



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/nvlvet8211

ISSN 2518–7554 print
ISSN 2518–1327 online

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

УДК 636.09:639.3.1.09:616.99

Вплив препаратів «Бровермектин-гранулят[™]» і «Авесстим[™]» на рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі одnorічок білого амура, уражених моногеніями

В.В. Стибель, О.В. Федорович, Р.І. Тафійчук
fedorovychs@ukr.net

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

Наведено дані щодо впливу антипаразитарного препарату «Бровермектин-гранулят[™]» та імуномодулятора «Авесстим[™]» на рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) і активність ферментів антиоксидантної системи (АОС) у гепатопанкреасі одnorічок білого амура, уражених різними ектопаразитами. Дослідження проведені у садково-рибних господарствах ДП «Рибгосп Галицький» (нині ТОВ «Рибгосп «Буришинський») Розатинського району Івано-Франківської області та ФГ «Добротвірський рибзавод» Кам'янка-Бузького району Львівської області, розташованих на теплих водах водойм-охолоджувачів Буришинської та Добротвірської ТЕС. Для дослідження були відібрані одnorічки білого амура (з масою тіла 45–47 г), уражені збудниками *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis* та одночасно обома паразитами.

Встановлено, що в одnorічок білого амура, інвазованих *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*, та за змішаної інвазії після лікування «Бровермектин-гранулятом[™]» рівень ТБК-продуктів у гепатопанкреасі зменшився відповідно на 25,7; 29,3 та 32,4%, дієнових кон'югатів – на 13,5; 21,7 та 18,9% при $P < 0,001$ в усіх випадках. За одночасного використання препаратів «Бровермектин-гранулят[™]» та «Авесстим[™]» зниження вищезазначених показників у всіх випадках також було достовірним ($P < 0,001$) і становило відповідно 68,0; 66,3 та 64,0 і 32,0; 35,4 та 36,2%. Щодо вмісту гідропероксидів ліпідів у гепатопанкреасі лікованих риб, то його зниження було вірогідним ($P < 0,05$) лише за сукупного застосування досліджуваних препаратів.

Після застосування названих вище препаратів активність ензимів антиоксидантного захисту в гепатопанкреасі одnorічок білого амура підвищувалася. Проте слід зазначити, що в риб, уражених дактилогірусами, достовірно ($P < 0,001$) зростала лише активність супероксиддисмутази (СОД) за комплексного використання «Бровермектин-грануляту[™]» та «Авесстиму[™]». При ураженні гірдактилюсами активність супероксиддисмутази у гепатопанкреасі риб, яким вводили лише «Бровермектин-гранулят[™]», вірогідно ($P < 0,05$) підвищилася на 9,4%, а за застосування комплексу препаратів – на 28,4% ($P < 0,001$). За змішаної інвазії, як і за моноінвазії, у гепатопанкреасі одnorічок білого амура після введення препаратів спостерігалася зростання активності всіх досліджуваних ферментів, однак, достовірним було лише підвищення активності СОД ($P < 0,05$; 0,001). Таким чином, комплексне застосування препаратів за моногеніозів риб мало більш суттєвий вплив на біологічну рівновагу в системі ПОЛ→АОС.

Ключові слова: одnorічки білого амура, *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*, гепатопанкреас, ТБК-продукти, дієнові кон'югати, гідропероксиди, СОД, каталаза, глутатіонпероксидаза, «Бровермектин-гранулят[™]», «Авесстим[™]».

Влияние препаратов «Бровермектин-гранулят[™]» и «Авесстим[™]» на уровень продуктов ПОЛ и активность ферментов АОС в гепатопанкреасе одnorічок белого амура, пораженных моногеніями

Citation:

Stybel, V.V., Fedorovych, O.V., Tafiychuk, R.I. (2017). Influence of drugs «Granulated brovermectin» and «Avesstim» on the level of LOPs and of activity antioxidant system enzymes in hepatopancreas of the same age grass carp affected by monogeneas. *Scientific Messenger LNUVMB*, 19(82), 50–55.

В.В. Стибель, А.В. Федорович, Р.И. Тафийчук
fedorovychs@ukr.net

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

Приведены данные о влиянии антипаразитарного препарата «Бровермектин-гранулят^{мм}» и иммуномодулятора «Авесстим^{мм}» на уровень продуктов пероксидного окисления липидов (ПОЛ) и активность ферментов антиоксидантной системы (АОС) в гепатопанкреасе однолеток белого амура, пораженных различными эктопаразитами. Исследования проведены в садково-рыбных хозяйствах ГП «Рыбхоз Галицкий» (теперь ООО «Рыбхоз «Буришинский») Рогатинского района Ивано-Франковской области и ФХ «Добротворский рыбзавод» Каменка-Бугского района Львовской области, расположенных на теплых водах водоемов-охладителей Буришинской и Добротворской ТЭС. Для исследования были отобраны одногодки белого амура (с массой тела 45–47 г), пораженные возбудителями *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis* и одновременно обоими паразитами.

Установлено, что у однолеток белого амура, инвазированных *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*, и при смешанной инвазии, после лечения «Бровермектин-гранулятом^{мм}» уровень ТБК-продуктов в гепатопанкреасе уменьшился соответственно на 25,7; 29,3 и 32,4%, диеновых конъюгатов – на 13,5; 21,7 и 18,9% при $P < 0,001$ во всех случаях. При одновременном использовании препаратов «Бровермектин-гранулят^{мм}» и «Авесстим^{мм}» снижение вышеуказанных показателей во всех случаях также было достоверным ($P < 0,001$) и составило соответственно 68,0; 66,3 и 64,0 и 32,0; 35,4 и 36,2%. Что касается содержания гидропероксидов липидов в гепатопанкреасе рыб после лечения, то его снижение было вероятным ($P < 0,05$) только при совокупном применении исследуемых препаратов.

После применения названных выше препаратов активность энзимов антиоксидантной защиты в гепатопанкреасе однолеток белого амура повышалась. Однако следует отметить, что у рыб, пораженных дактилогирозами, достоверно ($P < 0,001$) увеличивалась только активность супероксиддисмутазы (СОД) при комплексном использовании «Бровермектин-гранулята^{мм}» и «Авесстима^{мм}». При поражении гиродактилюсами активность супероксиддисмутазы в гепатопанкреасе рыб, которым вводили только «Бровермектин-гранулят^{мм}» достоверно ($P < 0,05$) повысилась на 9,4%, а при применении комплекса препаратов – на 28,4% ($P < 0,001$). При смешанной инвазии, как и при моноинвазии, в гепатопанкреасе однолеток белого амура после введения препаратов наблюдалось увеличение активности всех исследуемых ферментов, однако достоверным было лишь повышение активности СОД ($P < 0,05$; $0,001$). Таким образом, комплексное применение препаратов при моноинвазиях рыб имело более существенное влияние на биологическое равновесие в системе ПОЛ↔АОС.

Ключевые слова: одногодки белого амура, *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*, гепатопанкреас, ТБК-продукты, диеновые конъюгаты, гидропероксиды, СОД, каталаза, глутатионпероксидаза, «Бровермектин-гранулят^{мм}», «Авесстим^{мм}».

Influence of drugs «Granulated brovermectin» and «Avesstim» on the level of LOPs and of activity antioxidant system enzymes in hepatopancreas of the same age grass carp affected by monogeneas

V.V. Stybel, O.V. Fedorovych, R.I. Tafiychuk
fedorovychs@ukr.net

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

The data on the influence of the anti-parasitic drug «Granulated brovermectin» and immunomodulator «Avesstim» on the level of lipid oxidation products (LOPs) and the activity of antioxidant system enzymes (AOS) in hepatopancreas of white currant annuals affected by various ectoparasites are given. The research was carried out at the garden and fish farms of the state enterprise «Rybgosp Galitsky» (now Rybgosp «Burshtynsky») LLC of the Rogatyn district of the Ivano-Frankivsk region and the farm enterprise «Dobrotvirskiy rybzavod» in the Kamianko-Buzsky district of the Lviv region, located on the warm waters of the Burshtynskaya cooling water reservoirs and Dobrotvirskaya TPS. For the study, white amur of the same age (with body weight 45–47 g) was selected, infected with *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis* and both parasites at the same time.

It was found that white amur of the same age infected with *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis* and in mixed infestations, the level of TBK-products in hepatopancreas decreased by 25.7% after the treatment with «Granulated brovermectin»; 29.3 and 32.4%, diene conjugates – by 13.5; 21.7 and 18.9% at $P < 0.001$ in all cases. At the same time using the drugs «Granulated brovermectin» and «Avesstim», the reduction of the above-mentioned indicators in all cases was also reliable ($P < 0.001$) and was 68.0; 66.3 and 64.0 and 32.0; 35.4 and 36.2%. Concerning the content of lipid hydroperoxides in hepatopancreas of treated fish, its decrease was probable ($P < 0,05$) only for the combined application of the studied drugs.

After use of the above-mentioned preparations the activity of enzymes of antioxidant protection in hepatopancreas of white amur of the same age increased. However, it should be noted that fish affected by dactylosurids, only the activity of superoxide dismutase (SOD) in the complex use of «Granulated brovermectin» and «Avesstim» increased significantly ($P < 0.001$). In the case of damage by hydroactylics, the activity of superoxide dismutase in hepatopancreas of fish that was administered only «Granulated brovermectin» probably ($P < 0,05$) increased by 9,4%, and the use of a complex of drugs – by 28,4% ($P < 0,001$). After mixed infections, as well as for monoinvasia, in the hepatopancreas of white amur of the same age after the use of drugs, an increase in the activity of all

the enzymes studied, however, was only significant increase in the activity of SOD ($P < 0,05; 0,001$). Thus, the complex application of drugs for monogenous doses of fish had a more significant impact on the biological equilibrium in the system LOPs↔AOS.

Key words: white amur of the same age, *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*, hepatopancreas, TBC products, diene conjugates, hydroperoxides, SOD, catalase, glutathione peroxidase, «Granulated brovermectin», «Avesstim».

Вступ

У забезпеченні нормальної життєдіяльності організму риб важливу роль відіграють вільнорадикальні процеси. Внаслідок перебігу останніх утворюється ряд продуктів, які є результатом взаємодії вільних радикалів як між собою, так і з біологічними макромолекулами (Osoba, 2009; Zyn, 2012). За рівнем даних продуктів можна судити про інтенсивність вільнорадикального пероксидного окиснення у різних біологічних системах організму, що визначає їх роль як фізіолого-біохімічних маркерів (Lushchaketal., 2006). Утворення в організмі вільних радикалів, як і процес пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ), належить до фізіологічних процесів, які за нормальних умов стабільно відбуваються в організмі та є необхідними для здійснення таких фізіологічних функцій, як піноцитоз, фагоцитоз, регуляція проникності мембран, проведення нервового збудження тощо. Перебіг вільнорадикальних процесів у клітинах та тканинах регламентується функціонуванням системи антиоксидантного захисту (АОЗ), що сприяє забезпеченню вільнорадикального гомеостазу в організмі. Порушення рівноваги про- та антиоксидантних систем підтверджує важливе значення вільнорадикального пероксидного окиснення у розвитку багатьох патологічних станів (Deb et al., 2013; Baglaj et al., 2011; Guberuk et al., 2015; Khariv et al., 2016; Martyshuk et al., 2016).

Відомо, що на інтенсивність перебігу вільнорадикальних реакцій в організмі впливають чинники як ендогенного, так і екзогенного характеру (Storey, 1996; Menshikova et al., 2006; Staryk, 2007; Zyn, 2012; Lavryshyn et al., 2016).

З огляду на вищезазначене метою наших досліджень було вивчити вплив препаратів «Бровермектин-гранулят™» і «Авесстим™» на рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі однорічок білого амура, уражених *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*.

Матеріал і методи досліджень

Дослідження проведені у садково-рибних господарствах ДП «Рибгосп «Галицький» (нині ТОВ «Рибгосп «Бурштинський») Рогатинського району Івано-Франківської області та ФГ «Добротвірський рибзавод» Кам'янка-Бузького району Львівської області, розташованих на теплих водах водойм-охолоджувачів Бурштинської та Добротвірської ТЕС. Для дослідження були відібрані однорічки білого амура (з масою тіла 45–47 г), уражені збудниками *Dactylogyrus lamellatus*, *Gyrodactylus ctenopharyngodonis* та одночасно обома паразитами. Для вивчення впливу препарату «Бровермектин-гранулят™» та імуномодулятора «Авесстим™» на рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі, нами було сформовано три групи риб по 6 екземплярів у кожній:

контрольна – риби, уражені моногеніями, дослідна І – риби, яких лікували антипаразитарним препаратом «Бровермектин-гранулят™», дослідна II – риби, яких лікували комплексом препаратів «Бровермектин-гранулят™» та «Авесстим™». Особин кожної групи утримували в окремих акваріумах ємністю 40 дм³ зі штучною аерацією за температури 20–22 °С. Їх догляд та годівлю проводили згідно відповідними нормами та раціонами. Впродовж усього періоду досліджень проводили спостереження за поведінкою та клінічним станом риб. Переддослідний період акліматизації однорічок білого амура становив 7 діб.

Лікування інвазованих риб препаратом «Бровермектин-гранулят™» (у розрахунку 60 мг/кг живої маси риби) та комплексом препаратів «Бровермектин-гранулят™» (60 мг/кг живої маси риби) і «Авесстим™» (1 мг/кг живої маси риби) проводили два дні поспіль шляхом введення їх перорально за допомогою зонду в передній відділ кишечника. Перед застосуванням препарати у визначених дозах змішували з 1 мл 2% крохмального клейстеру. Рибам контрольних груп вводили лише по 1 мл 2% клейстеру. На 14-у добу після застосування препаратів провели паразитологічний огляд риб та забір крові для досліджень.

Рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів (ПОЛ) та активність ферментів антиоксидантної системи (АОС) риб визначали в гепатопанкреасі. Відібрані зразки тканин заморожували в рідкому азоті. Інтенсивність процесів ПОЛ оцінювали за вмістом у гепатопанкреасі ТБК-активних продуктів за методом Е. Н. Коробейникової (Korobeynikova, 1989), дієнових кон'югатів – за методом І.Д. Стальной (Stalnaya, 1977) та гідропероксидів ліпідів – за методом В.В. Мирончика (Mironchik, 1984). Антиоксидантні властивості досліджуваної тканини визначали за активністю супероксиддисмутази (СОД) (Dubinina et al., 1983), каталази (Korolyuk et al., 1988) та глутатіонпероксидази (Moyn, 1986).

Одержані дані наукових досліджень обробляли методом варіаційної статистики за Г.Ф. Лакиным (Lakin, 1990) з використанням комп'ютерних програм «Excel» та «Statistica 6.1».

Результати та їх обговорення

Моніторинг перебігу процесів пероксидного окиснення ліпідів у однорічок корошових риб, уражених моногеніями, показав, що після застосування інвазованим рибам препарату «Бровермектин-гранулят™» та імуномодулятора «Авесстим™» у них спостерігалася активація імунної системи, про що свідчить рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у їх гепатопанкреасі.

Встановлено, що в однорічок білого амура, інвазованих *Dactylogyrus lamellatus*, після лікування їх «Бровермектин-гранулятом™» рівень ТБК-продуктів та дієнових кон'югатів у гепатопанкреасі вірогідно

зменшився – на 1,95 та 0,28 нмоль/мг білка відповідно при $P < 0,001$ в обох випадках (табл. 1). Спостерігалося також зниження у них вмісту гідропероксидів ліпідів, однак воно було невірорідним.

Для досягнення більшої ефективності щодо усунення негативного впливу дактилогірусів на організм хворих риб, нами було одночасно з «Бровермектин-гранулятом™» застосовано імуномодулятор «Авесс-тим™». У риб, яких лікували одночасно двома препаратами, зниження продуктів ПОЛ у гепатопанкреасі було більш суттєвим і достовірним. Рівень ТБК-

продуктів у них порівняно з однорічками білого амура контрольної групи знизився на 3,86 нмоль/мг білка ($P < 0,001$) або на 40,5%, дієнових кон'югатів – на 0,57 нмоль/мг білка ($P < 0,001$), або на 24,3% і гідропероксидів ліпідів – на 1,09 од. опт. густ. /г ($P < 0,05$), або на 30,2%.

Між рибою першої та другої дослідних груп достовірна різниця була виявлена лише за вмістом у гепатопанкреасі ТБК-продуктів та дієнових кон'югатів, вона становила відповідно 1,91 та 0,29 нмоль/мг білка при $P < 0,001$ в обох випадках.

Таблиця 1

Рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі однорічок білого амура, інвазованих *Dactylogyrus lamellatus*, до та після застосування препаратів, $M \pm m$ ($n = 6$)

Показник	Група риб		
	контрольна	перша дослідна	друга дослідна
ТБКпродукти, нмоль/мг білка	9,54 ± 0,036	7,59 ± 0,173***	5,68 ± 0,153***
Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка	2,35 ± 0,033	2,07 ± 0,039***	1,78 ± 0,025***
Гідропероксидази, од. опт. густ. /г	3,61 ± 0,302	2,84 ± 0,297	2,52 ± 0,258*
Супероксиддисмутаза, у.о./ мг білка	3,91 ± 0,022	4,19 ± 0,156	5,31 ± 0,134***
Каталаза, ммоль H ₂ O ₂ /мг білка хв*10 ⁻⁵	1,58 ± 0,031	1,61 ± 0,053	1,68 ± 0,048
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH /мг білка за хв	2,86 ± 0,240	3,07 ± 0,237	3,25 ± 0,241

Примітка. * – $P < 0,05$, *** – $P < 0,001$ – порівняно з контрольною групою

Важливим є вивчення показників антиоксидантної системи в інвазованих риб після застосування їм лікувальних препаратів. Результати наших досліджень свідчать, що в однорічок білого амура, уражених дактилогірусами, після застосування їм «Бровермектин-грануляту™» спостерігалося підвищення у гепатопанкреасі активності супероксиддисмутази, однак цей показник не досягав рівня фізіологічної норми. Лише за одночасного застосування «Бровермектин-грануляту™» з «Авесс-тимом™» активність даного ферменту досягла фізіологічних величин, вона порівняно з контрольною групою зросла на 1,40 у.о./мг білка ($P < 0,001$), або на 35,8%.

Подібні зміни спостерігалися і щодо активності каталази та глутатіонпероксидази у вищезазначеній тканині досліджуваних риб, однак ці зміни в жодному випадку не були достовірними. Проте необхідно вказати, що за сукупного застосування препаратів активність цих ферментів була вищою, ніж за застосування лише «Бровермектин-грануляту™».

Встановлено, що у гепатопанкреасі однорічок білого амура, уражених *Gyrodactylus stenopharyngodonis*, після лікування антипаразитарними препаратами інтенсивність радикалоутворення знижувалася, на що вказує пригнічення процесів ПОЛ і зменшення продуктів пероксидації (табл. 2). Так, рівень ТБК-продуктів,

дієнових кон'югатів та гідропероксидів у риб, яких лікували «Бровермектин-гранулятом™» зменшився відповідно на 2,18 нмоль/мг білка ($P < 0,001$), 0,43 нмоль/мг білка ($P < 0,001$) та 0,67 од. опт. густ./г або на 22,6; 17,8 та 18,9%. За комплексного застосування «Бровермектин-грануляту™» з «Авесс-тимом™» спостерігалося більш суттєве зниження цих показників – відповідно на 3,84 нмоль/мг білка ($P < 0,001$), 0,63 нмоль/мг білка ($P < 0,001$) та 1,10 од. опт. густ./г ($P < 0,05$), або на 39,9; 26,1 та 31,0%.

Між рибами, яких лікували одним препаратом та одночасно двома, за вмістом ТБК-продуктів у гепатопанкреасі також була виявлена достовірна різниця, вона становила 1,66 нмоль/мг білка ($P < 0,01$).

Активність ферментів антиоксидантної системи у гепатопанкреасі однорічок білого амура, інвазованих *Dactylogyrus lamellatus*, після лікування зазначеними препаратами зростала. Однак це збільшення було достовірним у риб, яким вводили «Бровермектин-грануляту™», лише за активністю супероксиддисмутази – на 0,40 у.о./мг білка ($P < 0,05$), а у риб, яких лікували одночасно двома препаратами, – за активністю супероксиддисмутази та каталази – відповідно на 1,53 у.о./мг білка ($P < 0,001$) та 0,15 ммоль H₂O₂/мг білка хв*10⁻⁵ ($P < 0,05$).

Таблиця 2

Рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі однорічок білого амура, інвазованих *Gyrodactylus stenopharyngodonis*, до та після застосування препаратів, $M \pm m$ ($n = 6$)

Показник	Група риб		
	контрольна	перша дослідна	друга дослідна
ТБК-продукти, нмоль/мг білка	9,63 ± 0,024	7,45 ± 0,217***	5,79 ± 0,358***
Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка	2,41 ± 0,030	1,98 ± 0,072***	1,78 ± 0,080***
Гідропероксидази, од. опт. густ. /г	3,55 ± 0,365	2,88 ± 0,344	2,45 ± 0,202*
Супероксиддисмутаза, у.о./ мг білка	3,85 ± 0,025	4,25 ± 0,127*	5,38 ± 0,158***
Каталаза, ммоль H ₂ O ₂ /мг білка хв*10 ⁻⁵	1,54 ± 0,020	1,63 ± 0,038	1,69 ± 0,043*
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH /мг білка за хв	2,90 ± 0,209	3,12 ± 0,161	3,32 ± 0,187

Примітка. * – $P < 0,05$, *** – $P < 0,001$ – порівняно з контрольною групою

Встановлений вплив досліджуваних препаратів на рівень продуктів пероксидного окиснення ліпідів і активність ензимної ланки антиоксидантної системи гепатопанкреасу однорічок білого амура і за змішаної інвазії (табл. 3). Після застосування «Бровермектин-грануляту™» спостерігалось вірогідне ($P < 0,001$) зниження у їх гепатопанкреасі ТБК-продуктів і дієнових кон'югатів – відповідно на 24,5 і 15,9%. Було відмічено також зниження вмісту гідропероксидів, але воно було незначним і недостовірним. У риб, яким застосовували одночасно два препарати, зменшення вищезазначених показників порівняно з конт-

рольною групою було суттєвішим і у всіх випадках достовірним ($P < 0,05$; $P < 0,001$), воно становило відповідно 39,0; 26,6 і 30,0%.

Після лікування уражених однорічок білого амура «Бровермектин-гранулятом™» активність ензимної ланки АОС гепатопанкреасу значно підвищилася, а саме активність супероксиддисмутази зросла на 0,28 у.о./мг білка ($P < 0,05$), або на 7,5%, каталази – на 0,08 ммоль H_2O_2 /мг білка за хв* 10^{-5} , або 5,6% та глутатіонпероксидази – на 0,27 мкмоль GSH/мг білка за хвабо на 10,5%.

Таблиця 3

Рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі однорічок білого амура, інвазованих *Dactylogyrus lamellatus* і *Gyrodactylus ctenopharyngodonis*, до та після застосування препаратів, $M \pm m$ (n = 6)

Показник	Група риб		
	контрольна	перша дослідна	друга дослідна
ТБК-продукти, нмоль/мг білка	9,81 ± 0,026	7,41 ± 0,170***	5,98 ± 0,198***
Дієнові кон'югати, нмоль/мг білка	2,52 ± 0,023	2,12 ± 0,035***	1,85 ± 0,058***
Гідропероксиди, од. опт. густ. /г	4,24 ± 0,445	3,33 ± 0,419	2,97 ± 0,237*
Супероксиддисмутаза, у.о./ мг білка	3,74 ± 0,024	4,02 ± 0,106*	5,20 ± 0,098***
Каталаза, ммоль H_2O_2 /мг білка за хв* 10^{-5}	1,42 ± 0,038	1,50 ± 0,037	1,60 ± 0,079
Глутатіонпероксидаза, мкмоль GSH /мг білка за хв	2,58 ± 0,161	2,85 ± 0,163	3,11 ± 0,191

Примітка. * – $P < 0,05$, *** – $P < 0,001$ – порівняно з контрольною групою

Після застосування одночасно двох препаратів зазначені показники збільшилися відповідно на 1,46 у.о./мг білка ($P < 0,001$), або на 39,0%, 0,18 H_2O_2 /мг білка за хв* 10^{-5} , або на 12,7% та 0,53 мкмоль GSH /мг білка за хв, або на 20,5%. За цими показниками була відмічена різниця і між рибами першої та другої дослідних груп, проте вона була достовірною лише за активністю супероксиддисмутази і становила 1,18 у.о./ мг білка ($P < 0,001$).

Висновки

Застосування однорічкам білого амура, інвазованим моногеніями, препарату «Бровермектин-грануляту™» та імуномодулятора «Авесстим™» призводило до пригнічення процесів пероксидного окиснення ліпідів та сприяло підвищенню активності ензимної ланки антиоксидантної системи у їх гепатопанкреасі. Комплексне застосування препаратів за моногенноїдозів риб мало більш суттєвий вплив на біологічну рівновагу в системі ПОЛ↔АОС.

Перспективи подальших досліджень. У подальшому буде досліджено вплив препаратів «Бровермектин-грануляту™» і «Авесстим™» на рівень продуктів ПОЛ та активність ферментів АОС у гепатопанкреасі однорічок коропа, уражених *Eudiplozoon nipponicum*.

Бібліографічні посилання

Mironchik, V.V. (1984). Avtorskoe svidetelstvo №1084681 SSSR, MKI G №33/48. Sposob opredeleniya gidroperekisey lipidov v biologicheskikh tkanyah. № 348369/28-13; zayavl. 08.07.82; opubl. 07.04.84, Byul. № 13 (in Russian).

- Dubinina, E.E., Salnikova, L.Ya., Efimova, L.F. (1983). Aktivnost i kofermentnyiy spektr SOD eritrotsitov. Laboratornoe delo. 10, 30–33 (in Russian).
- Zyn, A. (2012). Prooksydantno-antyoksydantnyi homeostaz i membrannyi transport u zhyvykh orhanizmakh. Visnyk Lvivskoho universytetu. Seriiia biolohichna. 60, 21–39 (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.
- Korobeynikova, E.N. (1989). Modifikatsiya opredeleniya produktov perekisnogo okisleniya lipidov v reaktsii s tiobarbiturovoy kislotoy. Laboratornoe delo. 7, 8–9 (in Russian).
- Korolyuk, M.A., Ivanova, L.I., Mayorova, I.G. (1988). Metod opredeleniya aktivnosti katalazyi. Laboratornoe delo. 1, 16–19 (in Russian).
- Lakin, G.F. (1990). Biometriya. M.: Vysshaya shkola (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 «Butaselmevit». Biological Bulletin of Bogdan Chmelnytskyi Melitopol State Pedagogical University, 6 (2), 22–27. doi: 10.15421/201631.
- Moin, V.M. (1986). Prostoy i spetsificheskyy metod opredeleniya aktivnosti glutatyonperoksidazyi v eritrotsitah. Laboratornoe delo. 12, 724–727 (in Russian).
- Menshikova, E.B., Lankin, V.Z., Zenkov, N.K., Bondar, I.A., Krugovyyh, N.F., Trufakin, V.A. (2006). Okislitelnyy stress. Prooksidantyy i antioksidantyy M.: Firma «Slovo» (in Russian).

- Osoba, I.A. (2009). Osoblyvosti funktsionuvannia systemy antyoksydantnoho zakhystu orhanizmu. Rybohospodarska nauka Ukrainy. 1, 133–139 (in Ukrainian).
- Lushchak, V.I., Bahniukova, T.V., Luzhna, L.I. (2006). Pokaznyky oksydatyvnoho stresu. Peroksydy lipidiv. Ukrainskyi biokhimichnyi zhurnal. 78(5), 113–119 (in Ukrainian).
- Stalnaya, I.D. (1977). Opredelenie dienovyih kon'yugatov. Sovremennyye metodyi v biokhimii. Orehovicha. M: Meditsina, 63–64 (in Russian).
- Staryk, L.I. (2007). Antyoksydantna systema: pryroda, sklad, mekhanizmy homeostazu. Naukovyi visnyk Lvivskoho NUVMBT im. S.Z. Hzhyskoho. 9, 3(34), 2, 172–177 (in Ukrainian).
- Baglaj, O.M., Murs'ka, S.D., Gutyj, B.V., Gufrij, D.F. (2011). Systema antyoksydantnoho zahystu ta perekysne okysnennja lipidiv organizmu tvaryn. Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotehnologij im. G'zhyc'kogo. 13, 4(2), 3–11 (in Ukrainian).
- Guberuk, V.O., Gutyj, B.V., Gufrij, D.F. (2015). Vplyv ursovit-ades ta selenitu natriju na riven' neenzymnoi' systemy antyoksydantnoho zahystu organizmu bychkiv za gostrogo nitratno-nitrytnogo toksykozu. Naukovyj visnyk L'vivs'kogo nacional'nogo universytetu veterynarnoi' medycyny ta biotehnologij im. G'zhyc'kogo. 17, 1(1), 3–10 (in Ukrainian).
- Lavryshyn, Y.Y., Varkholyak, I.S., Martyschuk, T.V., Guta, Z.A., Ivankiv, L.B., Paladisichuk, O.R., Murska, S.D., Gutyj, B.V., Gufrij, D.F. (2016). The biological significance of the antioxidant defense system of animals body. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhyskyj. 18, 2(66), 100–111. doi:10.15421/nvlvet6622.
- Deb, N., Das, S. (2013). Chlorpyrifos Toxicity in Fish: A Review. Curr. World Environ. 8(1), 77–84.
- Storey, K.B. (1996). Oxidative stress: animal adaptations in nature. Bras. J. Med. Biol. Res. 29, 1715–1733.

Received 11.09.2017

Received in revised form 24.10.2017

Accepted 31.10.2017