

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
БІЛОЦЕРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кваліфікаційна наукова
праця на правах рукопису

РИВАК РОСТИСЛАВ ОРЕСТОВИЧ

УДК 363.087.7:5.033

ДИСЕРТАЦІЯ

БІОТЕХНОЛОГІЯ ЗБАГАЧЕННЯ БІОМАСИ ВОДОРОСТІ
LEMNA MINOR ЙОДОМ ТА ВИКОРИСТАННЯ ЇЇ
ЗА ВИРОЩУВАННЯ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

03.00.20 — БІОТЕХНОЛОГІЯ
(сільськогосподарські науки)

Подається на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук

Дисертація містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело.

Р. О. Ривак

Науковий консультант

Мерзлов Сергій Віталійович
доктор с.-г. наук, професор

Біла Церква – 2020

ЗМІСТ

АНОТАЦІЯ	4
ВСТУП	17
1. ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ	23
1.1. Йод та його біологічна роль	23
1.2 Проблема йододефіциту, шляхи її усунення і профілактики	33
1.3 Біотехнологічні кормові добавки. Водорості, як додаткові джерела мікроелементів. Родина <i>Lemnaceae</i>	46
2. ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА ТА ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ	60
2.1 Визначення поживної цінності та хімічного складу біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i>	61
2.2 Дослідження технологічних параметрів збагачення біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> Йодом	63
2.3 Вивчення подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> , збагаченої Йодом	65
2.4 Вивчення токсичності кормової добавки з прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> , збагаченої Йодом, на лабораторних щурах	67
2.5 Вивчення ефективності застосування кормової добавки на організм курчат-бройлерів	71
3 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ	74
3.1 Визначення поживності біомаси та хімічного складу прісноводної водорості <i>Lemna minor</i>	74
3.1.1 Визначення поживної цінності та амінокислотного складу біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> за внесення різних доз Йоду	74
3.1.2 Вивчення макро- та мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> за внесення різних доз Йоду	78
3.2 Дослідження технологічних параметрів збагачення біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> Йодом	83
3.2.1 Вивчення сорбуючої здатності біомаси прісноводної водорості	83

Lemna minor за рівнем акумуляції Йоду

3.2.2 Встановлення інтенсивності нарощування біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> за різних доз Йоду в середовищі культивування	86
3.2.3 Вивчення технологічних параметрів стабільності Йоду в біомасі прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> , збагаченої Йодом, за тривалого зберігання	88
3.2.4 Визначення стабільності Йоду в середовищі культивування у процесі вирощування прісноводної водорості <i>Lemna minor</i>	90
3.2.5 Встановлення оптимальних технологічних параметрів культивування біомаси прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> за внесення Йоду в середовище культивування	92
3.3 Вивчення токсикологічних параметрів кормової добавки з прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> , збагаченої Йодом	96
3.3.1 Вивчення подразнюючої дії кормової добавки на шкіру та слизову оболонку ока у кроля	96
3.3.2 Вивчення гострої токсичності та встановлення класу токсичності кормової добавки з прісноводної водорості <i>Lemna minor</i> , збагаченої Йодом, на лабораторних щурах	99
3.3.3 Вивчення токсичності повторної дози кормової добавки на організм лабораторних щурів	101
3.4 Вивчення ефективності застосування кормової добавки на організм курчат-бройлерів	108
4. УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ	125
ВИСНОВКИ	141
ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ	143
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	144
ДОДАТКИ	174

АНОТАЦІЯ

Ривак Р. О. Біотехнологія збагачення біомаси водорості *Lemna minor* Йодом та використання її за вирощування курчат-бройлерів. – Кваліфікаційна наукова праця на правах рукопису.

Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата сільськогосподарських наук за спеціальністю 03.00.20 – біотехнологія. – Білоцерківський національний аграрний університет, МОН України, 2020.

Дисертаційна робота присвячена розробці біотехнології збагачення біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* Йодом і встановленню ефективності її використання під час вирощування курчат-бройлерів. Одержані результати свідчать про ефективне використання біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, для попередження йодної недостатності у сільськогосподарської птиці у біогеохімічних зонах збіднених щодо Йоду.

Встановлено, що нативна біомаса прісноводної водорості *Lemna minor*, містить в перерахунку на абсолютну суху речовину: білка – 21,1 %; жиру – 1,1 %; клітковини – 11,18 %; лізину – 1,2 %; метіоніну – 0,4 %; триптофану – 0,12 %; цистину – 0,15 %; треоніну – 1,55 %; валіну – 1,6 %; тирозину – 0,84 %; Калію – 1,5 %; Кальцію – 2,25 %; Магнію – 0,33 %; Купруму – 3,9 мг/кг; Цинку – 162,0 мг/кг; Кобальту – 0,73 мг/кг; та Селену – 0,69 мг/кг. У процесі збагачення біомаси Йодом зростав уміст сухих речовин до 8,5 %, білка – до 24,0 %, деяких амінокислот у межах 10,0 – 30,0 %, Мангану – на 88,5 % і Селену – на 30,4 %.

Інтенсивне збагачення біомаси *Lemna minor* Йодом відбувається за вирощування її на середовищах культивування з концентраціями Йоду 40 – 1000 мг/дм³. Найбільш оптимальний вміст Йоду в сухій біомасі становив 1893,7 мг/кг за вирощування *Lemna minor* у середовищі культивування з концентрацією 500 мг/дм³ Йоду. Дослідженнями встановлено, що найбільш оптимальне культивування біомаси спостерігалось за внесення 500 мг/дм³ Йоду в середовище культивування і сприяло збільшенню біомаси у 2,4 рази, а приріст становив 42,0 г.

Експериментально встановлено, що температурний режим зберігання за

кімнатної температури 18 – 20 °C впродовж 2 років забезпечує стабільність Йоду в сухій біомасі *Lemna minor* на рівні 95,2 %, а за зберігання при 30 °C – 79,4 %, порівняно з початковим умістом.

За період дослід у середовищах культивування біомаси кількість Йоду знижується, тобто він акумулюється у біомасі і вилучається у атмосферу після руйнування калій йодистої сполуки, а саме: на 30 добу вміст Йоду в середовищах знижувався на 6,56 – 8,04 % до вихідної концентрації, залежно від дози.

Оптимальні технологічні параметри культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в середовище культивування – температура середовища культивування 25 ± 2 °C та інтенсивність освітлення 3000 ± 30 лк, уміст у середовищі культивування Йоду – 500 мг/дм^3 , за яких клітини водорості природно розмножуються і максимально кумулюють Йод.

Комплексними токсикологічними дослідженнями (шкірно-подразнююча дія, гостра оральна токсичність та повторна доза) встановлено: кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачена Йодом, не викликає подразнюючої дії за нанесення на слизову оболонку ока і шкіру кроля. За результатами вивчення гострої токсичності встановлено, що досліджувана кормова добавка належить до 5 класу токсичності за показником гостра токсичність при пероральному введенні.

Вивчення токсичності повторної дози кормової добавки показало, що згодовування добавки у складі раціону лабораторних щурів у дозі 2000 мг/кг маси тіла впродовж 28 днів, не мало негативного впливу на їх ріст і розвиток, морфологічні, біохімічні та гематологічні показники крові, а також на активність ензимів. Патологічних змін у внутрішніх органах при патолого-анатомічному розтині білих щурів не виявлено.

Експериментально встановлено, що збереженість курчат за період дослід у I дослідній групі становила 99,2 %, II дослідній групі – 99,5 %, III дослідній групі – 99,3 %. середня маса курчат-бройлерів I дослідної групи в кінці дослід була вищою на 85,0 г, або 2,9 %, порівняно з контролем, II дослідної – на 136,0 г або 4,6 %, III дослідної – на 152,0 г або 5,2 %. Середній приріст маси тіла птиці за період дослід підвищувався, порівняно з контролем: у птиці I дослідної групи на –

92,0 г, що у відсотках складає 3,5, II дослідної групи – на 141 г або 5,3, III дослідної групи – на 155,0 г або 5,9.

Кількість еритроцитів у крові птиці III дослідної групи була вищою на 10,3 %, вміст гемоглобіну до кінця досліду зріс на 16,9 %, порівняно з контролем, що було статистично вірогідним ($p < 0,05$). Фагоцитарна активність нейтрофілів у крові курчат-бройлерів дослідних груп зростала у межах фізіологічної норми і була вищою на 6,8 %, порівняно з контролем. За показниками білкового обміну встановлено зростання вмісту загального білка сироватки крові птиці II дослідної групи – на 8,3 % ($p < 0,05$) і альбумінів – на 3,7 %, порівняно з контролем. Зростання активності ензимів, а саме АсАТ спостерігали у птиці III дослідної групи – на 6,48 %, у порівнянні з контролем. Встановлено підвищення активності ЛДГ в сироватці крові курчат дослідних груп на 33,5 % і зростанням вмісту триацилгліцеролів у сироватці крові птиці II дослідної групи – на 49,5 % ($p < 0,05$) і III дослідної групи – на 72,0 % ($p < 0,05$), у порівнянні з контролем.

Встановлено зростання вмісту Йоду в крові дослідних курчат – на 11,3 %, амінокислоти тирозину – на 13,2 %, рівень гормонів трийодтироніну – на 14,5 % та тироксину – на 4,86 %, за застосування добавки порівняно з контролем.

Кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачена Йодом, сприяє накопиченню Йоду в організмі курчат-бройлерів. Заміна 50 % йодиду калію у комбікормах на таку ж кількість біомаси прісноводної водорості (за вмістом Йоду) сприяла тенденції до підвищення цього елемента у м'язовій тканині курчат I дослідної групи на 5,6 %, а в печінці – на 2,6 %. За дії досліджуваного елемента у м'язовій тканині птиці II дослідної групи, якій згодовували комбікорми зі 100 % заміною йодиду калію на кормову добавку, вміст Йоду зростав на 14,2 %, а в печінці – на 7,5 %. Вірогідне підвищення вмісту Йоду у м'язовій тканині спостерігали в курчат III дослідної групи, якій згодовували в 1,5 рази більше кормової добавки, ніж у контролі, і різниця становила 20,9 %, тоді як у печінці – 9,2 %.

Економічна ефективність від застосування добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» підтверджується підвищенням продуктивності птиці, покращенням забійних показників і якості м'яса та отриманні додаткового

прибутку. За використання біомаси *Lemna minor*, збагаченої Йодом, у дозі 1,05 г/кг комбікорму, рентабельність вирощування курчат-бройлерів зростає на 4,7 %, порівняно з контролем, та на 1,9 % у порівняно з використанням калію йодистого.

Наукова новизна одержаних результатів дослідження. Уперше в Україні розроблено біотехнологію збагачення біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* Йодом і біотехнологічну схему отримання кормової добавки водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД». Встановлено оптимальні біотехнологічні параметри культивування біомаси (температура, освітлення) і оптимальну дозу Йоду в середовищі культивування, за якої клітини водорості природно розмножуються і максимально кумулюють Йод. Вперше вивчено стабільність Йоду в середовищі культивування і в кормовій добавці у процесі зберігання за різних температурних режимів, встановлено оптимальні умови та термін зберігання. Вивчено показники поживності та вмісту біологічно активних речовин збагаченої біомаси, токсикологічні параметри кормової добавки на лабораторних тваринах. Встановлено вплив згодовування кормової добавки на продуктивність курчат-бройлерів та біохімічні показники в їх організмі.

Наукова новизна одержаних результатів підтверджена патентом на корисну модель: «Спосіб визначення токсичності кормових добавок» № UA 123345 U.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено біотехнологію збагачення *Lemna minor* Йодом, основними елементами якої є: 1. Вміст Йоду в культуральній рідині – 500 мг/дм³; 2. Температура середовища культивування – 25 ± 2 °C; 3. Час культивування – 30 діб; 4. Освітлення – 3000 ± 30 лк. Запропоновано біотехнологічну схему отримання кормової добавки водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД». Встановлено вимоги до показників якості та безпечності кормової добавки, а також методи досліджень цих показників і визначено вимоги до маркування, пакування, транспортування і зберігання та розроблено вказівки щодо застосування (ТУ У 10.9-41701380-059:2018 «Добавка кормова водоростева йодовмісна «ЛМЙОД»).

Включення до складу комбікормів 1,05 г/кг біомаси *Lemna minor*, збагаченої Йодом, сприяє підвищенню продуктивності курчат-бройлерів на 5,9 %.

У процесі досліджень розроблено 3 методичні рекомендації, призначені для спеціалістів лабораторій ветеринарної медицини, зооінженерів тваринницьких та птахівничих підприємств, студентів аграрних вузів та вузів ветеринарної медицини. На основі отриманих результатів токсикологічних досліджень запропоновано спосіб визначення токсичності кормових добавок (патент на корисну модель: «Спосіб визначення токсичності кормових добавок» № UA 123345 U).

Особистий внесок здобувача. Дисертант самостійно проводив пошук і аналіз літературних джерел за темою роботи, здійснював підбір методів та методик, проводив експериментальні і лабораторні дослідження, статистичну обробку отриманих результатів. Особистий внесок у наукові праці, опубліковані у співавторстві, визначено в списку друкованих праць. Програму наукових досліджень, інтерпретацію і узагальнення отриманих результатів, оформлення висновків і практичних рекомендацій проведено під керівництвом наукового керівника.

ANNOTATION

Ryvak R. O. Biotechnology enrichment of *Lemna minor* freshwater algae biomass by Iodine and its use for growing broiler chickens. - Qualifying scientific work on the rights of the manuscript.

Dissertation for a candidate degree in agricultural sciences, specialty 03.00.20 – biotechnology. – Bila Tserkva National Agrarian University, MON of Ukraine, 2020.

The dissertation is devoted to development of biotechnology of enrichment of *Lemna Minor* freshwater algae biomass by Iodine and establishment of efficiency of its use during growing of broiler chickens. The results demonstrate the effective use of freshwater algae *Lemna minor* biomass, enriched with Iodine to prevent iodine deficiency in poultry in biogeochemical depleted zones on Iodine.

It is established that the native biomass of *Lemna Minor* freshwater algae, contains in terms of absolute dry matter: protein – 21,1%; fat – 1,1%; fiber – 11,18%; lysine – 1,2%; methionine – 4%; tryptophan – 0,12%; cystine – 0,15%; threonine –

1,55%; valine – 1,6%; tyrosine – 0,84%; Potassium — 1,5%; Calcium – 2,25%; Magnesium – 0,33%; Kuprum – 3,9 mg/kg; Zinc – 162,0 mg/kg; Cobalt – 0,73 mg/kg; and Selenium – 0,69 mg/kg. In the process of biomass enrichment, Iodine content increased to 8.5%, protein – to 24,0%, some amino acids within 10,0–30,0%, Manganese – 88,5% and Selenium – 30,4%.

The intensive enrichment of *Lemna minor* biomass by Iodine occurs by growing it on cultivation media with Iodine concentrations of 40–1000 mg/dm³. The most optimal Iodine content in dry biomass was 1893,7 mg/kg for growing *Lemna minor* in a culture medium with a concentration of 500 mg/dm³ Iodine. Research has found that the most optimal biomass cultivation was observed by introducing 500 mg/dm³ of Iodine in the culture medium had increased the cultivation of biomass by 2,4 times, and the growth was 42,0 g.

It was found experimentally that the temperature storage regime at room temperature 18-20° C for 2 years provides stability of Iodine in *Lemna minor* dry biomass at the level of 95,2%, and for storage at 30° C – 79,4%, compared with the original content.

During the experiment in biomass cultivation media the amount of iodine is reduced, that is, it accumulates in the biomass and is released into the atmosphere after the destruction of the Potassium Iodide compound, namely 30 days Iodine the content in the media decreased to 6,56-8,04% of the initial concentration, depending on the dose.

The optimal technological parameters of cultivation of *Lemna Minor* freshwater algae biomass by introducing of Iodine into the culture medium – temperature of the culture medium $25 \pm 2^\circ \text{C}$ and light intensity $3000 \pm 30 \text{ lux}$, content in the culture medium of Iodine – 500 mg/dm³, in which the algae cells naturally proliferate and maximum cumulate Iodine.

Comprehensive toxicological tests (skin-irritant effect, acute oral toxicity and repeated dose) have been established: feed additive from *Lemna minor* freshwater algae, enriched with Iodine, does not cause irritating action when applied to the mucous membrane of the eye and rabbit skin. According to the results of the study of acute toxicity, it was found that the studied feed additive belongs to grade 5 toxicity in terms of acute oral toxicity.

Studying the toxicity of the repeated dose of the feed additive showed that the feeding of the additive as a part of the diet of laboratory rats at a dose of 2000 mg/kg for 28 days had no negative effect on their growth and development, morphological, biochemical and hematological blood parameters, as well as the activity of enzymes. Pathological changes in the internal organs in the pathologic-anatomical section of white rats were not found.

It was found experimentally that the safety of chickens during the experimental period was 99,2 % in the first experimental group, 99,5 % in the second experimental group, and 99,3 % in the third experimental group. The average weight of broiler chickens of the I experimental group at the end of the experiment was higher by 85,0 g or 2,9 % compared to the control, the experimental II by 136,0 g or 4,6 %, the experimental III by 152,0 g or 5,2 %. The average weight gain of the bird body during the period of the experiment increased compared to the control: in the bird of the first experimental group – by 92,0 g, which in percentage was 3,5, in the second experimental group – by 141,0 g or 5,3, in the third experimental group – by 155,0 g or 5,9.

The number of erythrocytes in the blood of bird III of the experimental group was higher by 10,3 %, the hemoglobin content by the end of the experiment increased by 16,9 %, compared with the control, which was statistically significant ($p < 0.05$). The phagocytic activity of neutrophils in the blood of broiler chickens in the experimental groups increased within the physiological norm and was 6,8 % higher than in the control. Protein metabolism showed an 8,3 % ($p < 0,05$) and total albumin increase in total serum protein content of poultry in the experimental group, 3,7 %, compared to controls.

Enzyme activity increase, namely, aspartate aminotransferase was observed in the bird III of the experimental group – by 6,48 %, compared with the control. An increase in the activity of lactate dehydrogenase in the serum of chickens in the experimental groups by 33,5 % and an increase in the content of triacylglycerols in the serum of poultry in the second experimental group – by 49,5 % ($p < 0,05$) and III in the experimental group – by 72,0 % ($p < 0,05$) compared to control.

Feeding of the additive in the composition of the diet contributed to the increase in the content of Iodine in the blood of experimental chickens in the range of 11,3 %, as

well was to increase tyrosine amino acids of 13,2 % compared to the control. As a result of growth, increased within the limits of the physiological norm and the level of hormones triiodothyronine at 14,5 % and thyroxine at 4,86 % compared with the control.

The feed additive of *Lemna minor* freshwater algae, enriched with Iodine, promotes the accumulation of Iodine in the body of broiler chickens. Replacement of 50 % potassium iodide in mixed fodders for the same amount of freshwater algae biomass (based on Iodine content) contributed to the tendency to increase this element in the muscle tissue of chickens in the I experimental group by 5,6 % and in the liver by 2,6 %. For investigational action item in the muscle tissue of poultry of the II experimental group, which were fed the mixed fodders with a 100 % replacement of potassium iodide with feed additive, the Iodine content increased by 14,2 %, and in the liver by 7,5 %. The probable increase in Iodine content in muscle tissue were observed in chickens in the III experimental group, which were fed 1,5 times more of the feed additive than the control, and the difference was 20,9 %, while in the liver it was 9,2 %.

The cost-effectiveness of the use of the feed algal iodine-containing «LMYOD» is confirmed by the increase in poultry productivity, the improvement of slaughter indices and the quality of meat and the additional profit. With the use of iodine-enriched *Lemna minor* biomass at a dose of 1,05 g/kg of compound feed, the profitability of growing broiler chickens increased by 4,7 % compared to the control and by 1,9 % compared to the use of potassium iodide.

Scientific novelty of the obtained results. For the first time in Ukraine biotechnology of enrichment of *Lemna Minor* freshwater algae biomass by Iodine and biotechnological scheme of obtaining feed additive of iodine-containing algal «LMYOD» was developed. Optimal biotechnological parameters of biomass cultivation (temperature, lighting) and optimal dose of Iodine have been established in a culture medium in which algae cells naturally reproduce and most cumulates Iodine. For the first time, the stability of Iodine in the culture medium and in the feed additive during storage at different temperature conditions was studied, and optimal conditions and shelf life were established. Indicators of nutrient and content of biologically active substances of enriched biomass, toxicological parameters of feed additive in laboratory animals were

studied. The effect of feeding a feed additive on the performance of broiler chickens and biochemical parameters in their body has been established.

The scientific novelty of the obtained results is confirmed by a patent for a utility model: «Method for determining the toxicity of feed additives» No. UA 123345 U.

The practical value of the results obtained. The biotechnology of enrichment of *Lemna minor* with iodine has been developed, the main elements of which are: 1. The content of iodine in the culture fluid is 500 mg/dm³; 2. The temperature of the culture medium is $25 \pm 2^\circ \text{C}$; 3. Cultivation time – 30 days; 4. Lighting – 3000 ± 30 lux. The biotechnological scheme of obtaining feed additive of iodine-containing algal «LMYOD» is offered. Requirements for indicators of quality and safety of feed additive, as well as methods of research of these indicators are established and requirements for marking, packaging, transportation and storage are defined and guidelines for use are specified (TU 10.9-41701380-059:2018 «Additive feed algal iodine-containing «LMYOD»).

The inclusion in the feed of 1,05 g/kg of *Lemna minor* biomass enriched with Iodine increases the productivity of broiler chickens by 5,9%.

In the process of research 3 methodological recommendations were developed, intended for specialists of laboratories of veterinary medicine, zoo-engineers of livestock and poultry enterprises, students of agricultural universities and universities of veterinary medicine. On the basis of the results of toxicological studies, a method for determining the toxicity of feed additives (patent for utility model: "Method for determining the toxicity of feed additives" No. UA 123345 U) is proposed.

Personal contribution of the applicant. The author independently searched and analyzed literary sources on the topic of the work, carried out the selection of methods and techniques, conducted experimental and laboratory studies, statistical processing of the obtained results. The personal contribution to the scientific works, published in co-authorship, is defined in the list of printed works. The program of scientific researches, interpretation and generalization of the received results, drawing of conclusions and practical recommendations was conducted under the guidance of the scientific supervisor.

Список публікацій аспіранта за темою дисертації

Статті у наукових фахових виданнях України

1. **Ривак Р. О.** Вивчення хімічного та амінокислотного складу прісноводної водорості *Lemna minor* [Текст] / **Р. О. Ривак**, В. О. Величко // Науково-технічний бюлетень Інституту біології тварин і ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок. – Львів, 2014. Вип. 15, № 4. – С. 67 – 71. *(Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та взяв участь у підготуванні статті до друку).*

2. **Ривак Р. О.** Динаміка амінокислотного складу прісноводної водорості *Lemna minor*, за внесення в поживне середовище різних доз Йоду [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов, В. О. Величко // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2015. – Вип. 16, № 1. – С. 27 – 32. *(Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та взяв участь у підготуванні статті до друку).*

3. **Ривак Р. О.** Вивчення динаміки мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення в поживне середовище різних доз Йоду [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов, В. О. Величко, Є. Г. Заріцька // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2015. – Випуск 16, № 2. – С. 62 – 66. *(Дисертант виконав частину експериментальних досліджень, провів аналіз одержаних результатів та взяв участь у підготуванні статті до друку).*

4. **Ривак Р. О.** Вивчення макро- та мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов, В. О. Величко, Є. Г. Заріцька // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2016. – Випуск 17, № 1. – С. 32 – 37. *(Дисертант виконав частину експериментальних досліджень, провів аналіз одержаних результатів та взяв участь у підготуванні статті до друку).*

5. **Ривак Р. О.** Визначення стабільності Йоду в поживному середовищі у процесі вирощування прісноводної водорості *Lemna minor* [Текст] / **Р. О. Ривак** // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і

Інституту біології тварин. – Львів, 2016. – Випуск 17, № 2. – С. 117 – 121.

6. **Ривак Р. О.** Вивчення макроелементного складу прісноводної водорості *Lemna minor* і його динаміка за внесення в поживне середовище різних доз Йоду [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов // Вісник Білоцерківського національного аграрного університету. – Біла Церква, 2017. – Випуск 1 (133) 2017. – С. 27 – 32.

7. **Ривак Р. О.** Вивчення токсикологічних параметрів і встановлення класу токсичності кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов // Вісник Білоцерківського національного аграрного університету. Біла Церква, 2017. – Випуск 2 (136) 2017. – С. 75 – 80.

8. **Ривак Р. О.** Вплив різних доз Йоду в поживному середовищі на нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* [Текст] / **Р. О. Ривак** // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2017. – Випуск 18, № 1 – С. 108 – 112.

9. **Ривак Р. О.** Встановлення оптимальних технологічних параметрів культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в поживне середовище [Текст] / **Р. О. Ривак** // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2017. – Випуск 18, № 2. – С. 101 – 106.

10. **Ривак Р. О.** Вплив згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на показники крові білих щурів [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов // The Animal Biology, 2017. – Vol. 19, no. 4. – Р. 43 – 49. (Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та брав участь у підготуванні статті до друку).

11. **Ривак Р. О.** Вивчення ефективності застосування добавки кормової водоростевої йодовмісної на організм курчат-бройлерів [Текст] / **Р. О. Ривак** // Науково-технічний бюлетень ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – Львів, 2018. – Випуск 19, № 1. – С. 60 – 66.

Стаття у науковому виданні іншої держави

12. **R. O. Ryvak.** The biotechnology of biomass of fresh water algae *Lemna minor*

enrichment with iodine and the determination of its content at the different doses in the nutritive environment by the method of capillary electrophoresis / **R. O. Ryvak**, S. V. Merzlov // Pasze Przemyslowe, Instytut Zootechniki – PIB, Rok XXVI NR 3/4/2017. – P. 35 – 39. *(Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та взяв участь у підготуванні статті до друку).*

Патент на корисну модель:

13. Патент UA 123345 Бюл. № 4, 26.02.2018 Спосіб визначення токсичності кормових добавок [Текст] / І. Я. Коцюмбас, О. М. Брезвин, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Рудик, **Р. О. Ривак** // заявник та патентовласник Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. *(Дисертант виконав частину експериментальних досліджень, провів аналіз одержаних результатів та взяв участь в оформленні патенту).*

Методичні рекомендації:

14. Визначення масової частки бромід- і йодид-іонів у пробах природних, питних і мінеральних вод методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М»: Методичні рекомендації, затвердженні ТК 132 «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки» (протокол № 4 від 22.06.2016 р.) / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, **Р. О. Ривак** // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2016. – 24 с. *(Дисертант брав участь у підготовці методичних рекомендацій).*

15. Визначення масової частки Йоду в біологічних матеріалах і кормах методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «КАПЕЛЬ-105М»: Методичні рекомендації, затверджені ТК 132 «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки» (протокол № 7 від 17.10.2017 р.) / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, **Р. О. Ривак** // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2016. – 23 с. *(Дисертант брав участь у підготовці методичних рекомендацій).*

16. Вивчення гострої пероральної токсичності та встановлення класу токсичності кормових добавок методом класифікації: Методичні рекомендації, затверджені ТК 132 «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки» (протокол № 7 від 17.10.2017 р.) / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Рудик, **Р. О. Ривак** // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2016. – 19 с. *(Дисертант брав участь у підготовці методичних рекомендацій).*

Матеріали апробації дисертаційної роботи

17. **Ривак Р. О.** Изучение токсичности повторной дозы кормовой добавки из пресноводной водоросли *Lemna Minor*, обогащенной Йодом [Текст] / **Р. О. Ривак**, С. В. Мерзлов // Международная научно-практическая конференция, посвященная 95-летию РУП. – 2017. // Институт экспериментальной ветеринарии имени С. Н. Вышелесского “Современные проблемы ветеринарной патологии и биотехнологии в агропромышленном комплексе” – Минск, 2017. – С. 236 – 241. *(Дисертант виконав експериментальні дослідження, провів аналіз одержаних результатів та підготував статтю до друку).*

18. **Ривак Р. О.** Вплив згодовування кормової добавки з біомаси водорості *Lemna Minor*, збагаченої Йодом, на вміст елемента в тканинах курчат-бройлерів [Тези] / **Р. О. Ривак** // XVII Всеукраїнська науково-практична конференція «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини», 6 – 7 грудня 2018, Львів.

Технічні умови України

19. **Ривак Р. О.,** Мерзлов С.В., Величко В.О. Добавка кормова водоростева водовмісна «ЛМЙОД». Технічні умови України: ТУ У 10.9-41701380-059:2018 – [Чинний від 2018-11-30]. Затв. ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, ТК 132 «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки» – Львів, 2018. 19 с. *(Дисертант виконав експериментальні дослідження та брав участь у написанні технічних умов).*

ВСТУП

Актуальність теми. Балансування раціонів для сільськогосподарських тварин і птиці за вмістом мікроелементів є необхідною умовою для повноцінного функціонування їх організму, активного росту і розвитку, відтворення та продуктивності. Одним з таких мікроелементів є Йод. Роль Йоду пов'язана з синтезом тиреоїдних гормонів, що здійснюють гуморальну регуляцію багатьох фізіологічних функцій, контролюють ріст і диференціювання тканин, впливають на швидкість всіх обмінних процесів в організмі, обмін вітамінів, води і багатьох електролітів [50, 55, 122].

У біогеохімічних зонах з дефіцитом Йоду в ґрунті, воді, кормах, а при нестачі, або в результаті несприятливих умов для його надходження в організм, спостерігається захворювання — ендемічний зоб [106].

Основою профілактики ендемічного зобу є компенсація йодного дефіциту. Для цього на практиці найчастіше застосовують неорганічні солі Йоду, зокрема калію йодид й інші, в складі кухонної солі, полісолей, брикетів, мінеральних сумішей і преміксів. У застосовуваних добавках внесений неорганічний Йод, переважно нестабілізований, тому його сполуки руйнуються, вступаючи у взаємодію з іншими біологічно активними речовинами (БАР), або окиснюючись у молекулярний Йод. Приблизно 55 – 65 % Йоду втрачається вже протягом декількох місяців зберігання у складі преміксів. Крім того, використання йодидів, за виробництва преміксів, недоцільне з причини їх поганої збереженості та агресивності до вітамінів та інших БАР. Стійкішими є йодпротеїнові препарати [44, 87, 247].

Виходячи із вищевикладеного, постає питання пошуку альтернативних джерел збагачення комбікормів для птиці Йодом. Тому природні органічні добавки, в яких Йод знаходиться у зв'язаній формі, привертають особливу увагу виробників преміксів і комбікормів.

Ефективнішим є включення у премікси та комбікорми морських та прісноводних водоростей, які містять органічні сполуки Йоду. Крім того, біомаса водоростей має

поживну цінність, містить повноцінний білок та інші БАР, які сприяють кращому засвоєнню Йоду в організмі.

Прісноводна водорість *Lemna minor* володіє хорошою здатністю акумулювати з води мінеральні речовини. Не вивченим залишається питання біотехнології акумулювання Йоду у біомасі *Lemna minor* та встановлення ефективності використання її у складі комбікормів для курчат-бройлерів.

Дисертаційна робота є частиною наукової тематики № ДР 0114U001925 «Розроблення методів контролю якості, безпечності, ефективності кормів і кормових добавок та методів контролю залишків діючих речовин ветеринарних препаратів у продуктах тваринного походження» (2014–2016 рр.) та № ДР 0117U000948 «Розроблення та впровадження системи контролювання безпечності кормів і кормових добавок» (2017–2019 рр.), що виконувалися у Державному науково-дослідному контрольному інституті ветеринарних препаратів та кормових добавок.

Мета роботи – розробка біотехнології збагачення біомаси водорості *Lemna minor* Йодом та встановлення ефективності її використання за вирощування курчат-бройлерів.

Об'єкт дослідження – біотехнологія збагачення біомаси водорості *Lemna minor* Йодом.

Предмет дослідження – *Lemna minor*, біомаса прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачена Йодом, середовище культивування, калій йодистий, білі щури, білі кролі, курчата-бройлери, кров і тканини лабораторних тварин і птиці.

Для досягнення мети виконано такі **завдання**:

- встановлено оптимальні умови акумуляції Йоду з середовища культивування біомасою прісноводної водорості *Lemna minor*;
- визначено оптимальну дозу внесення Йоду в середовище культивування, за яких клітини прісноводної водорості *Lemna minor* природно розмножуються;
- досліджено оптимальні технологічні параметри культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* з підвищеним вмістом Йоду (співвідношення вода : середовище культивування, освітлення, температура, аерація);

- вивчено фізико-хімічні показники якості біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* (амінокислотний, макро- та мікроелементний склад) за підвищеного вмісту Йоду;
- вивчено стабільність Йоду в середовищі культивування в процесі збагачення біомаси Йодом та стабільність Йоду в сухій біомасі за зберігання її при різних температурних режимах;
- проведено токсикологічні дослідження кормової добавки з біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом на лабораторних тваринах (вивчення гострої токсичності, визначення шкірно-подразнюючої дії, вивчення токсичності повторної дози);
- вивчено вплив згодовування різних доз кормової добавки з біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом на організм курчат-бройлерів та їх продуктивність;
- досліджено гематологічні та біохімічні показники крові і тканин білих щурів та курчат-бройлерів, проведено патолого-морфологічні дослідження;
- у науково-виробничому досліді встановлено економічну ефективність застосування кормової добавки з біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом у годівлі курчат-бройлерів.

Під час виконання дисертаційної роботи використано такі методи:

- біотехнологічні – підбір оптимальних технологічних параметрів вирощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом;
- фізико-хімічні – визначення вмісту вологи, протеїну, золи, клітковини, жиру, обмінної енергії;
- спектрофотометричні – визначення вмісту Йоду;
- електрофоретичні – дослідження амінокислотного, макроелементного складу та вмісту Йоду;
- атомно-абсорбційні методи – дослідження мікроелементного складу;
- токсикологічні – вивчення токсикологічних параметрів;
- біохімічні – дослідження біохімічних показників крові;
- зоотехнічні – продуктивність, економічна ефективність;

- статистично-математичні – обрахунок вірогідності, похибки результату.

Наукова новизна одержаних результатів. Уперше в Україні розроблено біотехнологію збагачення біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* Йодом і біотехнологічну схему отримання кормової добавки водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД». Встановлено оптимальні біотехнологічні параметри культивування біомаси (температура, освітлення) і оптимальну дозу Йоду в середовищі культивування, за якої клітини водорості природно розмножуються і максимально кумулюють Йод. Вперше вивчено стабільність Йоду в середовищі культивування і в кормовій добавці у процесі зберігання за різних температурних режимів, встановлено оптимальні умови та термін зберігання. Вивчено показники поживності та вмісту біологічно активних речовин збагаченої біомаси, токсикологічні параметри кормової добавки на лабораторних тваринах. Уперше встановлено вплив згодовування кормової добавки на продуктивність курчат-бройлерів та біохімічні показники у їх організмі.

Наукова новизна одержаних результатів підтверджена патентом на корисну модель: «Спосіб визначення токсичності кормових добавок» № UA 123345 U.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблено біотехнологію збагачення *Lemna minor* Йодом, основними елементами якої є: 1. Вміст Йоду в культуральній рідині 500 мг/дм³; 2. Температура середовища культивування 25 ± 2 °C; 3. Час культивування 30 діб; 4. Освітлення 3000±30 лк. Запропоновано біотехнологічну схему отримання кормової добавки водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД». Встановлено вимоги до показників якості та безпечності кормової добавки, а також методи досліджень цих показників і вимоги до маркування, пакування, транспортування і зберігання, та вказівки щодо застосування (ТУ У 10.9-41701380-059:2018 «Добавка кормова водоростева йодовмісна «ЛМЙОД»).

Включення до складу комбікормів 1,05 г/кг біомаси *Lemna minor*, збагаченої Йодом, сприяє підвищенню продуктивності курчат-бройлерів на 5,9 %.

У процесі досліджень розроблено 3 методичні рекомендації, призначені для спеціалістів лабораторій ветеринарної медицини, зооінженерів тваринницьких та

птахівничих підприємств, слухачів факультетів післядипломної освіти, студентів аграрних вузів та вузів ветеринарної медицини. На основі отриманих результатів токсикологічних досліджень запропоновано спосіб визначення токсичності кормових добавок (патент на корисну модель: «Спосіб визначення токсичності кормових добавок» № UA 123345 U).

Особистий внесок здобувача. Дисертант самостійно проводив пошук і аналіз літературних джерел за темою роботи, здійснював підбір методів та методик, проводив експериментальні і лабораторні дослідження, статистичну обробку, отриманих результатів. Особистий внесок у наукові праці, опубліковані у співавторстві, визначено в списку друкованих праць. Програму наукових досліджень, інтерпретацію і узагальнення отриманих результатів, оформлення висновків і практичних рекомендацій проведено під керівництвом наукового керівника.

Апробація роботи. Матеріали дисертаційної роботи доповідалися на засіданнях вченої ради біолого-технологічного факультету Білоцерківського національного аграрного університету (2015 – 2018 рр.), XIII Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих вчених «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (5 – 6 грудня 2014 р., м. Львів), VI Міжнародній науково-практичній конференції «Ветеринарні препарати: розробка, контроль якості та застосування», присвяченій 40-річчю ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок (30.09 – 02.10.2015 р., м. Львів), Науково-практичній конференції молодих учених, аспірантів і докторантів «Новітні технології виробництва та переробки продукції тваринництва» (18 травня 2017 р., м. Біла Церква), Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию РУП «Современные проблемы ветеринарной патологии и биотехнологии в агропромышленном комплексе» (16-17.10.2017 г., г. Минск), VII Міжнародній науково-практичній конференції «Ветеринарні препарати: розробка, контроль якості та застосування» (4 – 6 жовтня 2017 р., м. Львів), XVI Всеукраїнській науково-практичній конференції молодих науковців і спеціалістів «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології,

тваринництва та ветеринарної медицини» (8 – 9 грудня 2017 р., м. Львів), Міжнародній науково-практичній конференції «Актуальні проблеми сучасної біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (4 – 5 жовтня 2018 р., м. Львів), XVII Всеукраїнській науково-практичній конференції «Молоді вчені у вирішенні актуальних проблем біології, тваринництва та ветеринарної медицини» (6 – 7 грудня 2018 р., м. Львів). Окремі аспекти досліджень було представлено у формі стендових доповідей та опубліковано в матеріалах конференцій.

Публікації. Результати досліджень висвітлено у 19 наукових працях, з них 11 – у наукових фахових виданнях (в тому числі 4 –одноосібні), 2 – у інших наукових виданнях, 3 – методичних рекомендаціях, 1 – тезах, отримано патент на корисну модель та затверджено технічні умови України.

РОЗДІЛ 1

ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ

1.1. Йод та його біологічна роль

Важливу роль у годівлі сільськогосподарських тварин і птиці відіграють мікроелементи, які необхідні для їх росту, розвитку і розмноження. Мікроелементи мають важливий вплив на кровотворну, ендокринну, імунну системи організму, мікрофлору травного тракту, беруть участь та регулюють обмін речовин, в т. ч. білковий, формують проникність клітинних мембран і тощо [2, 4, 30].

Джерелом мікроелементів для тварин та птиці є корми та вода. Вміст у них мікроелементів залежить від мінерального складу ґрунтів, клімату, виду рослин, фази вегетації та технології збирання, меліоративних, агрохімічних заходів, зберігання і підготовки до згодовування, багатьох інших факторів. Дисбаланс та дефіцит мікроелементів в ґрунтах і водоймах призводить до порушення мінерального складу на початкових ланках годівлі (рослини і водорості) біологічного обігу речовин [41, 54].

Птиця, яка вирощується в регіонах зі зниженим або підвищеним вмістом мікроелементів у ґрунті, воді і рослинних кормах, перебуває в умовах неповноцінного мінерального живлення, і це веде до зниження резистентності її організму, виникнення різних захворювань, зменшення продуктивності, відтворювальної здатності, погіршення якості продукції та ефективності використання корму [75, 129].

Мікроелементи входять в склад багатьох біохімічних комплексів і процесів організму, володіють високою біологічною і біохімічною активністю. Встановлено їх тісний зв'язок з білками, ензимами, вітамінами, гормонами, роль мікроелементів, як активаторів та інгібіторів процесів обміну речовин дуже істотна [132]. Дефіцит або надлишок мікроелементів в організмі птиці веде до порушення обмінних процесів, часто викликаючи різні захворювання. Тому, балансування комбікормів для птиці за вмістом мікроелементів є необхідною умовою повноцінного функціонування організму, активного росту і розвитку, продуктивності та

відтворення [50, 55].

Для профілактики мікроелементозів і за дефіциту мікроелементів найчастіше застосовують премікси, збалансовані всіма необхідними мінеральними речовинами. Додаток до комбікормів відсутніх мікроелементів нормалізує обмін речовин в організмі, сприяє підвищенню повноцінності годівлі і продуктивності тварин [50, 76, 177, 219].

Одним із мікроелементів необхідних для організму є Йод, який в основному концентрується в щитовидній залозі у мізерних кількостях у вигляді йодованих амінокислот – тиреоїдних гормонів, які контролюють практично всі системи організму [2, 33]. Йод у залозі знаходиться в різних формах: як неорганічний йодид і мінерально-органічні сполуки. Органічні форми елемента представлені у складі монойодотирозину (МЙТ), дийодотирозину (ДЙТ), 3,5,3',5'-тетрайодотероніну (тироксин, T_4), 3,5,3'-трийодотероніну (T_3), тиреоглобіну і, можливо, інших йодовмісних сполук. Майже 80 % Йоду міститься у щитовидній залозі, і в меншій кількості він накопичується в слинних залозах, залозистих клітинах слизової оболонки шлунка і яєчниках. Виділяється Йод зі слиною, секретами шлунка і тонких кишок, а також з сечею, молоком і потом [33, 43].

У синтезі тиреоїдних гормонів тироксину (T_4) і трийодтироніну (T_3), як регуляторів процесу обміну речовин у живому організмі безпосередню участь приймає Йод. Щитовидна залоза забезпечує синтез і секрецію кров'яне русло специфічних для неї тиреоїдних гормонів, які здійснюють гуморальну регуляцію багатьох фізіологічних процесів, контролюють ріст і диференціацію тканин, впливають на швидкість всіх обмінних процесів у організмі, зокрема вітамінів, води і багатьох електролітів [33, 152].

Йод володіє широкою біологічною дією в організмі птиці: він необхідний для нормального росту, розвитку і диференціації тканин, стимулює білковий, вуглеводний і жировий обміни, посилює поглинання Оксигену тканинами і підвищує коефіцієнт його використання, регулює теплопродукцію, активність багатьох ензимів, синтез білка в клітинах, синтез дихальних ензимів, активність аденілатциклази і внутрішньоклітинний вміст циклічного 3,5-

аденозинмонофосфату, стимулює еритропоез, лейкопоез, резистентність периферичних капілярів шкіри, трофічні та імунні процеси, секреторну функцію травних і молочних залоз. У цілому Йод стимулює резистентність організму до дії негативних факторів [122, 152, 157].

Йод також впливає на розвиток репродуктивних органів та відтворювальні функції, в яких спостерігаються порушення в процесі тиреодектомії. Стан шкірного покриву міцно пов'язаний з функцією щитовидної залози, однією з умов нормального функціонування якої слід вважати регулярне надходження Йоду в організм. Цей мікроелемент також впливає на активність тирозинази, за незбалансованого надходження Йоду в організм тварин, спостерігається порушення синтезу нуклеїнових кислот, що в свою чергу знижує генетичний потенціал [38, 193, 213].

Йод безпосередньо впливає на розвиток вилочкової залози, на функцію імунних клітин (Т- і В-клітин, макрофагів) та антигенні властивості тиреоглобіну. Має також антимікробну й дезінфікуючу дії [22, 193].

Йод – це кристали чорно-сірого кольору з фіолетовим металевим блиском. За звичайної температури він випаровується з утворенням парів, які мають – різкий запах. Йод належить до галогенів, тобто типовий неметал з високою активністю й сильною окислювальною здатністю. З металами Йод енергійно взаємодіє при легкому нагріванні, утворюючи йодиди [2].

У природі Йод розповсюджений, в основному, у формі натрієвих, калієвих, кальцієвих і магнієвих солей йодидної (йодистоводневої) і йодатної (йоднуватої) кислот. Такі кліматичні фактори, як дощ, сніг сприяють виведенню Йоду із ґрунтів у воду річок, морів, океанів. При сприянні сонячного світла іони цього мікроелемента окиснюються до елементарного Йоду [56].

Йодисті сполуки гормонального походження всмоктуються в організмі не проходячи розщеплення, тоді як інші форми органічного Йоду – після відновлення до йодидів. Неорганічні сполуки Йоду, які добре розчинні, при оральному чи інтраназальному надходженні характеризуються швидким і повним всмоктуванням. Слід зазначити, що цей процес проходить більш інтенсивно, ніж в

елемента зв'язаного з амінокислотами [255]. Частина регіонів України знаходиться у зоні дефіциту Йоду, а кормова сировина, вирощена в такій зоні у процесі зберігання втрачає до 50 % цього елемента. Згодовування таких кормів тваринам та птиці призводить до порушення функції щитовидної залози [260].

В мінеральному обміні речовин Йод пов'язаний з іншими макро- і мікроелементами. Сучасними дослідженнями з біохімії, молекулярної фармакології мікроелементів доведено, що у профілактиці й терапії йоддефіцитних станів не слід виключати взаємозв'язок метаболізму Йоду на молекулярному рівні з метаболізмом інших нутрієнтів – його синергістів: Селеном, Ферумом і Цинком [55]. При цьому, метаболізм Йоду і виявлення його біологічних ефектів залежить від достатньої кількості Кальцію, який є кофактором тиреопероксидази і подвійної оксидази, та Магнію (бере участь у передаванні сигналу від рецепторів тироліберину) [177]. Отже, із метою профілактики йоддефіцитних станів і покращення засвоюваності Йоду доцільним є балансування раціонів сільськогосподарських тварин і птиці функціональними компонентами (мінеральними сумішами, преміксами тощо), що містять Йод, Селен, Ферум, Цинк і Кальцій, і переважно у зв'язаному з органічними сполуками стані. Йод і Селен, хімічно зв'язані з органічними сполуками кормової сировини, краще засвоюються, а їх надлишок – легко елімінується з організму без утворення токсичних ефектів [2, 122].

Йод в організмі взаємодіє з вітамінами групи В, які діють шляхом фармакодинамічного синергізму, покращуючи засвоєння цього елемента. За результатами проведених досліджень встановлено, що біологічні функції Йоду проявляються набагато слабкіше, якщо дефіцит Йоду поєднується із дефіцитом таких мікронутрієнтів, як вітамін А, вітаміни групи В. Для певних мікронутрієнтів (вітаміни А і В₁₂, Селен, Ферум) існують науково обґрунтовані дані, що вказують на зниження ефективності засвоєння Йоду у разі дефіциту цих мікронутрієнтів [2, 122].

На ефективність засвоювання Йоду та його повноцінний обмін в щитовидній залозі впливають такі макроелементи, як Магній і Кальцій. Необхідність у цьому

елементі зростає у випадку годівлі тварин бобовими кормами (люпин, соя, горох тощо) і буряковою гичкою, в яких міститься багато Кальцію, оскільки його надлишок викликає гіперфункцію щитовидної залози. Отже, існує взаємозв'язок між рівнем Кальцію і Йоду в раціоні [4, 55].

Також на засвоєння Йоду в організмі опосередковано через щитовидну залозу впливає і рівень Магнію та Натрію, обмін якого погіршується за тривалого надлишку Калію, а підвищена кількість Магнію призводить до збільшення виведення Кальцію з організму, який в свою чергу пов'язаний з обміном Йоду [227].

Рядом дослідників зазначається [225], що процес концентрування Йоду клітинами шлунка порушують нітрат-, нітрит-іони, а за надлишку Хлору, Йод стає малодоступним і не може добре засвоюватися.

Метаболізм Йоду в щитовидній залозі, за якого організм повністю забезпечується тиреоїдними гормонами, проходить тільки за певної концентрації Йоду в раціоні і залежить від фізіологічного стану організму, надлишку чи нестачі Кобальту, Мангану, Хлору, Купруму та інших елементів, які можуть поглиблювати дефіцит Йоду [33, 178].

Враховуючи вплив макро- та мікроелементів на засвоюваність і процеси обміну Йоду в організмі, раціони сільськогосподарських тварин і птиці слід ретельно балансувати за їх вмістом, в при введенні нових біотехнологічних кормових добавок, важливо вивчити їх склад для попередження небажаного впливу на організм [177, 227].

Дефіцит Йоду в ґрунті, водному середовищі та кормовій сировині певної біогеохімічної зони зумовлює зниження його концентрації в організмі птиці, які там проживають [56]. Йод необхідний для розвитку ембріона і нормального перебігу вагітності, а недостатнє його надходження з кормами (0,14 – 0,16 мг/кг сухої речовини) спричиняє патологічні стани у тварин, викликаючи аборти, народження мертвого приплоду, затримку посліду і високий відхід новонароджених [36].

Дефіцит Йоду в раціоні впливає на синтез гемоглобіну та викликає зміну

ендогенного обміну цього елементу і стимулює продукцію тиреотропного гормону, оскільки функція щитовидної залози знаходиться в прямій залежності від вмісту Йоду в раціоні [168].

Лімітування Йоду в комбікормах птиці призводить до гіпофункції щитовидної залози та виникнення ендемічного зобу [131].

Особливо чутливими до нестачі Йоду в раціоні є молодняк птиці, оскільки доросла птиця може тривалий час протистояти помірному дефіциту Йоду в раціоні без помітного зниження продуктивності і виводимості яєць. Знижений вміст Йоду в комбікормі курей-несучок сприяє зниженню виводимості яєць, зменшенню маси ембріонів, однак яйцекладка у птиці може не зазнавати змін. Пташенята, які виводяться від таких курей є слабшими і менш життєздатними. Балансування раціонів або питної води за вмістом Йоду покращує репродуктивні функції птиці, позитивно впливає на несучість, заплідненість та виводимість яєць [38, 39].

Підвищення кількості Йоду в комбікормі племінної птиці з 0,7 г/т до 2,8 г/т є ефективним засобом стимуляції відтворювальної функції гусей і індиків, що проявляється у вищій заплідненості яєць та виводимості пташенят [125, 208].

Доведено, що чотирикратне збільшення Йоду в комбікормі птиці не проявляє негативного впливу на процеси білкового та ліпідного обмінів, пероксидного окиснення ліпідів, засвоєння вітамінів А, Е і каротиноїдів організмом виведених гусенят та індичат [207].

В організм тварини і птиці Йод потрапляє з різних джерел – з кормами, питною водою та у складі атмосферного повітря. В ендемічних за зобом регіонах вміст Йоду у питній воді не перевищує 0,7 – 1,5 мкг/дм³, тоді у місцевостях, де цього захворювання не фіксується, рівень Йоду у воді становить 1,8 – 6,4 мкг/дм³. Надходження Йоду через дихальні шляхи теж не є суттєвим – 10 – 20 нг/м³ [2, 231, 251].

Кругообіг Йоду в природі має велике значення, оскільки кормові рослини отримують Йод із ґрунтів, вміст якого значно коливається – від 0,1 до 50 мг/кг. Достатньо Йоду у ґрунтах чорноземних, каштанових і торф'янистих, тому вміст цього мікроелемента у рослинних кормах, культивованих на таких ґрунтах буде

вищим порівняно з кормовими рослинами, вирощеними на бідних на Йод підзолистих, сірих лісових, сіроземних, суглинкових ґрунтах. У неблагополучних районах, в яких спостерігаються захворювання тварин на ендемічний зоб, у ґрунті міститься в середньому 3,5 мг/кг, а в благополучних місцевостях щонайменше – 8 – 20 мг/кг [85].

У зелених трав'яних кормах рівень Йоду коливається у межах 200 – 400 мкг/кг сухої речовини, у зернових – 50 – 300 мкг/кг, коренебульбоплодах – 200 – 500 мкг/кг [56].

Встановлено, що в кормових рослинах нечорноземної зони міститься в середньому 0,1 мг йоду на кг сухої речовини, чорноземної – 0,2 мг/кг, сухо-степовій, напівпустинній і пустинній – 0,23 мг/кг [163].

Рівень забезпечення Йодом організму тварин, птиці, риб впливає на його вміст у продуктах тваринного походження та напряму залежить від балансу Йоду в кормах. Effiong B. N. відмічає значно більший вплив на концентрацію цього елемента у молоці і яйцях, ніж у м'ясі при однаковому споживанні рівня Йоду з кормом [186].

Багатим джерелом Йоду є морські аквакультури і риби. Борошно рибне з мойви містить Йод у кількості 5 – 10 мг/кг, а із продуктів переробки білої риби – навіть до 60 мг/кг. У морських рослинах вміст Йоду іноді буває дуже високим. Накопичення Йоду бурими водоростями відбувається у багато разів більше, ніж його концентрація у морській воді, а вміст Йоду у сухій речовині морських водоростей досягає до 1600 – 8000 мг/кг [224].

Порогова концентрація Йоду у рослинних кормах, за якої у тварин і птиці може розвинутися ендемічне збільшення щитовидної залози та ендемічний зоб, становить 0,2 мг/кг, а нормальна регуляція процесів обміну Йоду та інших речовин здійснюється за його концентрації 0,5 – 4 мг/кг у рослинній кормовій сировині та комбікормі. Також, концентрація Йоду в організмі залежить від його біодоступності та взаємодії з іншими компонентами раціону [189].

Кількість Йоду в організмі тварин не перевищує 0,6 мг/кг. У щитовидній залозі великої рогатої худоби цього елемента міститься до 4,8 г в 1 кг сухої

речовини. Проте ця величина непостійна і залежить від багатьох різноманітних факторів – статі, віку, фізіологічного стану, вмісту Йоду в кормах і воді [54, 55].

Дослідженнями встановлено, що дорослі щури, у щитоподібній залозі яких міститься 12 – 18 мкг Йоду, щодоби використовують близько 1,4 мкг цього елемента для синтезу тиреоїдних гормонів [47, 48].

В організмі самців Йоду завжди більше, ніж в організмі самок, особливо у період вагітності, взимку його менше, ніж влітку, у лактуючих тварин він виводиться з молоком, тому в їхньому організмі Йоду менше, ніж у нелактуючих [192].

Про загальний уміст Йоду в організмі тварин відомостей недостатньо. Вважається, що увесь Йод, що міститься в організмі тварин, приблизно розподіляється так: у щитовидній залозі – 70 – 80 %, м'язах – 10 – 12 %, шкірі – 3 – 4 %, у скелеті – 3 %, інших органах – 5 – 10 %. В організмі корів масою 500 кг його приблизно 17 мг, у свиней, масою 100 кг – у межах 4,5 мг. У тілі птиці вміст Йоду становить 0,3 – 0,7 мг на 1 кг живої маси [158].

Herzig I. та ряд вчених Чехії проводили оцінювання грудних м'язів та м'язів ніг курчат-бройлерів із семи птахівничих господарств чотирьох районів Чехії за вмістом Йоду, у період з серпня по вересень. В комбікормі дослідної птиці вміст Йоду був у рекомендованих нормах [204].

Середній вміст Йоду в м'язах грудей і м'язах ніг становив $18,9 \pm 6,71$ мкг/кг і $38,1 \pm 19,79$ мкг/кг, відповідно, а коефіцієнт варіації – 3,5 % і 52,0 %, відповідно. Концентрація Йоду в м'язах ніг була статистично вищою ($P < 0,0001$) порівняно з грудними м'язами, а коливання рівня Йоду в зразках з відповідних господарств були виражені в діапазоні з 11,4 до 24,3 мкг/кг і 18,3 до 61,2 мкг/кг в м'язах грудей і ніг, відповідно. Виявлені зміни могли бути викликані різною насиченістю Йодом кормів, проявом фізіологічної здатності відповідних кросів птиці, щодо накопичення елемента, умовами навколишнього середовища тощо. Статистичну значимість кореляції ($P < 0,05$) між середніми рівнями Йоду в м'язах грудей і ніг було підтверджено у відповідних стадах [156, 204].

Потреба в Йоді у жуйних тварин достатньо велика, оскільки у них значна

його кількість виділяється з калом, сечею та молоком. Також потреба в Йоді у цих тварин збільшується у разі годівлі бобовими та буряковою гичкою, в яких міститься багато Кальцію, надлишок якого викликає гіперфункцію щитовидної залози, а також за впливу і техногенних факторів [55]. Молочним коровам і вівцяматкам необхідно від 0,1 до 0,8 мг Йоду, а оптимальний рівень цього елементу в раціонах телят становить 0,2 – 0,3 мг на 1 кг сухої речовини корму [41, 43].

У багатьох країнах світу молоко та молочні продукти для харчування людей збагачують Йодом, крім того продукти переробки молока додають у корми, як цінне джерело цього елементу. У продовж багатьох років вченими різних країн були опубліковані дані щодо вмісту Йоду в молочних продуктах, а також зміни цього показника у широкому діапазоні від 0 до 1500 мкг/кг (мкг/л). Деякі молочні продукти (сухе знежирене молоко, маслянка, сироватка та ін.) в більшості випадків містять меншу концентрацію Йоду, ніж молоко, оскільки Йод у ньому знаходиться у комплексі з ліпідами. Концентрація Йоду в маслі вища, ніж у маргарині. Значно збільшити концентрацію Йоду в молоці можна застосувавши спеціальні раціони живлення корів молочного стада з підвищеним рівнем цього мікроелемента [192, 193].

Для свиней потреба Йоду в раціоні становить 0,2 – 0,5 мг на 1 кг сухої речовини корму та запобігає появі симптомів йодної недостатності [50, 191].

У птиці дефіцит Йоду проявляється в ембріональний період, тому балансування комбікормів для курей-несучок та племінної птиці за цим елементом є необхідним, оптимальною кількістю Йоду в комбікормах вважається 0,15 мг/кг сухої речовини корму, для племінних курей її підвищують до 0,5 мг/кг [46].

За рекомендаціями, розробленими у США (NRC) і Німеччині (GfE) рівень надходження Йоду в організм птиці має становити: NRC – для курей-несучок 320 – 490 мкг/кг, для молодняка курей-несучок та індичок – 400 мкг/кг, для курчат-бройлерів – 350 мкг/кг; GfE рекомендує – для курей-несучок, курчат-бройлерів та індичок – 500 мкг/кг, для молодняка курей-несучок – 330 – 350 мкг/кг сухої речовини корму [187, 222].

Не менш важливим є вміст Йоду в раціоні риб прісноводних і морських, він

легко поступає через зябра із води і активно вивільняється із корму в шлунково-кишковому тракті. Морські риби не відчують дефіциту Йоду оскільки морська вода має вищу його концентрацію, ніж прісна, в якій його рівень може бути мінімальним. У зв'язку з цим прісноводним риbam необхідне балансування корму за вмістом Йоду. За літературними даними потреба риб у Йоді в середньому може бути в межах 1,0 – 4,0 мг/кг корму [252].

Враховуючи, що балансування кількості Йоду в раціоні тварин і птиці здійснюється за допомогою йодних добавок, слід особливу увагу звертати на можливість передозування цього елемента в раціонах. Передозування Йоду викликає зниження живої маси тварин і птиці, порушення їх відтворної здатності тощо [38].

За вмісту в раціоні від 50 до 200 мг Йоду на 1 кг сухої речовини корму з'являються ознаки токсикозу: погіршується апетит, знижуються прирости живої маси, посилюється слюзовиділення і слинотеча, з'являються водянисті виділення з носа, знижується рівень гемоглобіну в крові, маса надниркових і щитовидної залоз [211].

Після нормалізації дози Йоду в раціоні ознаки токсикозу у тварин швидко зникають і організм відновлюється. Молоді тварини та птиця більш чутливі до надлишку Йоду, ніж дорослі [211].

На основі директиви Європарламенту 2002/32/ЕС про небажані речовини у кормах для тварин було розроблено нормативний документ «Перелік максимально допустимих рівнів небажаних речовин у кормах та кормовій сировині для тварин», який затверджений наказом Мінагрополітики та продовольства України від 19.03.12 р. № 131 та зареєстрований у Міністерстві юстиції України 05 квітня 2012 року за № 503/20816. Згідно з даним документом максимально допустимий вміст Йоду в мг/кг при 12 % вологості корму становить: у комбікормах для курей-несучок і молочних корів – 5; у комбікормах для інших видів тварин і птиці – 10 [191].

Отже, балансування раціонів сільськогосподарських тварин, птиці, риб за вмістом Йоду є важливим фактором їх повноцінної годівлі, а також для отримання

якісної і безпечної продукції тваринного походження, як джерела цього мікроелементу в харчуванні людей.

Дослідження пов'язані із встановленням дії різних джерел Йоду на продуктивність птиці є актуальними.

1.2 Проблема йододефіциту, шляхи її усунення і профілактики

Проблема дефіциту Йоду спостерігається в багатьох країнах світу, мільйони людей страждають захворюваннями, які спричиняє недостатність Йоду в організмі, і стають причиною ураження головного мозку, відставання у фізичному та психічному розвитку [84, 215].

За останніми оцінками Всесоюзної організації охорони здоров'я, нестача Йоду загрожує 2 мільярдам людей, або одній третині населення Землі, яка відноситься до так званої «групи ризику» та є об'єктом для розвитку йододефіцитних захворювань. У переліку найбільш поширених захворювань неінфекційної патології людей стани, пов'язані з нестачею Йоду займають третє місце [183, 259].

Йододефіцитні захворювання (ЙДЗ) – всі наслідки дефіциту Йоду в організмі, яким можна запобігти за допомогою забезпечення належного споживання йоду [106].

Одним із клінічних проявів ЙДЗ є зоб, від якого страждає приблизно до 750 млн. жителів планети, у більш як 6 мільйонів – діагностовано кретинізм, тобто найвищу ступінь дефіциту Йоду та практично 1 млрд. людей спостерігаються клінічні прояви йодної недостатності [206].

В регіонах, дефіцитних за Йодом, розумовий коефіцієнт мешканців (IQ) зазвичай нижчий, порівняно з (IQ) людей, які проживають на територіях, що мають достатній рівень Йоду в навколишньому середовищі (грунт, вода, рослини). Внаслідок симптомів розумової відсталості погіршується здатність до навчання у дітей, знижується якість життя, негативно відображається на економічних показниках розвитку суспільства [74, 131, 206, 225].

Практично 30 % мешканців планети проживає в регіонах з нестачею Йоду в ґрунтах, його відсутністю у воді та продуктах рослинного і тваринного походження і ця проблема є всесвітньою [215].

Найбільш виражений йододефіцит у Південній Америці і Африці. Зокрема, в Африці, дефіцит Йоду є основним фактором, що визначає патологію щитовидної залози в спектрі йододефіцитних захворювань, в тому числі зобу, гіпотиреозу і розумової відсталості, що є серйозною загрозою для соціально-економічного благополуччя населення багатьох її країн. Згідно з даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ), зоб присутній у 28,3 % населення Африки і приблизно 25 % – страждає від наслідків дефіциту Йоду [231].

Дефіцит Йоду був виявлений в різних біогенних зонах Австралії, Новій Зеландії, Тасманії, Йорданії, Японії, науковцями цих країн вивчалися шляхи його усунення, розроблялися методичні підходи до поліпшення йодного статусу в проблемних регіонах [243, 244].

Збільшення поширеності ЙДЗ, а саме гіпотиреозу, субклінічного гіпотиреозу і аутоімунного тиреоїдиту спостерігали фахівці Китайського медичного університету та медики клінічних лікарень у трьох регіонах Китаю з низькими рівнями споживання Йоду [74, 183, 200, 248, 251].

У країнах Європи також близько 50 % населення відчувають легкий йодний «голод», а 20—30 млн. розумово відсталі, що пов'язано з йодною недостатністю [169].

У Євросоюзі для вирішення цієї проблеми було розроблено і впроваджено у різних роках програму йодування харчової солі та прийнято деякими країнами: Швейцарією – у 1922 р., Австрією – в 1923 р., Італією – в 1929 р., Францією – в 1931 р., Німеччиною – в 1937 р. [155, 216].

Всесвітньою організацією охорони здоров'я дані про поширення зобу в світі вперше було оприлюднено на початку 80-х років минулого століття: від найменшого поширення у високорозвинених країнах до 20 – 60 % у країнах, що розвиваються [239].

З початку 90-х років XX ст. вживання йодованої солі в різних країнах зросло

від 20 % до 70 % до кінця 2007 року. Такі дані було опубліковано цього є року ВООЗ спільно з Дитячим фондом ООН (ЮНІСЕФ) і Міжнародною радою з контролю за ЙДЗ (МРКЙДЗ) , які підсумували результати ліквідації йододефіциту за сприяння світових громадських організацій. Для цього на законодавчому рівні було прийнято документ, який регламентував заходи з профілактики йододефіциту, в тому числі універсальне йодування харчової солі. Таку програму було прийнято 120 країнами світу, 34 з яких повністю ліквідували нестачу Йоду. В даний час більше 90 % населення Земної кулі вживають йодовану сіль. Ще 28 держав близькі до даного показника. Україна посідає 126 місце за рівнем вирішення проблеми, залишивши позаду лише Пакистан, Гамбію, Гвінею Бісау і Гаїті [155, 178].

Актуальною ця проблема є і для України, про що свідчать дослідження, які провели науковці Інституту ендокринології та обміну речовин В.П.Комісаренко Національної академії медичних наук за підтримки ВООЗ. Результати досліджень показали що дефіцит Йоду розповсюджений по всій території нашої держави [109, 122, 126].

Картограма йододефіциту поділяє територію України на 4 зони: регіони з вираженим йододефіцитом (Волинська, Рівненська, Львівська, Тернопільська, Івано-Франківська, Закарпатська, Чернівецька і Чернігівська області), де живуть майже 15 млн. населення, регіони з частково вираженим йододефіцитом (Київська, Житомирська, Хмельницька області та АР Крим), регіони з помірним йододефіцитом (Вінницька, Черкаська, Полтавська, Сумська, Дніпропетровська, Луганська області) та регіони з незначним йододефіцитом і достатньою йодозабезпеченістю (Одеська, Миколаївська, Кіровоградська, Херсонська, Запорізька, Донецька, Харківська області) [106, 124].

Ще більш актуальною ця проблема постала в Україні після катастрофи на Чорнобильській АЕС, від якої постраждало населення великої частини територій держави. Негативні наслідки аварії на Чорнобильській АЕС призвели до значного зростання йододефіцитних захворювань, особливо збільшення кількості випадків зобу в людей, які проживають на постраждалих внаслідок аварії територіях [42].

За цілим рядом повідомлень, некомпенсований дефіцит Йоду в жителів

України, що існував 25 років тому, вдесятеро збільшився від негативної дії наслідків від катастрофи на Чорнобильській АЕС. На сьогодні вже доведено, що усунення йодної недостатності шляхом її профілактики, значно зменшує ризик радіаційного впливу на щитовидну залозу [83, 126].

Для профілактики ЙДЗ у травні 2001 року на рівні Міністерства охорони здоров'я було прийнято рішення про обов'язкове йодування харчової солі, яка виробляється в Україні. Це рішення вступило в силу з 1 січня 2002 року [22, 109].

Розповсюдження ЙДЗ у тварин і птиці визначається однаковими факторами, в аналогічних біогеохімічних умовах певного регіону та залежить від концентрації Йоду в системі «вода – ґрунт – рослини – тварини». Йодна нестачі у тварин і птиці спричиняє порушення відтворювальної функції, сповільнення ембріонального розвитку, народження мертвого або нежиттєздатного потомства, зі зниженими імунобіологічними властивостями організму [74, 124, 128].

За вивчення симптоматики та діагностики йодного дефіциту у різних видів тварин (в т. ч. лабораторних), учені встановили порушення практично всіх видів обміну речовин, що супроводжувалось затримкою росту та розвитку, змінами шкірного та волосяного покривів, структури, розмірів, форми щитовидної залози, функції серцево-судинної, кровотворної та статеві систем [34, 47, 48].

Для профілактики йододефіциту у сільськогосподарських тварин і птиці на практиці найчастіше в їх комбікорми вводять премікси, які містять необхідну розрахункову кількість Йоду, а також йодні кормові добавки у вигляді неорганічних сполук – йодидів і йодатів у складі кухонної солі, полісолей, брикетів, мінеральних сумішей. Як правило, Йод, який використовують для їх виробництва, не стабілізований, тому він має здатність швидко елімінуватись у навколишнє середовище [44, 87].

Йодні кормові добавки – малостійкі сполуки, швидко розкладаються на світлі, за підвищеної температури і доступі повітря, втрачаючи Йод. Навіть за правильного зберігання вони з часом втрачають свої фізичні і технологічні властивості [115].

У якості йодних добавок використовуються такі сполуки Йоду, як йодид калію (KI) та йодат калію (KIO_3). Із 33 країн Європи 15 використовують для йодування солі йодид калію, 6 – йодат калію і 12 – обидві сполуки [83, 175].

Концентрація Йоду, що додається, коливається від 5 мг йодиду калію на 1 кг солі в Норвегії до 70 мг йодиду калію в Швеції. В Швейцарії додається 20 мг йодату калію на 1 кг солі, в Данії – 13 мг йодиду калію, в Італії – 30 мг йодату калію, у Франції – 15 мг йодиду калію, в Чехії – 27 мг йодату калію, в Польщі – 30 мг йодиду калію, в Німеччині, Австрії та Угорщині – 20 мг йодату калію [121, 188].

Слід відзначити, що йодування, наприклад, кухонної солі за допомогою йодиду калію має ряд недоліків, основним з яких є його нестабільність. Так, за зберігання йодованої кухонної солі упродовж трьох місяців, втрати Йоду становлять 65 – 100 %. Крім того, як показують численні дослідження, найважливішим недоліком застосування неорганічних сполук Йоду є те, що організм тварин і птиці не приймає участі у регулюванні надходження цих сполук у щитовидну залозу [172, 216]. Відомі також дані щодо токсичних властивостей неорганічних сполук Йоду, зокрема, дослідженнями встановлено, що токсична доза йодиду калію (LD_{50}) для лабораторних тварин у 10 разів вища за (LD_{50}) йодату калію [47, 160].

L. L. Diosady, J. O. Alberti, M. G. Venkatesh Mannar, and S. FitzGerald досліджували тенденції в області втрат Йоду у типових зразках йодованої солі з 12 країн світу, вплив різних факторів на стабільність цього елементу в йодованій солі: вологості, температури, правильності процесу йодування, нерівномірного розподілу Йоду в йодованій солі, вплив різних домішок (сполук магнію, карбонатів, тощо), а також харчову обробку [183].

Експерименти показали, що висока вологість знижує стабільність Йоду в межах від 30 % до 98 % від початкового вмісту, в той час як використання хорошої пароізоляції, яка перешкоджає проникненню вологи і випаровуванню Йоду, явно покращило його стабільність у зразках йодованої солі [234].

Дослідження впливу рівня рН показали, що стабільність Йоду знижувалася

при показнику 8,0, але цей ефект не був статистично значущим.

Виявлено, що чистота солі має також істотний вплив на стабільність Йоду і такі домішки як гігроскопічні сполуки магнію, мали найбільш несприятливий вплив, в той час як карбонати – незначний у всьому діапазоні рівнів елементу в досліджуваних зразках. Однак, у більшості випадків вміст Йоду залишався відносно стабільним впродовж шести місяців [121, 166].

Результати даного дослідження свідчать про те, що Йод може бути вкрай нестабільним, і з метою забезпечення ефективності місцевих програм йодування солі, повинні визначитися втрати Йоду з місцевої йодованої солі в місцевих умовах виробництва, клімату, пакування та зберігання [22].

Науковці кафедри технологій переробки продукції тваринництва та виробництва кормів Білоцерківського національного аграрного університету розробили йодовмісні кормові добавки, шляхом адсорбування Йоду за допомогою сорбенту сапоніту та біомаси гідролізних дріжджів [27].

У модельних дослідженнях вивчали показники збереження Йоду в алюмосилікатйодних добавках, у яких цей елемент перебуває у іммобілізованому стані. Під час зберігання добавок іммобілізованого Йоду за стандартних умов впродовж 760 діб вміст елементу зменшується від 40,8 % до 79,9 %. Зберігання алюмосилікатйодних кормових добавок впродовж 860 діб призводить до втрати цього елемента на рівні 51,0-83,5 %. Найвищий відсоток збереження Йоду – 49 % був у добавках із початковим вмістом елементу 30 мг/г цеолітовмісного базальтового туфу [88, 90, 96].

Результати досліджень засвідчили стабільність адсорбованого на модифікованому сапоніті Йоду за зберігання впродовж місяця та низьку елімінацію в навколишнє середовище. Елімінація цього мікроелементу в йодовмісній добавці на основі біомаси гідролізних дріжджів за такого ж терміну зберігання складала 0,9 % від загальної його кількості в добавці [27].

У преміксі із вмістом алюмосилікатйодної добавки за семи місячного зберігання Йод елімінується на 36,9 % менше порівняно з преміксом із вмістом йодиду калію. Йод, адсорбований на модифікованому сапоніті, є кращим джерелом

цього елемента, порівняно з калієм йодидом [27].

За дії Йоду, адсорбованого на модифікованому сапоніті, інтенсивніше нарощується кількість та маса гібрида червоних каліфорнійських черв'яків, порівняно з Йодом у формі калію йодиду. Поясненням цього може бути те, що Йод у формі калію йодиду є нестабілізованим і швидко елімінується в атмосферне повітря, а відповідно, меншою мірою проявляє свою біологічну дію на черв'яків. Проте висока доза (160 мг/кг субстрату) Йоду негативно впливає на їх розмноження [26].

Вплив різних неорганічних добавок і різних джерел Йоду на його концентрацію в органах і тканинах курчат-бройлерів досліджувався багатьма вченими. Зокрема, Röttger, A. S., Halle, I., Булгаков А. М. та інші вчені вивчали вплив неорганічних добавок калію йодистого і кальцію йодату, в межах європейських принципів, на продуктивність курчат-бройлерів і вміст Йоду в органах і тканинах, особливо м'ясі. Доза внесення Йоду в комбікорм становила 5,0 мг/кг. Птиця вирощувалася до 35 денного віку в стандартних умовах [11, 238].

У результаті проведених досліджень не виявлено істотного впливу на показники росту і забою бройлерів. Найнижчі концентрації Йоду були зафіксовані в м'ясі, вищими вони були в сироватці крові, печінці і щитовидній залозі [11, 238].

Булгаков А. М. та інші дослідники вивчали ефективність застосування ін'єкцій Йоду курчатам, поживну цінність м'яса залежно від доз і місця введення [11, 12].

Вченими Вроцлавського університету навколишнього середовища і природничих наук у Польщі вивчався вплив згодовування двох раціонів, збагачених йодидом калію і йодатом калію, як джерел Йоду в кількості 1, 3 або 5 мг/кг цього елемента в кормі. Maја Slupczynska і колеги досліджували продуктивність курей-несучок, яєчні характеристики, в тому числі накопичення в них Йоду, а також морфологічні та біохімічні показники крові дослідної птиці. В результаті використання калію йодистого, як джерела Йоду, спостерігався його статистично недостовірний вплив на масу яйця, поліпшення конверсії корму на кілограм яєць і зменшення частки пошкоджених яєць [107, 246].

Гематологічні показники крові курей підтвердили значно вищий вміст еритроцитів і концентрації гемоглобіну з використанням калію йодистого. Жирові показники обміну речовин не залежать від виду раціону або концентрації Йоду в кормі [168].

Дослідження, спрямовані на вивчення впливу добавок йодату калію у питній воді на продуктивність птиці, якість яєць, вміст у них Йоду, не показали істотної різниці у цих показниках, лише вміст Йоду в яйцях курей дослідної групи був статистично вірогідним, порівняно з контролем [105, 107].

В продуктах тваринного походження, а саме м'ясі, яйцях, вміст Йоду безпосередньо пов'язаний із забезпеченням цим елементом організму сільськогосподарської птиці шляхом введення у комбікорми йодних кормових добавок [125].

Chumkam S. провів дослідження з випоювання з водою різних концентрацій Йоду у вигляді калію йодистого яйценосній птиці та встановив залежність між вмістом Йоду у воді та в продукції, а саме яйцях. У процесі дослідження встановлено, що концентрація Йоду в яєчному жовтку є вищою, ніж у білку [175]. Цю залежність було підтверджено ще рядом авторів: вміст Йоду в цілому яйці в середньому становить 97 мкг/кг, у жовтку – 75 – 158 мкг/кг, а яєчному білку – 68 мкг/кг. Додавання до раціону птиці 5,0 мг/кг Йоду підвищує його концентрацію в яєчному жовтку від 7,0 мкг до 50,0 мкг з розрахунку на 1 яйце [206].

За збалансованої за Йодом годівлі ВРХ, її м'ясо містить приблизно 173 мкг Йоду на 1 кг сухої речовини, що еквівалентно 52 мкг/кг Йоду у свіжому м'ясі. У м'язах свиней, які не отримували добавки Йоду до комбікорму, його вміст становив близько 28 мкг Йоду/кг свіжої тканини або 93 мкг/кг сухої маси. Введення в комбікорм Йоду від 5 до 8 мг/кг сприяє збільшенню вмісту цього елемента в м'ясі свиней, відповідно, до 62 і 73 мкг/кг свіжої тканини (207 і 243 мкг/кг сухої речовини) [49, 113, 220, 256].

Пересічним М. І. та іншими ученими було розроблено білково-рослинні пасти із підвищеним умістом Йоду і введено у корми дволіткам райдужної форелі. Додавання цих паст сприяло прискоренню росту риб та збільшенню загального

вмісту Йоду в плазмі крові [110].

Ефект згодовування Йоду за виробництва м'яса бройлерів і його вплив на якісні показники грудних м'язів вивчали Mária Angelovičová та Marieta Semivanová, згодовуючи лінійним гібридним курчатам-бройлерам кросу Cobb 500 кормових сумішей з додаванням йодованої олії. Результати, отримані у процесі досліджень, були опубліковані у Словацькому журналі харчових наук у 2013 році [156, 157].

Йод у вигляді йодиду калію вносили у соняшникову олію при нагріванні за температури 70 °C і безперервного перемішування до повного розчинення солі. Приготовану соняшникову олію додавали у подрібнене зерно кукурудзи і ретельно гомогенізували з іншими компонентами комбікормів: стартер, гровер, фінішер. В ході експерименту досліджували живу масу тіла курчат, м'язів грудей і їх хімічний склад, відповідно до методології для аналітичних лабораторій [157].

Дані були оцінені відповідно до основними статистичними характеристиками. Середня стартова жива маса курчат-бройлерів становила 42,0 г і на початку дослідів різниця між контрольною і дослідною групами була статистично недостовірною. Середня жива маса тіла курчат у кінці експерименту була 2183,06 г в групі з додаванням Йоду, порівняно з 2145,21 г в контрольній групі, що статистично достовірно ($P > 0,05$). Середня маса м'язів грудей становила 426,83 г у групі з додаванням Йоду і порівняно з контрольною групою була статистично достовірною – 412,11 г ($P > 0,05$). У дослідній групі середній вміст сухих речовин у грудних м'язах становив 26,13 г на 100 г, порівняно з 26,25 г у контрольній групі; середній вміст білка – 23,63 г на 100 г в досліді, порівняно з 23,31 г у контролі, а вміст жиру становив 1,05 г на 100 г проти 0,88 г відповідно [157].

Вчені Оренбургського університету вивчали фізіолого-біохімічні показники метаболізму курей-несучок за комплексного застосування йодиду калію та пробіотика лактоаміловорину. Застосування такого комплексу забезпечує підвищення збереженості курей-несучок на 1,5 % та збільшення інтенсивності яйценосності на 3,24 % порівняно із контролем [103].

Застосування препарату «Кайод» підвищує життєздатність та продуктивність

сільськогосподарської птиці [40].

Результати експериментів Оливи Т. та Witkowska Z. показали певну тенденцію позитивного ефекту згодовування кормових сумішей з додаванням йодованої олії та біофортифікацію мікроелементів, зокрема, Йоду у м'ясі курчат-бройлерів за відповідної годівлі [105, 254].

Литовськими вченими було вивчено зміни в кількості тиреоїдних гормонів, білків і жирів крові та сироватці крові курей-несучок за використання стабільного концентрованого препарату «Йодіс» замість звичайного йодистого калію в кормі. Спостерігалися підвищені рівні тиреоглобуліну і вільного тироксину, а також знижені рівні вільного трийодтироніну в крові, і тригліцеридів у сироватці крові експериментальних курей-несучок порівняно з контрольною групою. Рівень холестерину в сироватці крові експериментальних курей-несучок був нижчим, ніж у контролі, але різниця не була статистично достовірною [118, 218].

Забезпечити організм тварин і птиці Йодом можна також застосуванням хелатних форм цього елементу. Хелатні сполуки позитивно впливають практично на всі види обміну, на засвоєння біогенних елементів і продуктивні якості сільськогосподарських тварин і птиці, як при згодовуванні хелатуючих біолігандів, так і готових синтетичних або натуральних хелатокомплексів [11, 54, 63, 64, 184].

Науковцями Уральського державного сільськогосподарського аграрного університету вивчено ефективність використання в комбікормі курчат-бройлерів різних органічних форм поєднань Селену і Йоду [112].

Порівняльні результати експерименту комбінованого використання різних селено- і йодовмісних препаратів у ранній постембріональний період онтогенезу курчат-бройлерів дозволяють зробити висновок, що введення органічних форм Селену і Йоду у вигляді препаратів Сел-Плекс (0,2 мг/кг корму) і Йодказеїн (0,7 мг/кг корму) позитивно впливає на процеси травлення і ефективне використання поживних речовин корму птицею, що сприяло підвищенню біологічної повноцінності м'яса, продуктивності і збереженості курчат-бройлерів [112, 137].

Між Селеном і Йодом в організмі існує функціональний взаємозв'язок: Селен

бере участь в метаболізмі Йоду, який входить у склад трийодтиронін дейодинази у вигляді селеноцистеїну, дефіцит Селену може посилювати ризик розвитку і важкість гіпотиреозу, який виникає на фоні йодної недостатності [251].

Вчені провели дослідження морфологічного стану селезінки і печінки курчат-бройлерів за впливу в ранній постембріонний період різних препаратів Селену і Йоду – Сел-Плексу і Йодказеїну [139].

Найбільш повноцінний розвиток селезінки і печінки спостерігається у курчат, які отримали органічні джерела мікроелементів у вигляді Сел-Плексу (0,2 мг/кг) і Йодказеїну (0,7 мг/кг) в ранній постембріонний період [112].

Також, було проведено порівняльний морфологічний аналіз органів імунної системи курчат-бройлерів за включення в комбікорм раннього постембріонного періоду Сел-Плексу і Йодказеїну і їх поєднання із неорганічними аналогами [45].

Встановлено, що найбільш повноцінний розвиток фабрицієвої бурси і тимусу спостерігається при введенні в престартовий раціон органічних джерел мікроелементів у вигляді Сел-Плексу (0,2 мг/кг) і Йодказеїну (0,7 мг/кг) [138].

В НДІ екології та біотехнології Білоцерківського національного аграрного університету розроблено алюмосилікатйодну кормову добавку та досліджено її ефективність за вирощування курчат-бройлерів. Дослідній групі птиці у складі комбікорму згодовували замість калію йодистого алюмосилікатйодну добавку, яка сприяла зростанню ваги птиці на 3,2 % в кінці досліду.

У процесі вивчення ефективності в печінці дослідних курчат за дії алюмосилікатйодної добавки відмічено зростання активності аспартатамінотрансферази на 17,6 % та статистично вірогідне підвищення активності аланінамінотрансферази та концентрація білка – на 1,6 мкмоль/год/г та 10,0 % відповідно, очевидно за рахунок 100 % забезпечення організму курчат Йодом [39].

Позитивний вплив на хімічний склад м'яса курчат-бройлерів було зафіксовано вченими Білоцерківського національного аграрного університету за використання у складі комбікормів іммобілізованих ферментів (аміносубтилін, протосубтилін, фітаза), іммобілізованого Йоду та змішанолігандного комплексу

Кобальту [93].

М'ясо, одержане від курчат-бройлерів вирощених на таких комбікормах мало вищий вміст сухої речовини, білка, глікогену та сироватки, відповідно, на 3,3, 2,9, 27,3 та на 5,3 % у порівнянні із м'язовою тканиною, отриманою від птиці, яка споживала комбікорм із нативними ферментами, калієм йодистим та кобальтом сірчаноокислим [93, 150].

Вплив Йоду в різних формах на вміст основних амінокислот та їх нагромадження в м'язах грудей бройлерів вивчався словацькими вченими. Отримані результати свідчать, що різні форми статистично не впливали на вміст білка і основних амінокислот в грудних м'язах птиці, а коефіцієнт ефективності білка (PER) становив від 3,048 до 3,626 протягом різних періодів відгодівлі [157].

Чеськими вченими вивчався вміст Йоду в сечі, сироватці крові та деякі параметри гомеостазу в свиней за перорального або парентерального введення йодованих масел. Дослідженнями встановлено, що внаслідок значної кореляції між споживанням Йоду і екскрецією, концентрація Йоду у сечі та крові є найбільш точним індикатором його біологічної доступності та йодного статусу організму [165].

Зв'язок між вмістом Йоду в кормі та в продуктах тваринного походження вивчали G. Flachowsky та інші вчені Інституту харчування тварин, Федерального науково-дослідного сільськогосподарського центру (FAL) Брауншвейг, Німеччина. Дослідження проводили на різних видах тварин і птиці (молочні корови, м'ясна худоба, свині м'ясних і сальних порід, кури-несучки, курчата-бройлери, індики) з різними рівнями Йоду в кормах, а саме: мінімально рекомендований, фізіологічно необхідний та максимально рекомендований вміст, обґрунтовані GfE (Німецьким товариством фізіології харчування) і NRC (Національною дослідницькою радою) [192].

У результаті проведених досліджень було виявлено пряму залежність вмісту Йоду в молоці молочних корів від вмісту цього елемента в кормах. Найвищий вміст Йоду в молоці 2,762 мкг/л зафіксовано у групі тварин, яким згодовували 10 мг елемента на 1 кг корму. При дослідженні тваринницької продукції, отриманої від

м'ясних порід худоби, також встановлено максимальне зростання вмісту Йоду в групі тварин, які отримували найвищий вміст Йоду в кормах 10 мг/кг. Вміст Йоду (розраховано на натуральну вологу) в печінці становив 245 мкг/кг, нирках – 450 мкг/кг, довгому м'язі спини – 80 мкг/кг, сідничних м'язах – 147 мкг/кг і щитовидній залозі – 844 мкг/г [135, 192].

Дослідження органів і тканин м'ясних та сальних порід свиней показали, що введення Йоду в корми у дозі 2,0 та 5,0 мг/кг сприяють збільшенню його вмісту в м'язах та жирі 10,8 та 17,1 мкг/кг (розраховано на натуральну вологу), печінці та нирках – 230 і 226 мкг/кг, а щитовидній залозі – 1699 і 1645 мкг/г відповідно. Вміст Йоду в м'ясі птиці зростає від 20 мкг/кг при введенні цього елемента в корм у дозі 1 мг/кг до 100 мкг/кг за дози 10 мг/кг; в яйцях з 140 мкг/кг за дози Йоду 0,5 мг/кг корму до 1460 мкг/кг за дози 5,0 мг/кг [36, 203].

Результати, отримані за згодовування дріжджової добавки, збагаченої Йодом, до раціону курей-несучок є ефективним способом збільшення концентрації Йоду в яйцях та яєчній шкаралупі і, таким чином, може сприяти усуненню порушень, пов'язаних з недостатністю Йоду в організмі. Відмічено, що вміст Йоду в яєчній шкаралупі був вищим майже в 3 рази, порівняно з контрольною групою, а його концентрація в яєчному жовтку була на 80 % вищою, порівняно з контролем [107, 221].

Вплив стабілізованого Йоду на якість продукції птахівництва вивчали науковці науково-дослідної лабораторії біологічного різноманіття і технологій Вільнюса. Метою досліджень була кількісна оцінка накопичення Йоду в м'ясі бройлерів, а також в яйцях і в печінці курей-несучок при випоюванні води з додаванням стабілізованого Йоду замість звичайного йодистого калію [235, 249].

Випоювання стабілізованого Йоду з питною водою в кількості 0,5 і 5,0 мг Йоду на 1 л, підвищував його вміст у м'ясі бройлерів в середньому на 16 і 76 %, порівняно з контрольною групою, яка одержувала калію йодид з кормом. Яйця від курей-несучок, які отримували корм зі стабільним Йодом у кількості 1 і 4 мг на 1 кг, містили на 24 і 196 % Йоду більше, ніж яйця контрольної групи. Було також встановлено, що додавання стабільного Йоду в корм курей-несучок збільшує вміст

цього елементу в печінці курей на 12,5 – 25,0 % [168, 235].

За отриманими результатами, стабілізований Йод може бути запропонований для збагачення м'яса птиці і яєць цим необхідним у годівлі та харчуванні мікроелементом [221, 249].

Підсумовуючи вищевикладене, можна зробити висновки: профілактика йодної недостатності забезпечується введенням неорганічних і органічних йодних кормових добавок; більш ефективними джерелами Йоду є органічні кормові добавки, а рівень цього елементу в продукції тваринного походження залежить від його вмісту в кормах і питній воді.

Тому науковий інтерес представляє дослідження спрямоване на встановлення ефективності використання нових водовмісних сполук.

1.3 Біотехнологічні кормові добавки. Водорості, як додаткові джерела мікроелементів. Родина *Leptnaseae*

За останні роки в Україні зареєстровано, введено в обіг на ринок й успішно використовується цілий спектр біотехнологічних кормових добавок, у складі яких використовуються продукти біотехнологічного виробництва, наприклад, мікробна біомаса, вермикультури, аквакультури, водорості тощо, як джерела білка, ліпідів та ряду необхідних для організму тварин і птиці біологічно активних речовин (макрота мікроелементів, вітамінів, амінокислот тощо) [19, 212].

Необхідність забезпечення організму сільськогосподарських тварин та птиці різними есенціальними факторами живлення націлює науковців і практиків тваринницької галузі звертати увагу на продукти та відходи мікробіологічних виробництв [46, 108, 223].

Виробництво продуктів синтезу мікроорганізмів (дріжджів, бактерій, нижчих грибів тощо) і застосування їх у якості кормових добавок є одним із шляхів забезпечення тваринництва біологічно активними компонентами є [10, 111, 116].

Давно відома здатність окремих мікроорганізмів синтезувати біологічно активні речовини, зокрема, вітаміни та амінокислоти, а також такі необхідні для

живого організму компоненти корму, як протеїн та ліпіди [20]. Культивуванням мікроорганізмів, які мають здатність рости на різних субстратах із відходів від виробництва спиртів, пива, целюлозно-паперової промисловості та ін., отримують високопоживну біологічно цінну мікробну біомасу [111].

Шляхом мікробного біосинтезу за участю нижчих грибів *Blakeslea trispora*, а також окремих штамів дріжджів роду *Rhodotorula*, зокрема, *Rhodotorula gracilis*, в 1 кг біомаси яких міститься до 100 мг каротину, одержують каротиновмісні кормові добавки [119]. Каротиновмісна кормова добавка мікробіологічного синтезу – вітатон, отримана методом глибинного культивування гриба *Blakeslea trispora*, містить бета-каротин, вітаміни групи В (рибофлавін, тіамін, піридоксин, нікотинову і фолієву кислоти), ліпіди та інші біологічно активні речовини [59].

Відходи та побічні продукти від переробки цієї добавки теж знайшли застосування у тваринництві. За виробництва вітатону після екстракції біомаси гриба *Blakeslea trispora*, залишається продукт, який одержав назву вітадепс [29]. Високий вміст жиру (40 – 45%) дає змогу запропонувати цей продукт як жирову добавку у годівлі свиней та птиці і, зокрема, молодняку на відгодівлі.

Сухі кормові дріжджі є комплексним концентратом вітамінів групи В, крім цього вони містять ензими, вуглеводи, мінеральні речовини і добре засвоюваний організмом протеїн [73].

В Одеському державному аграрному університеті проведено дослідження добавки амінокислотної кормової (ДАК), одержаної на основі пекарських дріжджів, підвищуючи біологічну цінність мікробної біомаси за рахунок виділення і очищення амінокислот внутрішньоклітинним гідролізом завдяки дії власних протеолітичних ферментів. У протеїні ДАК ідентифіковано 18 амінокислот, оптимально збалансованих [53].

В Інституті механізації тваринництва НААН досліджували міцелійований корм, одержаний шляхом твердофазного способу культивування мікроорганізмів штаму *Humicola Sp.*, адаптованих на поживних середовищах із целюлозою і крохмалем. Міцелійований корм добре перетравлюється тваринами, містить вітаміни групи В, гідролітичні ензими, його амінокислотний склад відповідає

нормам ФАО, а біологічна цінність становить 68,6 %. За використання пшеничних висівків як субстрату одержаний продукт ферментації в перерахунку на абсолютно суху речовину містить 23,8 % протеїну, 8,8 % жиру [117, 120].

Отже, продукти мікробіологічного синтезу містять у своєму складі широкий спектр біологічно активних речовин, необхідних для нормального функціонування, росту та розвитку, відтворення та збереженості поголів'я тварин та птиці. Добавки, отримані з їх використанням, є одним із додаткових джерел забезпечення і балансування раціонів необхідними поживними та біологічно активними речовинами [29, 120].

Одним із напрямків вирішення проблеми забезпечення повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин і птиці є використання біотехнології вермикультивування – вирощування гібрида червоних каліфорнійських черв'яків. Черв'ячна біомаса, як джерело білку, застосовується до раціонів сільськогосподарських тварин і птиці, а також у якості органічного добрива. Крім цього, розведення черв'яків вирішує питання утилізації відходів сільськогосподарського виробництва, тобто екологічну проблему [123].

Властивості черв'ячної біомаси сприяють здійсненню цілеспрямованого процесу керування її хімічним складом, оскільки вченими встановлено залежність складу біомаси від характеру використаних кормів та здатність прямопропорційного накопичення мікроелементів із живильного середовища. Ця властивість притаманна і Йоду [26].

Тому, вченими Білоцерківського національного аграрного університету отримано кормову добавку із стабілізованим Йодом – збагачену Йодом біомасу вермикультури. За результатами досліджень, збагачуючи живильне середовище Йодом, можна отримати біомасу черв'яків із високим вмістом цього елемента, а заміна у комбікормах для курчат-бройлерів йодиду калію на збагачену Йодом вермикультуру сприяє підвищенню приростів живої маси птиці на 6,9 %. Споживання курчатами-бройлерами комбікормів із умістом біомаси вермикультури збагаченої Йодом супроводжується тенденцією щодо підвищення вмісту трийодтироніну у сироватці крові птиці, а також зростання вмісту Йоду в печінці

курчат-бройлерів дослідної групи на 14,0 % ($p \leq 0,05$) [24].

У м'ясі дослідних курчат-бройлерів спостерігалася тенденція щодо збільшення вмісту білка, глікогену, а його біологічна цінність порівняно із м'ясом курчат контрольної групи зростала на 11,4 % та 5,1 % [25, 28].

Pulz O., Guedes A. та інші у своїх статтях висвітлюють здобутки біотехнології у виробництві продукції з мікроводоростей, які набули великого значення в останні десятиліття. Сфера її застосування варіює від простого виробництва біомаси для харчових продуктів і кормів для тварин до виробництва фармацевтичних препаратів і біологічно активних добавок [233].

За твердженнями Encarnacao T. та інших, унікальність одноклітинних водоростей полягає в їх успішній адаптації до різноманітних кліматичних умов та факторів навколишнього середовища (температура, дія важких металів, радіації тощо) за рахунок їхніх сенсорних і захисних механізмів, а також тільки притаманним водоростям репродуктивним системам [162, 190].

Сучасна альгологія базується на культивуванні продуктивних мікроводоростей, а саме: родів *Chlorella*, *Scenedesmus*, *Spirulina*, *Dunaliella*, а здатність їх синтезувати широкий спектр біологічно активних речовин пробудив інтерес науковців та виробників [14, 52, 81].

Багатьма вченими досліджувалися поживні аспекти морських водоростей у контексті клітковини, вмісту мінералів, жирів та ліпідів, вітамінів та компонентів, що мають позитивний харчовий і кормовий ефект. Показники вмісту поживних речовин морських водоростей також порівнювалися з такими ж показниками різних наземних рослин, зернових, бобових тощо [214].

У складі 2076 мікроводорослевих штамів із колекції культур водоростей Геттінгентського університету (SAG) було ідентифіковано і кількісно визначено 76 різних жирних кислот і 10 інших ліпофільних речовин [159]. Такі ж дослідження стосуються і еукаріотичних водоростей, які являють собою досить різномірну групу організмів, що населяють величезний діапазон екосистем від Антарктики до пустель, а фактори навколишнього середовища (світло, температура) та вміст у водному середовищі мінералів, можуть змінити метаболізм ліпідів і їх

адаптацію [23].

Великий потенціал морських мікроводоростей і ціанобактерій, продукування ними широкого спектру поживних (білки, ліпіди) та біологічно активних речовин (вітаміни, ензими, мікроелементи, пігменти тощо) описано у оглядовій статті de Jesus Raposo M. F., de Moraes R. M. та ін. [179].

Португальськими вченими вивчалася біомаса мікроводоростей, як джерело каротиноїдів і її застосування, як харчових і кормових добавок. Виробництво каротиноїдів, мабуть, є одним з найбільш успішних досліджень біотехнології мікроводоростей [198].

Rohani-Ghadikolaei K. і Abdulalian E. вивчали жирнокислотний та мінеральний склад зелених (*Ulva lactuca* і *Enteromorpha intestinalis*), бурих (*Sargassum ilicifolium* і *Colpomenia sinuosa*) та червоних (*Hypnea valentiae* і *Gracilaria corticata*) водоростей, зібраних з Перської затоки Ірану. Результати показали, що морські водорості мали високий вміст вуглеводів (31,8 – 59,1 %, на суху речовину) і золи (12,4 – 29,9 %), але низький вміст ліпідів (1,5 – 3,6 %). Вміст білка у червоних або зелених морських водоростей був значно вище ($p < 0,05$) у порівнянні з бурими водоростями. Склад жирних кислот різних морських водоростей значно варіював: 51,9 – 67,4 % насичених, 22,0 – 32,9 % моноенів та 9,2 – 19,1 % поліненасичених жирних кислот (ПНЖК). Водорості Перської затоки містили більш високі концентрації всіх досліджених мінералів (K, Mg, Fe, Mn, Cu, I, Zn і Co) у порівнянні з овочами [236].

Ahlgren G., Aravantinou A. та цілим рядом учених проводилися дослідження з метою вивчення впливу різного складу поживного середовища (вміст мінеральних солей, застосованих джерел Нітрогену) на нарощування біомаси та вмісту в ній поживних і мінеральних елементів: зеленої водорості *Scenedesmus quadricauda* (*Chlorophyceae*) і ціанобактерії *Synechococcus* sp. (*Cyanophyceae*). Вміст Карбону, білку та амінокислот в об'єктах досліджень був стабільним, незалежно від складу поживного середовища, в той час, як на вміст Фосфору та жирних кислот впливали темпи нарощування біомаси, рівень Нітрогену і мінеральних солей [5, 154].

Австрійські вчені вивчали вплив різних рівнів солоності та забруднювачів води на продуктивність біомаси мікробіодоростей і її поживну цінність. В процесі вивчення досліджувані мікробіодорості показали високу толерантність до солоності та забруднення стічними водами, продуктивність їх біомаси знижувалася відповідно до збільшення рівнів солоності та забруднення. Також досліджувані рівні мали мінімальний вплив на вміст ліпідів та амінокислотний склад біомаси водоростей [253].

Ці результати були підтверджені Brune D., von Alvensleben N., Magnusson M., та іншими науковцями, які вивчали також властивість водоростей до адаптації і продукування біомаси у різних умовах навколишнього середовища та ступеня забруднення вод, у яких вони культивуються [171].

Вченими Інституту Харчування в Німеччині було проаналізовано 34 зразки біомаси сушених бурих і червоних водоростей, отриманих з Китаю, Японії і Кореї, на вміст у них 5 макроелементів (Na, K, Ca, Mg, і P), 6 мікроелементів (Fe, Mn, Zn, Cu, Se і I) і 4 токсичних елементів (As, Pb, Cd, і Hg). Деякі бурі водорості містили високий рівень миш'яку, що напряду залежав від його вмісту в водному середовищі. Вміст усіх інших мінеральних елементів у досліджуваних зразках був доволі низьким, за винятком Йоду, концентрація якого в деяких зразках бурих водоростей становила до 4000 мг/кг у сухій речовині. [176].

Bishop W. M., Zubeck H. M., Зборщик Я. А. у своєму огляді розглядають шляхи використання цілого ряду водоростей роду *Chlorella*, *Dunaliella*, *Haematococcus*, *Aphanizomenon* і *Spirulina*, як потенційних джерел нутрієнтів, у харчуванні людей, годівлі тварин і птиці, у вигляді харчових і кормових добавок. Ці водорості мають здатність до швидкого росту, є продуцентами вітамінів (А, Д, Е, С, Н, групи В), амінокислот і жирних кислот (в тому числі, Омега-3 і Омега-6), а також відмінним сорбентом макро- і мікроелементів (Калій, Цинк, Йод, Селен, Ферум, Манган, Купрум, Фосфор, Натрій, Магній, Кобальт, Молібден, Сульфур та Кальцій) [51, 161, 167].

Goiris K., Muylaert K., Fraeye I. вивчаючи антиоксидантні властивості водоростей роду *Chlorella*, *Haematococcus* і *Spirulina*, отримали підтвердження

можливості застосування цих організмів, як нового джерела природних антиоксидантів [196].

Однак, існує ряд фізико-хімічних чинників регуляції метаболізму водоростей та складових їхнього адаптаційного синдрому за дії іонів металів водного середовища [7, 14]. Адаптація водоростей до іонів металів – це комплекс регуляторних механізмів у клітині, які діють окремо, але разом з тим одночасно і злагоджено. Він складається з поступової системи: мембранна і постмембранна регуляція транспорту металу в клітину і видалення з неї → окремі ферментні адаптації (синтез толерантних до токсиканту ферментів) → адаптивні перебудови метаболічних систем на фермент-субстратному і регуляторному рівнях (зміни вуглеводного, азотистого і енергетичного метаболізму) → модифікація в клітинах і синтез нових молекул і сполук з хелатними властивостями (металотіонеїни, фітохелатини тощо) [6, 7, 8, 9].

Досліджено зміни деяких фізіолого-біохімічних показників представників *Chlorophyta* (*Desmodesmus communis*, *Tetraedron caudatum*) та *Cyanoprokaryota* (*Aphanocapsa planctonica*, *Phormidium autumnale* f. *uncinata*) за різних температурних режимів – 20, 26, 32 °C. Максимальна величина приростів біомаси *D. communis* і *T. caudatum* відзначалася за температури 20 °C, а *Aph. planctonica* – 32 °C, що свідчить про широкий спектр адаптації водоростей до різних температурних режимів [101].

Японськими та іншими ученими виявлено особливості поглинання Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} і Pb^{2+} клітинами *Chlorella vulgaris* Beijer. Результатами досліджень виділено чотири етапи накопичення іонів металів: захисна реакція клітин водоростей на стрес-фактори; зниження опірності і руйнування зовнішньої мембрани клітин та активне накопичення іонів металів; утворенням вторинної мембрани і як наслідок, пригнічення накопичення іонів; неконтрольоване накопичення іонів унаслідок руйнування вторинної мембрани [21, 195].

Дослідженнями встановлено, що процес поглинання іонів металів Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} і Pb^{2+} проходить за змішаним типом інгібування, а показники їх накопичення визначаються спорідненістю до іонів мембранних металзв'язуючих

білків [37, 80, 250].

Істотною перевагою водоростей є те, що мікроелементи в них знаходяться в органічно зв'язаній формі, найбільш доступній і засвоюваній, а також у їх наборі, властивому живій природі. Їх унікальні характеристики дозволяють широко застосовувати водорості у біотехнології для створення нових різнопланових кормових і харчових добавок [7, 82, 99, 247].

Becker E. W. та рядом інших вчених було експериментально доведено застосування водоростей, як джерела білка у раціонах сільськогосподарських тварин і птиці, та високу його якість за рахунок повноцінного набору незамінних та замінних амінокислот [164].

Біомаса *Spirulina platensis*, отримана біотехнологічним способом, за результатами фізико-хімічних досліджень містить різноманітні есенціальні фактори живлення, а саме, амінокислоти, вітаміни, макро- і мікроелементи, тощо. Використовують її, як кормову добавку, до раціонів сільськогосподарських тварин та птиці для балансування кормів за вмістом біологічно активних речовин. Хімічний склад біомаси мікроводорості залежить від поживного середовища на якому її культивують [100, 241].

Необхідним елементом поживного середовища для культивування синьо-зеленої мікроводорості *Spirulina platensis* є Нітроген, який забезпечує синтез білків та пігментів у клітинах водорості [133, 232]. Біотехнологія культивування також передбачає використання мінеральних речовин у складі поживного середовища. [133, 232]. У процесі дослідження встановлена здатність клітин мікроводорості *Spirulina platensis* асимілювати мінеральні речовини у різних формах.

Також, у клітинній стінці *Spirulina platensis* містяться альгінати – кислі полісахариди, які мають властивість виводити з організм людини і тварин радіонукліди та важкі метали [81, 82, 232].

За вивчення ефективності застосування добавки біомаси водорості спостерігали краще збереження поголів'я, підвищення приростів, резистентності та стресостійкості сільськогосподарської птиці, покращення відтворюваності та продуктивності, а також більшу інтенсивність забарвлення жовтка яєць дослідної

птиці [86, 174, 240].

Використовуючи фізіолого-біохімічну різноманітність і лабільність хімічного складу водоростей, завдяки властивості акумулювати розчинні форми макро- і мікроелементів із середовища, в яких вони культивуються, існує можливість здійснювати керований біотехнологічний процес збагачення їх біомаси необхідними для повноцінного живлення природними сполуками [82, 100, 133].

Цю можливість *Spirulina platensis* було використано для збагачення її біомаси Кобальтом для подальшого використання в годівлі курчат-бройлерів і перепелів. Природний комплекс Кобальту у складі водоростей відрізняється найбільш сприятливою для організму біологічно доступною формою, оскільки метал-біотик пройшов через своєрідний біологічний фільтр [13, 89, 93].

Експериментально встановлено, що біомаса спіруліни, збагачена Кобальтом, не викликає негативного впливу на клінічний стан тварин, а мікроелемент у складі біомаси *Spirulina platensis* є менш токсичним, ніж сірчаноокислий Кобальт, що підтверджується результатами дослідження вмісту білка у печінці білих мишей [91, 92, 98].

Дослідженнями встановлено, що для підвищення приростів маси тіла перепелів рекомендовано до 22-денного віку згодовувати комбікорм із умістом біомаси *Spirulina platensis* 2,0 %, а з 23 до 50 добового віку із умістом 3,0 %. Стимулюючу дію на початок яєчної продуктивності перепелів виявлено за використання комбікорму з добавкою *Spirulina platensis* у кількостях 2,0 та 3,0 % від маси комбікорму [94, 95, 97, 134].

У Фізико-хімічному інституті ім. А. В. Богатського розроблена технологія комплексної переробки з отриманням йодбілкового препарату, і водоростевого залишку – концентрату мікроелементів. Йод зв'язаний з білковою складовою і входить до складу препарату у вигляді йодамінокислот. Препарат містить також незначну кількість важливого тиреоїдного гормону – тироксину, а також моно- і дийодтирозин. Його застосування в раціонах сільськогосподарських тварин і птиці позитивно впливало на ріст, розвиток тварин, на поживну цінність м'яса та мало економічну ефективність [77, 78].

В Одеському державному аграрному університеті були проведені дослід з вивчення впливу добавок йодбілкового препарату в кормі лабораторних тварин (білі миші і морські свинки) і курей-несучок на живу масу тіла і хімічний склад м'язової тканини. В результаті проведених дослідів встановлено, що вміст білка і жиру в м'ясі збільшувався, а вологи – зменшувався. Добавка в комбікорм йодбілкового препарату в кількості, яка відповідає вмісту Йоду 1,2 мг/кг сухої речовини корму підвищує середньодобові прирости птиці, а також збільшує кількість білка і жиру в м'ясі [3, 79].

Науково-виробнича компанія “Сучасні біотехнології” розробила препарат Йоду в органічній формі «Йоддар», дослідження якого проводили в ГНУ ВНИТИП Россільгоспакадемії на курях-несучках і курчатах-бройлерах. Паралельно проводили дослід із преміксом, для балансування якого за вмістом Йоду використовували йодид калію [130].

Препарат «Йоддар» при згодовуванні комбікорму із преміксом, який містить Йод в органічній формі, дозволяє збільшити кількість цього елемента у продукції з птиці. При цьому через 60 днів згодовування такого корму, депонування Йоду у яйці збільшилось в 2,7 разів порівняно із контролем.

За варіння яєць курей-несучок дослідної і контрольної груп, вміст у них Йоду зменшився на 77,5 %. Однак, цей показник у яйцях дослідної птиці перевищував контроль також у 2,7 рази, як і в сирих.

Оцінка накопичення Йоду в м'ясі дослідної птиці через 2 міс. згодовування преміксу із препаратом «Йоддар» показала, що його вміст в гомогенаті грудних м'язів в розрахунку на суху речовину у курей-несучок дослідної групи складав 217 мкг/100 г проти 98 мкг/100 г в контрольній із використанням традиційного йодиду калію, і зріс більше ніж у 2 рази [130].

Найбільш природнім і ефективним є введення в раціон Йоду органічного походження, оскільки організм тварин і птиці приймає активну участь у засвоєнні його органічних сполук, які в шлунково-кишковому тракті розкладаються до амінокислот і йодтирозинів. Дейодування специфічними ферментами – дейодиназами проходить у гепатоцитах, кількість яких відображає рівень йодної

недостатності в організмі. З током крові відщеплений Йод потрапляє у щитовидну залозу, а надлишок амінокислот, зв'язаних з Йодом, та трансфераз печінки, перетворюється в глюкуроніди, виводиться з організму жовчними протоками і кишечником [32]. Таким чином, організм споживає лише ту кількість Йоду, що є необхідною [133, 237].

В Україні, порівняно з іншими країнами, застосування біомаси прісноводних водоростей у народному господарстві не впроваджується, хоча в 50–60 роках ХХ ст. були проведені наукові дослідження щодо виду *Lemna minor*, як кормової сировини. Учені досліджували анатомічну будову рослини, її біохімічний склад, фізіологічні процеси, а також застосування ряски у народному господарстві [35, 127, 184].

Найпоширенішими видами родини *Lemnaceae* є ряска мала (*Lemna minor*), ряска горбата (*Lemna gibba*) та ряска тридольна (*Lemna trisulca*). Ці рослини широко розповсюджені на території України, особливо вид *Lemna minor*. Продуктивність ряски за вегетаційний період становить 1 – 3 кг зеленої маси на 1 м², або 10 – 30 т/га. Процес культивування *Lemna minor* є простим і доступним і не потребує значних фінансових витрат [136, 140, 146].

У народній медицині Німеччини та Китаю ряску застосовують для лікування ревматизму, хронічної нежиті, кропив'янки, глаукоми, уретриту, псоріазу, нефриту. Її лікувальні властивості охоплюють антимікробну, жовчогінну, сечогінну, жарознижувальну, протизапальну дії [31, 170].

Вченим було проаналізовано екологічні характеристики рослин роду ряска (*Lemna* L.) з підродина Ряскові. З отриманих даних у рослинах роду *Lemna* L. значний вміст макро- (P, Ca, Mg) і мікроелементів (I, Br, Co, Cu, Ni, Zn, V, Zr, Ag, Ti), протеїну та інших поживних речовин [147, 173]. Також науковими дослідженнями підтверджено, що біомаса ряскових містить цілий ряд амінокислот, жири, клітковину, вітаміни (B₁, B₂, B₆, E, PP). Це зумовлює кормову цінність ряски для сільського господарства [141, 145, 194].

Вченими Кубанського національного аграрного університету (Росія) виявлено, що в свіжій рясці міститься до 92 – 94 % води. В сухій біомасі ряски знаходиться 15 – 20 % білка, 15 – 30 % клітковини, жиру – 5 %, залежно від виду.

За винятком метіоніну, цистину і триптофану протеїн ряски містить всі необхідні для живлення амінокислоти в кількостях, які відповідають нормам Всесвітньої продовольчої і сільськогосподарської організації (FAO) [136].

За вмістом необхідних амінокислот ряска переважає такі культури, як кукурудза і рис, вона також багата лізином, аргініном, аспарагінової і глутамінової кислот, вітамінами. У невеликих кількостях в ній міститься вітамін С [15, 149].

Особливо багато в рясці вітаміну Е (близько 0,5 мг/г сухої речовини) і РР (В₅) (близько 0,8 мг/г сухої речовини). В рясці міститься до 3 % Фосфору, 6 % Кальцію і 2 % Магнію, 0,048 мг Кобальту; 0,018 мг Броду; 0,032 мг Купруму; 0,07 мг Нікелю, 0,48 мг Титану, за кількістю мікроелементів її біомаса містить майже всю таблицю Менделєєва [17, 18, 114, 143]. Основний вміст йодовмісних сполук у водних екстрактах ряски, представлений йодидами [142].

Дослідниками Львівського національного медичного університету імені Данила Галицького та Львівського інституту біології тварин НААН показано, що концентрація Плюмбуму та Стануму у ряски малої з трьох досліджених локалітетів зростання не перевищує максимально допустимих рівнів [144].

Очевидно, різна кількість досліджених елементів у біомасі ряски пов'язана з різною їх концентрацією у воді зростання, як це показано рядом вчених [142, 197].

Отже, ряска накопичує есенціальні і неесенціальні макро- та мікроелементи залежно від їх форми і концентрації у середовищі локалітету зростання, тому у водоймі перед використанням з неї ряски потрібно визначати вміст мінеральних елементів [21, 144, 148].

Дослідженнями вчених Ярославської національної медичної академії і лабораторії інноваційних фармацевтичних технологій Сибірського національного університету, було ідентифіковано 10 замінних і 8 незамінних амінокислот [102]. В ряді ідентифікованих амінокислот у дослідних зразках із сировини ряски малої в сумарному кількісному вмісті переважають незамінні моноаміномонокарбонові кислоти (39,71 мг/г). Замінні моноамінодикарбонові кислоти містяться в дещо нижчій кількості (32,43 мг/г), замінні моноаміномонокарбонові (25,34 мг/г), замінні діаміномонокарбонові (11,60 мг/г), незамінні діаміномонокарбонові (10,44 мг/г) і

гетероциклічні (8, 38 мг/г) амінокислоти [15, 16, 199].

Вченими кафедри харчової біотехнології Казанського національного дослідного технологічного університету проведено дослідження з впливу токсичних елементів на фізіологічні властивості ряски малої. Культивування проводили при цілодобовому освітленні і температурі +25 °C [13].

Експериментальні дослідження показали, що за 8 діб експерименту жоден із токсикантів не викликав загибель ряски малої. Однак, відмічено ряд змін фізіологічних властивостей ряски малої. На 3 добу в дослідних зразках спостерігався хлороз (пожовтіння або побіління листків ряски) різного ступеня [13]. Ріст слабких і слизистоподібних корінців (перевищував контроль), що може пояснюватися тим, що в доданому розчині найбільша концентрація токсичних елементів. Показано, що дані рослини здатні зберігати життєздатність після впливу токсикантів [13, 209].

Багатьма вченими вивчалася можливість застосування ряски малої, як додаткового джерела кормів у годівлі тварин і птиці [197, 257]. Вчені Інституту тваринництва та Національним сільськогосподарським дослідним центром (NARC) Пакистану вивчали застосування ряски малої, як джерела поживних та біологічно активних речовин у годівлі курчат-бройлерів, а також вплив її згодовування на ріст та розвиток птиці. Було встановлено позитивний вплив згодовування ряски на фізіологічні показники росту і розвитку птиці, середньодобові прирости, а також на показники поживності м'яса дослідної птиці [151, 226, 245].

Експериментальні дослідження із застосування *Lemna minor* та сезамової олії у годівлі курчат-бройлерів було проведено вченими Сільськогосподарського університету птахівництва Бангладешу, отримано позитивні результати за показниками поживності грудних м'язів та обґрунтований економічний ефект від такого поєднання [153, 205]. Відмічено позитивний вплив згодовування різної кількості біомаси *Lemna gibba* на ріст курчат-бройлерів. У птиці, якій згодовували 150 г і більше біомаси *Lemna gibba* на 1 кг корму, знизилося споживання корму при збільшенні середньодобових приростів маси тіла [201, 202].

Досліджено вплив згодовування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*

у складі фінішних комбікормів курчатам-бройлерам. У процесі дослідження встановлено зменшення споживання кормів на одиницю продукції, збільшення маси тіла, ефективність перетворення корму. Відмічено тенденцію до покращення показників поживності м'яса [210, 217, 226].

Позитивний вплив згодовування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* малькам коропа відмічено вченими Туреччини. Встановлено можливість заміни традиційного корму для риб до 20 % біомасою ряски малої, при цьому не відмічалось суттєвої різниці між приростами маси тіла, поживністю м'яса у процесі цієї заміни [258].

Підсумовуючи вищесказане, можна зробити висновок, що ряска мала (*Lemna minor*) має поживну цінність, у своєму складі – широкий спектр біологічно активних речовин, стійка до дії високих концентрацій токсичних речовин, а також володіє унікальними властивостями до акумуляції в біомасі мінеральних елементів. Використання таких властивостей ряски дає можливість створення нових біотехнологічних кормових добавок збагаченими мікроелементами для балансування комбікормів у годівлі сільськогосподарських птиці.

РОЗДІЛ 2

ЗАГАЛЬНА МЕТОДИКА І ОСНОВНІ МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕНЬ

З метою розробки біотехнології збагачення біомаси водорості *Lemna minor* Йодом та використання її за вирощування курчат-бройлерів було визначено загальну схему досліджень (рис. 1).

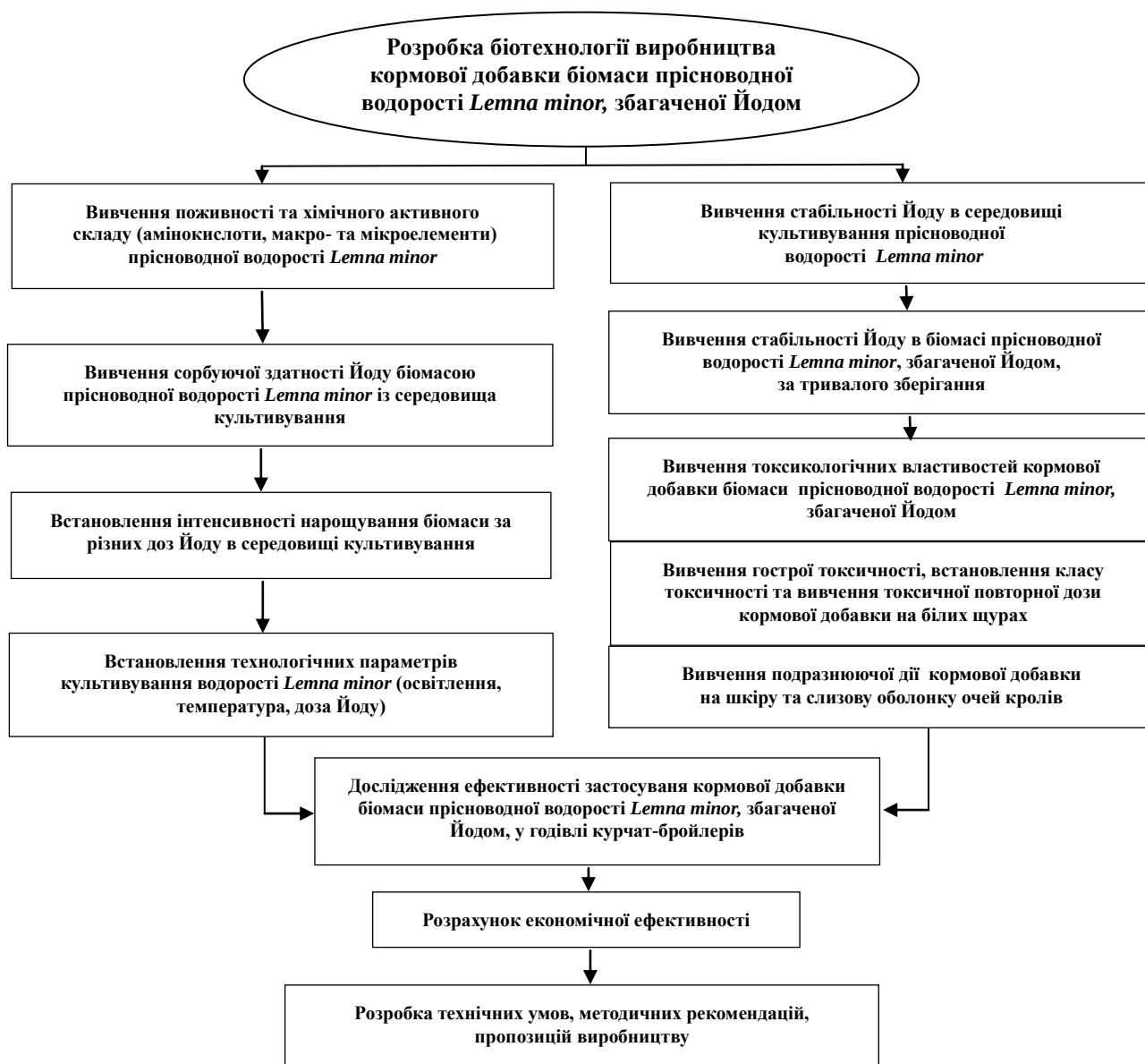


Рис. 1. Загальна схема досліджень

2.1 Визначення поживної цінності та хімічного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*

Для досліджень використовували прісноводну водорість *Lemna minor* взятую з природного середовища. З метою вивчення її поживної цінності, проведено дослідження її хімічного складу за наступними показниками: вміст вологи – згідно з ДСТУ ISO 6496:2005 [261], вміст сирової золи — згідно з ДСТУ ISO 5984:2003 [262], вміст сирого протеїну — згідно з ДСТУ ISO 5983:2003 [263], вміст сирого жиру – згідно з ДСТУ ISO 6492:2003 [264], вміст сирової клітковини – згідно з ДСТУ ISO 6865:2004 [265]. Проведено розрахунок обмінної енергії (ОБЕ) у МДж/кг у перерахунку на суху речовину.

Для вивчення амінокислотного, макро- і мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* і його динаміки, проводили дослідження з її вирощування за внесення в середовище культивування різних доз Йоду, а саме 40, 260, 380, 500, 1000 мг/дм³. Водорості, взяті з природного середовища (природна ставкова вода), вирощували впродовж 30 діб за відповідної вологості і температури повітря. На завершенні досліду вирощену біомасу водоростей було зібрано і висушено за температури 105 °С.

Для визначення вмісту амінокислот у біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* застосовували метод капілярного електрофорезу, який базується на електрокінетичних явищах – електроміграції іонів та інших заряджених частинок і електроосмосі. Дослідження проводились за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105М», яка обладнана спеціальним програмним забезпеченням на основі персонального комп'ютера. «Капель-105М» для даного методу працював від джерела високої напруги з позитивною полярністю, аналіз проводився у касеті з капіляром, внутрішній діаметр якого 50 мкм, повна довжина капіляру 75 см, ефективна довжина 65 см.

Метод базується на розкладі проб кислотним гідролізом (соляною кислотою впродовж 16 год.) з переходом амінокислот у вільні форми фенілізотиокарбамільних похідних (ФТК-похідних), подальшому їх розділенні і

кількісному визначенні методом капілярного електрофорезу. Детектування проводили в УФ-області спектру при довжині хвилі 254 нм [60].

При аналізуванні в приладі виставлялися наступні параметри: довжина хвилі 254 нм, температура в капілярній системі 30 °С, напруга 25 кВ, тиск 0 мбар, введення проби проводилося за тиску 30 мбар впродовж 5 с, загальний час аналізу 15 хв., ведучий електроліт – фосфатний буфер, приготований згідно методики [61, 62].

В натуральній і висушеній біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* проведено визначення вмісту макроелементів у вигляді катіонів і аніонів, зокрема: Калію, Натрію, Магнію, Кальцію, Хлору, Сульфуру, Фосфору згідно з робочими інструкціями, розробленими на основі методик фірми ТОВ «Люмекс» для методу капілярного електрофорезу.

Вимірювання проводили за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105М», яка обладнана спеціальним програмним забезпеченням на основі персонального комп'ютера. Детектування компонентів проводили за непрямым поглинанням за довжини хвилі 276 нм [63, 64, 65].

Пробопідготовку для визначення Мангану, Цинку, Купруму, Кобальту проводили методом кислотної мінералізації з використанням соляної кислоти та екстракції при кип'ятінні. Метод мінералізації зразків в закритих аналітичних автоклавах для вимірювання Селену, Плюмбуму, Хрому і Кадмію, полягає в повній мінералізації зразків сумішшю азотної кислоти за високоочищеною водою у реакційній камері аналітичного автоклаву з резистивним нагрівом та мікрохвильовим розкладанням зразків.

Вміст мікроелементів визначали за допомогою атомно-абсорбційного спектрометру AA240 Z фірми VARIAN з ефектом Зеймана, обладнаного графітовою піччю, за селективним поглинанням світла атомами речовини, переведеної у газоподібний стан, використовуючи електротермічний атомізатор і температурний інтервал 1500 – 2500 °С [266].

2.2 Дослідження технологічних параметрів збагачення біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* Йодом

Для проведення досліджень щодо сорбуючої здатності біомаси *Lemna minor*, було приготовлено середовища культивування з вмістом Йоду 40, 80, 120, 160, 200, 260, 320, 380, 500, 1000, 2000 мг/дм³, в яких впродовж 30 діб проводилося вирощування прісноводної водорості. На початку, через 15 діб та в кінці дослідів проведено визначення вмісту Йоду в біомасі методом капілярного електрофорезу [69, 70].

Для проведення досліджень інтенсивності нарощування біомаси *Lemna minor* було приготовлено середовища культивування з вмістом Йоду 40, 80, 100, 120, 160, 200, 260, 320, 380, 500, 1000, 2000, 4000, 7000, 10000, 15000, 20000, 30000, 45000 мг/дм³, в яких впродовж 30 діб вирощувалася прісноводна водорість *Lemna minor*.

Біомасу *Lemna minor* культивували у воді природній озерній в умовах віварію за цілодобового освітлення з допомогою люмінесцентних ламп потужністю 3000 люкс – 36 Вт кожна.

Культивування водорості проводили в прямокутних скляних ємностях розміром 20x50x60 см. Щоденно гігрометром психометричним контролювали умови довкілля: температура повітря становила 28 – 30⁰С, вологість повітря – 75 – 80 %. Температуру води в скляних ємностях щоденно вимірювали термометром і за період дослідів вона коливалася в межах 22 – 25 °С. У воду кожної з ємностей вносили різні концентрації Йоду у формі калію йодистого з розрахунку на чистий Йод і додавали однакову масу прісноводної водорості *Lemna minor*.

У кінці дослідів було визначено приріст біомаси за відповідних умов зовнішнього середовища (температура, вологість, освітлення).

З метою вивчення стабільності Йоду в біомасі *Lemna minor* методом прискореного старіння, було проведено дослід із збагачення ним біомаси. Для цього водорість *Lemna minor* вирощували у середовищах культивування із вмістом Йоду, а саме: 100 мг/дм³, 200, 300, 500 та 1000 мг/дм³. Вирощування *Lemna minor* проводили впродовж 30 діб.

Дослідні зразки № 1, 2, 3, 4 і 5 з різними концентраціями Йоду висушували за температури 85 °С до отримання сухої біомаси і визначали у них уміст Йоду роданідо-нітритним методом згідно з ГОСТ 28458.

Потім дослідні зразки поміщали в термостат і зберігали за температури 40 і 50 °С впродовж 46 і 23 діб. Такий температурний режим і експериментальний термін зберігання згідно з «Тимчасовою інструкцією з проведення робіт з метою визначення термінів придатності лікарських засобів на основі методу «прискороного старіння» при підвищеній температурі» № 42-2-82 відповідає зберіганню біомаси за температури 20 і 30 °С впродовж 2 років (табл. 2.2.1).

Таблиця 2.2.1

**Схема досліду з вивчення стабільності Йоду в сухій біомасі
прісноводної водорості *Lemna minor* за тривалого зберігання**

Проба	Вміст Йоду в поживному середовищі, мг/дм ³	Маса проби, г	Температурний режим зберігання	Експериментальний термін зберігання
1	100	50	40 і 50 °С	46 діб і 23 доби
2	200	50	40 і 50 °С	46 діб і 23 доби
3	300	50	40 і 50 °С	46 діб і 23 доби
4	500	50	40 і 50 °С	46 діб і 23 доби
5	1000	50	40 і 50 °С	46 діб і 23 доби

Упродовж досліду проводився контроль температурного режиму зберігання дослідних зразків.

На 23 і 46 добу дослід у дослідних зразках за різних температурних режимів проводили визначення Йоду роданідо-нітритним методом згідно з ГОСТ 28458.

Для дослідження стабільності Йоду в середовищі культивування за вирощування прісноводної водорості *Lemna minor*, було взято воду природню ставкову, у яку внесено різні концентрації Йоду, а саме 120 мг/дм³, 500, 1000 та 2000 мг/дм³. У приготованих середовищах впродовж 30 діб культивували *Lemna minor*, температура дослідних середовищ коливалася в межах 25 ± 2 °С. У день приготування та через кожні 10 діб зберігання у них визначали вміст Йоду.

У період проведення досліджень в приміщенні лабораторії дотримувались

наступні умови: температура повітря 27 – 30 °С, вологість повітря 65 – 68 %.

Для контролювання вмісту Йоду в середовищі культивування на базі лабораторії контролю якості кормових добавок і преміксів ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок, було впроваджено і застосовано метод капілярного електрофорезу, який базується на фільтруванні, за необхідності розведенні проб бідистильованою водою, подальшому поділі, ідентифікації і визначенні масової концентрації йодид-іонів. Детектування проводиться за власного поглинання за довжини хвилі 200 нм [66].

В умовах віварію з метою вивчення впливу температури на нарощування біомаси водорості використовували 3 дослідні середовища з вмістом Йоду 500 мг/дм³, враховуючи результати попередніх досліджень з нарощування біомаси і накопичення в ній Йоду за різних доз внесення його в середовище культивування.

У I дослідному середовищі температуру підтримували у межах 20 ± 2 °С, у II – 25 ± 2 °С, у III – 30 ± 2 °С. Культивування водорості проводили в прямокутних скляних ємностях розміром 20x50x60 см, у кожену з яких вносили по 30 г культури водорості.

Дослідження з нарощування біомаси *Lemna minor* за різного освітлення люмінесцентними лампами проводили з використанням такої ж кількості дослідних середовищ культивування та дози Йоду в них: інтенсивність освітлення над I дослідним середовищем становила 1500 ± 30 лк, над II – 3000 ± 30 лк, III – 5000 ± 30 лк відповідно.

Інтенсивність нарощування у двох дослідах встановлювали шляхом зважування біомаси через кожні десять діб. Тривалість дослідів становила 30 діб.

2.3 Вивчення подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом

Експериментальні дослідження при визначенні шкірно-подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом проводили на 5-ох лабораторних кролях масою тіла 2 – 2,5 кг, згідно «Доклінічних

досліджень ветеринарних лікарських засобів» (2006 р.). В день проведення дослідження, у кролів в ділянці лопатки, вистригали волосяний покрив шкіри розміром 6 x 6 см. Підготовлене місце правого боку використовували для аплікації суспензії кормової добавки, а лівого – для контролю. На вистрижену ділянку шкіри кроля скляною лопаткою наносили половину екстракту, решту залишали для повторного нанесення наступної доби [71, 72].

Піддослідних тварин розміщали в індивідуальних клітках, для попередження злизування кролем екстракту, на шию одягали комірець, який знімали через 3 доби. Клінічні спостереження проводили через добу після повторного нанесення екстракту і продовжували спостереження протягом 3 – 5 діб. Залишки досліджуваного засобу змивали з поверхні шкіри теплою водою з господарським милом. Шкіру підсушували ватно-марлевым тампоном. Функціональний стан шкіри в ділянці аплікації оцінювали за наявністю та ступенем запального процесу:

- 1) наявність гіперемії (не більше 2 діб після нанесення), що не супроводжується лущенням шкіри;
- 2) болючості та набряк (з незначним потовщенням шкіри з наступним утворенням окремих лусочок);
- 3) наявність різкої гіперемії, болючості, зморщування і набряку шкіри (значним потовщенням шкіри, на всій ділянці аплікації).

За визначення подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на слизову оболонку ока використовували 5-х лабораторних кролів, яким вносили екстракт досліджуваного засобу в кількості 0,1 мл в кон'юнктивальний мішок лівого ока, при цьому протягом 1 хв. притискали слізно-носовий канал. Праве око слугувало контролем. Після проведеної маніпуляції через 1, 24, 48, 72 години та до 14 доби проводили ретельний огляд очей.

Також, проводили визначення подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на слизову оболонку додатковим методом. Кормову добавку в нативному вигляді з допомогою шпателя наносили на слизову оболонку лівого ока 5-ом лабораторним кролям.

Спостереження очей проводили через 1, 24, 48, 72 години та до 14 доби.

Оцінку подразнюючої дії досліджуваної добавки на слизову оболонку очей проводили за наявністю вираженої гіперемії, набряку та виділень згідно бальної системи приведеної в таблиці 2.3.1.

Таблиця 2.3.1

**Шкала оцінки шкідливої дії досліджуваних речовин на
слизову оболонку очей у кролів**

Клінічні прояви	Бали
А. Гіперемія кон'юнктиви та рогівки	
1. Судини ін'єковані	1
2. Окремі судини погано проглядаються	2
3. Дифузне глибоке почервоніння	3
Б. Набряк повік	
1. Незначний набряк	1
2. Виражений набряк з частковим виверненням повіки	2
3. Значний набряк око закрите на половину	3
4. Око закрите більше як на половину	4
В. Виділення	
1. Мінімальна кількість в кутику ока	1
2. Кількість виділень зволожує повіку	2
3. Кількість виділень зволожує повіку та шкіру навколо	3

2.4 Вивчення токсичності кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на лабораторних щурах

Із метою збереження тварин та дотримання біоетичних вимог визначення гострої токсичності кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, було проведено методом: «Acute Oral Toxicity – Up-and-Down-Procedure (UDP)» OECD Test № 423 [228, 229].

При маніпуляціях з тваринами дотримувалися положення «Європейської Конвенції про захист хребетних тварин, які використовуються для експериментальних та наукових цілей» (Страсбург, 1986) та ухвали Першого національного конгресу з біоетики (Київ, 2001).

Принцип методу визначення класу гострої токсичності полягає у поетапній процедурі з використанням 3-х тварин однієї статі (використовували самок) на кожному етапі та заснований на біометричному оцінюванні [3 – 6] з фіксованими дозами, які розподілені за часом прийому так, щоб було можливо оцінити кормову добавку за ступенем небезпеки і систематизувати результати.

Рівень початкової дози був таким, щоб з найбільшою вірогідністю викликати загибель деяких з тварин, яким задавали один із чотирьох фіксованих рівнів доз (5, 50, 300 та 2000 мг/кг маси тіла).

На підставі аналізу складу добавки та попередніх досліджень кормової добавки було визначено початкову дозу, яка становила 2000 мг/кг маси тіла. Рисунок 3 описує послідовність, якої дотримувалися для початкової дози.

Дослід проводили в умовах віварію ДНДКІ на білих щурах-аналогах, самках 3 – 4 місячного віку з масою тіла 190 – 200 г.

Перед пероральним введенням кормової добавки тварин не годували впродовж 12 годин. Для проведення досліджень на першому етапі було сформовано за принципом аналогів групу тварин у кількості 3 голови. Тваринам вводили кормову добавку з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачену Йодом, вводили внутрішньошлунково за допомогою металевого зонда у вигляді екстракту з 1 % крохмалем, у дозі 2000 мг/кг маси тіла, введення проводили дворазово по 5,0 мл.

Після перорального введення кормової добавки, допуск до корму надавали через 3 – 4 години, при постійному забезпеченні тварин водою. Годівлю щурів проводили повнораціонним гранульованим комбікормом згідно встановлених норм годівлі. Токсичну дію кормової добавки на організм щурів вивчали методом спостереження за поведінкою піддослідних тварин, фіксуючи їх клінічний стан і загибель.

Схема проведення досліджень з вивчення гострої токсичності та встановлення класу токсичності кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на лабораторних щурах наведена на рис. 2.4.1.

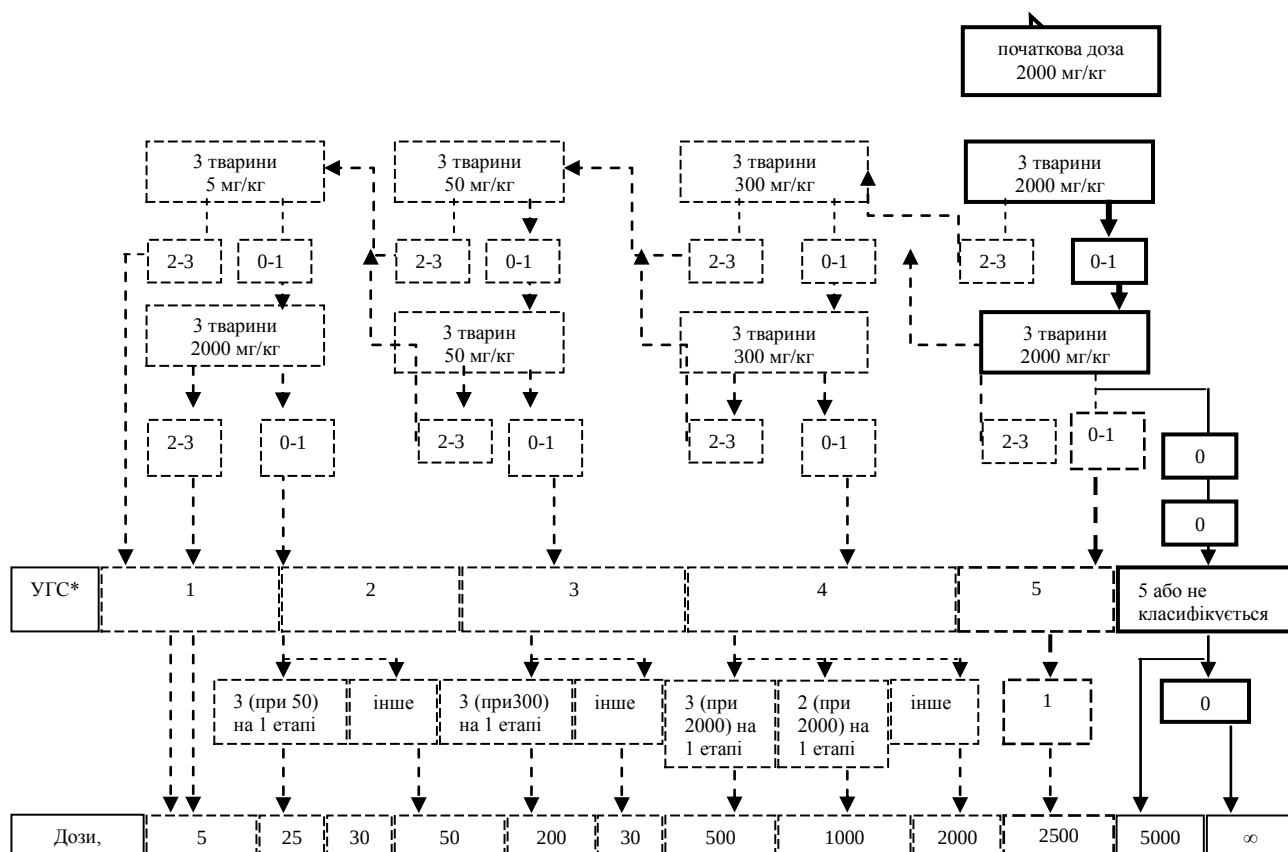


Рис. 2.4.1. Схема проведення досліджень

— - дослід;

----- - шляхи можливого розвитку дослідів;

0, 1, 2, 3 - кількість тварин, які загинули;

*УГС – Узгоджена на глобальному рівні система класифікації небезпеки та маркування хімічної продукції

Враховуючи дані, отримані при вивченні шкірно-подразнюючої дії і гострої токсичності добавки, було прийнято рішення провести дослідження токсичності повторної дози за схемою максимально граничної дози [230].

Дослідження токсичності повторної дози проводили за схемою максимально граничної дози методом «Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study in Rodents» OECD Guidelines for the testing of chemicals Test № 407.

Оскільки, доза 2000 мг/кг маси тіла при вивченні гострої токсичності не викликала загибелі дослідних тварин і будь-яких відхилень з боку поведінкових реакцій і загального стану щурів, її було взято за основу для проведення досліджень.

Для досліду було сформовано 3 групи здорових дорослих лабораторних щурів, 1 контрольна і 2 дослідних, із застосуванням випадкового відбору. Тварин ідентифікували по групах і помістили в клітки за 5 днів до початку проведення дослідження для їх адаптації до відповідних умов. Групи тварин нараховували по 10 особин (5 самців і 5 самок) середньою живою масою 180 – 200 г. На початку дослідження коливання ваги тварин не перевищувало $\pm 20 \%$ від середньої ваги для кожної статі.

Контрольній групі тварин згодовували стандартний комбікорм. Досліджувана добавка згодовувалася з кормом 7 днів на тиждень впродовж 28 днів, у дозі: тваринам I дослідної групи з розрахунку 1000 мг/кг, II дослідної групи – 2000 мг/кг маси тіла. Впродовж досліду тварини мали постійний доступ до питної води.

Загальні клінічні спостереження здійснювали щоденно, беручи до уваги стан здоров'я, захворюваність, загибель, споживання корму і води, стан шкіри, шкірних покривів і слизових оболонок, вплив на секреторні та екскреторні функції, сльозовиділення, розмір зіниць, незвичні респіраторні явища, зміни в ході, поставі і реакції на догляд, наявність клонічних або тонічних рухів, стереотипів (наприклад, надмірна чистка хутра, періодично повторюване ходіння по колу) або дивна поведінка (наприклад, самоушкодження, ходіння назад). Всіх тварин зважували один раз у тиждень.

На початку та в кінці досліду у лабораторних тварин відбирали зразки крові для проведення гематологічних та морфологічних досліджень за показниками: концентрації гемоглобіну – гемоглобінціанідним методом (з ацетонціангідрином); загальної кількості еритроцитів та лейкоцитів шляхом підрахунку за допомогою лічильної камери Горяєва під мікроскопом. Диференціальний підрахунок лейкоцитів проводили мікроскопічною оцінкою сухих, фіксованих метиловим спиртом та пофарбованих барвником Романовського-Гімза, мазків крові.

Дослідження сироватки крові було проведено за наступними показниками: вміст загального білка у сироватці крові за допомогою рефрактометра ІРФ-22, активність АлАТ, АсАТ, ЛФ визначали за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора HumaLyzer 3000 з використанням стандартних наборів

фірми Human. В сироватці крові – вміст загального білка за біуретовою реакцією, вміст амінного нітрогену за методом Г. А. Узбекова, креатиніну – за кольоровою реакцією Яффе, сечовини – за кольоровою реакцією з діацетилмонооксимом [1, 57].

Дані гематологічних і біохімічних досліджень обробляли статистично з вирахуванням середніх арифметичних величин (M), середньої квадратичної помилки (m) і ступеня вірогідності різниці (p) між показниками. Статистичну обробку результатів досліджень проводили за методикою, описаною І. А. Ойвінім (1960) [104], з використанням статистичного програмного пакету Statystic 5,0 для Windows XP.

Для патологоанатомічного дослідження в кінці досліду було проведено забій тварин, та досліджено внутрішні органи та визначено їх масу.

2.5 Вивчення ефективності застосування добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» на організм курчат-бройлерів

Ефективність згодовування добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» проведено в ході науково-господарського досліду на курчатах-бройлерах відповідно до вимог зоотехнічного експерименту. Дослідження проводили на базі Фермерського господарства «Варіо-курчата» с. Сопошин, Жовківського р-ну, Львівської обл. Курчат-бройлерів кросу «Росс 308» з 10-денного віку було розділено на 4 групи: контрольну і 3 дослідних в кількості по 1000 гол.

Контрольній групі птиці згодовували стандартні комбікорми: стартер до 10 доби годівлі, гровер з 11 до 25 доби годівлі, фінішер з 25 доби до забою, з вмістом Йоду 2 мг/кг у вигляді калію йодистого. Компонентний склад комбікормів: зерна злакових культур, шротів олійних культур, рослинні жири, вітамінно-мінеральна добавка.

Дослідні групи курчат-бройлерів отримували комбікорм з внесенням різних доз добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД». Перша дослідна група

отримувала комбікорм з внесенням 1 мг Йоду у вигляді калію йодистого та 1 мг Йоду на 1 кг комбікорму у вигляді кормової добавки, друга дослідна група – 2 мг Йоду на 1 кг комбікорму у вигляді досліджуваної кормової добавки, третя дослідна група – 3 мг Йоду на 1 кг комбікорму у вигляді досліджуваної кормової добавки (табл. 2.5.1). Дослід тривав до 42 доби життя курчат-бройлерів.

Таблиця 2.5.1

**Схема досліду з вивчення ефективності застосування добавки кормової
«ЛМЙОД» у складі комбікормів для курчат-бройлерів, n=1000**

Група	Використаний комбікорм	Доза внесення добавки, г/кг
Контрольна	Основний комбікорм	-
I дослідна	ОК + 50 % КІ + 50 % кормової добавки (КД)	0,52
II дослідна	ОК + 100 % Йоду за рахунок КД	1,05
III дослідна	ОК + 150 % Йоду за рахунок КД	1,58

Протягом всього досліду птиця знаходилася під спостереженням, при цьому враховували споживання корму і води, стан пір'яного покриву і слизових оболонок, поведінку, вагу, збереженість поголів'я, гематологічні і біохімічні показники крові, досліджуватися функціональний стан печінки. Щодокади контролювали масу тіла та середньодобові прирости курчат, а також конверсію корму.

На початку та в кінці досліду в птиці дослідних і контрольної груп відбирали кров для проведення гематологічних, морфологічних та біохімічних досліджень крові та сироватки, методами зазначеними вище [1, 57].

Вміст у сироватці крові Кальцію, неорганічного Фосфору, загального холестеролу, триацилгліцеролів та ліпідів, активність АлАТ, АсАТ, ЛФ, ЛДГ визначали за допомогою напівавтоматичного біохімічного аналізатора HumaLyzer 3000 з використанням стандартних наборів фірми Human.

Вміст у сироватці крові альбумінів та глобулінів визначали методом електрофорезу за допомогою приладу для мікронального електрофорезу Scan Power 300, Hospitex Diagnostics.

В кінці досліду проведено патолого-морфологічні дослідження печінки, підшлункової залози, шлунку, нирок, кишечника, визначено масу органів.

У крові, печінці та м'ясі курчат-бройлерів визначено вміст амінокислот і Йоду методом капілярного електрофорезу. В пробах м'яса визначено показники поживності згідно з загальноприйнятими методами [58].

Концентрацію тироксину (T4) та трийодтироніну (T3), визначали у сироватці крові курчат-бройлерів за допомогою аналізатора імуноферментного фотоелектричного «BIO-TEK Instruments, Inc» (США), tT4 і tT3 Test System, виробництва фірми «Monobind Inc.», (США) .

Усі дослідження обробляли статистично за методикою, описаною І. А. Ойвіним (1960) [104].

В кінці досліду було проведено економічну оцінку ефективності застосування добавки за виходом кінцевого продукту (живої маси вирощеного поголів'я птиці) з розрахунку на одну голову. Економічний ефект обчислювали як вартість додаткової живої маси птиці, одержаної в дослідних групах, у порівнянні з контрольною, а також провели розрахунок рентабельності від застосування кормової добавки. При обчисленні економічного ефекту за основу брали закупівельну ціну 1 кг маси тіла – 33,0 грн.

РОЗДІЛ 3

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕНЬ

3.1 Визначення поживної цінності та хімічного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом

3.1.1 Визначення поживної цінності та амінокислотного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення різних доз Йоду

Для введення в склад комбікорму прісноводної водорості *Lemna minor*, як кормової добавки, необхідно всесторонньо вивчити її поживність, амінокислотний склад, тощо, для подальшого балансування раціону тварин і птиці за життєво важливими біологічно активними речовинами.

Після проведення досліджень поживної цінності натуральної та сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* були отримані наступні результати, вміст води в середньому становив 92,8 %, сухої речовини – 7,2 %.

Отримані результати свідчать, що суха біомаса прісноводної водорості *Lemna minor* за своєю поживною цінністю може застосовуватися, як додаткове джерело білка у складі комбікормів. Інші показники наведено в таблиці 3.1.1.1.

Таблиця 3.1.1.1

Результати визначення поживності прісноводної водорості *Lemna minor*

(M±m, n=5)

Назва показника	Уміст на суху речовину, %	Уміст на фактичну вологу, %
Вміст сирової золи, %	18,6 ± 0,11	1,34 ± 0,051
Вміст сирового протеїну, %	21,1 ± 0,24	1,52 ± 0,037
Вміст сирового жиру, %	1,1 ± 0,13	0,1 ± 0,02
Вміст сирової клітковини, %	11,18 ± 0,294	0,8 ± 0,08
Обмінна енергія, ккал/100 г	285,0 ± 4,07	20,2 ± 0,45

У натуральній біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* міститься 1,52 %

білку, що становить 21,1 % у перерахунку на абсолютно суху речовину. Дослідження показали, що за внесення різних доз Йоду вміст води зменшується з 92,4 % за внесення 100 мг/дм³ Йоду до 91,3 % за внесення 2000 мг/дм³ Йоду, а вміст сухої речовини – збільшується з 7,6 % до 8,5 % відповідно.

Результати вмісту білка у нативній та сухій біомасі водорості залежно від внесення в поживне середовище різних доз йоду, наведені в табл. 3.1.1.2.

Таблиця 3.1.1.2

**Вміст білка в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*
за різних доз Йоду, ($M \pm m$, $n=5$)**

Дози внесення йоду в поживне середовище, мг/дм ³	Вміст на фактичну вологу, %	Вміст на абсолютно суху речовину, %
100	$1,65 \pm 0,11$	$21,5 \pm 0,10$
500	$1,74 \pm 0,09$	$22,3 \pm 0,07$
1000	$1,92 \pm 0,12$	$23,7 \pm 0,16$
2000	$2,05 \pm 0,15$	$24,1 \pm 0,23$

Отримані результати свідчать, що підвищення вмісту білка в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* прямопропорційно до збільшення вмісту сухої речовини у ній. За внесення в середовище культивування 100 мг/дм³ Йоду, вміст білка у сухій речовині водорості зріс на 1,9 %, за внесення 500 мг/дм³ – на 5,6 %, за 1000 мг/дм³ – на 12,3 %, 2000 мг/дм³ – на 14,2 %, порівняно з натуральною сухою біомасою.

Отже, збагачення біомаси *Lemna minor* Йодом, сприяє зростанню вмісту сухої речовини і загального білка у ній.

Дослідження амінокислотного складу сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, проведені за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105М», подано на електрофореграмі рис. 3.1.1.1.

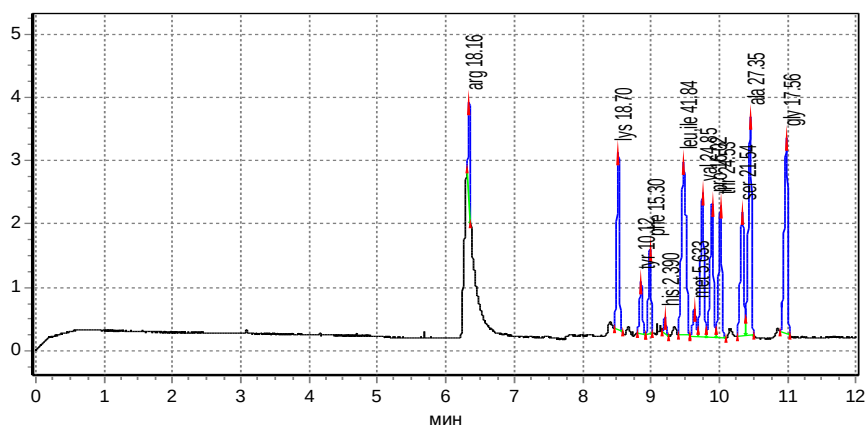


Рис. 3.1.1.1. Електрофореграма вмісту амінокислот у сухій біомасі
прісноводної водорості *Lemna minor*

Для порівняння результатів амінокислотного складу сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* з рослинною сировиною, яка застосовується при виробництві комбікормів, було проаналізовано зерно гороху. Отримані результати наведено в табл. 3.1.1.3.

Таблиця 3.1.1.3

**Амінокислотний склад сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*
та гороху ($M \pm m$, $n=3$)**

Назва амінокислоти	Уміст амінокислот, %	
	Суша біомаса прісноводної водорості <i>Lemna minor</i>	Горох
Аргінін (arg)	$2,31 \pm 0,079$	$2,44 \pm 0,102$
Лізин (lys)	$1,20 \pm 0,130$	$2,16 \pm 0,096$
Тирозин (tyr)	$0,84 \pm 0,043$	$0,71 \pm 0,028$
Фенілаланін (phe)	$0,53 \pm 0,031$	$1,21 \pm 0,035$
Гістидин (his)	$0,08 \pm 0,008$	$0,08 \pm 0,005$
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile)	$2,71 \pm 0,068$	$3,22 \pm 0,121$
Метіонін (met)	$0,40 \pm 0,050$	$0,19 \pm 0,017$
Валін (val)	$1,60 \pm 0,110$	$1,32 \pm 0,084$
Пролін (pro)	$1,14 \pm 0,091$	$1,01 \pm 0,063$
Треонін (thr)	$1,55 \pm 0,171$	$1,42 \pm 0,133$
Серін (ser)	$1,41 \pm 0,127$	$1,64 \pm 0,140$
Аланін (ala)	$1,91 \pm 0,153$	$1,54 \pm 0,118$

Проаналізувавши отримані результати, слід відмітити, що вміст амінокислот у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* є близьким до гороху за

аргініном, тирозином, валіном, проліном, серіном, аланіном, треоніном і гліцином. Уміст лізину в сухій біомасі водорості є на 49,0 % нижчим, ніж у горосі, а уміст незамінної амінокислоти метіоніну в біомасі – на 52,5 % вищим.

Отже, можна зробити висновок, що суха біомаса *Lemna minor* містить весь набір незамінних амінокислот і може застосовуватися для балансування комбікормів для птиці за їх вмістом.

Результати динаміки вмісту амінокислот у сухій біомасі *Lemna minor* за внесення різних доз Йоду в середовище культивування наведено в табл. 3.1.1.4.

Таблиця 3.1.1.4

Динаміка амінокислотного складу сухої біомаси прісноводної водорості

Lemna minor за різних доз Йоду ($M \pm m$, $n=3$)

Назва амінокислоти	Натуральна прісноводна водорість <i>Lemna minor</i>	Уміст Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³			
		100	500	1000	2000
Аргінін (arg), %	2,31 ± 0,122	2,32 ± 0,091	2,38 ± 0,061	2,53 ± 0,104	2,69 ± 0,150
Лізін (lys), %	1,20 ± 0,071	1,08 ± 0,087	1,15 ± 0,051	1,17 ± 0,067	1,26 ± 0,071
Тирозин (tyr), %	0,84 ± 0,035	0,73 ± 0,074	0,77 ± 0,025	0,74 ± 0,052	0,71 ± 0,085
Фенілаланін (phe), %	0,53 ± 0,054	0,76 ± 0,152	0,85 ± 0,123	0,89 ± 0,199	1,11 ± 0,217
Гістидин (his), %	0,08 ± 0,011	0,11 ± 0,023	0,16 ± 0,045	0,13 ± 0,036	0,15 ± 0,059
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile), %	2,71 ± 0,185	2,82 ± 0,131	2,85 ± 0,168	2,91 ± 0,223	2,98 ± 0,207
Метіонін (met), %	0,40 ± 0,077	0,34 ± 0,028	0,35 ± 0,047	0,34 ± 0,033	0,44 ± 0,098
Валін (val), %	1,60 ± 0,203	1,27 ± 0,112	1,38 ± 0,146	1,51 ± 0,172	1,45 ± 0,125
Пролін (pro), %	1,14 ± 0,157	0,74 ± 0,091	0,75 ± 0,109	0,71 ± 0,061	0,97 ± 0,136
Треонін (thr), %	1,55 ± 0,104	1,45 ± 0,056	1,66 ± 0,152	1,54 ± 0,088	1,79 ± 0,181
Серін (ser), %	1,41 ± 0,171	1,25 ± 0,103	1,32 ± 0,080	1,44 ± 0,166	1,56 ± 0,110
Аланін (ala), %	1,91 ± 0,235	1,63 ± 0,166	1,57 ± 0,121	1,83 ± 0,212	1,87 ± 0,251
Гліцин (gly), %	1,25 ± 0,049	1,21 ± 0,075	1,31 ± 0,105	1,46 ± 0,133	1,48 ± 0,055
Глутамінова кислота (glu), %	1,19 ± 0,103	1,15 ± 0,129	1,28 ± 0,066	1,53 ± 0,246	1,56 ± 0,232
Аспарагінова кислота (asp), %	2,33 ± 0,317	2,31 ± 0,268	2,27 ± 0,184	2,92 ± 0,394	2,95 ± 0,353
Цистин (cys), %	0,15 ± 0,051	0,18 ± 0,037	0,22 ± 0,108	0,23 ± 0,055	0,20 ± 0,028
Триптофан (trp), %	0,12 ± 0,040	0,17 ± 0,071	0,12 ± 0,0163	0,21 ± 0,067	0,25 ± 0,054

За дослідження вмісту амінокислот у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* спостерігається збільшення вмісту аргініну за внесення Йоду 1000 мг/дм³ – на 9,5 %, за 2000 мг/дм³ – на 16,4 %. Уміст лізину, метіоніну, треоніну, тирозину суттєво не відрізнявся між дослідними і контрольним зразками.

Відмічено зниження вмісту валіну у біомасі *Lemna minor* за внесення 100 мг/дм³ Йоду на 25,9 %, проліну – на 54,0 %, аланіну – на 17,2 %, за внесення 1000 мг/дм³ Йоду уміст цих же амінокислот знижувався на 5,9, 60,0, 4,37 %, відповідно, порівняно з натуральною сухою біомасою. Сумарний вміст лейцину та ізолейцину поступово зростав з 4,0 % до 10,0 %, відповідно, зі збільшенням Йоду в середовищі культивування. Кількість серіну, гліцину, аспарагінової і глютамінової кислот спочатку знижувалася за внесення Йоду 100 і 500 мг/дм³ в середовище культивування, а за внесення 1000 і 2000 мг/дм³ зростала максимально на 10,6 %, 18,4 %, 26,6 % і 31,1 % відповідно. Найбільш суттєво зріс вміст фенілаланіну поступово в 1,5 – 2 рази, гістидину вдвічі за дози внесення Йоду 500 мг/дм³, цистину на 53,3 % за дози внесення Йоду 1000 мг/дм³ і триптофану вдвічі за дози внесення 2000 мг/дм³, порівняно з натуральною біомасою.

3.1.2 Вивчення макро- та мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення різних доз Йоду

Тісно пов'язані із засвоєнням та обміном Йоду в щитовидній залозі такі макроелементи, як Магній і Кальцій. Потреба у Йоді збільшується за годівлі тварин і птиці бобовими (люпин, соя, горох тощо), в яких міститься багато Кальцію, оскільки його надлишок викликає гіперфункцію щитовидної залози. Отже, існує взаємозв'язок між рівнем Кальцію і Йоду в раціоні [4, 55].

На засвоєння Йоду в організмі опосередковано через функцію щитовидної залози впливає і рівень Магнію, обмін якого погіршується за тривалого надлишку Калію, а підвищена кількість Магнію призводить до збільшення виведення Кальцію з організму, який в свою чергу пов'язаний з обміном Йоду [227].

В дослідженнях австрійських вчених зазначається, що процес накопичення Йоду клітинами шлунка порушують нітрат-, нітрит-іони, а за надлишку Хлору, Йод стає малодоступним і не може повноцінно засвоюватися [225].

Зважаючи на вплив макроелементів на засвоєння і процеси обміну Йоду в організмі, раціони сільськогосподарської птиці необхідно ретельно балансувати за

їх вмістом, а при введенні в раціон нових компонентів у вигляді біотехнологічних кормових добавок, важливо всесторонньо вивчати їх склад, з метою запобігання небажаних впливів на організм [177, 227].

Дослідження катіонного складу сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, проведені за допомогою системи капілярного електрофорезу «Капель-105М», подано на електрофореграмі (рис. 3.1.2.1).

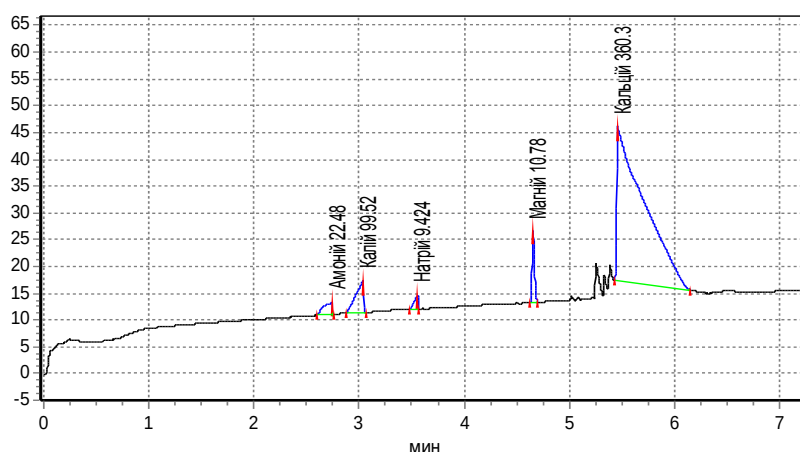


Рис. 3.1.2.1. Електрофореграма катіонного складу сухої біомаси *Lemna minor* за внесення 260 мг/дм³ Йоду в середовище культивування

Отримані результати вмісту Калію, Натрію, Магнію і Кальцію у натуральній біомасі водорості та в біомасі, залежно від внесення в середовище культивування різних доз йоду, наведені в табл. 3.1.2.1.

Таблиця 3.1.2.1

Уміст деяких макроелементів у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* за різних доз Йоду в середовищі культивування ($M \pm m$, $n=5$)

Дози Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³	Калій, %	Натрій, %	Магній, %	Кальцій, %
-	1,50 ± 0,053	0,21 ± 0,031	0,33 ± 0,025	2,25 ± 0,233
40	1,51 ± 0,035	0,21 ± 0,028	0,32 ± 0,024	2,16 ± 0,187
260	1,05 ± 0,059***	0,10 ± 0,027*	0,11 ± 0,018***	3,61 ± 0,230**
380	1,58 ± 0,056	0,16 ± 0,023	0,11 ± 0,014***	3,49 ± 0,217**
500	1,98 ± 0,074***	0,11 ± 0,019**	0,12 ± 0,017***	2,85 ± 0,268
1000	2,54 ± 0,110***	0,10 ± 0,020**	0,13 ± 0,020***	2,74 ± 0,242
2000	3,10 ± 0,129***	0,12 ± 0,022*	0,14 ± 0,026***	3,10 ± 0,198*

Примітка (тут і надалі): різниця статистично вірогідна порівняно до контролю: * – $p \leq 0,05$; ** – $p \leq 0,01$; *** – $p \leq 0,001$.

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що за внесення різних доз Йоду в середовище культивування для вирощування прісноводної водорості *Lemna minor* спостерігається статистично вірогідне зниження засвоєння Натрію і Магнію в її біомасі. Уміст Калію за внесення Йоду 40, 260 і 380 мг/дм³ суттєво не відрізнявся від його вмісту в натуральній біомасі.

Однак, за збільшення дози внесення Йоду 500 і 1000 мг/дм³ в середовищі культивування, вміст Калію у біомасі водорості зріс на 31,5 і на 69,4 %, а за внесення 2000 мг/дм³ Йоду – удвічі, порівняно з вмістом цього елемента в натуральній біомасі. Уміст Кальцію в біомасі *Lemna minor* за внесення Йоду 40 мг/дм³ в середовище культивування був на рівні вмісту його у натуральній біомасі. Збільшення вмісту Кальцію спостерігалось за внесення Йоду 260 і 380 мг/дм³ в середовище культивування – на 60,3 % та на 54,8 %, відповідно, порівняно з натуральною біомасою. За збільшення внесення Йоду накопичення Кальцію у біомасі водорості дещо знижувалося і його вміст був на 26,6 % (500 мг/дм³ Йоду) та на 21,5 % (1000 мг/дм³ Йоду) вищим, порівняно з його вмістом у натуральній біомасі.

Електрофореграму аніонного складу сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення 1000 мг/дм³ Йоду в середовище культивування представлено на рисунку 3.1.2.2.

Згідно даної електрофореграми у біомасі *Lemna minor* ідентифіковано хлориди, нітрати, фосфати і сульфати.

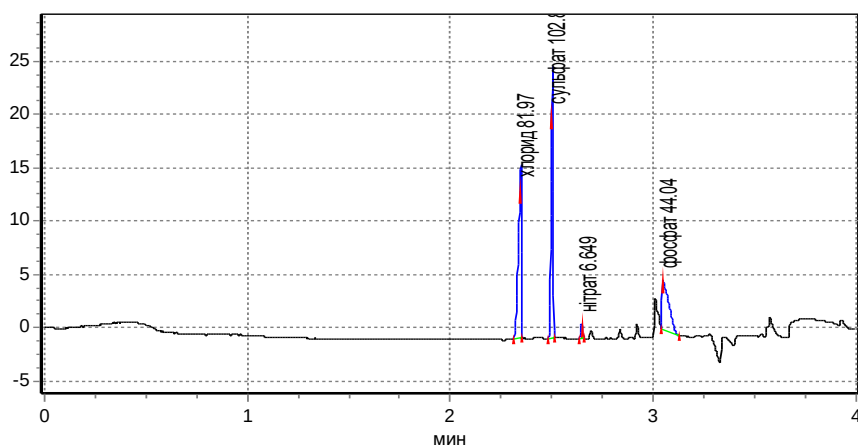


Рис. 3.1.2.2. Електрофореграма аніонного складу сухої біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення 1000 мг/дм³ Йоду в середовище культивування

Результати досліджень вмісту хлоридів, нітратів, фосфатів і сульфатів у натуральній сухій біомасі водорості *Lemna minor* та за внесення різних доз Йоду в середовище культивування наведено в таблиці 3.1.2.2.

Таблиця 3.1.2.2

**Уміст деяких аніонів у сухій біомасі *Lemna minor*, збагаченій Йодом,
($M \pm m$, $n=5$)**

Дози Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³	Хлориди, %	Нітрати, %	Фосфати, %	Сульфати, %
-	$1,12 \pm 0,031$	$0,08 \pm 0,011$	$0,04 \pm 0,006$	$2,18 \pm 0,327$
40	$1,14 \pm 0,027$	$0,07 \pm 0,005$	$0,04 \pm 0,007$	$3,01 \pm 0,133^*$
260	$1,06 \pm 0,055$	$0,07 \pm 0,009$	$0,07 \pm 0,012$	$1,99 \pm 0,218$
380	$0,93 \pm 0,038$	$0,06 \pm 0,004$	$0,28 \pm 0,017^{***}$	$2,75 \pm 0,309$
500	$0,65 \pm 0,071^{***}$	$0,07 \pm 0,007$	$0,29 \pm 0,018^{***}$	$2,37 \pm 0,223$
1000	$0,43 \pm 0,025^{***}$	$0,05 \pm 0,003$	$0,37 \pm 0,021^{***}$	$2,80 \pm 0,196$
2000	$0,42 \pm 0,019^{***}$	$0,06 \pm 0,008$	$0,34 \pm 0,020^{***}$	$2,56 \pm 0,205$

Результати, отримані при дослідженні аніонного складу сухої біомаси водоростей *Lemna minor*, свідчать, що внесення різних доз Йоду суттєво не впливає на вміст у ній сульфатів і нітратів, порівняно з біомасою вирощеною на середовищі культивування без додавання Йоду. Спостерігається вірогідне зниження вмісту хлоридів за внесення 500 мг/дм³ Йоду в середовище культивування на 72,3 %, а за внесення 2000 мг/дм³ Йоду – в три рази. Вміст фосфатів із збільшенням дози Йоду в середовищі культивування зростає в 6,6 – 8,9 разів, порівняно з натуральною біомасою, особливо за внесення Йоду 380, 500 і 1000 мг/дм³, що є статистично вірогідним.

Для вивчення мікроелементного складу біомасу натуральної *Lemna minor* та отриману шляхом вирощування у середовищах культивування з вмістом Йоду 40, 260, 380, 500, 1000 мг/дм³, через 30 діб досліду зібрали, висушили і провели мінералізацію двома способами. В отриманих мінералізатах визначили вміст Мангану, Цинку, Купруму, Кобальту, Селену, Плюмбуму, Хрому і Кадмію. Одержані результати наведено в таблиці 3.1.2.3.

Таблиця 3.1.2.3

Уміст мікроелементів у сухій біомасі прісноводній водорості *Letna minor* за збагачення Йодом ($M \pm m$, $n=5$)

Показник, мг/кг	Дози Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³						
	Нативна біомаса	40	260	380	500	1000	2000
Купрум (Cu)	3,9 ± 0,24	3,4 ± 0,37	3,1 ± 0,29	2,5 ± 0,19**	3,0 ± 0,26	3,1 ± 0,35	2,9 ± 0,24*
Цинк (Zn)	162,0 ± 12,97	74,0 ± 4,24***	68,5 ± 5,96***	81,6 ± 7,53***	25,7 ± 4,15***	31,8 ± 5,27***	40,5 ± 4,39***
Манган (Mn)	520,0 ± 14,64	670,0 ± 15,50***	796,0 ± 17,01***	880,0 ± 18,72***	980,0 ± 21,44***	1488,0 ± 48,72***	1672,0 ± 52,53***
Кобальт (Co)	0,73 ± 0,042	0,5 ± 0,38**	0,35 ± 0,043***	0,36 ± 0,037***	0,60 ± 0,056*	0,8 ± 0,22	0,73 ± 0,196
Хром (Cr)	8,2 ± 0,25	7,3 ± 0,27	3,6 ± 0,31***	2,9 ± 0,33***	3,7 ± 0,38***	3,4 ± 0,41***	3,2 ± 0,21***
Селен (Se)	0,69 ± 0,073	0,76 ± 0,068	0,79 ± 0,092	0,83 ± 0,51*	0,86 ± 0,042*	0,9 ± 0,41**	0,98 ± 0,055**
Кадмій (Cd)	0,03 ± 0,008	0,03 ± 0,012	0,02 ± 0,036	0,03 ± 0,021	0,03 ± 0,033	0,02 ± 0,014***	0,05 ± 0,022***
Плюмбум (Pb)	1,5 ± 0,11	1,34 ± 0,125	0,8 ± 0,08***	1,12 ± 0,053	0,47 ± 0,016***	0,58 ± 0,021***	0,86 ± 0,118***

Аналізуючи отримані результати, можна зробити висновок, що додавання в середовище культивування різних доз Йоду суттєво не впливає на вміст Купруму і Кадмію в сухій біомасі прісноводної водорості *Letna minor*.

Уміст Цинку в натуральній біомасі становив 162,0 мг/кг. За додавання в середовище культивування 40 мг/дм³ Йоду, вміст Цинку на 54,3 %, за додавання 260 мг/дм³ – на 57,5 %, 380 мг/дм³ – на 49,6 %, за дози 500 мг/дм³ – на 84,1 % та 1000 мг/дм³ – на 80,4 % знижувався порівняно з його вмістом у натуральній сухій біомасі. Отримані результати підтверджують факт антагонізму між цими мікроелементами.

Така ж картина спостерігається і за вмістом Хрому, який знижується пропорційно до збільшення вмісту Йоду в середовищі культивування. Уміст Хрому за дози 40 мг/дм³ становив 7,3 мг/кг, що на 10,9 % нижче, порівняно з його вмістом у натуральній біомасі. Дози Йоду від 260 до 1000 мг/дм³ суттєво не впливали на вміст Хрому в сухій біомасі між ними, а порівняно з натуральною – сприяли зниженню елемента на 64,4 %.

Додавання різних доз Йоду в середовища культивування сприяло збільшенню у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* вмісту Мангану і Селену. Зростання вмісту Мангану спостерігалось за внесення всіх доз Йоду: так за 40, 260, 320 та 500 мг/дм³ концентрація Мангану зроста, відповідно, на 28,8, 53,0, 69,2 та 88,5 %, порівняно з його вмістом у натуральній біомасі. За внесення в середовище культивування 1000 мг/дм³ Йоду, вміст Мангану зріс у 2,8 рази.

Внесення Йоду в дозах 40, 260 і 380 мг/дм³ сприяло зниженню кількості Кобальту в 1,5 – 2 рази, однак, при збільшенні концентрації Йоду до 500 та 1000 мг/дм³, вміст Кобальту повернувся до його рівня в натуральній біомасі.

Вміст Селену зростає пропорційно до збільшення концентрації Йоду в середовищах культивування, а саме: за внесення 40 мг/дм³ Йоду – на 10,1 %; 260 мг/дм³ Йоду – на 14,5 %; 380 мг/дм³ – на 20,3 %; 500 мг/дм³ – на 24,6 %; 1000 мг/дм³ – на 30,4 %; 2000 мг/дм³ – на 42,0 %, порівняно з його вмістом у нативній біомасі.

Акумуляція Плюмбуму в сухій біомасі водорості знижувалася із зростанням дози Йоду. За вмісту Йоду у середовищі культивування 500 та 1000 мг/дм³ концентрація Плюмбуму у біомасі *Lemna minor* зменшилась у 2,5 – 3 рази подібно із водоростями вирощеними без додавання Йоду.

3.2 Дослідження технологічних параметрів збагачення біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* Йодом

3.2.1 Вивчення сорбуючої здатності біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за рівнем акумуляції Йоду

Через 15 діб культивування та в кінці дослідів методом капілярного електрофорезу визначали вміст Йоду в біомасі водоростей *Lemna minor*.

У процесі вирощування біомаси *Lemna minor* у середовищах з умістом Йоду 120, 500, 1000, 2000 мг/дм³ контролювали стабільність умісту Йоду на 10, 20 добу та в кінці дослідів. Електрофореграму, отриману за контролювання вмісту Йоду в сухій біомасі, наведено на рис. 3.2.1.1.

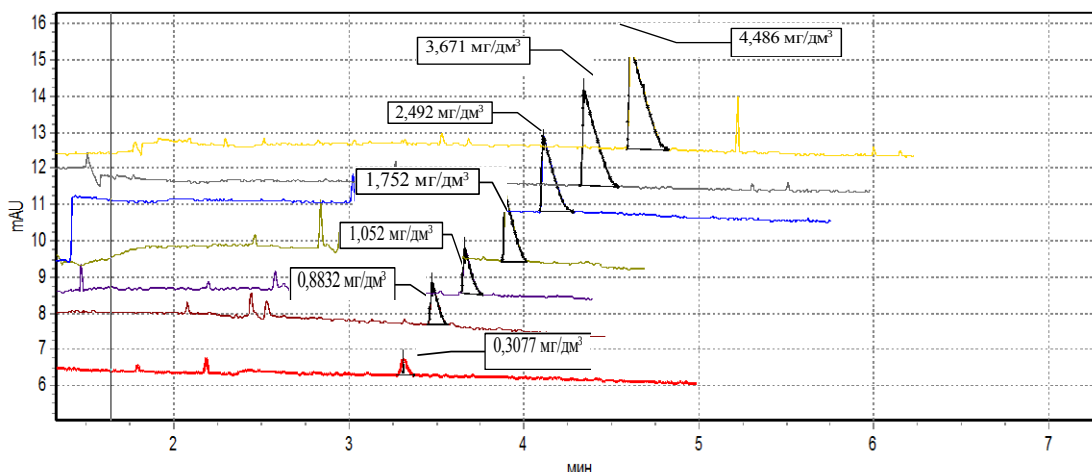


Рис. 3.2.1.1. Електрофореграма вмісту Йоду в сухій біомасі, залежно від його концентрації в середовищі культивування

Зростання концентрації Йоду в біомасі, залежно від його вмісту в середовищі культивування, свідчило про інтенсивні сорбуючі властивості водорості, щодо цього елемента.

В біомасі прісноводних водоростей *Lemna minor* взятих з природного середовища вміст Йоду становив $< 0,1$ мг/кг. Результати досліджень через 15 діб культивування на середовищах культивування з різним вмістом Йоду та в кінці досліді подано в таблиці 3.2.1.1.

Таблиця 3.2.1.1.

Вміст Йоду в сухій біомасі *Lemna minor* за різних доз Йоду в середовищі культивування ($M \pm m$, $n=5$)

Концентрація Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³	Через 15 дн. досліді		У кінці досліді	
	у вологій біомасі, мг/кг	у сухій біомасі, мг/кг	у вологій біомасі, мг/кг	у сухій біомасі, мг/кг
40	$7,5 \pm 0,18$	$107,3 \pm 24,22$	$20,6 \pm 1,06$	$294,5 \pm 44,93$
80	$20,6 \pm 0,63$	$293,8 \pm 33,51$	$27,9 \pm 1,77$	$399,0 \pm 83,03$
120	$26,9 \pm 0,75$	$383,9 \pm 18,12$	$30,8 \pm 2,38$	$439,7 \pm 21,74$
160	$29,8 \pm 1,08$	$411,4 \pm 27,66$	$35,1 \pm 1,38$	$500,5 \pm 34,28$
200	$34,1 \pm 0,12$	$485,8 \pm 40,31$	$63,4 \pm 4,02$	$905,3 \pm 54,72$
260	$36,4 \pm 1,27$	$519,5 \pm 36,97$	$86,1 \pm 3,93$	$1230,5 \pm 142,32$
320	$48,5 \pm 1,21$	$607,8 \pm 21,53$	$95,5 \pm 6,06$	$1364,4 \pm 48,42$
380	$64,8 \pm 3,34$	$925,5 \pm 64,05$	$129,8 \pm 11,22$	$1854,4 \pm 214,78$
500	$62,3 \pm 2,58$	$889,6 \pm 47,38$	$132,6 \pm 10,59$	$1893,7 \pm 36,75$

Продовження таблиці 3.2.1.1. на наступній сторінці

Продовження таблиці 3.2.1.1.

Концентрація Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³	Через 15 дн. дослід		У кінці дослід	
	у вологій біомасі, мг/кг	у сухій біомасі, мг/кг	у вологій біомасі, мг/кг	у сухій біомасі, мг/кг
1000	55,5 ± 5,73	792,3±51,22	132,3 ± 8,81	1837,4±71,62
2000	75,5 ± 7,19	1078,6±117,68	180,2 ± 21,07	2574,5±156,60
4000	125,5 ± 10,25	1793,1±215,42	267,4 ± 18,35	3820,6±243,81
7000	197,2 ± 9,61	2814,5±277,85	422,8 ± 25,16	6039,5±335,94
10000	286,3 ± 15,47	4090,8±291,17	585,3 ± 37,24	8361,2±323,77
15000	578,2 ± 29,13	8259,7±306,38	774,9 ± 51,06	11070,8±411,06

З даних таблиці видно, що процес накопичення Йоду в біомасі *Lemna minor* тривав упродовж всього дослід. Уміст Йоду в біомасі, культивованій на середовищах культивування з концентрацією Йоду 40 – 2000 мг/дм³, до кінця дослід збільшувався у 2,0 – 2,5 рази, порівняно з його вмістом на 15 добу дослід. Також, сорбційні властивості *Lemna minor* за цих концентрацій були максимально мобілізовані, про що свідчить уміст Йоду в їх біомасі. До кінця дослід концентрація Йоду в сухій біомасі перевищувала її вміст у середовищах у 3 – 7 разів. За концентрацій Йоду в середовищах культивування 4000 – 15000 мг/дм³, сорбційні властивості водорості знижувалися і вміст Йоду в сухій біомасі у кінці дослід також знижувався, порівняно з його вмістом у середовищах культивування.

Крім того, починаючи з концентрації Йоду в середовищі культивування 4000 мг/дм³ і вище, сповільнювався процес культивування біомаси, спостерігали пожовтіння водоростей, вкорочення корінців, помутніння середовища культивування.

Процес висушування біомаси *Lemna minor* дозволив сконцентрувати у ній вміст Йоду і отримати кормову добавку водоростеву йодовмісну для внесення, ефективного змішування і однорідного розподілу її по всьому об'єму комбікорму.

Інтенсивне збагачення біомаси *Lemna minor* Йодом відбувалося за вирощування її на середовищах культивування з концентрацією Йоду 40 – 2000 мг/дм³. Процес висушування біомаси дозволив сконцентрувати у ній вміст Йоду і найбільш оптимальний вміст Йоду в сухій біомасі спостерігали за його концентрації 500 мг/дм³ у середовищі культивування, що становив 1893,7 мг/кг.

3.2.2 Встановлення інтенсивності нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за різних доз Йоду в середовищі культивування

Біомасу *Lemna minor* культивували на природній озерній воді в умовах віварію за цілодобового освітлення з допомогою люмінесцентних ламп потужністю 3000 люкс – 36 Вт кожна.

Культивування водорості проводили в прямокутних скляних ємностях розміром 20x50x60 см. Щоденно гігрометром психометричним контролювали умови докільля: температура повітря становила 28 – 30 °С, вологість повітря – 75 – 80 %. Температура води в скляних ємностях щоденно вимірювали термометром і за період дослідів вона коливалася в межах 22 – 25 °С.

У воду кожної з ємностей вносили різні концентрації Йоду у формі калію йодистого з розрахунку на чистий Йод і поміщали по 30 г прісноводної водорості *Lemna minor*. Тривалість дослідів становила 30 діб.

В кінці дослідів було проведено зважування біомаси водорості та розраховано її приріст за різних концентрацій Йоду в середовищі культивування. Результати досліджень подано в табл. 3.2.2.1.

Таблиця 3.2.2.1

Динаміка біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за різних доз Йоду в середовищі культивування

Вміст Йоду, мг/дм ³	На початку дослідів, г	У кінці дослідів, г	Приріст біомаси, г	Рази	Приріст у %
40	30,0	92,50	62,50	3,08	208,3
80	30,0	90,80	60,80	3,03	202,7
100	30,0	83,06	43,06	2,77	143,5
120	30,0	86,12	56,12	2,87	187,1
160	30,0	83,27	53,27	2,78	177,6
200	30,0	84,60	54,60	2,82	182,0
260	30,0	87,35	57,35	2,91	191,2
320	30,0	81,10	51,10	2,70	170,3
380	30,0	77,90	47,90	2,60	159,7
500	30,0	72,00	42,00	2,40	140,0

Продовження таблиці 3.2.2.1. на наступній сторінці

Продовження таблиці 3.2.2.1.

Вміст Йоду, мг/дм ³	На початку дослідку, г	У кінці дослідку, г	Приріст біомаси, г	Рази	Приріст у %
1000	30,0	57,33	27,33	1,91	91,10
2000	30,0	51,53	21,53	1,72	71,77
4000	30,0	50,10	20,10	1,67	67,00
7000	30,0	46,11	16,11	1,53	53,70
10000	30,0	41,19	11,19	1,37	37,30
15000	30,0	36,78	6,78	1,23	22,60
20000	30,0	29,02	-	-	-

Аналізуючи дані таблиці можемо зробити висновок, що за внесення в середовище культивування від 40 до 500 мг/дм³ Йоду інтенсивність нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* перебувала в межах природного культивування. Так, за внесення 40 мг/дм³ і 80 мг/дм³ Йоду в середовище культивування, приріст біомаси *Lemna minor* зріс за дослідний період від 30 г до 92,5 г і 90,8 г, що в 3,08 та 3,03 рази більше, ніж на початку дослідку. Внесення Йоду в дозах від 100 до 500 мг/дм³ сприяло збільшенню біомаси водорості у 2,9 – 2,4 рази і приріст становив 57,35 – 42,0 г відповідно.

За внесення дози Йоду 1000 мг/дм³ в середовище культивування приріст біомаси знижувався на 56,3 %, порівняно з приростами за внесення Йоду 40 мг/дм³.

Із внесенням вищих доз Йоду в середовище культивування, спостерігалось суттєве зниження приростів біомаси. Так, внесення 4000 мг/дм³ та 7000 мг/дм³ Йоду затримувало культивування біомаси *Lemna minor* і її приріст знижувався на 46,4 % і 57,07 %, порівняно з приростами за внесення Йоду 40 мг/дм³.

Доза внесення Йоду 15000 мг/дм³ в середовище культивування знижувала приріст біомаси *Lemna minor* майже на 82,0 %, порівняно з приростами за внесення Йоду 40 мг/дм³, що вказує на токсичний вплив високих доз Йоду у формі калію йодистого.

Уміст Йоду в середовищі культивування на рівні 20000 мг/дм³, впродовж експерименту, негативно впливав на культивування біомаси *Lemna minor*, зупиняв її ріст, до кінця дослідку середовище культивування та біомаса набували жовтого і бурого кольору. Такий вміст Йоду в середовищі культивування спричиняв загибель

Lemna minor впродовж місяця.

Дози елемента 30000 мг/дм³ та 45000 мг/дм³ в середовищі культивування спричиняли загибель *Lemna minor*, відповідно, через 10 – 12 діб та 3 – 5 діб.

Отже, за внесення в середовище культивування Йоду в дозах від 40 мг/дм³ до 500 мг/дм³ не мало негативного впливу на культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*. Поступове збільшення вмісту Йоду в середовищі культивування за вирощування *Lemna minor* прямопропорційно знижувало приріст біомаси. Високі концентрації Йоду здійснювали негативний вплив на культивування біомаси, затримували її ріст, знижували прирости, до кінця експерименту спричиняли загибель прісноводної водорості *Lemna minor*.

3.2.3 Вивчення технологічних параметрів стабільності Йоду в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, за тривалого зберігання

Показники стабільності біологічно активних речовин є важливим фактором досягнення гарантії високої якості біотехнологічних кормових добавок впродовж терміну зберігання. Тому, при впровадженні нових кормових добавок необхідно визначати технологічні параметри їх зберігання та якісні характеристики для визначення гарантійного терміну їх зберігання.

Виходячи з цього, нами було проведено дослід зі зберігання біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, за методикою «прискореного старіння». П'ять дослідних зразків біомаси *Lemna minor*, вирощених у середовищах культивування з різним умістом Йоду, висушували і визначали в них уміст цього елемента.

Отримані та аналізовані зразки зберігали за температурних режимів 40 і 50 °С, експериментальний термін зберігання становив 46 і 23 доби, відповідно, що відповідало зберіганню біомаси за температури 20 і 30° С впродовж 2 років. У кінці дослідів в зразках визначали вміст Йоду. Отримані результати наведено у таблиці 3.2.3.1.

Таблиця 3.2.3.1

**Уміст елемента в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої
Йодом, у процесі зберігання ($M \pm m$, $n=5$)**

Номер зразка (вміст Йоду в середовищі культивування)	Уміст Йоду в біомасі на початку дослід, мг/кг	При 40 °С через 46 діб зберігання, мг/кг	При 50 °С через 23 доби зберігання, мг/кг
Зразок № 1 (100 мг/дм ³ Йоду)	443,4 ± 25,23	429,6 ± 21,45	387,3 ± 20,72
Зразок № 2 (200 мг/дм ³ Йоду)	905,3 ± 18,67	890,8 ± 32,86	819,8 ± 15,95
Зразок № 3 (300 мг/дм ³ Йоду)	1350,6 ± 71,35	1295,9 ± 36,51	1215,4 ± 27,68
Зразок № 4 (500 мг/дм ³ Йоду)	1893,7 ± 57,14	1809,3 ± 41,37	1706,2 ± 35,81
Зразок № 5 (1000 мг/дм ³ Йоду)	1837,4 ± 64,79	1753,2 ± 88,43	1523,7 ± 22,39

Дані таблиці 3.2.3.1 показують, що за внесення в середовище культивування Йоду в дозі 100 мг/дм³, його вміст на початку дослід в сухій біомасі водорості становив 443,3 мг/кг (зразок № 1). За зберігання зразка № 1 біомаси впродовж 46 діб за температури 40 °С, вміст Йоду в сухій біомасі становив 429,6 мг/кг, що на 3,21 % було нижчим, ніж на початку дослід. За зберігання цього ж зразка за температури 50 °С впродовж 23 діб, вміст Йоду знижувався на 14,5 %, порівняно з початковим вмістом.

Уміст Йоду в зразку № 2 у сухій біомасі *Lemna minor* на початку дослід становив 905,3 мг/кг, за зберігання його за температури 40 °С у кінці дослід вміст Йоду – на 1,63 %, а за зберігання за температури 50 °С – на 10,4 % знижувався, порівняно з його початковим вмістом.

У зразку № 3 вміст Йоду у процесі зберігання знижувався за зберігання за температури 40 °С на 46 добу – на 4,22 %, а за температури 50 °С на 23 добу – на 11,1 %, у зразку № 4 – на 11,0 % та 11,0 %, відповідно, порівняно з його початковим вмістом.

Суха біомаса *Lemna minor*, культивована на середовищі, збагаченому 1000 мг/дм³ Йоду (зразок № 5) на початку дослід містила 1837,4 мг/кг цього

елемента, однак, за зберігання біомаси за температури 40 °C на 46 добу вміст Йоду у ній знижувався на 4,8 %, а за температури 50 °C на 23 добу – на 20,6 %, порівняно з його початковим умістом.

Отже, за зберігання дослідних зразків за температури 40 °C впродовж 46 діб, вміст Йоду у них знижувався у діапазоні 3,21 – 4,8 %, тобто збереженість Йоду становила 95,2 %, порівняно з початковим вмістом. Такий температурний режим і експериментальний термін зберігання відповідають зберігання біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, впродовж 2 років за температури 18 – 20 °C.

За зберігання дослідних зразків за температури 50 °C впродовж 23 діб забезпечувало стабільність Йоду в сухій біомасі *Lemna minor* у діапазоні 10,4 – 20,6 %, що відповідає зберігання біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, впродовж 2 років за температури 30 °C. При цьому збереженість Йоду становила 79,4 %, порівняно з початковим вмістом.

3.2.4 Визначення стабільності Йоду в поживному середовищі у процесі вирощування прісноводної водорості *Lemna minor*

Для визначення стабільності Йоду в поживному середовищі у процесі вирощування прісноводної водорості *Lemna minor* було взято воду природну ставкову та проведено визначення у ній вмісту Йоду.

У результаті досліджень на початку дослідження встановлено, що вміст Йоду у воді природній озерній становив $< 0,1$ мг/дм³. Після приготування середовищ культивування з різним умістом Йоду, визначали його фактичний вміст.

У процесі вирощування біомаси *Lemna minor* у середовищах з умістом Йоду 120, 500, 1000, 2000 мг/дм³ контролювали стабільність умісту Йоду на 10, 20 добу та в кінці дослідження.

Електрофореграма, отримана при дослідженні вмісту Йоду в середовищі культивування у процесі вирощування *Lemna minor*, збагаченої Йодом, наведена на рисунку 3.2.4.1.

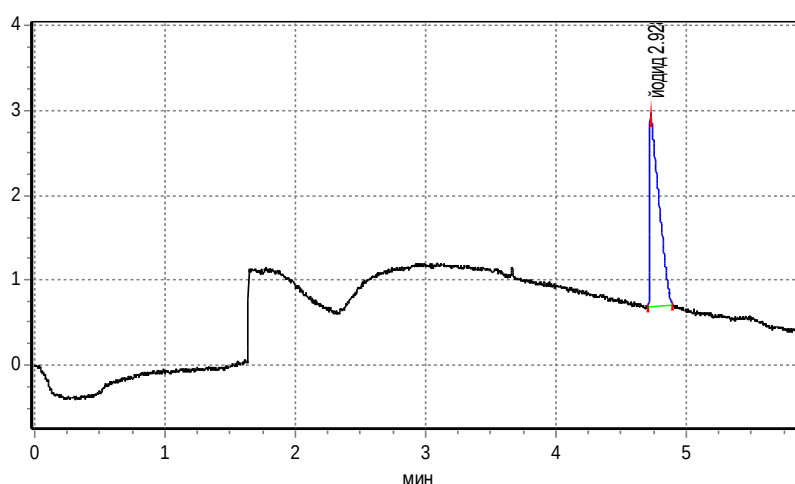


Рис. 3.2.4.1 Електрофореграма вмісту Йоду в середовищі культивування з його концентрацією 2000 мг/дм³

Результати проведених досліджень подано в табл. 3.2.4.1.

Таблиця 3.2.4.1

Уміст Йоду в середовищі культивування у процесі вирощування прісноводної водорості *Lemna minor* ($M \pm m$, $n=3$)

Кількість діб	Початкова концентрація Йоду в середовищі культивування, мг/дм ³			
	120	500	1000	2000
День приготування	121,7 ± 8,65	505,6 ± 16,71	1021 ± 39,22	2032 ± 70,31
Через 10 діб	120,2 ± 7,32	501,9 ± 13,52	1011 ± 45,18	2015 ± 62,55
% елімінації до вихідної концентрації	1,23	0,73	1,0	0,84
Через 20 діб	119,6 ± 9,41	498,2 ± 17,08	1007 ± 41,05	1970 ± 57,02
% елімінації до вихідної концентрації	1,89	1,48	1,37	3,05
Через 30 діб	112,1 ± 6,17	472,5 ± 15,83	954,0 ± 27,64	1892 ± 61,45
% елімінації до вихідної концентрації	8,04	6,77	6,56	6,89

З результатів досліджень можемо зробити висновок, що за період досліду в середовищах культивування у процесі культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* кількість Йоду знижується, тобто він акумулюється у біомасу і вилучається у атмосферне середовище після руйнування калій йодистої сполуки.

За дослідження вмісту Йоду на 10 добу культивування, спостерігали

зниження концентрації Йоду у всіх середовищах культивування у межах 0,73 – 1,23 %. На 20 добу культивування концентрація Йоду знизилась, найбільш суттєво це спостерігали в середовищі культивування, в яке було внесено 2000 мг/дм³ Йоду. Втрати елемента становили 3,05 % щодо його вихідної концентрації.

Більш суттєве зниження концентрації Йоду в середовищах культивування спостерігали на 30 добу культивування: за вихідної концентрації 120 мг/дм³ відсоток елімінації становив 8,04 %, за 500 мг/дм³ – 6,77 %, за 1000 мг/дм³ – 6,56 % і 2000 мг/дм³ – 6,89 %. Однак, зниження концентрації Йоду у всіх проаналізованих середовищах культивування не перевищувало 10 %.

3.2.5 Встановлення оптимальних технологічних параметрів культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в поживне середовище

Для встановлення оптимальних технологічних параметрів культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, за внесення Йоду в середовище культивування, використовували 3 дослідні середовища з вмістом Йоду 500 мг/дм³. Постановку досліду проводили враховуючи результати попередніх досліджень з нарощування біомаси і накопичення в ній Йоду за різних доз внесення його в середовище культивування.

У I дослідному середовищі температуру підтримували на рівні 20 ± 2 °C, у II – 25 ± 2 °C, у III – 30 ± 2 °C. Культивування водорості проводили в прямокутних скляних ємкостях розміром 20x50x60 см, у кожному з яких вносили по 30 г культури водорості.

Дослідження з культивування біомаси *Lemna minor* за різного освітлення люмінесцентними лампами проводили з використанням такої ж кількості дослідних середовищ культивування та дози Йоду в них: інтенсивність освітлення над I дослідним середовищем становила 1500 ± 30 лк, над II – 3000 ± 30 лк та над III – 5000 ± 30 лк відповідно.

Інтенсивність нарощування водорості встановлювали шляхом зважування

біомаси через кожні десять діб. Тривалість дослідів становила 30 діб.

Вивчаючи інтенсивність нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в середовище культивування, встановлено найбільш оптимальний температурний режим та інтенсивність освітлення.

При дослідженні впливу різних температур на нарощування біомаси прісноводні водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в середовище культивування, доведено, що інтенсивність росту залежить від температури середовища культивування.

Експериментально доведено, що ріст *Lemna minor* найменш інтенсивно відбувається за температури середовища культивування 20 ± 2 °C. За такої температури на 10 добу культивування приріст біомаси був на 11,30 та 5,23 % меншим, порівняно з II і III дослідними середовищами відповідно (рис. 3.2.3).

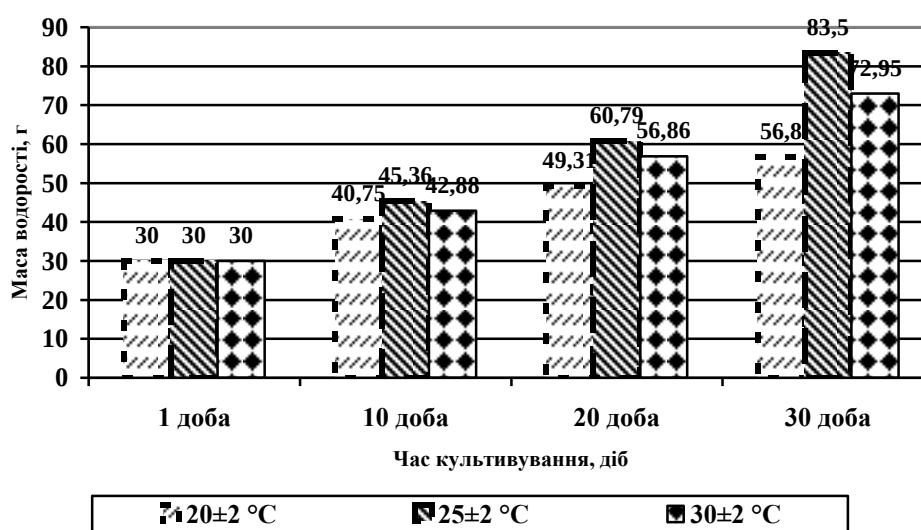


Рис. 3.2.3 Культивування біомаси прісноводні водорості *Lemna minor* за різних температур

На 20 добу культивування, прирости біомаси у II та III дослідних середовищах були вищими, відповідно, на 23,3 % та 15,3 %, порівняно з приростами у I дослідному середовищі.

Також спостерігали різницю в приростах біомаси водорості між II і III дослідними середовищами. За температури середовища культивування 25 ± 2 °C

прирости біомаси у II дослідному середовищі на 20 добу були на 6,91 % вищими, порівняно з III дослідним середовищем, де температура дослідного середовища становила 30 ± 2 °C.

У кінці досліду прирости біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, за внесення 500 мг/дм³ Йоду в середовище культивування, були вірогідно вищими у II і III дослідних середовищах, порівняно з приростами біомаси у I дослідному середовищі. За температури дослідного середовища 20 ± 2 °C інтенсивність приросту була на 47,0 та 28,4 % нижчою, порівняно з II і III дослідними середовищами.

Інтенсивність приростів біомаси водорості у II дослідному середовищі (25 ± 2 °C) була на 14,5 % вищою, порівняно з III дослідним середовищем (30 ± 2 °C). Отже, у середовищі культивування за внесення Йоду у кількості 500 мг/дм³ та за температури 30 ± 2 °C дещо сповільнювався приріст біомаси водорості, спостерігалось пожовтіння та побуріння частини рослин (до 15 %), починаючи з 20-ї доби культивування і до кінця досліду.

Найбільш інтенсивне нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* у середовищі із вмістом Йоду 500 мг/дм³ відбувалося за температури останнього 25 ± 2 °C.

Дослідженнями встановлено, що за збільшення інтенсивності освітлення середовищ культивування під час культивування *Lemna minor*, відбувається інтенсифікація процесів метаболізму, фотосинтезу, стимулюються процеси розмноження, відповідно підвищується нарощування біомаси.

За результатами досліджень встановлено, що за інтенсивності освітлення 3000 ± 30 лк і 5000 ± 30 лк рослини ростуть більш інтенсивно, ніж за освітлення 1500 ± 30 лк.

До 10-ї доби культивування відбувалося без суттєвої різниці. На 20 добу культивування вага біомаси у II і III середовищах культивування зросла на 6,94 % і 1,59 %, порівняно з I дослідним середовищем (рис. 3.2.4).

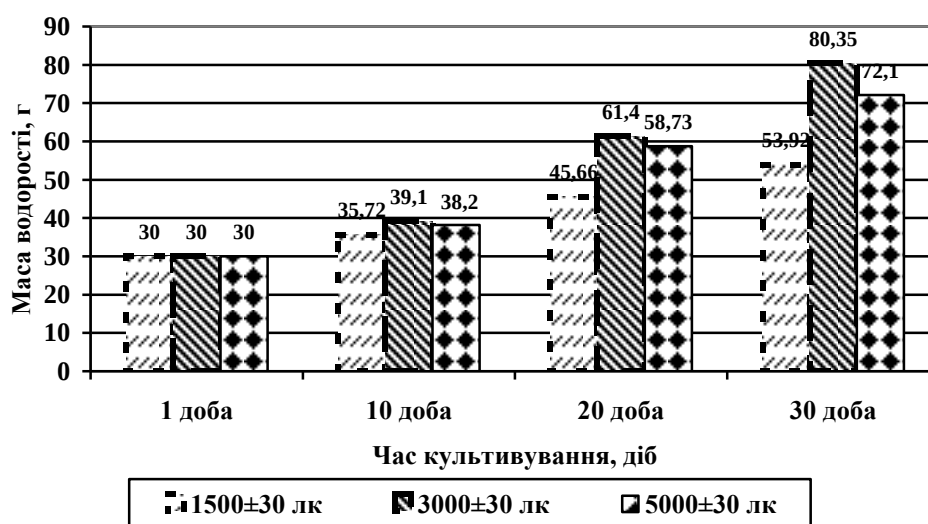


Рис. 3.2.4 Нарощування біомаси прісноводні водорості *Lemna minor* за різної інтенсивності освітлення

Встановлено, що на 20-у добу культивування, прирости біомаси у II та III дослідних середовищах були на 34,6 та 28,6 % вищими, порівняно з приростами біомаси у I дослідному середовищі з інтенсивністю освітлення 1500 ± 30 лк. За освітлення 3000 ± 30 лк на 20-у добу відмічали тенденцію до збільшення приростів біомаси на 4,55 %, у порівнянні з III дослідним середовищем з інтенсивністю освітлення 5000 ± 30 лк.

У кінці досліді прирости біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в середовище культивування були вірогідно вищими у II і III дослідних групах, порівняно з приростами біомаси у I дослідній групі. За інтенсивності освітлення 1500 ± 30 лк прирости були на 49,0 % та 33,7 % нижчими, порівняно з II і III дослідними групами відповідно.

Інтенсивність приростів біомаси водорості у II дослідному середовищі за інтенсивності освітлення 3000 ± 30 лк була вищою на 11,4 %, порівняно з III дослідним середовищем.

Враховуючи зазначене вище, можна стверджувати, що найбільш інтенсивний приріст біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, за збагачення середовища культивування Йодом, відбувається за інтенсивності освітлення 3000 ± 30 лк.

Отже, оптимальними параметрами культивування біомаси прісноводної

водорості *Lemna minor* за збагачення середовища культивування Йодом, є освітлення 3000 ± 30 лк та температура середовища культивування 25 ± 2 °C.

3.3 Вивчення токсикологічних параметрів кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом

3.3.1 Вивчення подразнюючої дії кормової добавки на шкірі та слизову оболонку ока у кроля

Експериментальні дослідження при визначенні шкірно-подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом проводили на 5-ох лабораторних кролях масою тіла 2 – 2,5 кг. На вистрижену ділянку шкіри кроля скляною лопаткою наносили половину суспензії, решту залишали для повторного нанесення наступної доби (рис. 3.3.1.1).



А



Б

Рис. 3.3.1.1 Дослідження шкірно-подразнюючої дії суспензії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на кролях

А – 1 доба, нанесення на шкіру суспензії; Б – 6 доба, відсутня реакція.

У результаті проведених досліджень на 6-ту добу досліду гіперемії, болючості та набряку шкіри в ділянці аплікації не спостерігали. Шкіра була природного кольору, еластичною, без видимих візуальних змін.

Отже, за дворазового нанесення на шкіру кролів суспензії кормової добавки

візуальних змін з боку шкірного покриву не виявлено. Встановлено, що кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачена Йодом, не викликає подразнюючої та дермoneкротичної дії на поверхні шкіри.

Під час визначення подразнюючої дії кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на слизову оболонку ока використовували 5-х кролів, яким вносили екстракт досліджуваного засобу в кількості 0,1 дм³ в кон'юнктивальний мішок лівого ока (рис. 3.3.1.2), при цьому протягом 1 хв. притискали слізно-носовий канал. Праве око слугувало контролем. Після проведеної маніпуляції через 1, 24, 48, 72 години та до 14 доби проводили ретельний огляд очей.

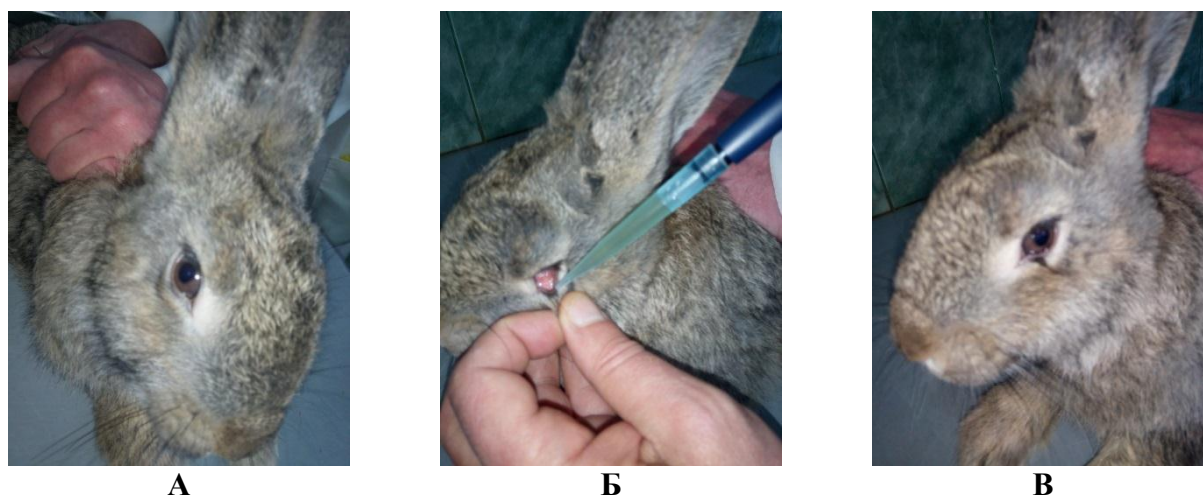


Рис. 3.3.1.2 Дослідження подразнюючої дії екстракту *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на слизову оболонку ока у кроля

А – контроль

Б – 1 доба, нанесення екстракту в кон'юнктивальний мішок

В – 14 доба, відсутня реакція

За внесення 0,1 дм³ екстракту кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, у кон'юнктивальний мішок ока кроля клінічні ознаки запалення (гіперемія, набряк, сльозовиділення) у кінці досліду були відсутні. Отже, досліджувана добавка не викликає подразнюючої дії за нанесення на слизову оболонку ока у кроля.

Також, проводили визначення подразнюючої дії досліджуваної кормової добавки на слизову оболонку додатковим методом. Кормову добавку в нативному вигляді з допомогою шпателя наносили на слизову оболонку лівого ока кроля. Спостереження за очима проводили через 1, 24, 48, 72 години та до 14 доби (рис. 3.3.1.3.).



Рис. 3.3.1.3 Нанесення кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом на слизову оболонку ока кроля

Оцінку шкідливої дії досліджуваної добавки на слизову оболонку ока проводили за ознаками наявності вираженої гіперемії, набряку та виділень згідно бальної системи. Отримані результати дослідження після проведеної маніпуляції через 1, 24, 48, 72 години та на 14 добу приведені в табл. 3.3.1.1.

Таблиця 3.3.1.1

**Оцінка подразнюючої дії кормової добавки на слизову оболонку ока кроля
($M \pm m$, $n=5$)**

Подразнююча дія	Термін спостереження				
	1 год.	24 год.	48 год.	72 год.	14 доба
	Оцінка дії на слизову ока у 1-го кроля				
Виділення	0	0	0	0	0
Гіперемія	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0

Продовження таблиці 3.3.1.1 на наступній сторінці

Продовження таблиці 3.3.1.1

Подразнююча дія	Термін спостереження				
	1 год.	24 год.	48 год.	72 год.	14 доба
	Оцінка дії на слизову ока у 2-го кроля				
Виділення	0	0	0	0	0
Гіперемія	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0
Оцінка дії на слизову ока у 3-го кроля					
Виділення	0	0	0	0	0
Гіперемія	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0
Оцінка дії на слизову ока у 4-го кроля					
Виділення	0	0	0	0	0
Гіперемія	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0
Оцінка дії на слизову ока у 5-го кроля					
Виділення	0	0	0	0	0
Гіперемія	0	0	0	0	0
Набряк	0	0	0	0	0

У результаті проведених досліджень було встановлено, що при огляді через 1 год. виділень, гіперемії та набряку слизових оболонок очей у дослідних кролів відмічено не було. У процесі спостереження впродовж всього дослідження симптомів запального процесу слизових оболонок очей у дослідних кролів не виявлено.

Отже, досліджувана добавка у нативному вигляді не викликає подразнюючої дії за нанесення на слизову оболонку ока у кроля.

3.3.2 Вивчення гострої токсичності та встановлення класу токсичності кормової добавки з прісноводної водорості *Letna minor*, збагаченої Йодом, на лабораторних щурах

За вивчення гострої токсичності на лабораторних щурах на I етапі за введення внутрішньошлунково екстракту кормової добавки у дозі 2000 мг/кг маси тіла, загибелі тварин не відмічено. Щурі були активними, змін у поведінці не спостерігали, тварини охоче приймали корм та питну воду. Тому, згідно схеми

дослідку, було проведено II етап дослідження на 3 тваринах із введенням тієї ж дози (рис. 3.3.2.1).



Рис. 3.3.2.1 Дослідження гострої токсичності кормової добавки на лабораторних щурах

За результатами дослідження встановлено, що доза введення добавки 2000 мг/кг маси тіла не викликала загибелі дослідних тварин і будь-яких відхилень з боку поведінкових реакцій і загального стану щурів не виявлено. Відсутність смертності тварин пов'язаної з кормовою добавкою, свідчить про те, що немає необхідності в подальшому дослідженні.

Середньосмертельна доза кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, за умовами проведення альтернативного методу гострої токсичності АТС становить $2000 \text{ мг/кг} < LD_{50} \leq 2500 \text{ мг/кг}$ та належить до п'ятого класу токсичності, згідно з Гармонізованою комплексною системою класифікації хімічних речовин і сумішей (GHS).

Отже, в результаті проведених досліджень кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачена Йодом, є нетоксичною і належить до 5 класу токсичності за показником гостра токсичність при пероральному введенні.

3.3.3 Вивчення токсичності повторної дози кормової добавки на організм лабораторних щурів

Вивчення токсичності повторної дози кормової добавки з *Lemna minor*, збагаченої Йодом, проводили на підставі отриманих результатів згідно з OECD Guidelines for the testing of chemicals Test N 407. «Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study in Rodents». Документ передбачає загальні спостереження за дослідними тваринами, зважування, дослідження гематологічних та біохімічних показників, а також патолого-анатомічних після розтину в кінці досліді.

У результаті проведених досліджень загибелі та захворювань лабораторних тварин не спостерігали. За щоденного спостереження споживання корму та води дослідними щурами не відрізнялося від тварин контрольної групи. Стан шкіри, хутра і слизових оболонок у тварин дослідних груп були у межах норми, почервоніння, набряку, свербіжу, тощо, за щоденного спостереження не виявляли. Впливу на секреторні та екскреторні функції у тварин дослідних та контрольної груп не спостерігалось, слюзовиділення відмічено не було. Розмір зіниць у тварин дослідних груп був у межах норми, незвичних респіраторних явищ, таких як задишка, кашель, тощо, не спостерігалось. Змін у ході, поставі і реакції на догляд не відмічалось, клонічних, тонічних рухи чи дивної поведінки (наприклад, самоушкодження, ходіння назад чи по колу) не спостерігали.

Усіх тварин зважували один раз у тиждень. Результати зважування подано в таблиці 3.3.3.1.

Таблиця 3.3.3.1

Динаміка маси тіла лабораторних тварин ($M \pm n$, $n=10$)

Група	Стать	Маса тіла, г				
		На початку досліді	Через 7 дн.	Через 14 дн.	Через 21 дн.	У кінці досліді
Контрольна	Самці	183,6 $\pm$ 9,21	187,5 $\pm$ 7,72	192,4 $\pm$ 11,25	198,2 $\pm$ 9,86	202,5 $\pm$ 5,47
	Самки	175,8 $\pm$ 6,83	178,0 $\pm$ 2,56	181,2 $\pm$ 8,36	186,6 $\pm$ 3,62	194,2 $\pm$ 6,33
І дослідна	Самці	181,9 $\pm$ 5,58	185,6 $\pm$ 4,67	190,1 $\pm$ 10,12	197,8 $\pm$ 10,41	205,8 $\pm$ 11,25
	Самки	176,3 $\pm$ 3,12	179,1 $\pm$ 3,39	181,6 $\pm$ 6,01	186,4 $\pm$ 7,26	189,7 $\pm$ 8,56
II дослідна	Самці	179,4 $\pm$ 6,04	182,2 $\pm$ 8,41	184,5 $\pm$ 7,59	189,3 $\pm$ 5,72	197,1 $\pm$ 7,11
	Самки	171,7 $\pm$ 2,97	175,3 $\pm$ 3,78	182,1 $\pm$ 5,34	188,7 $\pm$ 6,68	193,5 $\pm$ 4,86

На початку дослідження коливання маси тіла тварин не перевищувало $\pm 20 \%$ від середньої маси для кожної статі. У процесі досліду прирости лабораторних тварин і коливання їх маси тіла були у межах норми і різниця між контрольною та дослідними групами не перевищувала 10% . Отже, згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, лабораторним щурам не мало негативного впливу на загальні стан тварин, їх ріст і розвиток.

Результати гематологічних та морфологічних показників крові тварин дослідних і контрольної груп, проведених на початку та в кінці досліду за згодовування кормової добавки, наведено в таблиці 3.3.3.2.

Таблиця 3.3.3.2

Показники крові білих щурів, за згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Контрольна група		I дослідна група		II дослідна група	
	На початку досліду	У кінці досліду	На початку досліду	У кінці досліду	На початку досліду	У кінці досліду
Гемоглобін, г/л	$103,0 \pm 7,01$	$110,0 \pm 6,03$	$97,0 \pm 1,01$	$108,0 \pm 9,04$	$105,0 \pm 3,01$	$113,0 \pm 11,07$
Еритроцити, Т/л	$8,0 \pm 0,91$	$8,3 \pm 0,67$	$7,7 \pm 0,33$	$8,4 \pm 0,35$	$8,1 \pm 0,18$	$8,7 \pm 0,52$
Лейкоцити, г/л	$11,1 \pm 1,02$	$12,6 \pm 1,32$	$11,9 \pm 1,05$	$12,2 \pm 0,91$	$12,0 \pm 1,0$	$12,3 \pm 1,17$

На початку досліду у тварин контрольної і II дослідної груп морфологічні показники крові істотно не відрізнялися. Уміст гемоглобіну та еритроцитів у тварин I дослідної групи був нижчим, порівняно з контролем, однак перебували у межах фізіологічної норми.

У кінці досліду морфологічна картина периферичної крові істотно не змінилася. Уміст гемоглобіну у тварин контрольної групи був на $6,8 \%$ вищим, порівняно з його вмістом на початку досліду, а в щурів I і II дослідних груп цей показник зріс на $11,3$ та $7,6 \%$ відповідно, порівняно з початковим.

Порівняно з контролем, уміст гемоглобіну в тварин дослідних груп істотно не відрізнявся і був у межах фізіологічної норми. Спостерігали також незначне зростання кількості еритроцитів наприкінці досліду у лабораторних тварин I і II дослідних груп. Порівняно з контрольною групою цей показник зріс, відповідно,

на 1,2 і 4,8 %.

Уміст лейкоцитів у крові щурів усіх груп від контролю істотно не відрізнявся і був у межах фізіологічної норми.

Лейкоцитарна формула крові дослідних білих щурів у досліді була у межах фізіологічної норми (табл. 3.3.3.3).

Таблиця 3.3.3.3

Лейкоцитарна формула крові білих щурів ($M \pm m$, $n=5$)

Група	Базофіли	Еозинофіли	Мієлоцити	Юні	Паличкоядерні	Сегментоядерні	Лімфоцити	Моноцити
Контрольна	-	1,0	-	-	-	27,6	70,4	1,0
I дослідна	0,2	1,2	-	-	-	29,8	68,2	0,6
II дослідна	-	1,5	-	-	-	28,4	69,2	0,9

Оцінюючи дані таблиці, можна зробити висновок, що змін у лейкоцитарній формулі периферичної крові білих щурів у дослідних та контрольній групах впродовж досліді не спостерігалось, лейкоцитарна формула лабораторних тварин знаходилась у межах фізіологічної норми. Появи молодих та дегенеративних нейтрофілів, збільшення чи зменшення кількості інших видів лейкоцитів, що відбуваються при різних захворюваннях та інтоксикаціях, в нашому випадку не зафіксовано.

Отже, згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, у дозах 1000 і 2000 мг/кг маси тіла лабораторним тваринам впродовж 28-ми днів, не викликало негативного впливу на їх гематологічні показники крові.

З метою встановлення порушень процесу синтезу білків, секреторної функції та токсичного впливу за згодовування добавки, визначали уміст загального білка сироватки крові. Зниження вмісту загального білка спостерігається за недостатнього надходження його в організм, порушення синтезу білка в печінці при виникненні хвороб, як наслідок токсичного впливу, у разі втрати білків з сечею внаслідок захворювань нирок, тощо. Підвищення вмісту загального білка буває у разі згущення крові внаслідок втрати рідини під час зневоднення, а також хвороб печінки.

Результати дослідження вмісту загального білка сироватки крові лабораторних тварин наведені на рисунку 3.3.3.1.

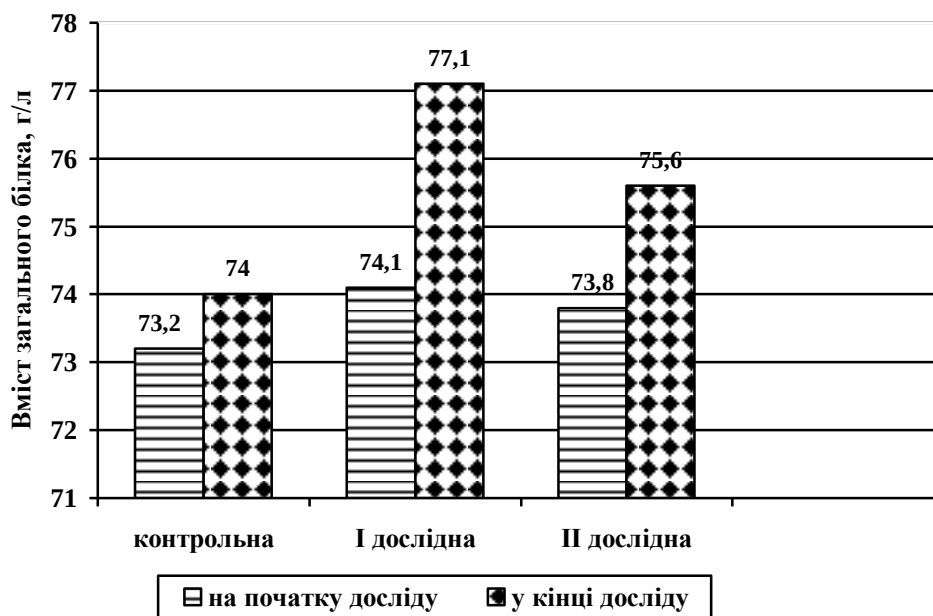


Рис. 3.3.3.1 Уміст загального білка сироватки крові білих щурів

Результати досліджень загального білка показали, що на початку дослідю його вміст у сироватці крові тварин, взятих для досліджень суттєво не відрізнявся.

У кінці дослідю вміст білка у сироватці крові щурів I дослідної групи за згодовування добавки у дозі 1000 мг/кг маси тіла був на 4,10 %, а II дослідної групи за згодовування добавки у дозі 2000 мг/кг маси тіла – на 2,05 % вищим, порівняно з контролем. Зростання вмісту білка по групах не було статистично вірогідним і перебувало у межах фізіологічної норми. Це свідчить, що хронічних розладів шлунково-кишкового тракту, хвороб печінки чи токсикозів різної етіології в організмі за згодовування добавки не спостерігалось.

За показником амінного нітрогену спостерігали аналогічну картину. У сироватці крові усіх тварин, яким згодовували добавку, незалежно від дози Йоду, підвищувався вміст амінного нітрогену: в I дослідній групі на 4,3 %, у II – на 3,8 %, порівняно з показниками у тварин контрольної групи. Зростання цього показника перебувало в межах фізіологічної норми, що свідчить про позитивний вплив

добавки на організм лабораторних тварин і не викликає патології шлунково-кишкового тракту, жирової дистрофії печінки, отруєнь.

Результати досліджень та динаміки біохімічних показників сироватки крові білих щурів за вивчення токсичного впливу, наведено в таблиці 3.3.3.4.

Таблиця 3.3.3.4

Динаміка деяких біохімічних показників сироватки крові білих щурів за вивчення токсичного впливу добавки ($M \pm m$, $n=10$)

Термін дослідження	Група	Амінний нітроген, мкмоль/л	Креатинін, мкмоль/л	Сечовина, ммоль/л
На початку досліду	Контрольна	$31,5 \pm 0,67$	$72,4 \pm 1,00$	$5,47 \pm 0,43$
	I дослідна	$33,6 \pm 0,48$	$71,3 \pm 0,71$	$5,50 \pm 0,37$
	II дослідна	$32,9 \pm 0,47$	$70,6 \pm 0,81$	$5,43 \pm 0,51$
У кінці досліду	Контрольна	$32,6 \pm 0,82$	$71,8 \pm 0,82$	$5,41 \pm 0,39$
	I дослідна	$34,0 \pm 0,60$	$68,7 \pm 1,03^*$	$5,45 \pm 0,28$
	II дослідна	$33,7 \pm 0,49$	$69,5 \pm 0,86^*$	$5,39 \pm 0,49$

* – $p \leq 0,05$

Вміст креатиніну та сечовини в сироватці крові тварин на початку досліду по групах суттєво не відрізнявся. У кінці досліду відмічено статистично вірогідне зниження вмісту креатиніну в сироватці крові тварин I дослідної групи – на 4,31 %, а II дослідної групи – на 3,20 %, порівняно з контролем.

З літературних джерел відомо, що підвищений вміст сечовини та креатиніну спостерігається при хворобах нирок, печінки, кишечника. Зниження їх вмісту не має клінічного значення. За результатами досліджень, ці показники були у межах фізіологічної норми, різниця за вмістом сечовини не була статистично вірогідною.

Одним із показників інтенсивності білкового синтезу вважається активність амінотрансфераз, а саме аспартатамінотрансферази (АсАТ) і аланінамінотрансферази (АлАТ). Дослідження активності цих ензимів проводять також з метою діагностики хвороб печінки, оскільки, вони є досить чутливими показниками її ураження внаслідок токсичного впливу.

З метою виявлення впливу згодовування добавки на активність ензимів крові у її сироватці, на початку і в кінці досліду досліджували активність АсАТ, АлАТ та лужної фосфатази (ЛФ), одержані результати наведено у таблиці 3.3.3.5.

Таблиця 3.3.3.5

Активність ензимів сироватки крові білих щурів за згодовування кормової добавки *Lemna minor*, збагаченої Йодом ($M \pm m$, $n=10$)

Група	Показник					
	АсАТ, Од/л		АлАТ, Од/ л		ЛФ, Од/ л	
	На початку досліджу	У кінці досліджу	На початку досліджу	У кінці досліджу	На початку досліджу	У кінці досліджу
Контрольна	126,4 $\pm$ 2,81	189,5 $\pm$ 1,75	49,3 $\pm$ 0,83	52,2 $\pm$ 0,87	221,4 $\pm$ 2,91	255,2 $\pm$ 1,24
I дослідна	127,4 $\pm$ 2,41	193,1 $\pm$ 1,88	52,0 $\pm$ 0,69	55,9 $\pm$ 1,02	218,7 $\pm$ 3,87	256,6 $\pm$ 1,45
II дослідна	126,2 $\pm$ 2,07	191,0 $\pm$ 1,47	51,1 $\pm$ 0,75	54,8 $\pm$ 0,94	220,5 $\pm$ 1,99	251,6 $\pm$ 1,32

На початку досліджу активність ензимів крові у її сироватці тварин суттєво не відрізнялися і перебували в межах фізіологічної норми.

У кінці досліджу спостерігали незначну тенденцію до підвищення активності АсАТ у її сироватці лабораторних щурів I дослідної групи – на 1,9 %, а II дослідної групи – на 0,8 %, порівняно з контрольною групою. Встановлено також тенденцію до зростання активності АлАТ у її сироватці тварин I дослідної групи – на 7,1 % і II дослідної групи – на 5,0 %, порівняно з тваринами контрольної групи.

Активність ЛФ у сироватці крові лабораторних тварин I і II дослідних груп суттєво не відрізнялася від контрольної групи, різниця не була статистично вірогідною. Активність ензимів крові всіх досліджуваних тварин була у межах фізіологічної норми.

Тому, з вищенаведених результатів досліджень випливає, що згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, у дозах 1000 і 2000 мг/кг маси тіла лабораторних тварин, не має негативного впливу на активність ензимів крові.

Крім досліджень впливу добавки на загальний стан організму, морфологічні, біохімічні показники та активність ензимів крові лабораторних тварин, наприкінці досліджу проводили патолого-анатомічні дослідження внутрішніх органів.

Патологічних змін внутрішніх органів при патолого-анатомічному розтині білих щурів, узятих по 3 особини з кожної групи, не виявлено. При цьому

встановлено: серце округлої форми темно-вишневого кольору, на розрізі містить згустки крові, коронарні судини кровонаповнені, легені рожевого кольору, печінка темно-коричневого кольору, селезінка темно-вишнева з гострими краями, підшлункова та щитовидна залози природного кольору, серозні покриви на розрізі гладкі, блискучі, гладенькі, слизові оболонки тонкого і товстого відділу кишечника, рожевого кольору без слизу, не гіперемійовані, без некрозів та крововиливів, у товстому відділі кишечника збережена складчаста структура, головний мозок сірого кольору з повнокровними судинами. Всі досліджувані внутрішні органи мали розміри і консистенції типові для даного виду лабораторних тварин.

Крім цього, проводилося зважування досліджуваних внутрішніх органів білих щурів, результати якого наведено в таблиці 3.3.3.6.

Таблиця 3.3.3.6

Маса внутрішніх органів білих щурів за вивчення токсичності повторної дози кормової добавки ($M \pm m$, $n=3$)

Група	Маса внутрішніх органів, г					
	Щитовидна залоза	Легені	Серце	Печінка	Селезінка	Нирки
Контроль на	0,019±0,0041	1,14±0,061	0,61±0,053	5,86±0,311	0,61±0,082	1,45±0,125
I дослідна	0,026±0,0082	1,15±0,093	0,62±0,071	5,92±0,272	0,62±0,103	1,48±0,169
II дослідна	0,023±0,0064	1,13±0,056	0,62±0,037	5,87±0,255	0,62±0,051	1,43±0,114

Маса внутрішніх органів у лабораторних тварин контрольної і дослідних груп була у межах фізіологічної норми і суттєво не відрізнялася між групами.

Отже, результати патолого-анатомічних досліджень свідчать, що згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, впродовж 28-ми діб не справляло негативного впливу на досліджувані внутрішні органи та системи організму лабораторних щурів.

3.4 Вивчення ефективності застосування кормової добавки на організм курчат-бройлерів

Науково-господарський дослід щодо перевірки ефективності використання добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» у складі комбікормів для птиці було проведено на курчатах-бройлерах кросу «Росс-308» відповідно до вимог зоотехнічного експерименту на базі Фермерського господарства «Варіо-курчата» с. Сопошин, Жовківського р-ну, Львівської обл.

Поголів'я птиці було розділене на 4 групи: контрольну і 3 дослідні по 1000 гол. у кожній. За щоденного огляду птиці дослідних та контрольної груп впродовж дослідів встановлено, що її загальний стан був задовільний, апетит збережений. Впродовж усього дослідів, відставання у рості та розвитку не спостерігалось, птиця була рухливою, активною. Захворювань птиці за період дослідів не фіксували. За період дослідів було використано 5153 г комбікорму на 1 голову птиці.

Збереженість курчат за період дослідів у I дослідній групі становила 99,2 %, II дослідній групі – 99,5 %, III дослідній групі – 99,3 %, в контролі цей показник становив 99,2 %, від початкової кількості поголів'я птиці.

Результати дослідження маси тіла курчат впродовж дослідів наведено в таблиці 3.4.1.

Таблиця 3.4.1

Динаміка середньої маси тіла курчат-бройлерів впродовж дослідів

($M \pm m$, $n=1000$)

Вік птиці, діб	Середня маса тіла птиці, г			
	Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
10	286 ± 10,5	279 ± 9,7	281 ± 10,1	283 ± 11,6
20	913 ± 13,3	909 ± 12,1	945 ± 17,5	951 ± 15,2
30	1815 ± 15,4	1897 ± 18,7	1910 ± 20,8	1917 ± 18,1
42	2920 ± 21,8	3005 ± 19,2	3056 ± 19,6*	3072 ± 20,3*

* $P \leq 0,05$

На початку дослідів маса тіла курчат-бройлерів по групах суттєво не

відрізнялася, окрім птиці I дослідної групи, маса тіла якої була на 2,5 % нижчою, порівняно з контрольною. На 20-ту добу проведення досліду відмічено зростання маси тіла птиці I дослідної групи, однак враховуючи вищезазначене, вона була дещо нижчою, порівняно з контролем на 0,44 %. Відмічено на 20-ту добу досліду зростання маси тіла курчат II дослідної групи – на 3,50 % і III дослідної групи – на 4,16 %, порівняно з контролем. На 30-ту добу проведення досліду маса тіла курчат-бройлерів I дослідної групи зросла на 4,52 %, II дослідної групи – на 5,23 %, III дослідної групи – на 5,62 %, порівняно з масою тіла птиці контрольної групи.

У кінці досліду встановлено вірогідне зростання маси тіла курчат-бройлерів I дослідної групи на 85,0 г, або 2,9 %, II дослідної – на 136,0 г або 4,6 %, III дослідної – на 152,0 г або 5,2 %, порівняно з контролем. Встановлено також різницю середньої маси тіла птиці і між дослідними групами: маса тіла птиці II дослідної групи була на 1,7 % вищою, порівняно з масою птиці I дослідної групи, а середня маса тіла курчат III дослідної – на 0,5 % вищою, порівняно з масою птиці II дослідної групи.

Отримані результати свідчать, про те що, внесення кормової добавки до корму у застосованих дозах позитивно впливало на ріст і розвиток курчат-бройлерів впродовж досліду, та сприяло підвищенню живої маси порівняно з контролем за рахунок покращення загального, в т. ч. білкового обміну в організмі птиці. Середньодобові прирости маси тіла бройлерів наведені у таблиці 3.4.2.

Таблиця 3.4.2

Середньодобові прирости маси тіла курчат бройлерів та конверсія корму за застосування кормової добавки «ЛМЙОД» ($M \pm m$, $n=10$)

Група	Середній приріст за період досліду, г	Середньодобовий приріст за період досліду, г	Конверсія корму, кг корму/кг приросту
Контрольна	2634	73,1	1,96
I дослідна	2726	75,7	1,89
II дослідна	2775	77,1	1,85
III дослідна	2789	77,5	1,84

З даних таблиці 3.4.2 можна зробити висновок, що середній приріст маси тіла птиці за період досліду підвищувався порівняно з контролем: у птиці I дослідної

групи на 92,0 г, що у відсотках складає 3,5, II дослідної групи – на 141 г або 5,3, III дослідної групи – на 155,0 г або 5,9. Середньодобові прирости за період досліджень були вищими, порівняно з контролем на 3,5 – 5,9 %. Встановлено покращення конверсії корму за застосування у складі комбікормів добавки «ЛМЙОД»: у птиці I дослідної групи – на 3,70 %, II дослідної групи – на 5,95 %, III дослідної групи – на 6,52 %, порівняно з конверсією корму у птиці контрольної групи.

На початку досліду, на 28 добу та у кінці досліджень було взято кров у птиці усіх груп для проведення гематологічних досліджень, результати яких подано в таблиці 3.4.3.

Таблиця 3.4.3

**Гематологічні показники курчат-бройлерів за застосування
кормової добавки ($M \pm m$, $n=10$)**

Показники	Групи	Термін проведення дослідження		
		На початку досліду	28 доба	У кінці досліду
Еритроцити, Т/л	Контрольна	$1,6 \pm 0,05$	$1,9 \pm 0,09$	$2,3 \pm 0,09$
	I дослідна	$1,5 \pm 0,07$	$1,8 \pm 0,12$	$2,3 \pm 0,10$
	II дослідна	$1,7 \pm 0,10$	$2,3 \pm 0,08^*$	$2,6 \pm 0,13$
	III дослідна	$1,6 \pm 0,03$	$2,0 \pm 0,11$	$2,7 \pm 0,07^*$
Гемоглобін, г/л	Контрольна	$50,7 \pm 3,20$	$61,6 \pm 1,26$	$79,2 \pm 3,83$
	I дослідна	$52,3 \pm 2,91$	$63,8 \pm 2,68$	$82,2 \pm 4,51$
	II дослідна	$51,4 \pm 2,52$	$76,0 \pm 3,12^{**}$	$90,9 \pm 3,33^*$
	III дослідна	$50,2 \pm 3,06$	$77,5 \pm 2,82^{**}$	$92,6 \pm 3,64^{**}$
Гематокрит, %	Контрольна	$22,5 \pm 2,35$	$25,1 \pm 2,63$	$28,3 \pm 1,90$
	I дослідна	$21,8 \pm 1,56$	$23,6 \pm 2,27$	$27,9 \pm 2,15$
	II дослідна	$22,0 \pm 1,82$	$25,7 \pm 1,33$	$28,4 \pm 1,72$
	III дослідна	$20,9 \pm 1,29$	$22,8 \pm 2,51$	$29,2 \pm 2,80$
Лейкоцити, Г/л	Контрольна	$26,2 \pm 2,12$	$26,0 \pm 3,53$	$26,8 \pm 1,44$
	I дослідна	$22,7 \pm 1,60$	$25,4 \pm 2,06$	$23,7 \pm 1,93$
	II дослідна	$25,9 \pm 3,31$	$27,2 \pm 2,91$	$26,5 \pm 2,38$
	III дослідна	$24,3 \pm 2,25$	$26,9 \pm 1,57$	$25,0 \pm 3,05$

* $P \leq 0,05$, ** $P \leq 0,01$

За даними гематологічних досліджень крові курчат-бройлерів (табл. 3.4.3), вміст еритроцитів на початку досліду по групах птиці суттєво не відрізнявся. На 28 добу встановлено вірогідне зростання кількості еритроцитів у крові птиці

II дослідної групи – на 21,0 %, порівняно з контролем. У кінці дослідження кількість еритроцитів у крові птиці II дослідної групи зросла на 13,0 %, III дослідної групи – на 17,4 %, що було статистично вірогідним.

Також, у кінці дослідження встановлено зростання вмісту еритроцитів у крові птиці між дослідними групами: II дослідної групи – на 13,0 %, порівняно з цим показником у крові птиці I дослідної групи, III дослідної групи – на 3,8 %, порівняно з результатами II дослідної групи.

Вміст гемоглобіну впродовж дослідження був у межах фізіологічної норми і зростав у процесі росту та розвитку птиці, як у контрольній так і в дослідних групах, однак з різною інтенсивністю. На початку дослідження вміст гемоглобіну у крові птиці I та II дослідних груп був дещо вищим, порівняно з контролем, на 3,2 % та 1,4 %, відповідно. На 28 добу встановлено вірогідне зростання, у межах фізіологічної норми, вмісту гемоглобіну у крові птиці II дослідної групи – на 23,4 %, III дослідної групи – на 25,8 %, порівняно з контролем.

На 42 добу життя курчат-бролерів вміст гемоглобіну також вірогідно зростав у крові птиці II дослідної групи – на 14,8 % і III дослідної групи – на 16,9 %, порівняно з контролем.

У процесі дослідження, з метою об'єктивного оцінювання показників крові визначали співвідношення об'єму плазми і клітин крові, тобто гематокрит, виражений у відсотках, оскільки підвищення рівня цього показника за фізіологічні межі може свідчити про анемію, а різке зниження – про згущення крові та зневоднення організму.

За результатами таблиці 3.4.3 можна зробити висновок, що відсоток гематокриту у птиці контрольної та дослідних груп був у межах фізіологічної норми, враховуючи вік птиці, і між групами суттєво не відрізнявся.

Подібний результат встановлено і з вмістом лейкоцитів. На початку і до кінця дослідження вміст лейкоцитів у крові птиці усіх груп суттєво не відрізнявся і був у межах фізіологічної норми.

З метою визначення впливу згодовування добавки на організм курчат-бройлерів визначали у крові вміст різних видів лейкоцитів: еозинофілів, псевдо

еозинофілів, лімфоцитів, моноцитів (табл. 3.4.4). Підвищений вміст еозинофілів міг бути спричинений різного роду запальними процесами чи алергіями, а низький їх вміст міг свідчити про ендогенну інтоксикацію організму, підвищений вміст лімфоцитів і моноцитів – про гостре отруєння, знижена їх кількість – про анемію, ниркову недостатність тощо.

Таблиця 3.4.4

Деякі показники стану імунітету та неспецифічної резистентності організму курчат-бройлерів ($M \pm m$, $n=10$)

Показники	Групи	Термін проведення дослідження		
		На початку досліджу	28 доба	У кінці досліджу
Еозинофіли, %	контрольна	$5,8 \pm 0,52$	$6,0 \pm 0,84$	$5,1 \pm 0,21$
	I дослідна	$5,5 \pm 0,61$	$5,6 \pm 0,41$	$5,1 \pm 0,32$
	II дослідна	$6,2 \pm 1,13$	$5,9 \pm 0,93$	$5,7 \pm 0,47$
	III дослідна	$5,6 \pm 0,56$	$5,4 \pm 0,37$	$5,6 \pm 0,31$
Псевдоеозинофіли, %	контрольна	$31,7 \pm 0,92$	$32,8 \pm 1,72$	$32,6 \pm 1,02$
	I дослідна	$33,8 \pm 2,20$	$35,0 \pm 1,61$	$35,6 \pm 2,41$
	II дослідна	$32,9 \pm 2,74$	$33,6 \pm 3,46$	$34,2 \pm 1,80$
	III дослідна	$31,5 \pm 1,19$	$34,1 \pm 2,32$	$33,8 \pm 3,07$
Лімфоцити, %	контрольна	$52,8 \pm 1,61$	$56,4 \pm 1,82$	$57,4 \pm 2,08$
	I дослідна	$54,6 \pm 2,15$	$53,6 \pm 1,38$	$56,3 \pm 1,66$
	II дослідна	$53,4 \pm 1,73$	$55,8 \pm 2,45$	$56,6 \pm 2,93$
	III дослідна	$54,1 \pm 3,54$	$56,3 \pm 3,77$	$57,2 \pm 3,17$
Моноцити, %	контрольна	$4,5 \pm 0,55$	$4,8 \pm 0,61$	$4,8 \pm 0,91$
	I дослідна	$4,2 \pm 0,70$	$4,4 \pm 0,35$	$3,9 \pm 0,58$
	II дослідна	$4,0 \pm 0,51$	$4,1 \pm 0,11$	$4,3 \pm 0,43$
	III дослідна	$4,6 \pm 0,62$	$4,9 \pm 0,83$	$4,7 \pm 0,39$
ФАН, %	контрольна	$20,2 \pm 1,22$	$24,5 \pm 1,38$	$32,4 \pm 1,85$
	I дослідна	$19,8 \pm 1,63$	$25,1 \pm 2,11$	$32,9 \pm 2,53$
	II дослідна	$20,9 \pm 2,21$	$29,5 \pm 1,30^*$	$33,0 \pm 1,08$
	III дослідна	$19,5 \pm 0,95$	$28,7 \pm 1,41$	$34,6 \pm 1,57$
ФІ, м.т./нейтрофіл	контрольна	$7,9 \pm 0,60$	$8,5 \pm 0,25$	$9,8 \pm 0,48$
	I дослідна	$8,2 \pm 0,88$	$8,9 \pm 0,33$	$10,1 \pm 0,74$
	II дослідна	$7,7 \pm 0,34$	$8,8 \pm 0,16$	$10,6 \pm 0,90$
	III дослідна	$7,3 \pm 0,47$	$8,4 \pm 0,28$	$11,2 \pm 0,43$

За результатами досліджу вміст різних видів лейкоцитів у крові контрольної та дослідних груп птиці коливався у межах фізіологічної норми і суттєвої різниці за цими показниками між групами птиці не спостерігали.

Для вивчення впливу згодовування добавки на показники стану імунітету, а саме фактори неспецифічної резистентності, було проведено дослідження крові на

фагоцитарну активність нейтрофілів (ФАН) та розраховано фагоцитарний індекс (ФІ).

За результатами таблиці 3.4.4 ФАН на початку досліду у крові курчат між групами не відрізнялася. На 28 добу досліду у крові птиці II дослідної групи відмічали статистично вірогідне збільшення ФАН на 20,4 %, порівняно з контролем. У кінці досліду фагоцитарна активність нейтрофілів між групами коливалася у межах від 1,5 % до 6,8 %.

Фагоцитарний індекс (ФІ) на початку досліду у крові контрольної та дослідних груп птиці суттєво не відрізнявся, за винятком птиці I дослідної групи, середній ФІ якої був на 3,8 % вищим, порівняно з контролем. У кінці досліду ФІ у крові птиці I і II дослідних груп не відрізнявся, а порівняно з контролем, був вищим на 3,06 % і 8,16 % відповідно. У крові птиці III дослідної групи ФІ зріс на 14,3 % вищим, порівняно з контролем.

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що згодовування добавки у відповідних дозах, не мало негативного впливу на гематологічні показники крові курчат-бройлерів та позитивно впливало на фактори неспецифічної резистентності, а саме на ФАН та ФІ.

Для встановлення впливу згодовування кормової добавки на процеси білкового обміну в організмі курчат-бройлерів у їх сироватці крові проведено визначення загального білка, альбумінів та глобулінів, результати яких наведено в таблиці 3.4.5.

Таблиця 3.4.5

Показники білкового обміну у сироватці крові курчат-бройлерів ($M \pm m$, $n=10$)

Показники	Група	Термін проведення дослідження		
		На початку досліду	28 доба	У кінці досліду
Загальний білок, г/л	Контрольна	$18,6 \pm 0,87$	$25,7 \pm 1,26$	$34,0 \pm 1,45$
	I дослідна	$17,9 \pm 0,65$	$24,9 \pm 0,94$	$35,1 \pm 1,83$
	II дослідна	$17,5 \pm 0,43$	$26,8 \pm 1,52$	$38,6 \pm 1,17^*$
	III дослідна	$18,1 \pm 0,59$	$26,3 \pm 1,23$	$38,9 \pm 1,25^*$
Альбуміни, %	Контрольна	$42,8 \pm 1,71$	$45,3 \pm 1,03$	$43,1 \pm 1,37$
	I дослідна	$44,1 \pm 2,13$	$45,4 \pm 2,35$	$45,6 \pm 0,54$
	II дослідна	$43,5 \pm 1,98$	$44,6 \pm 1,41$	$47,3 \pm 1,01^*$
	III дослідна	$43,0 \pm 1,60$	$44,9 \pm 2,05$	$46,7 \pm 2,08$

Продовження таблиці 3.4.5 на наступній сторінці

Продовження таблиці 3.4.5

Показники	Група	Термін проведення дослідження		
		На початку досліджу	28 доба	У кінці досліду
Глобуліни, %	Контрольна	63,5 ± 2,31	64,6 ± 2,83	67,0 ± 3,52
	I дослідна	63,9 ± 1,85	64,8 ± 2,50	64,4 ± 1,86
	II дослідна	62,7 ± 1,42	63,7 ± 1,67	64,2 ± 2,23
	III дослідна	63,8 ± 2,06	63,2 ± 2,12	65,1 ± 3,11

За показниками білкового обміну птиці (табл. 3.4.5) відзначалося поступове підвищення вмісту загального білка в сироватці крові курчат, як контрольної, так і дослідних груп. На початку та на 28 добу досліду вміст загального білка у сироватці крові дослідної і контрольної птиці суттєво не відрізнявся і був у межах фізіологічної норми. У кінці досліду відмічали вірогідне зростання цього показника у сироватці крові курчат II дослідної групи – на 13,5 %, а III дослідної групи – на 14,4 %, порівняно з контролем, що свідчить про покращення білкового обміну. Також, у крові птиці II дослідної групи встановлено вірогідне зростання вмісту альбумінів на 9,7 %, порівняно з контролем.

В літературних даних є повідомлення, що при багатьох захворюваннях загальна кількість білка змінюється рідше, ніж порушується співвідношення білкових фракцій (диспротеїнемія), тому більш інформативною в плані діагностики вважається протеїнограма. З її допомогою можна визначити, за рахунок якої фракції відбулося зменшення або збільшення загального обсягу білка. Спостереження за змінами протеїнограми дає можливість визначити порушення білкового обміну, виникнення дегідратації, білкового голодування, гастроентеритів тощо.

Важливим показником є співвідношення альбумін/глобулінів (А/Г) для характеристики фізіологічного стану організму. Нестабільність, зокрема, зниження цього показника вказує на зниження резерву легкодоступних амінокислот та зростання катаболізму протеїнів, за умов білкової недостатності, що в свою чергу може бути першопричиною розвитку захворювань печінки.

За згодовування добавки у протеїнограмі відзначено стабільність співвідношення альбумін/глобулінів (А/Г) впродовж всього періоду проведення досліджень. У курчат

дослідних груп на 28 і на 42 добу співвідношення А/Г становило 0,7-0,71, тоді як у птиці контрольної групи на 28 добу – 0,7, а на 42 А/Г 0,64).

Для встановлення впливу згодовування добавки кормової «ЛМЙОД» на активність ензимів крові та з метою диференційної діагностики стану печінки і інших внутрішніх органів, визначали активність аспартат- (АсАТ) та аланін- (АлАТ) амінотрансфераз, лужної фосфатази (ЛФ), лактатдегідрогенази (ЛДГ).

Результати проведених досліджень наведено в таблиці 3.4.6.

Таблиця 3.4.6

Деякі показники активності ензимів сироватки крові курчат-бройлерів за згодовування добавки ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	Термін проведення дослідження		
		На початку досліджу	28 доба	У кінці досліджу
АсАТ, Од/л	Контрольна	109,8 $\pm$ 1,38	128,4 $\pm$ 1,14	132,6 $\pm$ 2,11
	I дослідна	112,5 $\pm$ 2,17	130,2 $\pm$ 1,65	138,3 $\pm$ 1,54
	II дослідна	117,3 $\pm$ 2,05	136,9 $\pm$ 1,38**	140,5 $\pm$ 2,06*
	III дослідна	115,6 $\pm$ 1,91	135,7 $\pm$ 1,81*	141,2 $\pm$ 2,25*
АлАТ, Од/л	Контрольна	11,8 $\pm$ 0,10	17,1 $\pm$ 0,31	26,4 $\pm$ 0,78
	I дослідна	12,2 $\pm$ 1,13	18,0 $\pm$ 0,42	27,0 $\pm$ 0,93
	II дослідна	12,9 $\pm$ 1,24	18,3 $\pm$ 0,63	27,5 $\pm$ 1,02
	III дослідна	11,3 $\pm$ 0,09	18,9 $\pm$ 0,46*	26,9 $\pm$ 0,69
ЛФ, Од/л	Контрольна	3725 $\pm$ 50,7	1403 $\pm$ 29,5	1204 $\pm$ 31,5
	I дослідна	3887 $\pm$ 46,1	1206 $\pm$ 20,6	1383 $\pm$ 62,6
	II дослідна	3223 $\pm$ 39,4	1551 $\pm$ 32,0	1309 $\pm$ 32,7
	III дослідна	2953 $\pm$ 42,8	1128 $\pm$ 18,8	1317 $\pm$ 44,9
ЛДГ, Од/л	Контрольна	2138 $\pm$ 195	1361 $\pm$ 235	1479 $\pm$ 321
	I дослідна	2007 $\pm$ 177	1505 $\pm$ 216	1614 $\pm$ 312
	II дослідна	2059 $\pm$ 203	1408 $\pm$ 191	1975 $\pm$ 280
	III дослідна	2116 $\pm$ 164	1571 $\pm$ 228	1835 $\pm$ 307

За результатами досліджень встановлено, що в курчат-бройлерів дослідних груп показник активності АсАТ був більш стабільним впродовж досліджу, ніж у птиці контрольної групи, що було позитивною ознакою, оскільки вказувало на кращий стан м'язової тканини. Вірогідне зростання АсАТ встановлено на 28-му добу досліджу у птиці II дослідної групи – на 6,6 %, III дослідної групи – на 5,7 %, а також у кінці досліджу у птиці II дослідної групи – на 5,6 %, III дослідної групи – на

6,5 %, порівняно з контролем.

Встановлено зміни активності ЛФ (табл. 3.4.6), яка поступово знижувалася впродовж дослідного періоду, що, може бути пов'язане з припиненням процесів активного синтезу кісткової тканини і пояснювалося природними фізіологічними змінами в організмі птиці. Одночасно спостерігалось підвищення активності ЛДГ в сироватці крові курчат усіх груп, що пояснювалося активним нарощуванням м'язової тканини в період росту птиці, однак різниця не була статистично вірогідною.

З метою вивчення впливу добавки на ліпідний обмін в організмі курчат-бройлерів було проведено визначення вмісту загальних ліпідів та триацилгліцеролів у сироватці крові дослідної птиці, на мінеральний обмін – вміст Кальцію та Фосфору.

Крім того, було проведено визначення сечової кислоти, як продукту білкового обміну, а саме пуринових нуклеїнових основ у організмі. Вміст сечової кислоти у межах фізіологічної норми свідчить про правильне функціонування організму, а її підвищений вміст (гіперурикемія) – про порушення обміну речовин у організмі.

Отримані результати досліджень наведено в таблиці 3.4.7.

Таблиця 3.4.7

Деякі показники ліпідного і мінерального обмінів в організмі курчат-бройлерів застосування кормової добавки «ЛМЙОД» ($M \pm m$, $n=10$)

Показник	Група	Термін проведення дослідження	
		28 доба	У кінці досліду
Загальні ліпіди, г/л	Контрольна	$6,23 \pm 0,26$	$2,94 \pm 0,43$
	I дослідна	$4,09 \pm 0,37^{**}$	$3,12 \pm 0,22$
	II дослідна	$5,37 \pm 0,34^*$	$3,26 \pm 0,31$
	III дослідна	$6,25 \pm 0,52$	$3,49 \pm 0,29$
Триацилгліцероли, ммоль/л	Контрольна	$1,05 \pm 0,31$	$0,93 \pm 0,14$
	I дослідна	$1,10 \pm 0,35$	$1,16 \pm 0,21$
	II дослідна	$1,31 \pm 0,13$	$1,39 \pm 0,17^*$
	III дослідна	$1,75 \pm 0,26^*$	$1,60 \pm 0,15^*$
Кальцій, ммоль/л	Контрольна	$2,7 \pm 0,15$	$2,6 \pm 0,14$
	I дослідна	$2,6 \pm 0,32$	$2,3 \pm 0,18$
	II дослідна	$2,5 \pm 0,19$	$2,6 \pm 0,21$
	III дослідна	$2,8 \pm 0,27$	$2,8 \pm 0,36$

Продовження таблиці 3.4.7 на наступній сторінці

Продовження таблиці 3.4.7

Показник	Група	Час проведення дослідження	
		28 доба	У кінці досліду
Фосфор, ммоль/л	Контрольна	$1,8 \pm 0,97$	$1,7 \pm 0,18$
	I дослідна	$2,1 \pm 0,45$	$1,9 \pm 0,22$
	II дослідна	$1,9 \pm 0,24$	$2,0 \pm 0,39$
	III дослідна	$2,0 \pm 0,51$	$1,9 \pm 0,37$
Сечова кислота, мкмоль/л	Контрольна	$355 \pm 24,8$	$353 \pm 28,7$
	I дослідна	$385 \pm 12,9$	$371 \pm 19,5$
	II дослідна	$370 \pm 18,5$	$376 \pm 30,1$
	III дослідна	$364 \pm 20,3$	$361 \pm 26,6$

За вмістом загальних ліпідів на 28-му добу досліду у сироватці крові дослідної птиці встановлено вірогідне зниження: I дослідної групи – на 52,3 %, II дослідної групи – на 16,0 %. У кінці досліду вміст цього показника був вищим у сироватці крові птиці I дослідної групи – на 6,12 %, II – на 10,9 %, III – на 18,7 %, порівняно з контролем.

На 28 добу досліду в сироватці крові курчат III дослідної групи зафіксовано статистично вірогідне зростання вмісту триацилгліцеролів на 66,7 %, порівняно з контролем. У кінці досліду (42 доба) вірогідно вищий вміст триацилгліцеролів встановлено у сироватці крові курчат II – на 49,5 % та III дослідної групи – на 72,0 %, порівняно з контрольною групою. Морфо-функціональний розвиток птиці та адаптаційні можливості їхнього організму в ранньому віці значно залежать від інтенсивності синтезу і ступеня використання структурних та резервних ліпідів (триацилгліцеролів) в енергетичних тканинних процесах. Тому, високий рівень цих показників ліпідного обміну у сироватці крові курчат за впливу досліджуваної добавки характеризує інтенсивний ріст молодняку курей.

З результатів таблиці 3.4.7 можна зробити і висновок, що згодовування добавки не мало суттєвого впливу на мінеральний обмін у крові дослідних курчат. Вміст кальцію і фосфору у сироватці крові дослідних та контрольної груп птиці суттєво не відрізнявся та був у межах фізіологічної норми. Дані результати є свідченням того, що порушень в обміні речовин та у функціонуванні органів, які задіяні в цьому обміні, зокрема прищитоподібних залозах не відмічено.

Вміст сечової кислоти у птиці дослідних та контрольної груп у процесі дослідження перебував у межах фізіологічної норми, що свідчить про нормальне функціонування печінки та нирок – органів, які є основним місцем утворення та виведення сечової кислоти з організму.

У кінці дослідження в крові визначали вміст Йоду та амінокислот, зокрема, цікавив тирозин, оскільки ці компоненти приймають участь в утворенні тироксину і трийодтироніну щитоподібною залозою. Вміст Йоду в крові показано на рисунку 3.4.1, а вміст амінокислот у крові – у таблиці 3.4.9.

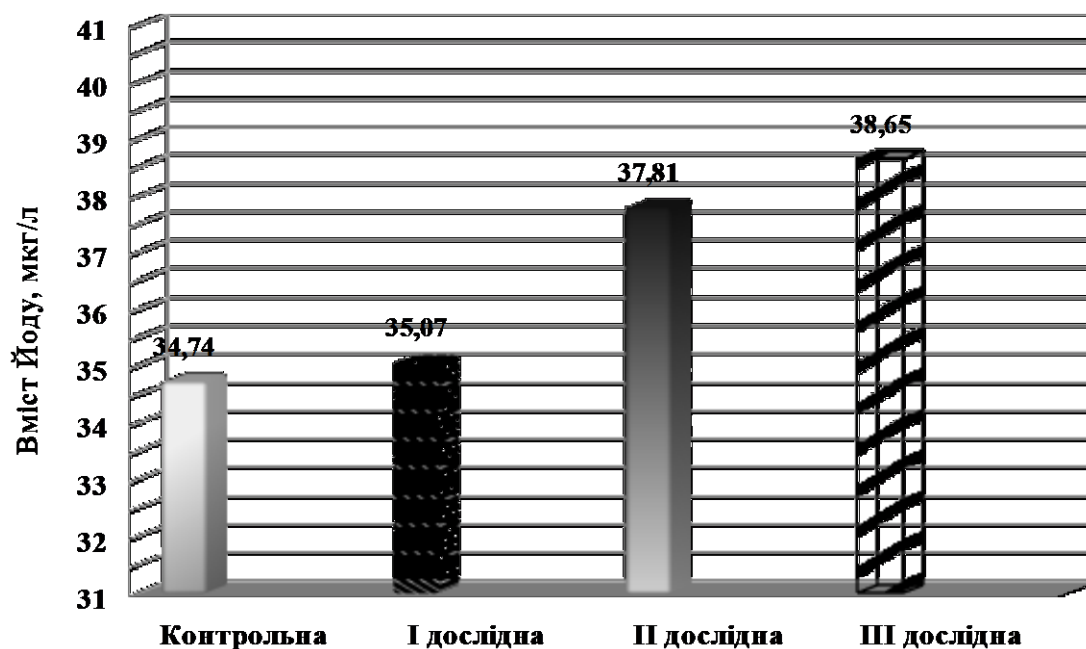


Рис. 3.4.1 Уміст Йоду в сироватці крові курчат-бройлерів

За результатами проведених досліджень уміст Йоду в крові курчат-бройлерів у кінці дослідження був у межах фізіологічної норми. За згодовування добавки у дозі 0,52 г/кг корму уміст Йоду в крові курчат I дослідної групи суттєво не відрізнявся від його вмісту в контролі. За згодовування добавки у дозі 1,05 г/кг корму уміст Йоду в крові курчат II дослідної групи зріс на 8,8 %, а в птиці III дослідної групи, яка споживала добавку в дозі 1,58 г/кг корму – на 11,3 %, порівняно з контролем. З отриманих результатів, можна зробити висновок, що Йод, який знаходиться в

добавці в органічній формі краще засвоюється організмом птиці, у дозі, необхідній для організму сприяє підвищенню його вмісту в сироватці крові.

Таблиця 3.4.9

**Вміст амінокислот у крові курчат-бройлерів за згодовування
кормової добавки ($M \pm m$, $n=5$)**

Назва АК	Група			
	Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Аргінін (arg), %	$0,93 \pm 0,054$	$0,70 \pm 0,028^{**}$	$0,86 \pm 0,071$	$0,78 \pm 0,028$
Лізин (lys), %	$1,05 \pm 0,018$	$1,19 \pm 0,036$	$1,40 \pm 0,056$	$1,65 \pm 0,062^*$
Тирозин (tyr), %	$0,33 \pm 0,023$	$0,31 \pm 0,003$	$0,36 \pm 0,007$	$0,38 \pm 0,012$
Фенілаланін (phe), %	$1,03 \pm 0,078$	$0,67 \pm 0,028^{**}$	$0,79 \pm 0,051^*$	$1,1 \pm 0,031$
Гістидин (his), %	$0,85 \pm 0,070$	$0,82 \pm 0,027$	$0,92 \pm 0,033$	$1,22 \pm 0,045^{**}$
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile), %	$1,21 \pm 0,108$	$1,16 \pm 0,960$	$1,33 \pm 0,075$	$1,85 \pm 0,201^*$
Метіонін (met), %	$0,25 \pm 0,054$	$0,21 \pm 0,012$	$0,31 \pm 0,018$	$0,38 \pm 0,041^*$
Валін (val), %	$1,02 \pm 0,037$	$0,70 \pm 0,056^*$	$0,85 \pm 0,034$	$1,11 \pm 0,069$
Пролін (pro), %	$0,40 \pm 0,054$	$0,42 \pm 0,009$	$0,43 \pm 0,015$	$0,54 \pm 0,033^*$
Треонін (thr), %	$0,69 \pm 0,044$	$0,66 \pm 0,017$	$0,75 \pm 0,030$	$0,86 \pm 0,049^*$
Серін (ser), %	$0,59 \pm 0,051$	$0,62 \pm 0,028$	$0,86 \pm 0,047^{**}$	$0,76 \pm 0,026^*$
Аланін (ala), %	$0,82 \pm 0,056$	$0,82 \pm 0,043$	$0,99 \pm 0,039$	$1,18 \pm 0,053^*$
Гліцин (gly), %	$0,41 \pm 0,072$	$0,45 \pm 0,024$	$0,57 \pm 0,045$	$0,58 \pm 0,038$

Експериментально встановлено зростання вмісту лізину у крові птиці II дослідної групи – на 33,3 % і III дослідної групи – на 73,3 %, тирозину (приймає безпосередню участь в утворенні тироксину і трийодтироніну) – на 9,1 % і 15,2 %, гістидину – на 8,2 % і 43,5 %, лейцину+ізолейцину – на 9,9 % і 52,9 %, метіоніну – на 24,0 % і 52,0 %, треоніну – на 8,7 % і 24,6 %, серіну – на 45,8 % і 10,1 %, аланіну – на 20,7 і 43,9 %, гліцину – на 39,0 % і 41,5 %, відповідно, порівняно з контролем.

Оскільки, органічний Йод, зв'язаний з білком, в основному складається з тироксину, а активність тиреоїдних гормонів тісно пов'язана із надходженням Йоду у організм тварин, тому їх рівень у крові є основним критерієм для оцінювання функціонального стану щитоподібної залози.

Результати вивчення впливу згодовування різних доз кормової добавки у складі комбікормів, порівняно із застосування йодидом калію, на концентрацію гормонів у сироватці крові курчат-бройлерів наведено у таблиці 3.4.10.

Таблиця 3.4.10

**Вміст гормонів у сироватці крові курчат-бройлерів застосування кормової
добавки «ЛМЙОД» ($M \pm m$, $n=5$)**

Група	Трийодтиронін (Т3), нг/мл	Тироксин (Т4), мг/дл
Контрольна	1,17±0,042	4,93±0,281
I дослідна	1,20±0,039	5,02±0,177
II дослідна	1,31±0,031*	5,17±0,134
III дослідна	1,34±0,028*	5,15±0,119

Згідно з отриманими результатами концентрація трийодтироніну (Т3) в сироватці крові курчат-бройлерів дослідних груп за дії різних доз досліджуваної кормової добавки зростає, порівняно із контролем. Так, додавання до комбікорму кормової добавки «ЛМЙОД» у дозі 0,52 г/кг, сприяє зростанню вмісту Т3 гормону, на 2,56 %, У кінці досліду встановлено статистично вірогідне зростання трийодтироніну в сироватці крові птиці II дослідної групи на 11,9 %, а III дослідної групи на – 14,5 %, порівняно з цим показником у контролі.

Експериментально встановлено, що вміст тироксину в сироватці крові птиці I дослідної групи був вищим на 1,83 %, II дослідної групи – на 4,87 %, а III дослідної групи – на 4,46 %, порівняно з контролем. Підтвердженням зростання вмісту тироксину та трийодтироніну в сироватці крові дослідних курчат-бройлерів, може бути активація синтетичних процесів утворення гормонів щитоподібної залози за рахунок надходження Йоду в органічній формі.

Під час забою у кінці досліду було відібрано проби грудних м'язів курчат для досліджень за хімічним та амінокислотним складом (табл. 3.4.11 і 3.4.12).

Таблиця 3.4.11

**Показники поживності м'яса курчат-бройлерів за згодовування добавки
($M \pm m$, $n=10$)**

Показник	Групи			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Волога, %	75,3 ± 0,46	74,9 ± 0,85	74,0 ± 0,31	73,9 ± 0,42
Жир, %	3,7 ± 0,06	3,6 ± 0,14	3,4 ± 0,11	3,4 ± 0,17
Білок, %	19,8 ± 0,09	20,1 ± 1,05	20,7 ± 0,68	20,8 ± 0,53
Зола, %	0,74 ± 0,03	0,82 ± 0,04	0,87 ± 0,09	0,85 ± 0,14
Вуглеводи, %	0,5 ± 0,02	0,6 ± 0,05	0,4 ± 0,03	0,6 ± 0,02

За результатами проведених досліджень, встановлено, що м'ясо птиці І дослідної групи, порівняно до контролю, містило більше білка – на 1,5 % та менше жиру – на 2,7 %, а у птиці II і III дослідних груп – на 4,5 % більше білка та 8,0 % менше жиру.

Таблиця 3.4.12

**Вміст амінокислот у м'ясі курчат-бройлерів
за згодовування кормової добавки ($M \pm m$, $n=5$)**

Назва АК	Група			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Аргінін (arg), %	1,65 $\pm$ 0,052	1,70 $\pm$ 0,046	1,83 $\pm$ 0,039	2,07 $\pm$ 0,068*
Лізин (lys), %	2,45 $\pm$ 0,110	2,48 $\pm$ 0,109	2,51 $\pm$ 0,127	2,56 $\pm$ 0,115
Тирозин (tyr), %	0,68 $\pm$ 0,083	0,71 $\pm$ 0,065	0,75 $\pm$ 0,059	0,79 $\pm$ 0,061
Фенілаланін (phe), %	1,12 $\pm$ 0,035	1,08 $\pm$ 0,027	0,93 $\pm$ 0,042	1,14 $\pm$ 0,032
Гістидин (his), %	1,14 $\pm$ 0,040	1,06 $\pm$ 0,018	1,15 $\pm$ 0,023	1,22 $\pm$ 0,029
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile), %	2,71 $\pm$ 0,136	2,73 $\pm$ 0,151	2,85 $\pm$ 0,148	3,00 $\pm$ 0,177
Метіонін (met), %	0,66 $\pm$ 0,055	0,63 $\pm$ 0,042	0,71 $\pm$ 0,051	0,77 $\pm$ 0,048
Валін (val), %	0,95 $\pm$ 0,071	1,01 $\pm$ 0,068	1,02 $\pm$ 0,037	1,12 $\pm$ 0,056
Пролін (pro), %	1,10 $\pm$ 0,064	1,34 $\pm$ 0,059	1,40 $\pm$ 0,066	1,51 $\pm$ 0,051*
Треонін (thr), %	0,85 $\pm$ 0,028	1,03 $\pm$ 0,033	1,17 $\pm$ 0,011	1,23 $\pm$ 0,026*
Серін (ser), %	0,81 $\pm$ 0,016	0,82 $\pm$ 0,020	0,86 $\pm$ 0,025	0,91 $\pm$ 0,032
Аланін (ala), %	1,56 $\pm$ 0,217	1,57 $\pm$ 0,205	1,63 $\pm$ 0,178	1,38 $\pm$ 0,154
Гліцин (gly), %	1,15 $\pm$ 0,095	1,11 $\pm$ 0,087	1,12 $\pm$ 0,063	1,20 $\pm$ 0,073

За визначення амінокислотного складу м'яса птиці II і III дослідної групи встановлено зростання вмісту амінокислот, зокрема: аргініну – на 10,9 і 25,5 % ($p < 0,05$), лізину – на 2,4 і 4,5 %, тирозину – на 10,3 і 16,2 %, гістидину – на 0,9 і 7,0 %, метіоніну – на 7,6 і 16,7 %, валіну – на 7,4 і 17,8 %, проліну – на 27,3 і 37,6 %, відповідно, порівняно з контролем.

Результати визначення вмісту Йоду у організмі курчат-бройлерів, які споживали комбікорм із йодидом калію та кормовою добавкою «ЛМЙОД» наведено в таблиці 3.4.13.

**Вміст Йоду в печінці та м'язах курчат-бройлерів за застосування кормової
добавки «ЛМЙОД» ($M \pm m$, $n=5$)**

Група	Вміст Йоду, мкг/кг	
	печінка	м'язи
Контрольна	$73,7 \pm 1,65$	$16,2 \pm 0,37$
I дослідна	$75,6 \pm 1,33$	$17,1 \pm 0,83$
II дослідна	$79,2 \pm 1,08^*$	$18,5 \pm 0,41^{**}$
III дослідна	$80,5 \pm 1,17^*$	$19,6 \pm 0,68^{**}$

Заміна 50 % йодиду калію у комбікормах на таку ж кількість біомаси прісноводної водорості (за вмістом Йоду) сприяла тенденції до підвищення цього елемента у м'язовій тканині курчат I дослідної групи на 5,6 %, а в печінці – на 2,6 %. Встановлено статистично вірогідне зростання вмісту Йоду у м'язовій тканині птиці II дослідної групи, якій згодовували комбікорми зі 100 % заміною йодиду калію на кормову добавку, на 14,2 %, а в печінці – на 7,5 %. Вірогідне зростання вмісту Йоду у м'язовій тканині спостерігали і в курчат III дослідної групи, якій згодовували в 1,58 г/кг кормової добавки, на 20,9 %, у печінці – 9,2 %, порівняно з контролем.

Таким чином, за результатами вмісту Йоду у організмі курчат-бройлерів можливо стверджувати, що цей елемент у досліджуваній кормовій добавці максимально зберігається у складі комбікорму, мінімально елімінується у навколишнє середовище, на відміну від йодиду калію. Таким чином, курчата-бройлери повною мірою забезпечуються фізіологічно необхідною дозою Йоду.

Економічну оцінку ефективності застосування добавки проведено за виходом кінцевого продукту (маси тіла вирощеного поголів'я птиці) з розрахунку на одну голову. Економічний ефект обчислювали, як вартість додаткового приросту птиці дослідних груп, у порівнянні з контрольною. При обчисленні економічного ефекту за основу брали закупівельну ціну 1 кг живої маси – 33,0 грн.

Результати розрахунку економічної ефективності застосування добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» курчатам-бройлерам, подано в таблиці 3.4.14.

Таблиця 3.4.14

**Економічна ефективність застосування добавки кормової водоростевої
йодовмісної «ЛМЙОД» за вирощування курчат-бройлерів**

Показник	Група			
	Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Середня маса тіла на початку дослідів, г	286 ± 10,5	279 ± 9,7	281 ± 10,1	283 ± 11,6
Середня маса тіла в кінці дослідів, г	2920 ± 21,8	3005 ± 19,2	3056 ± 19,6	3072 ± 20,3
Середній приріст маса тіла за період дослідів, г	2634	2726	2775	2789
Додатковий приріст 1 голови, г до контролю	-	92	141	155
Вартість додаткового приросту, грн.	-	3,04	4,65	5,11
Використано корму за період дослідів, г	5153	5153	5153	5153
Кількість використаної на 1 гол. добавки та калію йодистого по групах, г.	14,2 мг	7,1 мг/2,83 г	5,83 г	8,81 г
Вартість добавки:				
за 1 кг, грн	930	930	110	110
		110		
використаної у досліді, грн	-	0,01/0,31	0,64	0,96
Додатковий прибуток, на 1 гол за період дослідів у порівнянні з контролем, грн.	-	2,72	4,01	4,15
Додатковий прибуток на 1 гол. за період дослідів порівняно з використанням калію йодистого, грн.	-	-	1,29	1,43
Вартість корму, грн. (11 грн. кг, 65% в собівартості)	56,68	56,68	56,68	56,68
Інші витрати	30,52	30,52	30,52	30,52
Витрати на кормову добавку	-	0,32	0,64	0,96
Всього витрат	87,2	87,52	87,86	88,16
Вартість 1 гол. при реалізації	96,36	99,16	100,85	101,37
Рентабельність, %	1,105 10,5 %	113,3 13,3 %	115,2 15,2%	114,98 15,0%

Продовження таблиці 3.4.14 на наступній сторінці

Продовження таблиці 3.4.14

Показник	Група			
	Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Зростання рентабельності до контролю, %	-	2,8	4,7	4,5
Зростання рентабельності до використання калію йодистого, грн.	-	-	1,9	1,7

Дані таблиці 3.5.14 свідчать, що абсолютний приріст маси тіла за період досліду у птиці дослідних груп був вищим, ніж у контрольної. Так, при введенні у комбікорм добавки у дозі 0,52 г/кг вартість додаткового приросту на 1 голову, порівняно з контролем, становила 3,04 грн, у дозі 1,05 г/кг – 4,65 грн, у дозі 1,58 г/кг – 5,11 грн. Застосування добавки кормової «ЛМЙОД» за період досліду, порівняно з калієм йодистим, забезпечило додатковий прибуток на 1 гол. у II дослідній групі – 1,29 грн., III – 1,43 грн. За використання біомаси *Lemna minor*, збагаченої Йодом, у дозі 1,05 г/кг комбікорму, рентабельність вирощування курчат-бройлерів зростає на 4,7 %, порівняно з контролем.

Отже, застосування добавки кормової з біомаси прісноводної водорості *Lemna Minor*, збагаченої Йодом, за вирощування курчат-бройлерів, для усунення дефіциту Йоду в біогеохімічних зонах України, забезпечує умови для вирощування здорової птиці з отриманням стабільних результатів по продуктивності (приростах маси) та додаткового прибутку.

На кормову добавку розроблено та затверджено у встановленому порядку комплект нормативної документації, що дає практичну можливість спеціалістам тваринницьких господарств, комбікормових та біохімзаводів України застосувати її за виробництва комбікормів та преміксів для попередження нестачі Йоду у курчат-бройлерів.

РОЗДІЛ 4

УЗАГАЛЬНЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проблема йододефіциту в ендемічних за Йодом регіонах України, особливо західних, є надзвичайно актуальною. Крім того, до нестачі Йоду у воді, кормах для тварин і продуктах харчування, в нашій державі приєдналися негативні наслідки від аварії на Чорнобильській АЕС, що призвело до йододефіциту різного ступеня тяжкості по всій території [42].

Поширеність ЙДЗ у тварин і птиці визначається аналогічними факторами, що і в людей, у тих же біогеохімічних умовах кожного регіону та залежить від умісту Йоду в системі «вода – ґрунт – рослини – тварини». За йодної недостатності у тварин і птиці знижуються відтворні функції, сповільнюється ембріональний розвиток, народжується мертва або нежиттєздатне потомство, зі зниженими імунобіологічними властивостями організму, що відзначено у статтях Кравченка В. І., Судакова М., Уразаєва Н.А. [74, 75, 124, 128].

Проблему йодної недостатності у сільськогосподарських тварин і птиці вирішують переважно шляхом введення у кормові раціони йодних неорганічних мінеральних добавок (калію йодистого, натрію йодистого та інших) або преміксів, збалансованих за вмістом Йоду. Однак, Йод, який використовують для їх виробництва, не стабілізований, тому має здатність швидко елімінуватись у навколишнє середовище [43, 44, 87, 183].

На нашу думку, як і на думку інших авторів [79, 83, 115, 155] неорганічні йодні кормові добавки – малостійкі сполуки, швидко втрачають Йод на світлі, за підвищеної температури і доступі повітря, проявляють агресивність до інших компонентів преміксів, зокрема, вітамінів, з часом втрачають свої фізичні і технологічні властивості. Це стосується і йодованої солі, збереженість Йоду в якій досліджували Diosady L. L., Mannar MGV. [183, 216].

Найбільш природнім і ефективним є введення в раціон Йоду органічного походження, оскільки організм тварин і птиці приймає активну участь у засвоєнні його органічних сполук, які в шлунково-кишковому тракті розпадаються до

амінокислот і йодтирозинів, у подальшому в гепатоцитах відбувається дейодування специфічними ферментами — дейодиназами, кількість яких тим вища, чим вища йодна недостатність в організмі [42, 133, 237].

Одним із таких додаткових джерел збагачення раціонів тварин і птиці поживними та біологічно активними речовинами є застосування біомаси прісноводних водоростей, які володіють хорошою здатністю адсорбувати з води мінеральні речовини, що відмічено Боднаром О. І., Луцівим А. І. [8, 80]. Використовуючи властивість прісноводних водоростей акумулювати розчинні форми макро- і мікроелементів із середовища, в яких вони культивуються, а також лабільність хімічного складу, існує можливість здійснювати керований біотехнологічний процес збагачення їх біомаси необхідними природними сполуками [82, 100, 133].

Прісноводна водорість *Lemna minor* є класичним представником родини Ряскових (Lemnaceae). До якості води *Lemna minor* особливих вимог не має. Для її життєздатності температура води може коливатися в дуже широкому діапазоні (від 12 до 30 °C), а жорсткість і кислотність води для цього виду водорості значення не мають, що відзначено в статтях Топачевского А. В., Яремко О. Є., Gijzen H. J. та ін. [127, 146, 194].

Комплексні дослідження хімічного складу біомаси прісноводної водорості проводилися за поживною цінністю та вмістом біологічно активних речовин. В натуральній біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* міститься 92,8 % вологи, 7,2 % сухої речовини і 1,52 % білка, що становить 21,1 % у перерахунку на абсолютно суху речовину. Крім цього, міститься 1,34 % сирої золи, 0,1 % жиру та 0,8 % клітковини, обмінна енергія біомаси на натуральну вологу при цьому складає 20,2 ккал/100 г. Результати наших досліджень підтверджуються даними Яремко О., Harnedy P. A., Yilmaz E. тощо [147, 149, 199, 258]. За внесення різних доз Йоду в середовище культивування, вміст вологи в біомасі *Lemna minor* знижується, а білка – зростає прямопропорційно до зростання доз цього мікроелемента [15].

Becker E. W. Khandaker T. та рядом інших вчених було експериментально доведено застосування водоростей, як джерела білка у раціонах

сільськогосподарської птиці, та високу їх якість за рахунок повноцінного набору незамінних та замінних амінокислот [164, 207].

Проаналізувавши зразки біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* і гороху за амінокислотним складом ми дійшли висновку, що вміст амінокислот у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*, а саме: лізину – 1,2 %; метіоніну – 0,4 %; триптофану – 0,12 %; цистину – 0,15 %; треоніну – 1,55 %; валіну – 1,6 %; тирозину – 0,84 % є близьким до гороху. Отримані результати підтверджуються даними українських, пакистанських, російських вчених, які твердять, що за вмістом необхідних амінокислот *Lemna minor* переважає такі культури, як кукурудза і рис, вона також багата лізином, аргініном, аспарагіноюю і глутаміноюю кислотами [15, 102, 149, 151, 226, 245].

Дослідження динаміки амінокислотного складу залежно від дози внесення Йоду в середовище культивування показало, що вміст деяких амінокислот зростав паралельно з вмістом білка та дозою Йоду в середовищі [141, 145, 194].

У мінеральному обміні речовин Йод тісно пов'язаний з іншими макро- і мікроелементами, одні з яких позитивно впливають на його засвоєння організмом, інші – проявляють фармакодинамічний синергізм стосовно Йоду [2, 55, 122].

Нами проаналізовано макроелементний склад водорості та ідентифіковано такі елементи: Калій – 1,5 %; Кальцій – 2,25 %; Магній – 0,33 %, а також їх динаміку за внесення різних доз Йоду в середовище культивування для вирощування прісноводної водорості *Lemna minor*. Відмічено, що невеликі дози Йоду не мали суттєвого впливу на вміст досліджуваних елементів. За збільшення дози внесення Йоду в середовище культивування, вміст Калію і Кальцію у біомасі водорості зростав, а Натрію і Магнію – знижувався, порівняно з натуральною, що також досліджувалося Боднаром О. І., Вінярською Г. Б., Nicola J. P. [7, 21, 227].

Крім того, досліджувався аніонний склад біомаси, а саме, хлоридів, фосфатів, нітратів та сульфатів. Рядом дослідників зазначається, що процес концентрування Йоду клітинами шлунка порушують нітрат-, нітрит-іони, а за надлишку Хлору, Йод стає малодоступним і не може добре засвоюватися [177, 225].

Результати, отримані при дослідженні аніонного складу сухої біомаси

водоростей *Lemna minor*, свідчать, що внесення різних доз Йоду суттєво не впливає на вміст у ній сульфатів і нітратів, порівняно з натуральною. Спостерігається зниження вмісту хлоридів із зростанням дози внесення Йоду в середовище культивування. Вміст фосфатів із збільшенням дози Йоду в середовищі культивування зростає в 6,6 – 8,9 разів, порівняно з натуральною біомасою *Lemna minor* [18, 177].

Метаболізм Йоду в щитовидній залозі, при якому організм повністю забезпечується тиреоїдними гормонами, проходить тільки при певному вмісті Йоду в раціоні і залежить від фізіологічного стану організму, надлишку чи нестачі Кобальту, Мангану, Хлору, Купруму та інших елементів, які можуть поглиблювати дефіцит Йоду [177, 227]. Bishop W. M., Zubeck H. M., Dawczynski Christine у своєму огляді розглядають шляхи використання цілого ряду водоростей, як відмінних сорбентів макро- і мікроелементів [21, 161, 167, 177, 195].

Тому, було проаналізовано мікроелементний склад біомаси ряски та виявлено такі мікроелементи: Купрум – 3,9 мг/кг; Цинк – 162,0 мг/кг; Кобальт – 0,73 мг/кг; Селену – 0,69 мг/кг, а також Манган, Хром, Кадмій, Плюмбум у різних концентраціях. Аналізуючи отримані результати динаміки мікроелементного складу, можна зробити висновок, що додавання в поживне середовище різних доз Йоду суттєво не впливає на вміст Купруму в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*.

Уміст Цинку, Хрому та Плюмбуму в біомасі *Lemna minor*, вирощеної на середовищах культивування з різною концентрацією Йоду, знижувався зі зростанням умісту Йоду в середовищі, що підтверджує факт антагонізму між цими мікроелементами [2, 122].

Встановлено збільшення у сухій біомасі прісноводної водорості *Lemna minor* вмісту Мангану і Селену, за збагачення середовищ культивування різними дозами Йоду, відповідно, на 88,5 % і 30,4 %. Це є позитивним фактом, оскільки, між Селеном і Йодом в організмі існує функціональний взаємозв'язок: Селен бере участь в метаболізмі Йоду, який входить у склад трийодтиронін дейодинази у вигляді селеноцистеїну, дефіцит Селену може посилювати ризик розвитку і

важкість гіпотиреозу, який виникає на фоні йодної недостатності [6, 7].

Отже, *Lemna minor* накопичує есенціальні і неесенціальні макро- та мікроелементи залежно від їх форми і концентрації у середовищі локалітету зростання, тому у водоймі перед використанням з неї водорості потрібно визначати вміст мінеральних елементів [8, 21, 144, 148, 177].

Використовуючи здатність прісноводних водоростей до проникнення іонів металів у їх клітини, було проведено дослід з вивчення сорбуючої здатності біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за рівнем акумуляції Йоду [8, 9, 13, 89, 93].

За вивчення сорбуючої здатності Йоду біомасою *Lemna minor*, нами встановлено, що в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*, взятої з природного середовища, вміст Йоду становив $< 0,1$ мг/кг. Зростання концентрації Йоду в біомасі *Lemna minor*, залежно від його вмісту в середовищі культивування, свідчить про її інтенсивні сорбуючі властивості щодо цього мікроелемента.

Доведено, що на 15-у добу культивування в середовищах з вмістом Йоду 40–500 мг/дм³, концентрація елемента у сухій біомасі *Lemna minor* збільшується у 2,7–1,8 рази.

Виявлено, що процес накопичення Йоду в біомасі *Lemna minor* триває упродовж всього досліді. Уміст Йоду в біомасі, культивованій на середовищах з концентрацією Йоду 40–2000 мг/дм³, до кінця досліді збільшувався у 2,0–2,5 рази, порівняно з його вмістом на 15-у добу досліді. До кінця досліді концентрація Йоду в сухій біомасі перевищувала її вміст у середовищах культивування у 3–7 разів.

За концентрацій Йоду в середовищах культивування 4000–15000 мг/дм³, сорбційні властивості водорості знижуються і вміст елемента в сухій біомасі у кінці досліді був нижчим на 4,5–26,2 %, порівняно з його вмістом у середовищах культивування.

За концентрацій Йоду в середовищі культивування 4000 мг/дм³ і вище, спостерігалось сповільнення нарощування біомаси *Lemna minor*, пожовтіння водоростей, вкорочення корінців, помутніння середовища культивування, що підтверджується дослідженнями Brune, D., von Alvensleben N., Magnusson, M., і

іншими науковцями [13, 143, 171, 177].

Водорості володіють унікальними метаболічними і репродуктивними системами, сенсорними і захисними механізмами, що дозволяє їм успішно адаптуватися до різноманітних факторів навколишнього середовища (температура, дія важких металів, радіації) [162, 190].

Проведено дослідження інтенсивності нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за різних доз Йоду в середовищах культивування. Встановлено, що за внесення в середовище культивування від 40 до 500 мг/л Йоду інтенсивність нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* перебувала в межах природного культивування, її приріст за період дослідів становив від 42,0 до 62,5 г, тобто зростав у 2,4 – 2,9 разів.

Процес висушування біомаси дав змогу сконцентрувати у ній вміст Йоду в 14 разів вище, порівняно з вологою її формою. Найбільш оптимальний вміст Йоду в сухій біомасі спостерігали за його концентрації 500 мг/дм³ у середовищі культивування, і цей показник становив 1893,7 мг/кг.

Поступово із внесення вищих доз Йоду в середовище культивування, спостерігалось суттєве зниження приростів біомаси, а доза внесення 15000 мг/дм³ Йоду в середовищі культивування знижувала приріст біомаси *Lemna minor* майже на 82,0 %, що вказує на токсичний вплив високих доз Йоду у формі калію йодистого. Високі концентрації Йоду (20000 мг/дм³) здійснювали негативний вплив на культивування біомаси, затримували її ріст, знижували прирости, а до кінця експерименту – спричиняли загибель прісноводної водорості *Lemna minor*. Загибель *Lemna minor* в перші 5 – 10 днів спричиняє вміст Йоду в середовищі культивування 30000 мг/дм³ і вище [13, 209].

Дослідження технологічних параметрів стабільності Йоду в біомасі прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, за зберігання при різних температурних режимах упродовж тривалого часу показало, що за зберігання дослідних зразків за температури 40 °С впродовж 46 діб, вміст Йоду у них знижувався у діапазоні 3,21 – 4,8 %, тобто збереженість Йоду становила 95,2 %, порівняно з початковим вмістом. Такий температурний режим і експериментальний

термін зберігання відповідають зберігання біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, впродовж 2 років за температури 18 – 20 °С.

За зберігання дослідних зразків за температури 50 °С впродовж 23 діб забезпечувало стабільність Йоду в сухій біомасі *Lemna minor* у діапазоні 10,4 – 20,6 %, що відповідає зберігання біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, впродовж 2 років за температури 30 °С. При цьому збереженість Йоду становила 79,4 %, порівняно з початковим вмістом.

Динаміка вмісту Йоду в алюмосилікатйодних препаратах у різні терміни післягарантійного зберігання вивчалася Мерзловим С. В. і колективом вчених БНАУ, результатами підтверджено стабільність цього елемента впродовж тривалого терміну [96].

Також, нами вивчалася стабільність Йоду в середовищі культивування для вирощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*. З результатів досліджень можемо зробити висновок, що за період досліду в середовищах культивування у процесі культивування біомаси прісноводної водорості кількість Йоду знижується, тобто він акумулюється у біомасу і вилучається у атмосферне середовище після руйнування калій йодистої сполуки.

Найбільш суттєве зниження концентрації Йоду в середовищах культивування зафіксовано на 30 добу культивування: за вихідної концентрації 120 мг/дм³ відсоток елімінації становив 8,04 %, за 500 мг/дм³ – 6,77 %, за 1000 мг/дм³ – 6,56 % і 2000 мг/дм³ – 6,89 %. Однак, зниження концентрації Йоду у всіх проаналізованих середовищах культивування не перевищувало 10 %.

За дослідження впливу різних температур та інтенсивності освітлення на нарощування біомаси прісноводні водорості *Lemna minor* за внесення Йоду в середовище культивування, доведено, що інтенсивність росту залежить від температури середовища культивування та освітлення у процесі її вирощування.

Експериментально доведено, що ріст *Lemna minor* найменш інтенсивно відбувається за температури середовища культивування 20 ± 2 °С. За такої температури на 10-у добу культивування приріст біомаси був на 11,30 та 5,23 % меншим, порівняно з II і III дослідними середовищами.

У кінці досліду прирости біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, за внесення 500 мг/дм³ Йоду в середовище культивування, були вірогідно вищими у II і III дослідних середовищах, порівняно з приростами біомаси у I дослідному середовищі. За температури дослідного середовища 20 ± 2 °C інтенсивність приросту була на 47,0 та 28,4 % нижчою, порівняно з II і III дослідними середовищами.

Інтенсивність приростів біомаси водорості у II дослідному середовищі (25 ± 2 °C) була на 14,5 % вищою, порівняно з III дослідним середовищем (30 ± 2 °C). Отже, у середовищі культивування за внесення Йоду у кількості 500 мг/дм³ та за температури 30 ± 2 °C дещо сповільнювався приріст біомаси водорості, спостерігалось пожовтіння та побуріння частини рослин (до 15 %), починаючи з 20-ї доби культивування і до кінця досліду.

Аналізуючи отримані результати можна зробити висновок, що найбільш інтенсивне нарощування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* у середовищі із вмістом Йоду 500 мг/дм³ відбувалося за температури останнього 25 ± 2 °C. Таких же результатів досягли вчені кафедри харчової біотехнології Казанського національного дослідного технологічного університету, які встановили, що найоптимальніше культивування *Lemna minor* відбувається за цілодобового освітлення і температури +25 °C [13].

Встановлено, що на 20-у добу культивування, прирости біомаси у II та III дослідних середовищах були на 34,6 та 28,6 % вищими, порівняно з приростами біомаси у I дослідному середовищі з інтенсивністю освітлення 1500 ± 30 лк. За освітлення 3000 ± 30 лк на 20-у добу відмічали тенденцію до збільшення приростів біомаси на 4,55 %, у порівнянні з III дослідним середовищем з інтенсивністю освітлення 5000 ± 30 лк.

У кінці досліду прирости біомаси *Lemna minor* були вірогідно вищими у II і III дослідних середовищах, порівняно з приростами біомаси у I дослідному середовищі. Інтенсивність приростів біомаси водорості у II дослідному середовищі за інтенсивності освітлення 3000 ± 30 лк була вищою на 11,4 %, порівняно з III дослідним середовищем.

Враховуючи зазначене вище, можна стверджувати, що найбільш інтенсивний приріст біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, за збагачення середовища культивування Йодом, відбувається за інтенсивності освітлення 3000 ± 30 лк.

Нові кормові добавки, одержані біотехнологічним способом, потребують всестороннього вивчення, зокрема, впливу на організм тварин і птиці у процесі згодовування.

З цією метою нами було проведено вивчення токсичного впливу кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, на організм лабораторних тварин. Комплексні токсикологічні дослідження склалися з вивчення подразнюючої дії добавки на слизову оболонку ока та шкіру кроля, гострої токсичності та встановлення класу токсичності на лабораторних щурах, а також вивчення токсичності повторної дози за тривалого згодовування.

За вивчення подразнюючої дії при дворазовому нанесенні на шкіру кролів суспензії кормової добавки, візуальних змін з боку шкірного покриву не виявлено. Встановлено, що кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor* збагачена Йодом не викликає подразнюючої та дермoneкротичної дії при нанесенні на шкіру.

Оцінку токсичної дії добавки на слизову оболонку очей проводили за ознаками наявності вираженої гіперемії, набряку та виділень згідно бальної системи. За внесення екстракту кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом у кон'юнктивальний мішок ока кроля клінічні ознаки запалення були відсутні. Отже, досліджувана добавка не викликає подразнюючої дії при нанесенні на слизову оболонку ока у кроля.

Із метою збереження тварин та дотримання біоетичних вимог проведення досліджень із вивчення гострої токсичності кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом було проведено згідно з принципами методу: «Acute Oral Toxicity - Acute Toxic Class Method» OECD Test № 423, а також було впроваджено схему проведення досліджень та встановлення класу токсичності нової кормової добавки, згідно цього документу.

Токсичну дію кормової добавки на організм щурів вивчали методом спостереження за поведінкою піддослідних тварин, фіксуючи їх клінічний стан і

загибель. Всі дослідження проводили дотримуючись положення Європейської конвенції із захисту хребетних тварин, які використовуються в експериментах та інших наукових цілях (Страсбург, 1986), та Закону України «Про захист тварин від жорсткого поводження» (2012 р.).

За результатами дослідження встановлено, що доза 2000 мг/кг маси тіла не викликала загибелі дослідних тварин і будь-яких відхилень з боку поведінкових реакцій і загального стану щурів не виявлено. Відсутність смертності тварин, пов'язаної з кормовою добавкою, свідчить про те, що немає необхідності в подальшому дослідженні. Середньо смертельна доза кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом за умовами методу класифікації гострої токсичності становить вище 5000 мг/кг та належить до п'ятого класу токсичності, згідно з Гармонізованою комплексною системою класифікації хімічних речовин і сумішей (GHS).

Отже, в результаті проведених досліджень кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом належить до 5 класу токсичності за показником гостра оральна токсичність згідно з Гармонізованою комплексною системою класифікації хімічних речовин і сумішей.

T. Khandaker, M. J. Khan, M. Shahjalal, M. M. Rahman довели, що чотирикратне збільшення Йоду в раціоні племінної птиці не проявляє негативного впливу на процеси білкового та ліпідного обмінів, пероксидного окиснення ліпідів, засвоєння вітамінів А, Е і каротиноїдів організмом виведених гусенят та індичат [207].

На підставі їхніх тверджень, а також підсумувавши отримані дані з вивчення шкірно-подразнюючої дії і гострої токсичності добавки, було прийнято рішення провести дослідження токсичності повторної дози за схемою максимально граничної дози на лабораторних тваринах [230].

У результаті проведених досліджень загибелі та захворювань білих щурів не спостерігалось. За щоденного згодовування впродовж 28 днів стан шкіри, хутра і слизових оболонок у тварин дослідних груп були у межах норми, почервоніння, набряку, свербіжу тощо за щоденного спостереження виявлено не було. Впливу на

секреторні та екскреторні функції у тварин дослідних та контрольної груп не спостерігалось, сльозовиділення відмічено не було. Розмір зіниць у тварин дослідних груп був у межах норми, незвичних респіраторних явищ, таких як задишка, кашель тощо не спостерігалось. Змін в ході, поставі і реакції на догляд не відмічалось, клонічні, тонічні рухи чи дивна поведінка (наприклад, самоушкодження, ходіння назад чи по колу) відмічені не були.

Згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом лабораторним щурам не мало негативного впливу на загальні клінічні показники тварин, їх ріст і розвиток, морфологічні показники крові.

Результати біохімічних досліджень показників сироватки крові тварин дослідних груп у кінці дослідження показали, що вміст загального білка, незалежно від дози згодовування був вищим, хоча і не вірогідно, порівняно з контролем на 1,76 та 0,13 %, відповідно по групах. Це свідчить, що хронічних розладів шлунково-кишкового тракту, хвороб печінки чи токсикозів різної етіології в організмі за згодовування добавки не спостерігалось.

Одним із показників інтенсивності білкового синтезу вважається активність амінотрансфераз, а саме аспартатамінотрансферази (АсАТ) і аланінамінотрансферази (АлАТ). Незначна тенденція до підвищення активності АсАТ і АлАТ, та зниження активності ЛФ сироватки крові тварин свідчить, що згодовування добавки у визначених дозах не має токсичного впливу на активність ферментів крові.

Патологічних змін у внутрішніх органах при патолого-анатомічному розтині білих щурів, узятих по 3 особини з кожної групи, не виявлено. Маса внутрішніх органів у лабораторних тварин контрольної і дослідних груп була у межах фізіологічної норми і суттєво не відрізнялася по групах.

Отже, результати патолого-анатомічних досліджень свідчать, що згодовування кормової добавки з прісноводної водорості *Lemna minor* збагаченої Йодом впродовж 28-ми днів не справляло негативного впливу на досліджувані внутрішні органи та системи організму лабораторних щурів.

Багатьма вченими, зокрема, Пакистану, Бангладешу, вивчалася можливість

застосування *Lemna minor*, як додаткового джерела кормів у годівлі тварин і птиці [197, 226, 245, 257]. Досліджено також вплив згодовування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* у складі фінішних комбікормів курчатам-бройлерам. У процесі дослідів встановлено зменшення споживання кормів на одиницю продукції, збільшення маси тіла, ефективність перетворення корму. Відмічено тенденцію до покращення показників поживності м'яса Kusina J., Marizvikuru M., Herzig I., тощо [204, 210, 217, 226].

У результаті аналізування даних літературних джерел та отриманих ними результатів біотехнологічних і токсикологічних досліджень було проведено науково-господарський дослід щодо перевірки ефективності використання кормової добавки водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» у складі раціонів курчат-бройлерів кросу «Росс-308».

Отримані нами результати свідчать, про те що, внесення кормової добавки до корму у застосованих дозах не викликало негативного впливу на ріст і розвиток курчат-бройлерів впродовж дослідів, та сприяло підвищенню живої маси порівняно з контролем за рахунок покращення загального, в т. ч. білкового обміну в організмі птиці. Експериментально встановлено, що збереженість курчат за період дослідів у I дослідній групі становила 99,2 %, II дослідній групі – 99,5 %, III дослідній групі – 99,3 %.

Результати досліджень свідчать, що середня маса курчат-бройлерів I дослідної групи в кінці дослідів була вищою на 85,0 г, або 2,9 %, порівняно з контролем, II дослідної – на 136,0 г або 4,6 %, III дослідної – на 152,0 г або 5,2 %. Середній приріст маси тіла птиці за період дослідів підвищувався, порівняно з контролем: у птиці I дослідної групи на – 92,0 г, що у відсотках складає 3,5, II дослідної групи – на 141 г або 5,3, III дослідної групи – на 155,0 г або 5,9. Середньодобові прирости за період досліджень теж були вищими порівняно з контролем відповідно по групах, також застосування кормової добавки сприяло підвищенню конверсії корму. Такі ж результати були отримані Haustein A. T., Kusina J. та ін. [201, 202, 210].

За даними гематологічних досліджень крові курчат-бройлерів вміст

еритроцитів та гемоглобіну впродовж дослідів зростав у межах фізіологічної норми, як у контрольній так і в дослідних групах, однак з різною інтенсивністю.

Кількість еритроцитів у крові птиці ІІІ дослідної групи була вищою на 10,3 %, вміст гемоглобіну до кінця дослідів зріс на 16,9 %, порівняно з контролем, що було статистично вірогідним ($p < 0,05$).

Наші дані підтверджуються результатами литовських вчених Bobinienė Rasa та ін., які встановили, що гематологічні показники крові курей за згодовування добавки Йоду продемонстрували значно вищий вміст еритроцитів і концентрації гемоглобіну [168].

З метою об'єктивного оцінювання показників крові визначали співвідношення об'єму плазми і клітин крові, тобто гематокрит, виражений у відсотках, оскільки підвищення рівня цього показника за фізіологічні межі може свідчити про анемію, а різке зниження – про згущення крові та зневоднення організму.

Встановлено, що відсоток гематокриту та вміст лейкоцитів у птиці контрольної та дослідних груп був у межах фізіологічної норми, враховуючи вік птиці, і між групами суттєво не відрізнявся.

Фагоцитарна активність нейтрофілів у крові курчат-бройлерів дослідних груп зростала у межах фізіологічної норми і була вищою на 6,8 %, порівняно з контролем. Такі результати свідчать, що згодовування добавки у відповідних, обґрунтованих дозах, не мало негативного впливу на гематологічні показники крові курчат-бройлерів та позитивно впливало на фактори неспецифічної резистентності, а саме на ФАН та ФІ.

Литовськими вченими було вивчено зміни в кількості тиреоїдних гормонів, білків і жирів крові та сироватки крові курей-несучок за використання органічної кормової добавки. Встановлено, позитивний вплив добавки на показники білкового обміну в організмі та вміст тиреоїдних гормонів [118, 218].

У наших дослідженнях за показниками білкового обміну птиці встановлено зростання вмісту загального білка сироватки крові птиці ІІ дослідної групи – на 8,3 % ($p < 0,05$) і альбумінів – на 3,7 %, порівняно з контролем. За згодовування

добавки у протеїнограмі відзначено стабільність співвідношення альбумін/глобулінів (А/Г) впродовж всього періоду проведення досліджень. У курчат дослідних груп на 28 і на 42 добу співвідношення А/Г становило 0,7 – 0,71, тоді як у птиці контрольної групи на 28 добу – 0,7, а на 42 А/Г – 0,64.

Білоцерківськими вченими встановлено зростанням у сироватці крові та печінці курчат-бройлерів активності АсАТ, АлАТ та концентрації білка за згодовування алюмосилікатної добавки [39].

За результатами наших досліджень за згодовування кормової добавки зростання активності ензимів, а саме АсАТ спостерігали у птиці ІІІ дослідної групи – на 6,48 %, у порівнянні з контролем. Встановлено підвищення активності ЛДГ в сироватці крові курчат дослідних груп на 33,5 % і зростанням вмісту триацилгліцеролів у сироватці крові птиці ІІ дослідної групи – на 49,5 % ($p < 0,05$) і ІІІ дослідної групи – на 72,0 % ($p < 0,05$), у порівнянні з контролем.

За даними біохімічних досліджень, виявлено зміни активності ЛФ, яка поступово знижувалася впродовж дослідного періоду, що, може бути пов'язане з припиненням процесів активного синтезу кісткової тканини і пояснювалося природними фізіологічними змінами в організмі птиці.

Також, згодовування добавки не мало суттєвого впливу на мінеральний обмін у крові дослідних курчат. Вміст кальцію і фосфору у сироватці крові дослідних та контрольної груп птиці суттєво не відрізнявся та був у межах фізіологічної норми.

За згодовування добавки у дозі 0,52 г/кг корму вміст Йоду в крові курчат-бройлерів І дослідної групи суттєво не відрізнявся від його вмісту в контролі. За згодовування добавки у дозі 1,05 г/кг корму вміст Йоду в крові курчат ІІ дослідної групи зріс на 8,8 % порівняно з контролем, а в птиці ІІІ дослідної групи, яка споживала добавку в дозі 1,58 г/кг корму – на 11,3 %.

Отримані нами результати підтверджуються результатами чеських, Bedná J., і шведських, Andersson M., вчених, які доводять, що між споживанням Йоду і екскрецією, концентрація Йоду в крові є найбільш точним індикатором його біологічної доступності та йодного статусу організму [155, 165].

Експериментально встановлено зростання вмісту лізину у крові птиці

II дослідної групи – на 33,3 % і III дослідної групи – на 73,3 %, тирозину (приймає безпосередню участь в утворенні тироксину і трийодтироніну) – на 9,1 % і 15,2 %, гістидину – на 8,2 % і 43,5 %, лейцину+ізолейцину – на 9,9 % і 52,9 %, метіоніну – на 24,0 % і 52,0 %, треоніну – на 8,7 % і 24,6 %, серіну – на 45,8 % і 10,1 %, аланіну – на 20,7 і 43,9 %, гліцину – на 39,0 % і 41,5 %, відповідно, порівняно з контролем.

Bobinienė Rasa та іншими вченими відмічено вірогідне зростання в сироватці крові тироксину за згодовування курям-несучкам стабільного концентрованого препарату «Йодіс» замість звичайного калію йодиду в кормі [157].

Нами встановлено, що Внесення до комбікорму добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД», замість йодиду калію, сприяє зростанню вмісту Т3 гормону у сироватці крові курчат-бройлерів II дослідної групи – на 11,9 % ($p < 0,05$), а III дослідної групи – на 14,5 % ($p < 0,05$), відносно контролю. Встановлено тенденцію до зростання вмісту тироксину у сироватці крові курчат-бройлерів II дослідної групи на 4,86 %, відносно контролю. Таке зростання свідчить про активацію синтетичних процесів утворення гормонів щитоподібної залози за рахунок надходження Йоду в органічній формі

Зв'язок між вмістом Йоду в кормі та в продуктах тваринного походження вивчали G. Flachowsky та інші вчені Інституту харчування тварин, Федерального науково-дослідного сільськогосподарського центру (FAL) Брауншвейг, Німеччина. У результаті проведених досліджень було виявлено пряму залежність вмісту Йоду в молоці [192]. Також цілим рядом вчених було встановлено зростання вмісту Йоду в різних органах і тканинах, а саме м'язах, яйцях та яєчній шкаралупі, печінці тощо [36, 107, 203, 221].

Вченими Італії, Австрії, Німеччини та ін. було встановлено тенденцію до покращення показників поживності м'яса за згодовування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* у складі фінішних комбікормів курчатам-бройлерам [210, 217, 226]. Дослідження вчених Оренбургського державного університету довели, що згодовування йодної добавки в раціоні курчат сприяло зростанню вмісту сухих речовин у грудних м'язах на 10,5 %, а середнього вмісту білка – на 1,5 – 4,0 %, порівняно з контролем.

Нашими дослідження поживної цінності м'яса за згодовування добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД», у складі комбікормів курчатам-бройлерам встановлено, що м'ясо птиці I дослідної групи, порівняно до контролю, містило більше білка – на 1,5 % та менше жиру – на 2,7 %, а у птиці II і III дослідних груп – на 4,5 % більше білка та 8,0 % менше жиру.

За визначення амінокислотного складу м'яса птиці із II дослідної групи встановлено зростання вмісту амінокислот, зокрема: аргініну – на 25,5 % ($p<0,05$), лізину – на 4,5 %, тирозину – на 16,2 %, гістидину – на 7,0 %, метіоніну – на 16,7 %, валіну – на 17,8 %, проліну – на 37,2 % ($p<0,05$). Отримані нами результати підтверджуються дослідженнями словацьких вчених, які свідчать, що різні форми Йоду статистично впливали на вміст білка і основних амінокислот в грудних м'язах птиці [157].

У нашому досліді заміна 50 % йодиду калію у комбікормах на таку ж кількість біомаси прісноводної водорості (за вмістом Йоду) сприяла тенденції до підвищення цього елемента у м'язовій тканині курчат I дослідної групи на 5,6 %, а в печінці – на 2,6 %. У птиці II дослідної групи, якій згодовували комбікорми зі 100 % заміною йодиду калію на добавку кормову водоростеву йодовмісну «ЛМЙОД», у м'язовій тканині вміст Йоду зростав на 14,2 % ($p<0,01$), а в печінці – на 7,5 % ($p<0,05$). Вірогідне підвищення вмісту Йоду у м'язовій тканині спостерігали в курчат III дослідної групи, порівняно з контролем, і становило 20,9 % ($p<0,01$). Встановлено також вірогідне підвищення вмісту Йоду у печінці курчат III дослідної групи на 9,2 % ($p<0,05$), порівняно з контролем

Науковці науково-дослідної лабораторії біологічного різноманіття і технологій Вільнюса вивчали вплив стабілізованого Йоду на якість продукції птахівництва, тобто кількісна оцінка накопичення Йоду в м'ясі бройлерів, а також в яйцях і в печінці курей-несучок. Випоювання стабілізованого Йоду з питною водою, підвищувало його вміст у м'ясі бройлерів в середньому на 16 і 76 %, порівняно з контрольною групою, яка одержувала калію йодид з кормом. Яйця від курей-несучок, які отримували корм зі стабільним Йодом, містили на 24 і 196 % Йоду більше, ніж яйця контрольної групи. Було також встановлено, що додавання

стабільного Йоду в корм курей-несучок збільшує вміст цього елементу в печінці курей на 12,5 – 25 % [168, 235].

У процесі забою птиці в кінці дослідів проводили визначення маси внутрішніх органів, в тому числі і щитоподібної залози. Отримані результати показали, що суттєвих змін щодо їх маси у курчат дослідних та контрольної груп не спостерігалось. Отже, це свідчить про відсутність негативного впливу застосованих доз Йоду у кормовій дієті птиці на її організм, зокрема, і функціональну активність щитоподібної залози.

Підсумовуючи результати біотехнології отримання, фізико-хімічних досліджень, комплексного токсико-біологічного аналізу, ефективності та технології застосування добавки кормової з біомаси прісноводної водорості *Lemna minor*, збагаченої Йодом, в годівлі курчат-бройлерів було розроблено нормативну документацію – технічні умови України ТУ У 10.9-41701380-059:2018 «Добавка кормова водоростева йодовмісна «ЛМЙОД».

ВИСНОВКИ

Виконано комплекс науково-практичних робіт з конструювання біотехнології збагачення біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* Йодом, а також проведено перевірку впливу її використання у складі комбікормів курчат-бройлерів на продуктивність та якість продукції птиці.

1. Встановлено, що нативна біомаса прісноводної водорості *Lemna minor*, містить в перерахунку на абсолютну суху речовину: білка – 21,1 %; жиру – 1,1 %; клітковини – 11,18 %; лізину – 1,2 %; метіоніну – 0,4 %; триптофану – 0,12 %; цистину – 0,15 %; треоніну – 1,55 %; валіну – 1,6 %; тирозину – 0,84 %; Калію – 1,5 %; Кальцію – 2,25 %; Магнію – 0,33 %; Купруму – 3,9 мг/кг; Цинку – 162,0 мг/кг; Кобальту – 0,73 мг/кг; та Селену – 0,69 мг/кг.

2. Доведено, що оптимальною дозою Йоду в середовищі культивування, за якої біомаса водорості активно розмножується і акумулює елемент із середовища культивування є 500 мг/дм³. Кількість біомаси *Lemna minor* за 30 діб культивування збільшується у 2,4 рази. Найбільш оптимальний вміст Йоду в сухій біомасі становив

1893,7 мг/кг.

3. Застосування високих доз Йоду в середовищі культивування від 4000 мг/дм³ і вище негативно впливало на нарощування біомаси *Lemna minor*, затримувало ріст, а до кінця експерименту спричиняло її загибель.

4. Доведено, що за зберігання кормової добавки водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» за кімнатної температури (18–20 °С) та 30 °С впродовж 24 місяців втрати Йоду становили, відповідно, 4,8 % та 20,6 % порівняно із початковим його вмістом.

5. Оптимальними технологічними параметрами культивування біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* на середовищі культивування із вмістом Йоду 500 мг/дм³ є: температура середовища культивування 25 ± 2 °С та інтенсивність освітлення 3000 ± 30 лк.

6. Токсикологічними дослідженнями встановлено: кормова добавка з прісноводної водорості *Lemna minor*, збагачена Йодом, не викликає подразнюючої дії при нанесенні на слизову оболонку ока і шкіру кроля. За результатами вивчення гострої токсичності встановлено, що досліджувана кормова добавка за одноразового введення внутрішньошлунково у дозі із розрахунку 2000 мг/кг маси тіла, належить до 5 класу токсичності за показником гострої токсичності за перорального введення. Встановлено, що згодовування добавки у складі комбікорму у дозі із розрахунку 2000 мг/кг маси тіла лабораторних щурів впродовж 28 днів, не мало негативного впливу на їх ріст і розвиток, морфологічні, біохімічні показники крові та внутрішні органи.

7. Застосування курчатам-бройлерам добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» у дозі 1,05 г/кг сприяло підвищенню середньої маси тіла на 136,0 г або 4,6 %, середньодобових приростів – на 5,3 %.

Підвищення приростів курчат підтверджується зростанням активності аспартатамінотрансферази – на 6,48 %, лактатдегідрогенази – на 33,5 %, фагоцитарної активності нейтрофілів – на 6,8 %, вмісту загального білка – на 8,3 %, альбумінів – на 3,7 %, триацилгліцеролів – на 49,5 %.

8. За згодовування добавки кормової «ЛМЙОД» підвищується вміст Йоду у

крові, м'язовій тканині та печінці курчат-бройлерів, відповідно, на 11,3, 14,2 та 7,5 %. Також у крові цієї птиці встановлено зростання трийодтироніну – на 14,5 % і тироксину – на 4,86 %.

9. Економічна ефективність від застосування добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» підтверджується підвищенням маси валової продукції. За використання біомаси *Letna minor*, збагаченої Йодом, у дозі 1,05 г/кг комбікорму, рентабельність вирощування курчат-бройлерів зростає на 4,7 %, порівняно з контролем.

ПРОПОЗИЦІЇ ВИРОБНИЦТВУ

1. Для одержання добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД», необхідно дотримуватися наступних технологічних параметрів: доза Йоду в середовищі культивування – 500 мг/дм³, температура середовища культивування – 25 ± 2 °C, інтенсивність освітлення 3000 ± 30 лк.

2. Рекомендуємо для підвищення продуктивності курчат-бройлерів, зменшення витрат корму на кг приросту нестачу Йоду у комбікормах балансувати шляхом додавання добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД», у кількості 1,05 г/кг комбікорму.

3. У практиці виробництва комбікормів, лабораторній і навчальній роботі керуватися Технічними умовами України 10.9-41701380-059:2018 «Добавка кормова водоростева йодовмісна «ЛМЙОД» та методичними рекомендаціями «Визначення масової частки Йоду в біологічних матеріалах і кормах методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «КАПЕЛЬ-105М».

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Антонов Б. И. Лабораторные исследования в ветеринарии: биохимические и микологические / Б. И. Антонов, Т. Ф. Яковлева, В. И. Дерябина и др. // Под ред. Антонова Б. И. – М.: Агропромиздат, 1991. – 287 с.
2. Антоняк Г. Л. Біохімічна та геохімічна роль йоду: Монографія / Г. Л. Антоняк, В. В. Влізло // Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2013. – 392 с.
3. Блонский В. Б. К вопросу использования препаратов из йодки в качестве белковых добавок / В. Б. Блонский, П. А. Гажа, Т. А. Балева та ін. // Пути повышения производства мяса бройлеров: Сб. науч. тр. ОСХИ.– Одесса, 1980.– С. 35.
4. Богданов Г. А. Кормление сельскохозяйственных животных. / Г.А. Богданов // 2–е изд. доп. и перераб. и дополн. – М.: Агропромиздат, 1990. – 623 с.
5. Боднар О. І. Роль азотного обміну в адаптації водоростей до іонів металів / О. І. Боднар, А. І. Горда, В. В. Грубінко // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль : ТНПУ, 2010. – № 1. – С. 62–76.
6. Боднар О. І. Особливості накопичення сполук селену та їх біологічна роль у водоростей / О. І. Боднар, Г. Б. Вінярська, Г. В. Станіславчук та ін. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль : ТНПУ, 2013. – Вип. 2 (55). – С. 94–107.
7. Боднар О. І. Особливості фізіологічних реакцій водоростей різних систематичних груп на дію іонів металів / О. І. Боднар // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль : ТНПУ, 2011. – № 2. – С. 3–6.
8. Боднар О. І. Мембранний механізм проникнення іонів металів у клітини водоростей / О. І. Боднар, В. В. Грубінко // Наукові записки ТНПУ імені В. Гнатюка. Серія Біологія – Тернопіль: ТНПУ, 2010.– Вип. 2 (43), Спец. вип.: Гідроекологія. – С. 29–35.

9. Боднар О. І. Адаптивні властивості водоростей за дії металів / О. І. Боднар // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль : ТНПУ, 2015. – Вип. 1 (62).

10. Бодя К. Нетрадиционные ресурсы кормов в питании сельскохозяйственных животных / К. Бодя // Метаболизм азотистых веществ сельскохозяйственных животных. – Кошице, 1983. – С. 419–426.

11. Булгаков А. М. Влияние имплантации йодистого крахмала на морфологическое строение тушек цыплят-бройлеров / А. М. Булгаков, Л. М. Гаврикова // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2007. – Вып. 3. – С. 47–49.

12. Булгаков А. М. Эффективность инъекции йода для кур-несушек, цыплят-бройлеров и петухов в зависимости от места введения, дозы и его концентрации / А. М. Булгаков, Л. В. Растопшина, Д. В. Кузнецов // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. – 2008. – Вып. 4. – С. 41–44.

13. Буркова Е. А. Влияние токсикантов на физиологические свойства ряски малой *Lemna minor* L. // Е. А. Буркова, З. А. Канарская, А. В. Канарский // Вестник Казанского технологического университета. – 2014. – Вып. 24. – т. 17. – С. 129–132.

14. Василенко О. В. Особливості енергетичного та азотного обміну за сумісної дії селеніту натрію *Chlorella vulgaris* Beig. та іонів металів / О. В. Василенко, О. І. Боднар, Г. Б. Вінярська // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія – Тернопіль: ТНПУ, 2015. – Вип. 3/4 (64): Спеціальний вип.: Гідроекологія. – С. 89–92.

15. Величко В. О. Вивчення хімічного та амінокислотного складу прісноводної водорості *Lemna minor* / В. О. Величко, Р. О. Ривак // Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2014. – Вип. 15, № 2. – С. 67–71.

16. Величко В. О. Динаміка амінокислотного складу прісноводної водорості

Lemna minor, за внесення в поживне середовище різних доз йоду / В. О. Величко, С. В. Мерзлов, Р. О. Ривак // Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2015. – Вип. 16, № 1. – С. 27–32.

17. Величко В. О. Вивчення динаміки мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* за внесення в поживне середовище різних доз йоду / В. О. Величко, С. В. Мерзлов, Р. О. Ривак, Є. Г. Заріцька // Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2015. – Вип. 16, № 2. – С. 62–66.

18. Величко В. О. Вивчення макро- та мікроелементного складу біомаси прісноводної водорості *Lemna minor* / В. О. Величко, С. В. Мерзлов, Р. О. Ривак, Є. Г. Заріцька // Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2016. – Вип. 17, № 1. – С. 32–37.

19. Венедиктов А. М. Кормовые добавки / А. М. Венедиктов, А. Дубозерова, Г. А. Симонов та ін. // – М.: Агропромиздат, 1992. – 192 с.

20. Викторов П. И. Продукты микробиологического синтеза и источники протеина при кормлении с.-х. животных / П. И. Викторов // Производство и использование растительного белка. – Краснодар, 1981. – С. 316–317.

21. Вінярська Г. Б. Накопичення есенціальних металів макромолекулами *Chlorella vulgaris* Beij. (Chlorophyta) у присутності селеніту натрію / Г. Б. Вінярська, О. І. Боднар, А. В. Станіславчук та ін. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль : ТНПУ, 2015. – Вип. 3/4 (64) : Спеціальний вип.: Гідроекологія. – С. 103–107.

22. Владимирова І. М. Фармакотерапевтичні напрямки застосування йодовмісних лікарських рослин при різних групах захворювань щитоподібної залози / І. М. Владимирова, В. А. Георгіянц // Scientific Journal «ScienceRise». – 2015. – №11/4 (16). – С. 46–54.

23. Владимирова І. М. Ламінарії слані, обґрунтування вибору для фармакопейної стандартизації / І. М. Владимирова В. А. Георгіянц, А. Г. Котов // Управління, економіка та забезпечення якості в фармації, 2011. – № 4 (18). – С. 24–29.

24. Вовкогон А. Г. Вміст йоду та йодовмісних гормонів у організмі курчат-бройлерів за використання у складі комбікормів біомаси вермикультури, збагаченої йодом / А. Г. Вовкогон, С. В. Мерзлов // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2014. – Т. 16, № 3 (3). – С. 39–44.

25. Вовкогон А. Г. Ефективність застосування збагаченої Йодом біомаси вермикультури у складі комбікормів для курчат-бройлерів / А. Г. Вовкогон, С. В. Мерзлов // Сучасне птахівництво. – 2014. – № 7 (140). – С. 8–10.

26. Вовкогон А. Г. Вплив різних джерел та доз Йоду на нарощування біомаси гібрида червоних каліфорнійських черв'яків / А. Г. Вовкогон, С. В. Мерзлов // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія : Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2014. – Вип. 202. – С. 286–291.

27. Вовкогон А. Г. Збереження Йоду адсорбованого на різних носіях впродовж місячного терміну зберігання / А. Г. Вовкогон, С. В. Мерзлов // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2013. – Вип. 10. – С. 83–85.

28. Вовкогон А. Г. Оцінка м'яса курчат-бройлерів за умов використання у складі комбікормів біомаси вермикультури, збагаченої йодом / А. Г. Вовкогон, С. В. Мерзлов, В. І. Джміль // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва, № 2. – 2014. – С. 53–56.

29. Водолажченко С. Нетрадиционные компоненты взамен дефицитных / С. Водолажченко // Комбикорма. – 2001. – № 4. – С. 49–50.

30. Воробель М. І. Значення мікроелементів у життєдіяльності тварин / М. І. Воробель, Я. І. Півторак // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2011.

– Т. 13, № 4 (50) Ч. 3 – С. 54–60.

31. Воробець Н. М. Елементний склад ряски малої / Н. М. Воробець, В. В. Влізло, Г. Ю. Кукурудз // Наукові записки ТНПУ: серія Біологія. – 2014. – № 1 (58). – С. 77–82.

32. Гажа П. А. Выделение йодбелковых компонентов из биомассы морских водорослей / П. А. Гажа, И. А. Степанюк, Л. М. Буртенко та ін. // Прикладная биохимия и микробиология. – 1976. – № 12, Вып. 4. – С. 597.

33. Гайтова З. Б. Биологическая роль йода и применение его соединений в медицине / З. Б. Гайтова, О. В. Неёлова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2012. – Вып. 1. – С. 188.

34. Герасимов Г. А. Йоддефицитные заболевания. Диагностика, методы профилактики и лечение / Г. А. Герасимов, Н. Ю. Свириденко // Терапевтический архив. – 1997. – Т. 69, № 10. – С. 17–19.

35. Гринджевський М. В. Аквакультура України: стан та перспективи розвитку / М. В. Гринджевський // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 4. – С. 34–38.

36. Громова Е. В. Откормочные и мясные качества молодняка свиней при разных уровнях йода в рационе: материалы XVI Международной научно-практической конференции, посвященной 80-летию кафедры разведения и генетики сельскохозяйственных животных УО «БГСХА» [Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства] (Горки, 13–14 июня 2013 г.) / Горки. БГСХА. – 2013. – С. 230–237.

37. Грубінко В. В. Метаболізм водоростей за дії іонів металів водного середовища (огляд) / В. В. Грубінко, А. І. Горда, О. І. Боднар, П. Д. Клоченко // Гидробиологический журнал. – 2011. – Т. 47, № 4. – С. 80–95.

38. Гунчак А. В. Вплив різного рівня йоду на репродуктивність птиці та метаболічні процеси у добового молодняку / А. В. Гунчак // Біологія тварин. – 2010. – Т. 12, № 2. – С. 117–122.

39. Гунчак А. В. Вплив різного рівня йоду в раціоні курей-несучок на показники білкового обміну в їх організмі та продуктивність / А. В. Гунчак // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини

та біотехнологій імені С.З. Гжицького. – 2009. – Т. 11, № 2 (41) Ч. 3. – С. 71–76.

40. Гусаков В. Препарат кайод повышает жизнеспособность и продуктивность кур / В. Гусаков, А. Островский // Птицеводство. – 2002. – № 2. – С. 36–37.

41. Гуткович Я. Л. Продуктивность и обменные процессы в организме животных при разном уровне микроэлементного питания / Я. Л. Гуткович // Ульяновский СХИ, Госкомиссия совета Министров СССР по продовольствию и закупкам. – Ульяновск, 1990. – 63 с.

42. Дедов И. И. Чернобыль: радиоактивный йод и щитовидная железа / И. И. Дедов, В. И. Дедов // Москва, 1996. – 187 с.

43. Дмитроченко А. П. Йод в кормлении сельскохозяйственных животных / А. П. Дмитроченко // Биологическая роль йода. – М.: Колос, 1972. – С. 59–73.

44. Достоевський П. П. Високоякісні премікси – це здоров'я тварин, висока продуктивність та додатковий прибуток / П. П. Достоевський // Тваринництво України. – 2002. – № 5. – С. 27–29.

45. Дроздова Л. И. Сравнительная морфология иммунных органов цыплят-бройлеров при воздействии в ранний постэмбриональный период разными препаратами селена и йода / Л. И. Дроздова, Е. В. Шацких // Аграрный вестник Урала. – 2009. Вып. 7 (61). – С. 73–75.

46. Егоров И. А. Научные разработки в области кормления птицы / И. А. Угоров // Птица и птицепродукты. – 2013. – № 5, Вып. 2 (18). – С. 8 – 12.

47. Есипенко Б. Е. Обмен йода в органах и тканях белых крыс в период роста / Б. Е. Есипенко, Н. В. Марсакова // Фармакологический журнал. – 1986. – Т. 32, № 3. – С. 332–340.

48. Есипенко Б. Е. Обмен йода, углеводов и белков у крыс при недостатке йода в рационе / Б. Е. Есипенко, Н. В. Марсакова // Физиологический журнал. – 1990. – Т. 36, № 1. – С. 42–50.

49. Журбенко А. М. Способ приготовления таблеток йодированных аминокислот для интенсификации откорма животных / А. М. Журбенко, П. И.

Сидорчук, М. В. Симоненко // Вопросы ветеринарной фармации и фармакотерапии. – Сигулда, 1990. – С. 226–228.

50. Замана С. Восполнение потребности животных в минеральных элементах / С. Замана, А. Соколов // Комбикорма. – 2001. – № 6. – С. 46.

51. Зборщик Я. А. Сорбційні властивості водоростей по відношенню до йонів купруму (II) / Я. А. Зборщик, Н. Г. Антонюк, І. С. Колесник та ін. // Наукові записки. Хімічні науки і технології. – 2007. – Т. 66. – С. 60–66.

52. Іванюк Н. Т. Фізіологічна роль селену та йоду в організмі риби / Н. Т. Іванюк, Л. Є. Микитин, М. В. Фоміна, О. О. Дашковський // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2014. – Т. 16, № 2 (3). – С. 287–291.

53. Карунський О. Добавка амінокислотна кормова (ДАК) у раціонах свиней / О. Карунський, О. Кишлалі // Тваринництво України. – 1999. – № 1–2. – С. 21 – 22.

54. Клиценко Г. Т. Минеральное питание сельскохозяйственных животных / Г. Т. Клиценко // К.: Урожай, 1980. – 168 с.

55. Кліценко Г. Т. Мінеральне живлення тварин / Г. Т. Кліценко, М. Ф. Кулик, М. В. Косенко та ін. // за редакцією Г. Т. Кліценка. – Київ: Світ, 2001. – 575 с.

56. Ковальский В. В. Микроэлементы в растениях и кормах / В. В. Ковальский, Ю. И. Раецкая, Т. И. Грачева // М.: Колос, 1971. – 235 с.

57. Кондрахин И. П. Клиническая лабораторная диагностика в ветеринарии: Справоч. издание / И. П. Кондрахин, Н. В. Курилов, А. Г. Малахов и др. // М.: Агропромиздат, 1985. – 287 с.

58. Кононенко В. К. Практикум з основ наукових досліджень у тваринництві / В. К. Кононенко, І. І. Ібатулін, В. С. Патров // Київ, 2000. – 96 с.

59. Косенко М. В. Кормова цінність вітадепсу – біотехнологічного продукту мікробіологічного синтезу / М. В. Косенко, Г. П. Ривак // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: Міжвід. темат. наук. зб. – Львів, 2001. – Вип. 43. – С. 112–115.

60. Коцюмбас І. Я. Корми і кормова сировина. Визначення вмісту цистину, аспарагінової і глутамінової кислот методом капілярного електрофорезу з

використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Кушнір, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2013. – 36 с.

61. Коцюмбас І. Я. Корми та кормова сировина. Визначення вмісту амінокислот методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Кушнір, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2013. – 44 с.

62. Коцюмбас І. Я. Корми і кормова сировина. Визначення вмісту триптофану методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Кушнір, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2013. – 36 с.

63. Коцюмбас І. Я. Комбікорми, премікси, БВМД і сировина для їх виробництва. Визначення вмісту калію, натрію, магнію, амонію і кальцію методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2015. – 27 с.

64. Коцюмбас І. Я. Комбікорми, премікси, БВМД і сировина для їх виробництва. Визначення вмісту сульфатів і фосфатів методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2015. – 27 с.

65. Коцюмбас І. Я. Комбікорми, премікси, БВМД і сировина для їх виробництва. Визначення вмісту хлоридів і нітратів методом капілярного

електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2015. – 26 с.

66. Коцюмбас І. Я. Визначення вмісту бромід- і йодид-іонів у водах природних, питних і мінеральних методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «Капель-105/105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2016. – 24 с.

67. Коцюмбас І. Я. Вивчення гострої пероральної токсичності та встановлення класу токсичності кормових добавок методом класифікації Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. В. Рудик, Г. П. Ривак, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2017. – 19 с.

68. Коцюмбас І. Я. Визначення ефективності застосування кормових добавок. Загальні підходи. Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2018. – 22 с.

69. Коцюмбас І. Я. Визначення масової частки йоду в біологічних матеріалах і кормах методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «КАПЕЛЬ-105М». Методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Р. О. Ривак // Державний науково-дослідний контрольний інститут ветеринарних препаратів та кормових добавок. – Львів, 2017. – 23 с.

70. Коцюмбас І. Я. Спосіб визначення токсичності кормових добавок [Текст] / І. Я. Коцюмбас, О. М. Брезвин, Т. Р. Левицький, Г. П. Ривак, Г. В. Рудик, Р. О. Ривак // Патент UA 123345 Бюл. № 4, 26.02.2018.

71. Коцюмбас І. Я. Доклінічні дослідження ветеринарних лікарських засобів / І. Я. Коцюмбас, О. Г. Малик, І. П. Патерега та ін. за ред. І. Я. Коцюмбаса // Львів:

Тріада плюс, 2006. – 365 с.

72. Коцюмбас І. Я. Оцінка безпечності кормових добавок, загальні підходи: методичні рекомендації / І. Я. Коцюмбас, Г. П. Ривак, С. О. Шаповалов, О. М. Брезвин та ін. // Львів, 2011. – 21 с.

73. Кочикьянц В. И. Биотрансформация дрожжевого рибофлавина в организме кур/ В. И. Кочекьянц // Науч. основы питания с.-х. животных: Тез. докл. 2 Всесоюз. симпозиума. – Юрмала, 1987. – С. 109–110.

74. Кравченко В. І. Оцінювання йододефіцитних захворювань та моніторинг їх усунення / В. І. Кравченко // 3-тє вид. – К.: К.І.С., 2008. – 104 с.

75. Кравців Р. Й. Основні принципи моніторингу стану мікроелементного живлення тварин на відгодівлі / Р. Й. Кравців // Доповіді 47-ї наук.-вироб. конф. з науково-дослідної роботи інституту. – Львів, 1990. – С. 148–149.

76. Лапшин С. А. Новое в минеральном питании сельскохозйственных животных / С. А. Лапшин, Б. Д. Кальницкий, В. А. Кокорев та ін. // М.: Росагропромиздат, 1988. – 212 с.

77. Левицький Т. Р. Вплив йодбілкового препарату на продуктивність, забезпеченість йодом та якість м'яса свиней на відгодівлі / Т. Р. Левицький // Вісник БДАУ. – Біла Церква, 2002. Вип. 16. – С. 90–95.

78. Левицький Т. Р. Вплив йодбілкового препарату на продуктивність та якість м'яса свиней на відгодівлі / Т. Р. Левицький // Вісник БДАУ. – Біла Церква, 2000.– Вип. 14.– С. 210–213.

79. Левицький Т. Р. Йодбілковий препарат – джерело забезпечення сільськогосподарських тварин йодом / Т. Р. Левицький // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво: Міжвідом. темат. наук. зб.– Львів, 2001. – Вип. 43. – С. 109–111.

80. Луців А. І. Особливості поглинання Mn^{2+} , Zn^{2+} , Cu^{2+} і Pb^{2+} клітинами *Chlorella vulgaris* Beijer. / А. І. Луців, В. В. Грубінко // Доповіді Національної академії наук України. – 2013. – № 7. – С. 138–145.

81. Макаринська А. В. Дослідження органічності водоростевої кормової добавки / А. В. Макаринська, Б. В. Єгоров // Збірник тез доповідей міжнародної

науково-практичної конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» – Одеса: ОНАХТ. – 2015. – С. 8–10.

82. Макаринська А. В. Біологічна оцінка водоростевої кормової добавки / А. В. Макаринська // Збірник тез доповідей міжнародної науково-практичної конференції «Харчові технології, хлібопродукти і комбікорми» – Одеса: ОНАХТ. – 2015. – С. 10–12.

83. МакЛоуни Э. Зачем нужна йодированная соль? Почему в Украине следует проводить йодирование? / Э. МакЛоуни // Проблемы питания и здоровье. – 1996. – № 3 – 4. – С. 7–9.

84. Мащенко М. Є. Йодний дефіцит та йододефіцитні захворювання / М. Є. Мащенко // Лекції і огляди. Перинатологія і педіатрія. 2013. – 1(53). – С. 97–105.

85. Мандигра М. С. Вміст макро– і мікроелементів у ґрунтах і кормах Рівненської області / М. С. Мандигра, В. Л. Романюк, А. Я. Марциновська // Неінфекційна патологія тварин: Матеріали наук.– практ. конф. – Біла Церква, 1995. – Ч. 1. – С. 71–73.

86. Медведева Е. И. Белки водорослей и возможные пути их использования / Е. И. Медведева, С. В. Красильникова, К. А. Панченко и др. // Растительные белки и их биосинтез. – М.: Наука, 1975. – С. 167–172.

87. Мельник П. Г. Профілакуємо йодну недостатність / П. Г. Мельник // Ветеринарна медицина України. – 2001. – № 11. – С. 10.

88. Мерзлов С. В. Вміст йоду в алюмосилікатйодних кормових добавках за різних умов зберігання / С. В. Мерзлов // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Ґжицького. – 2013. – Т. 15, № 1 (2). – С. 161–164.

89. Мерзлов С. В. Хімічний склад м'яса бройлерів за умов використання у складі комбікормів іммобілізованих ферментів, йоду та змішанолігандного комплексу кобальту / С. В. Мерзлов, Г. П. Калініна, А. Д. Качан // Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія: Тваринництво. – 2012. – Вип. 12. – С. 127–130.

90. Мерзлов С. В. Продуктивність і біохімічні процеси в організмі курчат-бройлерів за дії алюмосилікатйодної добавки // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2013. – Вип. 9. – С. 67–70.

91. Мерзлов С. В. Вплив препаратів іммобілізованого і мінерального йодиду на метаболізм у організмі білих мишей / С. В. Мерзлов, В. Г. Герасименко // Науковий вісник Львівської національної академії ветеринарної медицини імені С.З. Гжицького. – 2007. – Т. 9, №1 (33). – С. 107–109.

92. Мерзлов С. В. Теоретичне і практичне обґрунтування розробки біотехнологій іммобілізації біологічно активних сполук та використання їх у птахівництві: автореф. дис. д-ра сільськогосподарських наук: 03.00.20 / С. В. Мерзлов. – Біла Церква. – 2012. – 36 с.

93. Мерзлов С. В. Хімічний склад м'яса бройлерів за умов використання у складі комбікормів іммобілізованих ферментів, йоду та змішанолігандного комплексу кобальту / С. В. Мерзлов, Г. П. Калініна, А. Д. Качан // Вісник СНАУ: серія Тваринництво. – 2012. – Вип. 12 (21). – С. 127–130.

94. Мерзлов С. В. Виробництво і використання стабілізованих препаратів Йоду під час вирощування м'ясних перепелів // Вісник СНАУ. – 2008. – Вип. 6 (14). – С. 76–79.

95. Мерзлов С. В. Згодовування перепелам іммобілізованого йоду, ферментів та хелату кобальту у складі комбікормів із дефіцитом фосфору // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2013. – Т. 15, № 1 (4). – С. 128–132.

96. Мерзлов С. В. Динаміка вмісту йоду в алюмосилікатйодних препаратах у різні терміни післягарантійного зберігання / С. В. Мерзлов, В. Г. Герасименко // Вісник Полтавської державної аграрної академії. – 2008. – № 3. – С. 70–71.

97. Мерзлова Г. В. Динаміка росту культури *Spirulina platensis* за різних концентрацій кобальту в поживному середовищі / Г. В. Мерзлова, О. М. Мельниченко // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2012. – Т. 14, № 2(2). – С. 265–269.

98. Мерзлова Г. В. Біохімічні показники в організмі мишей за введення біомаси спіруліни збагаченої кобальтом / Г. В. Мерзлова, О. М. Мельниченко // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2012. – Вип. 8. – С. 40–43.

99. Мерзлова Г. В. Вміст хлорофілу у біомасі спіруліни за дії різних доз мікроелементів у поживному середовищі / Г. В. Мерзлова // Біологія тварин. – 2014. – Т. 16, № 2. – С. 71–76.

100. Мерзлова Г. В. Біотехнологія виробництва біомаси спіруліни, збагаченої Цинком і Кобальтом, та її використання за вирощування поросят: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.20 / Г. В. Мерзлова // БНАУ – Біла Церква. – 2014. – 19 с.

101. Незбрицька І. М. Зміни деяких фізіолого-біохімічних показників у представників *Chlorophyta* та *Cyanoprokaryota* за різних температур / І. М. Незбрицька, А. В. Курейшевич, О. В. Василенко та ін. // Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету імені Володимира Гнатюка. Серія Біологія. – Тернопіль : ТНПУ, 2016. – Вип. 1 (65). – С. 121–130.

102. Никифоров Л. А. Изучение аминокислотного состава ряски малой (*Lemna minor* L.) / Л. А. Никифоров, М. В. Белоусов, Н. С. Фурса // Бюллетень сибирской медицины. – 2011. – № 5. – Т. 10. – С. 74–77.

103. Никулин В. Н. Влияние совместного применения иодида калия и лактоамиловорина на обмен йода в организме кур-несушек / В. Н. Никулин, Ф. М. Сизов, Т. В. Синюкова // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – Вып. № 12 – 2. – С. 177–178.

104. Ойвин И. А. Статистическая обработка результатов экспериментальных исследований / И. А. Ойвин // Патологическая физиология и экспериментальные исследования. Терапия. – 1960. – № 4. – С. 76–79.

105. Олива Т. В. Обогащение йодом и повышение пищевой ценности птицеводческой продукции: мяса и яиц / Т. В. Олива, Г. И. Горшков // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – С. 1–12.

106. Оцінювання йододефіцитних захворювань та моніторинг їх усунення: Посібник для керівників програм / ред. пер. В. І. Кравченко. – Третє видання – К.:

К.І.С., 2008. – 104 с.

107. Османян А. Повышение уровня йода в яйцах кур / А. Османян, А. Иванов, Е. Козлобаева // Птицеводство. – 2003. – № 2. – С. 23 – 25.
108. Паска М. З. Сучасні тенденції формування функціональних продуктів / М. З. Паска, О. В. Лескович // Науковий вісник ЛНУВМБТ імені С.З. Гжицького. – 2014. – Т. 16, № 3 (60), Ч. 4. – С. 137–147.
109. Передерий В. Г. Йодная недостаточность – проблема государственная / В. Г. Передерий, А. А. Соловьева // Проблемы питания и здоровье. – 1996. – № 3–4. – С. 4–6.
110. Пересічний М. І. Проектування білково-рослинних паст із підвищеним умістом йоду / М. І. Пересічний, Д. В. Федорова, К. В. Паламарек // Товари і ринки. – 2013. – № 2. – С. 135–143.
111. Поліщук А. А. Сучасні кормові добавки в годівлі тварин та птиці / А. А. Поліщук, Т. П. Булавкіна // Вісник Полтавської державної аграрної академії – 2010. – № 2. – С. 63–66.
112. Пономаренко Ю. А. Влияние различных доз йода и селена на эффективность выращивания цыплят-бройлеров / Ю. А. Пономаренко // «Птица и птицепродукты». – 2014. – № 2.
113. Прозора К. И. Влияние добавок некоторых микроэлементов и биологически активных веществ на среднесуточные привесы / К. И. Прозора, Р. И. Матковский, В. А. Величко и др. // Науч.-техн. бюл. УкрНИИ физиологии и биохимии с.-х. животных. – К., 1984. – Вып.6. – С. 27–30.
114. Ривак Р. О. Вивчення макроеlementного складу прісноводної водорості *Lemna minor* і його динаміка за біотехнології коригування поживного середовища за Йодом / Р. О. Ривак, С. В. Мерзлов // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2016. – № 1. – С. 27–32.
115. Ривак Р. О. Визначення стабільності Йоду в поживному середовищі у процесі вирощування прісноводної водорості *Lemna minor* / Р. О. Ривак // Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту

ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2016. – Випуск 17, № 2. – С 117–121.

116. Редько Н. В. Справочник по кормовым добавкам / Н. В. Редько, А. Я. Антонов // Под ред. К. М. Солнцева– Минск: Ураджай, 1990. – 397 с.

117. Ренсевич А. А. Получение микорма методом твердофазной ферментации соломы: Информлисток / А. А. Ренсевич, В. В. Лиходед, А. Н. Хиль // Запорожье, 1989. – 4 с.

118. Рудовская Г. Б. Применение йодис-концентрата в животноводстве / Г. Б. Рудовская, В. С. Михайловский, Н. С. Салий та ін. // Материалы международной научно-практической конференции. – Киев: КНТЕЦ. 2002. – С. 67.

119. Симакова Е. Биологическая ценность протеина кормов микробиологического происхождения / Е. Симакова, И. Яров // Производство и использование растительного белка. – Краснодар, 1981. – С. 318–319.

120. Смірнов В. В. Мікробні біотехнології у сільському господарстві / В. В. Смірнов, В. С. Підгорський, Г. О. Іутинська та ін. // Вісник аграрної науки. – 2002. – № 4. – С. 5–10.

121. Соколов А. Минеральные кормовые добавки: проблемы использования / А. Соколов, С. Замана // Комбикорма. – 1999. – № 8. – С. 31–32.

122. Сологуб Л. І. Йод в організмі тварин і людини (Біохімічні аспекти) / Л. І. Сологуб, Г. Л. Антоняк, Т. О. Антоняк // Біологія тварин. – 2005. – Т. 7, Вип. 1 – 2. – С. 31–50.

123. Романюк В. Л. Морфометричні зміни щитовидної залози у хворих на зоб телят / В. Л. Романюк // Вісник Запорізького державного університету. – 2001. – Вип. № 1. – С. 1–5.

124. Судаков М. Діагностика та профілактика йодної недостатності в сільськогосподарських тварин у біогеохімічних зонах України / М. Судаков, В. Береза, М. Пацюк // Ветеринарна медицина України. – 2000. – № 1. – С. 30–31.

125. Суханова С. Ф. Изменения продуктивных качеств гусят-бройлеров под влиянием различных форм йода / С. Ф. Суханова // Аграрный вестник Урала. –

2005. – № 1. – С. 57–60.

126. Тесарівська У. І. Йодний дефіцит — актуальна проблема для України / У. І. Тесарівська // Науково-технічний бюлетень Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок і Інституту біології тварин. – 2015. – Вип. 16, № 2. – С. 459–466.

127. Топачевский А. В. Пресноводные водоросли Украинской ССР / А. В. Топачевський, Н. П. Масюк // К.: Вища школа, 1984. – 336 с.

128. Уразаев Н.А. Эндемические болезни сельскохозяйственных животных // Н. А. Уразаев, В. Я. Никитин, А. А. Кабыш / М.: Агропромиздат. 1990. – 271 с.

129. Федак Н. М. Мінеральні речовини в годівлі сільськогосподарських тварин / Н. М. Федак, Я. С. Вовк, С. П. Чумаченко, І. В. Душара // Передгірне та гірське землеробство і тваринництво. – 2012. – Вип. 54, Ч. 1. – С. 128–135.

130. Фисин В. И. Применение препарата Йоддар в комбикормах для цыплят-бойлеров / В. И. Фисин, С. М. Юдин, И. А. Егоров, А. И. Панин // Ж. Достижения науки и техники АПК. – 2013. № 2. – С. 38–41.

131. Хакимова А. М. Эндемический зоб и его профилактика / А. М. Хакимова, А. Н. Юнусова // – Казань: Татар. кн. изд-во, 1979. – 79 с.

132. Хеннинг А. Минеральные вещества, витамины, биостимуляторы в кормлении сельскохозяйственных животных // Пер. с нем. С. Н. Гельмана – М.: Колос, 1976. – 153 с.

133. Хоменко А. Д. Амінокислотний склад кормової добавки біомаси *Spirulina platensis* за використання сироватки молока під час її виробництва / А. Д. Хоменко, С. В. Мерзлов // Технологія виробництва і переробки продукції тваринництва. – 2015. – № 1. – С. 135–138.

134. Хоменко А. Д. Використання кормової добавки *Spirulina platensis* за вирощування перепелів / А. Д. Хоменко, С. В. Мерзлов // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С. З. Гжицького. – 2015. – Т. 17, № 1 (3). – С. 238–242.

135. Хоменко А. Д. Біотехнологія культивування *Spirulina platensis* за використання сироватки молока та застосування біомаси водорості у

перепелівництві: автореф. дис. канд. с.-г. наук: 03.00.20 / А. Д. Хоменко. – Біла Церква. – 2015. – 22 с.

136. Цаценко Л. В. Ряска перспективное овощное растение / Л. В. Цаценко, Г. С. Гикало, А. М. Бурдун // Политематический сетевой электронный научный журнал Кубанского государственного аграрного университета. – 2014. – № 102. – С. 1–13.

137. Шацких Е. В. Показатели мясной продуктивности бройлеров при использовании йодказеина / Е. В. Шацких, О. С. Цыганова // Аграрный вестник Урала. – 2008. – № 3. – С. 45–47.

138. Шацких Е. В. Сел-плекс и йодказеин в предстартовом рационе цыплят-бройлеров // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 12. – С. 76–78.

139. Шацких Е. В. Морфологическая оценка селезёнки и печени цыплят-бройлеров при воздействии в ранний постэмбриональный период разными препаратами селена и йода // Аграрный вестник Урала. – 2009. – № 6. – С. 50–52.

140. Яремко О. Є. Доцільність використання біологічного виду *Lemna minor* у сільському господарстві України / О. Є. Яремко // Екологічні проблеми сільськогосподарського виробництва: Матеріали IV Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих учених. 1–4.06. – Сколе, 2010. – С. 166–168.

141. Яремко О. Є. Ряска мала (*Lemna minor* L.) як кормова добавка в годівлі сільськогосподарських тварин / О. Є. Яремко, Г. Л. Антоняк // Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених. 15–16 вересня 2010 р. – Тернопіль, 2010. – С. 131–133.

142. Яремко О. Є. Оцінка забезпечення населення якісною питною водою / О. Є. Яремко, О. Костюк // Студентська молодь і науковий прогрес в АПК : Тези доповідей Міжнародного студентського наукового форуму. 22–24 вересень 2010 – Львів, 2010. – С. 49–50.

143. Яремко О. Є. Еколого-біохімічні особливості метаболізму рослин роду ряска (*Lemna* L.) // X Український біохімічний з'їзд : Матеріали X Українського біохімічного з'їзду. 13–17 вересня 2010 р., м. Одеса. – Т. 82, № 4 (додаток 1), 2010. – С. 259.

144. Яремко О. Е. Моніторинг забруднення водних біогеоценозів різного рівня антропогенного навантаження / О. Е. Яремко, Г. Л. Антоняк // Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва. – Ч. 1. Агрономія. – Випуск 75. – Умань, 2011. – С. 190–194.

145. Яремко О. Є. Перспективы использования ряски (*Lemna minor* L.) в сельском хозяйстве / О. Є. Яремко, Г. Л. Антоняк // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды : Тезисы докладов IV Международной научной конференции. 12-17 сентября 2011 г. – Минск: Издат. Центр БГУ, 2011. – С. 212.

146. Яремко О. Є. Екологічна характеристика ряскових // Вісник Львівського НАУ. - №15 (1) Агрономія. – Львів, 2011. – С. 73–82.

147. Яремко О. Є. Ряска мала (*Lemna minor* L.) – цінна кормова рослина / О. Є. Яремко, Г. Л. Антоняк // Роль науки у підвищенні технологічного рівня і ефективності АПК України : Матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції з міжнародною участю. 16–18 травня 2012 р., Тернопіль. – С. 181–183.

148. Яремко О. Є. Екологічні аспекти використання рослини ряска мала (*Lemna minor* L.) в сільському господарстві // Вісник Степу. Ювілейний випуск до 100-річчя Кіровоградського інституту АПВ: Матеріали VIII Всеукраїнської науково-практичної конференції молодих вчених і спеціалістів. 31.05–1.06. 2012 р. – Кіровоград: КОД, 2012. – С. 97–99.

149. Яремко О. Є. Використання рослин роду ряска (*Lemna* L.) в кормовиробництві / О. Є. Яремко, Г. Л. Антоняк // Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і розвитку сільських територій: Матеріали Міжнародного науково-практичного форуму. 18–21 вересня 2012 року. – Львів, 2012. – С. 76–79.

150. Яценко И. В. Химический состав и калорийность белого и красного мяса цыплят-бройлеров при обогащении рациона наномикроэлементной кормовой добавкой «Микростимулин» / И. В. Яценко, В. М. Кириченко // Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій

імені С.З. Гжицького. – 2015. – Вип. № 3 (63). – Т. 17. – С. 444–447.

151. Abdulayef D. A. The use of common duckweed as green feed for chickens / D. A. Abdulayef // *Uzbekshii Biologicheskii Zournal (USSR)*. – 1969. – 13. P – 42–43.

152. Aceves C. The Extrathyronine Actions of Iodine as Antioxidant, Apoptotic, and Differentiation Factor in Various Tissues / C. Aceves, B. Anguiano, G. Delgado // *Thyroid*. – 2013. – Vol. 23, № 8. – P. 938–946.

153. Ahammad M. U. Replacement of sesame oil cake by duckweed (*Lemna minor*) in broiler diet / M. U. Ahammad, M. R. Swapon, T. Yeasmin et al. // *Pak. J. Biol. Sci.* 2003. – 6 (16). – P. 1450–1453.

154. Ahlgren G. Nitrogen limitation effects of different nitrogen sources on nutritional quality of two freshwater organisms, *Scenedesmus quadricauda* (Chlorophyceae) and *Synechococcus* sp. (Cyanophyceae) / G. Ahlgren, P. Hyenstrand // *J. Phycol.* – 2003. – 39. – P. 906–917.

155. Andersson M. Epidemiology of iodine deficiency: salt iodisation and iodine status / M. Andersson, B. de Benoist, L. Rogers // *Best Pract. Res. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2010. – Vol. 24 (1). – P. 1–11.

156. Angelovičová M. The effect of iodine in production of broiler chickens and selected quality indicators of breast muscles / M. Angelovičová, M. Semivanová // *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences*. – 2013. – Vol. 7, № 1. – P. 111–119.

157. Angelovičová M. The Effect of Iodine in Various Forms on the Content of Selected Essential Amino Acids and Their Accumulation into the Broilers Chest Muscles / M. Angelovičová, Ľ. Mrázová, M. Kliment et al. // *Animal Science and Biotechnologies*. – 2012. – Vol. 45, № 1. – P. 1–6.

158. Anke M. Die Wirkung jodierter Mineralstoffmischungen für Rind und Schwein auf die Jodversorgung und Strumaprophylaxe / M. Anke, G. Wenk, H. Heinrich et al. // *Verhandlungen der Deutschen Gesellschaft für Innere Medizin*. – 1989. – Vol. 44, № 2. – P. 41–44.

159. Atalah E. Two microalgae *Cryptocodinium cohnii* and *Phaeodactylum tricornutum* as alternative source of essential fatty acids in starter feeds for seabream (*Sparus aurata*) / E. Atalah, C. M. Hernández Cruz, M. S. Izquierdo, et al. //

Aquaculture. – 2007. – 270. – P. 178–185.

160. Asadi H. Effect of different calcium iodate levels on performance, carcass traits and concentration of thyroid hormones in broiler chickens / H. Asadi, N. Eila, M. Shivazad et al. // *Annals of Biological Research*. – 2012. – Vol. 3, № 5. – P. 2223–2227.

161. Baňoch Tomáš. The effect of iodine from iodine-enriched alga *Chlorella spp.* on the pork iodine content and meat quality in finisher pigs / Tomáš Baňoch, Martin Svoboda, Jan Kuta et al. // *Acta Vet. Brno*. – 2012. – Vol. 81. – P. 339–346.

162. Barba F. J. New Approaches for the Use of Non-conventional Cell Disruption Technologies to Extract Potential Food Additives and Nutraceuticals from Microalgae / F. J. Barba, N. Grimi, E. Vorobiev // *Food Eng. Rev.* – 2015. – 7. – P. 45–62.

163. Barba F. J. Bioactive components from leaf vegetable products / F. J. Barba, M. J. Esteve, A. Frígola // *Stud Nat Prod Chem*. – 2014. – 41. – P. 321–346.

164. Becker E. W. Micro-algae as a source of protein / E. W. Becker // *Biotechnology advances*. – 2007. – Vol. 25, Is. 2. – P. 207–210.

165. Bedná J. Determination of protein iodine content in blood serum (in Czech) / J. Bedná, S. Röhling, S. Vohnout // *Ceskoslov Farm*. – 1964. – 13 – P. 203–209.

166. Biber F. Z. Stability of Iodine Content in Iodized Salt / F. Z. Biber, P. Ünak, F. Yurt // *Isotopes Environ Health Stud*. – 2002. – Vol. 38 (2). – P. 87–93.

167. Bishop W. M. Evaluation of microalgae for use as nutraceuticals and nutritional supplements / W. M. Bishop, H. M. Zubeck // *J. Nutr Food Sci*. – 2012. – 2. – P. 147–152.

168. Bobinienė Rasa. The impact of iodine on biochemical blood parameters in laying hens / Rasa Bobinienė, Diana Gudavičiūtė, Manefa Miškinienė // *Vet. Med. Zoot*. – 2010. – T. 51 (73). – P. 3–7.

169. Bouga Maria. Emergence of Seaweed and Seaweed-Containing Foods in the UK: Focus on Labeling, Iodine Content, Toxicity and Nutrition / Maria Bouga, Emilie Combet // *Foods*. – 2015. – Vol. 4, № 2. – P. 240–253.

170. Brownlee I. The potential health benefits of seaweed and seaweed extract / I. Brownlee, A. Fairclough, A. Hall et al. // In Pomin, V.H. *Seaweed: Ecology, Nutrient*

Composition and Medicinal Uses. Marine Biology: Earth Sciences in the 21st Century, Nova Science Publishers, USA. – 2012. – P. 119–136.

171. Brune D. Microalgal Biomass for Greenhouse Gas Reductions: Potential for Replacement of Fossil Fuels and Animal Feeds / D. Brune, T. Lundquist and J. Benemann // *J. Environ. Eng.* – 2009. – 10.1061. – P. 1136–1144.

172. Čepulienė R. Effect of Stable Iodine Preparation on the Quality of Poultry Products. / R. Čepulienė, R. Bobinienė, V. Sirvydis et al. // *Veterinarija ir zootechnika*. – 2008. – Vol. 42, № 64. – P. 38–43.

173. Cheng J. J. Growing duckweed to recover nutrients from wastewater and for production of fuel ethanol and animal feed / J. J. Cheng // *Stomp Clean*. 2009. – 37 (1) – P. 17–26.

174. Chojnacka K. Using the biomass of seaweeds in the production of components of feed and fertilizers. / K. Chojnacka // In: Kim SK, editor. Handbook on Macroalgae: Biotechnology and Applied Phycology. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd., 2011. – P. 478–487.

175. Chumkam S. Potassium iodate supplementation in layer drinking water for iodine enriched egg and laying performance / S. Chumkam, O. Jintasataporn // The 5th International Conference on Sustainable Animal Agriculture for Developing Countries (SAADC 2015) October 27-30. – 2015. – P. 291–293.

176. Day J.G. An investigation of the heterotrophic culture of the green alga *Tetraselmis* / J. G. Day, A. J. Tsavalos // *J. Appl. Phicol.* – 1996. – 8. – P. 73–77.

177. Dawczynski Christine. Nutritional and Toxicological Importance of Macro, Trace, and Ultra-Trace Elements in Algae Food Products / Christine Dawczynski, Ulrich Schäfer, Matthias Leiterer and Gerhard Jahreis // *J. Agric. Food Chem.* – 2007. – 55 (25). – P. 10470–10475.

178. De Benoist B. Iodine deficiency in 2007: Global progress made since 2003. / B. De Benoist, E. Mclean, M. Anderson, L. Rogers // *Journal of Food Nutrition Bulletin*. – 2008. – Vol. 29, № 3. – P. 195–202.

179. De Jesus Raposo M.F. Health applications of bioactive compounds from marine microalgae / M. F. De Jesus Raposo, R. M. S. C. de Moraes, A. M. M. B. de

Morais // Life Sci. – 2013. – 93. – P. 479–486.

180. Diener W. The Biometric Evaluation of the Acute-Toxic-Class Method (Oral) / W. Diener, L. Sichha, U. Mischke // Arch. Toxicol. – 1994. – 68. – P. 559–610.

181. Diener W. The Biometric Evaluation of the OECD Modified Version of the Acute-Toxic-Class Method (Oral) / W. Diener, U. Mischke, D. Kayser // Arch. Toxicol. – 1995. – 69. – P. 729–734.

182. Diener W. Acute Toxicity Class Methods: Alternatives to LD/LC50 Tests. // W. Diener, E. Schlede / ALTEX. – 1999. – 16. – P. 129 – 134.

183. Diosady L. L. Stability of iodine in iodized salt used for correction of iodine-deficiency disorders / L. L. Diosady, J. O. Alberti, M. G. Venkatesh Mannar et al. // Food Nutr Bull. – 1997. – 18. – P. 388–396.

184. Draaisma R. B. Food commodities from microalgae / R. B. Draaisma, R. H. Wijffels, P. M. Slegers et al. // Curr. Opin. Biotech. – 2013. – 24. – P. 169–177.

185. Du Thanh Hang. Effect of level of fresh duckweed (*Lemna minor*) in diets of chickens raised in confinement. In: Proceedings of Final National Seminar-Workshop on Sustainable Livestock Production on Local Feed Resources (Editors: Reg Preston and Brian Ogle). HUAF-SAREC, Hue City, 25 – 28 March, 2003. – P. 117.

186. Effiong B. N. Effect of partial replacement of fish meal with duckweed (*Lemna pauciscostata*) meal on the growth performance of *Heterobranchius longifilis* fingerlings / B. N. Effiong, A. Sanni, J. O. Fakunle // Rep. Opin. – 2009. – 1(3). – P. 76–81.

187. EFSA NDA Panel. Scientific opinion on dietary reference values for iodine. EFSA J. – 2014. – Vol. 12 (5). – 57 pp.

188. EFSA. Scientific Opinion on the safety and efficacy of iodine compounds (E2) as feed additives for all animal species: calcium iodate anhydrous and potassium iodide, based on a dossier submitted by Ajay Europe SARL. *EFSA Journal*. – 2013. – Vol. 11(2). – 34 pp.

189. EFSA. Scientific opinion on the safety and efficacy of iodine compounds (E2) as feed additives for all animal species: calcium iodate anhydrous, based on a dossier submitted by Calibre Europe SPRL/BVBA. EFSA J. – 2013. – Vol. 11(2). –

36 pp.

190. Encarnacao T. Cyanobacteria and microalgae: A renewable source of bioactive compounds and other chemicals / T. Encarnacao, A. A. Pais, M. G. Campos et al. // *Sci. Prog.* – 2015. – Vol. 98. – P. 145–168.

191. European Commission. Commission Regulation (EC) № 1459/2005 amending the conditions for authorisation of a number of feed additives belonging to the group of trace elements. *Official Journal of the European Union*. – 2005. – Vol. 233. – P. 8–10.

192. Flachowsky G. Influencing factors on iodine content of cow milk / G. Flachowsky, K. Franke, U. Meyer et al. // *European Journal of Nutrition*. – 2014. – Vol. 53, Is. 2. – P. 351–365.

193. Flachowsky G. Iodine in animal nutrition and iodine transfer from feed into food of animal origin / G. Flachowsky // Institute of Animal Nutrition, Federal Agricultural Research Centre (FAL), Braunschweig, Germany. – 2007. – Vol. 42 (2). – P. 47.

194. Gijzen H. J. An overview of the ecology, physiology, cultivation and application of duckweed // H. J. Gijzen, M. Khondker // Inception Report. Annex 1. Literature Review. Duckweed Research Report (DWRP), Dhaka, Bangladesh, 1997. – P. 53.

195. Goettel M. Pulsed electric field assisted extraction of intracellular valuables from microalgae / M. Goettel, C. Eing, C. Gusbeth, et al. // *Algal. Res.* – 2013. – 2. – P. 401–408.

196. Goiris K. Antioxidant potential of microalgae in relation to their phenolic and carotenoid content / K. Goiris, K. Muylaert, I. Fraeye, et al. // *J. Appl. Phycol.* – 2012. – 24. – P. 1477–1486.

197. Goopy J. P. A review on the role of duckweed in nutrient reclamation and as a source of animal feed / J. P. Goopy, P. J. Murray // *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* – 2003. – 16. – P. 297–305.

198. Guedes A. C. Microalgae as sources of carotenoids / A. C. Guedes, H. M. Amaro, F. X. Malcata // *Mar. Drugs*. – 2011. – 9 (4). – P. 625–644.

199. Harnedy P. A. Bioactive proteins, peptides, and amino acids from macroalgae / P. A. Harnedy, R. J. FitzGerald // J. Phycol. – 2011. – 47. – P. 218–232.
200. Haruo Nakatsuka. Iodine intake by adult residents of a farming area in Iwate Prefecture, Japan, and the accuracy of estimated iodine intake calculated using the Standard Tables of Food Composition in Japan / H. Nakatsuka, K. Chiba, T. Watanabe et al. // Environmental Health and Preventive Medicine. – 2016. – Vol. 21, № 6. – P. 523–530.
201. Haustein A. T. Compensatory growth in broiler chicks fed on *Lemna gibba* / A. T. Haustein, R. H. Gillman, P. W. Skillicorn et al. // J. Nutr. – 1992. – Vol. 68. – P. 329–335.
202. Haustein A. T. Performance of broiler chickens fed diets containing duckweed (*Lemna gibba*) / A. T. Haustein, R. H. Gillman, P. W. Skillicorn et al. // J. Agric. Sci. – 1994. – Vol. 122(2). – P. 288–289.
203. He M. L. Supplementation of algae to the diet of pigs: a new possibility to improve the iodine content in the meat / M. L. He, W. Hollwich, W. A. Rambeck // J. Animal Physiol. Animal Nutr. – 2002. – Vol. 86. – P. 97–104.
204. Herzig I. Content of Iodine in Broiler Meat. / I. Herzig, J. Trávniček, J. Kursá et al. // Acta veterinary. – 2007. – Vol. 76, № 1. – P. 137–141.
205. Kabir J. Use of duckweed (*Lemna minor*) in the diet of broiler / J. Kabir, M. A. Islam, M. U. Ahammad et al. // Indian J. Anim. Res. – 2005. – Vol. 39. – P. 31–35.
206. Kaufmann S. Iodine supplementation of laying hen feed: A supplementary measure to eliminate iodine deficiency in humans? / S. Kaufmann, G. Wolfram, F. Delange, et al. // Zeitschrift für Ernährungswiss. – 1998. – Vol. 37, № 3. – P. 288–293.
207. Khandaker T. Use of duckweed as a protein source feed Item in the diet of semiscavenging jinding layer ducks / T. Khandaker, M. J. Khan, M. Shahjalal et al. // J. Chickens Sci. – 2007. – Vol. 44. – P. 314–321.
208. Khanum J. Study on digestibility and feeding systems of duckweed in growing ducks / J. Khanum, A. Chwalibog, K. S. Huque // Livest. Res. Rural Dev. 17, Article № 50. Retrieved October 15, 2012. – P. 1–10.
209. Khellaf N. Growth, Photosynthesis and Respiratory Response to Copper in

Lemna Minor: A Potential Use of Duckweed in Biomonitoring / N. Khellaf, M. Zardoui // Iran. J. Environ. Health Sci. Eng. – 2010. – Vol. 7(4). – P. 299–306.

210. Kusina J. Evaluation of Duckweed (*Lemna minor*) as a feed ingredient in the finisher diets of broiler chickens / J. Kusina, C. Mutisi, W. Govere et al. // J. Appl. Sci. South Afr. – 1999. – Vol. 5(1). – P. 25–34.

211. Lichovnikova M. The long-term effects of using a higher amount of iodine supplement on the efficiency of laying hens / M. Lichovnikova, L. Zeman, M. Cermakova // British Poultry Science. – 2003. – Vol. 44, № 5. – P. 732–734.

212. Lucas John. Aquaculture: farming aquatic animals and plants / J. Lucas, P. Southgate // Wiley-Blackwell, West Sussex, UK. – 2012. – P. 164 – 187.

213. Leung Angela M. Iodine-induced thyroid dysfunction / M. Leung Angela, E. Braverman Lewis // Current Opinion in Endocrinology & Diabetes and Obesity. – 2012. – Vol. 19, № 5. – P. 414–419.

214. Mac Artain P. Nutritional value of edible seaweeds / P. Mac Artain, C. I. Gill, M. Brooks et al. // Nutr. Rev. – 2007. – Vol. 65. – P. 535–543.

215. Mansourian A. R. A review on the metabolic disorders of iodine deficiency / A. R. Mansourian // Pakistan Journal of Biological Sciences. – 2011. – Vol. 14 (7). – P. 412–424.

216. Mannar MGV. Salt iodization for the elimination of iodine deficiency / MGV. Mannar, J. T. Dunn // The Netherlands: ICCIDD. – 1995. – 126 P.

217. Marizvikuru M. Characteristics of duckweed and its potential as feed source for chickens reared for meat production: A review / M. Marizvikuru, F. R. Gwaze // Scientific Research and Essays Academic Journals. – 2013. – Vol. 8(18), 11 May. – P. 689–697.

218. Maroufyan E. Effect of Different Levels of Rapeseed Meal Supplemented with Calcium Iodate on Performance, Some Carcass Traits and Thyroid Hormones of Broiler Chickens / E. Maroufyan, H. Kermanshahi // International Journal of Poultry Science. – 2006. – Vol. 5, № 11. – P. 1073–1078.

219. Mc Dowell L. R. Minerals in animal and human nutrition. 2nd edition. / L. R. Mc Dowell // Amsterdam : Elsevier health Sciences. – 2003. – 660 p.

220. Michalak Izabela. New feed supplement from macroalgae as the dietary source of microelements for pigs / Izabela Michalak, Katarzyna Chojnacka, Daniel Korniewicz // *Open Chem.* – 2015. – Vol. 13. – P. 1341–1352.

221. Michalak I. The effect of enriched with microelements macroalgae on egg quality parameters and mineral content of eggs, eggshell, blood, feathers and droppings / I. Michalak, K. Chojnacka, Z. Dobrzański et al. // *J. Animal Physiol. Animal Nutr.* – 2011. – Vol. 95. – P. 374–387.

222. M. van der Spiegel. Safety of Novel Protein Sources (Insects, Microalgae, Seaweed, Duckweed, and Rapeseed) and Legislative Aspects for Their Application in Food and Feed Production / M. van der Spiegel, M. Y. Noordam, H. J. van der Fels-Klerx // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety J.* – 2013. – Vol. 12, Is. 6. – P. 662–678.

223. Mendis E. Present and future prospects of seaweeds in developing functional foods / E. Mendis, S. K. Kim // *Adv. Food Nutr. Res.* – 2011. – Vol. 64 – P. 1–15.

224. Mohammad R. Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small-scale aquaculture. A review. / Mohammad R. Hasan, Rina Chakrabarti // *Food and agriculture organization of the united nations. Rome, 2009.* – 135 p.

225. Moleti M. Iodine prophylaxis using iodized salt and risk of maternal thyroid failure in conditions of mild iodine deficiency / M. Moleti, V. P. Lo Presti, M. C. Campolo et al. // *J. Clin. Endocrinol. Metab.* – 2008. – Vol. 93. – P. 2616–2621.

226. Marizvikuru Mwale. The Prospect of Duckweed in Pig Nutrition: A Review / Mwale Marizvikuru, Gwaze Francisca Rumosa // *Journal of Agricultural Science.* – 2015. – Vol. 7, № 1. – P. 189–199.

227. Nicola J. P. The Na⁺/I-symporter mediates active iodide uptake in the intestine / J. P. Nicola, C. Basquin, C. Portulano et al. // *Am J Physiol Cell Physiol.* – 2009. – Vol. 296. – P. 654–662.

228. OECD Test № 423 «Acute Oral Toxicity – Acute Toxic Class Method». 2001. – 14 p.

229. OECD Harmonised Integrated Hazard Classification for Human Health and

Environmental Effects of Chemical Substances as endorsed by the 28th Joint Meeting of the Chemicals Committee and the Working Party on Chemicals in November 1998, Part 2. – P. 11.

230. OECD Guidelines for the testing of chemicals Test № 407. «Repeated Dose 28-Day Oral Toxicity Study in Rodents». 11.2008. – 13 p.

231. Okosieme O. E. Impact of iodination on thyroid pathology in Africa. J. R. Soc. Med. – 2006. – Vol. 99. – P. 396–401.

232. Pandey J. P. Evaluation of Biomass Production of *Spirulina maxima* on Different Reported Media / J. P. Pandey, A. Tiwari, R. M. Mishra // J. of Algal Biom. Utiliz. – 2010. – Vol. 1, № 3. – P. 70–81.

233. Pulz O. Valuable products from biotechnology of microalgae // O. Pulz, W. Gross // Appl Microbiol Biotechnol. – 2004. – № 65. – P. 635–648.

234. Ranganathan S. Stability of iodine in iodized salt // S. Ranganathan, B. S. Narasinga Rao // Indian Food Industry. – 5 July/Sept 1986. – P. 122–124.

235. Ramunė Čepulienė. Effect of stable iodine preparation on the quality of poultry product / R. Čepulienė, R. Bobinienė, V. Sirvydis et al. // Vet. ir zootech. T. 42 (64). – 2008. – P. 38–43.

236. Rohani-Ghadikolaei K. Evaluation of the proximate, fatty acid and mineral composition of representative green, brown and red seaweeds from the Persian Gulf of Iran as potential food and feed resources / K. Rohani-Ghadikolaei, E. Abdulalian, Ng W-K. // J. Food Sci. Technol. – 2012. – Vol. 49. – P. 774–780.

237. Romaris-Hortas V. Bioavailability study using an in vitro method of iodine and bromine in edible seaweed / V. Romaris-Hortas, C. Garcia-Sartal, del M. Carmen Barciela-Alonso et al. // Food Chem. – 2011. – Vol. 124 (4). – P. 1747–1752.

238. Röttger A. S. The effect of various iodine supplementation and two different iodine sources on performance and iodine concentrations in different tissues of broilers / A. S. Röttger, I. Halle, H. Wagner et al. // British Poultry Science. – 2011. – Vol. 52, № 1. – P. 115–123.

239. Ryšavá L. Jód je nezbytný pro zdraví - máme ho dnes dostatek? In Zásobení jódem a prevence tyreopatií se zaměřením na období těhotenství a kojení / L. Ryšavá //

IX konference u příležitosti Dne jódu. Praha. SZU. – 2010. – P. 36.

240. Saeid A. Biomass of *Spirulina maxima* enriched by biosorption process as a new feed supplement for laying hens / A. Saeid, K. Chojnacka, S. Opalinski et al. // *Algal Research*. – 2016. – Vol. 19. – P. 342–347.

241. Saeid A. Biomass of *Spirulina maxima* enriched by biosorption process as a new feed supplement for swine / A. Saeid, K. Chojnacka, M. Korczyński et al. // *J. Appl. Phycol.* – 2013. – Vol. 25. – P. 667–675.

242. Schlede E. A National Validation Study of the Acute-Toxic-Class Method – An Alternative to the LD50 Test. / E. Schlede, U. Mischke, R. Roll // *Arch. Toxicol.* – 1992. – Vol. 66. – P. 455–470.

243. Seal J. A. Iodine status of Tasmanians following voluntary fortification of bread with iodine / J. A. Seal, Z. Doyle, J. R. Burgess et al. // *Med. J. Aust.* – 2007. – Vol. 186. – P. 69–71.

244. Shammout Maisa'a W. Water lentils (duckweed) in Jordan irrigation ponds as a natural water bioremediation agent and protein source for broilers / M. W. Shammout, H. Zakaria // *Ecological Engineering J.* – 2015. – Vol. 83. – P. 71–77.

245. Shazia Iram. Use of Duckweed Growing on Sewage Water as Poultry Feed / Shazia Iram, Sumera Abrar, Iftikhar Ahmad et al. // *International Journal of Scientific and Research Publications*. – 2015. – Vol. 5, Is. 1. – P. 1–8.

246. Slupczynska M. Effect of various sources and levels of iodine, as well as the kind of diet, on the performance of young laying hens, iodine accumulation in eggs, egg characteristics, and morphotic and biochemical indices in blood / M. Slupczynska, D. Jamroz, J. Orda et al. // *Poultry Science*. – 2014. – Vol. 93(10) – P. 2536–2547.

247. Smyth P. P. A. Does iodine gas released from seaweed contribute to dietary iodine intake? / P. P. A. Smyth, R. Burns, R. J. Huang et al. // *Environmental Geochemistry and Health*. – 2011. – Vol. 33, № 4. – P. 389–397.

248. Stanbury J. B. Iodine-induced hyperthyroidism: Occurrence and epidemiology / J. B. Stanbury, A. E. Ermans, P. Bourdoux et al. // *Thyroid*. – 1998. – Vol. 8, № 1. – P. 83–100.

249. Stanley V. G. Effects of Iodine-Treated Water on the Performance of Broiler

Chickens Reared Under Various Stocking Densities / V. G. Stanley, J. E. Bailey, W. F. Krueger // Poultry Science. – 1989. – Vol. 68, № 3. – P. 435–437.

250. Tao X. Biotemplated fabrication of Sn@C anode materials based on the unique metal biosorption behavior of microalgae / X. Tao, R. Wu, Y. Xia et al. // ACS Applied Materials & Interfaces. – 2014. – 6(5). – P. 3696–3702.

251. Teng W. Effect of iodine intake on thyroid diseases in China / W. Teng, Z. Shan, X. Teng et al. // N. Engl. J. Med. – 2006. – Vol. 354. – P. 2783–2793.

252. Vaneet Inder Kaur. Effect of Feeding Duckweed (*Lemna Minor*) Based Diets on the Growth Performance of Rohu (Ham.) / Vaneet Inder Kaur, Meera D. Ansal, Asha Dhawan // Indian J. Anim. Nutr. – 2012. – Vol. 29 (4). – P. 406–409.

253. Von Alvensleben N. Salinity tolerance of four freshwater microalgal species and the effects of salinity and nutrient limitation on biochemical profiles / N. Von Alvensleben, M. Magnusson, K. Heimann // Journal of Applied Phycology. – 2015. – 10.1007. – P. 861–876.

254. Witkowska Z. Biofortification of meat with microelements by biological dietary feed supplements / Z. Witkowska, A. Saeid, M. Korczyński et al. // J. Nutr. Food Sci. – 2014. – Vol. 4. – P. 311.

255. Witkowska Z. Soybean meal enriched with microelements by biosorption – A new biological feed supplement for laying hens. Part I. Performance and egg traits / Z. Witkowska, K. Chojnacka, M. Korczyński et al. // Food Chem. – 2014. – Vol. 151. – P. 86–92.

256. Xu J. Growing duckweed in swine wastewater for nutrient recovery and biomass production / J. Xu, S. Genxiang // Bioresour. Technol. – 2011. – Vol. 102. – P. 848–853.

257. Yaremko O. E. The using of duckweed (*Lemna minor* L.) in the feeding of farm animals / O. E. Yaremko, H. L. Antonyak // Physiology and biochemistry in animal nutrition : 8th Conference of Young Researchers. 19.09.2011 - 20.09.2011. – P.107–108.

258. Yilmaz E. Use of duckweed, *Lemna minor*, as a protein feedstuff in practical diets for common carp, *Cyprinus carpio*, fry. Turk. / E. Yilmaz, I. Akurt, G. Gunal // J. Fish. Aquat. Sci. – 2004. – Vol. 4. – P. 105–109.

259. Zimmermann M. B. The iodine deficiency disorders / M. B. Zimmermann, P. L. Jooste, C. S. Pandav // *Jornal The Lancet*. – 2008. – Vol. 372. – P. 1251–1262.
260. Zimmermann M. B. Assessment of iodine nutrition in populations: past, present, and future / M. B. Zimmermann, M. Andersson // *J. Nutr. Rev.* – 2012. – Vol. 70 (10). – P. 553–570.
261. ДСТУ ISO 6496:2005 Корми для тварин. Визначення вмісту вологи та інших летких речовин (ISO 6496:1999, IDT).
262. ДСТУ ISO 5984:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової золи (ISO 5984:2002, IDT).
263. ДСТУ ISO 5983:2003 Корми для тварин. Визначання вмісту азоту і обчислювання вмісту сирого білка. Метод К'ельдаля (ISO 5983:1997, IDT).
264. ДСТУ ISO 6492:2003 Корми для тварин. Визначення вмісту жиру (ISO 6492:199, IDT).
265. ДСТУ ISO 6865:2004 Корми для тварин. Визначення вмісту сирової клітковини методом проміжного фільтрування (ISO 6865:2000, IDT).
266. ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов.

ДОДАТОК 1



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

Р/р 26004000091244, філія АТ "Укресімбанк" у м. Львові
МФО 325718, ЗКПО 00485670
Україна, 79019, м. Львів, вул. Донецька, 11

Тел. (032) 252-33-72
Факс (032) 252-27-78
dir@scivp.lviv.ua

№ _____
на № _____ від _____

Атестат акредитації НААУ
№ 2Н461 від 20.01.2014 р.



Протокол випробувань

Об'єкт(и) випробувань: Біомаса натуральної прісноводної водорості Lemna Minor

Термін проведення дослідження: 14.03.2016 р. – 30.03.2016 р.

Біомаса натуральної прісноводної водорості Lemna Minor
Поживна цінність

Найменування показника	Результати досліджень		Випробування. Позначення НД; (метод)	Невизначеність методу
	Вміст на суху речовину	Вміст на фактичну вологу		
сирий протеїн, %	21,1	1,52	ДСТУ ISO 5983:2003	± 10 %
сирий жир, %	1,1	0,1	ДСТУ ISO 6492:2003	± 10 %
сира зола, %	18,6	1,34	ДСТУ ISO 5984:2003	± 10 %
сира клітковина, %	11,18	0,8	ДСТУ ISO 6865:2004	± 10 %
волога, %	-	92,8	ДСТУ ISO 6496:2005	± 10 %
ОБЕнергія (поживна цінність), ккал/100 г	285,0	20,2	PI-5.4-51/k/2016	-

Амінокислотний склад сухої біомаси натуральної прісноводної водорості Lemna Minor

Найменування показника	Результати досліджень	Випробування. Позначення НД; (метод)	Невизначеність методу
Аргінін (arg), %	2,31	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Лізин (lys), %	1,20	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Тирозин (tyr), %	0,84	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Фенілаланін (phe), %	0,53	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Гістидин (his), %	0,08	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile), %	2,71	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Метіонін (met), %	0,40	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Валін (val), %	1,60	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Пролін (pro), %	1,14	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Треонін (thr), %	1,55	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Серін (ser), %	1,41	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Аланін (ala), %	1,91	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Гліцин (gly), %	1,25	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Глутамінова кислота+глутамін (glu), %	1,19	PI 5.4-44/k/2016	± 20 %
Аспарагінова кислота + аспарагін (asp), %	2,33	PI 5.4-44/k/2016	± 20 %
Цистин (cys), %	0,15	PI 5.4-44/k/2016	± 20 %
Триптофан (trp), %	0,12	PI 5.4-47/k/2016	± 20 %

Продовження Додатку 1

Макроелементний склад сухої біомаси натуральної прісноводної водорості *Lemna Minor*

Найменування показника	Результати досліджень	Випробування. Позначення НД; (метод)	Невизначеність методу
Калій, %	1,502	PI 5.4-68/k/2016	± 20 %
Натрій, %	0,205	PI 5.4-68/k/2016	± 20 %
Магній, %	0,328	PI 5.4-68/k/2016	± 20 %
Кальцій, %	2,254	PI 5.4-68/k/2016	± 20 %
Хлориди, %	1,120	PI 5.4-69/k/2016	± 20 %
Нітрати, %	0,077	PI 5.4-69/k/2016	± 20 %
Фосфати, %	0,042	PI 5.4-70/k/2016	± 20 %
Сульфати, %	2,180	PI 5.4-70/k/2016	± 20 %

- Примітки:
1. Експертний висновок стосується тільки продукції, зразки якої піддані випробуванням.
 2. Експертний висновок не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу випробувальної лабораторії.
 3. Результати розраховано, як середнє арифметичне $n=5$.

Заст. директора
ДНДКІ ветеринарних препаратів
та кормових добавок



Т.Р.Левицький

Виконавець:
Аспірант БНАУ Ривак Р.О.

ДОДАТОК 2



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

Р/р 26004000091244, філія АТ "Укресімбанк" у м. Львові
МФО 325718, ЗКПО 00485670
Україна, 79019, м. Львів, вул. Донецька, 11

Тел. (032) 252-33-72
Факс (032) 252-27-78
dir@scivp.lviv.ua

№ _____
на № _____ від _____

Атестат акредитації НААУ
№ 2Н461 від 20.01.2014 р.



Протокол випробувань

Об'єкт(и) випробувань: Суша біомаса натуральної прісноводної водорості Lemna Minor
Термін проведення дослідження: 25.04.2016 р. – 28.04.2016 р.

Суша біомаса натуральної прісноводної водорості Lemna Minor
Мікроелементи

Назва мікроелементу	Результати досліджень	Випробування. Позначення НД; (метод)	Невизначеність методу
Купрум (Cu), мг/кг	3,90	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Цинк (Zn), мг/кг	162,0	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Манган (Mn), мг/кг	520	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Кобальт (Co), мг/кг	0,73	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Хром (Cr), мг/кг	8,2	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Селен (Se), мг/кг	0,69	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Кадмій (Cd), мг/кг	0,03	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Плюмбум (Pb), мг/кг	1,5	ГОСТ 30178-96	± 15 %
Йод (I), мг/кг	< 0,1	PI 5.4-95/k/2016	± 20 %
Бром (Br), мг/кг	< 0,05	PI 5.4-95/k/2016	± 20 %

- Примітки: 1. Експертний висновок стосується тільки продукції, зразки якої піддані випробуванням.
2. Експертний висновок не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу випробувальної лабораторії.
3. Результати розраховано, як середнє арифметичне $n=5$.

Заст. директора
ДНДКІ ветеринарних препаратів
та кормових добавок

Виконавець:

М.н.с. Заріцька Є.Г.

Аспірант БНАУ Ривак Р.О.



Т.Р.Левицький

ДОДАТОК 3



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

Р/р 26004000091244, філія АТ "Укресімбанк" у м. Львові
МФО 325718, ЗКПО 00485670
Україна, 79019, м. Львів, вул. Донецька, 11

Тел. (032) 252-33-72
Факс (032) 252-27-78
dir@scivp.lviv.ua

№ _____
на № _____ від _____

Атестат акредитації НААУ
№ 2Н461 від 20.01.2014 р.



Протокол випробувань

Об'єкт(и) випробувань: зразок № 1 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 100 мг/дм³ Йоду в поживне середовище, зразок № 2 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 500 мг/дм³ Йоду в поживне середовище, зразок № 3 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 1000 мг/дм³ Йоду в поживне середовище, зразок № 4 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 2000 мг/дм³ Йоду в поживне середовище

Термін проведення дослідження: 23.05.2016 р. – 10.06.2016 р.

Вміст білка в біомасі прісноводної водорості Lemna Minor за різних доз Йоду

Найменування зразка	Результати досліджень вмісту сирого протеїну, %		Випробування. Позначення НД; (метод)	Невизначеність методу
	Вміст на суху речовину	Вміст на фактичну вологу		
зразок № 1 - 100 мг/дм ³ Йоду	21,5	1,65	ДСТУ ISO 5983:2003	± 10 %
зразок № 2 - 500 мг/дм ³ Йоду	22,3	1,74	ДСТУ ISO 5983:2003	± 10 %
зразок № 3 - 1000 мг/дм ³ Йоду	23,7	1,92	ДСТУ ISO 5983:2003	± 10 %
зразок № 4 - 2000 мг/дм ³ Йоду	24,1	2,05	ДСТУ ISO 5983:2003	± 10 %

Вміст амінокислот в сухій біомасі прісноводної водорості Lemna Minor за різних доз Йоду

Вміст амінокислоти, %	зразок № 1	зразок № 2	зразок № 3	зразок № 4	Випробування. Позначення НД; (метод)	Невизначеність методу
Аргінін (arg)	2,32	2,38	2,53	2,69	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Лізин (lys)	1,08	1,15	1,17	1,26	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Тирозин (tyr)	0,73	0,77	0,74	0,71	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Фенілаланін (phe)	0,76	0,85	0,89	1,11	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Гістидин (his)	0,11	0,16	0,13	0,15	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Лейцин + ізолейцин (Leu, ile)	2,82	2,85	2,91	2,98	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Метіонін (met)	0,34	0,35	0,34	0,44	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Валін (val)	1,27	1,38	1,51	1,45	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Пролін (pro)	0,74	0,75	0,71	0,97	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Треонін (thr)	1,45	1,66	1,54	1,79	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Серін (ser)	1,25	1,32	1,44	1,56	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Аланін (ala)	1,63	1,57	1,83	1,87	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Гліцин (gly)	1,21	1,31	1,46	1,48	PI 5.4-43/k/2016	± 20 %
Глутамінова кислота + глутамін (glu), %	1,15	1,28	1,53	1,56	PI 5.4-44/k/2016	± 20 %
Аспарагінова кислота + аспарагін (asp), %	2,31	2,27	2,92	2,95	PI 5.4-44/k/2016	± 20 %
Цистин (cys)	0,18	0,22	0,23	0,20	PI 5.4-44/k/2016	± 20 %
Триптофан (trp)	0,17	0,12	0,21	0,25	PI 5.4-47/k/2016	± 20 %

Продовження Додатку 3 на наступній сторінці

Продовження Додатку 3

- Примітки:
1. Експертний висновок стосується тільки продукції, зразки якої піддані випробуванням.
 2. Експертний висновок не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу випробувальної лабораторії.
 3. Результати розраховано, як середнє арифметичне $n=5$.

**Заст. директора
ДНДКІ ветеринарних препаратів
та кормових добавок**

Виконавець:
Н.с. Бойко Г.Й.
Аспірант БНАУ Ривак Р.О.



Т.Р.Левицький

ДОДАТОК 4



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

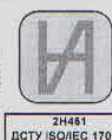
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

Р/р 26004000091244, філія АТ "Укресімбанк" у м. Львові
МФО 325718, ЗКПО 00485670
Україна, 79019, м. Львів, вул. Донецька, 11

Тел. (032) 252-33-72
Факс (032) 252-27-78
dir@scivp.lviv.ua

№ _____
на № _____ від _____

Атестат акредитації НААУ
№ 2Н461 від 20.01.2014 р.



Протокол випробувань

Об'єкт(и) випробувань: зразок № 1 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 40 мг/дм³ Йоду поживне середовище, зразок № 2 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 260 мг/дм³ Йоду поживне середовище, зразок № 3 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 380 мг/дм³ Йоду поживне середовище, зразок № 4 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 500 мг/дм³ Йоду поживне середовище, зразок № 5 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 1000 мг/дм³ Йоду поживне середовище, зразок № 6 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 2000 мг/дм³ Йоду поживне середовище

Термін проведення дослідження: 15.06.2016 р. – 22.06.2016 р.

Мінеральний склад сухої біомаси прісноводної водорості Lemna Minor за різних доз Йоду

Назва показника	зразок № 1	зразок № 2	зразок № 3	зразок № 4	зразок № 5	зразок № 6	Випробування. Позначення НД; (метод)
Купрум, мг/кг	3,38	3,10	2,50	3,00	3,10	2,86	ГОСТ 30178-96
Цинк, мг/кг	74,0	68,5	81,6	25,7	31,8	40,5	ГОСТ 30178-96
Манган, мг/кг	670	796	880	980	1488	1672	ГОСТ 30178-96
Кобальт, мг/кг	0,49	0,35	0,36	0,60	0,81	0,73	ГОСТ 30178-96
Хром, мг/кг	7,30	3,60	2,9	3,70	3,40	3,21	ГОСТ 30178-96
Селен, мг/кг	0,76	0,79	0,83	0,86	0,90	0,98	ГОСТ 30178-96
Кадмій, мг/кг	0,03	0,02	0,03	0,03	0,02	0,05	ГОСТ 30178-96
Плюмбум, мг/кг	1,34	0,80	1,12	0,47	0,58	0,86	ГОСТ 30178-96
Калій, %	1,511	1,053	1,582	1,976	2,545	3,097	PI 5.4-68/k/2016
Натрій, %	0,212	0,102	0,159	0,111	0,105	0,122	PI 5.4-68/k/2016
Магній, %	0,321	0,114	0,113	0,125	0,131	0,139	PI 5.4-68/k/2016
Кальцій, %	2,162	3,613	3,490	2,855	2,740	3,105	PI 5.4-68/k/2016
Хлориди, %	1,140	1,060	0,930	0,650	0,430	0,415	PI 5.4-69/k/2016
Нітрати, %	0,074	0,068	0,060	0,066	0,053	0,061	PI 5.4-69/k/2016
Фосфати, %	0,036	0,073	0,279	0,285	0,373	0,340	PI 5.4-70/k/2016
Сульфати, %	3,009	1,990	2,750	2,365	2,800	2,562	PI 5.4-70/k/2016

Примітки: 1. Експертний висновок стосується тільки продукції, зразки якої піддані випробуванням.

2. Експертний висновок не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу випробувальної лабораторії.

3. Результати розраховано, як середнє арифметичне n=5.

Заст. директора ДНДКІ ветеринарних
препаратів та кормових добавок

Т.Р.Левицький

Виконавець:

М.н.с. Заріцька Є.Г.

Аспірант БНАУ Ривак Р.О.

ДОДАТОК 5



ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ

ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

Р/р 26004000091244, філія АТ "Укресімбанк" у м. Львові
МФО 325718, ЗКПО 00485670
Україна, 79019, м. Львів, вул. Донецька, 11

Тел. (032) 252-33-72
Факс (032) 252-27-78
dir@scivp.lviv.ua

№ _____
на № _____ від _____

Атестат акредитації НААУ
№ 2Н461 від 20.01.2014 р.



Протокол випробувань

Об'єкт(и) випробувань: зразок № 1 – біомаса прісноводної водорості Lemna Minor з внесенням 40 мг/дм³ Йоду в поживне середовище, зразок № 2 – біомаса Lemna Minor з внесенням 80 мг/дм³ Йоду, зразок № 3 – біомаса Lemna Minor з внесенням 120 мг/дм³ Йоду, зразок № 4 – біомаса Lemna Minor з внесенням 160 мг/дм³ Йоду, зразок № 5 – біомаса Lemna Minor з внесенням 200 мг/дм³ Йоду, зразок № 6 – біомаса Lemna Minor з внесенням 260 мг/дм³ Йоду, зразок № 7 – біомаса Lemna Minor з внесенням 320 мг/дм³ Йоду, зразок № 8 – біомаса Lemna Minor з внесенням 380 мг/дм³ Йоду, зразок № 9 – біомаса Lemna Minor з внесенням 500 мг/дм³ Йоду, зразок № 10 – біомаса Lemna Minor з внесенням 1000 мг/дм³ Йоду, зразок № 11 – біомаса Lemna Minor з внесенням 2000 мг/дм³ Йоду
Термін проведення дослідження: 21.06.2016 р. – 30.06.2016 р.

Вміст Йоду в біомасі прісноводної водорості Lemna Minor за внесення різних доз Йоду
в поживне середовище

Доза внесення Йоду в поживне середовище, мг/дм ³	Вміст Йоду в біомасі, мг/кг		Випробування. Позначення НД; (метод)
	на фактичну вологу	на абсолютно суху речовину	
40 мг/дм ³	15,36	294,5	ГОСТ 28458-90
80 мг/дм ³	21,20	399,0	
120 мг/дм ³	31,65	439,6	
160 мг/дм ³	36,04	500,5	
200 мг/дм ³	65,18	905,3	
260 мг/дм ³	88,60	1230,5	
320 мг/дм ³	98,24	1364,4	
380 мг/дм ³	133,52	1854,4	
500 мг/дм ³	164,34	1893,7	
1000 мг/дм ³	110,69	1837,4	
2000 мг/дм ³	185,36	2574,5	

Примітки: 1. Експертний висновок стосується тільки продукції, зразки якої піддані випробуванням.
2. Експертний висновок не підлягає повному або частковому передрукуванню без дозволу випробувальної лабораторії.
3. Результати розраховано, як середнє арифметичне n=5.

Заст. директора
ДНДКІ ветеринарних препаратів
та кормових добавок

Виконавець:
Аспірант БНАУ Ривак Р.О.



Т.Р.Левицький

ДОДАТОК 6

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ БРОМІД-І ЙОДИД-ІОНІВ
У ПРОБАХ ПРИРОДНИХ, ПИТНИХ І МІНЕРАЛЬНИХ ВОД
МЕТОДОМ КАПІЛЯРНОГО ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ З
ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ КАПІЛЯРНОГО
ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ «КАПЕЛЬ-105/105М»

(Методичні рекомендації)

Львів-2016

УДК 636.085.57:577.16

Визначення масової частки бромід- і йодид-іонів у пробах природних, питних і мінеральних вод методом капілярного електрофорезу з використанням системи капілярного електрофорезу «КАПЕЛЬ-105/105М»

Методичні рекомендації призначені для виробників питних, природних і мінеральних вод, кормових добавок, кормів та преміксів, спеціалістів лабораторій ветеринарної медицини, зооінженерів тваринницьких та птицевирів підприємств, слухачів факультетів післядипломної освіти, студентів аграрних вузів та вузів ветеринарної медицини III-IV рівня акредитації

Рекомендації підготували:

І.Я. Коцюмбас, член-кореспондент УААН, доктор ветеринарних наук, професор, директор Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок

Т.Р. Левинський, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії контролю кормових добавок та преміксів ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок

Г.П. Ривак, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник

Р.О. Ривак, аспірант кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету

Рецензенти:

З.С.Засадна, кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії інструментальних методів контролю ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок

І.В.Двиглюк, кандидат ветеринарних наук, доцент кафедри ветеринарно-санітарної експертизи, гігієни та загальної ветеринарної профілактики Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнологій імені С.З.Гжицького

Методичні рекомендації розглянуті та схвалені **ТК 132** Держспоживстандарту України «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки». (протокол № 4 від 22.06.2016 р.)

ДОДАТОК 7

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

ВИЗНАЧЕННЯ МАСОВОЇ ЧАСТКИ ЙОДУ В БІОЛОГІЧНИХ МАТЕРІАЛАХ І КОРМАХ МЕТОДОМ КАПІЛЯРНОГО ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ З ВИКОРИСТАННЯМ СИСТЕМИ КАПІЛЯРНОГО ЕЛЕКТРОФОРЕЗУ «КАПЕ.ЛЬ-105М»

(Методичні рекомендації)

Львів-2018

УДК 636.085.57:577.16

Визначення масової частки йоду в біологічних матеріалах і кормах методом капілярного електрофору з використанням системи капілярного електрофору «КАПЕ.ЛЬ-105М»

Методичні рекомендації призначені для виробників кормових добавок, кормів та преміксів, спеціалістів лабораторій ветеринарної медицини, зооінженерів тваринницьких та птахівницьких підприємств, слухачів факультетів післядипломної освіти, студентів аграрних вузів та вузів ветеринарної медицини III-IV рівня акредитації

Рекомендації підготували:

- І.Я. Коцюмбас**, член-кореспондент УААН, доктор ветеринарних наук, професор, директор Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок
Т.Р. Левинський, кандидат сільськогосподарських наук, завідувач лабораторії контролю кормових добавок та преміксів ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок
Г.П. Ривак, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник
Р.О. Ривак, аспірант кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету

Рецензенти:

З.С.Засадна, кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії інструментальних методів контролю ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок

О.П. Сухорська, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та біології Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнології імені С.З.Гжицького

Методичні рекомендації розглянуті та схвалені ТК 132 Держспоживстандарту України «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки». (протокол № 7 від 17.10.2017 р.)

ДОДАТОК 8

МІНІСТЕРСТВО АГРАРНОЇ ПОЛІТИКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНА СЛУЖБА УКРАЇНИ З ПИТАНЬ БЕЗПЕЧНОСТІ
ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ ТА ЗАХИСТУ СПОЖИВАЧІВ
ДЕРЖАВНИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ КОНТРОЛЬНИЙ ІНСТИТУТ
ВЕТЕРИНАРНИХ ПРЕПАРАТІВ ТА КОРМОВИХ ДОБАВОК

ВИЗНАЧЕННЯ ГОСТРОЇ ПЕРОРАЛЬНОЇ ТОКСИЧНОСТІ КОРМОВИХ ДОБАВОК ТА ВСТАНОВЛЕННЯ КЛАСУ ТОКСИЧНОСТІ МЕТОДОМ КЛАСИФІКАЦІЇ

(Методичні рекомендації)

Львів-2017

УДК 636.085.57

Вивчення гострої пероральної токсичності та встановлення класу токсичності кормових добавок методом класифікації

Методичні рекомендації призначені для спеціалістів лабораторій ветеринарної медицини, зооінженерів тваринницьких та птахівницьких підприємств, слухачів факультетів післядипломної освіти, студентів аграрних вузів та вузів ветеринарної медицини III-IV рівня акредитації

Рекомендації підготували:

І.Я. Коцюмбас, член-кореспондент УААН, доктор ветеринарних наук, професор, директор Державного науково-дослідного контрольного інституту ветеринарних препаратів та кормових добавок
Т.Р. Левицький, кандидат сільськогосподарських наук, заступник директора ДНДКІ ветпрепаратів та кормових добавок
Г.В. Рулик, кандидат ветеринарних наук, науковий співробітник лабораторії контролю кормових добавок та преміксів
Г.П. Ривак, кандидат сільськогосподарських наук, старший науковий співробітник лабораторії контролю кормових добавок та преміксів
Р.О. Ривак, аспірант кафедри харчових технологій і технологій переробки продукції тваринництва Білоцерківського національного аграрного університету

Рецензенти:

З.С. Засадна, кандидат біологічних наук, завідувач лабораторії інструментальних методів контролю ДНДКІ ветеринарних препаратів та кормових добавок

О.П. Сухорська, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри екології та біології Львівського національного університету ветеринарної медицини і біотехнології імені С.З. Гжицького

Методичні рекомендації розглянуті та схвалені ТК 132 Держспоживстандарту України «Засоби захисту тварин, корми та кормові добавки», (протокол № 7 від 17.10.2017 р.)

ДОДАТОК 9

ЗАТВЕРДЖУЮ



Директор Фермерського господарства

«Варіо-курчата»

«14» вересня 2018 р.

Борис О. І.

А К Т

проведення науково-господарського дослід з
ефективності використання добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД»
у годівлі курчат-бройлерів

Нами, співробітниками Державного науково-дослідного контрольного інституту ветпрепаратів і кормових добавок ст. н. сп. лабораторії контролю кормових добавок та преміксів Б. І. Назаром, ст. н. сп. Г. Й. Бойко, аспірантом Білоцерківського національного аграрного університету Р. О. Риваком і лікарем ветмедицини ФГ «Варіо-курчата» Струком О. Я. впродовж серпня-вересня 2018 р. проведено науково-господарський дослід з ефективності використання добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» у годівлі курчат-бройлерів.

Для проведення дослід курчат-бройлерів 10-денного віку було розділено на 4 групи: контрольну і 3 дослідних в кількості по 1000 гол. Контрольній групі птиці згодовували стандартні комбікорми: стартер до 10 доби годівлі, гровер з 11 до 25 доби годівлі, фінішер з 25 доби до забою, з вмістом Йоду 2 мг/кг у вигляді калію йодистого. Компонентний склад комбікормів: зерна злакових культур, шроти олійних культур, рослинні жири, вітамінно-мінеральна добавка.

Дослідні групи курчат-бройлерів отримували комбікорм з внесенням різних доз добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД». Уміст Йоду в добавці становив – 1893,7 мг/кг. Було розраховано дозу внесення добавки для балансування вмісту Йоду в комбікормі на рівні калію йодистого.

Таблиця 1 – Схема дослід з вивчення ефективності застосування добавки

Група	Використаний комбікорм	Доза внесення добавки, г/кг
Контрольна	Основний комбікорм	-
I дослідна	ОК + 50 % КІ + 50 % кормової добавки (КД)	0,52
II дослідна	ОК + 100 % Йоду за рахунок КД	1,05
III дослідна	ОК + 150 % Йоду за рахунок КД	1,58

Перша дослідна група отримувала комбікорм з внесенням 1 мг Йоду у вигляді калію йодистого та 1 мг Йоду на 1 кг комбікорму у вигляді кормової добавки, друга дослідна група – 2 мг Йоду на 1 кг комбікорму у вигляді досліджуваної кормової добавки, третя дослідна група – 3 мг Йоду на 1 кг комбікорму у вигляді досліджуваної кормової добавки. Дослід тривав до 42 доби життя курчат-бройлерів. За період дослід було використано 5153 г комбікорму на 1 голову птиці.

Протягом всього дослід птиця знаходилася під спостереженням, при цьому враховували споживання корму і води, стан пір'яного покриву і слизових оболонок, поведінку, вагу, збереженість поголів'я. Щодокади контролювали масу тіла та середньодобові прирости курчат, а також конверсію корму.

Впродовж усього дослід в птиці дослідних та контрольної груп загальний стан був задовільний, апетит збережений, відставання у рості та розвитку не спостерігалось, птиця була рухливою, активною. Захворювань птиці за період дослід не фіксували.

Продовження Додатку 9 на наступній сторінці

Продовження Додатку 9

Збереженість курчат за період дослід у I дослідній групі становила 99,2 %, II дослідній групі – 99,5 %, III дослідній групі – 99,3 %, в контролі цей показник становив 99,2 %, від початкової кількості поголів'я птиці.

Таблиця 2 – Динаміка середньої маси тіла курчат-бройлерів впродовж досліді

Вік птиці, діб	Жива маса птиці, г			
	Контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
10	286 ± 10,5	279 ± 9,7	281 ± 10,1	283 ± 11,6
20	913 ± 13,3	909 ± 12,1	945 ± 17,5	951 ± 15,2
30	1815 ± 15,4	1897 ± 18,7	1910 ± 20,8	1917 ± 18,1
42	2920 ± 21,8	3005 ± 19,2	3056 ± 19,6	3072 ± 20,3

Встановлено вірогідне зростання маси тіла курчат-бройлерів I дослідної групи на 85,0 г, або 2,9 %, II дослідної – на 136,0 г або 4,6 %, III дослідної – на 152,0 г або 5,2 %, порівняно з контролем.

Таблиця 3 – Середньодобові за період досліді

Показник	Групи птиці			
	контрольна	I дослідна	II дослідна	III дослідна
Середній приріст живої маси за період досліді, г	2634	2726	2775	2789
Середньодобовий приріст, г	73,1	75,7	77,1	77,5
Конверсія корму, кг корму/кг приросту	1,96	1,89	1,85	1,84

Середній приріст маси тіла птиці за період досліді підвищувався порівняно з контролем: у птиці I дослідної групи на 92,0 г, що у відсотках складає 3,5, II дослідної групи – на 141 г або 5,3, III дослідної групи – на 155,0 г або 5,9. Середньодобові прирости за період досліджень були вищими, порівняно з контролем на 3,5 – 5,9 %.

Встановлено, що із застосуванням у складі комбікормів добавки «ЛМЙОД» покращується засвоєння корму організмом дослідних курчат-бройлерів, використання 1 кг комбікорму на 1 кг приросту знижується: у птиці I дослідної групи – на 3,70 %, II дослідної групи – на 5,95 %, III дослідної групи – на 6,52 %, порівняно з конверсією корму у птиці контрольної групи.

ВИСНОВКИ: В результаті проведених досліджень встановлено, що використання добавки кормової водоростевої йодовмісної «ЛМЙОД» у складі комбікормів для курчат-бройлерів забезпечує збереженість поголів'я, сприяє зростанню продуктивності птиці та покращенню конверсії корму.

Лікар ветмедицини ФГ «Варіо-курчата»

Ст.н.сп. контролю кормових

добавок та преміксів

Ст.н.сп.

Аспірант БНАУ

О.Я.Струк

Б.І.Назар

Г.Й.Бойко

Р.О.Ривак

ДОДАТОК 10



ДОДАТОК 11

ДКПП 10.91.10

УКНД 65.120

ПОГОДЖЕНО:

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Заступник директора
ДНДКІ ветпрепаратів
та кормових добавок,
доктор вет. наук

Директор ДНДКІ ветпрепаратів та
та кормових добавок
доктор вет. наук, професор,
академік НААН


В. П. Музика
«20» листопада 2018 р.


І. Я. Коцюмбас
«30» листопада 2018 р.

ДОБАВКА КОРМОВА
водоростева йодовмісна «ЛМЙОД»
ТЕХНІЧНІ УМОВИ
ТУ У 10.9 -41701380-059:2018

(Введено вперше) _____
Дата надання чинності 2018-11-30
Чинні до 2023-11-30

ПОГОДЖЕНО:

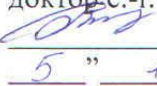
РОЗРОБЛЕНО:

Заступник директора ДНДКІ
ветпрепаратів та кормових
добавок, канд. с.-г. наук

Аспірант кафедри харчових
технологій і технологій
переробки продукції тваринництва
Білоцерківського національного
аграрного університету


Т. Р. Левицький
«20» листопада 2018 р.


Р. О. Ривак

Декан біолого-технологічного
факультету Білоцерківського
національного аграрного університету,
доктор с.-г. наук, професор

С. В. Мерзлов
«5» листопада 2018 р.

Головний науковий співробітник,
ДНДКІ ветеринарних препаратів та
кормових добавок, доктор вет. наук

В. О. Величко
«6» листопада 2018 р.