

DOI: 10.29326/2304-196X-2020-4-35-277-282

УДК 636.5.087.7:637.5

Перспективы применения бетулина в бройлерном птицеводстве

М. В. Новикова¹, И. А. Лебедева², Л. И. Дроздова³, А. В. Бюлер⁴

ФГБНУ «Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр

Уральского отделения Российской академии наук» (ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН), г. Екатеринбург, Россия

¹ ORCID 0000-0003-1188-2240, e-mail: mvnovicova@mail.ru

² ORCID 0000-0002-2917-0391, e-mail: ialebedeva@yandex.ru

³ ORCID 0000-0001-9689-1781, e-mail: drozdova43@mail.ru

⁴ ORCID 0000-0002-5578-9921, e-mail: lavrov_aleksei@mail.ru

РЕЗЮМЕ

Поиск и внедрение природоподобных технологий при выращивании цыплят-бройлеров и получении биологически полноценной и безопасной продукции птицеводства в условиях отказа от кормовых антибиотиков на сегодняшний день является актуальной задачей. При проведении профилактических и терапевтических ветеринарных мероприятий эффективным средством могут быть кормовые добавки на основе природных компонентов. В работе представлены результаты научного исследования по применению фитобиотика на основе бетулина в бройлерном птицеводстве. Испытания проведены в условиях технологического цикла на одной из птицефабрик Свердловской области на цыплятах-бройлерах кросса «Росс-308». Птице в опытной группе бетулин в сухом виде вводили в комбикорм с 21-го по 35-й день выращивания из расчета 2,5 мг/кг живой массы. Введение в рацион кормовой добавки на основе бетулина способствовало повышению прироста живой массы и выхода грудных мышц на 7,6% по отношению к контрольной группе. Установлено, что потребление цыплятами фитобиотика приводило к снижению отложения подкожного и абдоминального жира, повышало биологическую полноценность мяса за счет увеличения содержания зольных элементов, улучшало технологические свойства мяса за счет повышения влагоудерживающей способности мышечного волокна, а также за счет интенсивности формирования и созревания мышечного волокна. При проведении гистологических исследований образцов тканей поджелудочной железы цыплят-бройлеров выявлено увеличение площади островков Лангерганса, инсулин-продуцирующих клеточных комплексов. Под воздействием кормовой добавки на основе бетулина происходила активация работы поджелудочной железы. Полученные результаты свидетельствуют о том, что применение бетулина в бройлерном производстве является перспективным направлением.

Ключевые слова: цыплята-бройлеры, кормовая добавка, бетулин, фитобиотик, живая масса, мышечное волокно, жир, поджелудочная железа, островки Лангерганса.

Благодарность: Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках Программы фундаментальных научных исследований государственных академий наук на 2013–2020 гг. по направлению «Молекулярно-биологические и нанобиотехнологические методы создания биопрепаратов нового поколения, технологии и способы их применения с целью борьбы с особо опасными инфекционными, паразитарными и незаразными болезнями животных».

Для цитирования: Новикова М. В., Лебедева И. А., Дроздова Л. И., Бюлер А. В. Перспективы применения бетулина в бройлерном птицеводстве. *Ветеринария сегодня*. 2020; 4 (35): 277–282. DOI: 10.29326/2304-196X-2020-4-35-277-282.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Для корреспонденции: Новикова Мария Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела промышленного птицеводства ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, 624005, Россия, Свердловская область, Сысертский район, пос. Октябрьский, ул. Дружбы, д. 9, кв. 1, e-mail: mvnovicova@mail.ru.

UDC 636.5.087.7:637.5

Prospects of betulin application in broiler farming

M. V. Novikova¹, I. A. Lebedeva², L. I. Drozdova³, A. V. Byuler⁴

Federal State Budgetary Scientific Institution "Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences" (FSBSI UrFASRC UrB of RAS), Ekaterinburg, Russia

¹ ORCID 0000-0003-1188-2240, e-mail: mvnovicova@mail.ru

² ORCID 0000-0002-2917-0391, e-mail: ialebedeva@yandex.ru

³ ORCID 0000-0001-9689-1781, e-mail: drozdova43@mail.ru

⁴ ORCID 0000-0002-5578-9921, e-mail: lavrov_aleksei@mail.ru

SUMMARY

It is an urgent task today to seek and implement nature-like technologies in broiler production and obtain biologically complete and safe poultry products, thus refusing from antibiotic use in feed. Feed additives based on natural components can be an effective tool for implementation of preventive and therapeutic veterinary measures. The paper presents research study results of application of betulin-based phytobiotics in broiler farming. The tests were carried out on Ross-308 cross-breed broiler chickens within the production cycle at one of the poultry farms of the Sverdlovsk Oblast. Birds of the experimental group received compound feed supplemented with dry betulin at 2.5 mg/kg of live weight from day 21 to day 35 of growing. The introduction of betulin-based feed additive into the diet contributed to increase in live weight gain and 7.6% pectoralis muscle output as compared with the control group. It was established that the phytobiotic consumption resulted in reduced deposition of subcutaneous and abdominal fat, higher biological value of meat by increasing the ash content, improved technological properties of meat due to increasing water-holding capacity of muscle fiber and intensity of formation and maturation of muscle fiber. Histological studies of pancreatic tissue samples from broiler chickens showed increase in the mass of islets of Langerhans and insulin-producing cell complexes. The pancreas was activated due to effects of the betulin-based feed additive. The results obtained indicate that the use of betulin in broiler production is a promising trend.

Key words: broiler chicken, feed additive, betulin, phytobiotics, live weight, muscle fibre, fat, pancreas, islets of Langerhans.

Acknowledgements: This work was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within the Program of Fundamental Scientific Research of State Academies of Sciences for 2013–2020: Molecular biological and nanobiotechnological methods for development of new-generation biologicals, techniques and application for control of highly dangerous infectious, parasitic and non-contagious animal diseases.

For citation: Novikova M. V., Lebedeva I. A., Drozdova L. I., Byuler A. V. Prospects of betulin application in broiler farming. *Veterinary Science Today*. 2020; 4 (35): 277–282. DOI: 10.29326/2304-196X-2020-4-35-277-282.

Conflict of interest: The authors declare no conflict of interest.

For correspondence: Maria V. Novikova, Candidate of Science (Biology), Senior Researcher, Department for Commercial Poultry Breeding, FSBSI UrFASRC UrB of RAS, 624005, Russia, Sverdlovsk Oblast, Sysertsky District, Oktyabrskiy set., Druzhby st., 9, Apt. 1, e-mail: mvnovikova@mail.ru.

ВВЕДЕНИЕ

Тенденция внедрения природоподобных технологий в бройлерное птицеводство продиктована требованиями Европейского союза и касается производства биологически полноценной и безопасной продукции. К 2025 г. российские птицеводческие предприятия при выращивании цыплят-бройлеров должны будут полностью отказаться от кормовых антибиотиков, поэтому поиск и внедрение в производство альтернативных биологических добавок на сегодняшний день представляются чрезвычайно актуальными [1, 2]. Использование фитобiotиков на основе природных компонентов при проведении профилактических и терапевтических ветеринарных мероприятий хорошо вписывается в технологический цикл и показывает выраженный биологический и экономический эффект [3–6]. Одной из перспективных современных разработок является фитобiotик на основе бетулина.

Получают бетулин из коры березы (лат. *Bétula*). Бетулин относится к группе тритерпеновых спиртов, обладает высокой физиологической активностью. Вещество обладает антисептическими, ранозаживляющими и противовоспалительными свойствами, противоязвенной, желчегонной и гепатопротекторной активностью. Его можно использовать при профилактике заболеваний печени, часто встречающихся у птицы мясного направления и связанных с алиментарными факторами [7]. Гиполипидемическая и гипохолестеринемическая активность бетулина эффективна при нормализации липидного обмена [8]. Он также обладает антибактериальной активностью в отношении ряда бактерий группы стрептококков [9, 10].

Бетулин давно применяется в медицине, а в ветеринарии и сельском хозяйстве его уникальные свойства

оценили недавно. В настоящее время наблюдается подъем интереса к этому фитобiotику со стороны ученых и практиков, рассматриваются возможности по его внедрению в технологический цикл, изучаются положительные аспекты влияния на организм птицы, причем не только зоотехнические, но физиологические и биохимические. Бетулин усиливает действие вакцин на организм цыплят, что экономически выгодно для птицеводческого предприятия [3, 9].

При применении бетулина у птиц улучшаются гликемические показатели. Вещество достоверно снижает концентрацию липидов в сыворотке крови, что проявляется в статистически значимом уменьшении концентрации общего холестерина и триглицеридов, а также сопровождается улучшением показателей функциональной активности печени (выраженное снижение активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы). Одновременно установлена антиоксидантная и противовоспалительная эффективность бетулина (показатели перекисного окисления липидов, активности каталазы, супероксиддисмутазы, концентрации противовоспалительных цитокинов). Показана нормализация соотношения иммунорегуляторных субпопуляций лимфоцитов (CD4+ и CB8+), снижение концентрации в крови воспалительных цитокинов (IL-6, IL-8, IL-12, IL-18, TNF α , IFN γ). Благодаря антисептическим, ранозаживляющим и противовоспалительным свойствам бетулин можно применять для стерилизации ран и при воспалительных процессах желудочно-кишечного тракта (противоязвенная активность) [3, 8].

Цель данной работы – изучение влияния кормовой добавки на основе бетулина на технологические и биологические показатели при выращивании цыплят-бройлеров кросса «Росс-308».

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Животные. Для проведения исследований в условиях производства по принципу аналогов было сформировано 2 группы петушков цыплят-бройлеров кросса «Росс-308», по 80 голов в каждой. Цыплятам опытной группы с 21-го по 35-й день выращивания в комбикорм вводили бетулин в сухом виде из расчета 2,5 мг/кг живой массы, вторая группа служила контролем.

Все эксперименты на животных проводили согласно требованиям Директивы 2010/63/EU Европейского парламента и Совета Европейского союза от 22 сентября 2010 г. по охране животных, используемых в научных целях.

Гистологические исследования. В результате контрольного убоя цыплят-бройлеров по 5 голов из каждой группы, отобранных путем случайной выборки (в соответствии с рекомендациями Всероссийского научно-исследовательского и технологического института птицеводства, 2010), были взяты образцы тканей для гистологических исследований. Гистологические образцы грудных мышц и поджелудочной железы фиксировали в 10%-м растворе нейтрального формалина. Изучение общей картины и структурных изменений проводили на парафиновых срезах, препараты окрашивали гематоксилином и эозином по общепринятой методике. Гистологические исследования документировались фотографированием на световом микроскопе Leica DM2500 с фотокамерой Leica.

Биохимические исследования крови проводились на автоматическом биохимическом анализаторе Chem Well 2910 Combi (Awavens Technology Inc., USA) с использованием стандартных наборов реактивов Vital Diagnostics SPb (Россия) и Diasys (Германия).

Цифровые данные обрабатывали при помощи стандартных статистических методов с применением компьютерных программ Microsoft Excel 2007 и Statistica 6.0. Достоверность рассчитана по критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Гибрид кросс «Росс-308» выведен специалистами британской компании Aviagen и является результатом сложной схемы скрещивания пяти пород в четырех поколениях. Это быстрорастущий бройлер, имеющий эффективную кормоконверсию и высокие мясные показатели. Индикатором положительного влияния на организм цыплят-бройлеров при введении в рацион различных добавок в период откорма является прирост живой массы. Причем важно учитывать, за счет чего произошел прирост – за счет мышц или жира отложения. Поэтому в начале и в конце опыта проводили взвешивание птицы, результаты представлены в таблице.

Анализ представленных в таблице данных указывает на незначительный прирост живой массы птиц опытной группы. Однако необходимо отметить, что в ходе анатомической разделки тушек было установлено, что у цыплят-бройлеров опытной группы на 36% меньше откладывалось подкожного и абдоминального жира на внутренних органах и брыжейке кишечника, выход грудных и ножных мышц был выше на 7,6% по отношению к контрольной группе. Это подтверждает гипотезу гипотетические свойства бетулина.

Показатели сохранности поголовья в обеих группах были на уровне 100%. Однородность стада показывала равномерность набора живой массы цыплятами

Таблица
Технологические показатели выращивания цыплят-бройлеров до и после опыта (n = 160)

Table
Broiler chicken growth parameters before and after the experiment (n = 160)

Показатель	Контрольная группа	Опытная группа
Живая масса на 21-й день, г	520,00 ± 18,56	522,80 ± 26,31
Живая масса на 35-й день, г	1924,80 ± 44,93	1942,80 ± 57,70
Прирост живой массы, г	1404,80	1420,00
Однородность, %	85	90
Сохранность, %	100	100

в период выращивания, в опытной группе она была на 5% выше по отношению к контролю, что указывает на положительное влияние бетулина на рост и развитие бройлеров.

Для более детального изучения состояния мышечного волокна были проведены гистологические исследования. Установлена зависимость количества и качества мяса от размеров мышечных волокон. Бóльшее число мышечных волокон указывает на бóльшее количество и лучшее качество мяса, низкое содержание жира. С увеличением массы отдельных мышц уменьшается толщина мышечных волокон вследствие появления новых, более тонких. Структура мышечной ткани и интерстициальной соединительной ткани цыплят опытных групп (рис. 1 и 4), в отличие от контрольной, была представлена компактной, с почти полностью завершенным процессом созревания, мышечной тканью, оформленной мелкокапельным жиром, расположенным периваскулярно. Внутри мышцы появляются более крупные кровеносные сосуды, что способствует лучшему питанию тканей.

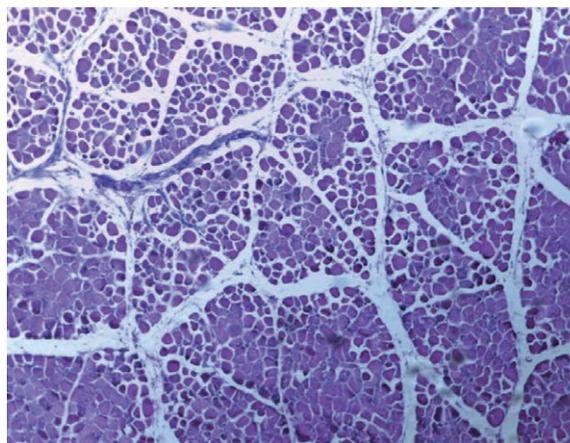


Рис. 1. Структура пучков мышечных волокон бедренной группы мышц птиц опытной группы. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение ×100)

Fig. 1. The structure of femoral muscle fiber bundles in birds of the experimental group. Hematoxylin and eosin staining (100× magnification)

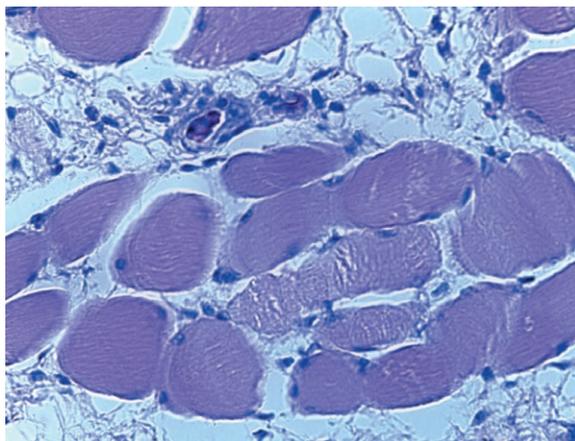


Рис. 2. Незрелые мышечные волокна в пучке (контрольная группа). Окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 400$)

Fig. 2. Immature muscle fibers in the bundle (control group). Hematoxylin and eosin staining ($400\times$ magnification)

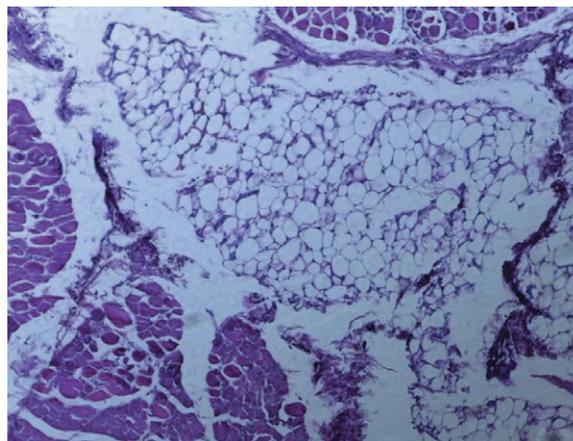


Рис. 3. Пучки мышечных волокон с прослойкой жировых клеток (контрольная группа). Окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 200$)

Fig. 3. Muscle fiber bundles with a fat cell layer (control group). Hematoxylin and eosin staining ($200\times$ magnification)

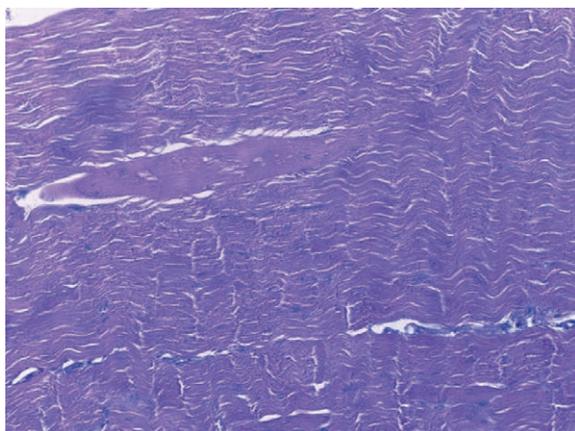


Рис. 4. Грудная мышца цыплят опытной группы. Поперечнополосатая исчерченность четко выражена, что свидетельствует о созревании данного мышечного волокна. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 200$)

Fig. 4. The breast muscle of the birds in the experimental group. The striated pattern is clearly expressed indicating the maturity of this muscle fiber. Hematoxylin and eosin staining ($200\times$ magnification)

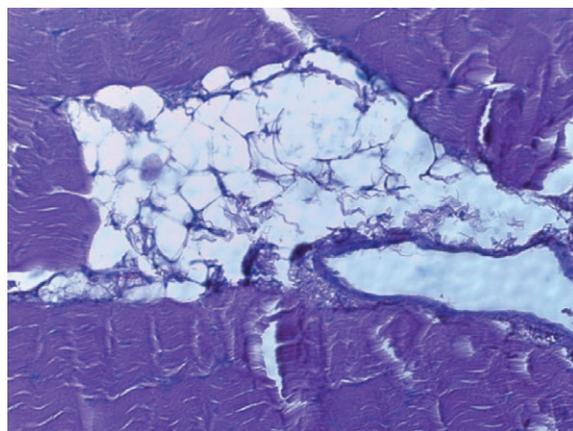


Рис. 5. Периваскулярное отложение крупных капель жира в мышцах контрольных бройлеров. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 200$)

Fig. 5. Perivascular deposition of large fat droplets in the muscles of control broilers. Hematoxylin and eosin staining ($200\times$ magnification)

В образцах, полученных от птиц контрольной группы, процесс формирования и созревания мышечной ткани как в грудной, так и в бедренной группе мышц имел тенденцию незавершенного созревания (рис. 2) с крупнокапельным ожирением соединительной ткани. Жировая клетчатка, которая располагается вдоль промежуточной соединительной ткани, содержит значительное количество жира. Адипоциты более крупные, местами располагаются плотно друг к другу, образуя сплошную прослойку. Жировые прослойки с соединительной тканью иногда проникают между мелкими мышечными пучками (рис. 3 и 5).

Необходимо отметить, что введение в рацион фитобиотиков на основе бетулина способствовало формированию более зрелого мышечного волокна. Такое

мясо наиболее безопасно для человека и обладает хорошими диетическими свойствами.

Бетулин положительно повлиял на влагоудерживающую способность мышечных волокон грудных мышц, являющуюся важным технологическим показателем при охлаждении, замораживании или хранении, при изготовлении колбасных изделий и копченостей из мяса бройлеров. Потери мясного сока при тепловой обработке приводят к обезвоживанию тканей, понижению сочности, ухудшению консистенции, структуры и вкуса получаемой продукции. Исследования показали, что бетулин повышал влагоудерживающую способность грудных мышц цыплят-бройлеров на 5,1% по отношению к показателям контрольной группы.

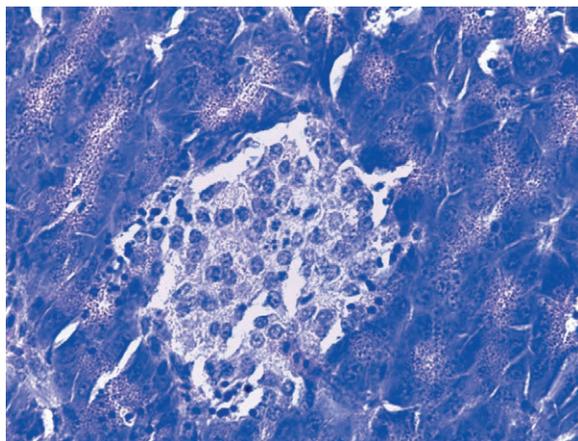


Рис. 6. Поджелудочная железа цыплят контрольной группы. Островки Лангерганса четко очерчены, бета-клетки в состоянии активной секреции. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 400$)

Fig. 6. Pancreas of chickens in the control group. The islets of Langerhans are clearly defined, beta cells are in active secretion. Hematoxylin and eosin staining (400 \times magnification)

Дополнительные исследования химического состава мышечной ткани выявили увеличение накопления зольных элементов в мышечном волокне цыплят опытной группы на 41,9% (контрольная группа – $1,08 \pm 0,16$, опытная – $1,86 \pm 0,25$), что также указывает на увеличение биологической полноценности мяса цыплят-бройлеров при использовании бетулина.

При проведении биохимического анализа крови выявили достоверные изменения концентрации мочевой кислоты в контрольной ($450,07 \pm 35,97$ мкмоль/л) и опытной ($230,17 \pm 26,78$ мкмоль/л) группах (при $p \leq 0,01$). Это связано с блокированием распада пуриновых оснований в организме бройлеров. В организме цыплят опытной группы процессы синтеза белка и формирование мышечного волокна протекали более интенсивно.

Установлено, что бетулин оказывал влияние на развитие и состояние внутренних органов. Гистологические исследования поджелудочной железы цыплят-бройлеров контрольной группы показали, что островки Лангерганса четко очерчены, бета-клетки в состоянии активной секреции (рис. 6).

У цыплят-бройлеров опытной группы, которые получали кормовую добавку на основе бетулина, поджелудочная железа секретировала нормально, но островки Лангерганса резко увеличивались в объеме (рис. 7). Было зафиксировано активное инсулинообразование. Так, в поджелудочной железе цыплят-бройлеров выявлено увеличение площади островков Лангерганса, инсулин-продуцирующих клеточных комплексов. Под воздействием бетулина происходит активация работы поджелудочной железы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований было установлено, что кормовая добавка на основе бетулина приводила к снижению отложения подкожного и абдоминального жира при незначительной разнице по живой массе цыплят-бройлеров; повышала биологическую полноценность мяса за счет увеличения

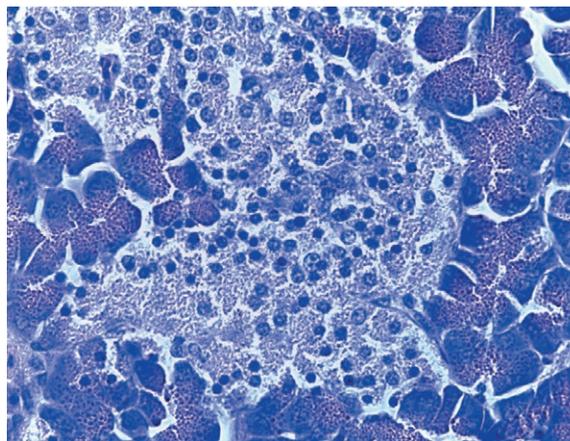


Рис. 7. Поджелудочная железа цыплят опытной группы. Островки Лангерганса резко увеличены в размерах. Окраска гематоксилином и эозином (увеличение $\times 400$)

Fig. 7. Pancreas of chickens in the experimental group. The size of the islets of Langerhans has sharply increased. Hematoxylin and eosin staining (400 \times magnification)

содержания зольных элементов; улучшала технологические свойства мяса за счет повышения влагудерживающей способности мышечного волокна; способствовала накоплению в мясе протеинов и минеральных веществ и интенсивности формирования и созревания мышечного волокна. В поджелудочной железе птиц было зафиксировано увеличение площади островков Лангерганса, инсулин-продуцирующих клеточных комплексов, происходила активация работы поджелудочной железы.

Кормовая добавка на основе бетулина отлично вписывается в технологию выращивания цыплят-бройлеров и является одним из перспективных направлений внедрения природоподобных технологий в птицеводство.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (п. п. 3–10 см. REFERENCES)

1. Бюлер А. В., Лебедева И. А., Новикова М. В., Игнатьев В. Э. Влияние адаптогенной кормовой добавки на основе эмульгированного бетулина на структуру и химический состав печени цыплят-бройлеров. В кн.: *Современные тенденции научного обеспечения в развитии АПК: фундаментальные и прикладные исследования: материалы Научно-практической (очно-заочной) конференции с международным участием*. Омск; 2017: 116–119. eLIBRARY ID: 30530530.
2. Задорожная М. В., Лыско С. Б., Красиков А. П. Эффективность применения бетулина в птицеводстве. *Ветеринарный врач*. 2012; 5: 34–36. eLIBRARY ID: 18235683.

REFERENCES

1. Buhler A. V., Lebedeva I. A., Novikova M. V., Ignatyev V. E. Effects of emulsified betulin-based adaptogenic feed additive on the structure and chemical composition of broiler chicken liver [Vliyanie adaptogennoj kormovoj dobavki na osnove emul'girovannogo betulina na strukturu i himicheskij sostav pecheni cyplyat-brojlerov]. In: *Modern trends of scientific support in the agro-industrial complex development: fundamental and applied research [Sovremennye tendencii nauchnogo obespecheniya v razviti APK: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya]: materials of a Scientific-practical (in-praesentia/in-absentia) Conference with International Participation*. Omsk; 2017: 116–119. eLIBRARY ID: 30530530. (in Russian)
2. Zadorozhnaya M. V., Lysko S. B., Krasikov A. P. Effectiveness of betulin in poultry. *Veterinarnyj vrach*. 2012; 5: 34–36. eLIBRARY ID: 18235683. (in Russian)

3. Lebedeva I. A., Buhler A. V., Novikova M. V. Stimulation of follicle maturation in the parent flock of hens. *Reprod. Domest. Anim.* 2019; 54 (S3): 116. eLIBRARY ID: 39566304.
4. Li X. D., Zhang Y. J., Han J. C. Betulin inhibits lung carcinoma proliferation through activation of AMPK signaling. *Tumor Biol.* 2014; 35 (11): 11153–11158. DOI: 10.1007/s13277-014-2426-7.
5. Mikova N. M., Chesnokov N. V., Mazurova E. V., Pavlenko N. I., Ivanchenko N. M. Thermal transformation of betulin by alkaline activation. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry.* 2016; 42 (7): 741–747. DOI: 10.1134/S1068162016070104.
6. Myz S. A., Shakhtshneider T. P., Mikhailenko M. A., Ogienco A. G., Bogdanova E. G., Ogienco A. A., et al. Ultrafine betulin formulation with biocompatible carriers exhibiting improved dissolution rate. *Natural Product Communications.* 2015; 10 (8): 1345–1347. DOI: 10.1177/1934578x1501000806.
7. Novikova M., Lebedeva I. Improvement of reproductive potential of chicken hens from parent broiler flock by means of the use of supplements based on triterpene spirits. *Reprod. Domest. Anim.* 2018; 53 (S2): 174. eLIBRARY ID: 35607552.
8. Pokorny J., Horka V., Sidova V., Urban M. Synthesis and characterization of new conjugates of betulin diacetate and bis (triphenylsilyl) betulin with substituted triazoles. *Monatsh. Chem.* 2018; 149: 839–845. DOI: 10.1007/s00706-017-2113-7.
9. Pozharitskaya O. N., Karlina M. V., Shikov A. N., Kosman V. M., Makarov V. G., Casals E., Rosenholm J. M. Pharmacokinetics and tissue disposition of nano-system-entrapped betulin after endotracheal administration to rats. *Eur. J. Drug Metab. Pharmacokinet.* 2017; 42: 327–332. DOI: 10.1007/s13318-016-0340-7.
10. Shakhtshneider T. P., Mikhailenko M. A., Drebuschak V. A., Drebuschak T. N., Malyar Yu. N., Kuznetsova S. A. Effect of ball-milling on preparation of composites of betulin and betulin diacetate with polyethylene glycol. In: *Fundamental Bases of Mechanochemical Technologies: The Book of Abstracts of the V International Conference.* Novosibirsk; 2018: 153. eLIBRARY ID: 36711414.

Поступила 03.08.2020

Принята в печать 08.09.2020

Received on 03.08.2020

Approved for publication on 08.09.2020

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Новикова Мария Владимировна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела промышленного птицеводства ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия.

Лебедева Ирина Анатольевна, доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела промышленного птицеводства, ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия.

Дроздова Людмила Ивановна, доктор ветеринарных наук, профессор, старший научный сотрудник ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия.

Булер Алексей Владимирович, кандидат химических наук, старший научный сотрудник отдела промышленного птицеводства ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия.

Maria V. Novikova, Candidate of Science (Biology), Senior Researcher, Department for Commercial Poultry Breeding, FSBSI UrFASRC UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia.

Irina A. Lebedeva, Doctor of Science (Biology), Associate Professor, Leading Researcher, Department for Commercial Poultry Breeding, FSBSI UrFASRC UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia.

Lyudmila I. Drozdova, Doctor of Science (Veterinary Medicine), Professor, Senior Researcher, FSBSI UrFASRC UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia.

Alexey V. Byuler, Candidate of Science (Chemistry), Senior Researcher, Department for Commercial Poultry Breeding, FSBSI UrFASRC UrB of RAS, Ekaterinburg, Russia.