

DISCRETE MODELS OF DYNAMIC SYSTEMS THAT DETERMINE
THE HYDROBIOCENOSIS STABILITY

Grygoryev A.Ya.

Kharkov State Zooveterinary Academy, Kharkov

Zholtkevych G.N., Nosov K.V., Gamulya Yu.G., Beshpalov Yu.G.

V.N. Karazin Kharkov National University, Kharkov

Visotska E.V., Pecherska A.I.

Kharkov National University of Radioelectronics, Kharkov

This work aims to study the structure of feedbacks for homeostatic mechanisms that provide the hydrobiocenosis stability. The aim is achieved by construction of a dynamical model of the eco-system by the method of discrete modeling of dynamical systems (DMDS).

Materials and methods. For investigation of homeostatic mechanisms the spectral optical properties of hydrobiocenosis of a reservoir was used. The properties are calculated on the basis of digital photography. In the color scale RGB were calculated the values G/B , $(G + R)/B$ and R/G . These values are interpreted as amounts of chlorophyll, total amount of chlorophyll and other plant pigments, the ratio of yellow-red pigments to chlorophyll correspondingly. These three components were supplemented by a latent component, for which the correlation with the rest is taken as zero.

The results of the study allowed to explain a hypothesis concerning the matching of phases of parameter values, which correspond to the values of G/B , $(G + R)/B$, and R/G . In particular, from this it follows that the probability for nutrient accumulation of photoproducents, that creates conditions for the outbreak of biomass, is small. The relationship of type (+,-), observed in the revealed structure of the model, between a total amount of chlorophyll and other plant pigments and the latent component can be interpreted as a manifestation of homeostatic mechanisms, that support the state of dynamical equilibrium of phytoplankton, and forms of biogens required for phytoplankton's development. Mentioned biogens are nutrients, which hypothetically correspond to the latent component.

Conclusions. Obtained preliminary results allow to assume that the DMDS is a promising tool for study of mechanisms of homeostasis of aquatic ecosystems. Pistia stratiotes selected as a case study, can be used for suppression of development for more dangerous organisms. In this regard the DMDS allows to explore a wide range of systemic factors that determine a quick increase of biomass of photoproducents in hydrobiocenosis. Similar research may be needed for large hard-to-reach areas, because in this case the spectral characteristics of hydrobiocenosis can be obtained by remote (aerospace) methods.

Keywords: hydrobiocenosis, homeostatic mechanisms, discrete modeling of dynamical systems, pistia.

УДК 619:615.9:577.1:616.151:639.3

ГОСТРА ТОКСИЧНІСТЬ ДІФЛЮБЕНЗУРОНУ ДЛЯ РИБ ТА ЙОГО ВПЛИВ
НА ДЕЯКІ ПОКАЗНИКИ КРОВІ

Євтушенко А.В., Коваленко Л.В., Євтушенко І.Д., Кротовська Ю.М.

Національний науковий центр «Інститут експериментальної і клінічної ветеринарної медицини»,
м. Харків, e-mail: aevt@inbox.ru

Визначено показники токсичності діфлюбензурону для коропа: LC_{50} –75,21 ± 3,77 мг/дм³; LC_{16} –58,35 мг/дм³; LC_{84} –92,07 мг/дм³; LC_{100} –100,49 мг/дм³, які вказують, що препарат є помірнотоксичним для риб. Встановлено, що за умов концентрації у воді діфлюбензурону на рівні 0,25 мг/дм³, що у 5 разів перевищує лікувальну, достовірних змін показників вмісту загального білку, його фракцій, рівня циркулюючих імунних комплексів, серумокоїдів, гемоглобіну та кількості еритроцитів не відбувається.

Ключові слова: діфлюбензурон, риба, летальна концентрація, токсичність, кров, біохімія

Одним із препаратів, що відноситься до класу інсектицидів є діфлюбензурон ([3-(2,6-дифтробензоил)-1-(4-хлорфенил)-сечовина]). Механізм дії препарату – інгібітор розвитку хітину комах. Діфлюбензурон є малотоксичним для теплокровних, LD_{50} коливається в межах 2150–4640 мг/кг.

Даний препарат широко застосовується у сільському господарстві для боротьби з комарами та шкідниками садів і лісу. Препарати на основі діфлюбензурону завдяки малотоксичності, їх безпечності для навколишнього середовища та високої біологічної активності рекомендовані ВООЗ для широкого застосування.

По відношенню дії діфлюбензурону на гідробіонтів у літературних джерелах наведені різні дані. Автори повідомляють, що 28 г/га діфлюбензурону не спричиняє негативної дії на гідробіонтів. Інші дослідники свідчать, що застосування діфлюбензурону у дозах 11,0–18,5 г/га має негативний вплив на розвиток Сорерода, личинок жуків і спричиняє загибель усіх видів водяних бліх, а 60 г/га зменшує чисельність і затримує розвиток хірономід.

Зважаючи на результати попередніх досліджень (Деклараційний Пат. 13602 Україна, МПК (2006) A01N27/00. Спосіб профілактики та лікування риб від паразитарних захворювань / А.В. Євтушенко, І.Д. Євтушенко (ІЕКВМ). – № u200508710) діфлюбензурон є перспективним препаратом для боротьби із крустацеозами риб, тому визначення його впливу на організм риб вимагає проведення додаткових досліджень.

Метою досліджень було визначити гостру летальну токсичність діфлюбензурону для риб і дослідити його вплив на деякі клініко-біохімічні показники організму коропа.

Матеріали та методи. Визначення гострої летальної токсичності діфлюбензурону для ставкових риб проводили статичним методом, регламентованим ДСТУ 4074-2001 «Якість води. Визначання гострої летальної токсичності хімічних речовин та води на прісноводній рибі [Brachydanio rerio Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]. Статичний метод» та ISO 7346-1:1996, MOD, який було модифіковано для лускатого коропа. За результатами дослідів за загальноприйнятими методиками було визначено показники LC₅₀, LC₁₆, LC₈₄ та LC₁₀₀. При цьому, було проведено три дослідів. У першому досліді створювали концентрацію діфлюбензурону у воді від 1,0 мг/дм³ до 10,0 мг/дм³, у другому досліді – від 10,0 мг/дм³ до 100,0 мг/дм³, у третьому – від 50,0 мг/дм³ до 100,0 мг/дм³. Риби кожної дослідної групи утримувались в окремих акваріумах: у перших двох дослідіх у кожній групі було по три риби, у третьому досліді – по 10 риб.

Для визначення впливу діфлюбензурону на біохімічні та клінічні показники крові риб було проведено дослід з використанням лускатого коропа дволітнього віку. При цьому було сформовано дві дослідні та контрольна групи риб по 35 особин у кожній. Риби кожної групи утримувались в окремих акваріумах ємністю 200 дм³ із штучною аерацією та температурою 18–22 С. У першій дослідній групі діфлюбензурон додавали у воду в концентрації 25 мг/дм³, у другій – в концентрації 0,25 мг/дм³, в контрольній групі препарат у воду не додавали. Через 24, 72 години, 7 та 14 діб проводили відбір крові у п'яти особин риб з кожної групи. Кров забирали пастерівською піпеткою із хвостової артерії за загальноприйнятим методом. При цьому, для досліджень клінічних показників (кількість еритроцитів та вміст гемоглобіну) кров стабілізували гепарином, а для досліджень біохімічних показників (вміст білку загального, білкові фракції – альбуміни та глобуліни), вміст серомукоїдів, рівень циркулюючих імунних комплексів) отримували сироватку крові. Дослідження з визначення вищезазначених показників здійснювали за загальноприйнятими методиками. Експериментальні дослідження на рибах проводились з урахуванням основних принципів біоетики.

Результати досліджень. У результаті проведення першого досліді за умов концентрації діфлюбензурону у воді від 1,0 мг/дм³ до 10,0 мг/дм³ загибелі дослідних риб протягом 21 доби спостережень не реєстрували. У результаті проведення другого досліді за умов концентрації діфлюбензурону у воді від 10,0 мг/дм³ до 100,0 мг/дм³ загибель дослідних риб почали реєструвати з п'ятої доби від початку досліді у групах риб, з концентрацією діфлюбензурону від 60,0 мг/дм³ та вище. При цьому, 100 %-ну загибель риб реєстрували в дослідних групах з концентрацією препарату 100 мг/дм³. За результатами другого досліді було поставлено третій дослід в якому риб дослідних груп утримували у воді з концентрацією діфлюбензурону 50,0 мг/дм³, 60 мг/дм³, 70 мг/дм³, 80 мг/дм³, 90 мг/дм³, 100,0 мг/дм³. Починаючи із десятої доби після початку досліді протягом трьох діб у шостій групі загинуло 100 % риб. В п'ятій та четвертій групах загибель риб почала реєструватись з чотирнадцятої доби і протягом 6 діб у групах загинуло по сім риб. У третій та другій групі загибель риб почала реєструватись з вісімнадцятої доби і протягом 4 діб загинуло чотири та дві риби, відповідно. У першій групі та сьомій (контрольній) групах загибелі риб протягом періоду досліджень не реєстрували. Результати проведеного досліді наведені у таблиці 1.

Таблиця 1 – Результати досліджень щодо визначення гострої летальної токсичності діфлюбензурону для коропа

Група риб	Кількість риб у групі	Концентрація діфлюбензурону, мг/дм ³	Кількість загиблих риб	%	Середній термін загибелі (доба)
1	10	50,0	0	0	–
2	10	60,0	2	20	27
3	10	70,0	4	40	25
4	10	80,0	7	70	22
5	10	90,0	7	70	20
6	10	100,0	10	100	12
7	10	контроль	0	0	–

За отриманими результатами було проведено розрахунок показників токсичності діфлюбензурону для коропа: LC₅₀ –75,21±3,77 мг/дм³; LC₁₆ –58,35 мг/дм³; LC₈₄ –92,07 мг/дм³; LC₁₀₀ –100,49 мг/дм³, які вказують, що препарат є помірнотоксичним для риб (відноситься до третьої групи токсичності). У той же

Розділ 7. Ветеринарна фармакологія та токсикологія

час слід зазначити, що за результатами попередніх досліджень лікувальна концентрація діфлюбензурону становить 0,05 мг/дм³, що майже у 1,5 тис. разів нижче за летальну концентрацію.

Для визначення впливу діфлюбензурону на організм риб за деякими біохімічними і клінічними показниками крові проводили дослідження, створюючи концентрацію препарату, що у 5 та 500 разів перевищує лікувальну. У результаті змін поведінки у риб двох дослідних груп не виявляли: риби активно плавали та вживали корм; жодної особини риби як у контрольній, так і в дослідній групах не загинуло. Дані щодо зміни біохімічних показників сироватки крові наведені у таблиці 2.

Таблиця 2 – Деякі клініко-біохімічні показники крові коропа лускатого за застосування діфлюбензурону в концентрації 25,0 мг/дм³ та 0,25 мг/дм³ (n=4)

Показники	Група риб	Строки дослідження			
		24 год.	72 год.	7 діб	14 діб
загальний білок, г/л	I група	44,3±1,9	43,9±1,6	35,9±3,4	35,4±1,3**
	II група	44,7±1,2	43,7±1,8	40,3±3,4	38,9±0,5
	Контроль	48,0±0,4	47,4±0,3	42,8±0,2	40,3±0,8
альбуміни, г/л	I група	15,2±0,3	15,1±0,4	16,4±1,0	16,4±0,3
	II група	15,5±0,4	15,0±0,3	14,6±0,6	15,4±0,5
	Контроль	16,1±0,2	16,0±0,2	14,0±0,1	16,0±0,5
глобуліни, г/л	I група	29,1±1,4	28,8±1,3	19,5±3,0**	19,0±1,4**
	II група	29,2±1,6	28,7±1,4	25,7±2,8	23,5±0,4
	Контроль	31,9±0,3	31,5±0,2	28,7±0,3	24,3±0,4
серомукоїди, мг/см ³	I група	0,153±0,006	0,183±0,003***	0,137±0,003	0,150±0,006
	II група	0,147±0,006	0,150±0,006	0,147±0,003	0,143±0,003
	Контроль	0,145±0,003	0,147±0,003	0,150±0,006	0,153±0,009
циркулюючі імунні комплекси, мг/см ³	I група	0,113±0,003	0,113±0,003	0,117±0,003	0,097±0,003*
	II група	0,113±0,006	0,103±0,009	0,123±0,003	0,117±0,003
	Контроль	0,117±0,003	0,113±0,003	0,127±0,003	0,117±0,007
гемоглобін, г/л	I група	82,3±3,8	90,1±3,4	104,5±4,4	88,9±3,8
	II група	91,3±5,6	94,3±4,9	114,3±5,5	70,4±3,3
	Контроль	80,1±6,1	70,7±8,1	97,7±12,7	74,0±5,7
еритроцити, млн./мкл	I група	6,10±0,18	4,30±0,06**	4,70±0,26***	5,13±0,15***
	II група	6,47±0,015	6,27±0,22	7,57±0,09	7,07±0,15
	Контроль	6,82±0,09	6,40±0,15	7,93±0,09	7,60±0,12

Примітки: * – різниця вірогідна по відношенню до контрольних значень відповідних показників у цей термін досліджень при * – (p≤0,1); ** – (p≤0,05); *** – (p≤0,01)

Результати, наведені у таблиці свідчать про те, що у групі риб, яким створювали концентрацію діфлюбензурону 0,25 мг/дм³, достовірних змін показників вмісту загального білку, його фракцій, рівня циркулюючих імунних комплексів, серомукоїдів, гемоглобіну та кількості еритроцитів у порівнянні із контрольною групою не відбувалось.

Натомість у групі риб, яким створювали концентрацію препарату на рівні 25,0 мг/дм³, встановлено ознаки віддаленого впливу вищезазначеної концентрації препарату на білковий обмін риби: на 14 добу після початку досліду спостерігали вірогідне зменшення рівня загального білку на 12,2 % (p ≤ 0,05). Виходячи з результатів визначення концентрації білкових фракцій, це зменшення відбувалось за рахунок зниження синтезу глобулінів. При цьому зниження вмісту глобулінів достовірно було відмічено на сьому добу досліджень на 32,1 % (p ≤ 0,05), а на 14 добу – на 21,2 % (p ≤ 0,05).

У результаті проведених досліджень встановлено деякі достовірні зміни у показниках таких медіаторів імунної відповіді як ЦІК та серомукоїди. Так, на третю добу від початку досліду реєстрували короточасне достовірне підвищення рівня серомукоїдів на 19,7 % (p ≤ 0,01), але вже на сьому добу їх рівень знижався до рівня контрольної групи. Натомість на 14 добу реєстрували достовірне зменшення рівня ЦІК на 20,6 % (p ≤ 0,1)

При дослідженні деяких клінічних показників крові у риб першої дослідної групи на 72 години після початку досліду встановлено зменшення кількості еритроцитів на 32,8 % (p ≤ 0,05) по відношенню до контрольної групи. При цьому, тенденція до зменшення кількості еритроцитів спостерігалась протягом усього періоду досліджень: на 7 добу – на 40,7 % (p ≤ 0,01), на 14 добу – на 32,5 % (p ≤ 0,01) по відношенню до контролю. При цьому слід зазначити, що рівень загального гемоглобіну у риб дослідних груп відповідав рівню у контрольній групі.

Висновки. 1. Визначені показники токсичності діфлюбензурону для коропа: LC_{50} – $75,21 \pm 3,77$ мг/дм³; LC_{16} – $58,35$ мг/дм³; LC_{84} – $92,07$ мг/дм³; LC_{100} – $100,49$ мг/дм³, які вказують, що препарат є помірнотоксичним для риб.

2. Встановлено, що за умов концентрації у воді діфлюбензурону на рівні $0,25$ мг/дм³, що у 5 разів перевищує лікувальну, достовірних змін показників вмісту загального білку, його фракцій, рівня циркулюючих імунних комплексів, серумокоїдів, гемоглобіну та кількості еритроцитів у порівнянні із контрольною групою не відбувалось.

3. За концентрації діфлюбензурону у воді на рівні $25,0$ мг/дм³, що у 500 разів перевищує лікувальну, спостерігається достовірне зменшення рівня глобулінової фракції білку на 7 та 14 добу, підвищення рівня серумокоїдів на 3 добу, зменшення рівня ЦІК на 14 добу, та зменшення кількості еритроцитів, починаючи із третьої доби протягом всього періоду спостережень, що вказує на імуносупресивний та токсичний вплив вищезазначеної концентрації препарату на організм риб.

Перспективи подальших досліджень. Враховуючи отримані результати та дані попередніх досліджень у подальшому планується впровадження препарату на основі діфлюбензурону у практику ветеринарної медицини та рибного господарства для боротьби із крустацеозами риб.

Список літератури

1. Зинченко В.А. Химическая защита растений: средства, технология и экологическая безопасность [Текст]. – М.: Колос, –2005. –232 с.
2. Справочник по пестицидам (токсико-гигиеническая характеристика) [Текст]./ Под ред. акад. РАН В.Н.Ракитного – 2011. – Вып.1. – М.: Из-во Агрус. – 302 с.
3. ДСТУ 4074-2001 «Якість води. Визначання гострої летальної токсичності хімічних речовин та води на прісноводній рибі [Brachydanio rerio Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]. Статичний метод»
4. Hanson S. Evaluation of diflubenzuron for the control of experimentally induced infestations of Argulus sp. in goldfish and koi carp [Text] /S. Hanson, C. Watson.A./J. Aquat Anim. Health.–Vol.23.– №7.–P.30-34.
5. Dost E. Witt Toxicological Evaluation of Diflubenzuron [Text]./ E. Dost, S. Wagner //Aquatic Toxicology. – 2009.– Vol.10 – №3.–P.279-290.
6. Olsvile P. Toxicological assessment of the anti-salmon lice drug diflubenzuron on Atlantic cod Gadus morhua [Text] / P. Olsvile, O. Samuelsen, A. Erdal //Dis. Aquat Organ. – 2013., Jul. 9, – V. 105 – №1– P. 27-43.
7. Hall L. Environmental concentrations and aquatic toxicity data on diflubenzuron [Text] /L. Hall //Crit.Rev. Toxicol.– 2006.– Vol. 22 – №6 – P. 45-75.
8. Pereira Maduenho L., Martinez C.B. Acute effects of diflubenzuron on the freshwater fish Prochilodus lineatus [Text] /L.P. Maduenho., C.B Martinez. //Comp. Biochem Physiol. Toxicol. Pharmacol.– 2008.– Vol. 148 – №3 – P. 265-272.
9. Weis J. Effects of Diflubenzuron on limb Regeneration and Molting in the Fiddler Crab [Text] / J.S. Weis, S.R. Cohen, J.K. Kwiathowski //Aqua Toxicology – 1987.– Vol. 2 – №3.–P. 136-143
10. Work Programme for Review of Active Substances in Biocidal Products Pursuant to Council Directive 98/8/EC Diflubenzuron (Product-type 18, Insecticida Rapporteur Member State: Sweden Draft November, 2007 [Text] /Competent Authority Report – 2007.–P. 45

DIFLYUBENZURON TOXICITY ACUTE AND ITS EFFECT ON SOME BLOOD PARAMETERS FOR FISH

Yevtushenko A.V, Kovalenko L.V, Yevtushenko I.D, Krotovskaya Y.M.

National Scientific Center "Institute of Experimental and Clinical Veterinary Medicine", Kharkov

Purpose of the research was to determine the acute lethal toxicity to fish and diflyubenzurona study its effect on some clinical and biochemical parameters of carp.

Determination of the acute lethal toxicity diflyubenzurona for pond fish performed static method regulated DSTU 4074-2001 "Water Quality. Determination of the acute lethal toxicity of chemicals and water to freshwater fish [Brachydanio rerio Hamilton-Buchanan (Teleostei, Cyprinidae)]. Static method "that ISO 7346-1:1996, MOD, which has been modified for carp. Determine the effect diflyubenzurona on biochemical and clinical indicators of fish blood was performed at concentrations in water at $25,0$ mg/dm³ and $0,25$ mg/dm³. Biochemical and clinical studies were carried out by conventional methods.

As a result, studies were determined for acute toxicity diflyubenzurona carp: LC_{50} – $75,21 \pm 3,77$ mg/dm³; LC_{16} – $58,35$ mg/dm³; LC_{84} – $92,07$ mg/dm³; LC_{100} – $100,49$ mg/dm³, which indicate that the drug is umerennotoksichnym for fish. It should be noted that in previous studies established therapeutic concentration diflyubenzurona $0,05$ mg/dm³, which is 1,5 yew. times lower than the lethal concentration.

Found that at concentrations in water diflyubenzurona at $0,25$ mg/dm³, which is 5 times greater than the therapeutic, significant changes in parameters of the total protein content, its fractions, the level of circulating immune complexes seromuroid, hemoglobin and red blood cells compared to the control group did not happen. Diflyubenzurona at a concentration in water at $25,0$ mg/dm³, which is 500 times higher than therapeutic, there is a significant decrease in the level of globulin protein fraction 7 is the 14th day, increasing seromuroid on day 3, decrease the CEC on the 14th day, reducing the amount erythrocytes, since the third day throughout the period of observation, indicating immunosupresivnoe and toxic effects of the above concentrations of the drug on the body of the fish.

Keywords: diflyubenzuron, fish, lethal concentration, toxicity, blood biochemistry