

ФУНКЦІОНАЛЬНИЙ СТАН ПЕЧІНКИ КУРЕЙ-НЕСУЧОК ЗА ГЕПАТОЗУ

В. Ю. Дунець, Л. Г. Слівінська
vasulunkadunets@ukr.net

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

У статті наведено результати оцінки функціонального стану печінки здорових і хворих на гепатоз курей-несучок кросу «Ломан Браун» віком 166, 300 і 530 днів. Критерієм оцінки слугували результати біохімічного аналізу крові курей.

Згідно з отриманими результатами, у курей-несучок, хворих на гепатоз, виникають порушення функцій печінки, які супроводжуються гіперпротеїнемією та підвищенням активності гепатоспецифічних ензимів. Спостерігали збільшення загального протеїну у хворих курей віком 300 днів на 12,2 % ($P < 0,001$), 530 днів — на 13,4 % ($P < 0,01$) щодо клінічно здорової птиці. Встановлено зростання вмісту АЛТ у сироватці крові хворих курей-несучок віком 166 і 300 днів на 33,3 % ($P < 0,01$, $P < 0,001$) і 66,7 % ($P < 0,001$) у віці 530 днів і вірогідне ($P < 0,001$) зростання АсАТ у 2,2; 2,1; 2,8 разу відповідно щодо значень активності цих ензимів у клінічно здорових особин. Показники мають тенденцію до збільшення як у віковому аспекті, так і порівняно з аналогічними показниками здорової птиці.

Встановлене зменшення концентрації холестеролу в сироватці крові хворих курей-несучок віком 166 днів на 22,7 % ($P < 0,01$), 300 днів — на 30 % ($P < 0,01$), 530 днів — на 36,8 % ($P < 0,001$) відповідно до групи клінічно здорових вказує на знижену протеїнсинтезувальну функцію гепатоцитів.

Крім того, виявили зниження вмісту сечовини в сироватці крові хворих курей-несучок всіх вікових груп: 166 днів — на 10,7 %, 300 — на 3,8 %, 530 — на 16 %, що свідчить про порушення сечовивідної та детоксикаційної функції печінки.

Рівень сечової кислоти був вищим у сироватці крові всіх груп хворих курей-несучок порівняно зі здоровими, однак з віком птиці знижувався на 11,6 і 10,7 % порівняно з його вмістом у курей-несучок віком 166 днів.

Підвищення активності лужної фосфатази у сироватці крові хворих курей-несучок віком 166 днів у 8,7; віком 300 днів — в 4,1 та 530 днів — у 6,5 разу свідчить про ураження жовчних шляхів.

Інтенсивність порушень функціонального стану печінки залежить від багатьох чинників, зокрема від віку, фізіологічного стану організму та розвитку патологічного процесу.

Ключові слова: КУРИ-НЕСУЧКИ, КРОВ, ПЕЧІНКА, ЗАГАЛЬНИЙ ПРОТЕЇН, СЕЧОВА КИСЛОТА, АСАТ, АЛАТ, ХОЛЕСТЕРОЛ

**THE FUNCTIONAL CONDITION OF THE LIVER
IN LAYING HENS UNDER HEPATOSIS**

V. Y. Dunets, L. G. Slivinska
vasulunkadunets@ukr.net

Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky,
50 Pekarska str., Lviv 79010, Ukraine

The article presents the results of the evaluation of the functional state of a liver in clinical healthy and ill with hepatosis laying hens of the "Loman Brown" breed at age 166, 300 and 530 days. The criterion for evaluation was the results of biochemical analysis of blood of laying hens.

According to the results, in laying hens with hepatosis liver function disorders have been detected, which were accompanied by hyperproteinemia and increased activity of hepatospecific enzymes. An increase in total protein in sick laying hens was observed at the age of 300 days — by 12.2 % ($P < 0.001$), 530 days — by 13.4 % ($P < 0.01$) in relation to the clinically healthy hens. The growth of ALT in blood serum of sick on hepatosis laying hens has been established at the age 166 and 300 days by 33.3 % ($P < 0.01$, $P < 0.001$) and by 66.7 % ($P < 0.001$) at the age of 530 days and probable ($P < 0.001$) growth of AST was established by 2.2; 2.1; 2.8 times relative to the values of the activity of these enzymes in the clinically healthy. Indicators have tendency to increase, both in the age aspect and in comparison with similar indicators of healthy hens.

The decrease in the concentration of cholesterol in the blood serum was established of ill laying hens at age 166 days (22.7 %; $P < 0.01$), 300 (30 %; $P < 0.01$), 530 (36.8 %, $P < 0.001$) in accordance with the group of clinically healthy, which indicates a reduced protein synthesizing function of hepatocytes.

In addition, there was a decrease in the urea content in the blood serum of ill laying hens at all age groups (166 days — by 10.7 %, 300 — by 3.8 %, 530 — by 16 %), indicating a violation of the urinary and detoxification functions of the liver.

The level of uric acid was higher in blood serum in all groups of ill laying hens compared to clinical healthy ones, but decreased by 11.6 % and 10.7 %, respectively, with respect to the laying hens at age 166 days.

The increase of activity of alkaline phosphatase in blood serum in ill laying hens at age 166 days by 8.7; 300 — in 4.1 and 530 — in 6.5 times testifies to the defeat of the biliary tract.

The intensity of violations of the functional state of the liver depends on many factors, in particular on the age, physiological state of the organism and the development of the pathological process.

Keywords: LAYING HENS, BLOOD, LIVER, TOTAL PROTEIN, URIC ACID, AST, ALT, CHOLESTEROL

ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ПЕЧЕНИ КУР-НЕСУШЕК ПРИ ГЕПАТОЗЕ

В. Ю. Дунец, Л. Г. Сливинская
vasulunkadunets@ukr.net

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

В статье приведены результаты оценки функционального состояния печени здоровых и больных гепатозом кур-несушек кросса «Ломан Браун» возрастом 166, 300 и 530 дней. Критерием оценки служили результаты биохимического анализа крови кур-несушек.

Согласно полученным результатам, у кур-несушек, больных гепатозом, возникают нарушения функций печени, что сопровождалось гиперпротеинемией и повышением активности гепатоспецифических энзимов. Увеличение общего протеина отмечали у кур-несушек в возрасте 300 дней — на 12,2 % ($P < 0,001$), 530 дней — на 13,4 % ($P < 0,01$) в группе больных кур-несушек по отношению к клинически здоровой птице. Установлено повышение АЛТ в сыворотке крови больных кур-несушек в возрасте 166 и 300 дней на 33,3 % ($P < 0,01$, $P < 0,001$) и на 66,7 % ($P < 0,001$) в возрасте 530 дней и достоверное ($P < 0,001$) рост АсАТ в 2,2; 2,1; 2,8 раза соответственно относительно значений активности этих энзимов у клинически здоровых. Показатели имеют тенденцию к увеличению как в возрастном аспекте, так и по сравнению с аналогичными показателями здоровой птицы.

Установленное снижение концентрации холестерина в сыворотке крови больных кур-несушек в возрасте 166 дней на 22,7 % ($P < 0,01$), 300 дней — на 30 %, ($P < 0,01$), 530 дней — на 36,8 % ($P < 0,001$) относительно группы клинически здоровых указывает на пониженную белок-синтезирующую функцию гепатоцитов.

Кроме того, выявлено снижение содержания мочевины в сыворотке крови больных кур-несушек всех возрастных групп: 166 дней — на 10,7 %, 300 — на 3,8 %, 530 — на 16 %, что свидетельствует о нарушении мочевыводящей и детоксикационной функции печени.

Уровень мочевой кислоты был выше в сыворотке крови всех групп больных кур-несушек по сравнению со здоровой птицей, однако с возрастом снижался на 11,6 и 10,7 % относительно показателя кур-несушек в возрасте 166 дней.

Повышение активности щелочной фосфатазы в сыворотке крови больных кур-несушек в возрасте 166 дней в 8,7; 300 — в 4,1 и 530 — в 6,5 раза свидетельствует о поражении желчных путей.

Интенсивность нарушений функционального состояния печени зависит от многих факторов, в частности от возраста, физиологического состояния организма и развития патологического процесса.

Ключевые слова: КУРЫ-НЕСУШКИ, КРОВЬ, ПЕЧЕНЬ, ОБЩИЙ ПРОТЕИН, МОЧЕВАЯ КИСЛОТА, АСАТ, АЛАТ, ХОЛЕСТЕРОЛ

Печінка є одним з основних органів птиці, бере активну участь в обміні речовин і відповідає за велику кількість метаболічних

процесів, виконує низку складних гомеостатичних функцій [5]. Порушення функцій печінки негативно впливає на здоров'я птиці, ослаб-

лює імунний захист та підвищує чутливість до стресу. Це знижує загальну продуктивність (середньодобові прирости, несучість), сприяє передчасному вибраковуванню птиці і негативно впливає на прибутковість виробництва [11, 12]. Тому актуальним є своєчасне дослідження функціонального стану печінки курей-несучок, оскільки патологічні процеси у ній призводять до розладів функцій інших органів та систем і розвитку захворювань [6, 9].

За даними статистики, хвороби печінки у птиці спостерігаються часто і займають друге місце після шлунково-кишкових захворювань [5]. У господарствах з високим технологічним навантаженням на організм птиці навіть незначні шкідливі фактори можуть викликати стійкі незворотні зміни структури печінки і порушення її функцій [7]. Як наслідок таких процесів, часто діагностують гепатоз курей-несучок. Ця патологія часто має субклінічний перебіг, характеризується дистрофією і некрозом гепатоцитів. На ранній стадії хвороби дистрофічні процеси ще не мають незворотного характеру, тому своєчасна діагностика патології є важливою для ефективного лікування та профілактики гепатозу птиці [1, 10].

Метою роботи було дослідити функціональний стан печінки клінічно здорових та хворих на гепатоз курей-несучок кросу «Ломан Браун» пікового періоду, другої та третьої фази продуктивного періоду.

Матеріали і методи

Роботу виконували в ТОВ Агрофірма «Загай» Кам'янка-Бузького р-ну Львівської обл. Результати проведення моніторингу здоров'я курей-несучок виявили субклінічний перебіг патології печінки [4]. Об'єктом дослідження були три групи клінічно здорових ($n=10$) і три групи курей-несучок, хворих на гепатоз ($n=30$), кросу «Ломан Браун» віком 166, 300 і 530 днів.

Відбір проб крові у курей-несучок для досліджень проводили прижиттєво із підкрильцевої вени з дотриманням усіх правил асептики і антисептики, з використанням вакуумних пробірок *Vacurette (Greiner, Австрія)*.

Для деталізації функціональних змін печінки було проведено біохімічні дослідження

крові. У сироватці крові визначали такі показники: вміст загального протеїну — біуретовою реакцією, концентрацію сечовини — діацетилмоноокисним методом, сечову кислоту — за реакцією з фосфорновольфрамним реактивом, активність лужної фосфатази (ЛФ) — за методом Богданські, аспарагінової (АсАТ) та аланінової (АлАТ) амінотрансфераз у сироватці крові — методом Райтмана-Френкеля, холестерол — методом Ілька [8].

Дослідження проведені відповідно до положення Європейської конвенції щодо захисту хребетних тварин, яких використовують в експериментальних та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), положення про використання хребетних тварин для дослідних та інших наукових цілей у Львівському національному університеті ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького, Закону України № 3447-4 «Про захист тварин від жорстокого поводження».

Результати біохімічних досліджень наведені відповідно до Міжнародної системи одиниць, рекомендованої для використання в клінічній лабораторній практиці та статистично оброблені зі застосуванням стандартного пакету *Statistica* і в програмі *Microsoft Excel 2013* з використанням *t*-критерію Стюдента за допомогою статистичної програми [3].

Результати й обговорення

Виявлені вікові особливості вмісту загального протеїну у сироватці крові клінічно здорової і хворої на гепатоз птиці (рис. 1, 2, 3). У здорової птиці цей показник з віком був вищим на 7,7 % та на 9,3 % ($P<0,05$), а у хворої — на 19,4 % та на 22,4 % ($P<0,001$) відповідно до наведених вікових груп.

За результатами проведених досліджень, у сироватці крові хворих на гепатоз курей-несучок всіх вікових груп встановлено збільшення вмісту загального протеїну на 8,6 % ($P<0,01$) порівняно з клінічно здоровими. Показники загального протеїну у курей-несучок, хворих на гепатоз, мають тенденцію до збільшення як у віковому аспекті, так і порівняно з аналогічними показниками клінічно здорової птиці.

Одним з основних органів обміну речовин і травлення є печінка. Вона найбільше насичена ензимами, більше тисячі яких містяться в цитоплазмі та органелах печінкових клітин. Активність окремих із них у сироватці крові вказує на структуру гепатоцитів та функціональний стан органу загалом. Найбільш інформативними показниками за уражень печінки курей-несучок є аланінова (АлАТ) та аспарагінова (АсАТ) амінотрансферази, лужна фосфатаза [14]. У всіх дослідних груп активність гепатоспецифічних ензимів у крові курей-несучок, хворих на гепатоз, була вищою, ніж у клінічно здорової птиці (табл. 1).

Активність АлАТ і АсАТ є досить високою в гепатоцитах, тому навіть незначне їх пошкодження спричиняє виражену гіперензимемію. Встановлено зростання АлАТ у сироватці крові хворих курей-несучок віком 166 і 300 днів на 33,3 % ($P<0,01$, $P<0,001$) та на 66,7 % ($P<0,001$) у віці 530 днів порівняно зі здоровими.

Оцінюючи характер змін активності АсАТ в сироватці крові хворих курей-несучок, встановлено вірогідне ($P<0,001$) її зростання у птиці віком 166 днів у 2,2 разу, 300 днів — у 2,1 та 530 днів — у 2,8 разу щодо значень активності цього ензиму у клінічно здорових. Очевидно, висока активність ензиму пов'язана із розвитком запальних реакцій та напруженням процесів природної детоксикації у печінці та жовчовидільних шляхах.

Вивчаючи зміни активності лужної фосфатази (табл. 1), встановлено вірогідне ($P<0,001$) підвищення цього ензиму у крові хворих курей-несучок всіх груп. Так, активність вірогідно ($P<0,001$) підвищилась у хворих курей-несучок віком 166 днів у 8,7 разу, у віці 300 днів — в 4,1 і 530 днів — в 6,5 разу порівняно з показниками клінічно здорових. З літературних джерел відомо, що лужна фосфатаза зростає у 10 і більше разів за ураження позапечінкових жовчних шляхів і у 2–3 — внутрішньопечінкових [15]. Концентрація холестеролу у клінічно здорових курей-несучок у віці 166 днів становила $2,7\pm0,12$, 300 — $2,6\pm0,16$, 530 — $2,6\pm0,13$ ммоль/л та у хворих на гепатоз — $2,2\pm0,05$; $2,0\pm0,04$; $1,9\pm0,05$ ммоль/л, відповідно. Слід зазначити, що з віком середне

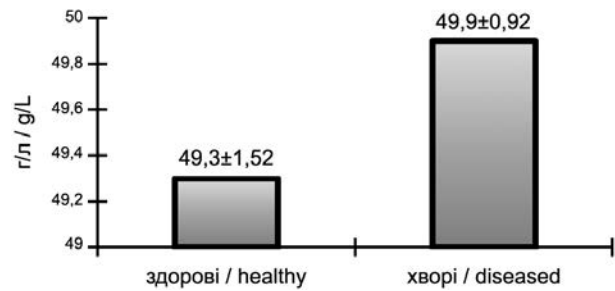


Рис. 1. Вміст загального протеїну (г/л) у сироватці крові клінічно здорових (n=10) та хворих на гепатоз (n=30) курей-несучок віком 166 днів

Fig. 1. The content of serum total protein (g/L) in clinically healthy (n=10) and sick on hepatosis (n=30) laying hens at age 166 days

Примітка: $P=0,5$ відповідно до показника здорових курей-несучок.

Note: $P=0,5$ compared with the parameters of healthy laying hens.

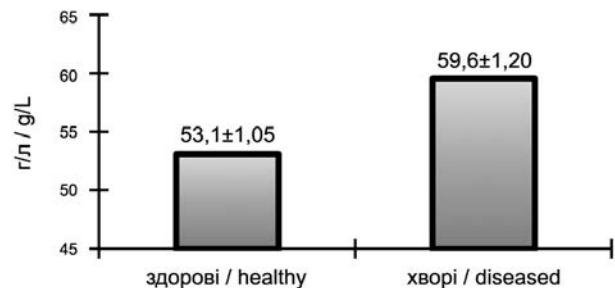


Рис. 2. Вміст загального протеїну (г/л) в сироватці крові клінічно здорових (n=10) та хворих на гепатоз (n=30) курей-несучок віком 300 днів

Fig. 2. The content of serum total protein (g/L) in clinically healthy (n=10) and sick on hepatosis (n=30) laying hens at age 300 days

Примітка: $P<0,001$ відповідно до показника здорових курей-несучок.

Note: $P<0,001$ compared with the parameters of healthy laying hens.

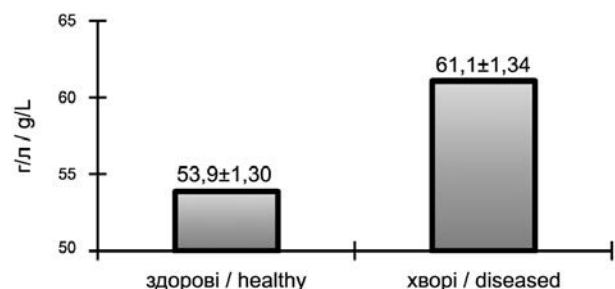


Рис. 3. Вміст загального протеїну (г/л) в сироватці крові клінічно здорових (n=10) та хворих на гепатоз (n=30) курей-несучок віком 530 днів

Fig. 3. The content of serum total protein (g/L) in clinically healthy (n=10) and sick on hepatosis (n=30) laying hens at age 530 days

Примітка: $P<0,001$ — відповідно до показника здорових курей-несучок.

Note: $P<0,001$ — compared with the parameters of healthy laying hens.

Таблиця 1

**Активність гепатоспецифічних ензимів в сироватці крові
клінічно здорових (n=10) та хворих на гепатоз (n=30) курей-несучок (M±m)
Activity of hepatospecific enzymes in serum
in clinically healthy (n=10) and laying hens with hepatosis (n=30) (M±m)**

Групи тварин Animal Groups		АлАТ, ммоль/(год·л) ALT, mmol/(h·l)	АсАТ, ммоль/(год·л) AST, mmol/(h·l)	ЛФ, од/л ALP, U/L
166 днів 166 days	Клінічно здорові / Clinically healthy	0,3±0,01	4,5±0,12	44,5±1,34
	Хворі / Diseased	0,4±0,03*	10,1±0,39	388,6±11,06
300 днів 300 days	Клінічно здорові / Clinically healthy	0,3±0,01	4,7±0,09	43,8±0,88
	Хворі / Diseased	0,4±0,01	9,9±0,14	177,9±6,55
530 днів 530 days	Клінічно здорові / Clinically healthy	0,3±0,01	4,8±0,06	44,4±0,62
	Хворі / Diseased	0,5±0,02	13,5±0,46	290,4±12,59

Примітка: P<0,001, * — P<0,01 відповідно до показника клінічно здорових курей-несучок.

Note: P<0,001, * — P<0,01 compared with the parameters of clinically healthy laying hens.

значення вмісту холестеролу знижувалось як у хворій, так і в клінічно здоровій птиці, а саме: у групі хворих — на 10 (P<0,01) і на 15,8 % (P<0,001) відповідно до хворих курей-несучок віком 166 днів. Також діагностували зниження холестеролу у хворих курей-несучок відповідно до групи клінічно здорових віком 166 днів на 22,7 % (P<0,01), 300 днів — на 30 % (P<0,01), 530 днів — на 36,8 % (P<0,001). Вміст холестеролу в сироватці крові залежить від функціонального стану печінки, зменшення його концентрації реєструється за гепатиту та гепатодистрофії внаслідок зниження протеїнсинтезувальної функції гепатоцитів і зміни метаболізму жовчних кислот [2].

Кінцевими продуктами розпаду протеїну в організмі птиці є аміак, сечова кислота і азотовмісні речовини — креатин, креатинін

тощо. Аміак як отруйна для організму речовина знешкоджується в печінці, де перетворюється в сечовину, яка у складі сечі виводиться з організму. Вміст сечовини у сироватці крові тварин відображає стан екскреторної функції нирок і детоксикаційної функції печінки, тому є важливим діагностичним тестом для оцінки їх функціонування [13]. Встановлено зниження сечовини у крові хворих курей-несучок віком 166 днів на 10,7 % (P<0,05), 530 днів — на 16 % (P<0,01) порівняно зі здоровими, що свідчить про порушення сечовивідної функції печінки. Слід зауважити, що прослідковується вікова динаміка зниження концентрації сечовини у хворих курей-несучок (рис. 4). Так, у групі віком 300 днів вміст сечовини був нижчим на 7,7 % (P=0, 1) та у 530 днів — на 12 % (P<0,05) порівняно із птицею 166 днів.

Таблиця 2

**Вміст сечової кислоти в сироватці крові
клінічно здорових (n=10) та хворих на гепатоз (n=30)
курей-несучок (M±m)
The content of serum uric acid in clinically healthy (n=10)
and laying hens with hepatosis (n=30) (M±m)**

Групи тварин Animal groups	166 днів 166 days	300 днів 300 days	530 днів 530 days
Клінічно здорові Clinically healthy	344,9±19,52	358,6±31,05	380,6±20,65
Хворі Diseased	438,7±33,24*	393,2±25,71**	396,3±16,06**

Примітка: * — P<0,05, ** — P=0,5 відповідно до показника клінічно здорових курей-несучок.

Note: * — P<0,05, ** — P=0,5 compared with the parameters of clinically healthy laying hens.

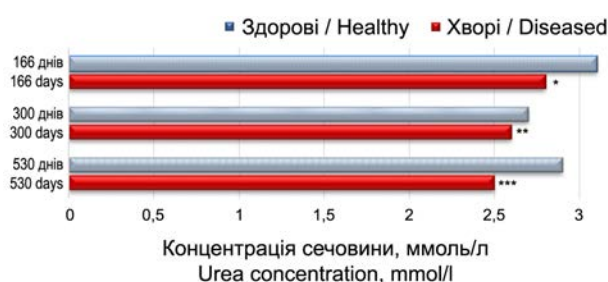


Рис. 4. Динаміка концентрації сечовини у сироватці крові клінічно здорових (n=10) та хворих на гепатоз (n=30) курей-несучок
Fig. 4. Dynamic of serum urea concentration in clinically healthy (n=10) and sick on hepatosis (n=30) laying hens

Примітка: * — P<0,05, ** — P=0, 1, *** — P<0,01 відповідно до показника клінічно здорових курей-несучок.

Note: * — P<0,05, ** — P=0, 1, *** — P<0,01 compared with the parameters of clinically healthy laying hens.

Вміст сечової кислоти у крові дослідної птиці змінювався впродовж дослідження таким чином (табл. 2). У крові хворих курей-несучок віком 166 днів вміст цього метаболіту підвищувався на 27,2 % ($P < 0,5$) щодо рівня цього показника клінічно здорової птиці і був вищим на 11,6 і 10,7 % ($P = 0,1$) відносно показника у хворих курей віком 300 і 530 днів відповідно. Такий характер змін кількості сечової кислоти пов'язаний зі збільшенням обміну пуринів [4].

Висновки

У хворих на гепатоз курей-несучок встановлено підвищення активності АсАТ, АлАТ, лужної фосфатази, вмісту загального протеїну і сечової кислоти, зниження вмісту сечовини та холестеролу. Показники загального протеїну, АсАТ і АлАТ у курей-несучок, хворих на гепатоз, зростають вірогідно ($P < 0,01$) як у віковому аспекті, так і порівняно з аналогічними показниками здорової птиці.

1. Alvarenga R. R., Zangeronimo M. G., Pereira L. J., Rodrigues P. B., Gomide E. M. Lipoprotein metabolism in poultry. *World's Poultry Science Journal*, 2011, vol. 67, issue 3, pp. 431–440. DOI: 10.1017/S0043933911000481.

2. Baran V. P. Lipid metabolism in broiler chickens during the rearing period and under liver pathology. Autoref. of PhD thesis in biol. Sci., Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, 2005, 21 p. (in Russian)

3. Borovikov V. *Statistica: the art of data analysis on a computer for professionals*. Piter, 2003, 688 p. (in Russian)

4. Dunets V. Y., Slivinska L. G. Clinical syndromic of laying hens of "Lohmann Brown" cross in the conditions of farm. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky*, 2018, vol. 20, no. 83, pp. 341–346. DOI: 10.15421/nvlvet8368. (in Ukrainian)

5. Dunets V. Y., Slivinska L. G. The prevention of liver disease in laying hens. *Scientific Messenger of Lviv*

National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky, 2017, vol. 19, no. 73, pp. 55–60. DOI: 10.15421/nvlvet7312. (in Ukrainian)

6. Khammadi D. N. Functional state of the liver in laying hens under the condition of experimental subchronic poisoning with nickel dichloride. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky*, 2014, vol. 16, no. 2 (59), pp. 348–355. (in Ukrainian)

7. Kurilkin V. V., Nikitchenko V. E. Morphological structure of the liver in chickens (review). *Bulletin of the Russian University of Peoples' Friendship. "Agronomy and Animal Husbandry" Series*, 2011, vol. 4, pp. 79–90. (in Russian)

8. Levchenko V. I., Novozhytska Yu. M., Sakhniuk V. V. *Biochemical methods of researching blood of animals*. Kyiv, 2004, 104 p. (in Ukrainian)

9. Levchenko V. I., Vlizlo V. V., Kondrakhin I. P. *Veterinary clinical biochemistry. A handbook*. Ed. by V. I. Levchenko, V. L. Halias. Bila Tserkva, 2002, 400 p. (in Ukrainian)

10. Melnik A. Yu. Prevention of hepatodystrophy in broiler chickens using drugs *Karnivet L* and *Vigopol*. *Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies named after S. Z. Gzhytsky*, 2014, vol. 16, no. 3 (60), part 1, pp. 235–245. (in Ukrainian)

11. Sharonina N. V., Mukhitov A. Z., Shishkov N. K. Some indicators of metabolism in laying hens when feeding soy okara. *Bulletin of the Ulyanovsk State Agricultural Academy*, 2016, vol. 4, no. 36, pp. 68–71. DOI: 10.18286/1816-4501-2016-4-68-71. (in Russian)

12. Thomson A. E., Gentry P. A., Squires E. J. Comparison of the coagulation profile of fatty liver haemorrhagic syndrome-susceptible laying hens and normal laying hens. *British Poultry Science*, 2003, vol. 44, issue 4, pp. 626–633. DOI: 10.1080/00071660310001616228.

13. Uoshebau R. Laboratory diagnosis of liver disease. *Veterinary Focus*, 2010, vol. 20, no. 3, pp. 32–37. (in Russian)

14. Vlizlo V. V. (ed.), Fedoruk R. S., Ratych I. B. *Laboratory methods of investigation in biology, stock-breeding and veterinary medicine*. A reference book. Lviv, Spolom, 2012, 764 p. (in Ukrainian)

15. Vlizlo V. V., Slivinska L. H., Maksymovych I. A., Lenyo M. I., Halias V. L. *Laboratory diagnostics in veterinary medicine (reference book)*. 2nd ed. Lviv, Afisha, 2014, 152 p. (in Ukrainian)