



Науковий вісник Львівського національного університету
ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Гжицького

Scientific Messenger of Lviv National University
of Veterinary Medicine and Biotechnologies

ISSN 2518-7554 print
ISSN 2518-1327 online

doi: 10.32718/nvlvet8811
http://nvlvet.com.ua

UDC 619:612.176:636.5

Technological stress in poultry

M.O. Shevchuk, V.G. Stoyanovskyy, I.A. Kolomiets

Stepan Gzhytskyi National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies Lviv, Ukraine

Article info

Received 10.08.2018
Received in revised form
05.09.2018
Accepted 08.09.2018

Stepan Gzhytskyi National
University of Veterinary Medicine
and Biotechnologies Lviv,
Pekarska Str., 50, Lviv, 79010,
Ukraine.
Tel.: +38-067-112-41-45
E-mail: merva.maria.o@gmail.com
kolomiciryyna@gmail.com

Shevchuk, M.O., Stoyanovskyy, V.G., & Kolomiets, I.A. (2018). Technological stress in poultry. Scientific Messenger of Lviv National University of Veterinary Medicine and Biotechnologies, 20(88), 63–68. doi: 10.32718/nvlvet8811

The article presents the data of domestic and foreign literature on the changes that occur in the bird of industrial cultivation for the development of technological stress. Stress factors are outlined, among which the most significant for the bird organism is the high density of content, the microclimate of the production premises, the conditions of content and composition of the diet, vaccination, transportation. Investigators include high excitability, fear, aggressiveness, anxiety, fatigue, loss of appetite, and disturbance of behavioral reactions of young chickens, quail, ducks, and industrial growth to inadequate changes in external and internal environmental factors. Common signs of stress in the mature chickens, quails, ducks during the development of technological stress set premature mass maturation, decrease and complete cessation of oviposition, reproductive function, weakening of muscle tone. In stress, the activity of all systems of an organism, directed on self-defense and adaptation to new conditions of existence, strains. A prerequisite for the development of stress-reaction is to strengthen the function of the glands of the inner secretion and especially the hypothalamus system – the anterior part of the pituitary gland – the adrenal cortex. It has been established that in the process of adaptation of the organism to the action of adverse factors the concentration of blood sugar increases due to the cleavage of the glycogen in the liver, the mobilization of lipids from the fat depots increases, the intensity of metabolic processes in the adipose tissue increases, and this ensures an increase in the concentration of fatty acids in the blood. The negative influence of stress factors on resistance, immunological reactivity, microbiocenosis state, functioning of the digestive system, preservation and productivity of the bird population are shown. These states are directly related to the activity of the hormonal and autonomic nervous systems and are determined by nonspecific protective factors of the organism. Different ways of correction of disturbed homeostasis are shown. The effectiveness of the use of probiotics, symbiotics, humic substances in the poultry diet is given to prevent the development of negative stress phenomena in their body. It is proved that the management of the processes of development of adaptive ability of the bird organism is one of the key aspects of the development of the corresponding complex of technological measures of their growing and feeding that is conducive to the increase of economic efficiency. The search for methods for the prevention of stress in poultry farming is aimed at eliminating the etiological factors of stress, the removal of birds resistant to stress, the use in feeding substances that reduce the response to the action of adverse stimuli or increase resistance to the organism. Affecting the formation of adaptive reactions of the bird organism long before the stress, as well as in the development of the adaptive syndrome, it is possible to implement its prophylaxis, that is, to ensure the consistent functioning of all physiological systems and the activation of protective forces through the use of biologically active harmless feed additives in diets.

Key words: poultry, technological stress, feed additive, adaptation.

Технологічні стреси у птахівництві

М.О. Шевчук, В.Г. Стояновський, І.А. Коломієць

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

У статті наведено дані вітчизняної та зарубіжної літератури про зміни, що виникають в організмі птиці промислового вирощування за розвитку технологічних стресів. Наведено стрес-фактори, серед яких найбільш суттєвими для організму птиці є висока щільність утримання, зміна мікроклімату виробничих приміщень, умов утримання та складу раціону, вакцинації, транспо-

ртування. Показано негативний вплив стрес-факторів на резистентність, імунологічну реактивність, стан мікробіоценозу, функціонування органів травлення, збереженість і продуктивність поголів'я птиці. Показані різні шляхи корекції порушеного гомеостазу. Наведено ефективність застосування пробіотиків, симбіотиків, гумінових речовин в раціоні птиці з метою попередження розвитку негативних стресових явищ в їхньому організмі. Доведено, що впливаючи на формування пристосувальних реакцій організму птиці завдовго до дії стресу, а також в умовах розвитку адаптаційного синдрому, можна здійснювати його профілактику, тобто забезпечити узгоджене функціонування всіх фізіологічних систем та активізацію захисних сил за рахунок використання у раціонах біологічно активних нешкідливих кормових добавок.

Ключові слова: птиця, технологічний стрес, кормові добавки, адаптація.

Вступ

Як відомо, птахівництво – найшвидше розвивається, найекономічніша, високопродуктивна галузь, здатна поліпшити забезпечення населення України високоякісними біологічно повноцінними продуктами харчування та зміцнити продовольчу безпеку держави (Ibatullin and Otchenashko, 2012; Surai and Fotina, 2012). В даний час, у зв'язку зі зростаючою спеціалізацією, концентрацією та інтенсифікацією птахівництва, все більшого значення відводиться оптимальному поєднанню основних технологічних параметрів, які обумовлюються біологічними особливостями зростаючої птиці (Sedyh, 2012). Проте ведення галузі включає ряд технологічних операцій, що викликають надмірне напруження пристосувальних систем та розвиток стресу (Atchley et al., 2008; Scanes, 2016). За даними (Lara and Rostagno, 2013; Stojanowskij et al., 2018) дія технологічних стрес-факторів, таких як висока щільність утримання, зміна мікроклімату виробничих приміщень, умов утримання та складу раціону, вакцинації, транспортування, переміщення знижують рівень імунобіологічної реактивності організму птиці, що зумовлює зменшення яєчної і м'ясної продуктивності. В умовах інтенсивного виробництва, при дії великої кількості технологічних стрес-факторів необхідно зміцнювати і стимулювати резистентність організму птиці, визначити способи усунення розвитку стресових станів за рахунок забезпечення повноцінної годівлі та створення комфортних умов утримання.

Метою нашої роботи було з'ясувати зміни, що виникають в організмі птиці промислового вирощування за розвитку технологічних стресів та розглянути різні шляхи корекції порушеного гомеостазу.

Однією з властивостей всіх живих систем, набутих у процесі еволюції, є здатність проявляти адаптаційну реактивність до змін навколишнього середовища. У відповідь на дію сильних і несприятливих факторів в організмі розвивається особливий стан адаптації – стрес. Вперше поняття стресу як загального адаптивного синдрому, сформулював у 1936 р. канадський вчений Ганс Сельє (Selje, 1979). З наукової точки зору стрес – це неспецифічна захисна нейрогормональна реакція організму у відповідь на дію різних сильних подразників, які загрожують її гомеостазу. Протягом усього життя птиця піддається численним стресорам, які мають абсолютно різну природу виникнення, але незмінно ведуть до одних і тих же змін в організмі.

Відповідно до сучасного уявлення, стрес розглядають, як будь-який вплив на птицю, що є відхиленням від оптимальних параметрів утримання й годівлі (Frag and Alagawany, 2018; Chen et al., 2018; Stoianovskiy et al., 2018). Фактори, що викликають

стрес у птиці, дослідники поділяють на три групи: – фактори середовища: відхилення від нормативних параметрів температури і відносної вологості повітря, порушення режимів освітлення, шумові чинники, високі концентрації в повітрі пташника аміаку, вуглекислого газу, пилу, підвищена щільність посадки, зміна ієрархічних угруповань тощо; – кормові стреси: наявність у кормах мікотоксинів, окислених жирів, дисбаланс вітамінів, мінералів, амінокислот, високі дози різних ветеринарних препаратів (антибіотиків, кокцидіостатиків тощо); – внутрішні стреси, зокрема бактеріальний стрес, причиною якого є надлишкова кількість бактерій у кормі. Це призводить до перенапруження імунної системи, а отже, спричиняє дисбаланс бактерій в кишечнику, порушує цілісність його ворсинок і призводить до перевитрати корму, а крім того, спричиняє розвиток деяких захворювань. Віруси також спричиняють низку захворювань птиці. Вакцинації захищають птицю від захворювань, але водночас самі є дуже серйозними стресами (Marangon et al., 2008; Kolomiciec, 2013).

Відомо, що у птиці високоорганізована нервова система, завдяки якій виникають складні умовні рефлексії, тому найбільш чутливим до дії стресів є організм молодняку (Marangon et al., 2008; Mohammed et al., 2018). До порушення поведінкових реакцій молодняку курей, перепелів, качок промислового вирощування на неадекватну зміну зовнішніх і внутрішніх факторів середовища дослідники відносять підвищену збудливість, страх, агресивність, неспокій, швидку стомлюваність, зниження чи втрату апетиту. Спільними ознаками стресу в молодняку є сповільнення росту пера і його скуйовдженість, пригнічення клініко-фізіологічного стану, тахікардія, аритмія, сповільнення або посилення перистальтики кишечника. До зовнішніх факторів, що обумовлюють можливості аномальної поведінки дорослих особин, відносять “роздзьобування” або канібалізм. Спільними ознаками стресу в статевозрілих курей, перепелів, качок при розвитку технологічного стресу встановлюють передчасне масове линяння, зниження і повне припинення яйцекладки, репродуктивної функції, ослаблення м'язового тону (Mohammed et al., 2018).

При стресі напружується діяльність всіх систем організму, що спрямовується на самозахист і пристосування до нових умов існування. Обов'язковою умовою розвитку стрес-реакції є посилення функції залоз внутрішньої секреції і особливо системи гіпоталамус – передня частка гіпофізу – кора надниркових залоз (Kononenko et al., 2002; Olubodun et al., 2015). Головну роль у розвитку стресу, на думку Сельє, відіграє кора надниркових залоз, яка під впливом гіпофізу збільшує виділення стероїдних гормонів, що беруть

участь у процесі адаптації (Selje, 1979). Тому вважається, що основними механізмами в реалізації стресового стану в організмі тварин і птиці є симпатоадреналова і гіпоталамо-гіпофізарно-адрено-кортикотропної (ГГАК) системи, тобто розвиток адаптивних реакцій за дії на організм різних неспецифічних факторів середовища проходить за загальним механізмом: через гіпоталамо-гіпофізарно-наднирково залозну систему і симпато-адреналову систему з участю катехоламінів (Voronina, 2003; Infante et al., 2017). Доведено, що гормони мозкового шару надниркових залоз і медіатори симпато – адреналової системи є важливими регуляторами пристосувальних реакцій організму до різних факторів (Gavreliuk and Chykina, 2017). Завдяки біологічним ефектам катехоламінів забезпечують перехід організму зі стану спокою в стан збудження, а також дають змогу йому перебувати в цьому стані тривалий час. У літературі наведені повідомлення, що у перепелів породи “Фараон” в умовах технологічного стресу розвиток стадії тривоги супроводжується активацією ГГАК системи, що проявляється збільшенням у гіпофізі діаметру ядра базофільних аденоцитів на 42,2% ($P < 0,05$), у надниркових залозах – площі адренкортикоцитів до $2,21 \pm 0,21\%$ ($P < 0,05$) при зменшенні площі адреноцитів до $15,60 \pm 1,16\%$ ($P < 0,05$) з одночасним вірогідним підвищенням втричі синтетичної та секреторної активності щитоподібної залози (Stoianovskyi et al., 2018).

Встановлено, що в процесі адаптації організму до дії несприятливих факторів підвищується концентрація цукру в крові за рахунок розщеплення глікогену в печінці, посилюється мобілізація ліпідів з жирових депо, підвищується інтенсивність метаболічних процесів у жировій тканині, і це забезпечує підвищення концентрації жирних кислот у крові (Gavreliuk and Chykina, 2017; Martinez and Ortiz, 2017). У дослідженнях (Epihova, 2012) зазначається, що при клітковому вирощуванні курей-бройлерів кросу “Зміна-7” за впливу гіподинамії проходять зміни мікроструктур ниркових тілець – зменшується їх кількість, площа капсули тілець, діаметр просвіту. За дії стресу ще Сельє в досліджах зауважував появу виразок на стінці шлунково-кишкового тракту тварин, які були у стані адаптації (Selje, 1979). При вивченні механізмів впливу термічного стресора на гідролітичну функцію травного апарату було доказано різке зниження активності ферментів гідролітичної дії, коефіцієнта перетравності корму та погіршення засвоєння поживних речовин у тонких кишках, тканинах підшлункової залози та печінки курей при дії кормового стресу (Pasiczna and Stoianovskyi, 2008; Halushchak, 2008; Hunchak et al., 2013). У доступній вітчизняній і зару-біжній літературі наведено достатню кількість наукових робіт, присвячених впливу стресів різної етіології на стан мікробіоценозу кишечника птиці: зниження кількості лакто- і біфідобактерій у курей за впливу вакцинації, зміни годівлі та умов утримання; збільшення кількості плісневих грибів у перепелів при зміні щільності посадки та температурного режиму, поява лактозонегативних штамів кишкової палички у качок після транспортування (Ostrovskaya et al., 2013; Pavlova, 2015; Garmata, 2017). За критичної ситуації

розбалансування кишкової мікрофлори з додатковим долученням збудників інфекційних хвороб (стрептококоз, стафілококоз, колибактеріоз, сальмонельоз, пастерельоз, мікоплазмоз тощо) веде до падежу поголів'я (Pavlova, 2015).

Одним із механізмів негативного впливу стресу на організм птиці є посилення вільнорадикального окислення ліпідів, нагромадження гідроперекисів, вільних радикалів, альдегідів і кетонів, які порушують структуру мембран, викликають інактивацію ферментів, інгібування ділення клітин, що негативно позначається на продуктивності птиці та їхній здатності до відтворення (Gutyj et al., 2017). Важливе значення в загальній системі захисту клітин від перекисного пошкодження належить антиоксидантним ферментам супероксиддисмутазі, глутатіонпероксидазі та каталазі. Зі зниженням активності цих ферментів підвищенням вільнорадикальних процесів пов'язують функціональні та структурні зміни в організмі у період адаптації птиці до факторів навколишнього середовища (Nischemenko et al., 2017).

Вітчизняними та зарубіжними вченими встановлено, що в період адаптації до технологічних процесів, організм птахів постійно відчуває численний вплив негативних факторів зовнішнього середовища, при цьому нерідко відзначається зниження здатності протистояти впливу несприятливих наслідків, тобто спостерігається зниження природної резистентності (Sedyh, 2012). Цей стан безпосередньо пов'язаний з діяльністю гормональної та вегетативної нервової систем і визначається неспецифічними захисними факторами організму. Разом з тим встановлено, що виникнення і перебіг фізіологічних реакцій в організмі птиці за дії стресу супроводжується посиленням і якісною зміною обмінних процесів в імунокомпентних тканинах (Stoianovskyi et al., 2018). Відомо, що захист організму від різноманітних подразників виконує спеціалізована система клітин, тканин і органів. Сукупність лімфоїдних органів і тканин тіла (тимус, селезінка, лімфатичні вузли, пейерові пляшки й інші лімфоїдні скупчення, лімфоцити кісткового мозку та периферичної крові) становить єдиний орган імунітету. Ці клітини здійснюють найголовніші типи імунологічного реагування, включаючи вироблення антитіл і накопичення сенсibiliзованих лімфоцитів, які здійснюють розпізнавання й виведення чужорідних субстанцій або власних клітин тіла, що генетично змінилася (Maslianko, 1999).

На сьогодні визначено, що імунологічна реактивність організму є визначальною при адаптації тварин і птиці за дії мінливих умов зовнішнього середовища (Maslianko, 1999). Під час імунної відповіді виникають складні взаємодії між імунною, ендокринною та нервовою системами організму (Stoianovskyi et al., 2018). Найважливіший регуляторний вплив на імунну систему здійснюють ГГАК та симпатоадреналова системи, які відносяться до стрес-реалізуючих систем (Broshkov, 2016). Встановлено, що за дії стресу в перепелів спостерігається підвищення секреторної активності базофільних аденоцитів гіпофіза, вірогідне зменшення секреції кортикостероїдів та катехоламінів в надниркових залозах, компенсаторне розростання

вдвічі діаметру фолікулів та висоти секреторного епітелію в щитоподібній залозі на тлі вірогідного зменшення більше ніж в п'ять разів індексу тимуса за рахунок кірково-мозкового індексу, зменшення втричі індексу бурси за рахунок площі кіркової та медулярної речовини і їх спустошення, розростання лімфоїдних вузликів селезінки до $259,0 \pm 24,02$ мкм ($P < 0,05$) (Stoianovskiy et al., 2018).

В останнє десятиріччя з'явилися багато робіт присвячених впливу технологічного стресу на імунну систему різного виду птиці; ці роботи розкривають імунофізіологічний статус молодняка птиці у різні вікові періоди після вакцинації, функціональну активність Т- і В-системи імунітету, напруженість імуногенезу і рівень синтезу антитіл, що визначається макрофагально плазмочитарною реакцією в лімфоїдній тканині (Azad et al., 2010; Huff et al., 2013; Kolomic, 2013; Kryshchalska et al., 2017; Stoianovskiy et al., 2018). У промисловому птахівництві, в умовах значної концентрації поголів'я птиці на обмеженій території, практикується рання (з перших днів життя) та інтенсивна вакцинація поголів'я, одним із основних негативних наслідків якої є "виснаження" і передчасна деградація лімфоїдних органів і тканин та, відповідно, прискорене старіння організму із суттєвим зниженням життєздатності і тривалості життя. При чому, якщо впровадження масових вакцинацій у технології вирощування продуктивних ссавців значною мірою сприяло рішенню проблеми розповсюдження найбільш небезпечних інфекцій, то в промисловому птахівництві, навпаки, з'явилися певні фактори загрози, пов'язані з ураженням птиці вакцинними штамми збудників, які стали циркулювати у стадах птиці поряд з епізоотичними (Marangon et al., 2008; Mohammed et al., 2018). На думку дослідників (Hunchak et al., 2013; Broshkov, 2016), ефективність та безпечність різного роду технологій, пов'язаних зі штучною стимуляцією функцій органів імунної системи птиці в умовах інтенсивного птахівництва, мають базуватися, насамперед на результатах глибоких морфологічних досліджень. Як вказує Apatenko V.M. (Apatenko, 1994), за дії різних стрес-факторів на організм птиці, особливо у ранньому віці, посилюються вільнорадикальні процеси на тлі зниження функції імунної системи, що призводить до виникнення імунодефіцитних станів.

Літературні джерела вказують на те, що технологічний метод профілактики стресу у птиці – їх повноцінна годівля (Pasichna and Stoianovskiy, 2008; Stoianovskiy and Kolomiets, 2011; Ibatullin and Otchenashko, 2012; Pavlova, 2015; Nischemenko et al., 2017; Shaddel-Tili et al., 2017). Особливо ефективний цей захід у періоди найбільшого напруження адаптивних механізмів організму. У раціонах птиці, яка перебуває у стресовому стані, повинна бути висока концентрація енергетичних речовин, оптимальний рівень критичних амінокислот, вітамінів та мінеральних речовин. Окреслені вище висновки варто вважати дискусійними, оскільки в літературі трапляються протилежні судження щодо застосування біологічно активних добавок для профілактики розвитку стресового синдрому в організмі птиці (Stepchenko et al.,

2010; Stoianovskiy and Kolomiets, 2011; Shaddel-Tili et al., 2017; Kapustian et al., 2018). Низка авторів вказують на недостатній вплив енергетичного живлення та рівня вітаміну Е в раціоні, що є причиною виникнення ендогенного стресу у птиці, який супроводжується порушенням функціонального стану і зниження резистентності організму перепелів та рівня інтенсивного обміну речовин (Hunchak et al., 2013; Hunchak et al., 2016; Medvid et al., 2017). Встановлено, що використання в годівлі японських перепелів збагаченого соняшниковою олією та вітаміном Е комбікорму покращує фізіологічний статус їх організму, про що свідчать показники морфофункціонального стану клітин периферичної крові, інтенсивності обміну білків у тканинах, підвищення активності гідролітичних ферментів органів травлення (Halushchak, 2008).

Одним із способів зміцнення імунітету й профілактики інфекційних хвороб птиці є збільшення лакто- і біфідобактерій в шлунково-кишковому тракті. Із сучасних позицій нормальну мікрофлору кишечника можна розглядати як сукупність індигенних мікроорганізмів, що постійно заселяють шлунково-кишковий тракт і є неспецифічним захисним бар'єром для патогенних бактерій та інших екзогенних факторів агресії. Дослідженнями з вивчення нормальної мікрофлори встановлено, що мікрофлора, за своїм складом і значенням для організму господаря є своєрідним додатковим органом, що виконує складні життєво-важливі функції, зокрема імунологічні та метаболічні – спрямовані на підтримку оптимального рівня імунологічної реактивності, обмінних і ферментативних процесів, що вказує на необхідність підтримки гомеостазу цієї екосистеми (Pavlova, 2015; Broshkov, 2016). За даними дослідників, заселення кишечника птиці пробіотичними культурами створює умови для запобігання заселенню патогенною мікрофлорою. Це мінімізує виникнення інфекційних шлунково-кишкових хвороб у молодняка. За ефективністю пробіотики не поступаються багатьом антибіотикам і хіміотерапевтичним препаратам, до того ж не пригнічують ріст нормальної мікрофлори травного тракту, не мають негативного впливу на продукти птахівництва та навколишнє середовище. Доведено, що згодовування симбіотика "Праймікс-Біонорм К" сприяє нормалізації кількісного співвідношення лакто- і біфідобактерій, кишкової палички у кишечнику молодняка курей, перепелів, качок в умовах дії різних технологічних стресових факторів (Kolomic, 2013; Stojanovskij et al., 2018; Stoianovskiy et al., 2018). Згідно з даними авторів, використання пробіотиків та імуномодуючих препаратів є одним із способів корекції функціонального стану центральних та периферичних органів імуногенезу курчат-бройлерів, який забезпечує підвищення специфічної резистентності організму птиці у період формування імунної відповіді та напруженості поствакцинального імунітету (Maslianko, 1999; Huff et al., 2013; Kapustian et al., 2018).

В умовах промислового птахівництва доведено ефективність застосування нових біостимуляторів природного походження. Проведеними дослідженнями обґрунтовано перспективність широкого застосування оксигумату, гумату натрію для підвищення

енергії росту, продуктивності та стійкості птиці до дії стресів. З'ясовано стимулюючий вплив препаратів на гемопоєз (Stepchenko et al., 2010; Ostrovska et al., 2013). Доведено, що гумат натрію та оксигумат посилюють процеси аеробного окиснення, підвищують рівень енергетичних процесів за участю глюкози, впливають на активність ферментативних систем організму і збільшують середньодобові прирости маси тіла курчат.

Висновки

Таким чином, управління процесами розвитку адаптаційної здатності організму птиці – один з ключових в наукових дослідженнях аспектів розробки відповідного комплексу технологічних заходів їх вирощування та годівлі, що сприяє підвищенню економічної ефективності. Пошук методів профілактики стресу в птахівництві ведеться на усунення етіологічних факторів стресу, виведення птиці, стійкої проти стресів, застосування в годівлі речовин, які зменшують реакцію на дію несприятливих подразників або підвищують опірність організму. Впливаючи на формування пристосувальних реакцій організму птиці задовго до дії стресу, а також в умовах розвитку адаптаційного синдрому можна здійснювати його профілактику, тобто забезпечити узгоджене функціонування всіх фізіологічних систем та активізацію захисних сил за рахунок використання у раціонах біологічно активних нешкідливих кормових добавок.

References

- Ibatullin, I.I., & Otchenashko, V.V. (2012). Vyroshchuvannya perepeliv za zghoduvannya kombikormiv z riznymy rivniamy kaltsiiu ta fosforu. *Visnyk ahrarnoi nauky*, 1, 48–51 (in Ukrainian).
- Surai, P., & Fotina, T. (2012). Stresy u ptakhivnytstvi: Molekuliarni mekhanizmy. *Tvarynytstvo ta veterynariia*, 207, 9/12, 2–4 (in Ukrainian).
- Sedyh, T.A. (2012). Produktivnost i estestvennaja rezistentnost utok pri intensivnoj tehnologii vyrashhivaniya. *Agrarnyj vestnik Urala*, 8(100), 33–37 (in Russian).
- Atchley, D.S., Foster, J.A., & Bavis, R.W. (2008). Thermoregulatory and metabolic responses of Japanese quail to hypoxia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 151(4), 641–650. doi: 10.1016/j.cbpa.2008.08.002.
- Scanes, C.G. (2016). Biology of stress in poultry with emphasis on glucocorticoids and the heterophil to lymphocyte ratio. *Poultry Science*, 95(9), 2208–2215. doi: 10.3382/ps/pew137.
- Stojanowskij, W., Krog, A., & Kolomijets, I. (2018). Pathophysiological mechanisms of adaptation of the ducks organism for action of transport stress. *Międzynarodowa konferencja naukowa “Lwowsko-wrocławska szkoła weterynaryjna”*, 255–261.
- Lara, L.J., & Rostagno, M.H. (2013). Impact of Heat Stress on Poultry Production. *Animals (Basel)*, 3(2), 356–369. doi: 10.3390/ani3020356.
- Selje, G. (1979). Stress bez distressa. Moskva (in Russian).
- Farag, M.R., & Alagawany, M. (2018). Physiological alterations of poultry to the high environmental temperature. *J Therm Biol*, 101–106. doi: 10.1016/j.jtherbio.2018.07.012.
- Chen, N.N., Liu, B., Xiong, P.W., Guo, Y., He, J.N., Hou C.C., Ma, L.X., & Yu, D.Y. (2018). Safety evaluation of zinc methionine in laying hens: Effects on laying performance, clinical blood parameters, organ development, and histopathology. *Poultry Science*, 97(4), 1120–1126. doi: 10.3382/ps/pex400.
- Stoianovskiy, V.H., Kolomiiets, I.A., Harmata, L.S., & Kamratska, O.I. (2018). Zminy morfofunktsionalnoho stanu orhaniv endokrynnoi ta imunnoi system perepeliv promyslovoho vyroshchuvannya za dii stresu. *Fiziologichniy zhurnal*, 64(1), 25–33. doi: 10.15407/fz64.01.025 (in Ukrainian).
- Kolomeec, I.A. (2013). Doslidzhennja funkcionuvannja T-i V-lanki imunitetu brojleriv na tli vakcinacii pri zastosuvanni simbiotika “Prajmiks-Bionorm P” ta rozchinu visokochistogo natriju gipohloritu. *Visnik Dnipropetrovskogo derzhavnogo agrarnogo universitetu*, 1, 171–172 (in Ukrainian).
- Marangon, S., Cecchinato, M., & Capua, I. (2008). Use of vaccination in avian influenza control and eradication. *Zoonoses Public Health*, 55(1), 65–72. doi: 10.1111/j.1863-2378.2007.01086.
- Mohammed, A.A., Jacobs, J.A., Murugesan, G.R., & Cheng, H.W. (2018). Effect of dietary synbiotic supplement on behavioral patterns and growth performance of broiler chickens reared under heat stress. *Poultry Science*, 97(4), 1101–1108. doi: 10.3382/ps/pex421.
- Olubodun, J., Zulkifli, I., Hair-Bejo, M., Kasim, A., & Soleimani, A.F. (2015). Physiological response of glutamine and glutamic acid supplemented broiler chickens to heat stress. *European Poultry Science*, 79, 1–12. doi: 10.1399/eps.2015.87.
- Kononenko, V.Ia., Kalinichenko, O.V., Myshunina, T.M., & Pilkevych, L.I. (2002). Neurokhimichni osoblyvosti rozvytku stres – reaktsii u shchuriv za umov zmin funktsionalnoho stanu hipotalamo – hipofizarno – adrenokortykoidnoi systemy. *Zhurnal AMN Ukrainy*, 164–171 (in Ukrainian).
- Infante, M., Armani, A., Mammi, C., Fabbri, A., & Caprio, M. (2017). Impact of adrenal steroids on regulation of adipose tissue. *Comprehensive Physiology*, 7(4), 1425–1447. doi: 10.1002/cphy.c160037.
- Voronina, O.K. (2003). Nadnirkovi zalozi ptahiv: citofiziologija ta uchast u stres-reakcii. *Visnik Kiivskogo universitetu, Biologija*, 39(40), 97–100 (in Ukrainian).
- Gavreliuk, S.V., & Chykina, I.V. (2017). Effect of chronic immobilization stress on the development of endothelial dysfunction in rats. *Fiziol. Zh.*, 63(2), 56–64. doi: 10.15407/fz63.02.056.
- Martinez, B., & Ortiz, R.M. (2017). Thyroid hormone regulation and insulin resistance: Insights from animals naturally adapted to fasting. *Physiology*, 32(2), 141–151. doi: 10.1152/physiol.00018.2016.

- Epihova, O.G. (2012). Issledovanie gistologicheskikh izmenenij pochek brojlerov krossa "Smena-7" v uslovijah kletochnogo sodержanija. Nauchnye trudy filiala Nacionalnogo universiteta bioresursov i prirodopolzovanija Ukrainy "Krymskij gosudarstvennyj universitet" veterinarnye nauki, 53–58 (in Russian).
- Hunchak, A.V., Ratych, I.B., & Fedyk, Yu.Ya. (2013). Morfo-histologichna struktura shchytopydibnoi zalozy i pechinky perepilok ta kurei-nesuchok za rıznoho rıvnıa yodu u yikh ratsionakh. Biologhiia tvaryn, 15(1), 22–26 (in Ukrainian).
- Hunchak, A.V., Ratych, I.B., Gutyj, B.V., & Paskevych, H.A. (2016). Metabolic effects of iodine in poultry for its deficiency or excess in the diet. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj, 18, 2(67), 70–76. doi: 10.15421/nvlvet6716.
- Medvid, S.M., Hunchak, A.V., Gutyj, B.V., & Ratych, I.B. (2017). Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances. Scientific Messenger LNUVMB, 19(79), 127–134. doi: 10.15421/nvlvet7925.
- Pasichna, Yu.Ya, & Stoianovskiy, V.H. (2008). Dynamika zmin aktyvnosti hidrolitychnykh fermentiv u tonkii kyshtsi kurei u protsesi adaptatsii do kormovykh chynnykiv. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biologii tvaryn i Derzhavnogo naukovodoslidnogo kontrolnogo instytutu vetpreparativ ta kormovykh dobavok, 9(1, 2), 53–57 (in Ukrainian).
- Halushchak, L.I. (2008). Aktyvnist hidrolaz tkanyn travnoho traktu perepilok pry dii rıznoho skladu kombikormu. Naukovo-tekhnichnyi biuleten Instytutu biologii tvaryn, 9(3), 25–28 (in Ukrainian).
- Garmata, L.S. (2017). Killisnij sklad mikroflori kishechnika perepeliv porodi "Faraon" za dii stresu pri vkluchenni v racion BAKD "Prajmiks Bionorm-K". Problemi zoonzhenerii ta veterinarnoi medicini: Zbirnik naukovih prac Harkivskoi derzhavnoi zooveterinarnoi akademii, 34(2), 242–245 (in Ukrainian).
- Ostrowska, M.Yu., Hunchak, A.V., & Stepchenko, L.M. (2013). Aktyvnist hidrolitychnykh fermentiv ta stan mikrobozenozu kyshechnyku v orhanizmi molodniaku kurei-nesuchok za dii "Humilidu". Biologhiia tvaryn, 15(3), 95–104 (in Ukrainian).
- Pavlova, I. (2015). Effect of probiotics on doxycycline disposition in gastro-intestinal tract of poultry. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 18(3), 248–257. doi: 10.15547/bjvm.908.
- Gutyj, B., Leskiv, K., Shcherbatyy, A., Pritsak, V., Fedorovych, V., Fedorovych, O., Rusyn, V., & Kolomiets, I. (2017). The influence of Metisevit on biochemical and morphological indicators of blood of piglets under nitrate loading. Regul. Mech. Biosyst., 8(3), 427–432. doi: 10.15421/021766.
- Nischemenko, N.P., Trokoz, V.O., Poroshynska, O.A., Stovbecka, L.S., & Emelynenko, A.A. (2017). Hematological and reproductive parameters of the quails under influence of amino acids and vitamin e complexes. Fiziol. Zh., 63(5), 34–40. doi: 10.15407/fz63.05.034.
- Stoianovskiy, V.H., Kroh, A.O., & Kolomiets, I.A. (2018). Adaptatsiia stanu nespetsyficnoi rezystentnosti orhanizmu kachok v umovakh stresu pry vkluchenni v ratsion probiotychnykh dobavok. Naukovyi visnyk LNUVM ta BT imeni S.Z. Hzhyskoho. Seriia "Veterynarni nauky", 20(87), 32–38. doi: 10.15421/nvlvet8702 (in Ukrainian).
- Maslianko, R.P. (1999). Osnovy imunobiologhii. Lviv: Vertykal (in Ukrainian).
- Broshkov, M.M. (2016). Imunnyi status orhanizmu sobak zalezno vid fiziologichnykh osoblyvostei i yoho korektsiia. DVM [thesis]. Kyiv (in Ukrainian).
- Azad, M.A., Kikusato, M., Maekawa, T., Shirakawa, H., & Toyomizu, M. (2010). Metabolic characteristics and oxidative damage to skeletal muscle in broiler chickens exposed to chronic heat stress. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology, 155(3), 401–406. doi: 10.1016/j.cbpa.2009.12.011.
- Huff, G.R., Huff, W.E., Wesley, I.V., Anthony, N.B., & Satterlee, D.G. (2013). Response of restraint stress-selected lines of Japanese quail to heat stress and Escherichia coli challenge. Poultry Science, 92(3), 603–611. doi: 10.3382/ps.2012-02518.
- Kryshchalska, M., Hunchak, V., & Gutyj, B. (2017). Influence of the drug «Trifuzol» on the functional state of the liver in chickens for eymeriozic invasion. Scientific Messenger LNUVMBT named after S.Z. Gzhytskyj, 19(77), 76–79. doi: 10.15421/nvlvet7718.
- Apatenko, V.M. (1994). Veterynarna imunologhiia ta imunopatologhiia. Kyiv: Urozhai (in Ukrainian).
- Stoianovskiy, V.H., & Kolomiets, I.A. (2011). Probiotyky ta imunna systema shlunkovo-kyshechnoho traktu ptytsi. Suchasne ptakhivnytstvo, 4(101), 21–25 (in Ukrainian).
- Shaddel-Tili, A., Eshratkhan, B., Kouzehgari, H., & Ghasemi-Sadabadi, M. (2017). The effect of different levels of propolis in diets on performance, gastrointestinal morphology and some blood parameters in broiler chickens. Bulgarian Journal of Veterinary Medicine, 20(3), 215–224. doi: 10.15547/bjvm.986.
- Kapustian, A., Chernov, N., Stankevich, G., Kolomiets, I., Matsjuk, O., Musiy, L., & Slyvka, I. (2018). Determination of the enzyme destruction rational mode of biomass autolysate of lactic acid bacteria. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 1/11 (91), 63–68. doi: 10.15587/1729-4061.2018.120877.
- Kapustian, A., Chernov, N., & Kolomiets, I. (2018). Obtaining and characteristic of mucopeptides of probiotic cultures cell walls. Food Science and Technology, 12(1), 10–17. doi: 10.15673/fst.v12i1.885.
- Stepchenko, L.M., Losieva, Ye.O., & Skoryk, M.V. (2010). Fiziologichni aspekty podovzhennia produktyvnosti kurei-nesuchok za vplyvu hidrohmatu. Fiziologichnyi zhurnal, 56(3), 305–306 (in Ukrainian).