УДК 636.52/.58:082.2
© 2021

ВПЛИВ ДОДАТКОВОГО ВВЕДЕННЯ МАГНІЮ В РАЦІОН НА ПРОДУКТИВНІСТЬ КУРЧАТ-БРОЙЛЕРІВ

О.В. Гавілей[1], С.М. Панькова[2], Л.Л. Полякова[3], Г.В. Чорна[4]

[1, 2]кандидати сільськогосподарських наук
Державна дослідна станція птахівництва НААН
вул. Центральна, 20, с. Бірки Чугуївського р-ну Харківської обл., 63421, Україна
e-mail: [1]elena.gaviley@gmail.com, [2]svet_my@ukr.net, [3]luda.polyakova@ukr.net, [4]chernayaanna65@gmail.com
ORCID: [1]0000-0003-3635-0777, [2]0000-0001-7504-9878, [3]0000-0003-2235-7062, [4]0000-0002-1104-5621

Надійшла 21.04.2021

Мета. *Оцінити вплив додаткового введення магнію в раціон курчат-бройлерів на їх ріст і розвиток.* **Методи.** *Дослід проведено на курчатах-бройлерах кросу Росс 308 під час відгодівлі з добового до 42-денного віку. Сформували 2 групи по 50 курчат, дослідній групі в раціон додатково вводили магній (1,82 г на 1 л води) у вигляді мінеральної добавки «Агромін КО-КО», контрольна група додатковий магній не отримувала. Щодня обліковували споживання корму і падіж птиці, щотижня контролювали живу масу. Наприкінці досліду оцінили забійні якості птиці.* **Результати.** *Додаткове включення в раціон курчат-бройлерів магнію (1,82 г на 1 л води) позитивно вплинуло на продуктивні показники птиці та її життєздатність, особливо в стартовий період (P<0,99). Кінцева жива маса курчат дослідної групи була вищою на 3,1% порівняно з контрольною, середньодобовий приріст живої маси за весь період досліду на 3,2% перевищував контрольний показник. Тенденція до поліпшення була помітною і під час оцінки конверсії корму — витрати корму на 1 кг приросту в дослідній групі були нижчими на 1,9% (1,71 кг). Особливих відмінностей між групами за забійними якостями не встановлено. Ефективність додаткового споживання магнію підтвердив високий індекс м'ясної продуктивності, який у дослідній групі становив 310,6 проти 283,1 пункту на контролі.* **Висновки.** *Поліпшення продуктивних характеристик птиці (збільшення живої маси та інтенсивності її приросту, поліпшення конверсії корму) порівняно з контролем дає підстави стверджувати про позитивний вплив додавання магнію в раціон курчат-бройлерів на рівні 1,82 г/л води на їх ріст і розвиток, насамперед у стартовий період.*

Ключові слова: *споживання корму, падіж птиці, приріст живої маси, індекс м'ясної продуктивності.*

DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202106-05

Найвагомішим чинником підвищення продуктивності курчат-бройлерів є раціональна і збалансована їх годівля. Враховуючи високу інтенсивність росту птиці м'ясного напряму продуктивності, поряд із повноцінним протеїновим живленням слід особливу увагу приділяти мінеральному забезпеченню [1, 2].

Магній належить до незамінних макроелементів для організму тварин і птиці та відіграє важливу роль у клітинному метаболізмі і розвитку кісток. За вирощування курчат на синтетичних і напівсинтетичних кормах, повністю позбавлених магнію, середня тривалість їхнього життя становить 6–8 днів. Нестача магнію в раціоні курчат призводить до уповільнення, а потім і припинення росту, надмірної збудливості і врешті до загибелі птиці [3]. Однак надмірне споживання магнію впливає на осмолярність вмісту кишечнику та реабсорбцію води і призводить до діареї [4].

Автори рекомендують уміст магнію в кормах на основі рослинних білків для курчат-бройлерів Росс 308 на рівні 0,5–5 г/кг раціону [5]. Незважаючи на те, що магній у достатній кількості є в більшості рослинних раціонів, дехто з учених припускає, що додаткове введення цього елемента, наприклад у вигляді сульфату магнію, на певних етапах розвитку птиці може позитивно впливати на її живу масу і якість м'яса [6].

Є повідомлення, що дієтичні добавки $MgSO_4$ значно запобігають окисному пошкодженню, спричиненому тепловим стресом, і поліпшують ефективність росту бройлерів [7]. Також дослідниками виявлено поліпшення засвоюваності поживних речовин при збільшенні рівнів магнію в раціонах курчат-бройлерів [8]. Додавання оксиду магнію (MgO) до раціону під час вирощування молодняку яєчних курей також мало позитивний ефект — збільшення живої маси молодок на початку фотостимуляції (у віці 18–21 тиждень), хоча впливу на подальшу яєчну продуктивність не спостерігали [9].

Є і протилежні дані, згідно з якими додавання магнію у питну воду негативно впливало на показники росту курчат-бройлерів, оскільки споживання води зменшувалося [10]. Є повідомлення, що зменшення вмісту магнію в раціоні курчат-бройлерів кросу Росс 308 не впливало на параметри відгодівлі птиці, однак це потребує подальших досліджень [11].

Суперечливість зазначених вище даних свідчить про складність досліджуваної проблеми. Тому наші дослідження були спрямовані на аналіз впливу додаткового введення магнію до раціону курчат-бройлерів способом оцінки їх продуктивності, збереженості та забійних якостей.

Мета досліджень — оцінити вплив додаткового введення магнію у складі мінерального комплексу «Агромін КО-КО» в раціон курчат-бройлерів на їх ріст і розвиток.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження щодо впливу додаткового введення магнію в раціон курчат-бройлерів на їхню продуктивність проведено в умовах експериментальної ферми «Збереження вітчизняного генофонду птиці» Державної дослідної станції птахівництва НААН (ДДСП НААН). Об'єктом досліджень були курчата-бройлери кросу Росс 308 з добового до 42-денного віку. У добовому віці в інкубаторії курчата були щеплені проти ньюкаслської хвороби, хвороби Марека, інфекційної бурсальної хвороби та інфекційного бронхіту.

Для проведення випробувань використовували кормову добавку «Агромін КО-КО», виготовлену ТОВ «ВТМ-ФАРМ» (м. Харків, Україна). Це природний комплекс магнію, отриманий у формі концентрованого розчину соленосних відкладень земної поверхні. Прозора безбарвна або з жовтуватим відтінком маслянистa рідина без запаху, що містить хлорид магнію 320–340 г/л.

З добових курчат за принципом умовних аналогів сформовано 2 групи: дослідну (n=50) і контрольну (n=50). Курчатам дослідної групи методом випоювання додавали мінеральну добавку «Агромін КО-КО» згідно з рекомендацією виробника, тобто додатково 1,82 г магнію на 1 л питної води.

Курчата контрольної групи цей препарат не отримували.

Годівлю птиці обох груп здійснювали гранульованими комбікормами, які були ізоенергетичними та ізопротеїновими і за вмістом сирого протеїну та обмінної енергії відповідали потребам курчат-бройлерів у поживних речовинах. Уміст сирого протеїну в кормах становив близько 24,4, 21,5, 19,3%, рівень обмінної енергії — близько 3000, 3100 і 3200 ккал/кг для раціонів стартового, ростового і відгодівельного (фінішного) періодів вирощування, відповідно.

Курчат вирощували за підлогового утримання на глибокій незмінній підстилці в однакових умовах температурно-вологісного і світлового режимів за вільного доступу до води і корму. У процесі всього досліду птиця перебувала під постійним клінічним наглядом.

Контрольне зважування всього поголів'я курчат проводили в розрізі груп щотижня. Щодня зважували задану кількість корму та його залишки, а також враховували падіж птиці. У результаті оцінили динаміку живої маси курчат, її абсолютний, середньодобовий та відносний приріст за періодами вирощування, а також витрати кормів на 1 гол. та 1 кг приросту живої маси. Наприкінці досліду визначили збереженість птиці в кожній групі.

У 42-денному віці після закінчення досліду проведено контрольний забій курчат-бройлерів по 10 гол. з кожної групи. У результаті забою після знекровлення, зняття оперення, видалення кишечнику з клоакою та яйцеводу визначали масу напівпатраної тушки та її вихід у відсотках від передзабійної маси. Забій птиці здійснювали у відділі оцінки якості та безпечності кормів і продукції птахівництва ДДСП НААН згідно із загальноприйнятими методиками.

За результатами експерименту визначили ефективність додаткового введення магнію в раціон курчат-бройлерів способом розрахунку європейського індексу м'ясної продуктивності, який відображає такі важливі показники, як жива маса, збереженість і витрати кормів [12]. Усі одержані дані були статистично оброблені, відмінність між групами визначали за допомогою критерію Тьюкі.

Результати досліджень та їх обговорення. У ході дослідження вивчено вікові зміни живої маси курчат-бройлерів під впливом додаткового введення магнію до раціону, а також їхню життєздатність (табл. 1). Як показали наші дослідження, за збереженістю птиця, яка отримувала мінеральну добавку магнію, не поступалася контрольній групі, а навіть до кінця досліду мала перевагу на 4%. Однак причини падежу в обох групах (травми та ін.) були не пов'язані з предметом проведення досліду. Подібні результати отримано й іншими авторами, які також не виявили впливу підвищених рівнів магнію в раціоні курчат-бройлерів на їхню смертність упродовж 42-х днів відгодівлі [13].

Водночас установлено міжгрупові відмінності за живою масою, які особливо були

1. Динаміка живої маси та життєздатності курчат-бройлерів

Вік птиці, тижнів	Група птиці			
	контрольна		дослідна	
	жива маса, г	збереженість, %	жива маса, г	збереженість, %
Доба	43,31 ± 0,31	100	43,29 ± 0,25	100
1	144,17 ± 1,44	96	149,74 ± 1,90*	98
2	389,60 ± 4,26	96	413,72 ± 7,60**	98
3	780,29 ± 10,73	96	797,85 ± 15,64	98
4	1261,10 ± 21,43	96	1281,40 ± 29,10	98
5	1783,00 ± 49,71	96	1895,10 ± 55,71	98
6	2251,70 ± 61,41	92	2322,00 ± 73,17	96

*Різниця вірогідна за P<0,05; ** різниця вірогідна за P<0,01.

помітні у стартовий період, коли відбувається формування травної та імунної систем птахів, і були статистично значимими. На 1-му тижні вирощування курчата-бройлери дослідної групи переважали контрольних на 3,9% ($P<0,95$), на 2-му тижні — вже на 6,2% ($P<0,99$). Починаючи з 3-го тижня, перевага дослідної групи дещо зменшилася до 1,6–2,3%. Надалі спостерігали збільшення різниці між групами за живою масою до 6,3% на 5-му тижні. Загалом додаткове введення магнію у раціон упродовж 42-х днів сприяло збільшенню живої маси курчат на 3,1% порівняно до контролю. Аналогічні висновки зробили автори, які спостерігали збільшення живої маси курчат-бройлерів на 6,2% у віці 5 тижнів [14]. Наші дані також узгоджуються з результатами авторів, які спостерігали достовірні відмінності в кінцевій живій масі курчат (на понад 13%) за додаткового введення 400 мг сульфату магнію на 1 кг корму [8]. Водночас дослідниками встановлено, що згодовування сульфату магнію на рівні 2,040 г/кг корму призводило до зниження живої маси курчат наприкінці експерименту (у віці 36 днів) на 3,7% порівняно з контрольною групою, яка споживала сульфат магнію на рівні 0,255 г/кг корму [4].

Установлені нами відмінності за живою масою курчат-бройлерів дослідної та контрольної груп зумовлені неоднаковою інтенсивністю росту птиці в різні вікові періоди, про що свідчать показники абсолютного, середньодобового і відносного приросту живої маси (табл. 2). Взагалі курчата дослідної групи, які отримували з водою додатковий магній на рівні 1,82 г на 1 л питної води, впродовж усього досліду відрізнялися вищим приростом живої маси. Абсолютний приріст за весь період вирощування в дослідній групі становив 2278,73 г проти 2208,43 г на контролі. Одержані дані відповідали висновкам авторів, які повідомили про поліпшення приростів живої маси курчат-бройлерів під впливом додавання магнію в раціон [15]. Виявлено лінійне поліпшення приросту живої маси курчат із збільшенням рівня сульфату магнію в раціоні з найбільшим приростом за рівня 2,4 г/кг корму [16].

Вивчення середньодобових приростів живої маси курчат-бройлерів свідчить про поступове підвищення цього показника з віком птиці в обох групах — з 28,5 до 73,2 г у досліді та з 26,6 до 70,8 г на контролі (див. табл. 2). Примітно, що амплітуда між-

2. Інтенсивність росту живої маси курчат-бройлерів за періодами вирощування

Приріст живої маси	Група птиці		
	контрольна	дослідна	± до контролю
	Старт (0–2 тижні)		
Абсолютний, г	346,29	370,43	+24,14
Середньодобовий, г	26,64	28,49	+1,86
Відносний, %	160,0	162,1	+2,13
	Ріст (3–4 тижні)		
Абсолютний, г	871,54	883,26	+11,71
Середньодобовий, г	62,25	63,09	+0,84
Відносний, %	105,6	103,3	–2,33
	Фініш (5–6 тижнів)		
Абсолютний, г	990,59	1025,04	+34,45
Середньодобовий, г	70,76	73,22	+2,46
Відносний, %	56,4	56,6	+0,25
	За весь період досліду		
Абсолютний, г	2208,43	2278,73	+70,30
Середньодобовий, г	52,58	54,26	+1,68
Відносний, %	192,45	192,68	+0,23

групових коливань змінювалася залежно від періоду вирощування. У стартовий період (із добового до 2-тижневого віку) різниця була найвищою і становила 7% на користь групи, яка отримувала з водою добавку магнію. У період росту (3–4 тижні) вона знизилася до 1,3% і наприкінці відгодівлі (5–6 тижнів) курчата дослідної групи переважали аналогів з контролю за середньодобовим приростом живої маси на 3,5%. Середньодобовий приріст живої маси за весь період вирощування був вищим у дослідній групі на 3,2% і становив 54,3 г проти 52,6 г на контролі. Про позитивний ефект від додаткового введення магнію на приросту живої маси зазначали й інші автори [8, 14]. Водночас є повідомлення про відсутність впливу споживання курчатами додаткового магнію на середньодобові прирости живої маси протягом усіх фаз росту [13].

Під час аналізу вікової динаміки відносного приросту живої маси курчат-бройлерів виявлено зміну характеру різниці між групами за періодами вирощування (див. табл. 2). У період з добового до 2-тижневого віку (старт), коли ріст був найінтенсивнішим, курчата дослідної групи, які споживали додатково 1,82 г магнію на 1 л питної води, переважали аналогів з контрольної за показниками відносного приросту живої маси на 2,1%. На ростовому етапі вирощування (3–4-й тиждень) за цим показником виявлено перевагу курчат контрольної групи на 2,3%. На фінішному етапі відгодівлі (5–6-й тиждень) птиця обох груп практично зрівнялася за відносним приростом живої маси, який був на рівні 56,4–56,6%. Загалом за весь період досліду цей показник майже не відрізнявся між групами і становив 192,5% у досліді і 192,7% на контролі.

Протягом усіх фаз росту, крім стартової, споживання корму було дещо вищим у курчат, що отримували добавку магнію (табл. 3). За перші 2 тижні вирощування витрати корму на 1 гол. у дослідній групі були нижчими на 1,6%, протягом ростового періоду обидві групи майже зрівнялися за цим показником з невеликою перевагою за контролем (0,9%) і наприкінці відгодівлі виявлено збільшення споживання корму в дослідній групі на 1,9%. Загалом за весь період досліду (за 6 тижнів) витрати корму на 1 гол. у птиці, якій додатково випоювали 1,82 г магнію, були вищими на 1,2%, ніж на контролі. Схожі результати отримано авторами, у роботі яких споживання корму було вищим у птиці, якій додатково згодовували сульфат магнію протягом усіх фаз росту, але вірогідна різниця була помічена за останні 3 тижні відгодівлі [16]. Характерно, що в дослідах деяких авторів не відмічено особливого впливу рівня добавки оксиду магнію (0,5; 1,0 та 2,0 г/кг корму) на споживання корму та ефективність росту курчат [17]. Навпаки, вони стверджували про зменшення споживання корму зі збільшенням рівня магнію в ньому [4].

Водночас коефіцієнт конверсії корму у курчат дослідної групи був кращим на всіх етапах вирощування, особливо у стартовий період (на 8,1%), коли за приростом живої маси вони істотно переважали аналогів з контролю. За весь період досліду витрати корму на 1 кг приросту живої маси в групі, яка споживала додатковий магній, завдяки

3. Конверсія корму у курчат за періодами вирощування

Період вирощування	Витрати корму			
	на 1 гол., г		на 1 кг приросту живої маси, кг	
	контроль	дослід	контроль	дослід
Старт (0–2 тижні)	438,7	431,5	1,27	1,16
Ріст (3–4 тижні)	1300,7	1312,8	1,49	1,49
Фініш (5–6 тижнів)	2109,2	2150,2	2,13	2,10
За весь період досліду (0–6 тижнів)	3848,6	3894,5	1,74	1,71

4. Забійні якості курчат-бройлерів

Показник	Група птиці	
	контроль	дослід
Передзабійна маса, г	2266,6 ± 13,32	2257,9 ± 30,52
Маса напівпатраної тушки, г	1831,2 ± 17,45	1837,4 ± 30,62
Вихід напівпатраної тушки, %	80,8 ± 0,86	81,4 ± 0,62
Індекс м'ясної продуктивності, пунктів	283,1	310,6

більшим приростам живої маси були нижчими на 1,9% і становили 1,71 проти 1,74 кг на контролі. Ці висновки узгоджуються з даними авторів, які також спостерігали значне поліпшення коефіцієнта конверсії корму у птиці, яка додатково отримувала сульфат магнію [16].

Оцінюючи м'ясні якості, отримані в результаті контрольного забою курчат-бройлерів кросу Росс 308 у віці 42 дні (табл. 4), спостерігали мінімальну та невірогідну перевагу курчат дослідної групи над їх аналогами з контрольної за масою та виходом напівпатраної тушки на 0,3 та 0,6%, відповідно. У своїх дослідженнях автори також не виявили статистичної різниці за виходом тушки між контрольною та експериментальною групами курчат, які додатково отримували магній [18], не знайшли підтвердження щодо впливу зменшення або збільшення рівнів магнію в раціоні на вихід тушки бройлера, а також вихід м'язової тканини грудей та стегна [19].

Водночас при порівнянні європейського індексу м'ясної продуктивності (ІМП) установлено, що відгодівля курчат-бройлерів за додаткового введення 1,82 г магнію на 1 л питної води виявилася ефективнішою, оскільки в дослідній групі цей показник становив 310,6, що на 27,5 пункта вище, ніж на контролі (див. табл. 4). Граничним значенням ІМП для птахівництва є 300 пунктів, у разі перевищення цього показника виробництво м'яса бройлерів можна вважати технологічно ефективним [12].

Отже, наші дослідження підтверджують ефективність збільшення магнію в раціоні курчат-бройлерів. Додаткове споживання магнію на рівні 1,82 г на 1 л питної води позитивно вплинуло на живу масу курчат та інтенсивність її приросту, особливо у стартовий період. Ця тенденція була помітною і під час оцінки індексів конверсії корму та м'ясної продуктивності, що дає змогу стверджувати про позитивний вплив додаткового введення магнію в раціон курчат-бройлерів на їх ріст і розвиток, насамперед на початковій його фазі, коли відбувається формування травної та імунної систем.

Висновки

Додаткове введення магнію в раціон курчат-бройлерів позитивно впливає на їх ріст і розвиток. Додавання магнію на рівні 1,82 г на 1 л питної води сприяло значному поліпшенню параметрів росту на стартовому етапі розвитку птиці, коли виявлено вірогідне збільшення живої маси на 6,2% (P<0,99), інтенсивності її приросту на 7%, поліпшення конверсії корму на 8,7% порівняно з курчатами контрольної групи. Ефективність додаткового введення магнію в раціон бройлерів підтверджується високим індексом м'ясної продуктивності на рівні 310,6 пункта (на 27,5 пункта вище, ніж за стандартного раціону), що зумовлено поліпшенням кінцевої живої маси птиці на 3,2% і коефіцієнта конверсії корму на 1,9%.

Haviley O.[1], Pankova S.[2], Poliakova L.[3], Chorna H.[4]

State Poultry Research Station of NAAS, 20, Tsentralna Str., vil. Birky, Chuhuivskyi district,

Kharkiv oblast, 63421, Ukraine; e-mail: [1]elena.gaviley@gmail.com, [2]svet_my@ukr.net, [3]luda.polyakova@ukr.net, [4]chernayaanna65@gmail.com; ORCID: [1]0000-0003-3635-0777, [2]0000-0001-7504-9878, [3]0000-0003-2235-7062, [4]0000-0002-1104-5621

Influence of additional introduction of magnesium in the diet on the productivity of chicken broilers

Goal. To assess the effect of the additional introduction of magnesium in the diet of broiler chickens on their growth and development. **Methods.** The experiment was performed on broiler chickens of cross Ross 308 during fattening from 1 to 42 days of age. 2 groups of 50 chickens in each were formed. The experimental group was additionally fed with magnesium (1.82 g per 1 liter of water) in the form of a mineral additive "Agromin KO-KO", the control group did not receive additional magnesium. Feed intake and poultry death were recorded daily, live weight was monitored weekly. At the end of the experiment, the slaughter qualities of the bird were assessed. **Results.** Addition in the diet of broiler chickens of magnesium (1.82 g per 1 liter of water) had a positive effect on the productivity of the bird and its viability, especially in the start period (P<0.99). The final live weight of chickens in the experimental group was higher by 3.1% compared with the control, the average daily increase in live weight for the entire period of the experiment by 3.2% exceeded the control indicator. The positive tendency was noticeable during the assessment of feed conversion — feed costs per 1 kg of growth in the experimental group were lower by 1.9% (1.71 kg). No special differences were found between the groups in terms of slaughter qualities. The effectiveness of additional magnesium intake was confirmed by a high index of meat production, which in the experimental group was 310.6 against 283.1 points in the control. **Conclusions.** Improving the productive characteristics of poultry (increase in live weight and growth rate, improved feed conversion) compared with control suggests a positive effect of adding magnesium to the diet of broiler chickens at the level of 1.82 g per 1 l of water on their growth and development, especially in the initial period.

Key words: *feed consumption, poultry death, live weight gain, meat productivity index.*
DOI: https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202106-05

Бібліографія

1. *Medvid S., Hunchak A., Gutyj B., Ratych I.* Prospects of rational security chicken-broilers with mineral substances. *Scientific Messenger of LNU of Veterinary Medicine and Biotechnologies. Series: Agricultural Sciences.* 2017. № 19(79). P. 127–134. doi: 10.15421/nvlvet7925

2. *Царук Л.Л., Бережнюк Н.А., Чорнолата Л.П.* Баланс мінеральних речовин у організмі курчат-бройлерів. *Аграрна наука та харчові технології.* 2017. № 2(96). С. 111–117.

3. *Медведский В.А., Базылев М.В., Большакова Л.П., Мунаяр Х.Ф.* Биологические основы минерального питания сельскохозяйственной птицы. *Научное обозрение. Биологические науки.* 2016. № 2. С. 93–108.

4. *Van der Hoeven-Hangoor E., van de Linde I.B., Paton N.D.* et al. Effect of different magnesium sources on digesta and excreta moisture content and production performance in broiler chickens. *Poultry science.* 2013. № 92(2). P. 382–391. doi: 10.3382/ps.2012-02404

5. *ROSS* BROILER: Nutrition Specifications *Aviagen*. 2019. P. 1–10.

6. *Shastak Y., Rodehutscord M.* A review of the role of magnesium in poultry nutrition. *World's Poultry Science J.* 2015. № 71(1). P. 125–138. doi: 10.1017/s0043933915000112

7. *Yang Y., Gao M., Nie W.* et al. Dietary magnesium sulfate supplementation protects heat stress-induced oxidative damage by restoring the activities of antioxidative enzymes in broilers. *Biological Trace Elementary Research.* 2012. №146(1). P. 53–58. doi: 10.1007/s12011-011-9210-y

8. *Idowu O.* The effect of graded levels of Magnesium Sulphate ($MgSO_4$) in practical broiler starter diets in the humid tropics. *Nigerian J. of Animal Production.* 2011. V. 38(2). P. 122–138. doi: 10.51791/njap.v38i2.2803

9. *Lilburn M.S., Pierson E.E.M., Robison C.I., Karcher D.* Supplemental Magnesium in Diets for Growing Pullets and Hens: Growth, Skeletal Development, and Egg Production. *J. of Applied Poultry Research.* 2019. № 28(4). P. 1202–1209. doi: 10.3382/japr/pfz086

10. *Namted S., Rakangthong C.* Effect of supplementing magnesium picolinate in drinking water on growth performance, meat quality and cecal *E. coli* of broiler reared under tropical conditions. *The Thai J. of Veterinary Medicine.* 2020. V. 49(4). P. 353–359.

11. *Karásek F., Štenclová H., Šťastník O.* et al. The effect of calcium and magnesium supplementation on performance and bone strength of broiler chickens. *Potravinarstvo Slovak J. of Food Sciences.* 2017. № 11(1). P. 120–125. doi: 10.5219/710

12. *Martins J.M.S., Carvalho C.M.C., Litz F.H.* et al. Productive and Economic Performance of Broiler Chickens Subjected to Different Nutritional Plans.

Brazilian J. of Poultry Science. 2016. № 18(2). P. 209–216. doi: 10.1590/1806-9061-2015-0037

13. *Estevez M., Petracci M.* Benefits of Magnesium Supplementation to Broiler Subjected to Dietary and Heat Stress: Improved Redox Status, Breast Quality and Decreased Myopathy Incidence. *Antioxidants.* 2019. № 8(10). P. 456. doi: 10.3390/antiox8100456

14. *Nafea H., Ahmed M.* Effect of Adding Magnesium Sulfate and Vitamin E to the Diet on Productive Performance of Broiler Chicken Treated with Hydrogen Peroxide. *Indian J. of Ecology.* 2020. № 4 (12). P. 275–280.

15. *Gaál K. K., Sáfár O., Gulyás L., Stadler P.* Magnesium in Animal Nutrition. *J. of the American College of Nutrition.* 2004. № 23(6). P. 754S–757S. doi: 10.1080/07315724.2004.10719423

16. *Rokade J.J., Shinde A.S., Bhanja S.K.* et al. Evaluation of Magnesium Sulphate in Broiler Chicken During Hot-Dry Summer Using Zoo Technical, Molecular and Physio-Biochemical Tools. *Animal Nutrition and Feed Technology.* 2017. № 17(1). P. 13–23. doi: 10.5958/0974-181x.2017.00002.6

17. *Guo Y., Zhang G., Yuan J., Nie W.* Effects of source and level of magnesium and Vitamin E on prevention of hepatic peroxidation and oxidative deterioration of broiler meat. *Animal Feed Science and Technology.* 2003. № 107(1–4). P. 143–150. doi: 10.1016/s0377-8401(03)00116-0)

18. *Salmanzadeh M., Ebrahimnezhad Y., Aghdam Shahryar H., Beheshti R.* The effects of in ovo injection of glucose and magnesium in broiler breeder eggs on hatching traits, performance, carcass characteristics and blood parameters of broiler Dickens. *Arch. European Poultry Science.* 2012. № 76(4). P. 277–284.

19. *Karasek F., Stenclova H., Stastnik O.* et al. The effect of various dietary magnesium levels on growth performance and carcass yield of broiler chicken. *MendelNet.* 2016. № 23. P. 225–229.