



УДК 636.5.033

DOI: 10.52419/issn2072-2419.2023.3.115

ОБМЕН ЭНЕРГИИ В ОРГАНИЗМЕ БРОЙЛЕРОВ ПРИ ВВЕДЕНИИ ЭКСТРАКТА QUERCUS CORTEX И ХЛОРТЕТРАЦИКЛИНА В РАЦИОН

Дускаев Г.К. – д-р. биол. н., глав. науч. сотр. отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН),
Русакова Е.А. * – к.биол.н., ст. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований в животноводстве (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН), Лазебник К.С. – мл. науч. сотр. лаборатории молекулярно-генетических исследований в животноводстве,
ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН

*elenka_rs@mail.ru

Ключевые слова: обмен энергии, *Quercus cortex*, бройлеры, хлортетрациклин, рацион.

Key words: energy metabolism, *Quercus cortex*, broilers, chlortetracycline, diet.

Исследования выполнены по теме НИР № FNWZ-2022-0010.

Поступила: 15.06.2023

Принята к публикации: 11.09.2023

Опубликована онлайн: 29.09.2023



РЕФЕРАТ

Кормовые антибиотики широко используются в рационе сельскохозяйственной птицы в качестве стимуляторов роста, для поддержания здоровья и повышения продуктивности. Однако их применение несет некоторые риски, что ведет к сокращению использования антибиотиков в рационах. Поэтому поиск альтернативы, способной минимизировать негативный эффект антибактериальных веществ, является глобальной задачей. Большой интерес в рамках поиска представляют растения, содержащие фитохимические соединения. Одним из таких фитобиотиков является кора дуба (*Quercus cortex*), его некоторые компоненты выступают агентами альтернативных антибактериальных стратегий (блокирование сигнальных системы Quorum Sensing (QS)). Однако исследования по изучению эффектов *Quercus cortex* немногочисленны. Интересным представляется изучение дополнительных эффектов данного фитобиотика в сочетании с другими биологически активными веществами (пробиотики, ферменты и антибиотики в малых дозах). Исходя из этого, целью данной работы стала оценка влияния экстракта *Quercus cortex* и кормового антибиотика Биовит 200 на основе 20% хлортетрациклина на обмен энергии у цыплят-бройлеров. Исследование было проведено с использованием общепринятых методик анализа обменных процессов в организме птицы. Был произведен расчет чистой и обменной энергий, энергопротеинового отношения, коэффициента продуктивного использования обменной энергии, валовой энергии. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что включение экстракта *Quercus cortex* в дозировке 0,2 мл/кг как самостоятельно, так и в сочетании с Биовит 200 в дозировке 0,63 г/кг ж.м./сут способствовало уменьшению количества

потерь энергии с экскрементами на фоне роста КПИ ОЭ и показателя соответствия, о чем свидетельствует оптимальное потребление энергии в ходе процесса синтеза тканей в организме птицы I и III групп.

ВВЕДЕНИЕ/ INTRODUCTION

Кормовые антибиотики широко используются в рационе сельскохозяйственной птицы в качестве стимуляторов роста, а также для поддержания здоровья и повышения продуктивных качеств [1,2]. Однако их применение несет некоторые риски связанные с развитием устойчивости бактерий к используемым препаратам, к снижению иммунологической реактивности организма и присутствия этих соединений в продуктах животного происхождения, а также возможна вертикальная и горизонтальная передача инфекции, что может повлиять на здоровье человека [1,3]. В связи с этими эффектами применение антибиотиков резко сократилось и в некоторых случаях оно было запрещено при приготовлении кормов для животноводства (WHO, 2014) [1,4].

Тем не менее, отказ от антибиотиков снижает эффективность кормления в птицеводстве, одним из основных последствий является значительный рост заболеваемости и, как следствие, экономические затраты [1,5,6].

Поэтому поиск альтернативной замены, способной минимизировать негативный эффект антибактериальных веществ, но при этом обладать их свойствами для лечения и профилактики заболеваний, и наряду с этим, положительно влиять на продуктивные качества птицы является глобальной задачей. Большой интерес в контексте данного поиска представляют растения, содержащие фитохимические соединения, которые соответствуют данным критериям [7, 8, 9]. Одним из таких фитобиотиков является кора дуба (*Quercus cortex*), содержащая комплекс различных биологически активных веществ, причем для некоторых компонентов подчеркивается потенциальная роль в качестве агентов альтернативных антибактериальных стратегий, которые основаны на их способности блокировать сигнальные системы Quorum Sensing (QS) и ингибировать образование биопленок

патогенных бактерий [10, 11, 12].

Однако исследования по изучению эффектов *Quercus cortex* немногочисленны [13, 14], в связи с этим данное направление представляется перспективным в кормлении сельскохозяйственной птицы, позволяя использовать кору дуба в качестве кормовой добавки. Не менее интересным представляется изучение дополнительных эффектов данного фитобиотика в сочетании с другими биологически активными веществами, среди которых можно выделить ферменты, пробиотики и антибиотики (в малых дозах) [15, 16, 17].

Исходя из вышесказанного, целью исследования стало изучение влияния экстракта *Quercus cortex* и кормового антибиотика на основе 20% хлортетрацилина на обмен энергии в организме бройлеров.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ / MATERIALS AND METHOD

Работа была выполнена в соответствии с протоколами Женевской конвенции и принципами надлежащей лабораторной практики (Национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 53434-2009). Согласно правилам Комитета по этике животных ФНЦ БСТ РАН были выполнены все процедуры над животными.

Объект исследования. Цыплята-бройлеры (кросс Арбор Айкрес).

Используемые вещества. Экстракт коры дуба (*Quercus cortex*) и кормовой антибиотик Биовит (хлортетрацилин 20%) (Табл. 1).

Схема эксперимента. В условиях вивария и ЦКП ФНЦ БСТ РАН (Оренбург, Россия) был проведен эксперимент. Схема экспериментального исследования представлена в таблице 2.

Состав рациона (%): пшеница – 48; ячмень – 2,7; кукуруза – 7,6; соевый шрот (46% СР) – 25,5; подсолнечный шрот (38% СР) – 7,4; подсолнечное масло – 5,1; дикальцийфосфат – 1,7; мел кормовой – 1,0; известняк – 0,6; соль – 0,4; DL-

Таблица № 1

Общая характеристика кормового антибиотика

Название	Компонент	Количество	Производитель
Биовит-200	хлортетрациклин, г/кг	200	Сиббиофарм, Россия
	витамин В ₁₂ , мг/кг	20	

Таблица 2

Схема экспериментального исследования

Группа	Количество бройлеров в группе, гол	Рацион питания
Контрольная	30	ОР
I	30	ОР + экстракт <i>Quercus cortex</i> (0,2 мл/кг корма)
II	30	ОР + Биовит 200 – 20% хлортетрациклин (0,63 г/кг ж.м./сут)
III	30	ОР + экстракт <i>Quercus cortex</i> (0,2 мл/кг корма) + Биовит 200 – 20% хлортетрациклин (0,63 г/кг ж.м./сут)

Примечание: ОР – основной рацион

метионин – 0,19; L-Лизин – 0,36; бикарбонат натрия – 0,12; витаминно-минеральный премикс – 2,1 (7-28 дн. возраст, с последующей корректировкой состава рациона).

Микроклимат в помещении соответствовал рекомендациям и требованиям ВНИТИП (2010). Кормление и поение птицы осуществлялось групповым способом в соответствии с рекомендациями ВНИТИП. Период экспериментального исследования составил 42 дня. Исследование проведено в трёх повторностях.

Обмен энергии. Уровни содержания чистой (ЧЭпод) и обменной энергий (ОЭпод) были рассчитаны, учитывая данные ежесуточного взвешивания птицы, и рекомендаций ВНИТИП (2004), по формуле (1):

$ЧЭпод = 347 \times M_{0,75}$, $ОЭпод = 1,22 \times ЧЭпод$ (1)

При рассмотрении соответствия между двумя критериями: условия кормления

и потребности организма в метаболитах использовалась зависимость, предложенная К.Л. Blazter [18], по которой (2):

$КПИ ОЭ = К \times КОЭ$ (2)

Уровень соответствия обменов (пластического и энергетического) был рассчитан с использованием величины энергопротеинового отношения (ЭПО) [19] (3):

$ЭПО = \frac{\text{содержание обменной энергии в 1 кг корма, ккал}}{\text{содержание протеина в рационе}}$ (3)

Уровень валовой энергии (ВЭ) определялся по формуле [20] (4):

$ВЭ = 23,95 \times СП + 39,77 \times СЖ + 20,05 \times СК + 17,46 \times БЭВ$ (4)

Обменная энергия – по формуле (5):

$ОЭ = 17,84 \times ПП + 39,78 \times ПЖ + 17,71 \times (ПК + ПБЭВ)$ (5)

Статистический анализ. Полученные данные обрабатывались с использованием программы «Statistica 10.0» («Stat Soft

Inc.), США).

РЕЗУЛЬТАТЫ / RESULTS

Важной характеристикой обменных процессов, которые протекают в организме животных, является уровень эффективности потребления обменной энергии. Показатели процесса синтеза продукции и его эффективность были подвижными характеристиками, о чем свидетельствуют полученные результаты.

I и III группы характеризовались увеличением показателя чистой энергии продукции на 2,91 и 1,14 % ($p \leq 0,05$) (рис. 1 Б), при росте КПИ ОЭ (рис. 1 В), при этом во II группе этот показатель был на

2,71% ниже, относительно контроля.

Экстракт *Quercus cortex* как самостоятельно, так и в сочетании с кормовым антибиотиком Биовит 200 влиял на рост коэффициента соответствия, при ЭПО во всех группах не выше 0,21 (рис. 1Г).

Отмечено увеличение уровня питания на 10,8 ($p \leq 0,05$) и 5,39 % в I и III группах, при снижении данного показателя на 1,8 % во II группе, относительно контроля (рис. 1В). В I и III группах наблюдалось повышение концентрации ОЭ (на 0,4 и 0,2 МДж/кг СВ) (рис. 1Д), на фоне роста показателя соответствия.

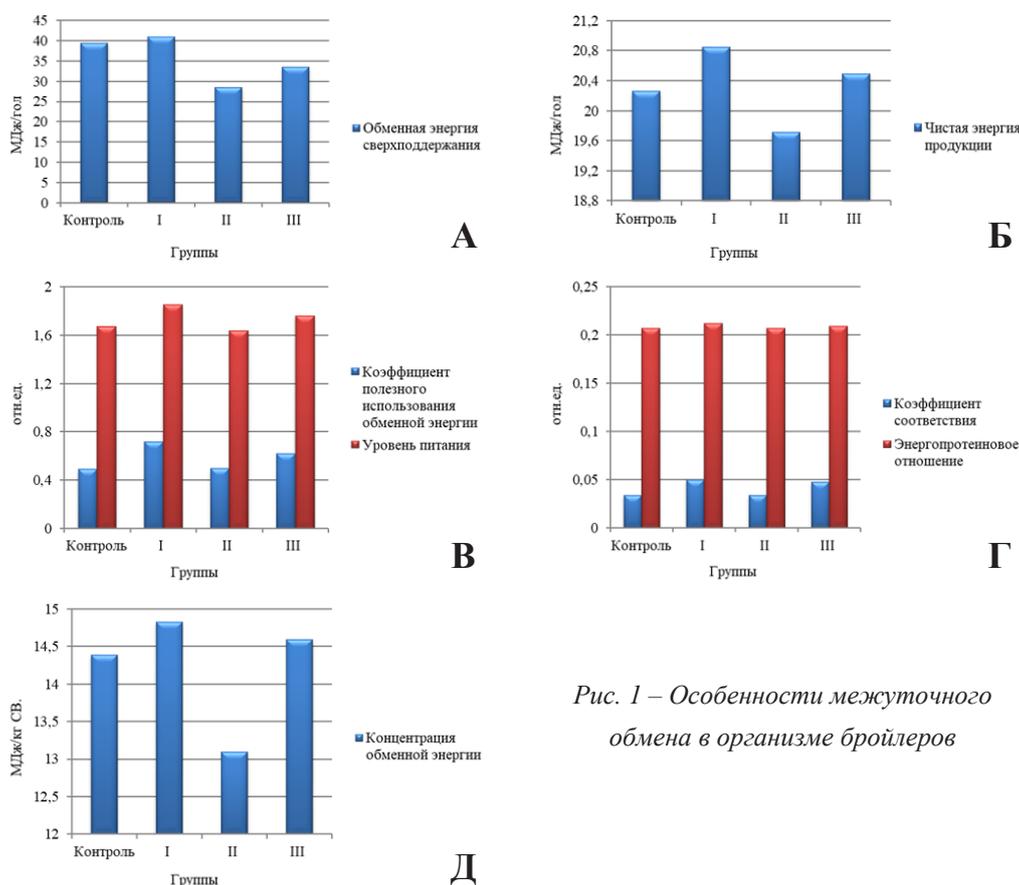


Рис. 1 – Особенности межоточного обмена в организме бройлеров

Во ходе исследования процесса трансформации энергии корма в организм птицы установлено накопление 11,9 МДж/гол чистой энергии в организме птицы I

группы за период экспериментального исследования (рис. 2А), процент от уровня ВЭ был 28,0 % (рис. 2Б).

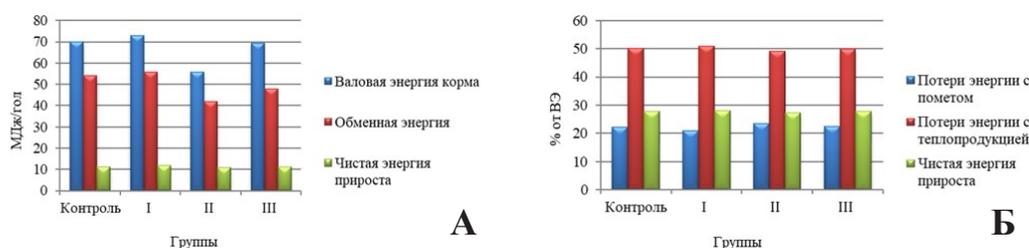


Рис. 2 – Баланс энергии в организме бройлеров за эксперимент. А) Валовая энергия корма; обменная энергия; чистая энергия прироста, МДж/гол. Б) Потери энергии с пометом; потери энергии с теплопродукцией; чистая энергия прироста, % от ВЭ.

Наиболее низкий уровень поступления ВЭ наблюдался в организме птиц II группы (55,79%), что на 14,1 МДж/гол меньше, чем в контроле, на фоне высокого поступления ВЭ в I группе (72,91%), что на 3,0 МДж/гол больше относительно контроля. Установлено, что потери обменной энергии с экскрементами снизились на 1,1 % в I группе, при росте данного показателя на 1,3 % у птицы во II группе при сравнении с особями контрольной группы. Отмечено увеличение на 8,80 % ($p \leq 0,05$) чистой энергии прироста (% от ВЭ) в I группе, относительно контроля.

Анализируя результаты показателей процессов трансформации энергии и протеина корма в организм бройлеров установлено увеличение содержания протеина в I группе ($p \leq 0,05$). Содержание протеина в I группе составило 367,1 г/гол, а во II и III группах – на 10,87 и 8,09 % меньше. Отличие от контроля в содержании энергии в I, II и III группах составило 5,81; 2,61 и 1,57 %. Изменение в содержании белка и энергии у птицы I и III групп отразилось на показателях конверсии протеина и энергии. Показатель конверсии протеина был больше на 18,9 % у бройлеров I группы относительно контроля.

ВЫВОДЫ / CONCLUSION

При анализе межклеточного обмена было установлено, что применение экстракта *Quercus cortex*, как самостоятельно, так и в сочетании с кормовым антибиотиком Биовит 200 в рационе ведет к росту чистой энергии продукции на 2,91 и 1,14 %

($p \leq 0,05$), при росте КПИ ОЭ, что имеет связь с увеличением показателя соответствия. Количество энергии, которая поступила в организм бройлеров I и III групп, шла на процесс теплообразования при уменьшении расхода энергии на потери с экскрементами. При уменьшении количества потерь энергии с пометом, при росте КПИ ОЭ, а также показателя соответствия происходит оптимальное потребление энергии для процесса синтеза тканей в группах, которые получали экстракт *Quercus cortex* как самостоятельно, так и в сочетании с кормовым антибиотиком Биовит 200. Установленный факт является свидетельством того, что набор потребностей и метаболитов птицы находятся в равновесии друг с другом, при энергопротеиновом отношении во всех группах не выше величины 0,21.

ENERGY METABOLISM IN ORGANISM OF BROILERS WHEN INTRODUCING QUERCUS CORTEX EXTRACT AND CHLORTETRACYCLINE IN THE DIET

Duskaev G.K. – Doctor of biological sciences, chief researcher; Rusakova E.A.* – Candidate of biological sciences, senior researcher; Lazebnik K.S. – Junior Researcher.

FSBI FNC BST RAS

*elenka_rs@mail.ru

The research was carried out on the topic of research No. FNWZ-2022-0010.

ABSTRACT

Feed antibiotics are widely used in the diet of poultry as growth stimulants, to maintain health and increase productivity. However, their use carries some risks, which leads to a reduction in the use of antibiotics in diets. Therefore, the search for an alternative that can minimize the negative effect of antibacterial substances is a global task. Plants containing phytochemical compounds are of great interest in the search. One of such phytobiotics is oak bark (*Quercus cortex*), some of its components act as agents of alternative antibacterial strategies (blocking of the Quorum Sensing signaling system (QS)). However, studies on the effects of *Quercus cortex* are few. It is interesting to study the additional effects of this phytobiotic in combination with other biologically active substances (probiotics, enzymes and antibiotics in small doses). Based on this, the purpose of this work was to evaluate the effect of *Quercus cortex* extract and Biovit 200 feed antibiotic based on 20% chlortetracycline on energy metabolism in broiler chickens.

The study was conducted using generally accepted methods of analyzing metabolic processes in the body of a bird. The calculation of net and exchange energies, energy protein ratio, coefficient of productive use of exchange energy, gross energy was made.

The results obtained allow us to conclude that the inclusion of *Quercus cortex* extract at a dosage of 0,2 ml/kg both independently and in combination with Biovit 200 at a dosage of 0,63 g/kg w.m./ day contributed to a reduction in the amount of energy loss with excrement with an increase in the KPI of OE and the compliance indicator, which shows a more rational use of energy for the process of tissue synthesis in the body of birds of I and III groups.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Castillo-Lopez R.I. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production / R.I. Castillo-Lopez, E.P. Gutiérrez-Grijalva, N. Leyva-López, L.X. López-Martínez, J.B. Heredia // *J. Anim.*

Plant Sci. – 2017. – V. 27. – No. 2. – pp. 349–359.

2. Kvan O.V. Influence of the composition of the oak bark extract and chlortetracycline on hematological blood parameters of broiler chickens / O.V. Kvan, G.K. Duskaev, E.V. Sheida, S. Rakhmatullin, D.B. Kosyan // *E3S Web of Conferences* – 2019. – V. 118. – P. 01017. doi: 10.1051/e3sconf/201911801017.

3. Allen H.K. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals / H.K. Allen, U.Y. Levine, T. Looft, M. Bandrick, T.A. Casey // *Trends. Microbiol.* – 2013. – V. 21. – No. 3. – pp. 114-119. doi: 10.1016/j.tim.2012.11.001.

4. Castanon J.I.R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds / J.I.R. Castanon // *Poult. Sci.* – 2007. – V. 86. – No. 11. – pp. 2466-2471. doi: 10.3382/ps.2007-00249.

5. Redondo L.M. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry / L.M. Redondo, P.A. Chacana, J.E. Dominguez, M.E. Fernandez Miyakawa // *Front. Microbiol.* – 2014. – V. 5 – pp. 118-124. doi: 10.3389/fmicb.2014.00118.

6. Багиров В.А. Включение экстракта *Quercus cortex* в рацион бройлеров изменяет их убойные показатели и биохимический / В.А. Багиров, Г.К. Дускаев, Н.М. Казачкова, Ш.Г. Рахматуллин, Е.В. Яушева, Д.Б. Косян, Ш.А. Макаев, Х.Б. Дусаева // *Сельскохозяйственная биология.* – 2018. – Т. 53. – № 4. – С. 799-810.

7. Казачкова Н.М. Альтернатива антибиотикотерапии в животноводстве – применение лекарственных растений / Н.М. Казачкова, С.Р. Ишбулатова, Г.К. Дускаев // *Международный студенческий научный вестник.* – 2017. – № 4-3.

8. Багиров В.А. Метагеномный анализ микробиома кишечника и биохимический состав мяса бройлеров при использовании растительного экстракта *Quercus cortex* в рационах / В.А. Багиров, А.С. Ушаков, Г.К. Дускаев, О.В. Кван, Ш.Г. Рахматуллин, Е.В. Яушева, И.А. Вершинина //

- Сельскохозяйственная биология. – 2020. – Т. 55. – № 4. – С. 682-696.
9. Al-Tohamy R. Phytochemical analysis and assessment of antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plant species from Egyptian flora / R. Al-Tohamy, S.S. Ali, K. Saad-Allah, M. Fareed, A. Ali, A. El-Badry, N.A. El-Zawawyb, J. Wua, J. Suna, G. Maof, P.F. Rupani // *Journal of Applied Biomedicine*. – 2018. – V. 16. – No. 4. – pp. 289-300. doi: 10.1016/j.jab.2018.08.001.
10. Толмачева А.А. Лекарственные растения и их компоненты как ингибиторы системы quorum sensing первого типа у бактерий (на примере *Chromobacterium violaceum*) // автореферат дис. кандидата биологических наук / Ин-т биохимии и физиологии растений и микроорганизмов. Саратов, – 2016.
11. Deryabin D.G. Antibacterial and anti-quorum sensing molecular composition derived from *Quercus cortex* (Oak bark) extract / D.G. Deryabin, A.A. Tolmacheva // *Molecules*. – 2015. – V. 20. – No. 9. – pp. 17093-17108. doi: 10.3390/molecules200917093.
12. Deryabin D. Coumarin's anti-quorum sensing activity can be enhanced when combined with other plant-derived small molecules / D. Deryabin, K. Inchagova, E. Rusaikova, G. Duskaev // *Molecules*. – 2021. – V. 26. – No. 1. – doi: 10.3390/molecules26010208.
13. Gessner D.K. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals / D.K. Gessner, R. Ringseis, K. Eder // *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* – 2017. – V. 101. – No. 4. – pp. 605-628. doi: 10.1111/jpn.12579.
14. Hammod Ali J. The Effect of Adding Oak Bark Powder to the Diet on Some Productive and Immunological Characteristics of Broiler Chicks / Ali J. Hammod, Aqeel Y. Alshukri, Ammar H. Areaaer, Khalil A. Alfertosi and Ali F. Alyasari // *International Journal of Poultry Science*. – 2019. – V. 18. – pp. 7-13. doi: 10.3923/ijps.2019.7.13.
15. Дускаев Г.К. Изменение продуктивных качеств цыплят-бройлеров на фоне энзимосодержащей диеты и экстракта *Quercus cortex* / Г.К. Дускаев, Н.М. Казачкова, А.С. Ушаков, Б.С. Нуржанов, А.Ф. Рысаев, Ш.Г. Рахматуллин, Н.И. Рябов // *Животноводство и кормопроизводство*. – 2019. – Т. 102. – № 2. – С. 125-135. doi:10.33284/2658-3135-102-2-125.
16. Duskaev G. Effects of *Bacillus cereus* and coumarin on growth performance, blood biochemical parameters, and meat quality in broilers / G. Duskaev, S. Rakhmatullin, O. Kvan // *Veterinary World*. – 2020. – V. 13. – No. 11. – pp. 2484-2492. doi: 10.14202/VETWORLD.2020.2484-2492.
17. Дускаев Г.К. Оценка воздействия на кишечную микрофлору птицы веществ, обладающих антибиотическим, пробиотическим и анти-quorum sensing эффектами / Г.К. Дускаев, Е.А. Дроздова, Е.С. Алешина, А.С. Безрядина // *Вестник Оренбургского государственного университета*. – 2017. – № 11 (211) – С. 84–87.
18. Blaxter K.L. The energy metabolism of ruminates / K.L. Blaxter // *Zondon Hutehininson*. – 1962. – pp. 547.
19. Калашников А.П. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А.П. Калашников, В.И. Фисинин, В.В. Щеглов, Н.И. Клейменов // М.: Россельхозакадемия. – 2003. – 283 с.
20. Менькин В.К. Кормление сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1997. – 303 с.

REFERENCES

1. Castillo-Lopez R.I. Natural alternatives to growth-promoting antibiotics (GPA) in animal production / R.I. Castillo-Lopez, E.P. Gutiérrez-Grijalva, N. Leyva-López, L.X. López-Martínez, J.B. Heredia // *J. Anim. Plant Sci.* – 2017. – V. 27. – No. 2. – pp. 349–359.
2. Kvan O.V. Influence of the composition of the oak bark extract and chlortetracycline on hematological blood parameters of broiler chickens / O.V. Kvan, G.K. Duskaev, E.V. Sheida, S. Rakhmatullin, D.B. Kosyan // *E3S Web of Conferences* – 2019. – V. 118. – P. 01017. doi: 10.1051/e3sconf/201911801017.

3. Allen H.K. Treatment, promotion, commotion: antibiotic alternatives in food-producing animals / H.K. Allen, U.Y. Levine, T. Looft, M. Bandrick, T.A. Casey // Trends. Microbiol. – 2013. – V. 21. – No. 3. – pp. 114-119. doi: 10.1016/j.tim.2012.11.001.
4. Castanon J.I.R. History of the use of antibiotic as growth promoters in European poultry feeds / J.I.R. Castanon // Poult.Sci. – 2007. – V. 86. – No. 11. – pp. 2466-2471. doi: 10.3382/ps.2007-00249.
5. Redondo L.M. Perspectives in the use of tannins as alternative to antimicrobial growth promoter factors in poultry / L.M. Redondo, P.A. Chacana, J.E. Dominguez, M.E. Fernandez Miyakawa // Front. Microbiol. – 2014. – V. 5 – pp. 118-124. doi: 10.3389/fmicb.2014.00118.
6. Bagirov V.A. Inclusion of Quercus cortex extract in the diet of broilers changes their slaughter parameters and biochemical / V.A. Bagirov, G.K. Duskaev, N.M. Kazachkova, Sh.G. Rakhmatullin, E.V. Yausheva, D.B. Kosyan, Sh.A. Makaev, H.B. Dusaeva // Agricultural biology. – 2018. – V. 53. – No. 4. – pp. 799-810. [in Russ.]
7. Kazachkova N.M. Alternative to antibiotic therapy in animal husbandry – the use of medicinal plants / N.M. Kazachkova, S.R. Ishbulatova, G.K. Duskaev // International Student Scientific Bulletin. – 2017. – No. 4-3. [in Russ.]
8. Bagirov V.A. Metagenomic analysis of the intestinal microbiome and biochemical composition of broiler meat when using vegetable extract of Quercus corte in diets / V.A. Bagirov, A.S. Ushakov, G.K. Duskaev, O.V. Kvan, Sh.G. Rakhmatullin, E.V. Yausheva, I.A. Vershinina // Agricultural biology. – 2020. – Vol. 55. – No. 4. – pp. 682-696. [in Russ.]
9. Al-Tohamy R. Phytochemical analysis and assessment of antioxidant and antimicrobial activities of some medicinal plant species from Egyptian flora / R. Al-Tohamy, S.S. Ali, K. Saad-Allah, M. Fareed, A. Ali, A. El-Badry, N.A. El-Zawawyb, J. Wua, J. Suna, G. Maof, P.F. Rupani // Journal of Applied Biomedicine. – 2018. – V. 16. – No. 4. – pp. 289-300. doi: 10.1016/j.jab.2018.08.001.
10. Tolmacheva A.A. Medicinal plants and their components as inhibitors of the quorum sensing system of the first type in bacteria (by the example of Chromobacterium violaceum) // abstract of the Candidate of Biological Sciences / Institute of Biochemistry and Physiology of Plants and Microorganisms. Saratov, – 2016. [in Russ.]
11. Deryabin D.G. Antibacterial and anti-quorum sensing molecular composition derived from Quercus cortex (Oak bark) extract / D.G. Deryabin, A.A. Tolmacheva // Molecules. – 2015. – V. 20. – No. 9. – pp. 17093-17108. doi: 10.3390/molecules200917093.
12. Deryabin D. Coumarin's anti-quorum sensing activity can be enhanced when combined with other plant-derived small molecules / D. Deryabin, K. Inchagova, E. Rusakova, G. Duskaev // Molecules. – 2021. – V. 26. – No. 1. – doi: 10.3390/molecules26010208.
13. Gessner D.K. Potential of plant polyphenols to combat oxidative stress and inflammatory processes in farm animals / D.K. Gessner, R. Ringseis, K. Eder // J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. – 2017. – V. 101. – No. 4. – pp. 605-628. doi: 10.1111/jpn.12579.
14. Hammod Ali J. The Effect of Adding Oak Bark Powder to the Diet on Some Productive and Immunological Characteristics of Broiler Chicks / Ali J. Hammod, Aqeel Y. Alshukri, Ammar H. Areaer, Khalil A. Alfertosi and Ali F. Alyasari // International Journal of Poultry Science. – 2019. – V. 18. – pp. 7-13. doi: 10.3923/ijps.2019.7.13.
15. Duskaev G.K. Change in productive qualities of broiler chickens against the background of an enzyme-containing diet and Quercus cortex extract / G.K. Duskaev, N.M. Kazachkova, A.S. Ushakov, B.S. Nurzhanov, A.F. Rysaev, Sh.G. Rakhmatullin, N.I. Ryabov // Animal husbandry and feed production. – 2019. – V. 102. – No. 2. – pp. 125-135. doi:10.33284/2658-3135-102-2-125. [in Russ.]
16. Duskaev G. Effects of Bacillus cereus and coumarin on growth performance, blood biochemical parameters, and meat quality in

- broilers / G. Duskaev, S. Rakhmatullin, O. Kvan // *Veterinary World*. – 2020. – V. 13. – No. 11. – pp. 2484-2492. doi: 10.14202/VETWORLD.2020.2484-2492.
17. Duskaev G.K. Assessment of the impact on the intestinal microflora of poultry of substances with antibiotic, probiotic and anti-quorum sensing effects / G.K. Duskaev, E.A. Drozdova, E.S. Alyoshina, A.S. Bezryadina // *Bulletin of Orenburg State University*. – 2017. – No. 11 (211) – pp. 84-87. [in Russ.]
18. Blaxter K.L. The energy metabolism of ruminates / K.L. Blaxter // *Zondon Hutehinson*. –1962. – pp.547.
19. Kalashnikov A.P. Norms and rations of feeding farm animals / A.P. Kalashnikov, V.I. Fisinin, V.V. Shcheglov, N.I. Kleimenov // *Moscow: Rosselkhoz nadzor Academy*. - 2003. – 283 p. [in Russ.]
20. Menkin, V.K. Feeding of farm animals. – *Moscow: Kolos*, 1997. – 303 p. [in Russ.]