

# Škůdci v importovaných a potravinářských komoditách

Bc. Vlastimil Kolář

---

Diplomová práce 2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav analýzy a chemie potravin  
akademický rok: 2011/2012

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE (PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Vlastimil KOLÁŘ**  
Osobní číslo: **T09656**  
Studijní program: **N 2901 Chemie a technologie potravin**  
Studijní obor: **Technologie, hygiena a ekonomika výroby potravin**

Téma práce: **Škůdci v importovaných a potravinářských  
komoditách**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

1. Analýza nejčastěji importovaných škůdců v komoditách.
2. Zhodnocení rizik při napadení jednotlivých komodit.

### II. Praktická část

1. Porovnání morfologických a biologických znaků importovaných a tuzemských ras
2. Měření rezistence na fosforovodík pomocí sady Test Kit.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**

Seznam odborné literatury:

- [1] BUCHAR, J. DUCHÁČ, V. HŮRKA, K. LELLÁK, K. Klíč k určování bezobratlých, Scientia, spol.s.r.o., Praha 1995.
- [2] STEJSKAL, V. Ochrana před potravinovými a hygienickými škůdci, Vyšehrad, Praha 1998.
- [3] Články k dané problematice v časopisu Pest Management Science.
- [4] VERNER, P. a kol. Komplexní opatření pro ochranu importovaných surovin, Výzkumný ústav potravinářského průmyslu, Praha 1980.
- [5] Články k dané problematice v časopisu Desinfekce Desinsekce Deratizace.

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Jan Hrabě, Ph.D.**

Ústav technologie a mikrobiologie potravin

Datum zadání diplomové práce:

**6. ledna 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**21. května 2012**

Ve Zlíně dne 15. února 2012

  
doc. Ing. Roman Čermák, Ph.D.  
*děkan*



  
doc. Ing. Miroslav Fišera, CSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby<sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3<sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60<sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 4.5.2012



.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevyjíměčně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlášení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdaním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užitje-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní díla:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy a užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odprá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybného projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 záležitosti nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užit či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výtěžku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložil, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přiměřeně k výši výtěžku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Práce je zaměřena na problematiku hubení skladištních škůdců v dovážených surovinách. Cílem bylo srovnání morfologických a biologických znaků importovaných a tuzemských ras u nejčastěji se vyskytujících druhů a měření rezistence na fosforovodík využívaný k jejich hubení.

Klíčová slova: škůdci, fumigace, rezistence, fosforovodík

## **ABSTRACT**

The thesis is focused on the issue of pests in imported raw materials. The goal was a comparison of morphological and biological characters of imported and domestic races for the most frequently occurring species and measurement of the resistance to phosphine-used for pest control.

Keywords: pests, fumigation, rezistance, Phosphine

Děkuji Ing. Václavu Stejskalovi, Ph.D., za odborné vedení, ochotu, pomoc, ale i za cenné rady, náměty a připomínky v průběhu celého řešení diplomové práce.

Děkuji zaměstnancům Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. s oddělení ochrany zásob a bezpečnosti potravin v Praze, zejména Ing. Radku Aulickému za pomoc a spolupráci.

Děkuji doc. Ing. Janu Hraběmu, Ph.D. za umožnění práce na tématu využitelném při výkonu mé profese.

Děkuji vedení společnosti Podravka-Lagris, a.s. a svým kolegům za vytvoření podmínek a podporu během práce.

Děkuji své rodině, zejména manželce Kateřině za podporu a trpělivost.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

# OBSAH

ÚVOD.....	9
I TEORETICKÁ ČÁST.....	10
1 ANALÝZA NEJČASTĚJI IMPORTOVANÝCH ŠKŮDCŮ.....	11
1.1 POPIS JEDNOTLIVÝCH DRUHŮ .....	12
1.1.1 Pilous černý ( <i>Sitophilus granarius</i> ) .....	12
1.1.2 Pilous rýžový ( <i>Sitophilus oryzae</i> ) .....	13
1.1.3 Lesák skladištní ( <i>Oryzaephilus surinamensis</i> ).....	14
1.1.4 Potemník skladištní ( <i>Tribolium confusum</i> ) .....	15
1.1.5 Potemník hnědý ( <i>Tribolium castaneum</i> ).....	15
1.1.6 Zrnokaz hrachový ( <i>Bruchus pisorum</i> ) .....	15
1.1.7 Zrnokaz fazolový ( <i>Acanthoscelides obtectus</i> ).....	16
1.1.8 Zavíječ paprikový ( <i>Plodia Interpunctella</i> ).....	16
1.2 METODY OCHRANY.....	16
1.2.1 Fumigace .....	18
2 REZISTENCE .....	21
2.1 REZISTENCE NA FOSFOROVODÍK.....	21
II PRAKTICKÁ ČÁST .....	23
3 MĚŘENÍ MORFOLOGICKÝCH A BIOLOGICKÝCH ZNAKŮ.....	25
3.1 POPIS METODY .....	25
3.2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	25
4 MĚŘENÍ REZISTENCE NA FOSFOROVODÍK.....	31
4.1 POPIS METODY .....	31
4.2 VÝSLEDKY MĚŘENÍ.....	32
ZÁVĚR .....	43
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	44
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	46
SEZNAM OBRÁZKŮ .....	47
SEZNAM TABULEK.....	48
SEZNAM GRAFŮ .....	49



## ÚVOD

Problematika skladištních škůdců představuje značné riziko při produkci potravin. Výskyt živých jedinců v surovinách a potažmo i v hotových potravinách je posuzován s nulovou tolerancí. Nejedná se jenom o hledisko estetické či obchodní, ale jejich přítomnost je spojena se zdravotním rizikem v podobě alergenů, karcinogenních látek, plísní, bakterií a virů.

Tento problém se začíná u pěstitelů zemědělských komodit, které mohou být už na poli napadány některými druhy hmyzu. Další nebezpečí kontaminace číhá na tyto suroviny ve skladech a to jak posklizňových, tak i ve skladech následných zpracovatelů. Přestože v celém zpracovatelském řetězci je boj s těmito škůdci jedna z hlavních priorit, protože jejich přítomnost zásadně ovlivňuje kvalitu, existují další rizika spjatá s použitím prostředků na jejich hubení.

Mezi nejrozšířenější metody likvidace hmyzu v surovinách patří fumigace, neboli plynování. Výhodou oproti klasickým aerosolovým prostředkům je minimální množství zanechaných reziduí. K celosvětově nejrozšířenějším fumigantům patří i u nás nejpoužívanější fosforovodík. S ohledem na jeho masové použití však vyvstává riziko rezistence hmyzu při běžně používaných koncentracích.

Cílem mé diplomové práce byla analýza nejčastěji se vyskytujících druhů skladištních škůdců při dlouholeté činnosti potravinářské společnosti Podravka-Lagris, a.s. zabývající se dovozem a balením rýže, luštěnin, olejnin a dalších potravinářských komodit. V praktické části bylo cílem jednak srovnání morfologických a biologických znaků škůdců dovezených s laboratorními a následně měření a vzájemné srovnání jejich rezistence na fosforovodík. Výsledky měření byly zpracovány v tabulkách, diskutovány s dostupnou světovou literaturou s předpokladem uplatnění v praxi v Podravka-Lagris, a.s.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 ANALÝZA NEJČASTĚJI IMPORTOVANÝCH ŠKŮDCŮ

Mezi závažné hygienické škůdce patří hmyz, roztoči, hlodavci a ptáci [1]. Mezi importované druhy zjištěné při analýze vstupních vzorků suroviny na příjmu suroviny ve společnosti Podravka-Lagris a.s. nebo následně během mezioperační či výstupní kontroly byly nalezeny některé druhy hmyzu a roztočů. Z třídy hmyzu se jednalo zejména o některé druhy brouků (*Coleoptera*), motýlů (*Lepidoptera*) a vzácně se vyskytli i švábi (*Blattodea*).

Výskyt jednotlivých druhů škůdců v daných surovinách je uveden v tabulce:

Tab.1. Analýza importovaných škůdců-druhů hmyzu v jednotlivých surovinách do Podravka - Lagris, a.s. v letech 2003-2011

název škůdce		komodita	provenience	počet výskytů
Latinsky	Česky			
Sitophilus oryzae	Pilous rýžový	rýže	Itálie	5
			Vietnam	2
		těstoviny	Česká republika	2
Sitophilus granarius	Pilous černý	rýže	Itálie	2
			Pakistán	3
Orizeophilus surinamensis	Lesák skladištní	rýže	Pakistán	1
			Itálie	3
Tribolium castaneum	Potemník hnědý	mouka	Česká republika	1
Tribolium confusum	Potemník skladištní	mouka	Česká republika	1
Bruchus pisorum	Zrnokaz hrachový	hrách	Česká republika	2
Acanthoscelide obtectus	Zrnokaz fazolový	Fazole	Čína	3
Niptus hololeucus	Vrtavec plstnatý	hrách	Česká republika	1
Periplaneta australasiae	Šváb australský	rýže	Indie	1
Plodia interpunctella	zavíječ paprikový	hrozinky	Írán	1
		rýže	Itálie	2

Mimo tyto druhy byly zaznamenány i výskyty hmyzu, které nepatří mezi typické skladištní škůdce, jako jsou střevlíci a cvrčci, kteří nepředstavují riziko masivního pomnožení v daném substrátu.

## 1.1 Popis jednotlivých druhů

### 1.1.1 Pilous černý (*Sitophilus granarius*)



Obr 1: *Sitophilus granarius*

Je tmavě hnědý až černý brouk s lesklými krovkami, jeho délka je až 4,5 mm. Patří mezi nejzávažnější škůdce obilních zásob. Během svého života zničí pilous asi 25 zrn. Larva žije uvnitř zrna a živí se celým moučným jádrem [3].

Je chladuvzdorný (-10 °C přežije 1-2 týdny) [1]. Larvy se vyvíjejí především v pšenici, v žitu, ječmenu, rýži a kukuřici, kromě toho i ve slunečnici, jáhlech, v těstovinách, žaludech a jedlých kaštaněch. V mouce a jiných jemně namletých obilninách se jeho larvy nevyskytují, ale přesto se mohou v zaschlých zbytcích těsta nebo zvlhlé a zase vyschlé mouce vyskytnout. Dospělí jedinci se živí moukou nebo šrotem (zlomky obilnin) a jinou obilnou jemnou surovinou. Celý vývoj probíhá v obilném zrně, každé zrně je vždy jen jednou larvou obydlené, jenom velké kukuřičné semena mohou obsahovat více larev najednou. Samička pokládá cca 140 vajíček tak, že nosem vyvrtá hlubokou díru do zrna, položí jedno vajíčko dovnitř a zrně zase uzavře. Toto místo, které navrtá do zrna, je tak dokonale zakryté, že je viditelné až po ošetření speciálním barvivem. Vejce je 0,5 - 0,8 mm dlouhé a bílé. Po vylíhnutí zůstane beznohá larva v zrně, vykouše si komoru, ve které se pak zakuklí a až dospělí jedinci se prokoušou ven a zanechají v zrně kulatý otvor s nesouměrným okrajem. Celý proces vývinu trvá v létě 30-40 dnů a v chladném ročním období dokonce 150 dnů. Během roku se mohou vyvinout až čtyři generace, dospělí jedinci se dožijí věku maximálně osmi měsíců. Pilous černý přezimuje také jako vyvinutý dospělý jedinec (imagines). Pilous černý je nejnebezpečnější škůdce ve skladovaných produktech. V domácnostech způsobuje jen ojedinělé škody, a to nejčastěji na rýži anebo v obilovinách, které se ve větším množství skladují pro účel krmiva [5].

1.1.2 Pilous rýžový (*Sitophilus oryzae*)Obr. 2: *Sitophilus oryzae*

Je 2 - 4 mm dlouhý, na hlavě nápadný noseček s lomenými tykadly, na krovkách jsou 4 oranžové skvrny. Má blanitá křídla, štít lichoběžníkový, strany se sbíhají k hlavě. U nás nabývá většího významu než Pilous černý. Vytváří 2 - 3 generace za rok. Je to teplomilný druh, častý v importech rýže z celého světa [8].

Dospělý Pilous rýžový žere také mouku, trvanlivé pečivo, bílý chléb a tabák. Pilous rýžový byl dovezen do Evropy z teplejších zemí, kvůli potřebě tepla se tento druh nemohl udržet. Dle zdání si tento druh poslední dobou na evropské poměry zvykl a žije tu stále. Larva se vyvíjí podobně jako předchozí druh (Pilous černý), i při kladení vajíček se samice chová podobně, pokládá ale více vajíček (300-550). Zajímavé je, že tento druh je partenogenetický, může se tedy vyvíjet i z neoplozeného vejce. Při optimálních podmínkách (27 °C) může být vývoj už po 26 dnech ukončen, při 17 °C to trvá 92 dnů. V tropických oblastech je Pilous rýžový škůdce zásob a polí. S jeho dobře vyvinutými křídly létá často mezi polem a sklady potravin. Na polích v Evropě nezpůsobuje (zatím) žádné škody, je ale vážným a poslední dobou častějším škůdcem skladovaných obilnin. V domácnostech způsobuje škody jen zřídka [5].

### 1.1.3 Lesák skladištní (*Oryzaephilus surinamensis*)



Obr.3: *Oryzaephilus surinamensis*

2,5 až 3,5 mm dlouhý brouk, kterého bezpečně poznáme podle velmi štíhlého, téměř čárkovitého těla a podle nápadně zubatých postranních okrajů štítů. Lesák skladištní je v našich zeměpisných oblastech především běžný a velmi nebezpečný škůdce obilí. Napadá však velmi širokou paletu dalších produktů rostlinného původu, tedy nejen nezpracované obilí a rýži, ale i mlýnské výrobky, pečivo, těstoviny, sušené ovoce, čokoládu, arašidy, koření, léčivé rostliny a tabák, ale i sušené maso. Poškozuje též obalové materiály. Využívá se velmi rychle, za rok může mít až 7 generací [11].

Larvy i brouci žijí volně v napadeném substrátu, v zrnách a v prostorech mezi zrny. Při ohniskovém napadení se díky své pohyblivosti rychle šíří, může přecházet i na živočišnou stravu a napadá jiné škůdce [12]. Často se vyskytuje společně s pilousem [3]. V jižní Evropě se vyskytuje i mimo skladiště. Tyto populace pravděpodobně zasahují i do jižní části střední Evropy [9].

#### 1.1.4 Potemník skladištní (*Tribolium confusum*)



Obr.4: *Tribolium confusum*

2,5 - 5 mm velký, leskle rezavohnědé krovky s tečkovanými rýhami a podélnými žebry. Tykadla jsou krátká, posledních 5 článků se pozvolna rozšiřuje [1].

Vyskytuje se ve velkém množství ve mlýnech, pekárnách, těstárnách, skladech obilí apod. Larva i brouk požírají mouku, krupici, šrot, obilí i chléb. Potemník často sídlí ve smotcích zavíječe moučného. Snadno proniká i do balených potravin. Ve vytápěných prostorách mívá až 4 generace do roka, jinak 2 generace. Je teplomilný. Rozmnožuje se do maximální hranice výskytu, tj. asi 44 brouků na 1 g mouky. Své přemnožení pak reguluje kanibalismem [3].

Samička klade vajíčka na živný substrát nebo do skulin už třetí až čtvrtý den po vylíhnutí z kukly. Průměrně naklade za 1 - 2 roky 450 vajíček, denně klade při teplotě 20 °C 2 vajíčka. Vývoj ve vajíčku trvá asi 3 týdny, zastavuje se při teplotě pod 10 °C. Vývoj larvy je závislý na teplotě, vlhkosti a kvalitě potravy [12].

#### 1.1.5 Potemník hnědý (*Tribolium castaneum*)

Je teplomilnější. Optimální teplota pro jeho vývoj je 27-30 °C, při níž trvá vývoj 1 generace 5-6 týdnů, při teplotě 20 °C 3-4 měsíce. Samička klade 300-900 vajíček a dožívá se až 2 let.

#### 1.1.6 Zrnokaz hrachový (*Bruchus pisorum*)

Je 4 - 5 mm velký, tmavě zbarvený, na krovkách světlé a hnědé chloupky, které vytvářejí šikmou pásku. Celkový tvar je protáhle vejčitý, tykadla se na konci rozšiřují, jsou černá, pouze první 3 články tmavočervené [1]. Vyskytuje se běžně v teplých oblastech Moravy a Slovenska, kde samičky kladou vajíčka na nezralé lusky pěstovaného hrachu nebo čočky a larvy ničí semena. Někdy tak znehodnotí vysoké procento úrody těchto luštěnin.

Na samotných zralých semenech se již množit nemohou [6]. Ve sklizené produkci lze vyvolat hromadné opouštění semen zrnokazy, zvýšením teploty v prostoru na 20 °C, brouci nedokáží mimo semena v nevyhřívavých skladech přezimovat a uhynou [23].

#### 1.1.7 Zrnokaz fazolový (*Acanthoscelides obtectus*)

2,5 - 4 mm velký, je šedohnědý, poslední článek zadečku je žlutočervený, štít bez zoubku. První čtyři a jedenáctý článek tykadel jsou žlutočervené [2]. Pochází pravděpodobně z tropických oblastí Ameriky (některé prameny však udávají Irán) a stal se kosmopolitním škůdcem. V teplejších oblastech žije jak na polích, tak i ve skladech, v chladnějších oblastech pouze ve skladech. Oproti domácímu druhu, zrnokazovi hrachovému se může nepřetržitě vyvíjet a rozmnožovat ve skladištích na vyluštěných semenech. Napadená semena jsou zcela znehodnocena zvláště při napadení více larvami [12].

#### 1.1.8 Zavíječ paprikový (*Plodia Interponctella*)

Patří mezi motýly o velikosti 13 - 20 mm a je nejrozšířenější zavíječ na skladovaných potravinách a surovinách. Housenka (13 mm) je žlutavá nebo s růžovým či zeleným odstínem. Tyto žravé housenky pronikají papírovými i hliníkovými obaly a malé larvičky vnikají i do neloupaných vlašských ořechů, které jsou po rozlousknutí celé červivé [3].

## 1.2 Metody ochrany

Přehled metod ochrany je uveden v následující tabulce:

*Tab.2. Přehled vybraných metod ochrany před hmyzem a roztoči v uskladněných zrninách*



Metody ochrany	Techniky a přípravy
sanitace, izolace, odolnost	1. Pravidelný úklid (zametání zbytků, průmyslové vysavače, tlakový voda) 2. Likvidace obalů a zbytků (pálení, izolace) 3. Odolná architektura skladu, odolné odrůdy (GMO) 4. zásada "první do skladu, první ze skladu (FIFO)
Čištění a přepouštění zrnin (mechanické hubení škůdců)	1. Prosévací zařízení a aspirační zařízení (nutné seřízení a kombinace různých sítí - neúčinné na skryté napadení) 2. Přepouštění (mechanické, pneumatické)
Snížování vlhkosti	1. Sušení na sušičce (mobilní, stacionární) 2. Aktivní větrání (upravený/neupravený vzduch) 3. Chlazení (sníží r. v.) 4. Přetahování, přehazování (zvyšuje zlomkovitost) 5. Míšení partií s různou vlhkostí (problematické)
Termická desinsekce	1. Průtokové pece (55-60 °C).
Snížování teploty - hmyz 10 °C - roztoči 5 °C	1. Přepouštění, přehazování (homogenizace) 2. Aktivní větrání (manuální / automatická regulace) 3. Chladicí zařízení (mobilní / stacionární)
Chemická ochrana před naskladněním	1. Fumigace jedovatými plyny 2. Reziiduální postřikové insekticidy (WP, EC). 3. Prostorové insekticidy v mlze (FOG, ULV) a v dýmovicích (povrchový efekt, nutné opakování). 4. Reziiduální poprašové insekticidy
Chemická ochrana po naskladnění - fumigace a řízené atmosféry	1. Fumigace jedovatými plyny. 1.1 Statických zrnin (injekce, nucený oběh, komory). 1.2. Proudícího zrna na pásu (automatická nebo manuální aplikace) 2. Řízené (CA) a modifikované (MA) atmosféry (nutná speciální technologie)
Chemická ochrana po naskladnění - protektanty	1. Postřiky (EC, WP). 1.1 Postřik na páse 1.2. Postřik v technologických cestách a na přepadech 1.3. Zamžení (ULV) na přepadu nebo uvnitř technologických cest (vysoká pokrývnost) 1.4. Sendvičové (vrstevnaté) postřiky nebo popraše na plochu zrna 2. Popraše 2.1. Popraš na páse 2.2. Popraše zrna v pytlích - rotační "swinger" (Clarke 1993) 2.3 Povrchové popraše na statické zno (přehazování a míšení lopatou)
Biologická regulace	1. Použití dravého roztoče Cheyletus (Cheyletin) 1.1 Před naskladněním (preventivně) do prázdného skladu 1.2. po naskladnění do obilovin (repressivně)

[1].

### 1.2.1 Fumigace

Po obsahové stránce se v desinsekční terminologii používá následující Monroovy definice: Fumiganty jsou chemické látky, které za požadované (většinou běžné) teploty mohou existovat v plynném stavu v dostatečné koncentraci, která je smrtelná pro škodlivé organismy.

Tato metoda má vedle rizik i celou řadu předností. Patří mezi ně velká adaptabilita fumigační techniky, rychlost působení plynů, možnost přímého působení na potravní substráty, které plyny nenarušují a zanechávají většinou mnohem méně reziduí než klasické postřikové pesticidy. Plynování je vhodné k desinsekci velkých, členitých a málo přístupných prostorů.

Vlastnosti ideálních fumigantů:

- musí být toxické pro cílového škůdce
- musí mít vysoký difúzní penetrační potenciál
- musí mít nízkou reaktivitu s ošetřovaným produktem
- musí vytvářet neškodné metabolity
- jeho použití musí být snadné
- musí být snadno detekovatelný
- musí být chemicky nestabilní v atmosféře
- nesmí poškozovat ovzduší (prostředí)

Mezi nevýhody patří velká akutní jedovatost plynů pro člověka a ostatní teplokrevné živočichy. Druhou nevýhodou jsou nárazové kontaminace ovzduší velkými objemy cizorodých látek [14].

Účinek fumigantů je ovlivňován řadou faktorů - teplotou, vlhkostí substrátu, množstvím příměsí a cizích látek v substrátu (prach, nečistoty apod.), hermetičností fumigovaného prostoru aj. Podle chemického složení dělíme fumiganty do osmi skupin:

1. siřné sloučeniny ( $\text{SO}_2$ , siřuhlík),
2. fosfidy (fosforovodík),
3. kyanové sloučeniny (kyanovodík),
4. nitrosloučeniny (akrylonitril),

5. halogenové sloučeniny (methylbromid),
6. kyslíkaté sloučeniny (ethylenoxid),
7. formiáty (methylformiát, ethylformiát),
8. pevné fumiganty (naftalen) [3].

V širokém používání zůstává v boji proti skladištním škůdcům pouze fosforovodík, methylbromid a kyanovodík. Methylbromid ( $\text{CH}_3\text{Br}$ ) byl signatáři Montrealského protokolu označen jako látka, která přispívá k ničení ozónové sféry a tento univerzální pesticid a biocid na ochranu před skladištními škůdci již není možné z legislativních důvodů dále používat [13, 17].

Kyanovodík ( $\text{HCN}$ ) je vysoce toxický pro lidi a nemá žádnou vlastnost, která by před ním včas varovala. Je vysoce rozpustný ve vodě, což působí problémy v ošetřování materiálů ve vlhkých sklepech a výrobků s velkým obsahem vlhkosti. Úroveň udávané rezistence není vyšší než faktor 3, což je velmi malý stupeň rezistence, pro praxi zcela nevýznamný.

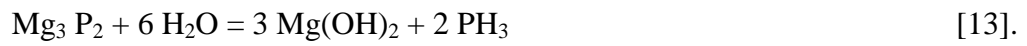
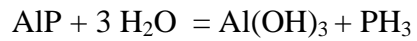
Fosforovodík ( $\text{PH}_3$ ) patří k nejvíce užívaným fumigantům při ochraně skladovaných produktů. Při fumigaci obilovin je pak zcela dominantním fumigantem v ČR i v celosvětovém měřítku. Mezi přednosti patří:

- snadné a bezpečné zacházení se sloučeninami kovových fosfidů
- plyn může být spojen s výrazným varovným pachem
- úroveň reziduí v otevřených komoditách je nízká
- je poměrně rychle metabolizován a zanechává neškodné metabolity
- při správné aplikaci nemá (podle současných poznatků) příliš škodlivý účinek na životní prostředí.

Fosforovodík má však i některé vážné nedostatky:

- relativně dlouhá doba expozice
- má vysokou specifickou toxicitu pro savce
- koroduje některé kovy
- výskyt vysoké úrovně rezistence zapříčiněné špatnou fumigační praxí

Fosforovodík se uvolňuje z preparátů aluminiumfosfidu (AlP) nebo magneziumfosfidu ( $\text{Mg}_2\text{P}_3$ ). Působením vlhkosti (atmosférické nebo ze substrátu) se fosfidy kovů rozkládají dle rovnic:



## 2 REZISTENCE

Vzrůstající hrozbou budoucnosti je stále rostoucí rezistence skladištních škůdců na často užívané insekticidy. U každého živého druhu se v populaci vyskytují v určité frekvenci jedinci, kteří se do určité míry liší některými svými znaky od ostatních. Jedním z těchto odlišných znaků je i citlivost na insekticidy. Rezistentní vlastnost je dědičně přenášena z generace na generaci nebo může vzniknout mutací genů. Pohlavní rozmnožování usnadňuje vznik nových znaků, tudíž i vznik rezistentních jedinců.

K rezistenci přispívá převážnou měrou člověk, který často nedůsledně a ve špatných dávkách aplikuje insekticidy. Bojuje-li se proti škůdcům stále stejným insekticidem, začnou se objevovat škůdci proti účinné látce v insekticidu. Relativní četnost těchto jedinců postupem času roste. Systematický výzkum rezistence odhalil i to, že někteří citliví jedinci mají změněné chování a cíleně se vyhýbají insekticidem ošetřeným plodinám.

K vývoji rezistence málokdy dochází v krátkém časovém horizontu. Protože aplikované insekticidy nikdy nepokryjí celé areály skladového vybavení a citlivý hmyz tak přežije na neošetřené ploše. Tím dochází k naředení rezistentní populace a ke zpomalení vytváření rezistentních populací.

Problém rezistence skladištních škůdců je celosvětový. Skladištní škůdci jsou téměř na všech kontinentech. Rezistentní populace škůdců se rychle šíří obchodováním s komoditami. Vědci dokonce zjistili, že se rezistentní jedinci dostali i na místa, kde se daná látka nikdy neaplikovala.

Metodika měření rezistence je dosud diskutovaným problémem i v odborných časopisech. Nejčastěji se rezistence charakterizuje hodnotou označovanou jako rezistentní poměr (rezistence ratio). Rezistenční poměr se vypočítává jako poměr hodnoty středních letálních dávek, tj. dávky insekticidu způsobující 50 % mortality u přírodní populace a laboratorní populace [16].

### 2.1 Rezistence na fosforovodík

Fosforovodík je používán jako fumigant již víc jak půl století. Stal se zdaleka nejrozšířenějším fumigantem na celém světě díky nízké ceně, rychlé difúzi ve vzduchu a nízkým reziduíům. Nicméně dlouhodobé používání stejného fumigantu zvyšuje riziko vytvoření rezistence u populace škůdců. Již v letech 1972/1973 bylo při globálním průzkumu prováděné organizací pro výživu a zemědělství (FAO) prokázáno, že asi 10 % odebraných

populací obsahuje rezistentní jedince na fosforovodík. Rezistence se v současnosti stává rostoucím celosvětovým problémem, který umocňuje zákaz používání methylbromidu na základě Montrealského protokolu.

K tomuto se přidává nedostatek ideálně utěsněných skladů vhodných pro provádění fumigace, který zvyšuje počet selhání při jejím provádění a má za následek navýšení opakovaných aplikací [18].

V souvislosti s tímto problémem byly prováděny výzkumy a studie rezistentních kmenů hmyzu při různých podmínkách aplikace fosforovodíku. Například závislost času a koncentrace na mortalitě rezistentních kmenů *Pilouse rýžového* podle vztahu:

$$C^n t = k$$

zkoumali Australští vědci (Gregory J. Daglish a kol.) se závěrem, že zatímco u dospělých jedinců se rezistence projevila jednoznačně, u věkově smíšených kultur byla výraznější v nižších koncentracích a v koncentracích vyšších zanedbatelná [19]. Jiná studie stejného týmu vědců zkoumala toxicitu fosforovodíku u *Pilouse rýžového* při měnící se koncentraci, kdy se jim nepodařilo prokázat větší efektivitu zvyšující se koncentrace oproti koncentraci konstantní [20]. Tým Indických vědců pod vedením S. Rajendrana se zabýval vlivem fosforovodíku na možné zpoždění při líhnutí některých druhů z vajec, na které nejsou zatím jednoznačné názory [21]. Desorpcí nezreagovaného fosforovodíku u citlivých a rezistentních jedinců *potemníka hnědého* se ve své práci zabýval Stephen J. Pratt.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

Cílem diplomové práce bylo srovnání vlastností terénních a laboratorních kmenů nejčastěji se vyskytujících druhů skladištních škůdců během praxe v Podravka-Lagris a.s. Konkrétně některých morfologických znaků a následné podrobní těchto kmenů testu rezistence na fosforovodík. K tomu bylo použito několik kmenů zachycených při přejímce reklamovaných dodávek suroviny a dále laboratorních a terénních kmenů získaných od Výzkumného ústavu rostlinné výroby, v.v.i. (VÚRV) z oddělení ochrany zásob a bezpečnosti potravin v Praze. Škůdci byli namnoženi na substrátech odpovídajících jejich běžné potravě a uchováváni v plastových nádobách při pokojové teplotě. Celkem se jednalo o 5 kmenů pilouse černého, 6 kmenů pilouse rýžového, 4 kmeny lesáka skladištního a 5 kmenů potemníka skladištního.



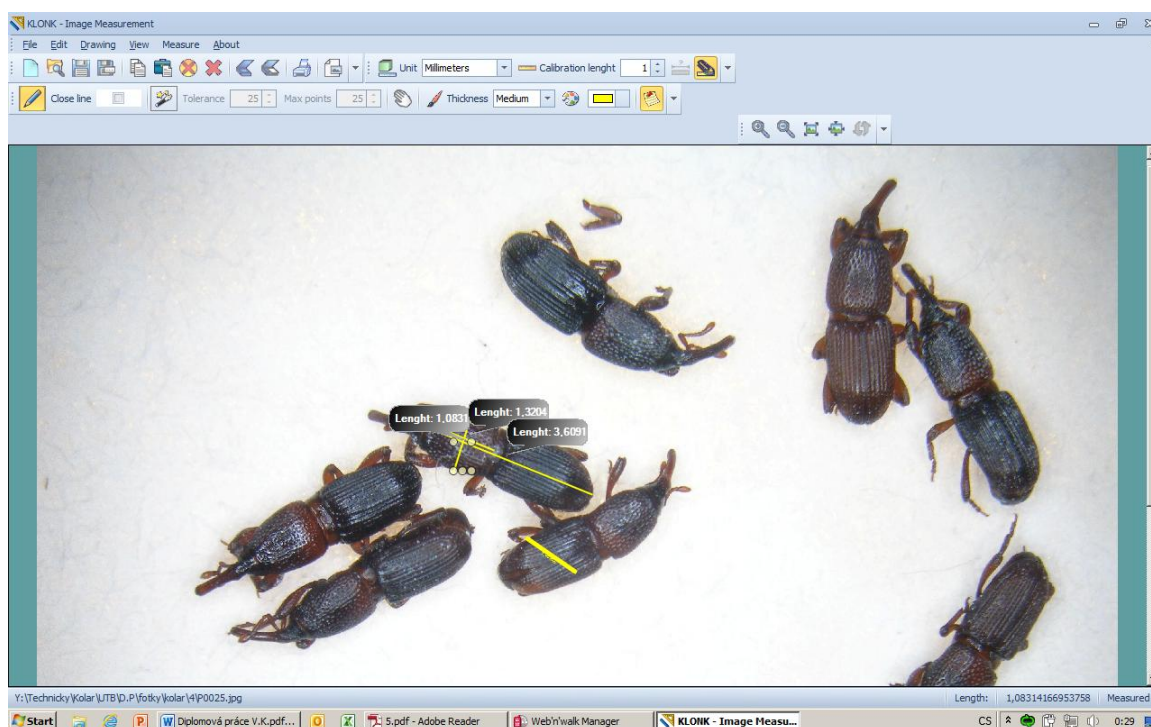
### 3 MĚŘENÍ MORFOLOGICKÝCH A BIOLOGICKÝCH ZNAKŮ

Za tímto účelem byly vybrány pro všechny kmeny tři rozměry, a to:

- délka těla,
- délka štítu,
- šířka štítu.

#### 3.1 Popis metody

Ode všech 20 kmenů bylo náhodně vybráno 50 dospělých jedinců. Tito byli usmrceni octanem ethylnatým neboli ethyl-acetátem ( $\text{CH}_3\text{COOCH}_2\text{CH}_3$ ), používaným v entomologii při preparaci hmyzu. Poté byly pořízeny snímky po cca 10 kusech jedinců fotoaparátem Olympus SZ x12 umístěném na mikroskopu v laboratoři VÚRV. Následně byly za pomoci software Quantify Image měřeny velikosti znaků u všech zkoumaných jedinců.



Obr 5: Vyhodnocování snímku

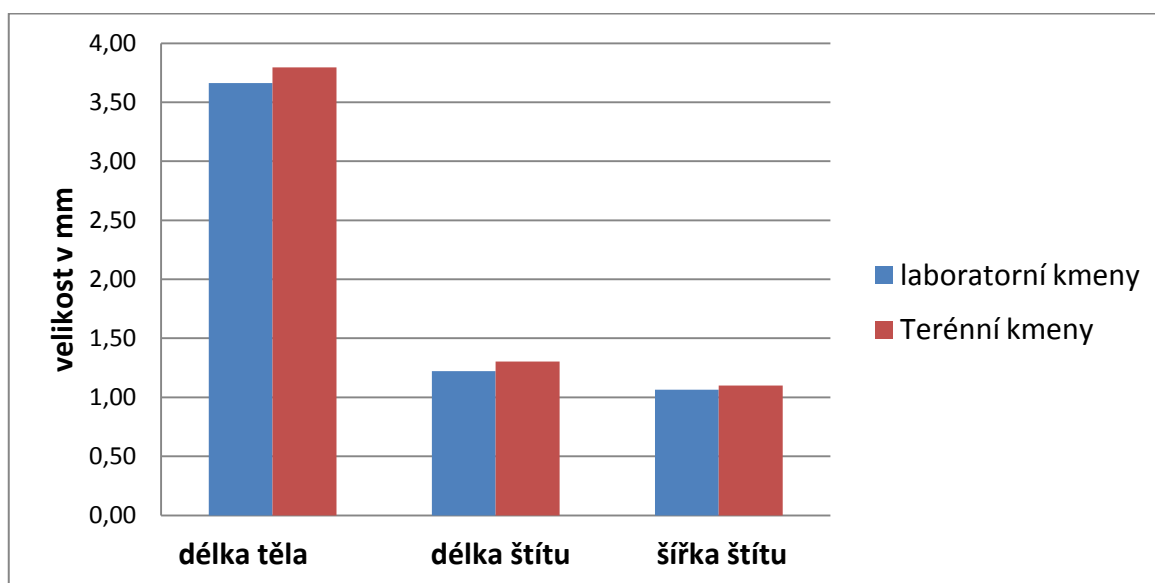
#### 3.2 Výsledky měření

Výsledky měření všech 1 000 kusů byly statisticky vyhodnoceny v hodnotách aritmetického průměru, mediánu a směrodatné odchylky pomocí funkcí MS Excel v následujících tabulkách. Hodnoty jsou vztaženy k jednotlivým kmenům a zároveň byly vyhodnoceny

znaky všech kmenů laboratorních pro srovnání s hodnotami kmenů terénních. V grafech jsou znázorněny hodnoty průměru terénních a laboratorních kmenů u jednotlivých druhů.

Tab.3. Výsledky měření morfologických znaků pilouse černého

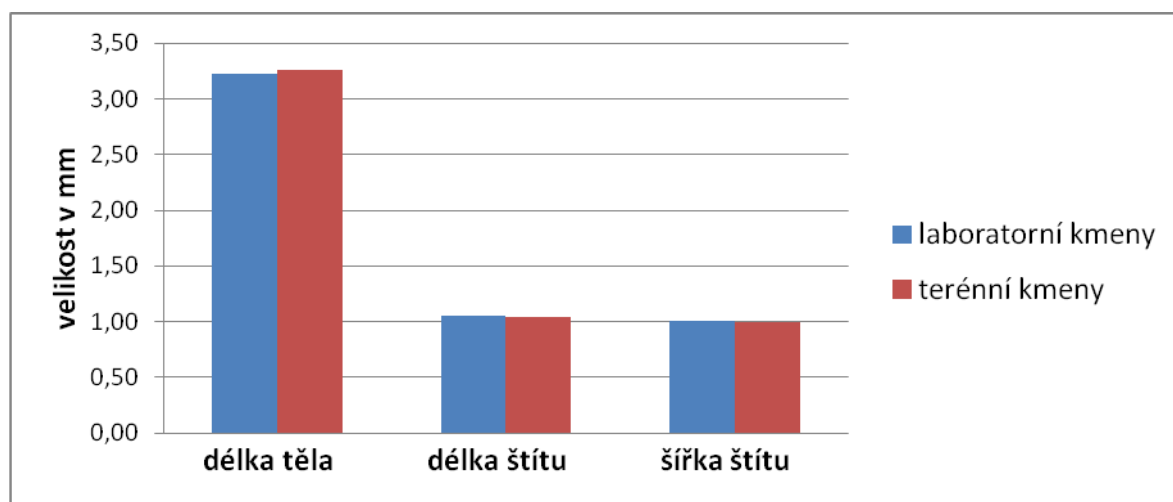
druh	č.	kmen: L-labor. T- terenní	Specifikace, původ	celkový průměr			sm.odch			medián		
				délka těla	délka štítu	šířka štítu	délka těla	délka štítu	šířka štítu	délka těla	délka štítu	šířka štítu
Sitophilus granarius	1	L	VURV 25 6.4. zásoba	3,85	1,27	1,10	0,21	0,11	0,09	3,85	1,26	1,11
	2	L	VURV 25 7/3	3,47	1,17	1,03	0,17	0,05	0,05	3,48	1,17	1,02
	L celkem			<b>3,66</b>	<b>1,22</b>	<b>1,06</b>	<b>0,27</b>	<b>0,10</b>	<b>0,08</b>	<b>3,62</b>	<b>1,19</b>	<b>1,04</b>
	3	T	VURV 3 Vykáň	3,88	1,33	1,12	0,36	0,08	0,06	3,90	1,33	1,12
	4	T	Třebíz 16.3. 15 %	3,69	1,29	1,08	0,36	0,06	0,05	3,73	1,29	1,08
	5	T	Poutuov	3,82	1,30	1,11	0,20	0,07	0,05	3,81	1,29	1,10
	T celkem			<b>3,80</b>	<b>1,30</b>	<b>1,10</b>	<b>0,33</b>	<b>0,07</b>	<b>0,06</b>	<b>3,81</b>	<b>1,30</b>	<b>1,10</b>



Graf č. 1. Srovnání morfologických znaků pilouse černého v hodnotách průměru

Tab.4. výsledky měření morfologických znaků pílouse rýžového

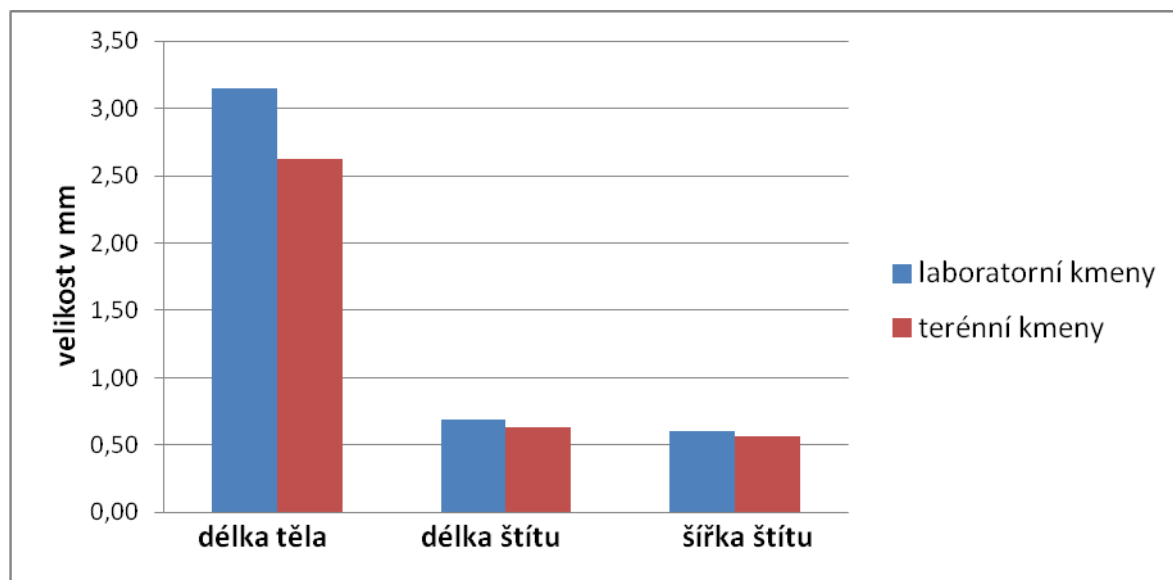
druh	č.	kmen: L-labor. T- terenní	Specifikace, původ	celkový průměr			sm.odch			medián			
				délka těla	délka štitu	šířka štitu	délka těla	délka štitu	šířka štitu	délka těla	délka štitu	šířka štitu	
Sitophilus oryzae	8	L	VURV 26 12/3 15%	3,17	1,03	0,99	0,11	0,06	0,04	3,19	1,03	0,99	
	9	L	VURV 26 7/3	3,28	1,08	1,02	0,17	0,06	0,05	3,24	1,08	1,02	
	<b>L celkem</b>				<b>3,23</b>	<b>1,06</b>	<b>1,01</b>	<b>0,15</b>	<b>0,07</b>	<b>0,05</b>	<b>3,21</b>	<b>1,06</b>	<b>1,01</b>
	10	T	Buštěhrad 9/11 9/1	3,19	1,05	0,98	0,20	0,08	0,07	3,19	1,06	0,98	
	11	T	Hořovice 11/1 12 11/11	3,19	1,05	0,98	0,18	0,07	0,06	3,21	1,04	0,98	
	6	T	Podravka- Česká rep. těstoviny	3,24	1,04	0,98	0,19	0,06	0,14	3,27	1,04	0,99	
	7	T	Podravka- Itálie	3,40	1,04	1,05	0,24	0,09	0,08	3,42	1,05	1,05	
	<b>T celkem</b>				<b>3,26</b>	<b>1,05</b>	<b>1,00</b>	<b>0,22</b>	<b>0,08</b>	<b>0,1</b>	<b>3,26</b>	<b>1,05</b>	<b>1,00</b>



Graf č. 2. Srovnání morfologických znaků pílouse rýžového v hodnotách průměru

Tab.5. výsledky měření morfologických znaků lesáka skladištního

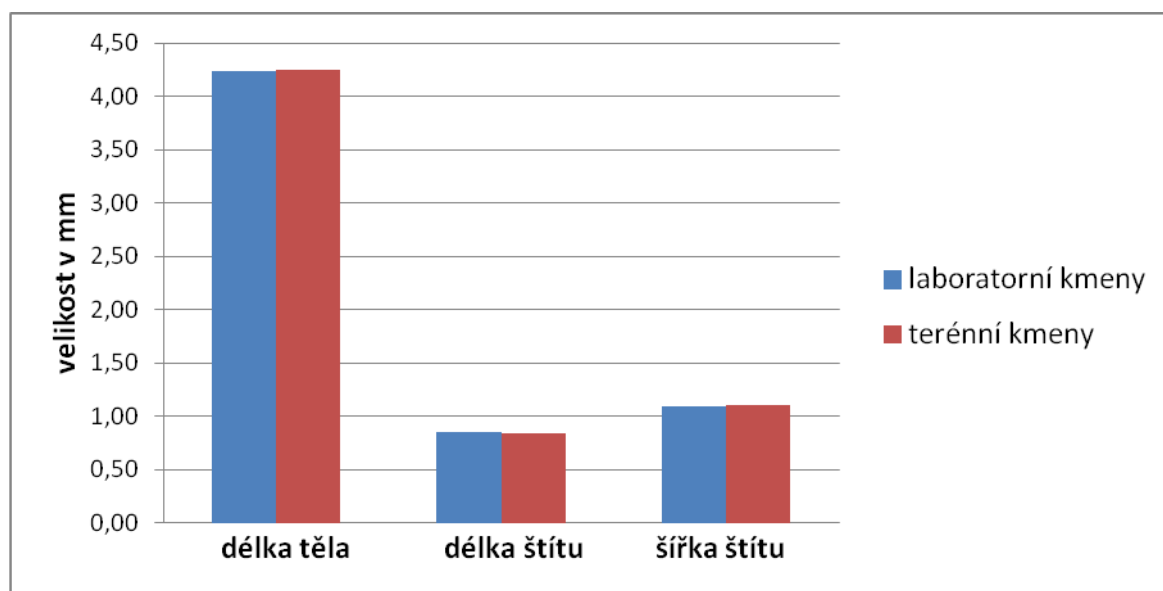
druh	č.	kmen: L-labor. T-terenní	Specifikace, původ	celkový průměr			sm.odch			medián			
				délka těla	délka štítu	šířka štítu	délka těla	délka štítu	šířka štítu	délka těla	délka štítu	šířka štítu	
Oryzaephilus surinamensis	12	L	VURV 39 7/3 1.vzorek	3,19	0,69	0,60	0,21	0,04	0,04	3,18	0,70	0,61	
	13	L	VURV 39 7/3 2.vzorek	3,11	0,68	0,60	0,16	0,04	0,04	3,10	0,69	0,60	
	L celkem				<b>3,15</b>	<b>0,69</b>	<b>0,60</b>	<b>0,19</b>	<b>0,04</b>	<b>0,04</b>	<b>3,14</b>	<b>0,69</b>	<b>0,60</b>
	14	T	Buštěhrad 30/6 23/3	3,08	0,67	0,60	0,14	0,03	0,03	3,09	0,68	0,60	
	15	T	Podravka- Itálie	2,50	0,59	0,51	0,13	0,05	0,04	2,51	0,58	0,51	
	T celkem				<b>2,62</b>	<b>0,63</b>	<b>0,56</b>	<b>0,13</b>	<b>0,05</b>	<b>0,04</b>	<b>2,94</b>	<b>0,65</b>	<b>0,57</b>



Graf č. 3. Srovnání morfologických znaků lesáka skladištního v hodnotách průměru

Tab.6. výsledky měření morfologických znaků potemníka skladištního

druh	č.	kmen: L-labor. T-terenní	Specifikace, původ	celkový průměr			sm.odch			medián			
				délka těla	délka štítu	šířka štítu	délka těla	délka štítu	šířka štítu	délka těla	délka štítu	šířka štítu	
Tribolium confusum	16	L	VURV 9 7/3 1.vzorek	4,35	0,84	1,11	0,17	0,05	0,05	4,33	0,85	1,12	
	17	L	VURV 9 7/3 2.vzorek	4,25	0,87	1,08	0,31	0,08	0,10	4,25	0,87	1,08	
	18	L	VURV 9 14/3	4,11	0,86	1,09	0,31	0,07	0,17	4,12	0,86	1,13	
		L celkem			<b>4,24</b>	<b>0,86</b>	<b>1,09</b>	<b>0,29</b>	<b>0,07</b>	<b>0,12</b>	<b>4,25</b>	<b>0,86</b>	<b>1,12</b>
	19	T	Delta Praha	4,31	0,84	1,11	0,25	0,05	0,06	4,35	0,85	1,12	
	20	T	Litoměřice 22/11 11 F1nu F2 6/3	4,18	0,84	1,09	0,23	0,06	0,06	4,20	0,84	1,09	
		T celkem			<b>4,25</b>	<b>0,84</b>	<b>1,10</b>	<b>0,25</b>	<b>0,06</b>	<b>0,06</b>	<b>4,28</b>	<b>0,85</b>	<b>1,10</b>



Graf č. 4. Srovnání morfologických znaků potemníka skladištního v hodnotách průměru

V případě pilouse černého vyšly všechny tři měřené znaky v průměrných hodnotách vyšší u kmenů terénních než u laboratorních. Naopak v případě lesáka skladištního byly průměrné velikosti vyšší u kmenů laboratorních. U pilouse rýžového vyšly u terénních kmenů větší délky těla, ale naopak menší obě měřené velikosti štítu. U potemníka skladištního byly naměřené hodnoty celkové délky těla a šířky štítu větší u terénních kmenů, a naopak šířka štítu větší u kmenů laboratorních. Nicméně v případě pilouse rýžového a potemníka skladištního jsou rozdíly mezi průměrnými velikostmi měřených znaků minimální.

## 4 MĚŘENÍ REZISTENCE NA FOSFOROVODÍK

Za tímto účelem bylo náhodně vybráno od každého kmene 120 kusů dospělých jedinců. Z nich bylo 100 ks použito pro test rezistence a 20 ks bylo testováno ve stejných podmínkách bez koncentrace fosforovodíku. Důvodem bylo pro ověření metody, zda nedojde k mortalitě některých jedinců i bez přítomnosti fumigantu.

### 4.1 Popis metody

Pro měření byla použita testovací sada PHOSPHINE RESISTANCE TEST KIT (Fosforovodík - test rezistence) od výrobce Detia Degesch GmbH Laudenbach v Německu, který je zároveň i výrobcem. Tento test využívá narkotizační efekt vysoké koncentrace fosforovodíku na hmyz, přičemž jedinci se sklonem k rezistenci mají tendenci zůstat co nejdéle aktivní. Pro testování byla použita výrobcem doporučená koncentrace 3 000 ppm  $\text{PH}_3$ .

Fosforovodík byl uvolněný ze dvou pelet na bázi magneziumfosfidu, rozpuštěných v 50 ml vody ve flexibilním plastovém kanystru o objemu 5 l. Po 5 minutách potřebných k uvolnění  $\text{PH}_3$  byla změřena skutečná koncentrace v kanystru za pomoci detekčních trubiček Phosphine 25/A od výrobce Drager. Tato se pohybovala mezi 5 000-6 000 ppm a na potřebných 3000 ppm byla dořeďována konkrétním množstvím vzduchu odečteným z tabulky v návodu od výrobce ve 100 ml stříkačce. Do této stříkačky byli nejprve vloženi po 20 ks testovaní jedinci stejného kmene, stříkačka byla na potřebnou hodnotu nasáta vzduchem a poté za pomoci kanyly přes adaptér doplněna fosforovodíkem z plastového kanystru.



Obr 6: Testovací sada

Poté byl sledován průběh chování testovaného hmyzu a v pravidelných intervalech zapisován počet jedinců, u kterých se projevil narkotizační efekt posuzovaný jako stav „knock down“. Měření probíhalo tak dlouho, dokud nebyl tento stav pozorován u všech jedinců. Všechna měření probíhala při stálé teplotě 22 °C.

Výrobce sady udává v návodu způsob vyhodnocení tak, že pokud jsou během testu někteří jedinci aktivní i nad určitou dobu, lze je považovat za rezistentní. Konkrétně pro :

pilouse černého .....12 minut

lesáka skladištního.....11 minut

potemníka hnědého.....8 minut

Nicméně po dohodě se specialisty od výrobce sady byla stanovena hranice pro knock down čas 99 % populace (KDT<sub>99</sub>) na 30 minut.

O tom, že se při testování rezistence hmyzu posuzuje narkotizační účinek fosforovodíku nikoliv usmrcení svědčí skutečnost, že převážná část testovaných jedinců začala být po odvětrání a určité době opět aktivní.

## 4.2 Výsledky měření

Naměřené hodnoty byly zaznamenány do tabulek a statisticky vyhodnoceny pomocí programu XLSTAT 2009.6.04







Tab.9. výsledky měření rezistence u pilouse rýžového

měření č.	druh	kmen : L - laboratorní /T- terénní	Specifikace,původ	koncentrace PH3 (ppm)	čas "knock down" posledního ks (min)	Pozorovaný K.D. ks v časových intervalech (min)																upřesnění (min)				
						2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	30	40	50	60	90	120		180			
						12.1	Oryzaepihilus surinamensis	L	VURV 39 7/3 1.vzorek	3000	35	0	3	7	15	17	18	18	18	18	18		18	20		
12.2	3000	0	2	5	14	17				17		17	17	18	18	20										
12.3	3000	0	1	6	15	18				18		18	19	19	19	20										
12.4	3000	0	2	5	14	17				19		19	19	19	19	20										
12.5	3000	0	3	6	14	18				19		19	19	19	20	20										
12.6	0	0	0	0	0	0				0		0	0	0	0	0	0	0								
13.1	Oryzaepihilus surinamensis	L	VURV 39 7/3 2.vzorek	3000	40	0	1	7	14	17	18	18	18	18	19	20								23		
13.2				3000		0	1	6	14	17	17	19	20	20												
13.3				3000		0	0	5	15	17	17	18	19	19	19	20									25	
13.4				3000		0	1	6	14	17	17	18	18	18	19	19	19	20								40
13.5				3000		0	0	5	15	18	18	19	20	20	20											
13.6				0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0								
14.1	Oryzaepihilus surinamensis	T	Buštěhrad 30/6 23/3	3000	8	0	4	15	20																	
14.2				3000		0	4	16	20																	
14.3				3000		0	5	16	20																	
14.4				3000		0	5	17	20																	
14.5				3000		0	5	18	20																	
14.6				0		0	0	0																		
15.1	Oryzaepihilus surinamensis	T	Podravka- Itálie	3000	65	0	4	6	8	12	16	17	17	18	19	20								22		
15.2				3000		0	2	4	6	11	14	15	15	15	15	16	18	18	19	20					65	
15.3				3000		0	3	5	7	12	15	17	18	18	18	20										24
15.4				3000		0	4	6	8	13	16	16	17	18	18	19	19	19	20							55
15.5				3000		0	2	6	7	12	16	17	17	18	19	19	20									
15.6				0		0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0				

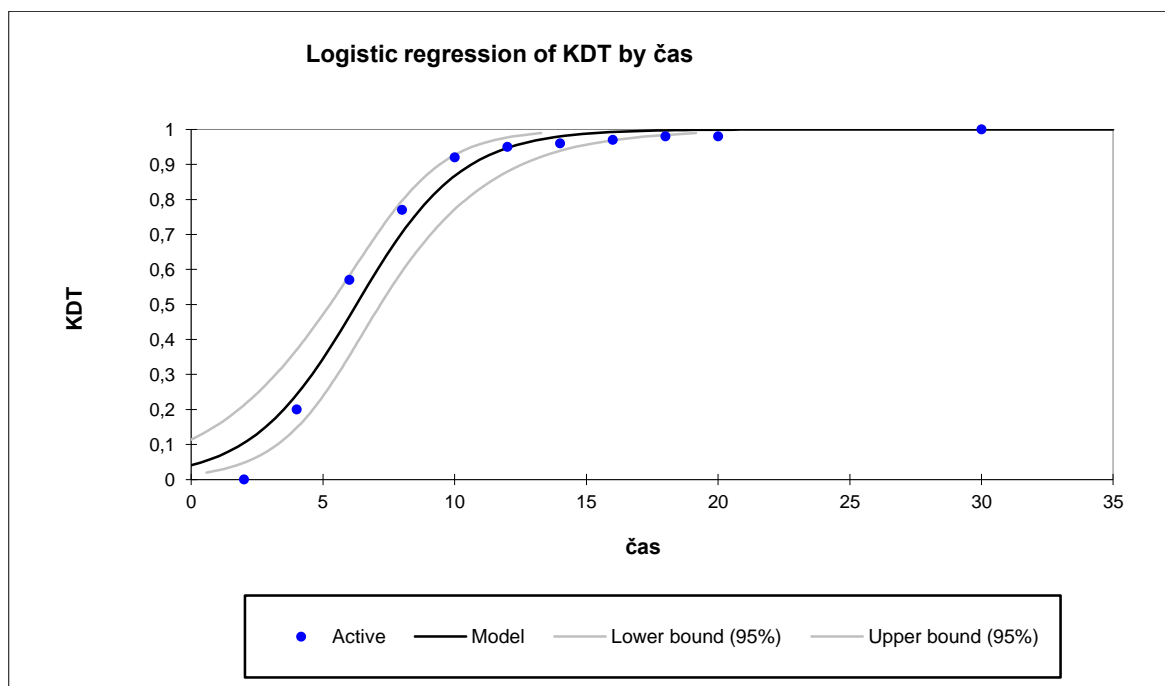


Tab.11. statisticky zpracované výsledky měření knock down u 50 % a 99% jedinců

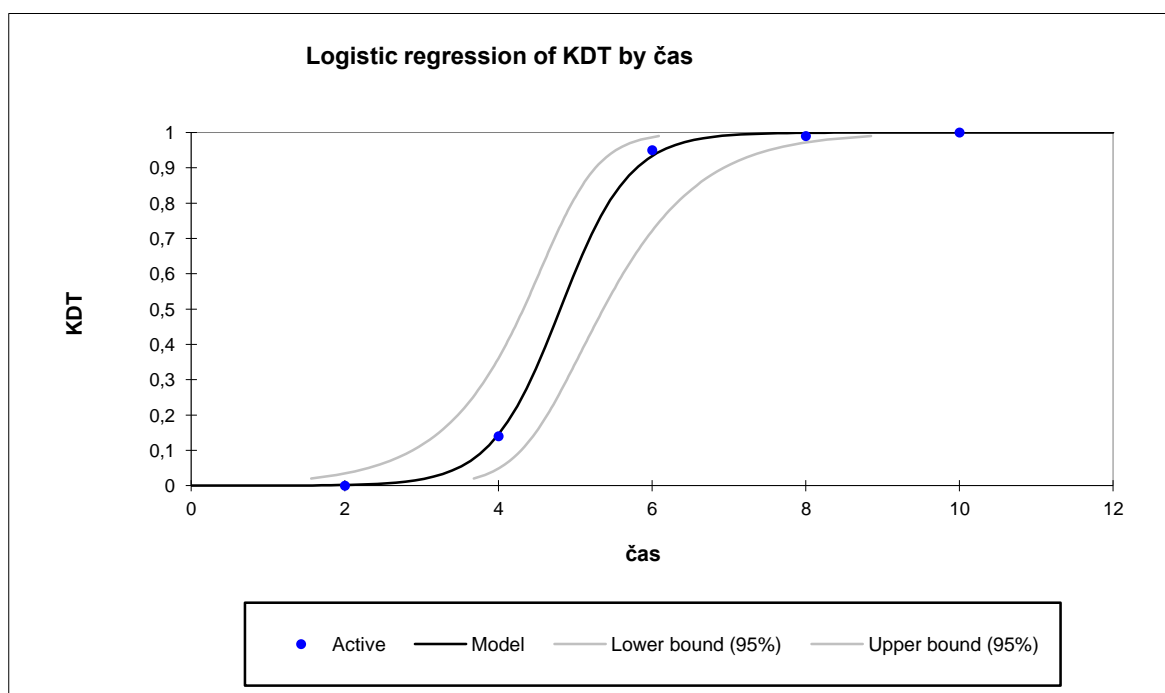
č.	druh	kmen	specifikace	n	Parametry modelu		Knock down time (min)		Vhodnost modelu		
					Intercept±SE	sklon±SE	KDT <sub>50</sub> (95% CL)	KDT <sub>99</sub> (95% CL)	χ <sup>2</sup>	df	P
1	Sitophilus granarius	L	VURV 25 6.4. zásoba	5	-4.24±0.82	0.79±0.14	5.35 (4.57-6.08)	11.14 (9.56-14.26)	79.01	1	<0.0001
2		L	VURV 25 7/3	5	-4.30±0.85	0.83±0.15	5.17 (4.41-5.89)	10.69 (9.17-13.74)	80.37	1	<0.0001
3		L	VURV 3 Vykáň	5	-3.16±0.56	0.50±0.08	6.27 (5.27-7.18)	15.40 (13.28-19.16)	127.13	1	<0.0001
4		T	Třebíz 16.3. 15 %	5	-10.61±2.45	2.21±0.51	4.80 (4.32-5.36)	6.88 (6.09-8.85)	106.02	1	<0.0001
5		T	Poutuov	5	-4.36±0.82	0.79±0.14	5.51 (4.74-6.24)	11.31 (9.76-14.31)	111.51	1	<0.0001
6	Sitophilus oryzae	T	Podravka-Česká rep. těstovi	5	-0.89±0.17	0.03±0.01	28.56 (20.84-37.06)	175.73 (139.70-243.05)	79.17	1	<0.0001
7		T	Podravka-Itálie	5	-1.89±0.38	0.26±0.04	7.30 (5.67-8.65)	25.03 (21.24-31.71)	141.56	1	<0.0001
8		L	VURV 26 12/3 15%	5	-1.63±0.31	0.15±0.02	10.79 (8.64-12.77)	41.14 (34.10-54.04)	125.44	1	<0.0001
9		L	VURV 26 7/3	5	-1.71±0.26	0.11±0.02	15.70 (13.09-18.58)	57.89 (47.98-75.36)	146.85	1	<0.0001
10		T	Buštěhrad 9/11 9/1	5	-0.85±0.30	0.15±0.03	5.74 (2.39-7.96)	36.86 (29.73-51.22)	96.97	1	<0.0001
11		T	Hořovice 11/1 12 11/11	5	-3.29±0.67	0.66±0.11	5.02 (4.12-5.83)	12.03 (10.21-15.57)	79.17	1	<0.0001
12	Oryzaephilus surinamensis	L	VURV 39 7/3 1.vzorek	5	-2.82±0.47	0.37±0.05	7.64 (6.46-8.71)	20.10 (17.42-24.64)	130.96	1	<0.0001
13		L	VURV 39 7/3 2.vzorek	5	-3.30±0.53	0.42±0.06	7.80 (6.74-8.79)	18.68 (16.30-22.69)	159.42	1	<0.0001
14		T	Buštěhrad 30/6 23/3	5	-7.59±1.67	1.55±0.33	4.90 (4.34-5.46)	7.59 (6.88-10.11)	69.44	1	<0.0001
15		T	Podravka-Itálie	5	-2.02±0.36	0.21±0.03	9.82 (8.11-11.38)	32.10 (27.16-40.83)	142.25	1	<0.0001
16	Tribolium confusum	L	VURV 9 7/3 1.vzorek	5	-5.84±1.04	0.81±0.14	7.20 (6.47-7.94)	12.87 (11.32-15.86)	87.51	1	<0.0001
17		L	VURV 9 7/3 2.vzorek	5	-5.47±0.97	0.78±0.13	7.06 (6.31-7.82)	12.99 (11.39-16.08)	84.48	1	<0.0001
18		L	VURV 9 14/3	5	-4.44±0.72	0.61±0.09	7.27 (6.41-8.09)	14.80 (12.98-18.01)	129.47	1	<0.0001
19		T	Delta Praha	5	-6.33±1.09	0.82±0.14	7.68 (6.95-8.40)	13.25 (11.76-16.05)	115.08	1	<0.0001
20		T	Litoměřice 22/11 11 Flnu F	5	-2.82±0.50	0.43±0.06	6.59 (5.47-7.58)	17.32 (14.93-21.49)	158.95	1	<0.0001

Na základě stanoveného pravidla pro rezistenci : (KDT<sub>99</sub>) je větší než 30 minut byly tato zjištěna u čtyřech kmenů pilouse rýžového, u dvou laboratorních a jednoho terénního kmene lesáka skladištního. Tyto jsou v tabulce vyjádřeny červeně. Mimo tyto se rezistenci blíží i kmen pilouse rýžového z reklamované rýže z Itálie (měření č.7)

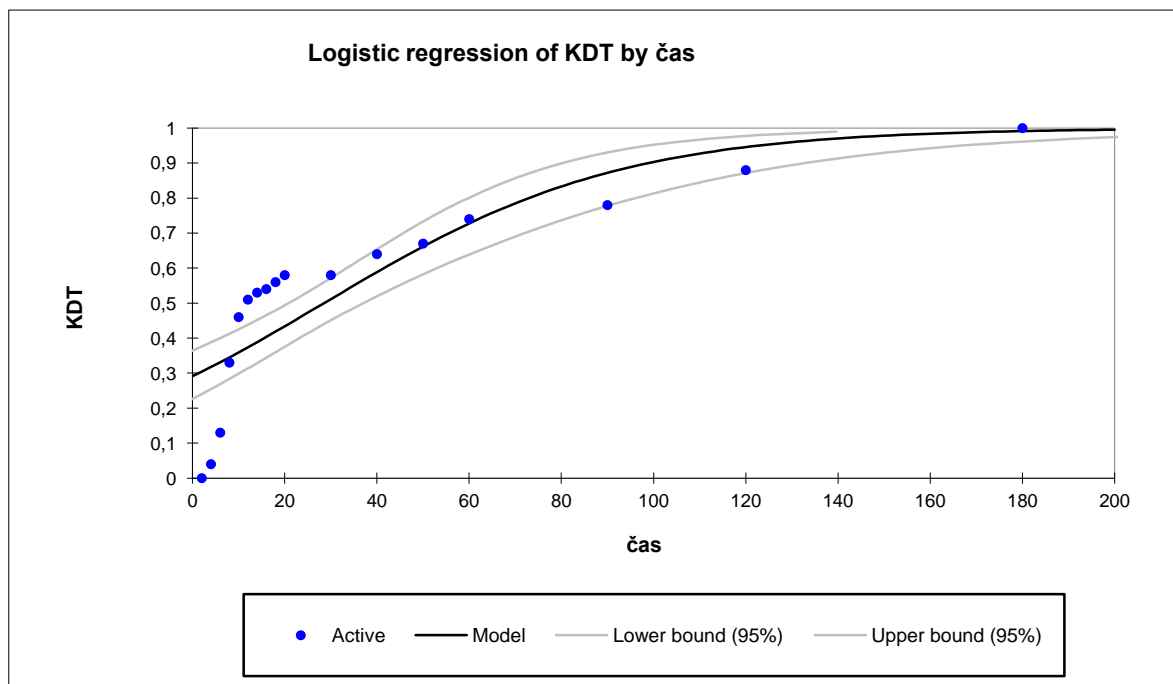
Průběh měření nejcitlivějších a nejodolnějších kmenů je znázorněn v následujících grafech:



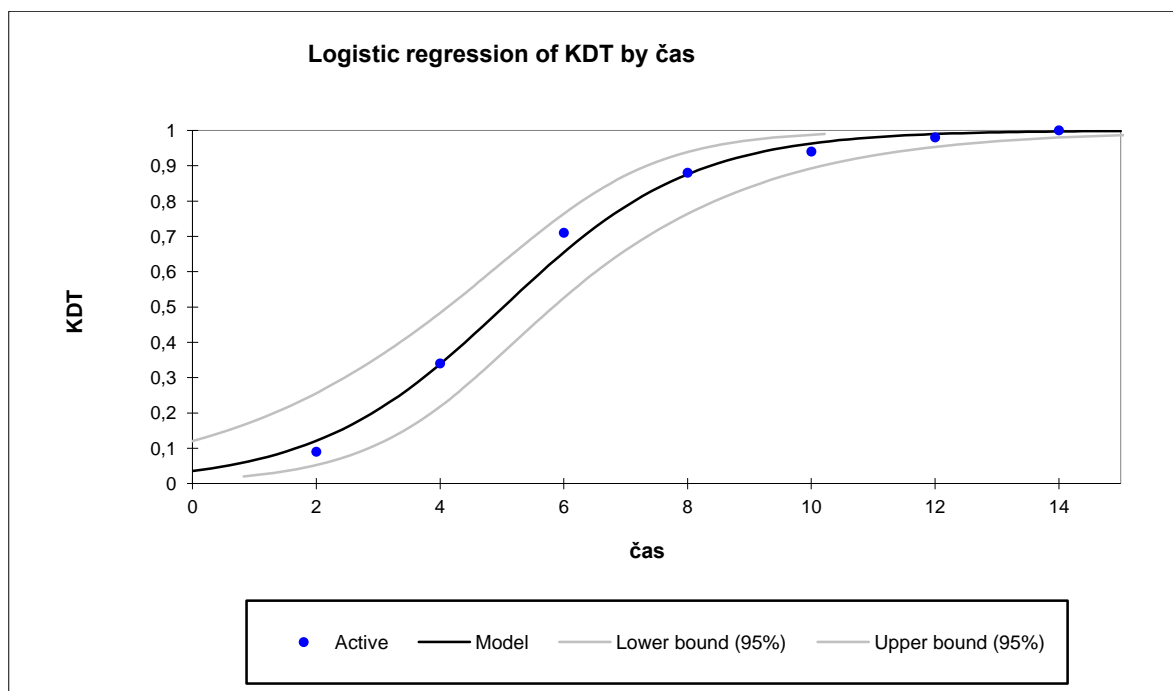
Graf č. 5. Průběh měření nejodolnějšího kmene-pilous černý (Vykáň) -měření č. 3



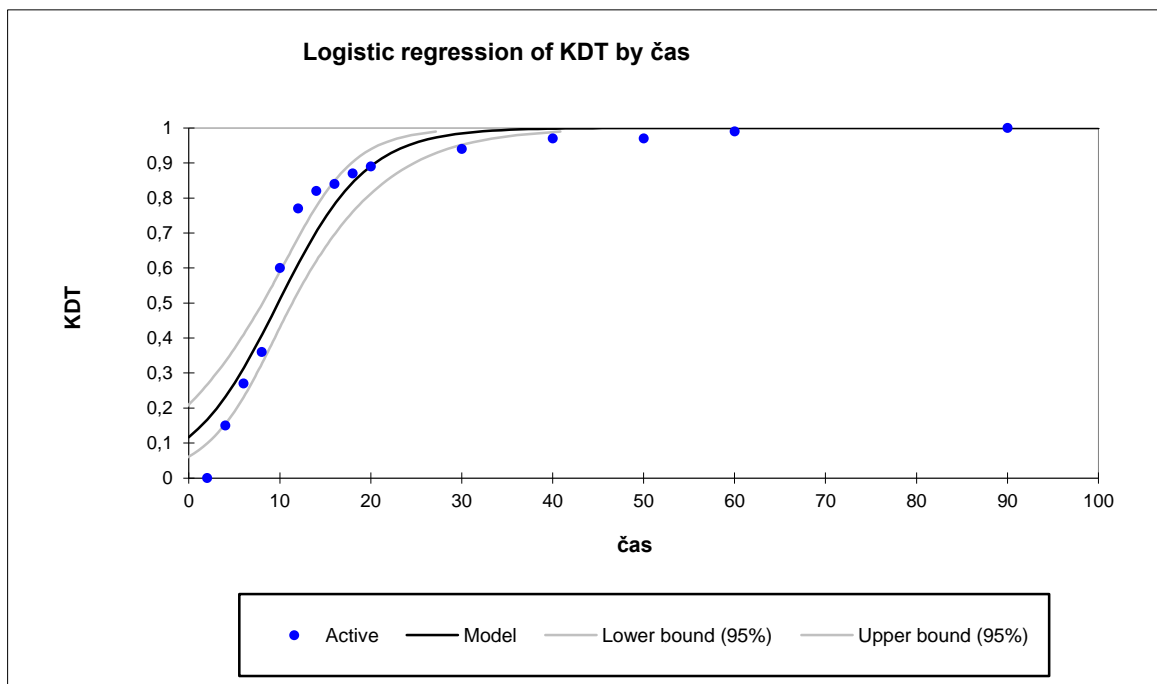
Graf č. 6. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-pilous černý (Třebíz) -měření č. 4



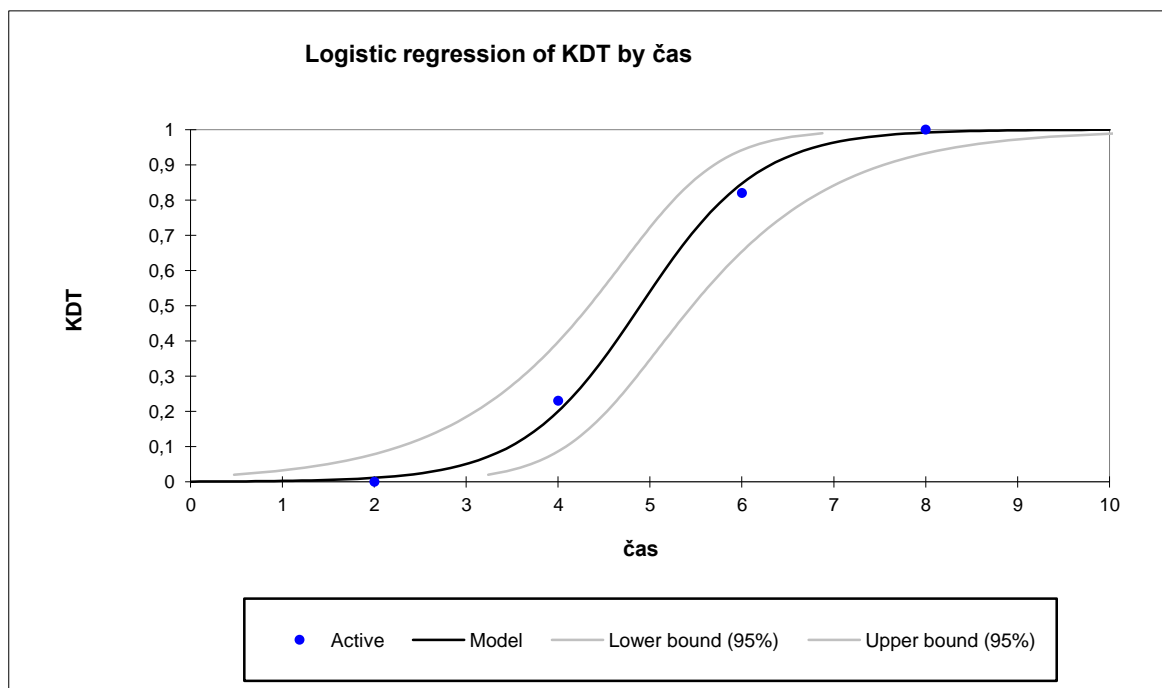
Graf č. 7. Průběh měření nejdolnějšího kmene-pilous rýžový (těstoviny)-měření č.6



Graf č. 8. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-pilous rýžový (Hořovice) -měření č.11

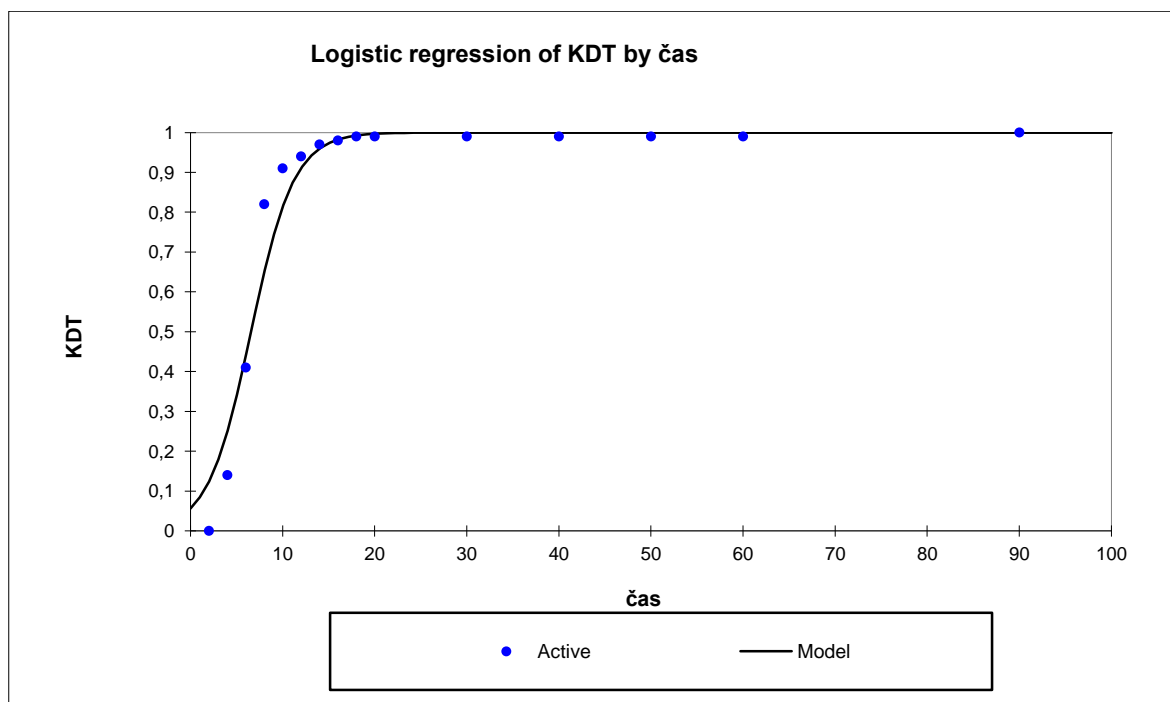


Graf č. 9. Průběh měření nejodolnějšího kmene-lesák skladištní (Podravka.Itálie) -měření č.15

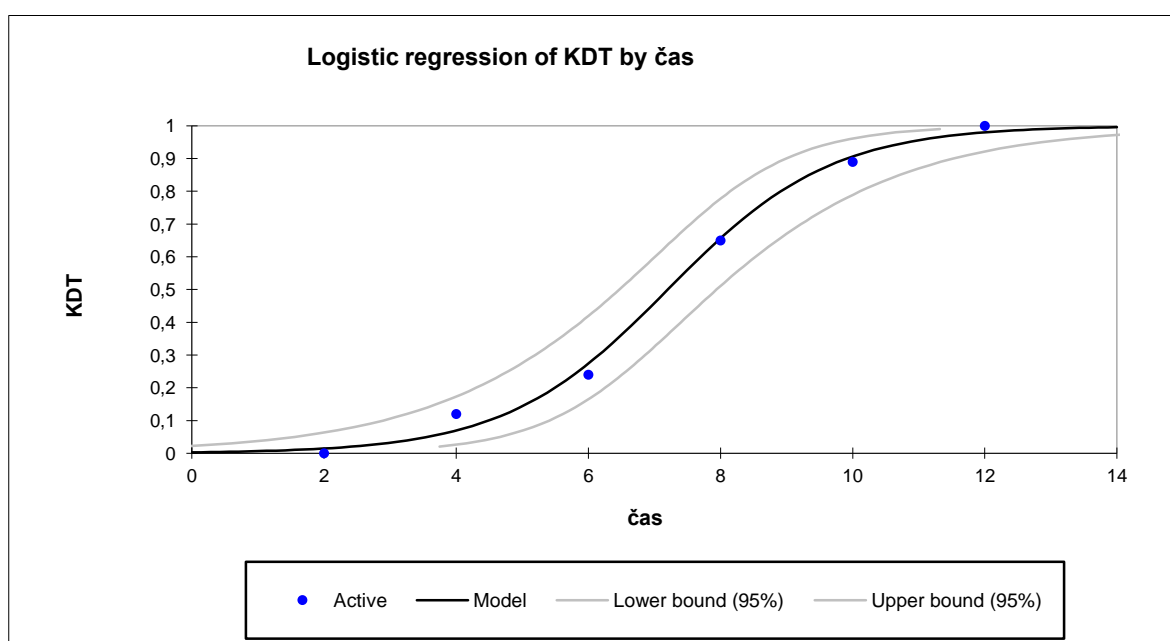


Graf č. 10. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-lesák skladištní (Buštěhrad) -měření č.14





Graf č. 11. Průběh měření nejodolnějšího kmene-potemník skladištní (Litoměřice) -měření č.20



Graf č. 12. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-potemník skladištní (VURV 9) -měření č.16

Následně byl z naměřených dat vypočítán faktor rezistence F jako poměr KDT<sub>99</sub> rezistentních a citlivých kmenů U kmenů označených za rezistentní je hodnota faktoru rezistence 3 a vyšší:

Tab.12. vypočítaný faktor rezistence

č.	druh	kmen	specifikace	KDT <sub>99</sub> (95% CL)	nejcitlivější kmen KDT <sub>99</sub>	faktor rezistence F
1	Sitophilus granarius	L	VURV 25 6.4. zásoba	11,14	6,88	1,62
2		L	VURV 25 7/3	11,69	6,88	1,70
3		L	VURV 3 Vykáň	15,40	6,88	2,24
4		T	Třebíz 16.3. 15 %	6,88	6,88	1,00
5		T	Poutuov	11,31	6,88	1,64
6	Sitophilus oryzae	T	Podravka-Česká rep. těstoviny	<b>175,73</b>	12,30	<b>14,29</b>
7		T	Podravka-Itálie	25,30	12,30	2,06
8		L	VURV 26 12/3 15%	<b>41,14</b>	12,30	<b>3,34</b>
9		L	VURV 26 7/3	<b>57,89</b>	12,30	<b>4,71</b>
10		T	Buštěhrad 9/11 9/1	<b>36,86</b>	12,30	<b>3,00</b>
11		T	Hořovice 11/1 12 11/11	12,30	12,30	1,00
12	Oryzaephilus surinamensis	L	VURV 39 7/3 1.vzorek	20,10	7,59	2,65
13		L	VURV 39 7/3 2.vzorek	18,68	7,59	2,46
14		T	Buštěhrad 30/6 23/3	7,59	7,59	1,00
15		T	Podravka-Itálie	<b>32,10</b>	7,59	<b>4,23</b>
16	Tribolium confusum	L	VURV 9 7/3 1.vzorek	12,87	12,87	1
17		L	VURV 9 7/3 2.vzorek	12,99	12,87	1,01
18		L	VURV 9 14/3	14,80	12,87	1,15
19		T	Delta Praha	13,25	12,87	1,03
20		T	Litoměřice 22/11 11 F1nu F2 6/3	17,32	12,87	1,35

## ZÁVĚR

V případě měření morfologických znaků nebyla prokázána jednoznačně menší velikost u terénních kmenů, mimo lesáka skladištního. Možná příčina může být v příznivých podmínkách pro vývoj těchto terénních kmenů v prostorách potravinářských podniků a dostatkem vhodné potravy, takže se ne vždy jednalo o kmeny, které byly nucené bojovat o přežití.

Během měření rezistence vybraných druhů skladištních škůdců bylo objeveno hned několik rezistentních kmenů a to u pilouse rýžového a v jednom případě u lesáka skladištního. Nebyla prokázána obecně vyšší citlivost na fosforovodík u kmenů laboratorních, protože v případě pilouse rýžového splnily stanovenou podmínku pro rezistenci i dva kmeny laboratorní. Důvodem může být již v minulosti vytvořená rezistence u předchozích generací, ze kterých byly laboratorní kmeny namnoženy. Naopak vyšší citlivost na fosforovodík byla zjištěna u některých terénních kmenů pilouse černého a lesáka skladištního. Existence rezistentních kmenů u těchto nejrozšířenějších druhů skladištních škůdců představuje vážné riziko- jak již bylo uvedeno v celosvětovém měřítku. Výsledky těchto měření jednoznačně poukazují na tento narůstající problém i v podmínkách tuzemských. Lze očekávat, že v souvislosti s pokračujícím trendem frekvence importu komodit ale i hledáním úspor při preventivním ošetření u některých dodavatelů bude tento problém dále narůstat. Jedna z možností, která se nabízí jako vhodná alternativa je využití ochranné atmosféry při skladování. Tato bude v rámci praxe Podravka-Lagris, a.s. ve spolupráci s VURV dále rozvíjena v rámci připravovaných projektů.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [4] STEJSKAL, V.: Ochrana před potravinovými a hygienickými škůdci, 1. vydání, Vyšehrad, Praha 1998, s 4, s 101 - 38-44, 80-7021-236-5
- [2] ZAHRADNÍK, J.: Svět brouků
- [3] TICHÁ, J.: Mikroorganismy a jiní škůdci v mlýnskopekárenském průmyslu a ochrana proti nim, 1.vydání,SNTL,Praha 1988, s 111-114, 04-833-88
- [4] BARTOŠ, J.,VERNER.P.: Vorratsschadlinge , Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin 1990, 108 s, ISBN 3-331-00266-6
- [5] ZUSKA, J.: Haus-und Vorratsschadlinge,2. vydání, Verlag Werner Dauisen Ha-nau/Main 1994 ,s130-133,ISBN 3-7684-2022-1
- [6] STREJČEK , J.: Brouci čeledí Bruchidae, Urodonidae a Anthribidae, ACADEMIA ,Praha 1990,s 14-15.ISBN 80-200-0120-4
- [7] RUPEŠ,V.LEDVINKA,J.: Příručka desinsekce a deratizace, pracovní verze, 1.vydání,Sdružení pracovníků desinfekce ,desinsekce, deratizace České republi-ky,Praha 2003, s 65-235, 80-02-01573-8
- [8] STEJSKAL,V.VERNER, P. VYŠNÍČKA, J.: Desinsekce II: skladištní škůd-ci,1.vydání,České sdružení profesionálních pracovníků v DDD, Praha 1993,s 12-102
- [9] PRŮDEK,P.: Folia Heyrovskyana, Coleoptera Silvanidae, Passandridae, Cucujidae, Laemophloeidae, series B,12,KABOUREK Publishing, Zlín, s 1,ISSN 1801-7150
- [10] NOVÁK,V.: Folia Heyrovskyana, Coleoptera Tenebroionidae, series B,8, KABOUREK Publishing, Zlín, s 6, ISSN 1210-4108
- [11] RUPEŠ a kol.: Škůdci v domácnostech a boj proti nim,1.vydání, Nussberger, Poříčany 2002,s 10-130,80-902010-1-6
- [12] PETERKA,V.: Karanténní a škodliví činitelé rostlin,1.vydání,Ministerstvo zeměděl-ství ČR, s 158,ISBN 80-7084-032-3
- [13] STEJSKAL,V. ADLER,C.:Fumigace a řízené atmosféry,1.vydání, Sdružení pracov-níků desinfekce, desinsekce,deratizace České republiky,Praha 1997, s 25-107 , 80-02-01130-9
- [14] STEJSKAL,V. AULICKÝ,R. PLACHÝ,J.: Časopis Desinfece, desinsekce, deratizace číslo 2/2008. Fumiganty, řízené a modifikované atmosféry a insekticidní aerosoly,s 58-60

- [15] AULICKÝ, R. STEJSKAL, V., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha.: Časopis Desinfekce, desinsekce, deratizace číslo 3/2009. Fumigace skladištních škůdců fosforovodíkem (PH<sub>3</sub>), s 90-93
- [16] FRÝDOVÁ, B. STEJSKAL, V., Výzkumný ústav rostlinné výroby, v. v. i., Praha.: Časopis Desinfekce, desinsekce, deratizace číslo 2/2011. Rezistence skladištních škůdců s 79-84
- [17] STEJSKAL, V. ŠIMBERA, J., AULICKÝ, R.: Časopis Desinfekce, desinsekce, deratizace číslo 4/2011. Uragan D2, s. 156
- [18] AURÉLIO, M.G.P., FARONI, D.A.R.L., TÓROLA, M.R., GUEDES, R.N.C., Phosphine resistance, respiration rate and fitness consequences in stored-product insects, *Pest Manag Sci* 63:876-881 (2007)
- [19] DAGLISH, J.G., COLLINS, J.P., PAVIC, H., KOPTTKE, A., Effects of time and concentration on mortality of phosphine-resistant *Sitophilus oryzae* (L) fumigated with phosphine, *Pest Manag Sci* 58:1015–1021 (online: 2002)
- [20] DAGLISH, J.G., COLLINS, J.P., PAVIC, H., KOPTTKE, A., Predicting mortality of phosphine-resistant adults of *Sitophilus oryzae* (L) (Coleoptera: Curculionidae) in relation to changing phosphine concentration, *Pest Manag Sci* 60:655–659 (online: 2004)
- [21] RAJENDRAN, S., PARVEEN, H., BEGUM, K., RAMESH, S., Influence of phosphine on hatching of *Cryptolestes ferrugineus* (Coleoptera: Cucujidae), *Lasioderma serricorne* (Coleoptera: Anobiidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae), *Pest Manag Sci* 60:1114–1118 (online: 2004)
- [22] PRATT, S.J., A new measure of uptake:desorption of unreacted phosphine from susceptible and resistant strains of *Tribolium castaneum* (Herbst) (Coleoptera: Tenebrionidae), *Journal of Stored Products Research* 39 (2003) 507–520
- [23] HOUBA, M. a kol., Luskoviny pěstování a užití, 1. vydání, Kurent České Budějovice 2009, s 112, ISBN 978-80-87111-19-2

---

## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KDT<sub>50</sub> Čas knock down u 50% jedinců

KDT<sub>99</sub> Čas knock down u 99% jedinců

L/ T Laboratorní/terénní kmeny

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obr. č. 1- Sitophilus granarius</i> .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<i>Obr. č. 2 - Sitophilus oryzae</i> .....	13
<i>Obr. č. 3 - Oryzaephilus surinamensis</i> .....	14
<i>Obr. č. 4 - Tribolium confusum</i> .....	
	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
<i>Obr. č. 5 – Vyhodnocování snímku</i> .....	25
<i>Obr. č. 6 – Testovací sada</i> .....	31

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tab. č. 1 – Analýza importovaných škůdců – druhů hmyzu v jednotlivých surovinách do Podravka-Lagris, a.s. v letech 2003 – 2011 .....</i>	<i>11</i>
<i>Tab. č. 2 - Přehled vybraných metod ochrany před hmyzem a roztoči v uskladněných zrninách .....</i>	<i>17</i>
<i>Tab. č. 3 - Výsledky měření morfologických znaků pilouse černého .....</i>	<i>26</i>
<i>Tab. č. 4 - Výsledky měření morfologických znaků pilouse rýžového .....</i>	<i>27</i>
<i>Tab. č. 5 - Výsledky měření morfologických znaků lesáka skladištního .....</i>	<i>28</i>
<i>Tab. č. 6 - Výsledky měření morfologických znaků potemníka skladištního .....</i>	<i>29</i>
<i>Tab. č. 7 - Výsledky měření rezistence u pilouse černého.....</i>	<i>33</i>
<i>Tab. č. 8.- Výsledky měření rezistence u pilouse rýžového.....</i>	<i>34</i>
<i>Tab. č. 9 - Výsledky měření rezistence u lesáka skladištního.....</i>	<i>35</i>
<i>Tab. č. 10 - Výsledky měření rezistence u potemníka skladištního.....</i>	<i>36</i>
<i>Tab.č. 11. Statisticky zpracované výsledky měření knock down u 50 % a 99% jedinců....</i>	<i>37</i>
<i>Tab.č. 12. Vypočítaný faktor rezistence.....</i>	<i>42</i>



**SEZNAM GRAFŮ**

<i>Graf č. 1 - Srovnání morfologických znaků pilouse černého v hodnotách průměru .....</i>	26
<i>Graf č. 2 - Srovnání morfologických znaků pilouse rýžového v hodnotách průměru .....</i>	27
<i>Graf č. 3 - Srovnání morfologických znaků lesáka skladištního v hodnotách průměru ....</i>	28
<i>Graf č. 4 - Srovnání morfologických znaků potemníka skladištního v hodnotách průměru .....</i>	29
<i>Graf č. 5. Průběh měření nejodolnějšího kmene-pilous černý (Vykáň) -měření č. 3.....</i>	38
<i>Graf č. 6. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-pilous černý (Třebíz) -měření č. 4.....</i>	38
<i>Graf č. 7. Průběh měření nejodolnějšího kmene-pilous rýžový (těstoviny)-měření č.6.....</i>	39
<i>Graf č. 8. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-pilous rýžový (Hořovice) -měření č.11.....</i>	39
<i>Graf č. 9. Průběh měření nejodolnějšího kmene-lesák skladištní (Podravka.Itálie) -měření č.15.....</i>	40
<i>Graf č. 10. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-lesák skladištní (Buštěhrad) -měření č.14.....</i>	40
<i>Graf č. 11. Průběh měření nejodolnějšího kmene-potemník skladištní (Litoměřice) -měření č.20.....</i>	41
<i>Graf č. 12. Průběh měření nejcitlivějšího kmene-potemník skladištní (VURV 9) -měření č.16.....</i>	41