



Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького
Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies

doi:10.15421/nvlvet7904

ISSN 2519–2698 print
ISSN 2518–1327 online

<http://nvlvet.com.ua/>

УДК 639.3.597:591.133.2

Визначення активності амінотрансфераз у тканинах однорічок коропа за інвазії ектопаразитами

Ю.В. Лобойко, Б.С. Барило, О.В. Крушельницька
llobojko@ukr.net

*Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького,
вул. Пекарська, 50, Львів, 79010, Україна*

У статті наведено дані щодо зміни активності амінотрансфераз (аспартатамінотрансферази – АсАТ, аланінамінотрансферази – АлАТ) у різних органах і тканинах коропа за різної інтенсивності інвазії ектопаразитами.

Матеріалом для дослідження активності амінотрансфераз були однорічки коропа, спонтанно інвазовані ектопаразитами. Для цього було сформовано дванадцять груп риб по 6 особин у кожній, масою тіла $38,0 \pm 4,8$ г. По чотири групи риб (контрольна та три дослідні) за ураження ектопаразитами *L. cyprinacea*, *D. vastator* та за змішаної інвазії.

Проведені нами дослідження показали, що активність амінотрансфераз у гепатопанкреасі і скелетних м'язах коропа значно змінюється за ураження риб лернеями. Зокрема, активність АлАТ в гепатопанкреасі була значно вищою, порівняно з контрольною групою. Тенденція до зростання спостерігалася у тканинах скелетних м'язів. При дослідженні активності АсАТ встановлено її зростання в гепатопанкреасі та скелетних м'язах.

За ураження риб дактилогірусами активність амінотрансфераз у зябрах коропа значно змінюється. Зокрема, активність АлАТ у зябрах риб 3-ї та 4-ї груп була значно вищою порівняно до контрольної групи. Водночас вірогідно зростала активність АлАТ у тканинах гепатопанкреаса 4-ї дослідної групи. Тенденція до зростання встановлена у тканинах гепатопанкреасу та зябер при дослідженні активності АсАТ. За інвазії риби дактилогірусами активність АсАТ у гепатопанкреасі вірогідно зростала у 1,2 рази. Водночас встановлено зростання показника АсАТ у зябрах однорічок коропа у 3-ї та 4-ї групах.

При дослідженні активності амінотрансфераз за змішаної інвазії було встановлено, що активність АлАТ та АсАТ в тканинах гепатопанкреасу, скелетних м'язів та зябер 2-ї, 3-ї та 4-ї груп була вірогідно вищою, порівняно з контрольною групою.

Ключові слова: короп, ектопаразити, *L. cyprinacea*, *D. vastator*, ферменти, амінотрансферази, АсАТ, АлАТ, гепатопанкреас, скелетні м'язи, зябра.

Определение активности аминотрансфераз в тканях годовиков карпа при инвазии эктопаразитами

Ю.В. Лобойко, Б.С. Барило, Е.В. Крушельницкая
llobojko@ukr.net

*Львовский национальный университет ветеринарной медицины и биотехнологий имени С.З. Гжицкого,
ул. Пекарская, 50, г. Львов, 79010, Украина*

В статье приведены данные относительно изменений активности аминотрансфераз (аспартатаминотрансферазы – АсАТ, аланинаминотрансферазы – АлАТ) в различных органах и тканях карпа при разной интенсивности инвазии эктопаразитами.

Материалом для исследования активности аминотрансфераз были годовики карпа, спонтанно инвазированные эктопаразитами. Для этого было сформировано дванадцать групп рыб по 6 особей в каждой, массой тела $38,0 \pm 4,8$ г. По четыре группы рыб (контрольная и три опытных) при поражении эктопаразитами *L. cyprinacea*, *D. vastator* и при смешан-

Citation:

Loboiko, Yu., Barylo, B., Krushelnytska, O. (2017). Determination of the aminotransferase activity in tissues of infected with ectoparasites yearling carp. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(79), 17–21.

ної інвазії.

Проведені нами дослідження показали, що активність амінотрансфераз в гепатопанкреасі та скелетних м'язів карпа значно змінюється при ураженні риб лернеями. В частині, активність АлАТ в гепатопанкреасі була значно вище порівняно з контрольною групою. Тенденція до зростання спостерігалася в тканинах скелетних м'язів. При дослідженні активності АсАТ встановлено її зростання в гепатопанкреасі та скелетних м'язів.

При ураженні риб дактилогірусами активність амінотрансфераз в жабрах карпа значно змінюється. В частині, активність АлАТ в жабрах риб 3-ї та 4-ї груп була значно вище порівняно з контрольною групою. В той же час достовірно зростає активність АлАТ в тканинах гепатопанкреаса 4-ї дослідної групи. Тенденція до зростання встановлена в тканинах гепатопанкреаса та жабр при дослідженні активності АсАТ. При інвазії риби дактилогірусами активність АсАТ в гепатопанкреасі достовірно зростає в 1,2 рази. В той же час встановлено зростання показателя АсАТ в жабрах річкових карпів в 3-ї та 4-ї групах.

При дослідженні активності амінотрансфераз при змішаній інвазії було встановлено, що активність АлАТ та АсАТ в тканинах гепатопанкреаса, скелетних м'язів та жабр 2-ї, 3-ї та 4-ї груп була достовірно вище порівняно з контрольною групою.

Ключові слова: карп, ектопаразити, ферменти, амінотрансферази, АсАТ, АлАТ, гепатопанкреас, скелетні м'язи, жабри.

Determination of the aminotransferase activity in tissues of infected with ectoparasites yearling carp

Yu. Loboiko, B. Barylo, O. Krushelnytska
llobojko@ukr.net

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010, Ukraine

The paper presents data on changes in the activity of aminotransferase (aspartate aminotransferase – AST, alanine aminotransferase – ALT) in various organs and tissues of carp at different intensity of infestation with ectoparasites.

*The material for studying the activity of aminotransferases was one-year-old carp, spontaneously invasive with ectoparasites. For this purpose, twelve groups of fish were formed for 6 individuals in each, with a body weight of 38.0 ± 4.8 g. In four groups of fish (control and three experimental) of the defeat by ectoparasites *L. cyprinacea*, *D. vastator* and for mixed infestation.*

Our studies have shown that the activity of aminotransferases in hepatopancreas and skeletal muscles of carp significantly changes in the lesion of fish by lerneae. In particular, the activity of ALT in hepatopancreas was significantly higher compared to the control group. The tendency to increase was observed in tissues of skeletal muscles. In the study of AST activity, its growth in hepatopancreas and skeletal muscle was determined.

For the defeat of fish by dactylosurus, the activity of aminotransferases in carp gills varies considerably. In particular, ALT activity in gills of fish of groups 3 and 4 was significantly higher compared to the control group. At the same time, the activity of ALT in the tissues of the hepatopancreas of the 4th experimental group was likely to increase. The tendency to increase is established in tissues of hepatopancreas and gills in the study of activity of AST. As a result of fish invasion by dactylosurus, the activity of AST in hepatopancreas increased by 1.2 times. At the same time, the growth of the AST index in the gills of the first year of carp in the 3rd and 4th groups was established.

In the study of the activity of aminotransferases for mixed infestation, it was found that the activity of ALT and AST in tissues of hepatopancreas, skeletal muscles and gills of groups 2, 3 and 4 was significantly higher compared to the control group.

Key words: carp, ectoparasites, *L. cyprinacea*, *D. vastator*, enzymes, aminotransferase, AST, ALT, hepatopancreas, skeletal muscles, gills.

Вступ

У метаболізмі речовин гідробіонтів важлива різнобічна роль належить реакціям за участю амінотрансфераз (АсАТ – 2.6.1.1, АлАТ – 2.6.1.2) (Dosen et al., 1991; Petriv and Yanovych, 2008; Martyshuk et al., 2016; Guttyj et al., 2017). Аналіз відомостей сучасної літератури про амінотрансферази тварин, показав, що на даному етапі приділяється значна увага вивченню цих ферментів у риб. Амінотрансферази займаючи важливе місце серед біокатализаторів, відіграють ключову роль в обміні речовин, об'єднуючи в єдине ціле білковий, вуглеводний, жировий обміни і цикл трикарбонових кислот (Nazaruk et al., 2015; Khariv et al., 2016). Активність аспартатамінотрансферази (АсАТ) і аланінамінотрансферази (АлАТ), враховуючи їх виняткову роль в обміні основних метаболітів клітини, використовують як біохімічного індикатора фізіологічного

статусу і клінічного індикатора стресового стану, який спричинений захворюванням або інтоксикацією ряду організмів, у тому числі і риб. Відомості про роль амінотрансфераз в онтогенезі риб є нечисленними (Luskova and Lusk, 1995; Seoka et al., 1997; Srivastava et al., 1999), хоча дослідження у цьому напрямі мають важливе значення для поглиблення знань фізіології і біохімії цінних промислових видів риб. Обговорюється можливість застосування даних про активність АсАТ і АлАТ для діагностики захворювань риб (Engelhardt et al., 1991).

Інвазія ектопаразитами впливає на фізіологічний стан коропа (Loboiko, 2011; Loboiko and Stibel, 2012), однак механізми регуляції метаболізму в різних тканинах і органах однорічок коропа за різної інтенсивності інвазії лернеями та дактилогірусами з'ясовані недостатньо. Тому, метою наших досліджень було

вивчення впливу інвазії ектопаразитами на активність амінотрансфераз (АсАТ і АлАТ).

Матеріал і методи досліджень

З метою визначення активності амінотрансфераз у тканинах коропа за ураження ектопаразитами з різним ступенем інвазії в акваріальних умовах було проведено дослід, в якому використовували спонтанно інвазованих збудниками дактилогірозу та лернеозу риб.

Період акліматизації риб становив 14 діб за температури води 16–18 °С. Перед виконанням досліджу було проведено паразитологічне дослідження риб та визначено показники рівня їх інвазованості. Для цього було сформовано дванадцять груп риб по 6 особин у кожній, масою тіла $38,0 \pm 4,8$ г. По чотири групи риб (контрольна та три дослідні) за ураження ектопаразитами *L. cyprinacea*, *D. vastator* та за змішаної інвазії. При ураженні *L. cyprinacea* риби першої групи були контрольними, другої – з інтенсивністю інвазії до 0,08 лерней на г маси тіла (г/м.т.), третьої – з інтенсивністю від 0,11 до 0,26 лерней на г/м.т. і четвертої – більше 0,26 лерней на г/м.т. риби. За ураження *D. vastator* риби першої групи були контрольними, другої – уражені з інтенсивністю до 0,26 дактилогірусів на г/м.т., третьої від 0,29 до 0,53 дактилогірусів на г/м.т. та четвертої – більше 0,53 дактилогірусів на г/м.т. За змішаної інвазії риби першої групи були контрольними, другої – з інтенсивністю інвазії до 0,08 лерней на г/м.т. та до 0,26 дактилогірусів на г/м.т., третьої – з інтенсивністю 0,11–0,26 лерней на г/м.т. та 0,29–0,53 дактилогірусів на г/м.т. і четвертої – більше 0,26 лерней г/м.т. та 0,53 дактилогірусів на г/м.т. Іхтіопаразитологічний аналіз проводили за методом

неповного паразитологічного розтину за І.Є. Биховською-Павловською (Bykhovskaya-Pavlovskaya, 1985). Видову належність паразитів визначали за «Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР» (Вауєга, 1987).

Інтенсивність інвазії (І) визначали шляхом підрахунку кількості паразитів на тілі та зябрах досліджуваної риби.

Рибу утримували у акваріумах ємністю 40 дм³ із штучною аерацією за температури 18–20 °С. Догляд за рибою та її годівлю проводили згідно відповідних норм та раціонів.

Визначення активності аспаргат- (АсАТ – К.Ф.2.6.1.1) і аланін- (АлАТ – К.Ф.2.6.1.2) амінотрансфераз в тканинах здійснювали за методом Райтмана-Френкеля (Osadchaja, 1982), використовуючи стандартний набір реактивів НВФ «Simko Ltd». Принцип методу базується на тому, що при додаванні 2,4-динітрофенілгідразину відбувається переамінування і утворення глютамінової та піровиноградної кислот (АсАТ) або глютамінової та щавелевооцтової кислот (АлАТ), і субстрат забарвлюється у відповідний колір, інтенсивність якого є прямопропорційною активності ферменту.

Результати та їх обговорення

Проведені нами дослідження, результати яких наведені у таблиці 1, показали, що активність амінотрансфераз у гепатопанкреасі і скелетних м'язах коропа значно змінюється за ураження риб лернеями. Зокрема, активність АлАТ в гепатопанкреасі 3-ї та 4-ї груп була значно вищою, порівняно з контрольною групою, у 1,2 (P < 0,05) та 2,3 (P < 0,01) рази відповідно.

Таблиця 1

Активність амінотрансфераз у тканинах однорічок коропа, інвазованих *Lernaea cyprinacea*, (M ± m, n = 6)

Показники	Групи риб			
	1	2	3	4
Гепатопанкреас				
АлАТ, кмоль/г ткан./год	113,77 ± 6,38	123,98 ± 3,04	138,80 ± 5,03*	152,57 ± 8,28**
АсАТ, кмоль/г ткан./год	147,72 ± 5,61	163,62 ± 7,93	173,22 ± 6,64*	177,97 ± 8,95*
Скелетні м'язи				
АлАТ, кмоль/г ткан./год	209,80 ± 5,62	229,42 ± 7,59	241,52 ± 6,10**	275,52 ± 8,80***
АсАТ, кмоль/г ткан./год	258,15 ± 8,74	268,38 ± 5,84	290,77 ± 5,81*	302,77 ± 4,44**
Зябра				
АлАТ, кмоль/г ткан./год	141,47 ± 8,19	144,83 ± 7,34	157,78 ± 8,98	168,03 ± 9,18
АсАТ, кмоль/г ткан./год	202,33 ± 7,63	197,37 ± 8,14	196,17 ± 5,99	213,17 ± 5,80

Примітка. У цій та наступних таблицях вірогідні різниці між контрольною і дослідною групами: * – P < 0,05, ** – P < 0,01, *** – P < 0,001

Тенденція до зростання спостерігалася у тканинах скелетних м'язів. За інвазії риб лернеями (від 0,11 до 0,26 лерней на г/м.т. та >0,26 лерней на г/м.т.) активність АлАТ вірогідно зростала у 1,2 (P < 0,01) та 1,3 (P < 0,001) рази відповідно. При дослідженні активності АсАТ встановлено її зростання в гепатопанкреасі 3-ї та 4-ї груп у 1,2 рази (P < 0,05). Підвищення активності АсАТ відбувалося також у скелетних м'язах. За ураження риб лернеями у 3-ї та 4-ї груп коропів активність АсАТ зростала у 1,1 (P < 0,05) та 1,2 рази (P < 0,01).

При ураженні риб дактилогірусами активність АлАТ у тканинах гепатопанкреаса вірогідно зростала у 4-ї дослідній групі до $139,90 \pm 6,46$ (P < 0,05) (табл. 2).

Проведені нами дослідження показали, що за ураження риб дактилогірусами активність амінотрансфераз у зябрах коропа значно змінюється. Зокрема, активність АлАТ у зябрах риб 3-ї та 4-ї груп була значно вищою порівняно до контрольної групи у 1,2 та 1,3 рази (P < 0,01).

Таблиця 2

Активність амінотрансфераз у тканинах однорічок коропа, інвазованих *Dactylogyrus vastator*, (M ± m, n = 6)

Показники	Групи риб			
	1	2	3	4
Гепатопанкреас				
АлАТ, мкмоль/г ткан./год	112,73 ± 6,49	117,17 ± 7,86	125,68 ± 4,51	139,90 ± 6,46*
АсАТ, мкмоль/г ткан./год	149,50 ± 4,78	165,08 ± 7,55	173,48 ± 4,87**	178,77 ± 7,72**
Скелетний м'яз				
АлАТ, мкмоль/г ткан./год	215,70 ± 6,85	216,05 ± 6,88	221,17 ± 6,75	231,95 ± 8,46
АсАТ, мкмоль/г ткан./год	250,90 ± 8,06	259,82 ± 5,46	272,90 ± 6,57	273,68 ± 8,90
Зябра				
АлАТ, мкмоль/г ткан./год	154,58 ± 7,59	178,20 ± 7,88	189,83 ± 6,64**	195,93 ± 5,41**
АсАТ, мкмоль/г ткан./год	205,42 ± 7,86	224,15 ± 7,06	248,50 ± 9,30**	265,27 ± 6,47***

Тенденція до зростання спостерігалася у тканинах гепатопанкреасу та зябер при дослідженні активності АсАТ. За інвазії риби дактилогірусами (від 0,29 до 0,53 дактилогірусів на г/м.т. та > 0,53 дактилогірусів на г/м.т.) активність АсАТ у гепатопанкреасі вірогідно зростала у 1,2 рази відповідно (P < 0,01). Водночас спостерігалася зростання показника АсАТ у зябрах однорічок коропа у 3-ї та 4-ї групах у 1,2 (P < 0,01) та 1,3 (P < 0,001) рази відповідно.

При дослідженні активності амінотрансфераз за змішаної інвазії було встановлено, що активність АлАТ в гепатопанкреасі 2-ї, 3-ї та 4-ї груп була значно вищою, порівняно з контрольною групою, у 1,2 (P < 0,05), 1,3 (P < 0,01) та 1,4 рази (P < 0,01) відповідно. Тенденція до зростання спостерігалася у тканинах скелетних м'язів. Зокрема, у риб 3-ї та 4-ї дослідних груп активність АлАТ зростала відповідно у 1,2

(P < 0,01) та 1,3 рази (p < 0,001). Активність АлАТ у зябрах риб 3-ї та 4-ї груп була значно вищою, порівняно з контрольною групою, відповідно у 1,3 (P < 0,01) рази (табл. 3).

При дослідженні активності АсАТ за змішаної інвазії було встановлено, що її вміст у досліджуваних тканинах гепатопанкреасу однорічок коропа у 3-ї та 4-ї дослідних груп був вірогідно вищим, ніж у тканинах здорових риб, у 1,2 (P < 0,05) та 1,3 рази (P < 0,001) відповідно, тоді як аналогічні різниці у вмісті АсАТ у тканинах скелетних м'язів однорічок коропа 2-ї, 3-ї та 4-ї груп, порівняно з рибами контрольної групи, вірогідно зростали відповідно у 1,2 (P < 0,05), 1,2 (P < 0,01) та 1,3 рази (P < 0,001). Вміст АсАТ у тканинах зябер однорічок коропа 3-ї та 4-ї груп, порівняно з рибами контрольної групи, вірогідно зростав відповідно у 1,3 (P < 0,01) та 1,4 рази (P < 0,001).

Таблиця 3

Активність амінотрансфераз у тканинах однорічок коропа за змішаної інвазії, *L. cyprinacea* та *D. vastator*, (M ± m, n = 6)

Показники	Групи риб			
	1	2	3	4
Гепатопанкреас				
АлАТ, мкмоль /г ткан./год	116,17 ± 4,57	136,62 ± 4,72*	150,80 ± 8,39**	161,47 ± 9,87**
АсАТ, мкмоль/г ткан./год	146,63 ± 7,94	169,82 ± 7,74	179,35 ± 7,06*	193,55 ± 5,62***
Скелетні м'язи				
АлАТ, мкмоль /г ткан./год	209,62 ± 8,58	230,63 ± 6,89	259,65 ± 7,99**	281,58 ± 7,16***
АсАТ, мкмоль /г ткан./год	241,10 ± 8,17	278,78 ± 9,77*	300,26 ± 10,98**	306,67 ± 9,57***
Зябра				
АлАТ, мкмоль/г ткан./год	152,20 ± 7,14	175,65 ± 8,64	191,93 ± 5,69**	198,54 ± 7,52**
АсАТ, мкмоль/г ткан./год	194,40 ± 10,12	225,82 ± 10,87	251,73 ± 9,79**	270,50 ± 11,29***

Узагальнюючи результати проведених досліджень, можна відзначити, що амінотрансферази зарекомендували себе як найбільш чутливі індикатори ушкодження гепатоцитів, а підвищення їх активності в тканинах однорічок коропів 3-ї та 4-ї дослідних груп вказує на дифузне ураження печінки. Підтвердженням розвитку патології печінки, на нашу думку, було вірогідне підвищення активності АлАТ та АсАТ за зростання ступеня інвазії ектопаразитами.

Висновки

За ураження однорічок коропа лернеями активність амінотрансфераз у гепатопанкреасі і скелетних м'язів коропа вірогідно зростає у 3-ї та 4-ї дослідних групах. За ураження однорічок коропа дактилогірусами активність амінотрансфераз вірогідно зростає у

тканинах гепатопанкреасу та зябер 3-ї та 4-ї дослідних груп. За змішаної інвазії активність амінотрансфераз вірогідно зростає у всіх досліджуваних органах 3-ї та 4-ї дослідних груп риб.

Перспективи подальших досліджень. У зв'язку з одержаними результатами, виникає потреба дослідити активність антиоксидантної системи в організмі риб.

Бібліографічні посилання

Bykhovskaya-Pavlovskaya, E.I. (1985). Parazity ryb. Rukovodstvo po izucheniyu. L.: Nauka (in Russian).
 Martyshuk, T.V., Gutyj, B.V., Vishchur, O.I. (2016). Level of lipid peroxidation products in the blood of rats under the influence of oxidative stress and under the action of liposomal preparation of «Butaselmavit», Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytsky Melitopol

- State Pedagogical University, 6 (2), 22–27. doi: 10.15421/201631.
- Musaev, B.S., Kurbanova, I.K., Magomedzhieva, D.N. (2010). Dinamika aktivnosti aminotferaz i shchelochnoy fosfatazy v krovi segoletok karpa pri khronicheskom vozdeystvii ionov kadmiya i margantsa. *Biologicheskie resursy: fauna izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 12, 1(5), 1321–1324 (in Russian).
- Doson, R., Elliot, D., Elliot, U., Dzhon, K. (1991). *Spravochnik biokhimiya*. M.: Mir (in Russian).
- Loboiko, Yu.V., Stibel', V.V. (2012). Aktivnost' aminotferaz v tkanjah godovikov karpa pri invazii jektoparazitami. *Trudy VIII Respublikanskoj nauchno-prakticheskoy konferencii s mezhdunarodnym uchastiem. Sovremennye aspekty patogeneza, kliniki, diagnostiki, lechenija i profilaktiki parazitarnyh zabojevanij*. Vitebsk. 103–106 (in Russian).
- Loboiko, Yu.V. (2011). Vplyv ektoparazitiv na fiziolohebiokhimični pokaznyky odnorichok koropiv. *Naukovyi visnyk Lvivskoho natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii imeni S.Z. Hzhyskoho*, Lviv. 13, 2(48), 176–180 (in Ukrainian).
- Bauera, O.N. (1987). *Opredelitel' parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR. Paraziticheskie mnogokletochnye*. 1–3(3). Leningrad: Nauka (in Russian).
- Gutyj, B., Nazaruk, N., Levkivska, A., Shcherbatyj, A., Sobolev, A., Vavrysevych, J., Hachak, Y., Bilyk, O., Vishchur, V., Guta, Z. (2017). The influence of nitrate and cadmium load on protein and nitric metabolism in young cattle. *Ukrainian Journal of Ecology*, 7(2), 9–13. doi: 10.15421/201714
- Osadchaja, L.M. (1982). *Opredelenie aktivnosti aminotferaz v tkanjah: Metody biohimicheskij issledovanij (lipidnyj i jenergeticheskij obmen)*. (Prohorovoj, M.I. (Ed.). L.: Izd-vo Leningrad. un-ta, 246–250 (in Russian).
- Petriv, V.B., Yanovych, V.H. (2008). Aktyvni antyoksydantnoi systemy v orhanizmi koropa pry pidvyshchenni rivnia yodu v ratsioni i vodi. *Biologhiya tvaryn*. 10, 1(2), 163–166 (in Ukrainian).
- Khariv, M., Gutyj, B., Butsyak, V., Khariv, I. (2016). Hematological indices of rat organisms under conditions of oxidative stress and liposomal preparation action. *Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University*. 6(1), 276–289.
- Khariv, M.I., Gutyj, V.B., Vishchur, O.I., Solovodzinska, I.Ye. (2016). Funktsionalnyi stan pechinky u shchuriv za umov oksydatsiinoho stresu ta dii liposomalnogo preparatu. *Nauk. zap. Ternop. nats. ped. un-tu. Ser. Biol.* 2(66), 76–84 (in Ukrainian).
- Nazaruk, N.V., Gutyj, B.V., Gufrij, D.F. (2015). Vplyv metifenu ta vitamixsu se na aktyvni aminotferaz syrovatky krovi bychkiv za nitratno–kadmijevogo navantazhennja. *Naukovyj visnyk L'vivskogo natsionalnogo universytetu veterynarnoi medytsyny ta biotekhnologii im. G'zhyc'koho*. 17, 1(1), 121–126 (in Ukrainian).
- Engelhardt, A., Mirle, C., Thiemann, K.G. (1991). Biochemical investigations of Rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* infested with *Proteocephalus neglectus* (Cestoda, Proteocephalidea). *Monatshefte fur Veterinarmedizin*. 46(1), 23–27.
- Luskova, V., Lusk, S. (1995). Enzyme activities in the blood plasma of brown trout, *Salmo trutta m. Fario* during spawning. *Folia Zool.* 44(1), 81–89.
- Seoka, M., Takii, K., Takaoka, O., Nakamura, M., Kumai, H. (1997). Biochemical Phases in Embryonic Red Sea Bream Development. *Fish. Sc.* 63(1), 122–127.
- Srivastava, A.S., Oohara, I., Suzuki, T., Singh, S.N. (1999). Activity and expression of aspartate aminotferase during the reproductive cycle of a fresh water Fish, *Clarias batrachus*. *Fish Physiol. Biochem.* 20(3), 243–250.

Received 1.09.2017

Received in revised form 28.09.2017

Accepted 2.10.2017