mesto prehranjevanja ponoči večkrat menjajo. Ko se nažrejo, jih njihov močno razviti občutek za orientacijo vodi nazaj na mesto spanja. Rdeči lazarji niso strogo vezani na določen kraj, zato se v ugodnih razmerah zlahka odločijo za kakšen nov prostor za spanje. Zaradi dobro razvitega občutka za orientacijo in ob pomoči receptorjev za okus lahko te polže usmerjamo k nastavljenim vabam (Schnitzer, 1990).

2.3.4 Preživetje

Vsi polži lahko preživijo daljša obdobja brez vlage in hrane. Dobro prenašajo nizke temperature, zato jim zimski mraz ne škoduje, občutljivi pa so na visoke temperature. Večina pogine že po krajšem času pri temperaturah od 50 do 60 °C. Goli polži so posebno občutljivi za izsuševanje, ker nimajo hišic, so pa zato bolj gibljivi in se pred sušo lažje umaknejo v špranje, pod kamne in globlje v tla, kjer jih lahko najdemo v globini 1 m (Bole, 1994).

V času zimskega mirovanja je upočasnjena presnova polžev, zato je tedaj tudi izguba njihove teže zelo majhna. Prezimijo v skrivališčih, v grmovju in talnih votlinah, kjer so dokaj varni pred mrazom (Schnitzer, 1990).

Polži živijo različno dolgo. Pri majhnih vrstah doživi zrelost približno 5 % osebkov in še ti navadno poginejo po odlaganju jajčec. Pri velikih vrstah pogine letno približno polovica osebkov, nekateri dosežejo starost deset let in več (Bole, 1994).

2.4 PREHRANA POLŽEV

Njihovo prehrano večinoma sestavljajo rastline. V povprečju v 24 urah pojedjo do 50 % lastne mase, torej tudi do 10 g rastlinske mase na noč; od tega približno 60 % sveže rastlinske hrane (slika 5), 35 % odmrlih rastlinskih snovi in 5 % beljakovinske hrane živalskega izvora (Pelko, 2009). Polži, ki se hranijo z rastlinami, niso prav izbirčni; enako jim teknejo divje in gojene rastline kakor tudi različne gobe (Arthur, 1993).



Slika 5: Prehranjevanje lazarja (foto: J. Rupnik)

2.5 DEJAVNIKI, KI UGODNO VPLIVAJO NA POJAV POLŽEV

Posredno polže spodbuja monokulturna pridelava in pretirana uporaba fitofarmacevtskih sredstev, ki prizadenejo njihove naravne sovražnike. Podobno velja za izsuševanje vlažnih biotopov, kar prav tako prizadene polžje naravne sovražnike. Tudi opuščanje gojenja perutnine na prostem, ki se hrani s polžjimi jajčeci, spodbuja pojav polžev. Neposredno spodbujajo polže mile zime in vlažna poletja, ki so v korist razmnoževanju polžev. Idealna skrivališča za polže so neobdelana zemljišča, zeleni pasovi ob prometnicah, zarasla in zapleveljena zemljišča ter mulčene površine. Rastline pretirano gnojene z dušikom gredo polžem posebno v slast (Milevoj, 2007).

2.6 POŠKODBE RASTLIN, POVZROČENE ZARADI NAPADA POLŽEV

Polži lahko povzročijo občutno škodo v deževnih letih in lahko uničijo mlade rastline, še predno se te utrdijo. Ti škodljivci se hranijo predvsem ponoči in zato jih na vrtu težko opazimo. Navadno puščajo za seboj na listju srebrno sled svoje sline. Ta omogoča, da razlikujemo poškodbe, ki jih naredijo polži od poškodb, ki jih naredijo gosenice (Brooks, 1985).

Najbolj pogost in tudi najbolj škodljiv je množičen pojav slinarjev in lazarjev. Njihova škoda je navadno velika na vrtninah in mladih žitih. Pri žitih so prizadete ozimine. Od vrtnin močno poškodujejo korenje, kapusnice, fižol, grah, solato in špinačo (Schnitzer, 1990).

Polži radi napadejo tudi različne okrasne rastline, grmovnice in cvetje. Opazne poškodbe nastajajo tudi na nekaterih poljščinah, kot so pesa, krompir in buče. Omeniti velja, da peso najbolj napadajo ob vzniku. Poškodbe na krompirju so vidne predvsem na listih, ki so pogosto obgrizeni. Buče in kumare so poškodovane na plodovih, kar povzroča hitrejše gnitje. Zelena krma in zlasti silažna koruza je napadena prav tako pogosto. Sluzaste sledi polžev na zeleni krmi so večkrat razlog, da jo živina odklanja (Schnitzer, 1990).

Tudi v sadjarstvu so že dokazali škodo nastalo zaradi polžev. Sadne vrste napadajo zlasti polži s hišico, lotevajo pa se jih tudi golači. Izpostavljene so hruške, jabolka in breskve. Poškodujejo plodove in liste. Različnim vrstam polžev so všeč tudi jagode. Polži obžirajo mlade liste na zelenih rozgah trsov, poškodujejo lahko tudi brste vinske trte (Schnitzer, 1990).

Škoda, ki jo povzročijo polži, ni le neposredna, ampak tudi posredna, saj vodi k slabšim pridelkom v količini in kakovosti. Pogosto so pridelki tudi onesnaženi s sluzjo in iztrebki, kar povzroča priskuten videz in seveda slabšo prodajo. Na obgrizenih delih rastlin se naselijo glive in bakterije, kar bistveno skrajša njihovo obstojnost. S poskusi so dokazali, da polži prenašajo nekatere povzročitelje bolezni na gojenih rastlinah. To se je potrdilo zlasti pri virusu mozaika na krompirju in pri glivah iz rodov *Alternaria* in *Fusarium*. Polži so lahko tudi prenašalci ali vmesni gostitelji nekaterih bolezni človeka in živali (Schnitzer, 1990).

2.7 ZATIRANJE POLŽEV

Čez noč lahko izginejo z vrtnih gredic mladi nasadi solate, zelja in druge vrste vrtnin, ki teknejo polžem. Ljudje v boju proti njim radi posegajo po kemičnih sredstvih, ki so strupena in lahko pobijejo tudi druge živali, ki takrat zaidejo na vrt. Ostanki teh pripravkov se kopičijo v vrtnih tleh (Esenko, 2008). Za uspešno zatiranje polžev moramo najprej vedeti, kakšno škodo povzročajo, ter ugotoviti obseg poškodb. Pri izbiri načina zatiranja upoštevamo na eni strani stroške, ki jih imamo z zatiranjem in ki jih mora pokriti kakovostnejši in obilnejši pridelek, na drugi strani pa ne smemo zanemarjati okolja in njegovega varovanja (Vakselj, 1992).

2.7.1 Zgodovina zatiranja

Zgodovinski zapisi nakazujejo, da zatiranje polžev sega v antično dobo. Začetni poskusi zatiranja polžev so potekali s preprostimi načini zatiranja, kjer so uporabljali preproste mešanice snovi, kot so apno, sol, saje, pepel, karbonska kislina, žagovina in tobačni prah.

Na začetku 20. stoletja so začeli uporabljati kemične mešanice, kot so bakrov hidroksid in kovinske soli. Uporaba teh sredstev je poleg negativnega delovanja na zatiranje polžev imela tudi negativen vpliv na okolje.

Prvi večji napredki v učinkovitem kemičnem zatiranju polžev so se zgodili leta 1934 v Južnoafriški republiki, kjer so odkrili kemično sredstvo metaldehid. Štiri leta kasneje je metaldehid postal najbolj priljubljeno in priporočeno sredstvo za zatiranje polžev v Veliki Britaniji.

Z odkritjem kloriranega ogljikovodika DDT se je leta 1940 v Švici začela doba organskih fitofarmacevtskih sredstev. Ker pa rezultati laboratorijskih raziskav niso dali želenih rezultatov, se te spojine niso načrtno uporabljale za zatiranje polžev.

Naslednje pomembnejše odkritje se je zgodilo s karbamati (izolan, sevin, metiokarb, kloetokarb, tiodikarb in bensultap), ki so jih odkrili pri iskanju nadomestka za arzenidne vabe. Večina teh je uporabnih za zatiranje vodnih polžev, nekaj pa tudi za zatiranje kopenskih polžev.

Poljski poskusi na začetku devetdesetih let prejšnjega stoletja so pokazali, da lahko zelo učinkovita sredstva proti polžem dobimo tudi z mešanico preprostih kovinskih spojin in organskih ligandov (Henderson in Triebskorn, 2002).

2.7.2 Okoljsko sprejemljivo zatiranje

Nekoliko zahtevno, toda okoljsko ustrezno, je sistematsko pobiranje polžev. Pri tem je potreben stalni nadzor napadenega območja, zbiranje polžev in njihovo uničevanje (Schnitzer, 1990). Polže najlažje pobiramo zgodaj zjutraj. Tedaj jih najdemo pod deskami, ki ne bi smele biti na vrtu, poiščemo in pobereemo jih v živih mejah, v senci pokrovnih rastlin ter v kompostu (Pušenjak, 2011).

Za preprečevanje dostopa polžev na vrt ali njivo lahko naredimo različne, nekaj centimetrov visoke ovire s pepelom, žagovino, jajčnimi lupinami, apnom ali soljo. Uporabo večje količine soli odsvetujemo zaradi fitotoksičnega delovanja na rastline. Ker imajo polži radi pivo, jim nastavimo past, tako da v tla do roba zakopljemo manjšo posodo ali odrezano plastenko, kamor nalijemo en deciliter piva. V tako pripravljeno past se ujamejo polži (Zidarič, 2011).

Razmnoževanje in razvoj polžev preprečujemo z ustrezno obdelavo tal, ko jajčeca in mlade polže spravimo na površje, kjer se izsušijo in poginejo. Za polže je znano, da dobro vohajo, zato lahko za njihovo odganjanje med gojene rastline posadimo tiste, ki delujejo odvrčalno (sončnica, bela gorjušica, žajbelj, timijan, česen, čebula, drobnjak, pastinak, meta, hren, šetraj). Polže odganjamo tudi tako, da po gredici potrosimo liste rastlin, ki jim najbolj smrdijo (navadni vrtač, bezeg, praprotn ali preslica). Na biotičen način lahko polže zatiramo z racami. Pri zatiranju polžev imajo koristno vlogo tudi ježi, krti, krastače, miši, ptice, kuščarji in kokoši. Med biotične načine zatiranja polžev štejemo tudi uporabo parazitske ogorčice *Phasmarhabditis hermaphrodita* (Laznik in Trdan, 2009; Zidarič, 2011).

2.7.3 Kemično zatiranje

Preden uporabimo kemične pripravke, moramo dobro premisliti, saj lahko z njimi ogrozimo ali uničimo nekatere koristne živali in žuželke. Pomembno je, da kemične pripravke dobro poznamo in da jih uporabljamo na ograjenih zemljiščih.

Limacidi so kemična sredstva za zatiranje škodljivih vrst polžev. Formulirana so največkrat v obliki gotovih vab (pelete) z dodanim atraktantom (privabilom) za polže (Pikapolonica, 2012).

Neposredno lahko polže zatiramo z zastrupljenimi vabami. Med takšne sodijo pripravki na podlagi metaldehida in metiokarba. Vabe raztrosimo po talnem površju. Včasih so vabe naredili iz navlaženega žitnega zrnja, ki je začelo fermentirati, ali pa so dodali zrnju malo piva. Temu so dodali še insekticid na podlagi karbarila (karbaril, sevin); zadostoval je dodatek 5 % pripravka s 50 % snovi. Čeprav niso bili uradno dovoljeni, so se kot škropiva proti polžem obnesli pripravki na podlagi karbarila, klorpirifosa (dursban) in deltametrina (decis) (Vrabl, 1992).

2.7.3.1 Ferramol

V prodaji je Ferramol, kemično sredstvo proti polžem, ki vsebuje snov železov III. fosfat. Ferramol je uvrščen na seznam pripravkov, ki se smejo uporabljati v ekološkem kmetijstvu in zadostuje visokim okoljskim standardom. Je neškodljiv za človeka in nima karence, je izjemno odporen na dež in ima s tem daljše delovanje. Zaradi svoje specifične sestave Ferramol v dežju zgolj nabrekne in se ne raztopi, kar je sicer značilno za nekatere druge pripravke (Agroprom, 2012).

2.7.3.2 Metaldehid

Na polže deluje dotikalno in delno želodčno. Snov nadraži površje telesa in izzove močno izločanje sluzi, kar izsuši žival, ki zato pogine. Če polž sredstvo zaužije, prav tako pogine zaradi izsušitve prebavila. Delovanje metaldehida je boljše pri višji temperaturi in vlagi v zraku (Milevoj, 2007).

Trenutno je v Sloveniji registriranih 5 limacidov na podlagi metaldehida za zatiranje polžev: Agrosan B – Polžomor, Arion +, Carakol, Kolflor in Terminator vaba za polže (Seznam ..., 2012).

2.7.3.3 Metiokarb

Deluje dotikalno in želodčno. Je bolj strupen od metaldehida. Prizadene tudi deževnike, stonoge in plenilske krešiče. Na podlagi te snovi je pri nas registriran pripravek Mesurol granulat (Milevoj, 2007).

3 MATERIALI IN METODE

Poskus je bil izveden leta 2011 v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Polže iz rodu *Arion* smo nabirali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Z metodo vbrizgavanja snovi v prebavilo lazarjev (*Arion* spp.) smo preizkušali učinkovitost štirih različnih snovi (Delfin WG, Pirimor 50 WG, kofein, natrijev dodecil sulfat) pri štirih različnih koncentracijah (1,25 %, 2,5 %, 5 %, 10 %) in v treh različnih odmerkih (0,062 ml; 0,125 ml; 0,25 ml). V kontrolnem obravnavanju smo uporabili polže, katerim smo vbrizgali destilirano vodo. Vsako obravnavanje je bilo v poskusu ponovljeno petkrat.

Podatke, pridobljene v raziskavi, smo grafično prikazali s programoma Microsoft Excel for mac 2011 in Microsoft Word for Mac 2011. Slike smo oblikovali z grafičnim orodjem iMindMap 6 in SketchBook for iPad.

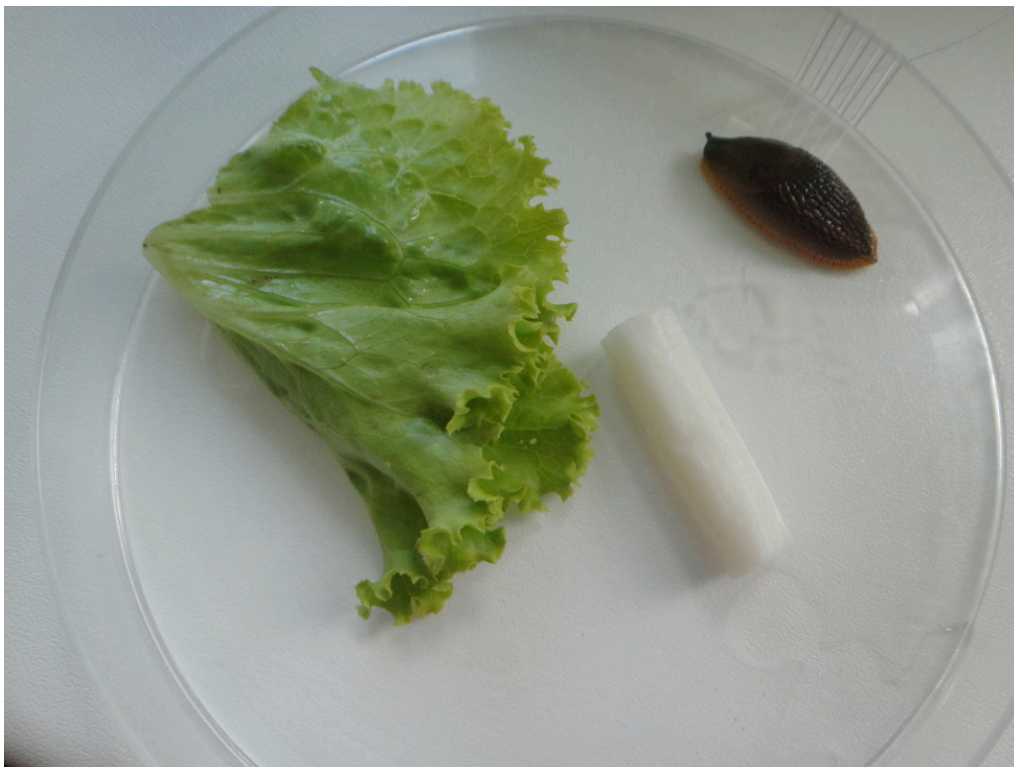
3.1 POTEK POSKUSA

V poskusu smo uporabili polže iz rodu *Arion* (slika 6), ki smo jih zgodaj zjutraj od maja do julija nabirali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Polže smo nabirali v plastično posodo, v katero smo dodali liste solate. Plastično posodo smo pokrili in na pokrovu naredili majhne luknjice za zračenje.



Slika 6: Lazarji, nabrani na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani (foto: D. Verlič)

V vsako plastično petrijevko (150 x 20 mm; proizvajalec: Kemomed d. o. o., Kranj) smo dali enega polža z že vbrizgano snovjo, moker papirnati tampon (35 x 11 mm; proizvajalec: Tosama d. d., Vir pri Domžalah), ki je predstavljal vir vlage, in sveži list solate, ki je bil dopolnilna hrana polžu (slika 7).



Slika 7: Petrijevka z navlaženim tamponom, listom solate in lazarjem (foto: D. Verlič)

Stehtali smo 1 g snovi (slika 8) in jo raztopili v ustrezni množini vode, da smo dobili končno koncentracijo raztopine (preglednica 1). Od končne koncentracije smo v injicirko odmerili ustrezen volumen, ki smo ga vbrizgali v prebavilo lazarjev (*Arion* spp.) s trebušne strani (slika 9). Da smo zmanjšali tveganje za poškodbe vitalnih organov, smo z iglo pod kotom 30° počasi zabodli 4 mm v prebavilo polžev. Za vbrizgavanje smo uporabili injicirke (0,36 x 13 mm; proizvajalec: B-D Micro-fine IV, Becton Dickinson, ZDA).

Preglednica 1: Sestavine za pripravo raztopin v poskusu.

Snov	Količina snovi	Količina vode	Končna koncentracija
Delfin (<i>Bacillus thuringiensis</i> var. <i>kurstaki</i>)	1 g	10 ml	10 %
Pirimikarb (Pirimor 50 WG)		20 ml	5 %
Kofein		40 ml	2,5 %
Natrijev dodecil sulfat		80 ml	1,25 %



Slika 8: Tehtanje snovi pred pripravo raztopine za vbrizgavanje (foto: D. Verlič)



Slika 9: Vbrizgavanje snovi v prebavilo lazarja (foto: D. Verlič)

Po končanem vbrizgavanju smo petrijevke pokrili s pokrovom in jih položili v gojitveno komoro (tip: RK-900 CH; proizvajalec: Kambič laboratorijska oprema d. o. o., Semič). Poskus smo izvajali pri temperaturi 22 °C, stalni relativni zračni vlažnosti 85 % in 12 urni osvetlitvi. Smrtnost polžev smo spremljali takoj, 1, 2 in 3 dni po vbrizgavanju (slika 10). Tampone in solato v petrijevki smo vsak dan zamenjali s svežimi.



Slika 10: Polž, ki je umrl zaradi vbrizgavanja snovi (foto: D. Verlič)

3.2 SNOVI, UPORABLJENE V POSKUSU

3.2.1 Delfin WG

Je kontaktni biotični insekticid na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* za zatiranje rastlinskih škodljivcev v vinogradništvu in zelenjadarstvu. Formuliran je v obliki močljivih zrn (WG). Pripravek ni razvrščen med strupena sredstva in nima karence, potrebna je 4 urna delovna karenc (Pikapolonica, 2012).

Posebnost bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* je, da med sporulacijo tvori insekticidni kristalni protein. Kristalni protein na podlagi vrste *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* je bil prvič registriran kot bioinsekticid leta 1961 v ZDA, danes pa je osnova 90 % vseh bioinsekticidov. Ena od glavnih prednosti bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* oz. kristalnega proteina za uporabo kot bioinsekticida je njegova neškodljivost za ljudi, sesalce in večino neciljnih organizmov (Javornik, 2004).

3.2.2 Pirimor 50 WG

Je kontaktni insekticid za zatiranje listnih uš na različnih vrstah gojenih rastlin in vsebuje snov pirimikarb. Formuliran je v obliki močljivih zrn (WG). Zdravju škodljiv je pri vdihavanju, strupen pri zaužitju, draži oči in je zelo strupen za vodne organizme, saj lahko povzroči dolgotrajne škodljive učinke na vodno okolje. Ima od 14 do 21 dnevno karenc (Seznam ..., 2012).

3.2.3 Kofein

Kofein je spojina, ki bi jo strokovno lahko poimenovali psiho stimulant. Kofein se ne nahaja samo v kavnih zrnih, ampak tudi v zrnih, listih in sadežih več kot 60 vrst rastlin. Rastlini koristi, saj učinkuje kot naravni insekticid, ki paralizira rastlinojede žuželče vrste (Barcaffe, 2012). Raziskovalci so ugotovili, da se polži izogibajo kofeinu in tako bi lahko ta snov postala nov, okolju sprejemljiv limacid. Robert Hollingsworth je skupaj s sodelavci na podlagi raziskav ugotovil, da je 1–2 % zmes kofeina v dveh dneh ubila skoraj vse polže. Kofein lahko uvrstimo med organske limacide. Toksikolog Peter Usherwood iz Univerze v Nottinghamu (Velika Britanija) meni, da je kofein uporaben zlasti v ljubiteljskem vrtnarstvu. Vendar poudarja, da toksični elementi kofeina niso omejeni le na polže (Kava ..., 2002).

3.2.4 Natrijev dodecil sulfat (SDS)

SDS je mešanica večih različnih alkilsulfatnih verig različnih dolžin (C10 do C18). Uporablja se kot anionski detergent za različne proteinske metode in za elektroforezo z denaturacijskim poliakrilamidnim gelom (Sodium Dodecyl Sulfate, 2012). Uporablja se tudi v čistilnih sredstvih in izdelkih za osebno nego, ter pri čiščenju naftnih izlivov v morje (Rosety in sod., 2001). Zdravju škodljiv je pri vdihavanju, strupen pri zaužitju, draži oči in kožo. Pri testiranjih na živalih je že manjša količina lahko nevarna oziroma smrtna. Pri velikih koncentracijah lahko povzroča mutacijo celic in raka (Sodium Dodecyl Sulfate, 2009).

4 REZULTATI

4.1 GENERALNA ANALIZA SMRTNOSTI LAZARJEV GLEDE NA PREIZKUŠANO SNOV

Preglednica 2 prikazuje povprečno smrtnost lazarjev pri vsaki snovi, ki smo jo uporabili v poskusu in v kontrolnem obravnavanju, kjer smo uporabili navadno vodo. Največjo povprečno smrtnost lazarjev (93,33 %) smo ugotovili pri njihovi izpostavitvi natrijevemu dodecil sulfatu. Pri snovi Delfin WG je bila smrtnost lazarjev v povprečju najmanjša, in sicer 53,33 %. Med pripravkom Pirimor 50 WG in kofeinom nismo ugotovili večjih razlik (Pirimor 50 WG – 65,00 % smrtnost in kofein – 66,67 % smrtnost) (preglednica 2). V kontrolnem obravnavanju je bila smrtnost lazarjev nična. Za vsako snov smo uporabili 60 lazarjev. Za določeno koncentracijo in količino snovi smo naredili 5 poskusov. Za vsak poskus smo uporabili enega lazarja. V kontrolnem obravnavanju smo uporabili 15 lazarjev. Za celotno raziskavo smo uporabili 255 lazarjev.

Preglednica 2: Povprečna smrtnost lazarjev pri izpostavljenosti štirim preizkušanim snovem.

Snov	Smrtnost lazarjev (%)
Delfin WG	53,33
Natrijev dodecil sulfat	93,33
Kofein	66,67
Pirimor 50 WG	65,00
Kontrola	0,00

4.2 GENERALNA ANALIZA SMRTNOSTI LAZARJEV GLEDE NA ČAS VBRIZGAVANJA SNOVI

V analizo rezultatov smrtnosti lazarjev po času smo vključili vse snovi, ne glede na koncentracijo in količino. Ugotovili smo razlike v delovanju snovi pri različnih koncentracijah in pri različnih časih po vbrizgavanju. Najmanjšo smrtnost smo ugotovili takoj po vbrizgavanju (23,33 %), največjo smrtnost (67,08 %) pa 72 ur po vbrizgavanju (preglednica 3).

Preglednica 3: Povprečna smrtnost lazarjev (*Arion* spp.) glede na čas po vbrizgavanju snovi.

Čas po vbrizgavanju	Takoj	24 ur	48 ur	72 ur	Preživel po 72 urah
Smrtnost lazarjev (%)	23,33	59,17	63,75	67,08	32,92

4.3 INDIVIDUALNA ANALIZA SMRTNOSTI LAZARJEV

V preglednici 4 so zbrani rezultati smrtnosti lazarjev pri izpostavitvi različnim koncentracijam in odmerkom pripravka Delfin WG. V prvi koloni so prikazane preizkušene koncentracije in odmerki pripravka pri vbrizgavanju v posamezne osebkke. V kolonah, ki sledijo, pa najdemo povprečno smrtnost osebkov v različnih terminih po vbrizgavanju. Za primerjavo smo v zadnji koloni prikazali odstotek preživelih lazarjev (*Arion* spp.).

Iz preglednice 4 je razvidno, da se v nobenem primeru ni pojavila takojšnja smrtnost lazarjev. Po 24 urah se je 100 % smrtnost lazarjev zgodila v dveh obravnavanjih (10 % – 0,25 ml in 2,5 % – 0,25 ml). Po 48 urah se je povečala smrtnost lazarjev le pri 5 % koncentraciji v različnih odmerkih. Po 72 urah je prišlo do smrtnosti le pri 5 % koncentraciji v odmerku 0,062 ml.

Najustreznjša koncentracija za pripravek Delfin WG je 2,5 % z odmerkom 0,25 ml/osebek, kjer že po 24 urah ni preživel noben polž. Najslabši rezultat so bili pri koncentraciji 2,5 % z odmerkom 0,062 ml, kjer tudi po 72 urah ni prišlo do smrtnosti lazarjev.

Preglednica 4: Smrtnost lazarjev (*Arion* spp.) po vbrizgavanju pripravka Delfin WG.

Koncentracija in odmerek Pripravka Delfin WG / polža	Smrtnost lazarjev (%)				Preživel po 72 urah
	Takoj	24 ur	48 ur	72 ur	
10 % 0,25 ml	0	100	100	100	0
10 % – 0,125 ml	0	60	60	60	40
10 % – 0,062 ml	0	20	20	20	80
5 % – 0,25 ml	0	80	100	100	0
5 % – 0,125 ml	0	60	80	80	20
5 % – 0,062 ml	0	20	40	100	0
2,5 % – 0,25 ml	0	100	100	100	0
2,5 % – 0,125 ml	0	40	40	40	60
2,5 % – 0,062 ml	0	0	0	0	100
1,25 % – 0,25 ml	0	60	60	60	40
1,25 % – 0,125 ml	0	20	20	20	80
1,25 % – 0,062 ml	0	20	20	20	80

V preglednici 5 so zbrani rezultati smrtnosti lazarjev pri izpostavitvi različnim koncentracijam in odmerkom raztopine natrijevega dodecil sulfata. V prvi koloni so prikazane preizkušene koncentracije in odmerki pripravka pri vbrizgavanju v posamezne osebkke. V kolonah, ki sledijo, najdemo povprečno smrtnost osebkov v različnih terminih po vbrizgavanju. Za primerjavo smo v zadnji koloni prikazali odstotek preživelih lazarjev (*Arion* spp.).

Iz preglednice 5 je razvidno, da je prišlo takoj do 100 % smrtnosti lazarjev pri pripravkih z vsaj 5 % koncentracijo. Po 24 urah se je smrtnost lazarjev povečala pri vseh pripravkih s koncentracijo 2,5 % in pri pripravku s 1,25 % koncentracijo pri najvišjem odmerku 0,25 ml. Po 48 in 72 urah ni prišlo do sprememb v smrtnosti lazarjev.

Najustreznejša koncentracija za zatiranje lazarjev z raztopino natrijevega dodecil sulfata je 1,25 %. Ta doseže 100 % smrtnost lazarjev pri 0,25 ml odmerku po 24 urah. Najslabši rezultati so bili ugotovljeni pri koncentraciji 1,25 % z odmerkom 0,062 ml, kjer je po 72 urah ni umrlo več kot 40 % izpostavljenih lazarjev.

Preglednica 5: Smrtnost lazarjev (*Arion* spp.) po vbrizgavanju natrijevega dodecil sulfata.

Koncentracija in odmerek natrijevega dodecil sulfata / polža	Smrtnost lazarjev (%)				Preživel po 72 urah
	Takoj	24 ur	48 ur	72 ur	
10 % – 0,25 ml	100	100	100	100	0
10 % – 0,125 ml	100	100	100	100	0
10 % – 0,062 ml	100	100	100	100	0
5 % – 0,25 ml	100	100	100	100	0
5 % – 0,125 ml	100	100	100	100	0
5 % – 0,062 ml	100	100	100	100	0
2,5 % – 0,25 ml	80	100	100	100	0
2,5 % – 0,125 ml	20	100	100	100	0
2,5 % – 0,062 ml	0	100	100	100	0
1,25 % – 0,25 ml	80	100	100	100	0
1,25 % – 0,125 ml	0	80	80	80	20
1,25 % – 0,062 ml	0	40	40	40	60

V preglednici 6 so zbrani rezultati smrtnosti lazarjev pri izpostavitvi različnim koncentracijam in odmerkom raztopine kofeina. V prvi koloni so prikazane preizkušene koncentracije in odmerki pripravka pri vbrizgavanju v posamezne osebkke. V kolonah, ki sledijo, najdemo povprečno smrtnost osebkov v različnih terminih po vbrizgavanju. Za primerjavo smo v zadnji koloni prikazali odstotek preživelih lazarjev (*Arion* spp.).

Takojšnja smrtnost enega od petih osebkov smo potrdili v dveh obravnavanjih (10 % – 0,125 ml in 5 % – 0,25 ml), pri ostalih pa nismo ugotovili takojšnje smrtnosti lazarjev. Po 24 urah se je smrtnost lazarjev povečala pri pripravkih z večjo koncentracijo. V dveh pripravkih (10 % – 0,25 ml in 5 % – 0,25 ml) smo zabeležili 100 % smrtnost lazarjev. Po 48 urah je prišlo do 100 % smrtnosti tudi pri 10 % koncentraciji z odmerkom 0,125 ml. Po 72 urah je smrtnost lazarjev, razen v enem obravnavanju, ostala enaka kot 24 ur prej.

Najustreznejša koncentracija za zatiranje lazarjev s kofeinom je 5 %. Ta doseže 100 % smrtnost lazarjev pri 0,25 ml odmerku po 24 urah. Najslabše rezultate smo ugotovili pri koncentraciji 5 % z odmerkom 0,062 ml in pri 2,5 % koncentraciji z odmerkom 0,125 ml, kjer po 72 urah ni prišlo do smrtnosti lazarjev.

Preglednica 6: Smrtnost lazarjev (*Arion* spp.) po vbrizgavanju raztopine kofeina.

Koncentracija in odmerek Kofeina/polža	Smrtnost lazarjev (%)				Preživelih po 72 urah
	Takoj	24 ur	48 ur	72 ur	
10 % – 0,25 ml	0	100	100	100	0
10 % – 0,125 ml	20	80	100	100	0
10 % – 0,062 ml	0	20	60	60	40
5 % – 0,25 ml	20	100	100	100	0
5 % – 0,125 ml	0	40	40	60	40
5 % – 0,062 ml	0	0	0	0	100
2,5 % – 0,25 ml	0	60	60	80	20
2,5 % – 0,125 ml	0	0	0	0	100
2,5 % – 0,062 ml	0	0	20	20	80
1,25 % – 0,25 ml	0	20	60	60	40
1,25 % – 0,125 ml	0	20	20	20	80
1,25 % – 0,062 ml	0	20	20	20	80

V preglednici 7 so zbrani rezultati smrtnosti lazarjev pri izpostavitvi različnim koncentracijam in odmerkom pripravka Pirimor 50 WG. V prvi koloni so prikazane preizkušene koncentracije in odmerki pripravka pri vbrizgavanju v posamezne osebkke. V kolonah, ki sledijo, najdemo povprečno smrtnost osebkov v različnih terminih po vbrizgavanju. Za primerjavo smo v zadnji koloni prikazali odstotek preživelih lazarjev (*Arion* spp.).

Takojšnja smrtnost lazarjev vseh izpostavljenih lazarjev se je zgodila pri najvišji koncentraciji in največjem odmerku (10 % – 0,25 ml). Po 24 urah se je smrtnost lazarjev povečala tudi pri ostalih odmerkih raztopine v 10 % koncentraciji. Ugotavljamo, da je pri 5 % koncentraciji za 100 % smrtnost po 24 urah potreben odmerek 0,125 ml. Po 48 urah je ostala smrtnost lazarjev nespremenjena. Večjo smrtnost lazarjev smo po 72 urah ugotovili pri koncentraciji 2,5 % v odmerku 0,125 ml.

Najustreznejša koncentracija za zatiranje lazarjev s pripravkom Pirimor 50 WG je 5 %. Ta vpliva na 100 % smrtnost lazarjev pri 0,125 ml odmerku po 24 urah. Najslabše rezultate smo ugotovili pri koncentraciji 2,5 % z odmerkom 0,062, kjer po 72 urah ni prišlo do smrtnosti lazarjev.

Preglednica 7: Smrtnost lazarjev (*Arion* spp.) po vbrizgavanju pripravka Pirimor 50 WG.

Koncentracija in odmerek Pirimor wg/polža	Smrtnost lazarjev (%)				Preživel po 72 urah
	Takoj	24 ur	48 ur	72 ur	
10 % – 0,25 ml	100	100	100	100	0
10 % – 0,125 ml	60	100	100	100	0
10 % – 0,062 ml	20	100	100	100	0
5 % – 0,25 ml	80	100	100	100	0
5 % – 0,125 ml	40	100	100	100	0
5 % – 0,062 ml	0	80	80	80	20
2,5 % – 0,25 ml	0	40	40	40	60
2,5 % – 0,125 ml	0	40	40	80	20
2,5 % – 0,062 ml	0	0	0	0	100
1,25 % – 0,25 ml	0	20	20	20	80
1,25 % – 0,125 ml	0	0	20	40	60
1,25 % – 0,062 ml	0	0	20	20	80

V preglednici 8 so zbrani rezultati smrtnosti lazarjev pri izpostavitvi različnim odmerkom destilirane vode. V prvi koloni so prikazani odmerki vode pri vbrizgavanju v posamezne osebkke. V kontrolnem obravnavanju nismo v nobenem primeru zaznali smrtnosti lazarjev tudi po 72 urah.

Preglednica 8: Smrtnost lazarjev (*Arion* spp.) po vbrizgavanju destilirane vode.

Odmerek vode / polža	Smrtnost lazarjev (%)				Preživel po 72 urah
	Takoj	24 ur	48 ur	72 ur	
0,25 ml	0	0	0	0	100
0,125 ml	0	0	0	0	100
0,062 ml	0	0	0	0	100

5 RAZPRAVA IN SKLEPI

5.1 RAZPRAVA

Delfin WG je biotični insekticid na podlagi bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki*. Uporablja se za zatiranje rastlinskih škodljivcev v vinogradništvu in vrtnarstvu. V raziskavah z bakterijo *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* so ugotovili, da polži, izpostavljeni omenjenim agensom, niso zmožni valjenja jajčec. To se je zgodilo že pri koncentraciji 0,8 g/L. Bakterija *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* vpliva na povečano smrtnost polžev, zmanjšano hitrost rasti polžev in na zmanjšano razmnoževalno sposobnost polžev. Delovanje bakterije *Bacillus thuringiensis* var. *kurstaki* je vezano na proizvodnjo spor (v stadiju mirovanja) in kristalnih proteinov (endotoksini). Po zaužitju bakterij se endotoksin aktivira in veže na steno prebavila polža, kjer ustvari pore, skozi katere spore vstopijo v telesno odprtino ali krvni obtok. Ta proces vpliva na polža tako, da se preneha hraniti in pogine v nekaj dneh (*Bacillus thuringiensis*, 2010; Gamalat in sod., 2011).

V našem poskusu je pripravek Delfin WG pokazal določeno limacidno delovanje. Prišli smo do podobnih zaključkov kot pri raziskavi, ki je potekala v obdobju 2008 in 2009 na Biotehniški fakulteti v Ljubljani (Laznik in sod., 2010; Mihičinac, 2010). 100 % smrtnost smo ugotovili pri 2,5 % koncentraciji in 0,25 ml odmerku pripravka. Pri 2,5 % koncentraciji in 0,062 ml odmerku nismo ugotovili limacidnega delovanja.

Natrijev dodecil sulfat je sintetični surfaktant. Uporablja se kot anionski detergent za različne proteinske metode in za elektroforezo z denaturacijskim poliakrilamidnim gelom. Ena od raziskav je pokazala, da je natrijev dodecil sulfat učinkovit pri zatiranju polžev iz rodu *Pomacea* (Henderson in Triebskorn, 2002).

V naši raziskavi se je natrijev dodecil sulfat izkazal za najučinkovitejšo preizkušano snov. Pri 1,25 % koncentraciji je povzročil 100 % smrtnost lazarjev po 24 urah.

Raztopina kofeina je učinkovita pri zatiranju in odganjanju lazarjev, če jo dodamo na liste ali rastni substrat. Kofein je naravni pripravek in označen je za okoljsko sprejemljivo snov. V eni od raziskav so namočili liste zelja v raztopino kofeina z različnimi koncentracijami (Hollingsworth in sod., 2002). Pri 2 % koncentraciji kofeina so potrdili 95 % smrtnost lazarjev po 48 urah. Po 96 urah je bila dosežena 100 % smrtnost lazarjev. V drugem delu poskusa so testirali srčni utrip lazarjev. Pri 0,01 % koncentraciji raztopine kofeina se je srčni utrip polža povečal, pri koncentracijah, ki so bile večje od 0,1 % pa se je srčni utrip s časom zmanjševal.

V našem poskusu smo prišli do podobnih rezultatov. Pri 2,5 % koncentraciji pripravka smo po 72 urah dosegli 80 % smrtnost lazarjev. Največjo, 100 % smrtnost, smo dosegli že pri 5 % koncentraciji 0,25 ml odmerka pripravka. Limacidnega delovanja nismo ugotovili v dveh obravnavanjih (2,5 % 0,125 ml in 5 % 0,062 ml). Kofein in Pirimor 50 WG sta imela enako učinkovito delovanje na lazarje.

Selektivni karbamat pirimikarb (pripravek Pirimor 50 WG) se v Evropi intenzivno uporablja. Leta 2004 je bil v uporabi na 0,7 % (0,4 milijone hektarov) kmetijskih zemljišč v Veliki Britaniji. Pirimikarb se uporablja na širokem spektru rastlin, tako na žitih, vrtninah in sadnem drevju. Pirimikarb deluje kot inhibitor acetilholinesteraze (Frampton in Van den Brink, 2006). V našem poskusu smo za Pirimor 50 WG ugotovili zadovoljivo limacidno delovanje. Pri 2,5 % koncentraciji in 0,125 ml odmerku smo potrdili 100 % smrtnost lazarjev 24 ur po injiciranju.

Ugotavljamo, da ima med preizkušanimi snovmi največji limacidni potencial natrijev dodecil sulfat, ki je pokazal zadovoljivo delovanje na lazarje že pri manjših koncentracijah. V primerjavi z rezultati raziskave, ki je bila povod za našo raziskavo, so rezultati primerljivi. V obeh raziskavah se je namreč natrijev dodecil sulfat izkazal za najbolj učinkovito snov pri zatiranju lazarjev že pri manjših koncentracijah.

5.2 SKLEPI

Ugotovili smo, da je smrt lazarjev odvisna od vrste snovi, njihove koncentracije in odmerka. Kot najbolj učinkovita limacidno delujoča snov se je pokazal natrijev dodecil sulfat, kjer smo veliko smrtnost lazarjev ugotovili že takoj po vbizgavanju ali pa v naslednjih 24 urah. Med učinkovitostjo pripravkov Pirimor 50 WG in kofeina ni bilo večjih razlik v smrtnosti lazarjev (Pirimor 50 WG – 65 %, kofein – 66,7 %). Najmanjšo smrtnost polžev smo ugotovili pri pripravku Delfin WG, in sicer 53,5 %. V kontrolnem obravnavanju smrtnosti lazarjev nismo potrdili. V analizo podatkov o smrtnosti po času smo vključili vse snovi, ne glede na koncentracijo in količino, in ugotovili najmanjšo smrtnost (23 %) takoj po vbizgavanju, največjo (67 %) pa 72 ur po vbizgavanju.

6 POVZETEK

Polže uvrščamo v kraljestvo Animalia (živali), deblo Mollusca (mehkužci) in razred Gastropoda (polži). Podrazredi so štirje, v Sloveniji pa so zastopani trije: Pulmonata (pljučarji), Opisthobranchia (zaškrgarji) in Prosobranchia (predškrgarji) (Milevoj, 2007). Imajo mehko telo, pokrito z epitelom, ki nenehno izloča sluz. Sestavljeno je iz glave, trupa in podplataste noge. Na glavi sta dva para uvihljivih tipalk, na drugem paru so oči (Vrabl, 1992). Polži lazarji in slinarji lahko povzročijo občutno škodo v deževnih letih in lahko uničijo mlade rastline, preden se utrdijo. Ti škodljivci se hranijo predvsem ponoči in zato jih lahko pozno opazimo, že tedaj, ko na rastlinah na vrtu ali njivi že povzročijo občutne poškodbe. Navadno puščajo za seboj na listih srebrno sluz (Brooks, 1985). Njihovo prehrano v večini sestavljajo rastline. V povprečju v 24 urah pojedjo toliko hrane kot znaša masa polovice njihovega telesa, torej tudi do 10 g rastlinske mase/noč; od tega približno 60 % svežih rastlin, 35 % odmrlih rastlin in 5 % beljakovinske hrane živalskega izvora (Pelko, 2009).

Če hočemo uspešno zatirati polže kot škodljivce, moramo najprej vedeti, kakšno škodo povzročajo, ter ugotoviti obseg škode. Pri izbiri načina zatiranja upoštevamo na eni strani stroške, ki jih imamo z zatiranjem in ki jih mora pokriti boljši in obilnejši pridelek, na drugi strani pa se ne sme zanemarjati okolja in njegovega varovanja (Vakselj, 1992).

Polže lahko zatiramo z okoljsko sprejemljivimi metodami; z različnimi ovirami, soljo (zaradi fitotoksičnega delovanja na rastline, jo sicer odsvetujemo), pivom ali z ustrezno obdelavo tal, lahko pa med gojene rastline posadimo tiste, ki polžem smrdijo. Tudi race indijske tekačice so uporabne pri zatiranju polžev. V Sloveniji so za zatiranje gospodarsko škodljiv polžev na voljo tudi pripravki na podlagi metaldehida in metiokarba.

V laboratorijskem poskusu smo z metodo vbizgavanja snovi v prebavilo lazarjev (*Arion* spp.) preizkušali učinkovitost štirih različnih snovi. Med pomembnejše gospodarsko škodljive vrste v kmetijstvu sodijo polži brez hišice, kot so lazarji (Arionidae) in slinarji (Limacidae). Škodljivi so zlasti ponoči in v oblačnih dneh. Najbolj škodljivi so mladim rastlinam, saj jih lahko v eni noči v celoti pojedjo.

Poskus je bil izveden leta 2011 v entomološkem laboratoriju Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani. Uporabili smo štiri snovi, ki so se v predhodnih raziskavah pokazale za potencialno ali dejansko učinkovite pri zatiranju lazarjev. Vsako snov smo uporabili v štirih koncentracijah in treh odmerkih. Vsako obravnavanje je bilo v poskusu ponovljeno petkrat. Smrtnost polžev smo spremljali takoj po vbizgavanju, 24, 48 in 72 ur po vbizgavanju.

Ugotovili smo, da je smrtnost lazarjev odvisna od vrste pripravka, njegove koncentracije in odmerka. Najboljše delovanje je pokazala raztopina natrijevega dodecil sulfata, najmanj učinkovit pa je bil pripravek Delfin WG. Največjo smrtnost lazarjev smo ugotovili 72 ur po vbizgavanju (67 %), najmanjšo pa takoj po vbizgavanju (23 %).

7 VIRI

- Agroprom. 2012. Agroprom spletna trgovina.
<http://koncentraciji.agroprom.si/ferramol-vaba-za-polze-zatiranje-polzev.agpro>
(1. sep. 2012)
- Arthur A. 1993. Polži z vsega sveta. V: Polži in školjke. Arthur A. (ur.). Murska Sobota, Pomurska založba: 12–15
- Bachsbaum R., Milne L. J. 1972. Nižje živali. V: Nevretenčarji brez žuželk. Ljubljana, Mladinska knjiga: 152–186
- Bacillus thuringiensis. 2010. Cornell University.
http://web.pppmb.cals.cornell.edu/resourceguide/mfs/02bacillus_thuringiensis.php
- Barcaffe: O kavi in pripravi. 2012. Droga kolinska.
<http://koncentraciji.barcaffe.com/si/home/o-kavi-in-pripravi/kaj-je-kofein/>
(11. sep. 2012)
- Bole J. 1994. Polži tal, Priročnik za spoznavanje in biološko delo. Ljubljana, Prirodoslovno društvo Slovenije: 38 str.
- Brooks A. 1985. Bolezni in škodljivci vrtnih rastlin. Bolezni, škodljivci in motnje na sadnem drevju, vrtninah, okrasnih rastlinah in tratah. Ljubljana, Kmečki glas: 237 str.
- Discover life. 2012.
<http://www.discoverlife.org/> (10. okt. 2012)
- Ećimović T., Velkovrh B. 1992. Polž in polžereja. Ljubljana, Kmečki glas: 45 str.
- Enciklopedija živali. 2002. Ljubljana, Slovenska knjiga: 376 str.
- Esenko I. 2008. Rdeči lazar. V: Sto vrtnih živali na Slovenskem. Troha M. (ur.). 1. izdaja. Ljubljana, Prešernova družba: 236–237
- Frampton G. K., van den Brink P. J. 2006. Collembola and macroarthropod community responses to carbamate, organophosphate and synthetic pyrethroid insecticides: Direct and indirect effects. Environmental Pollution, doi:10.1016/j.envpol.2006.08.038
- Gamalat Y. O., Mohamed A. M., Kader A. A., Asmaa A. M. 2011. Biological studies on *Biomphalaria alexandrina* snails treated with *Furcraea selloa* marginata plant (family: Agavaceae) and *Bacillus thuringiensis kurstaki* (Dipel-2x). Journal of Applied Pharmaceutical Sciences, 10: 47–55
http://japsonline.com/admin/php/uploads/297_pdf.pdf (10. okt. 2012)

- Henderson I., Triebkorn, R. 2002. Chemical control of Terrestrial Gastropods. Tübingen: University of Tübingen: 31 str.
<http://www.stz-oekotox.de/Henderson.pdf> (10. okt. 2012)
- Hollingsworth R. G., Armstrong J. W., Campbell E. 2002. Caffeine as a repellent for slugs and snails. USDA National Wildlife Research Center - Staff Publications. Paper 470.
http://digitalcommons.unl.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1465&context=icwdm_usdanwrc (10. okt. 2012)
- Horvat B., Sivec I. 2003. Polži, lazarji, slinarji. Moj mali svet, 35, 5: 42–43
- Javornik B. 2004. Tržna pridelava gensko spremenjenih rastlin. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta.
http://koncentraciji.bf.uni-lj.si/fileadmin/groups/2718/Gensko_spremenjena_hrana/2.pdf (31. avg. 2012)
- Kava uničuje polže. 2002. Svarog (2. jul. 2002).
http://novice.svarog.org/index.php?Novica=121&barva_kat= (10. sep. 2012)
- Laznik Ž., Mihičinac M., Rupnik J., Vidrih M., Prša I., Trdan S. 2010. Testing the efficacy of different substances against *Arion* slugs (Arionidae) under laboratory conditions. Acta Agriculturae Slovenica, 95, 2: 129-140
- Laznik Ž., Trdan S. 2009. Parazitske ogorčice polžev. Acta Agriculturae Slovenica, 93, 1: 87-92
- Marcon E., Mongini M. 1986. Mehkužci. V: Svetovna enciklopedija živali. Ljubljana, Mladinska knjiga: 360 str.
- Mihičinac M. 2010. Laboratorijsko preučevanje učinkovitosti različnih snovi za zatiranje lazarjev (*Arion* spp., Gastropoda, Arionidae). Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 36 str.
- Milevoj L. 2007. Kmetijska entomologija (splošni del). Ljubljana, Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani: 178 str.
- Mršić N. 1997. Polži. V: Živali naših tal. Uvod v pedozzoologijo – sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Mršić N. (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 113–129
- Novi veliki leksikon živali. 2008. 1. Izdaja. Kranj, Založba narava: 496 str.
- Pelko N. 2009. Preprečevanje prerazmnožitve polžev. Kmetijski zavod Novo mesto.
<http://koncentraciji.kmetijskizavod-nm.si/file/preprecevanje-prerazmnozitive-polzev.pdf> (25. avg. 2012)

Pikapolonica – Priročnik za človeku in okolju prijazno varstvo in prehrano rastlin. 2012.

Dutovlje, Karsia: 140 str.

Pušenjak M. 2011. Vodnik po vrtu. Ljubljana, Založba kmečki glas: 200 str.

Rastline in nevretenčarji, Velika ilustrirana enciklopedija. 1985. Ljubljana, Mladinska knjiga: 120 str.

Rosety M., Ordóñez F. J., Rosety-Rodríguez M., Rosety J. M., Rosety I., Carrasco C., Ribelles A. 2001. Acute toxicity of anionic surfactants sodium dodecyl sulphate (SDS) and linear alkylbenzene sulphonate (LAS) on the fertilizing capability of gilthead (*Sparus aurata* L.) sperm. Histology and histopathology, 16: 839–843

Schnitzer A. 1990. Polži prihajajo – kaj storiti? 1. izdaja. Maribor, Založba obzorja: 60 str.

Seznam registriranih FFS v Sloveniji. 2012. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Fitosanitarna uprava RS.
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (31. avg. 2012)

Sodium Dodecyl Sulfate. 2009, Santa Cruz Biotechnology, Inc.
<http://datasheets.scbt.com/sc-264510.pdf> (10. okt. 2012)

Sodium Dodecyl Sulfate. 2012. Thermo Fisher Scientific Inc.
<http://www.piercenet.com/browse.cfm?fldID=02050604> (10. okt. 2012)

Vakselj N. 1992. Škodljive vrste polžev (Gastropoda) in njihovo zatiranje.
Diplomska naloga. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 35 str.

Velkovich F. 2003. Mehkužci. V: Živalstvo Slovenije. Sket in sod. (ur.). Ljubljana, Tehniška založba Slovenije: 109–132

Virant D. M. 1997. Živalstvo. Leksikon. Ljubljana, Cankarjeva založba: 445 str.

Vrabl S. 1992. Polži. V: Škodljivci poljščin. Vrabl (ur.). Ljubljana, Kmečki glas: 27–28

Zidarič I. 2011. Ekološko zatiranje polžev. Kmečki glas, 68, 25: 10

ZAHVALA

Za pomoč pri izdelavi diplomske naloge se za strokovno usmerjanje in nasvete zahvaljujem mentorju prof. dr. Stanislavu Trdanu in asist. dr. Žigi Lazniku.

Zahvaljujem se tudi strokovnim sodelavcem Katedre za fitomedicino, kmetijsko tehniko, poljedelstvo, pašništvo in travništvo, na Oddelku za agronomijo Biotehniške fakultete v Ljubljani za pomoč in nasvete kot tudi za material potreben za poskus.

Prav tako pa se zahvaljujem svoji družini, ki mi je omogočila študij, me pri njem spodbujala in razumela. Za spodbudne besede, razumevanje in pomoč se zahvaljujem fantu Ivanu Turkoviču.

Hvala vsem, ki ste me spodbujali in mi vlivali samozavest takrat, ko sem jo najbolj potrebovala.