

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Fakulta rybářství a ochrany vod

výzkumný ústav rybářský a hydrobiologický

## BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Toxicita vybraných látek pro raka pruhovaného

Autor: IVANA MAHOVSKÁ

Vedoucí bakalářské práce: doc. Ing. PAVEL KOZÁK, Ph.D.

Konzultant bakalářské práce: Ing. MILOŠ BUŘIČ, Ph.D.

Místo a rok odevzdání: České Budějovice, 2010

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě případně v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných FROV JU (viz. opatření rektora R 83).

Zveřejnění je elektronickou formou v databázi STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

Datum: 7.5.2010

Podpis studenta: Ivana Mahovská

## ABSTRAKT

### **Toxicita vybraných látek pro raka pruhovaného (*Orconectes limosus*)**

Testy toxicity na organizmech vodního prostředí se používají k hodnocení nově vyvinutých chemických látek a přípravků včetně pesticidů při klasifikaci odpadů určených pro skládkování.

Testovanými látkami byl insekticidní přípravek Diazinon 60 EC a herbicidní přípravek Roundup® Biaktiv. Diazinon 60 EC se používá k tlumení nadměrného rozvoje hrubého dafniového zooplanktonu. Roundup® Biaktiv se používá k likvidaci nežádoucí vnořené a plovoucí vegetace.

Pro testy akutní toxicity se používají takové organismy, které zastupují jednotlivé trofické úrovně sledovaného prostředí. V testech akutní toxicity byly použity jako testovací organismy juvenilní raci pruhovaní (*Orconectes limosus*) a juvenilní a adultní raci signální (*Pacifastacus leniusculus*).

Výsledky testů ukazují, že použitím insekticidního přípravku Diazinon 60 EC a herbicidního přípravku Roundup® Biaktiv nedojde k ohrožení přežití jak raků pruhovaných (*Orconectes limosus*), tak raků signálních (*Pacifastacus leniusculus*) a ani jejich vývojových stádií.

### **Toxicity of selected substances for spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*)**

The tests of acute toxicity to aquatic organisms are used to evaluate newly developed chemical products including pesticides in the classification of waste destined for landfill.

Tested substances were insecticidal product Diazinon 60 EC and herbicidal product Roundup® Biaktiv. Diazinon 60 EC is used to control the excessive development of gross daphnian zooplankton. Roundup® Biaktiv is used to destroy undesirable emergent and floating vegetation.

For acute toxicity tests are used such organisms, representing different trophic levels of the reference environment. In acute toxicity tests have been used as test organisms juvenile spiny-cheek crayfish (*Orconectes limosus*) and juvenile and adult signal crayfish (*Pacifastacus leniusculus*).

Test results show that the use of insecticidal product Diazinon 60 EC and herbicidal produkt Roundup ® Biaktiv no threat to the survival of spiny-cheek crayfish and signal crayfish, and even their developmental stages.

<b>1. Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2. Literární přehled.....</b>	<b>10</b>
2.1 Druhy raků žijících v ČR .....	10
2.2 Systematické zařazení raků žijících v ČR.....	10
2.2.1 Rozeznávací morfologické znaky raka pruhovaného ( <i>Orconectes limosus</i> ) .....	11
2.2.1.1 Nároky na prostředí.....	11
2.2.2 Rozeznávací morfologické znaky raka signálního ( <i>Pacifastacus leniusculus</i> ) .....	11
2.2.2.1 Nároky na prostředí.....	12
2.3 Testy akutní toxicity .....	12
2.4 Herbicidy.....	12
2.4.1 ROUNDUP® Biaktiv .....	13
2.5 Insekticidy .....	13
2.5.1 DIAZINON 60 EC .....	14
<b>3. Materiál a metodika.....</b>	<b>15</b>
3.1 Testy akutní toxicity .....	15
3.1.1 Testované látky .....	15
3.1.2 Testované organismy.....	16
3.1.3 Testy akutní toxicity.....	16
3.2 Testy toxicity rak pruhovaný ( <i>Orconectes limosus</i> ) .....	17
3.2.1 Předběžné testy rak pruhovaný ( <i>Orconectes limosus</i> ).....	17
3.2.2 Základní testy rak pruhovaný ( <i>Orconectes limosus</i> ) .....	18
3.3 Testy toxicity rak signální ( <i>Pacifastacus leniusculus</i> ).....	19
3.3.1 Základní testy juvenilní jedinci raka signálního .....	19
( <i>Pacifastacus leniusculus</i> ).....	19
3.3.2 Základní testy adultní jedinci raka signálního .....	20
( <i>Pacifastacus leniusculus</i> ).....	20
3.4 Zjišťování parametrů vody .....	21
<b>4. Výsledky .....</b>	<b>22</b>
4.1 Předběžný test rak pruhovaný ( <i>Orconectes limosus</i> ).....	22
4.1.1 Diazinon 60 EC .....	22
4.1.2 Roundup® Biaktiv .....	23
4.2 Základní test rak pruhovaný ( <i>Orconectes limosus</i> ) .....	23
4.2.1 Diazinon 60 EC .....	23
4.2.2 Roundup® Biaktiv .....	26
4.3 Základní test rak signální ( <i>Pacifastacus leniusculus</i> ).....	27
4.3.1 Juvenilní raci signální.....	27
4.3.2 Adultní raci signální .....	30

<b>5. Diskuze .....</b>	<b>33</b>
<b>6. Závěr .....</b>	<b>35</b>
<b>7. Použitá literatura .....</b>	<b>36</b>
<b>8. Příloha .....</b>	<b>38</b>

# 1. Úvod

České rybářství se v posledních letech potýká s řadou nežádoucích vlivů, plynoucích ze zvýšené intenzifikace hospodaření, dále z vysokého přísunu živin a splachů z intenzivně obhospodařovaných vodních ploch. Na změně kvality vody se významně podílí i komunální odpadní vody a vody z potravinářského průmyslu. Tyto vody s sebou přinášejí velké množství organického znečištění a živin, jejichž následkem je zvyšování saprobity rybníčního prostředí (FAINA a kol., 2007).

Následkem intenzivního hospodaření na rybnících je vznik kyslíkového deficitu a vznik nadměrného rozvoje hrubého dafniového zooplanktonu. Dalším problémem je také nadměrný výskyt vodní vymořené a plovoucí vegetace. V rybářské praxi jsou proto snahy o omezení nadměrného rozvoje jak hrubého dafniového zooplanktonu, tak vysokého rozvoje nežádoucí vodní vegetace.

Nejúčinnějším přípravkem na omezení nadměrného rozvoje hrubého zooplanktonu je Diazinon 60 EC. Diazinon 60 EC se používá při ohrožení obsádky ryb kyslíkovým deficitem, který byl vyvolán nadměrným rozvojem hrubého dafniového zooplanktonu (FAINA a kol., 2007).

Diazinon 60 EC patří do skupiny organofosfátů. Jeho účinnou látkou je diazinon v koncentraci 600 g na 1l přípravku (MÁCHOVÁ a kol., 2007). Při kritickém ohrožení obsádky se doporučuje aplikace přípravku v množství 10  $\mu\text{g.l}^{-1}$  (Faina a kol., 2007). Diazinon 60 EC se používá jako postřikový a zálivkový insekto-akaricidní přípravek ve formě emulgovaného koncentrátu určený k hubení škodlivého hmyzu k ochraně rostlin ([www.agrokrom.cz](http://www.agrokrom.cz)).

Akutní toxicita Diazinonu 60 EC pro vodní organismy je velmi rozdílná a hodnoty EC 50 a LC 50 se pohybují od desetin  $\mu\text{g.l}^{-1}$  pro *Daphnia magna* až po jednotky či desítky  $\text{mg.l}^{-1}$  pro ryby *Cyprinus carpio*, *Oncorhynchus mykiss*, *Poecilia reticulata* a sladkovodní řasy *Desmodesmus subspicatus* (MÁCHOVÁ a kol., 2006, 2007).

Prostředkem používaným na vodní vegetaci při nadměrném rozvoji vymořené i plovoucí vegetace je herbicidní přípravek Roundup® Biaktiv. Přípravek se používá v zemědělství k hubení plevelů a k likvidaci nežádoucí vegetace. Používá se jako

postřikový přípravek ve formě koncentrátu pro ředění vodou. Jedná se o neselektivní listový herbicidní přípravek se systemickým účinkem.

Roundup® Biaktiv je přípravek na bázi glyfosátu s účinnou látkou izopropylaminová sůl glyfosátu v koncentraci 415 g na 1l přípravku (Monsanto Europe S.A., Bezpečnostní list). Aplikace přípravku do zavlažovacích kanálů, vodních nádrží a vodních toků se na nežádoucí dřeviny a pobřežní plevele používá v množství 5 l ve 200 – 300 l vody. Na vynořené a na hladině plovoucí plevele se aplikuje 5 – 6 l přípravku na 1 ha v maximálním množství vody 300 l (www.agrokrom.cz).

Akutní toxicita Roundupu® Biaktiv se pohybuje ve stovkách  $\text{mg.l}^{-1}$  u perloočky až tisících  $\text{mg.l}^{-1}$  u ryb (VYKUSOVÁ, 1998).

Do testů akutní toxicity byli vybráni jako testovací organismy juvenilní raci pruhovaní (*Orconectes limosus*). Následně byly testy ještě rozšířeny juvenilními a adultními jedinci raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*). Oba druhy raků jsou nepůvodními v ČR, pocházející ze Severní Ameriky a jsou přenašeči račího moru. Tito invazní nepůvodní druhy raků byli vybráni jako vhodné a dostupné testovací organismy, na rozdíl od použití například raka říčního jakož to kriticky ohroženého druhu.

Cílem práce bylo zkoumat toxicitu insekticidního přípravku Diazinon 60 EC a herbicidního přípravku Roundup® Biaktiv na různá vývojová stadia raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) a raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) v laboratorních podmínkách.



## 2. Literární přehled

### 2.1 Druhy raků žijících v ČR

V současné době se na území ČR vyskytuje v přírodních podmínkách 5 druhů raků. Z toho jsou 2 druhy původní, a to rak říční (*Astacus astacus*) a rak kamenáč (*Austropotamobius torrentium*).

Dalším druhem je rak bahenní (*Astacus leptodactylus*), který byl na naše území dovezen na přelomu 19. a 20. století náhradou za raka říčního, jehož populace byly zdecimovány račím morem. Dnes je tento rak někdy omylem přiřazován k rakům původním. Další 2 druhy jsou raci původem ze Severní Ameriky a jsou to: rak signální (*Pacifastacus leniusculus*) a rak pruhovaný (*Orconectes limosus*).

Nebezpečí nepůvodních amerických druhů raků netkví jen v mechanickém vytlačení našich druhů raků, ale zvláště v jejich rezistenci vůči račímu moru. Americké druhy raků jsou vůči račímu moru rezistentní, ale jsou jeho přenašeči. Při kontaktu populace našich druhů raků s raky nepůvodními, infikovanými račím morem, může dojít k totálnímu úhynu domácích populací (KOZÁK a kol. 1998).

### 2.2 Systematické zařazení raků žijících v ČR

<u>Kmen:</u>	Arthropoda	Členovci	
<u>Podkmen:</u>	Crustacea	Korýši	
<u>Třída:</u>	Malacostraca	Rakovci	
<u>Řád:</u>	Decapoda	Desetinožci	
<u>Čeleď:</u>	<u>Podčeleď:</u>	<u>Rod:</u>	<u>Druh:</u>
Cambaridae	Cambarinae	<i>Orconectes</i>	<i>O. limosus</i> Raf. (rak pruhovaný)
Astacidae	Pacifastacinae	<i>Pacifastacus</i>	<i>P. leniusculus</i> (D.) (rak signální)
Astacinae	<i>Astacus</i>	<i>A. astacus</i> (L.)	(rak říční)
		<i>A. leptodactylus</i> Esch.	(rak bahenní)
	<i>Austropotamobius</i>	<i>A. torrentium</i> (Schr.)	(rak kamenáč)

## **2.2.1 Rozeznávací morfologické znaky raka pruhovaného (*Orconectes limosus*)**

Krunýř je relativně hladký, s charakteristickými trny vpředu po stranách hlavohruďi a červenohnědými příčnými proužky na zadečku. Rak pruhovaný (*Orconectes limosus*) je malého vzrůstu, největší exempláři dosahují maximální délky těla bez klepet do 100 mm. Je světle až středně hnědého zbarvení s typickými tmavě hnědými až rezavými příčnými pruhy na každém ocasním článku. (KOZÁK, a kol. 1998).

### **2.2.1.1 Nároky na prostředí**

Rak pruhovaný je dobře přizpůsobený životu ve stálých tekoucích i stojatých vodách. Daří se mu také na lokalitách s bahnitým dnem, které jsou pro evropské druhy méně vhodné.

Oblast výskytu raka pruhovaného je značně rozsáhlá, což napovídá, že se jedná spíše o generalitu s dobrými předpoklady osídlit nové typy lokalit. V porovnání s druhy raků, které jsou u nás původní, vykazuje větší toleranci ke snížené koncentraci kyslíku a k eutrofním a znečištěným vodám. Lépe se vyrovnává s výraznými změnami prostředí. V České republice lze tento druh nalézt jak ve větších řekách, tak v zatopených lomech a pískovnách (FILIPOVÁ, PETRUSEK, 2006).

Rak pruhovaný snáší teplotu vody okolo 20°C a vyšší. Vůči račímu moru je rezistentní, je to přenašeč této nemoci. Působí nebezpečí pro původní raky (KOZÁK a kol. 1998).

## **2.2.2 Rozeznávací morfologické znaky raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*)**

Rak signální bývá zbarven od světle hnědé, přes červenohnědou až k tmavě hnědé. Hlavohruď je mohutná, hladká se dvěma postorbitálními lištami a zcela bez trnů na bocích. Rostrum je středně dlouhé s hladkými víceméně rovnoběžnými okraji, které na konci tvoří trny.

Samec má robustní klepeta, samice menší, po obou stranách hladká. Na kloubu klepeta je výrazná bílá skvrna. Spodní strana klepet je červená. Může mít

značný vliv na ostatní vodní organismy a habitat. Je vysoce nebezpečný pro původní druhy raků (HOLDICH *et al.*, 2006; PÖCKL *et al.*, 2006 in KOZÁK a kol. 2008).

### **2.2.2.1 Nároky na prostředí**

Rak signální je dobře přizpůsoben k životu v evropských tekoucích i stojatých vodách (HENTONEN a HUNTER, 1999 in KOZÁK a kol. 2008). Rak signální se ale oproti raku říčnímu vyznačuje vyšší teplotní tolerancí a nižší citlivostí na toxické látky. Jeho rychlost kolonizace nových lokalit je poměrně pomalá a může se pohybovat okolo 1 km za rok (PÖCKL *et al.*, 2006 in KOZÁK a kol. 2008).

## **2.3 Testy akutní toxicity**

Testy toxicity na organizmech vodního prostředí mají svou nezastupitelnou úlohu při hodnocení nově vyvinutých a do praxe zaváděných chemických látek a přípravků včetně pesticidů při klasifikaci odpadů určených pro skládkování.

Tyto testy mají rovněž velký význam při hledání a usvědčování původců havárií na povrchových a podzemních vodách. Výběr testovacích organismů k testům toxicity by měl být prováděn tak, aby byly zastoupeny jednotlivé trofické úrovně studovaného ekosystému (producent – konzument – destruent). Prakticky to znamená čtyři úrovně studovaného ekosystému, a to řasy, bezobratlí, ryby a bakterie.

Při hodnocení akutní toxicity chemických látek, přípravků a odpadů, případně odpadních vod se zajišťují hodnoty LC 50, EC 50 a IC 50. Při hodnocení toxicity testovaného vzorku pro organismus je samozřejmě důležitá nejen koncentrace látky, ale také doba jejího působení. Pro stanovení testů akutní toxicity jsou stanoveny testy v délce 24h, 48h, 72h, 96h a 168h (SVOBODOVÁ a kol., 2000).

## **2.4 Herbicidy**

Herbicidy jsou chemikálie určené pro použití k hubení a kontrole vodních rostlin. Aplikace se provádí přímo na plovoucí nebo vnořené vodní rostliny. Dle účinku se herbicidy dělí na selektivní herbicidy a neselektivní herbicidy. Selektivní herbicidy likvidují celé rostliny, převážně dvouděložné.

Neselektivní herbicidy slouží k ničení veškeré vegetace. Dále se dělí podle způsobu účinku na kontaktní herbicidy, které poškozují nebo zcela ničí pouze tu část rostliny, která jimi byla zasažena. Systémové herbicidy pronikají do rostliny a jsou rozváděny do jejích částí. Zasažené citlivé rostliny mají porušenou výměnu látkovou, zpomalují růst nadzemních i podzemních částí a postupně hynou (www.agrokrom.cz).

### 2.4.1 ROUNDUP<sup>®</sup> Biaktiv

Roundup biaktiv je postřikový přípravek ve formě koncentrátu pro ředění vodou k hubení jednoletých a vytrvalých plevelů na orné půdě, v ovocných sadech, vinohradech, k likvidaci nežádoucí vegetace na ostatních plochách, v lesních kulturách. Dále se používá jako herbicid k likvidaci nežádoucí vnořené a plovoucí vegetace v nádržích, vodních tocích a zavlažovacích kanálech. Účinnou látkou je glysphosate-IPA 480 g/l (BEZPEČNOSTNÍ LIST).

Roundup biaktiv je neselektivní listový herbicid se systemickým účinkem. Rostliny ho přijímají výhradně zelenými částmi, listy a oddenky a asimilačním prodejním je rozveden do celé rostliny včetně kořenového systému. Působením přípravku v rostlině se docílí zničení jejich podzemních i nadzemních částí.

Toxicita pro vodní organismy - pstruh duhový (*Oncorhynchus mykiss*) – akutní toxicita, 96 hodin LC<sub>50</sub>: 989 mg/l. Kapr obecný (*Cyprinus carpio*) – akutní toxicita, 96 hodin LC<sub>50</sub>: 895 mg/l (BEZPEČNOSTNÍ LIST).

## 2.5 Insekticidy

Insekticidy jsou chemické látky používané k hubení škodlivého hmyzu v ochraně rostlin a k tlumení rozvoje hrubého zooplanktonu ve vodním prostředí (FAINA a kol. 2007).

Insekticidy se podle chemického složení dělí na :

Organofosfáty - nervové jedy s dotykovým, požerovým nebo fumigačním účinkem, jejichž nevýhodou je zpravidla větší toxicita pro teplokrevné živočichy a zvýšené riziko vzniku rezistence u škodlivých organismů, při častějším opakovaném použití.

Karbamáty – s širokým spektrem insekticidních a akaricidních účinků.

Pyretroidy – s kontaktním a požerovým účinkem proti žravému a savému hmyzu, většinou relativně neškodné pro včely.

Bioracionální insekticidy – na bázi synteticky získaných analogů přirozených látek hmyzu, které narušují hormonální činnost a negativně ovlivňují chování hmyzu ([www.chem-bar.cz/pesticidy/insekticidy](http://www.chem-bar.cz/pesticidy/insekticidy)).

### **2.5.1 DIAZINON 60 EC**

Diazinon 600 EC je postřikový a zálivkový insekto-akaricidní přípravek ve formě emulgovaného koncentrátu určený k hubení škodlivého hmyzu v ochraně rostlin. Ve vodního prostředí se používá k tlumení rozvoje hrubého dafniového zooplanktonu.

Účinnou látkou je diazinon - 60 % (O, O-diethyl-0- (2-isopropyl-4-methylpyrimidin-6-yl)-thiofosfát). Složení – diazinon, butanol, hydrokarbonové oleje, dodecyl-benzensulfonal vápenatý. Látka je velmi jedovatá pro vodní organismy. Může způsobit dlouhotrvající nepříznivé vlivy ve vodním prostředí.

Toxicita pro vodní organismy - pstruh – akutní toxicita 96 hodin LC<sub>50</sub>: 8,4 ppm. Kapr – akutní toxicita 96 hodin LC<sub>50</sub>: 12,0 ppm (BEZPEČNOSTNÍ LIST).

## 3. Materiál a metodika

### 3.1 Testy akutní toxicity

Testy akutní toxicity byly prováděny v laboratořích Výzkumného ústavu rybářského a hydrobiologického ve Vodňanech. Metodika a vyhodnocení testů akutní toxicity vychází z metodiky testů akutní toxicity na rybách (ČSN EN ISO 7346-2) Jakost vod – Stanovení akutní letální toxicity látek pro sladkovodní ryby, Část 2: Obnovovací metoda.

Předmětem ČSN EN ISO 7346-2 je určit obnovovací metodu pro stanovení akutní letální toxicity stálých netěkavých jednoduchých látek, rozpustných za definovaných podmínek ve vodě, pro sladkovodní rybu *Danio pruhované* (*Branchydanio rerio*) ve vodě určené jakosti.

Metoda může být přizpůsobena k použití jiných sladkovodních, mořských a brakických ryb vhodnou úpravou zkušebních podmínek, zejména vzhledem k objemu a jakosti ředící vody a teplotě.

Podstatou zkoušky je stanovení koncentrace, ve kterých jsou látky za určených podmínek letální pro 50% zkušební populace *Branchyio rerio*, vystavené této látce vodním prostředím po dobu 24, 48, 72 a 96 hodin. Tyto střední letální koncentrace se označují 24 h LC 50, 48 h LC 50, 72 h LC 50 a 96 h LC 50.

Zkouška se provádí ve dvou etapách. Jako první se provádí předběžná zkouška, která poskytuje přibližné údaje o akutních středních letálních koncentracích a slouží k určení rozsahu koncentrací pro základní zkoušku. Jako druhá se provádí základní zkouška, jejíž výsledky jsou uvedeny v protokolu o zkoušce (ČSN EN ISO 7346-2).

#### 3.1.1 Testované látky

Zkoušení chemikálie musí být zaručeně analytické jakosti. Pro přípravu roztoků se používá voda destilovaná ve skleněných destilačních přístrojích nebo voda demineralizovaná nejméně stejné čistoty (ČSN EN ISO 7346-2).

Použity byly dvě chemické látky. Herbicid Roundup® biaktiv, jehož účinnou látkou je Izopropylaminová sůl N- (fosfonometyl) glycinu o koncentraci 415 g.l<sup>-1</sup>. Používá se ve vodním prostředí k likvidaci nežádoucí plovoucí a vyořené vegetace v nádržích a vodních kanálech. Tento herbicid vyrábí belgická firma Monsanto S.A..

Druhou testovanou látkou byl insekticid Diazinon 60 EC. Účinnou látkou je diazinon (o,o-diethyl-o-(2-isopropyl-6-methyl-4-pyrimidinyl)-thiofosfát) o koncentraci 600 g.l<sup>-1</sup>. Výrobce tohoto insekticidního přípravku je japonská firma Nippon Kayaku Co., Ltd.

### 3.1.2 Testované organismy

Zkušební organismy musí být bez zjevných nemocí nebo viditelných malformací. Nesmějí být léčeny během zkoušky nebo ve dvou týdnech předcházejících zkoušce. po zkoušce mají být zbývající živé organismy vhodně odstraněny (ČSN EN ISO 7346-2).

Jako zkušební organismy byli zvoleni jedinci raka pruhovaného ve věku 100 dní a juvenilní a adultní jedinci raka signálního. Během testů nebyli raci krmeni, aby se minimalizovalo organické zatížení vody, které by mohlo zkreslit výsledky testů.

Uhynulí jedinci se odstraňovali z vodní lázně ihned po zjištění úhynu. Po skončení testu byli všichni žijící raci změřeni a přesazeni do čisté vody. Měřily se dvě délky, CL (carapace length) délka od špičky rostra po zadní střední konec hlavohruď a POCL (postorbital carapace length) délka od konce očního důlku po konec hlavohruď. Měření bylo prováděno posuvným měřítkem.

### 3.1.3 Testy akutní toxicity

Provedeny byly dva toxikologické testy s přípravkem Roundup® Biaktiv a Diazinon 60 EC. Doba trvání testu byla 96 hodin. Jako ředící voda byla použita uměle připravená ředící voda podle normy ČSN EN ISO 7346-1 Jakost vod - Stanovení akutní letální toxicity látek pro sladkovodní ryby.

Nejprve byly provedeny předběžné testy pro obě testované látky. Podle výsledků těchto předběžných testů byly zvoleny vhodné koncentrace pro základní testy akutní toxicity. Pro Diazinon 60 EC byly zvoleny v základním testu akutní toxicity tyto koncentrace 0, 50, 100, 200, 300, 400 a 500 µg.l<sup>-1</sup>. V základním testu akutní toxicity na Roundup® Biaktiv byly zvoleny tyto koncentrace 0, 2000, 3000 a 5000 mg.l<sup>-1</sup>.

U přípravku Diazinon 60 EC nebyla provedena výměna lázně, vzhledem k tomu, že účinná látka diazinon se rozkládá na diazooxon, který je více toxický a výměnou lázně by tak mohlo dojít k ovlivnění výsledků.

U přípravku Roundup® Biaktiv byla provedena výměna vodní lázně po 48 hodinách expozice. Výměna proběhla tak, že se připravily nové testovací nádoby, do kterých byla nalito 400 ml ředící vody. Navážené jednotlivé koncentrace se rozmíchaly v odměrném válci v objemu 300 ml a celé množství bylo přilito do testovaných nádob a tím byl objem doplněn na 700 ml. Do nádob byly dány plastové spirálky a každá nádoba byla provzdušňována. Pak následovalo přelovení raků z původní lázně do nově připravené.

Pravidelně probíhaly kontroly v 7:00 a 15:00 hodin. Během testu byla kontrolována teplota vody, obsah rozpuštěného kyslíku a hodnoty pH. Teplota vody se pohybovala od 16 do 18 °C, obsah rozpuštěného kyslíku byl od 8,5 do 9,2 mg/l a hodnoty pH vody nebyly upravovány a pohybovaly se v rozmezí od 7,91 do 7,99.

## **3.2 Testy toxicity rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)**

Do testů toxicity byla použita ráčata raka pruhovaného o délce těla u samců 25,3 – 29,1 mm a samic 26,4 – 29,6 a délkou hlavohruďi u samců 13,1 – 14,2 mm a samic 12,6 – 12,8mm. Ráčata raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) byla získána vlastním odchovem. Jejich stáří bylo 100 dní a průměrná celková délka těla 25,0 ± 4,86 mm.

### **3.2.1 Předběžné testy rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)**

V předběžném testu bylo nasazeno osm rozdílných koncentrací Diazinonu 60 EC a jedna kontrola. V toxikologickém testu s Roundup® Biaktiv bylo nasazeno sedm rozdílných koncentrací a jedna kontrola. Jako ředící voda byla použita voda připravená podle ISO 7346.

Před nasazením testu byli raci umístěni v připravených nádobách, které byly po celou dobu přípravy provzdušňovány. Zároveň byly v nádobě umístěny plastové spirálky, aby se zabránilo možnému kanibalismu raků.



Následně byly připraveny testovací nádoby. Každá nádoba o objemu 700 ml byla označena písmenem a číslicí. V případě Diazinonu 60 EC bylo použito písmeno D a příslušné číslice podle pořadí testovaných koncentrací. Testovací nádoba s kontrolou, kde nebyla aplikována žádná testovaná látka, byla označena písmenem K. Pro použití přípravku Roundup® Biaktiv byly testovací nádoby označeny písmenem R a příslušnou číslicí. Testovací nádoba na kontrolu byla označena shodně písmenem K.

Do každé nádoby bylo nalito 400 ml. Poté se začaly pipetovat jednotlivé, předem stanovené, koncentrace Diazinonu 60 EC, které byly přidávány do 150 ml vody v odměrném válci a dále dopuštěny vodou na objem 300 ml. Tímto se docílilo snažšího rozmíchání přípravku ve vodě. Přípravek Roundup® Biaktiv byl navažován na analytických vahách a aplikován shodně jako Diazinon 60 EC.

Objem 300 ml z odměrného válce byl doplněn do testovací nádoby podle koncentrace a číslice uvedené na testovací nádobě. Přičemž zvyšování koncentrací aplikovaných látek se zvyšovaly postupně od nejnižší číslice po nejvyšší.

Před nasazením raků do jednotlivých lázní bylo umístěno provzdušňování do každé testovací nádoby. Aby se minimalizovalo riziko kanibalismu raků během testu, byly do testovacích misek umístěny plastové spirály, které sloužily rakům jako úkryty.

Pak následovalo samotné nasazování raků do vodní lázně. Při tom výběr raků byl prováděn tak, aby mezi jednotlivými nebyly velikostní rozdíly. Menší jedinci nebyli nasazováni do stejných nádob s většími jedinci. Raci byli po 5 kusech nasazeni do nádob o objemu lázně 700 ml. Kontrolní organismy byly nasazeny do ředící vody bez přídavku testované látky.

Doba expozice testovaných látek činila 48 hodin.

### **3.2.2 Základní testy rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)**

V základním testu na Diazinon 60 EC bylo připraveno šest rozdílných koncentrací a jedna kontrola. Každá koncentrace byla dvakrát opakována. Do každé nádoby bylo nasazeno po 10 kusech raka pruhovaného, kteří byli získáni vlastním odchovem.

Stanovení koncentrací v základním testu bylo na základě provedení předběžného testu. Objem vodní lázně byl 700 ml, přičemž testovací nádoby byly nejdříve naplněny 400 ml ředící vody připravené podle ISO 7346 a následně doplněny 300 ml té samé ředící vody s rozpuštěnou testovanou látkou.

Do každé nádoby byly umístěny plastové spirálky, pro minimalizaci rizika kanibalismu raků během testu. Před nasazením raků byly všechny nádoby opatřeny vzduchováním.

V základním testu na Roundup® Biaktiv byly připraveny tři koncentrace a jedna kontrola. Každá koncentrace byla dvakrát opakována. Jako ředící voda byla použita voda připravená podle ISO 7346. Nasazeno bylo 10 kusů ráčat do každé koncentrace a jedné kontroly. Navažování testovaného přípravku bylo provedeno na analytických vahách. Objem lázně byl shodný s testem na Diazinon 60 EC. Zároveň byly také do nádob umístěny plastové spirálky a použito vzduchování. Výběr raků do jednotlivých koncentrací byl proveden stejně jako v předběžném testu.

Vzhledem k tomu, že měly testy s přípravkem Diazinon 60 EC a Roundup® Biaktiv dvě opakování, bylo zapojení testovacích nádob paralelní.

### **3.3 Testy toxicity rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)**

Pro testy akutní toxicity byli použiti juvenilní i adultní jedinci raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*), kteří byli získáni vlastním odchovem. Průměrná velikost těla juvenilních jedinců byla  $\pm 30,2$  cm a průměrná délka hlavohruďi 22,7 cm. Průměrná délka těla adultních jedinců byla 41,7 cm, průměrná délka hlavohruďi 31,2cm.

#### **3.3.1 Základní testy juvenilní jedinci raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*)**

Pro stanovení koncentrací v základních testech toxicity na racích signálních bylo použito koncentrací zjištěných z předběžných testů na raku pruhovaném.

Jako testovaná látka byl použit pouze Diazinon 60 EC. Ředící voda byla použita voda vodovodní. Připraveno bylo šest rozdílných koncentrací a jedna kontrola. Každá koncentrace měla tři opakování.

Testovacími nádobami byla skleněná akvária o objemu 10 l. Každé akvárium bylo označeno písmenem D a číslicí podle pořadí od 1 do 6. Kontrolní akvárium bez přídavku testované látky bylo označeno písmenem K. Po naplnění jednotlivých akvárií vodovodní vodou, byly pipetovány stanovené koncentrace přípravku Diazinon 60 EC a přidávány do vodovodní vody v akváriích. Poté byly do akvárií umístěny plastové spirálky a připojeno vzduchování.

Do každé koncentrace bylo nasazeno 13 ráčat raka signálního. Do kontroly bylo nasazeno také po 13 ráčatech raka signálního.

Každá koncentrace byla třikrát opakována. Doba expozice testované látky byla 96 hodin.

### **3.3.2 Základní testy adultní jedinci raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*)**

Postup pro stanovení koncentrací v základním testu byl stejný jako u juvenilních jedinců raka signálního a to podle zjištěných koncentrací v průběžném testu na raku pruhovaném.

Testovanou látkou byl zvolen Diazinon 60 EC. Jako ředící voda byla použita ISO voda. Připraveno bylo šest rozdílných koncentrací a jedna kontrola. Každá koncentrace byla třikrát opakována.

Do každé koncentrace bylo nasazeno 10 adultních jedinců raka signálního a 10 raků do kontrolního akvária, kde nebyla aplikována žádná testovaná látka. Objem vodní lázně byl 10 l. Označení jednotlivých akvárií bylo shodné jako při testu na juvenilních ráčích signálních, tedy písmenem D a číslicí od 1 do 6. Kontrolní akvárium bylo označeno písmenem K. Po naplnění akvárií ISO vodou byly pipetovány jednotlivé koncentrace Diazinonu 60 EC a aplikovány do akvárií podle pořadí a označení jednotlivých akvárií. Před nasazením raků do akvárií byly umístěny plastové spirálky a zapojeno vzduchování. Potom následoval samotný výběr raků do vodní lázně.

Každá koncentrace měla tři opakování. Doba expozice testované látky byla 144 hodin.

### **3.4 Zjišťování parametrů vody**

Měření a sledování jednotlivých parametrů vody bylo prováděno každý den v 7:00 a 15:00 hodin po celou dobu průběhu všech testů. Jednotlivě byla zjišťována teplota vodní lázně přístrojem data logger (RT-F53, Qi Analytical, Praha, Česká republika), obsah kyslíku přístrojem oximetr (Oxi 315i, WTW, Weilheim, Německo) a hodnoty pH přístrojem pH metr (pH 315i, WTW, Weilheim, Německo).

## 4. Výsledky

### 4.1 Předběžný test rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

#### 4.1.1 Diazinon 60 EC

Předběžné toxikologické testy na racích pruhovaných byly nasazeny 22.9.2008. Test probíhal při teplotě vodní lázně 16 - 18 °C, obsah rozpuštěného kyslíku byl od 8,5 do 9,2 mg/l a hodnoty pH vody nebyly upravovány a pohybovaly se v rozmezí od 7,91 do 7,99.

V koncentracích 0,1 µg.l<sup>-1</sup>; 0,5 µg.l<sup>-1</sup>; 1 µg.l<sup>-1</sup>; 5 µg.l<sup>-1</sup>; 10 µg.l<sup>-1</sup> nebyl po celou dobu testu zaznamenán úhyn. V kontrole nebyl také žádný úhyn. Úhyny byly zjištěny od koncentrace 100 µg.l<sup>-1</sup>. Největší úhyny pak byly zaznamenány v nejvyšších koncentracích 500 a 1000 µg.l<sup>-1</sup>, kde byly tyto úhyny 100 %. 24.10.2008 byl toxikologický test ukončen. Podrobnější úhyny během celého testu ukazuje tabulka č.1.

Tabulka č.1: Předběžný test - rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

DIAZINON 60EC								
	KONC.	MORTALITA RAKŮ					celkový úhyn	
	µg.l <sup>-1</sup>	22.9.; 15h	23.9.; 7h	23.9.; 15h	24.9.; 7h	24.9.; 15h	ks	%
D1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
D2	0,5	0	0	0	0	0	0	0
D3	1	0	0	0	0	0	0	0
D4	5	0	0	0	0	0	0	0
D5	10	0	0	0	0	0	0	0
D6	100	0	0	0	1	0	1	20
D7	500	0	1	4	0	0	5	100
D8	1000	1	4	0	0	0	5	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0

## 4.1.2 Roundup® Biaktiv

V toxikologickém testu, kde byl aplikován Roundup® Biaktiv nebyl po celou dobu testu zaznamenán žádný úhyn (tabulka č. 2).

Tabulka č. 2: Předběžný test - rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

ROUNDUP BIAKTIV								
	KONC.	MORTALITA RAKŮ					celkový úhyn	
	mg.l-1	6.10.; 15h	7.10.; 7h	7.10.; 15h	8.10.; 7h	8.10.; 15h	ks	%
R1	0,1	0	0	0	0	0	0	0
R2	1	0	0	0	0	0	0	0
R3	5	0	0	0	0	0	0	0
R4	10	0	0	0	0	0	0	0
R5	100	0	0	0	0	0	0	0
R6	500	0	0	0	0	0	0	0
R7	1000	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0

## 4.2 Základní test rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

### 4.2.1 Diazinon 60 EC

Základní toxikologický test akutní toxicity na raku pruhovaném byl nasazen 6.10.2008 a ukončen po 96 hodinách 10.10. 2008. Průměrná teplota vodní lázně byla 17,84 °C, obsah kyslíku 9,14 mg/l a hodnota pH 7,32 (tabulka č.5).

V základním testu na Diazinon 60 EC bylo provedeno dvojí opakování každé koncentrace. Ve vzorku A byly největší úhyny zaznamenány v koncentraci 400 a 500  $\mu\text{g.l}^{-1}$ . Ve vzorku B byly největší úhyny rovněž zjištěny v nejvyšších koncentracích. Přičemž zvyšující se počty úhynů byly pozorovány od koncentrace 200  $\mu\text{g.l}^{-1}$  ve vzorku A i B. Podrobnější počty uhynulých jedinců jsou uvedeny v tabulce č. 3 a 4.

Stanovením probitové analýzy byla zjištěna hodnota 96hLC50 s výsledkem 0,18 mg/l u vzorku A a 0,12 mg/l u vzorku B (obrázek č. 1). Podrobné výsledky probitové analýzy uvádějí grafy v příloze.

Tabulka č. 3: Základní test - rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

A	KONC.	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
	µg.l-1	6.10.; 15h	7.10.; 7h	7.10.; 15h	8.10.; 7h	8.10.; 15h	9.10.; 7h	9.10.; 15h	10.10.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	1	0	0	0	0	0	1	10
D2	100	0	3	1	0	0	0	0	0	4	40
D3	200	0	3	3	1	0	1	0	0	8	80
D4	300	0	5	1	1	0	0	0	0	7	70
D5	400	0	6	4	0	0	0	0	0	10	100
D6	500	1	5	1	1	0	0	0	1	9	90
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96hLC50	0,18mg/l	24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 4: Základní test - rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

B	KONC.	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
	µg.l-1	6.10.; 15h	7.10.; 7h	7.10.; 15h	8.10.; 7h	8.10.; 15h	9.10.; 7h	9.10.; 15h	10.10.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10
D3	200	0	3	2	2	1	0	0	0	7	70
D4	300	0	2	1	2	1	1	1	1	9	90
D5	400	0	5	0	3	0	0	0	0	8	80
D6	500	2	6	1	0	0	0	1	0	10	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
96hLC50	0,12mg/l	24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 5: Naměřené parametry vody

	Teplota	Kyslík	pH
6.10.	17,8	9,2	7,32
7.10.	18,1	9	X
8.10.	17,9	9,1	X
9.10.	17,8	9,1	X
10.10.	17,6	9,3	X
Průměr	17,84	9,14	7,32

### Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60EC I+II  
Označení vzorku:

Datum měření: 6.10.2008  
Příloha: 1

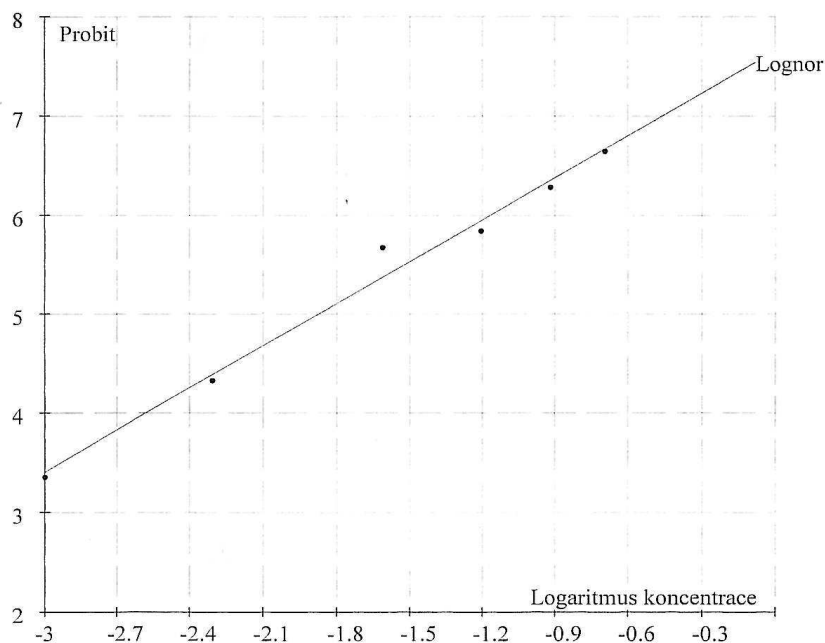
Vstupní hodnoty: základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.05	5.0
0.1	25.0
0.2	75.0
0.3	80.0
0.4	90.0
0.5	95.0

96hLC50 = 0.15 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.02 ; +0.02)

LC0 = 0.02 mg/l

LC100 = 1.28 mg/l



Obr. č. 1: Graf probitové analýzy pro vzorek Diazinon 60 EC A + B  
(Pozn. Pro vyhodnocení testů akutní toxicity pro raka pruhovaného a raka signálního se do programu pro výpočet hodnot probitové analýzy zadává jeden ze sladkovodních organismů se kterým se testy akutní toxicity také provádějí. V programu ke zjištění hodnot probitové analýzy není rak pruhovaný ani rak signální uveden jako modelový organismus. Proto je v názvu grafů uveden jako testovaný organismus *Poecilia reticulata*.)



## 4.2.2 Roundup® Biaktiv

Základní toxikologický test akutní toxicity na raku pruhovaném byl nasazen 6.10.2008 a ukončen po 96 hodinách 10.10. 2008. Tabulka 1 uvádí podrobné hodnoty naměřených parametrů vody. V základním testu na Roundup® Biaktiv měla každá koncentrace dvě opakování. Během testu nebyl zjištěn žádný úhyn a to ani v nejvyšších koncentracích. Podrobné výsledky testu uvádí tabulka č. 6 a 7.

Tabulka č. 6: Základní test - rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

A	KONC. mg.l-1	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
		6.10.; 15h	7.10.; 7h	7.10.; 15h	8.10.; 7h	8.10.; 15h	9.10.; 7h	9.10.; 15h	10.10.; 7h	ks	%
R1	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 7: Základní test - rak pruhovaný (*Orconectes limosus*)

B	KONC. mg.l-1	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
		6.10.; 15h	7.10.; 7h	7.10.; 15h	8.10.; 7h	8.10.; 15h	9.10.; 7h	9.10.; 15h	10.10.; 7h	ks	%
R1	2000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R2	3000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R3	5000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 8: Naměřené parametry vody

	Teplota	Kyslík	pH
6.10.	17,8	9,2	7,32
7.10.	18,1	9	X
8.10.	17,9	9,1	X
9.10.	17,8	9,1	X
10.10.	17,6	9,3	X
Průměr	17,84	9,14	7,32

## 4.3 Základní test rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

### 4.3.1 Juvenilní raci signální

Základní test na juvenilních jedincích raka signálního byl nasazen 23.2.2009 a ukončen 27.2.2009. Průměrná teplota vodní lázně byla u vzorku A 17,04 °C, vzorek B 17,96 °C a vzorek C 18,26 °C. Průměrný obsah kyslíku ve vzorku A byl 8,82 mg/l, vzorek B 8,8 mg/l a vzorek C 8,68 mg/l. Průměrná hodnota pH byla 7,95. Tabulka č. 12 uvádí podrobně jednotlivé naměřené hodnoty. Celková doba expozice byla 96 hodin. Každá koncentrace měla tři opakování.

Vyhodnocením testu bylo zjištěno, že k největším úhynům (100 %) došlo v nejvyšších koncentracích 400 a 500 µg.l<sup>-1</sup> a to shodně ve všech opakováních jak je patrné z tabulky č. 9, 10 a 11. Pomocí probitové analýzy byla zjištěna průměrná hodnota 96hLC50 pro testy A, B a C s výsledkem 0,27 mg/l (obr. č. 2). Podrobné výsledky vypočtené pomocí probitové analýzy uvádějí grafy v příloze.

Tabulka č. 9: Základní test – juvenilní rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

A	KONC. µg.l <sup>-1</sup>	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
		23.2.; 15h	24.2.; 7h	24.2.; 15h	25.2.; 7h	25.2.; 15h	26.2.; 7h	26.2.; 15h	27.2.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	200	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7,69
D4	300	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15,38
D5	400	0	0	0	1	1	8	1	2	13	100
D6	500	0	0	0	0	12	1	0	0	13	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 10: Základní test – juvenilní rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

B	KONC.	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
	µg.l-1	23.2.; 15h	24.2.; 7h	24.2.; 15h	25.2.; 7h	25.2.; 15h	26.2.; 7h	26.2.; 15h	27.2.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	300	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7,69
D5	400	0	0	0	1	0	3	2	6	13	100
D6	500	0	0	0	1	7	4	1	0	13	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 11: Základní test – juvenilní rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

C	KONC.	MORTALITA RAKŮ								celkový úhyn	
	µg.l-1	23.2.; 15h	24.2.; 7h	24.2.; 15h	25.2.; 7h	25.2.; 15h	26.2.; 7h	26.2.; 15h	27.2.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	200	0	0	0	0	0	0	0	1	1	7,69
D4	300	0	0	0	0	0	0	0	2	2	15,38
D5	400	0	0	0	2	1	10	0	0	13	100
D6	500	0	1	0	2	1	3	3	3	13	100
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		96h	96h

Tabulka č. 12: Naměřené parametry vody

	Teplota			Kyslík			pH
23.2.	17,5	18,5	18,8	8,7	8,9	8,7	7,99
24.2.	17,2	18	18,4	8,8	8,8	8,7	7,91
25.2.	16,8	17,7	17,9	9,2	8,9	8,7	7,96
26.2.	16,5	17,4	17,7	8,7	8,6	8,5	7,98
27.2.	17,2	18,2	18,5	8,7	8,8	8,8	7,93
Průměr	17,04	17,96	18,26	8,82	8,8	8,68	7,954

### Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku: Juvenilové

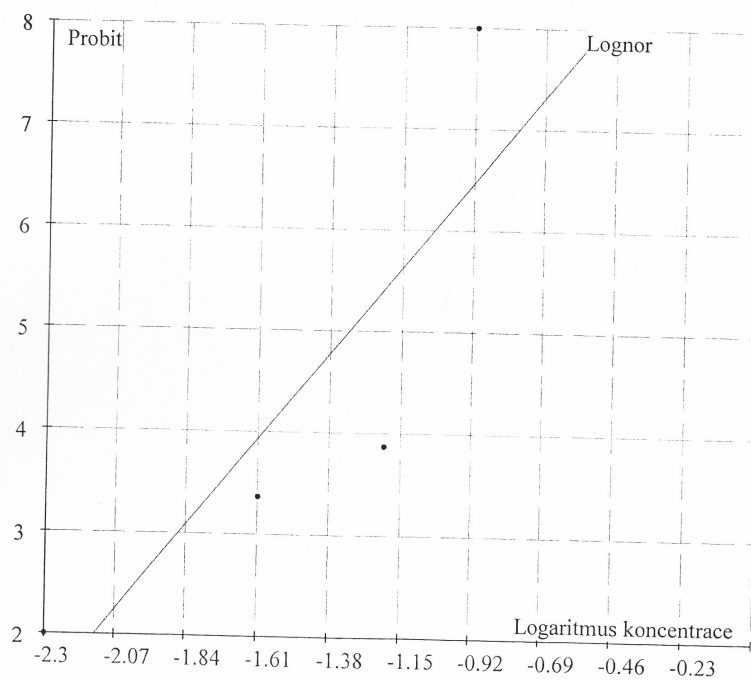
Datum měření:  
Příloha: průměr ABC

Vstupní hodnoty: základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.1	0.0
0.2	5.1
0.3	12.8
0.4	100.0

96hLC50 = 0.27 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.37 ; +0.15)

LC0 = 0.12 mg/l  
LC100 = 0.60 mg/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$a = 9,846$   
 $b = 3,672$

Obr. č. 2: Graf probitové analýzy pro vzorek Diazinon 60 EC A+ B+C

### 4.3.2 Adultní raci signální

Test akutní toxicity na adultních jedincích raka signálního byl zahájen 11.2.2009 a ukončen po 144 hodinách 17.2.2009. Průměrná teplota vodní lázně u vzorku A byla 16,2 °C, vzorek B 16,8°C a vzorek C 17,17°C. Průměrný obsah kyslíku ve vzorku A byl 8,7 mg/l., vzorek B 8,5 mg/l a vzorek C 8,3 mg/l. Průměrná hodnota pH ve vzorcích byla 7,78. Tabulka č. 16 uvádí podrobně jednotlivé naměřené hodnoty.

Každá koncentrace byla provedena ve třech opakováních. Největší počet uhynulých jedinců byl zjištěn v nejvyšších koncentracích 400 a 500 µg.l<sup>-1</sup>. V každém opakování byl potvrzen největší úhyn raků v nejvyšších koncentracích (tabulka č. 13, 14, 15).

Stanovením pomocí probitové analýzy byla zjištěna průměrná hodnota 144 hLC50 pro testy A, B a C s výsledkem 0,44 mg/l (obr.č.3). Podrobné výsledky probitové analýzy uvádějí grafy v příloze.

Tabulka č. 13: Základní test – adultní rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

A	KONC. µg.l <sup>-1</sup>	MORTALITA RAKŮ											celkový úhyn			
		11.2.; 15h	12.2.; 7h	12.2.; 15h	13.2.; 7h	13.2.; 15h	14.2.; 7h	14.2.; 15h	15.2.; 7h	15.2.; 15h	16.2.; 7h	16.2.; 15h	17.2.; 7h	ks	%	
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	10	
D5	400	0	0	0	0	0	1	2	0	2	0	0	0	5	50	
D6	500	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	2	5	50	
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		24h		48h		72h		96h		120h		144h		144h	144h	

Tabulka č. 14: Základní test – adultní rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

B	KONC. µg.l <sup>-1</sup>	MORTALITA RAKŮ											celkový úhyn		
		11.2.; 15h	12.2.; 7h	12.2.; 15h	13.2.; 7h	13.2.; 15h	14.2.; 7h	14.2.; 15h	15.2.; 7h	15.2.; 15h	16.2.; 7h	16.2.; 15h	17.2.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	200	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D4	300	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	20
D5	400	0	0	0	0	0	1	0	1	1	2	1	1	7	70
D6	500	0	0	0	1	0	0	1	1	0	1	0	1	5	50
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		120h		144h		144h	144h

Tabulka č. 15: Základní test – adultní rak signální (*Pacifastacus leniusculus*)

C	KONC.	MORTALITA RAKŮ												celkový úhyn	
	µg.I-1	11.2.; 15h	12.2.; 7h	12.2.; 15h	13.2.; 7h	13.2.; 15h	14.2.; 7h	14.2.; 15h	15.2.; 7h	15.2.; 15h	16.2.; 7h	16.2.; 15h	17.2.; 7h	ks	%
D1	50	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D2	100	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
D3	200	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	10
D4	300	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	10
D5	400	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	4	40
D6	500	0	0	1	0	0	0	2	2	1	1	0	2	9	90
K	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		24h		48h		72h		96h		120h		144h		144h	144h

Tabulka č. 16: Naměřené parametry vody

	Teplota			Kyslík			pH
11.2.	16,8	17,3	17,6	8,1	8,1	7,8	7,67
12.2.	15,8	16,6	16,9	9	8,7	8,3	7,62
13.2.	15,8	16,5	16,6	9	8,8	8,6	7,88
14.2.	15,9	16,3	16,7	8,4	8,6	8,6	7,88
15.2.	15,9	16,8	17,2	9,1	8,8	8,4	7,89
16.2.	16,6	17,2	17,7	8,8	8,5	8,5	7,75
17.2.	16,7	17,2	17,5	8,7	8,4	8,5	7,83
Průměr	16,21429	16,84286	17,17143	8,728571	8,557143	8,385714286	7,788571429

### Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku: Adulti

Datum měření:  
Příloha: 144h prum ABS

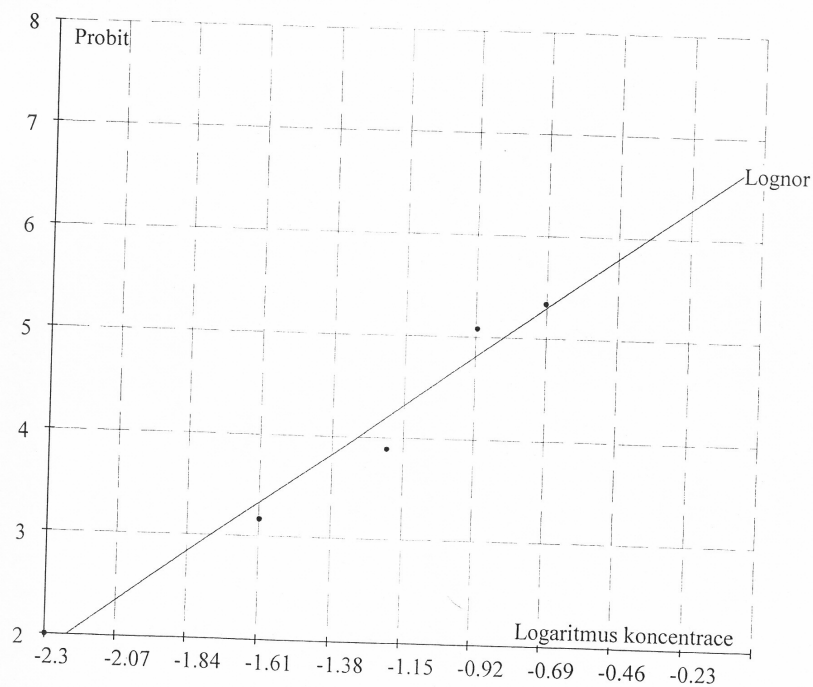
Vstupní hodnoty: základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.1	0.0
0.2	3.3
0.3	13.3
0.4	53.3
0.5	63.3

96hLC50 = 0.44 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.12 ; +0.09)

LC0 = 0.11 mg/l

LC100 = 1.77 mg/l



$$a = 6,775$$
$$b = 2,147$$

Obr. č. 3 Graf probitové analýzy pro vzorek Diazinon 60 EC A+ B+C

## 5. Diskuze

Předmětem mé bakalářské práce bylo zkoumat toxicitu vybraných látek pro raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) v laboratorních podmínkách. V testech akutní toxicity byli jako testované organismy použiti juvenilní jedinci raka pruhovaného (*Orconectes limosus*). Dále byly testy rozšířeny o další testované organismy. Jako vhodný a snadno dostupný modelový organismus byl zvolen rak signální (*Pacifastacus leniusculus*).

V testech akutní toxicity byli použiti juvenilní a adultní jedinci raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*). Oba druhy testovaných organismů jsou invazně šířící, v Evropě nepůvodní a proto byly zvoleny do testů toxicity. Použití chráněných druhů raků v testech toxicity by bylo z hlediska jejich ochrany neetické.

Testována měla být akutní toxicita amoniaku a herbicidního prostředku Roundup® Biaktiv. Pro testy akutní toxicity byl zvolen pouze herbicidní prostředek Roundup® Biaktiv a insekticidní prostředek Diazinon 60 EC.

Rak pruhovaný (*Orconectes limosus*) a rak signální (*Pacifastacus leniusculus*) se vyznačují zvýšenou odolností vůči podmínkám prostředí. Při aplikaci testovaných látek do vodního prostředí proto musí být brán zřetel na zjištěné výsledky, protože hlavně původní druhy raků, rak kamenáč a rak říční jsou na podmínky prostředí mnohem citlivější.

Po provedení testu akutní toxicity s použitím insekticidu Diazinon 60 EC byl zjištěn výsledek probitové analýzy 96hLC50 pro raka pruhovaného 0,15 mg.l<sup>-1</sup>. Přitom FAINA a kol. 2007 uvádějí, že při kritickém ohrožení obsádky hrubým zooplanktonem se doporučuje aplikace přípravku Diazinon 60 EC v množství 10 µg.l<sup>-1</sup>. Hodnota 96hLC50 je v tomto případě 15 x vyšší než doporučená dávka na eliminaci nadměrného rozvoje hrubého zooplanktonu.

Testem akutní toxicity s použitím herbicidního přípravku Roundupu® Biaktiv bylo zjištěno, že rak pruhovaný (*Orconectes limosus*) je velmi odolný vůči testované látce. Během testu nebyl zaznamenán žádný úhyn a to ani v nejvyšší koncentraci, která je oproti doporučené účinné dávce 10000 krát vyšší. Doporučená účinná dávka Roundupu® Biaktiv ve vodním prostředí je 0,5 mg.l<sup>-1</sup>.

Při porovnání výsledků s jinými testovanými organismy jsou výsledky zjištěné pro raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) překvapivé. Pro pstruha duhového je 96h LC50 > 895 mg.l<sup>-1</sup> a pro kapra obecného 96hLC50 > 985 mg.l<sup>-1</sup> (Monsanto



Europe S.A., Bezpečnostní list). Výše uvedené výsledky vypovídají o snížené citlivosti juvenilních raků pruhovaných (*Orconectes limosus*) k testovaným látkám. Jejich snížená citlivost je pravděpodobně dána obecně známou odolností raků pruhovaných (*Orconectes limosus*) k biologickému a chemickému znečištění vod (HOLDICH a kol. 2006).

Pomocí probitové analýzy v testech akutní toxicity na juvenilních a adultních jedincích raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) s použitím insekticidního přípravku Diazinon 60 EC byly zjištěny tyto hodnoty. Pro juvenilní jedince raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) 96 hLC50 = 0,27 mg.l<sup>-1</sup>. Pro adultní jedince raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) 96 hLC50 = 0,51 mg.l<sup>-1</sup>, 120 hLC50 = 0,55 mg.l<sup>-1</sup> a hodnota 144 hLC50 = 0,44 mg.l<sup>-1</sup>.

Uvedené výsledky probitové analýzy ukazují na sníženou citlivost juvenilních i adultních jedinců raka signálního (*Pacifastacus leniusculus*) k insekticidnímu přípravku Diazinon 60 EC. V případě adultních raků signálních (*Pacifastacus leniusculus*) je citlivost k uvedenému přípravku ještě nižší. Jejich snížená citlivost je dána podobně jako u raka pruhovaného (*Orconectes limosus*) odolností vůči chemickému a biologickému znečištění.

## 6. ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce bylo zjistit toxicitu herbicidního přípravku Roundup® Biaktiv a insekticidního přípravku Diazinon 60 EC na juvenilních jedincích raka pruhovaného a zároveň na juvenilních i adultních jedincích raka signálního v laboratorních podmínkách VÚRH Vodňany.

Herbicidní přípravek Roundup® Biaktiv je podle zjištěných výsledků testů akutní toxicity na juvenilních jedincích raka pruhovaného a raka signálního možné aplikovat do vodního prostředí na likvidaci nežádoucí vynořené a plovoucí vegetace v nádržích, vodních tocích a zavlažovacích kanálech. Aplikací doporučených koncentrací do vodního prostředí by nemělo dojít k ohrožení přežití juvenilních raků pruhovaných ani raků signálních.

Insekticidní přípravek Diazinon 60 EC v testech akutní toxicity způsobil v nejvyšších koncentracích úhyny juvenilních raků pruhovaných i juvenilních a adultních jedinců raka signálního avšak je možné jej aplikovat do vodního prostředí k tlumení nadměrného rozvoje hrubého zooplanktonu. V doporučených koncentracích by aplikace Diazinonu 60 EC neměla způsobit ohrožení přežití raků pruhovaných ani raků signálních.

## 7. Použitá literatura

ČSN EN ISO 7346 (1999): Jakost vod - Stanovení akutní letální toxicity látek pro sladkovodní ryby

Faina, R., Máchová, J., Svobodová, Z., Kroupová, H., Valentová, O., 2007. Použití přípravku Diazinon 60 EC v rybníkářské praxi k tlumení nadměrného rozvoje hrubého dafniového zooplanktonu. Edice metodik VÚRH Vodňany, 80.

Filipová, L., Petrusek, A., 2006. Nepůvodní druhy fauny a flory České republiky. ČSOP, Praha. ISBN 80-86770-17-6

Holdich, D. M., 2002: Biology of Freshwater Crayfish. Blackwell Science Ltd., Oxford, London. ISBN 0-632-05431-X

Kozák, P., Máchová, J., Prokeš, M., Policar, T., Peňáz, M., Baruš, V., 2006. Toxicity of Diazinon 60 EC for selected water organisms. In: Chemical Ecology in Aquatic Systems. Book of abstracts. Firenze, October 16-18, 2006: 14.

Kozák, P., Pokorný, J., Policar, T., Kouřil, J., 1998: Základní morfologické znaky k rozlišení raků v ČR, Vodňany, VÚRH JU, edice metodik. ISBN 80 – 85887 – 22 - 3

Máchová, J., Prokeš, M., Faina, R., Kroupová, H., Svobodová, Z., Peňáz, M., Baruš, V., 2006. Použití přípravku Diazinon 60 EC v rybářské praxi a jeho toxicita pro ryby a další vodní organismy. In: Vykusová, B. (Editor): Sborník příspěvků z IX. České ichtyologické konference, Vodňany, 79-84.

Monsanto Europe S.A., Bezpečnostní list komerčního výrobku Roundup® Biaktiv.

Svobodová, Z., Máchová, J., Beklová, M., Cupáková, Š., Minks, J. 2000. Ekotoxikologie, praktická cvičení, část I. Ediční středisko Veterinární a farmaceutické univerzity v Brně.

Vykusová, B., 1998. Akutní toxicita přípravku Roundup Biaktiv G3 pro vodní organismy. Bulletin VÚRH Vodňany, 1 – 1998.

[www.agrokrom.cz](http://www.agrokrom.cz)

## **8. Příloha**



### Vyhodnocení testu toxicity na organismu *Pocilia reticulata*

Zkouška: **CHEMICKÉ LÁTKY**  
Číslo vzorku: **Diazinon 60 EC**  
Označení vzorku:

Datum měření: 6.10.2008  
Příloha: 1

VZOREK č. 1

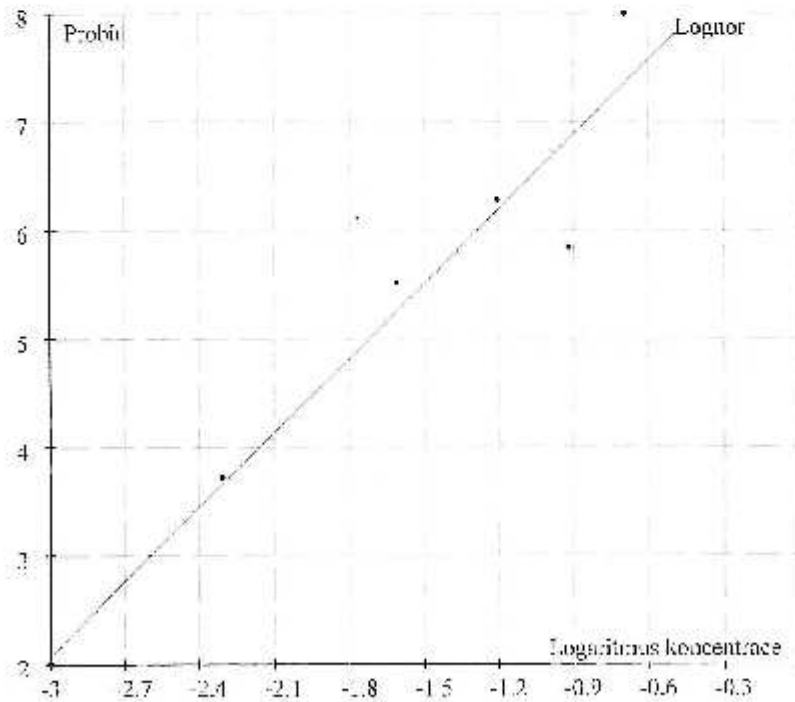
Vstupní hodnoty: základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.05	0.0
0.1	10.0
0.2	70.0
0.3	90.0
0.4	80.0
0.5	100.0

96hLC50 = 0.18 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.06 ; +0.05)

LC0 = 0.05 mg/l

LC100 = 0.65 mg/l



Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak pruhovaný vzorek č. 1

**Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata***

VZORČEK č. 2

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření: 16.10.2008

Číslo vzorku: Diazinon 60

Příloha: 1

Označení vzorku:

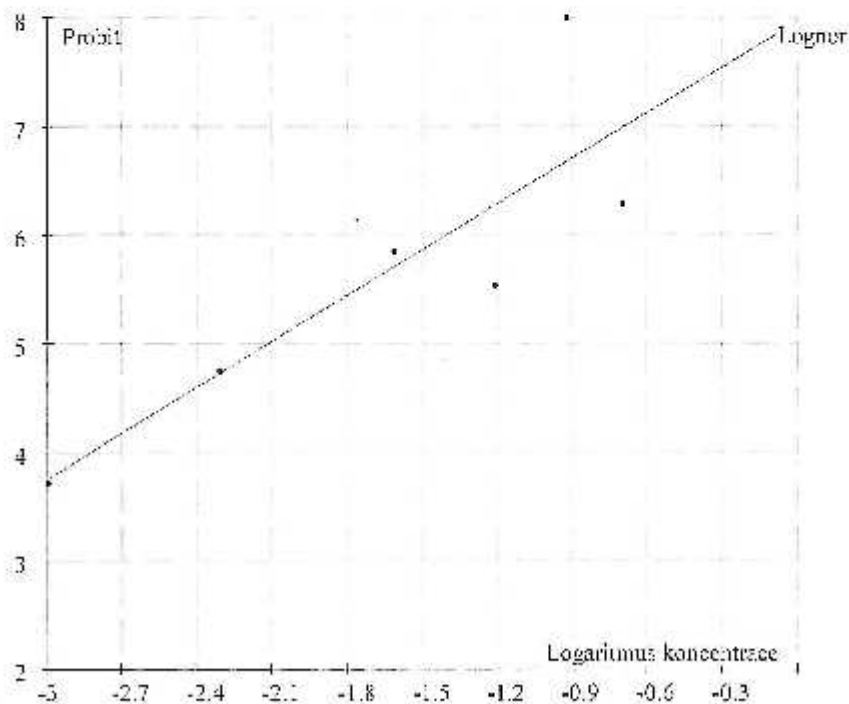
Vstupní hodnoty: základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0,05	10,0
0,1	40,0
0,2	80,0
0,3	70,0
0,4	100,0
0,5	90,0

96h LC50 = 0.12 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.11 ; +0.06)

LC0 = 0.01 mg/l

LC100 = 1.03 mg/l



Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak pruhovaný vzorek č. 2



## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření: 6.10.2008

Číslo vzorku: Diazinon 60EC I+II

Příloha: 1

Označení vzorku:

Vstupní hodnoty:

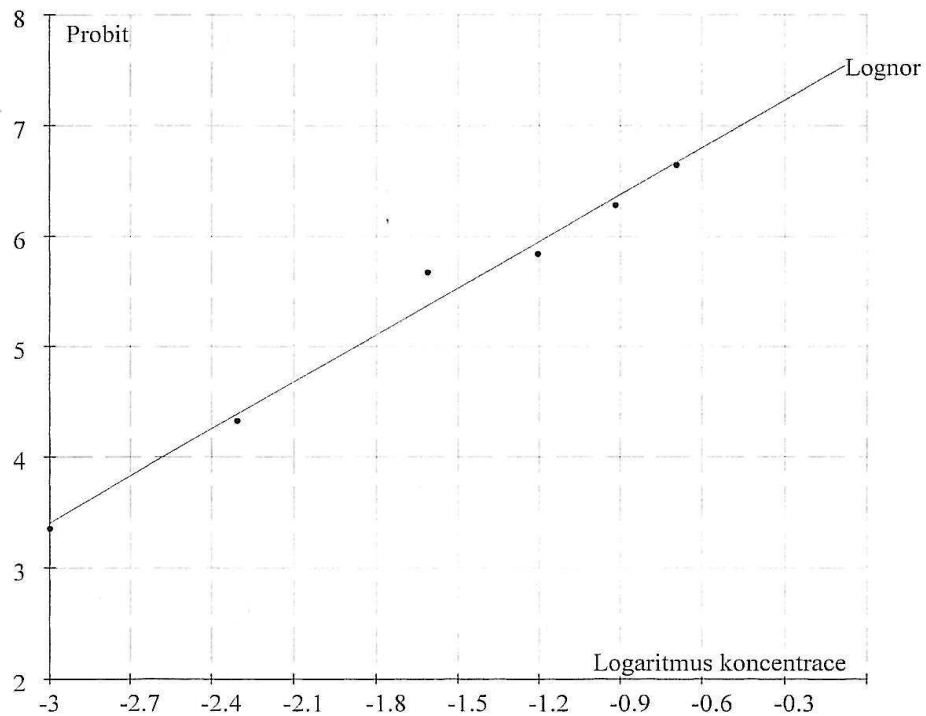
základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.05	5.0
0.1	25.0
0.2	75.0
0.3	80.0
0.4	90.0
0.5	95.0

96hLC50 = 0.15 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.02 ; +0.02)

LC0 = 0.02 mg/l

LC100 = 1.28 mg/l



Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak pruhovaný průměr ze vzorku č. 1, 2

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu Poecilia reticulata

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření:

Číslo vzorku: Diazinon 60 EC

Příloha: A

Označení vzorku:

Vstupní hodnoty:

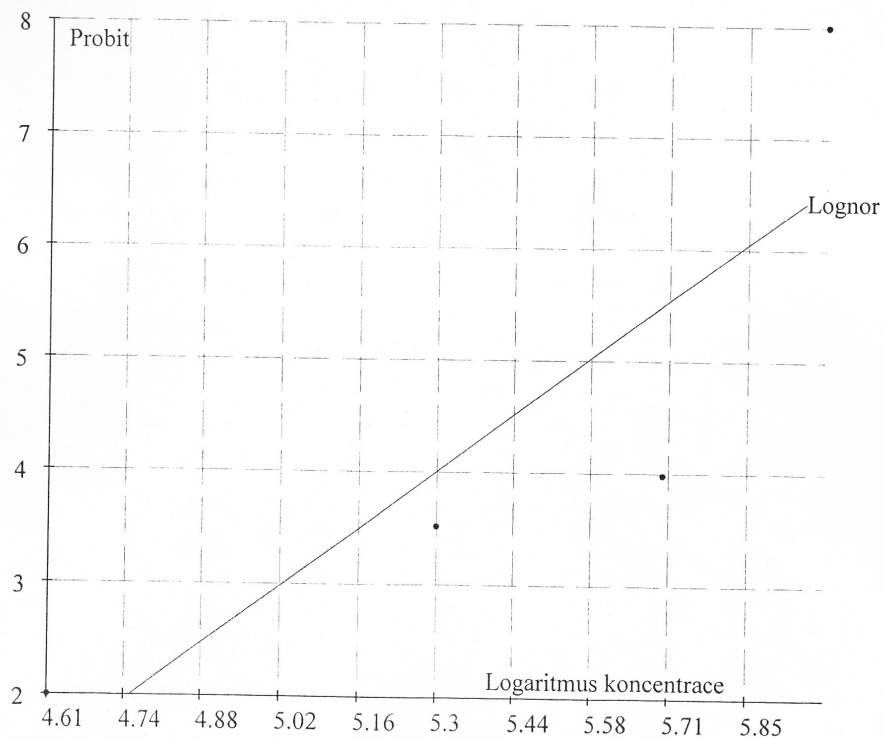
základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
100	0.0
200	7.7
300	15.4
400	100.0

96hLC50 = 262.2 <sup>μg·l<sup>-1</sup></sup> ml/l s 95% intervalem spolehlivosti (-335.0, +147.1)

LC0 = 116.2 ml/l

LC100 = 591.4 ml/l



funkce  $y = b \ln(x) + a$   $a = -15,54$   
 $b = 3,688$

**Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak signální vzorek A**

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření:

Číslo vzorku: Diazinon 60 EC

Příloha: B

Označení vzorku:

Vstupní hodnoty:

základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
---------------------	----------------

200	0.0
-----	-----

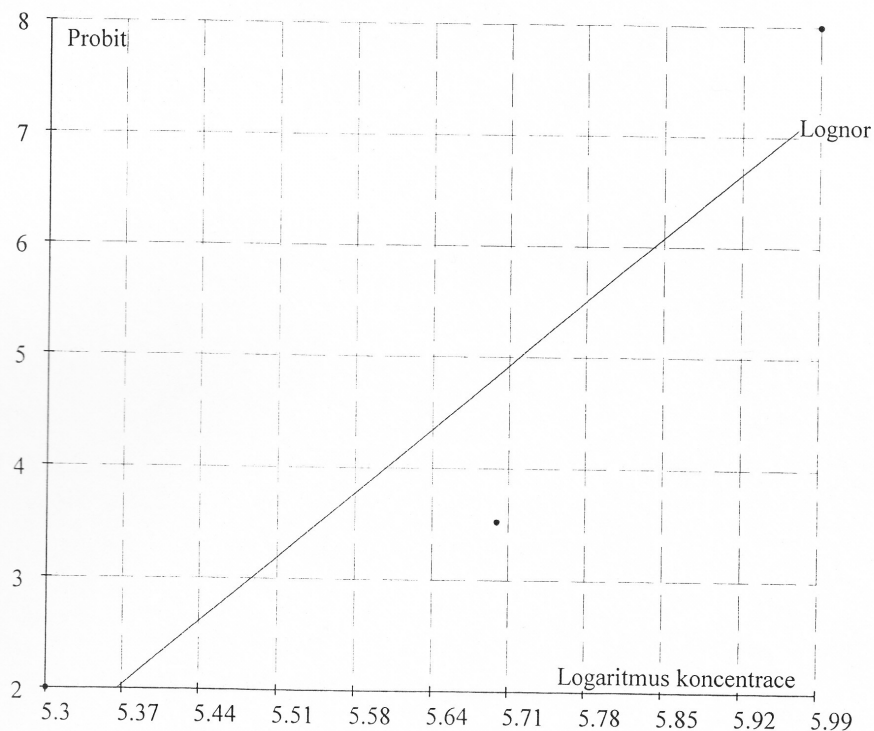
300	7.7
-----	-----

400	100.0
-----	-------

96hLC50 = 306.0  $\mu\text{g}\cdot\text{l}^{-1}$  s 95% intervalem spolehlivosti (-872.8, +226.6)

LC0 = 213.5 ml/l

LC100 = 438.6 ml/l



funkce  $y = b \ln(x) + a$   $a = -42,402$   
 $b = 8,334$

Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak signální vzorek B

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku:

Datum měření:  
Příloha: C

Vstupní hodnoty:

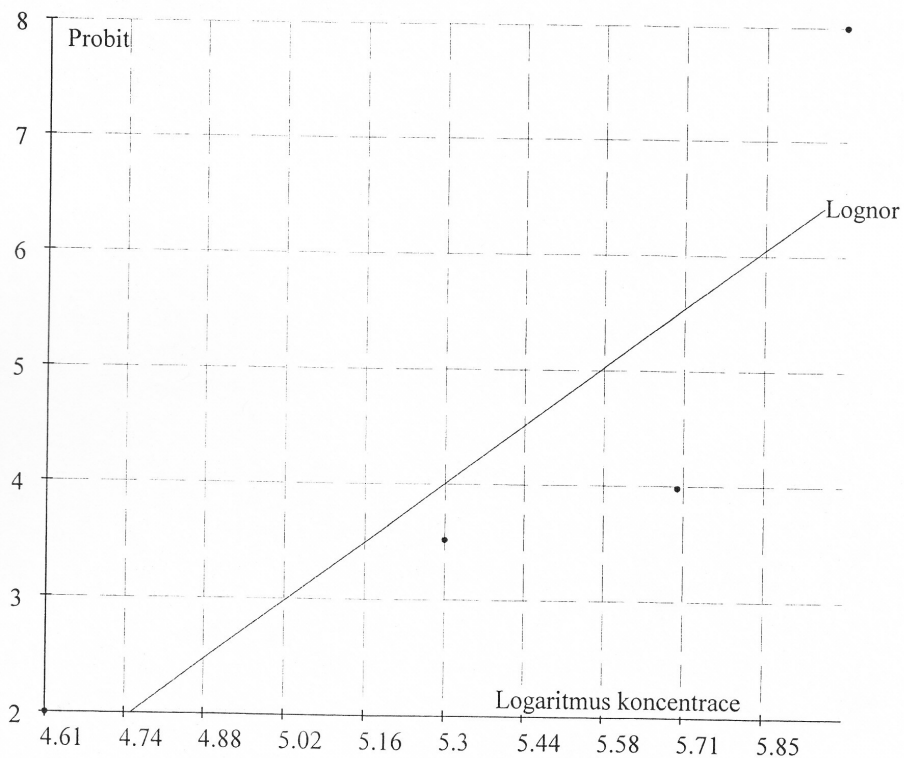
základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
100	0.0
200	7.7
300	15.4
400	100.0

96hLC50 = 262.2  $\mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$  ml/l s 95% intervalem spolehlivosti (-335.0, +147.1)

LC0 = 116.2 ml/l

LC100 = 591.4 ml/l



Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak signální vzorek C

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku: Juvenilové

Datum měření:  
Příloha: průměr ABC

Vstupní hodnoty:

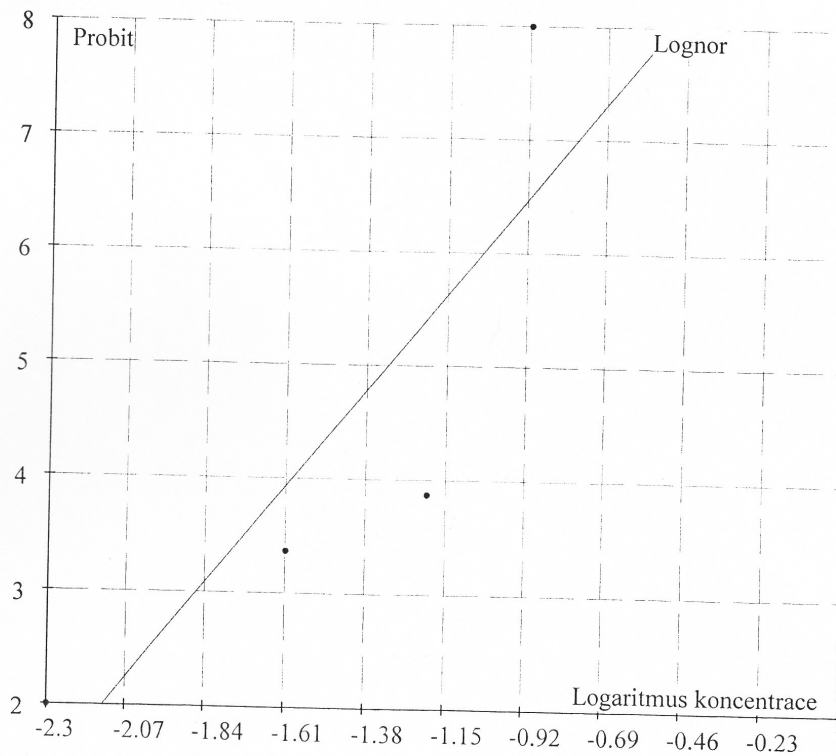
základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.1	0.0
0.2	5.1
0.3	12.8
0.4	100.0

96hLC50 = 0.27 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.37 ; +0.15)

LC0 = 0.12 mg/l

LC100 = 0.60 mg/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$$a = 9,846$$

$$b = 3,642$$

Graf probitové analýzy 96 hLC50 juvenilové rak signální průměr ze vzorku A, B, C

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu Poecilia reticulata

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku: 96 hjod.

Datum měření:  
Příloha: A96

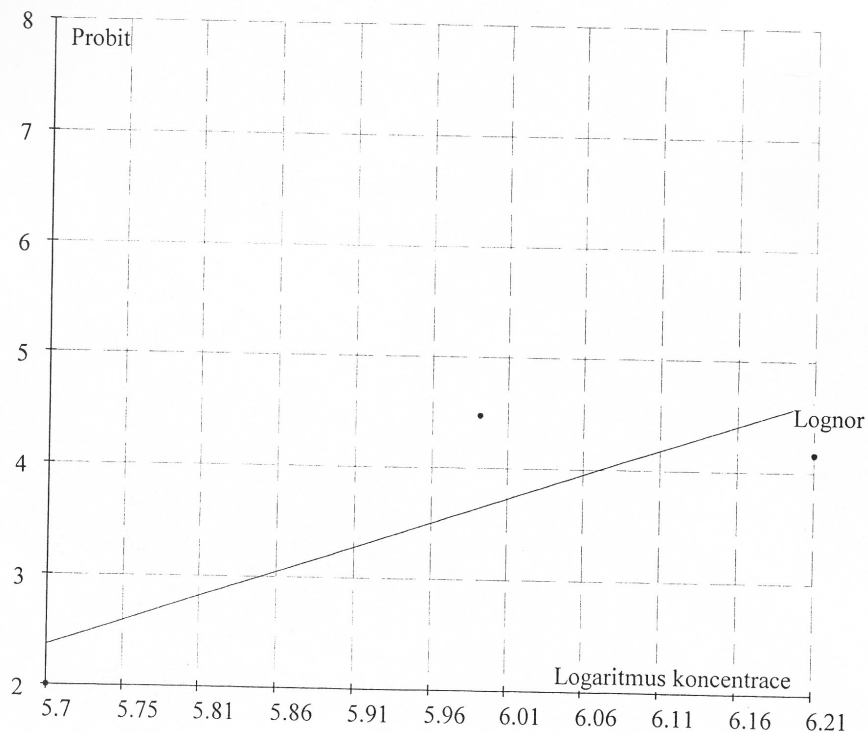
Vstupní hodnoty:

základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
300	0.0
400	30.0
500	20.0

$96 \text{ } \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$   
 $96\text{hLC}_{50} = 543.7 \text{ ml/l}$  s 95% intervalem spolehlivosti (-5298.0, +493.1)

LC0 = 276.3 ml/l  
LC100 > 1000 ml/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$$a = -22,91$$

$$b = 4,431$$

**Graf probitové analýzy 96 hLC50 adulti rak signální vzorek A**

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku: B

Datum měření:  
Příloha: B96

Vstupní hodnoty:

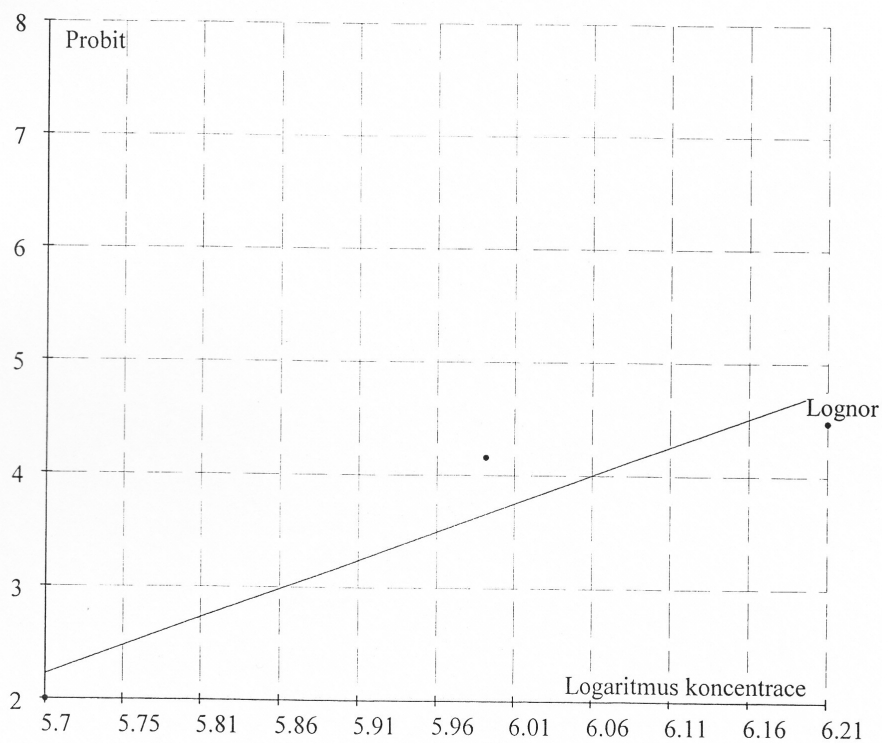
základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
300	0.0
400	20.0
500	30.0

96hLC50 = 524.6 <sup>µg/l</sup> ml/l s 95% intervalem spolehlivosti (-1685.5, +400.1)

LC0 = 286.9 ml/l

LC100 = 959.1 ml/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$$a = -26,14$$
$$b = 4,942$$

**Graf probitové analýzy 96 hLC50 adulti rak signální vzorek B**

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku:

Datum měření:  
Příloha: C96

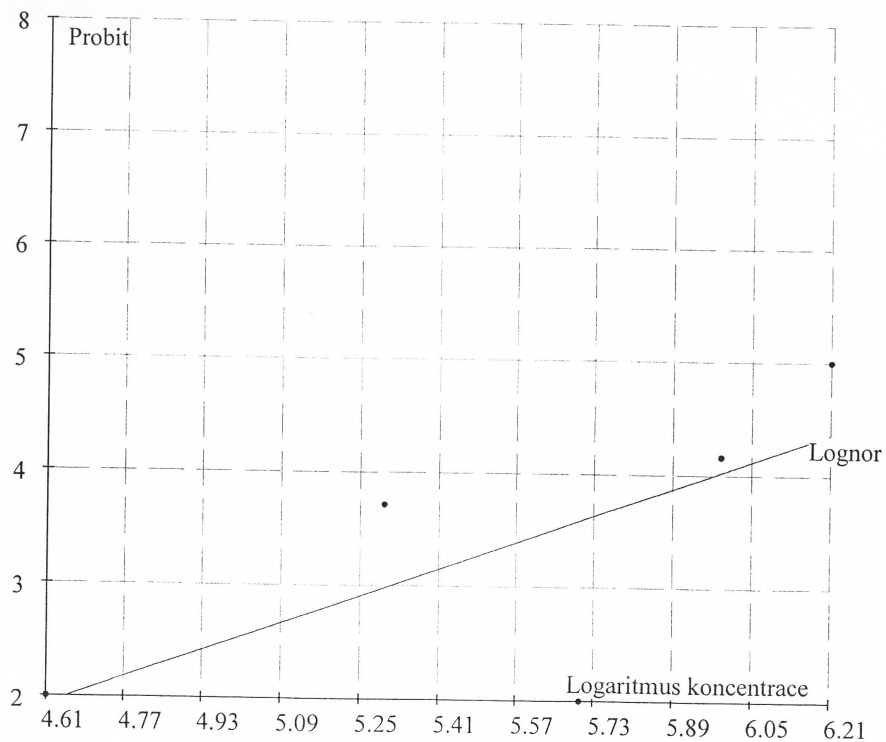
Vstupní hodnoty: základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
100	0.0
200	10.0
300	0.0
400	20.0
500	50.0

96hLC50 = 768.3 ml/l s 95% intervalem spolehlivosti (-1869.0 , +544.5)

LC0 = 104.3 ml/l

LC100 > 1000 ml/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$a = -4,982$   
 $b = 1,502$

Graf probitové analýzy 96 hLC50 adulti rak signální vzorek C



## Vyhodnocení testů toxicity na organismu Poecilia reticulata

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření:

Číslo vzorku: Diazinon 60 EC

Příloha: 96h prům ABC

Označení vzorku: Adulti bez dvoustovky

Vstupní hodnoty:

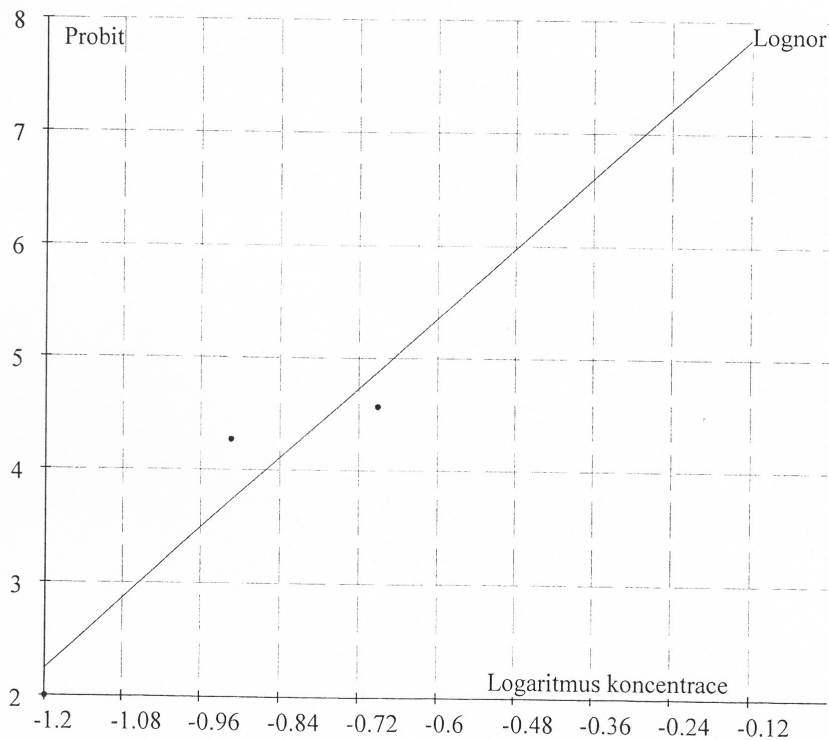
základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.3	0.0
0.4	23.3
0.5	33.3

96hLC50 = 0.51 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-1.58 ; +0.39)

LC0 = 0.29 mg/l

LC100 = 0.92 mg/l



$$a = 8.458$$
$$b = 5.165$$

kec 10% skym ve 100ug. l<sup>-1</sup>

Graf probitové analýzy 96 hLC50 adulti rak signální průměr ze vzorku A, B, C

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: ODPADY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku:

Datum měření:  
Příloha: A144

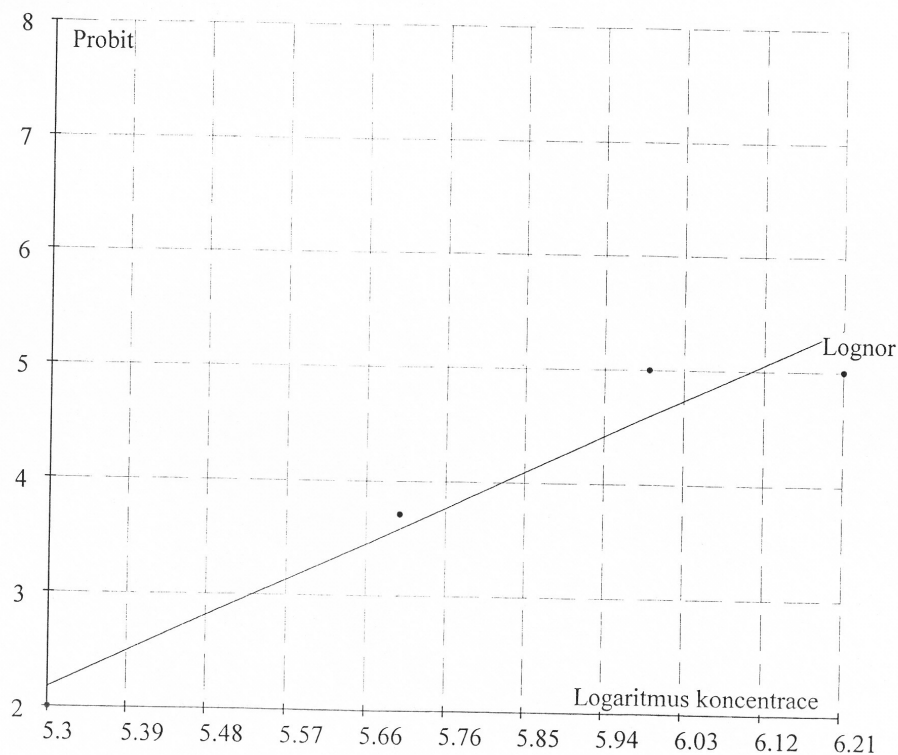
Vstupní hodnoty:

základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
200	0.0
300	10.0
400	50.0
500	50.0

<sup>144</sup>  $96hLC_{50} = 449.9 \text{ ml/l}$  <sup>μg/l</sup> s 95% intervalem spolehlivosti (-177.4, +127.2)  
TU = 0.22

LC0 = 190.3 ml/l  
LC100 > 1000 ml/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$$a = -16,303$$

$$b = 3,487$$

Graf probitové analýzy 144hLC50 adultí rak signální vzorek A

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření:

Číslo vzorku: Diazinon 60 EC

Příloha: B144

Označení vzorku:

Vstupní hodnoty:

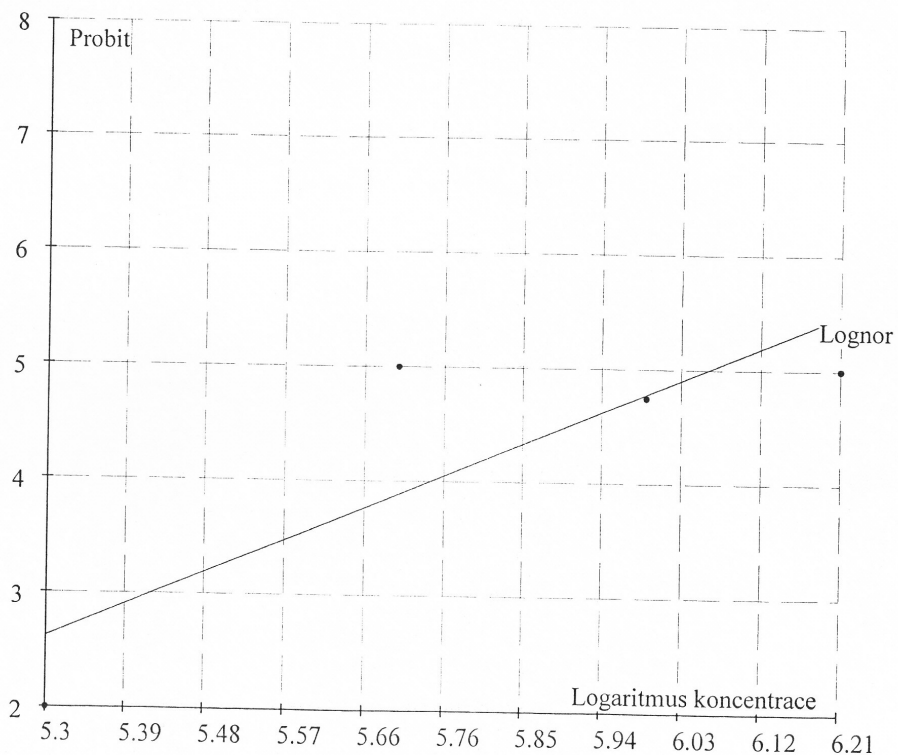
základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
200	0.0
300	50.0
400	40.0
500	50.0

<sup>144</sup>  
-96hLC50 = 429.7 ml/l s 95% intervalem spolehlivosti (-407.0, +209.0)

LC0 = 164.1 ml/l

LC100 > 1000 ml/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$a = -15,897$   
 $b = 3,117$

Graf probitové analýzy 144 hLC50 adulti rak signální vzorek B

## Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY

Datum měření:

Číslo vzorku: Diazinon 60 EC

Příloha: C144

Označení vzorku:

Vstupní hodnoty:

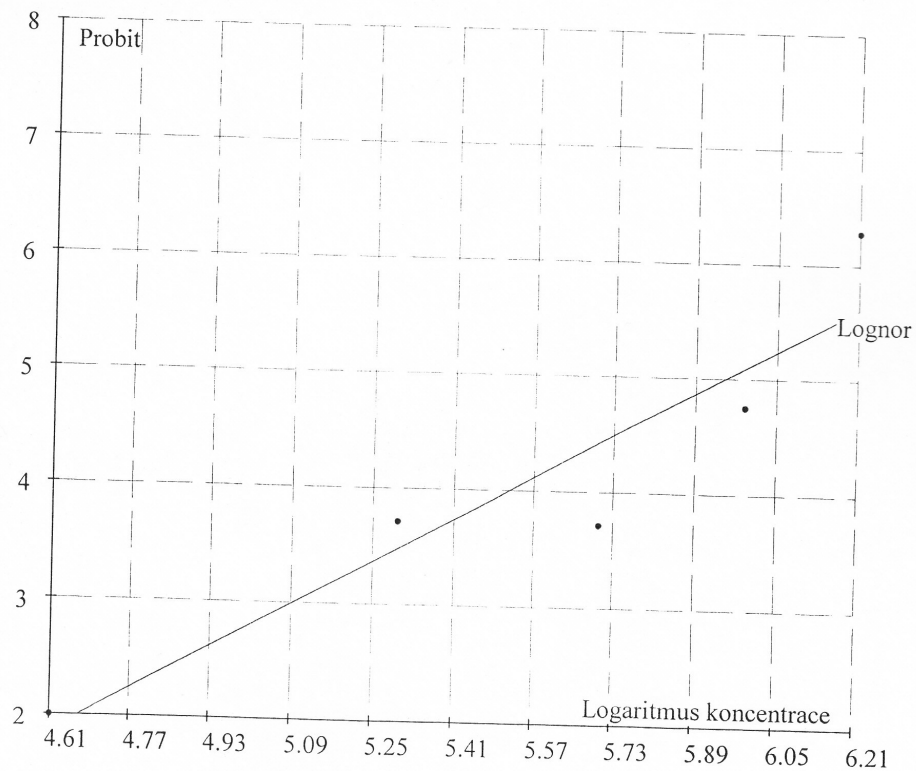
základní test

Koncentrace ml/l	Mortalita %
100	0.0
200	10.0
300	10.0
400	40.0
500	90.0

<sup>144</sup>  
 $96hLC50 = 384.7 \text{ ml/l}$  <sup>µg/l</sup> s 95% intervalem spolehlivosti (-202.1, +132.5)

LC0 = 105.9 ml/l

LC100 > 1000 ml/l



$$y = b \ln(x) + a$$

$$a = -8,846$$
$$b = 2,326$$

Graf probitové analýzy 144 hLC50 adulti rak signální vzorek C

Vyhodnocení testů toxicity na organismu *Poecilia reticulata*

Zkouška: CHEMICKÉ LÁTKY  
Číslo vzorku: Diazinon 60 EC  
Označení vzorku: Adulti

Datum měření:  
Příloha: 144h prům ABS

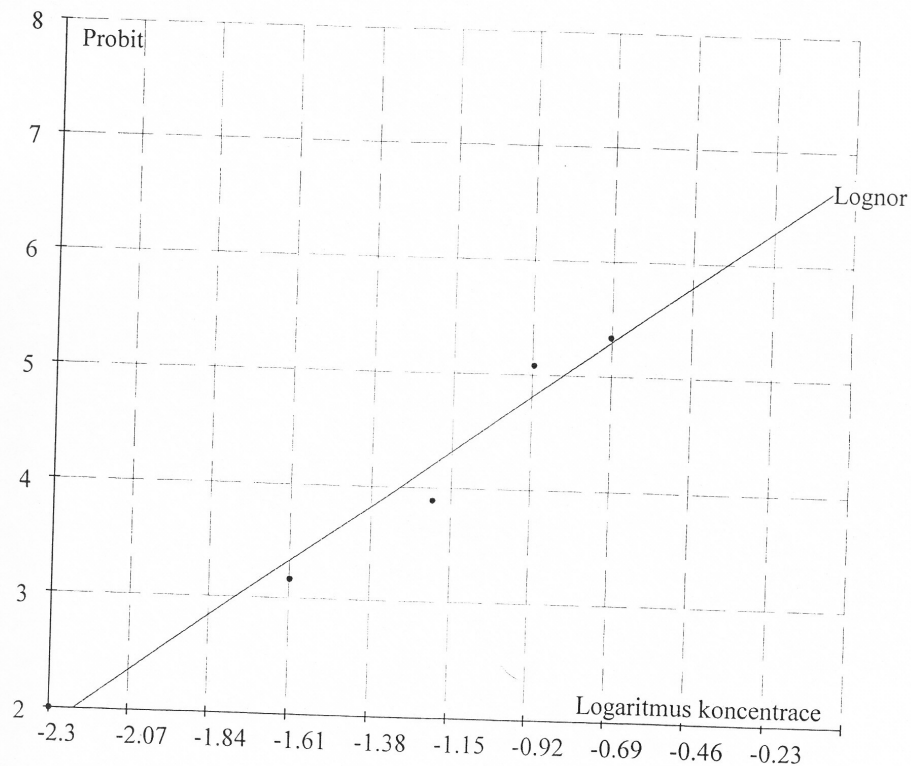
Vstupní hodnoty:

základní test

Koncentrace mg/l	Mortalita %
0.1	0.0
0.2	3.3
0.3	13.3
0.4	53.3
0.5	63.3

96hLC50 = 0.44 mg/l s 95% intervalem spolehlivosti (-0.12 ; +0.09)

LC0 = 0.11 mg/l  
LC100 = 1.77 mg/l



Graf probitové analýzy 144 hLC50 adulti rak signální průměr ze vzorku A, B, C