

considered as a critical period (the point of probable progression of fibrosis to cirrhosis), which must be taken into account and paid special attention to when conducting fundamental and preclinical studies.

The obtained results provide a deeper understanding of the molecular mechanisms underlying liver fibrosis and cirrhosis and can be used to further study the interaction of molecular signaling pathways.

Список литературы. 1. Zhang, D. The molecular mechanisms of liver fibrosis and its potential therapy in application / D. Zhang, Y. Zhang, B. Sun // *Int. J. Mol. Sci.* – 2022. – Vol. 23, N 20. – P. 12572. - DOI: 10.3390/ijms232012572. 2. Notch3 deficiency attenuates pulmonary fibrosis and impedes lung-function decline / V. Laura [et al.] // *Am. J. Respir. Cell Mol. Biol.* – 2021. – Vol. 63, N 4. – P. 465–476. - DOI: 10.1165/rcmb.2020-0516OC. 3. Yes-Associated Protein in Kupffer Cells Enhances the Production of Proinflammatory Cytokines and Promotes the Development of Nonalcoholic Steatohepatitis / K. Song [et al.] // *Hepatology.* – 2022. – Vol. 72, N 1. – P. 72-87. - DOI: 10.1002/hep.30990. 4. Kashfi, K. Macrophage reprogramming and cancer therapeutics: role of iNOS-derived NO / K. Kashfi, J. Kannikal, N. Nath // *Cells.* – 2021. – Vol. 10, N 11. – P. 3194. - DOI: 10.3390/cells10113194. 5. Matrix metalloproteinase-9 inhibition or deletion attenuates portal hypertension in rodents / H. C. Huang [et al.] // *J. Cell. Mol. Med.* – 2021. – Vol. 25, N 21. – P. 10073-10087. - DOI: 10.1111/jcmm.16940. 6. Zhang, Y. TWEAK/Fn14 axis is an important player in fibrosis / Y. Zhang, W. Zeng, Y. Xia // *J. Cell. Physiol.* – 2021. – Vol. 236, N 5. – P. 3304–3316. - Doi: 10.1002/jcp.30089. 7. MicroRNAs: Small molecules with big impacts in liver injury / A. S. Abdel Halim [et al.] // *J Cell Physiol.* – 2023. – Vol. 238, N 1. – P. 32-69. - DOI: 10.1002/jcp.30908. 8. Lebedeva, E. I. The dynamics of microRNAs level associated with pathological venous angiogenesis in experimental toxic liver fibrosis in rats / E. I. Lebedeva, A. S. Babenka, A. T. Shchastniya // *Genes & Cells.* – 2024. – Vol. 19, N 1. – P. 181-199. - DOI.org/10.17816/gc622891. 9. Рекомендации по оценке прогрессирования и регресса токсического фиброза печени в доклинических исследованиях / Е. И. Лебедева [и др.]. - Минск: РУП «Институт экспериментальной ветеринарии им. С.Н. Вышегесского», 2023. - 8 с. 10. Relationships between Cxcl12, Tweak, Notch1, and Yap mRNA Expression Levels in Molecular Mechanisms of Liver Fibrogenesis / E. I. Lebedeva [et al.] // *Molecular Biology.* – 2024. – Vol. 58(1). – P. 102–111. - Doi.org/10.1134/S0026893324010060.

References. 1. Zhang, D. The molecular mechanisms of liver fibrosis and its potential therapy in application / D. Zhang, Y. Zhang, B. Sun // *Int. J. Mol. Sci.* – 2022. – Vol. 23, N 20. – P. 12572. - DOI: 10.3390/ijms232012572. 2. Notch3 deficiency attenuates pulmonary fibrosis and impedes lung-function decline / V. Laura [et al.] // *Am. J. Respir. Cell Mol. Biol.* – 2021. – Vol. 63, N 4. – P. 465–476. - DOI: 10.1165/rcmb.2020-0516OC. 3. Yes-Associated Protein in Kupffer Cells Enhances the Production of Proinflammatory Cytokines and Promotes the Development of Nonalcoholic Steatohepatitis / K. Song [et al.] // *Hepatology.* – 2022. – Vol. 72, N 1. – P. 72-87. - DOI: 10.1002/hep.30990. 4. Kashfi, K. Macrophage reprogramming and cancer therapeutics: role of iNOS-derived NO / K. Kashfi, J. Kannikal, N. Nath // *Cells.* – 2021. – Vol. 10, N 11. – P. 3194. - DOI: 10.3390/cells10113194. 5. Matrix metalloproteinase-9 inhibition or deletion attenuates portal hypertension in rodents / H. C. Huang [et al.] // *J. Cell. Mol. Med.* – 2021. – Vol. 25, N 21. – P. 10073-10087. - DOI: 10.1111/jcmm.16940. 6. Zhang, Y. TWEAK/Fn14 axis is an important player in fibrosis / Y. Zhang, W. Zeng, Y. Xia // *J. Cell. Physiol.* – 2021. – Vol. 236, N 5. – P. 3304–3316. - DOI: 10.1002/jcp.30089. 7. MicroRNAs: Small molecules with big impacts in liver injury / A. S. Abdel Halim [et al.] // *J Cell Physiol.* – 2023. – Vol. 238, N 1. – P. 32-69. - DOI: 10.1002/jcp.30908. 8. Lebedeva, E. I. The dynamics of microRNAs level associated with pathological venous angiogenesis in experimental toxic liver fibrosis in rats / E. I. Lebedeva, A. S. Babenka, A. T. Shchastniya // *Genes & Cells.* – 2024. – Vol. 19, N 1. – P. 181-199.- DOI.org/10.17816/gc622891. 9. Recommendations for assessing the progression and regression of toxic liver fibrosis in preclinical studies / E. I. Lebedeva [et al.]. - Minsk: "Institute of Experimental Veterinary Medicine named after. S.N. Vyshesl'skogo", 2023. - 8 p. (In Belarus). 10. Relationships between Cxcl12, Tweak, Notch1, and Yap mRNA Expression Levels in Molecular Mechanisms of Liver Fibrogenesis / E. I. Lebedeva [et al.] // *Molecular Biology.* 2024;58(1):102–111. - Doi.org/10.1134/S0026893324010060.

Поступила в редакцию 08.07 2024.

DOI 10.52368/2078-0109-2024-60-3-130-133

УДК 636.5.053:612.015.3:615.356

ЛИПИДНЫЙ СОСТАВ И БИОЛОГИЧЕСКАЯ ЦЕННОСТЬ МЯСА У ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ИМ КОНЦЕНТРАТА ВИТАМИНОВ Е И F ИЗ РАПСОВОГО МАСЛА

Сандул П.А. ORCID ID 0000-0002-9203-4122, Соболев Д.Т. ORCID ID 0009-0008-4672-3905

УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

В мясе птицы, выращенной с применением концентрата витаминов Е и F, повышается уровень эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот и содержится в 2,5 раза больше токоферолов и в 1,5 раза меньше холестерина, его относительная биологическая ценность на 2,4% выше, чем в контроле. **Ключевые слова:** мясо цыплят, полиненасыщенные жирные кислоты, холестерол, токоферолы, концентрат витаминов Е и F из рапсового масла.

LIPID COMPOSITION AND BIOLOGICAL VALUE OF MEAT IN BROILER CHICKENS WHEN FED A CONCENTRATE OF VITAMINS E AND F FROM RAPESEED OIL

Sandul P.A., Sobolev D.T.

EE "Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine", Vitebsk, Republic of Belarus

*In the meat of poultry grown with the use of the vitamins E and F concentrate the level of essential polyunsaturated fatty acids increases, and it contains 2.5 times more tocopherols and 1.5 times less cholesterol, its relative biological value is 2.4% higher than in the control. **Keywords:** chicken meat, polyunsaturated fatty acids, cholesterol, tocopherols, vitamin E and F concentrate from rapeseed oil.*

Введение. Отрасль птицеводства в Республике Беларусь является наиболее специализированной, эффективной и развитой в агропромышленном комплексе. Развитие бройлерной промышленности обусловлено диетической ценностью птичьего мяса, возможностью его круглогодичного производства, высокой скоростью роста бройлеров, невысокими затратами корма на каждый килограмм прироста живой массы. Обеспечение высокой продуктивности бройлеров при низких затратах кормов на единицу продукции требует использования высокопитательных комбикормов, изготовленных из качественных компонентов [2, 4, 9].

Известно, что при необеспечении потребности птицы в питательных и биологически активных веществах, на фоне высокой антигенной нагрузки, вследствие интенсивной схемы вакцинации могут нарушаться обменные процессы, в том числе и обмен липидов [6–8]. Поэтому в кормлении цыплят-бройлеров успешно используют кормовые добавки, содержащие витамины, микро- и макроэлементы и другие биодобавки. Особое внимание в этом отношении заслуживает применение в кормлении бройлеров токоферолов и ненасыщенных жирных кислот [3, 4, 9].

Целью наших исследований явилось определение влияния концентрата витаминов E и F на липидный состав и биологическую ценность мяса у цыплят-бройлеров.

Материалы и методы исследований. В условиях ОАО «Смолевичская бройлерная птицефабрика» мы провели испытания концентрата токоферолов и витамина F при его скармливании в дозе 0,03–0,06% к массе комбикорма с целью изучения его влияния на качественные показатели мяса цыплят-бройлеров кросса «Росс 300» (содержание витамина E, липидный состав). Концентрат витаминов токоферолов из рапсового масла скармливали цыплятам в птичнике 1–6 (опыт), а птицы птичника 1–7 (контроль) получали основной рацион. Ввод концентрата проводился согласно схеме: 1 фаза – возраст птицы 1–7 суток – 0,03% от массы комбикорма; 2 фаза – возраст птицы с 8 суток и до завершения периода откорма – 0,06% от массы комбикорма. Двухфазный ввод витаминного концентрата учитывает возрастные особенности физиологического развития птицы, находящейся на разных стадиях технологического процесса, т.е. в течение всего периода откорма (1–44 суток). Применение препарата не зависело от типа оборудования для кормления и поения. Бройлеры содержались на глубокой несменяемой подстилке. В период проведения опыта в профилактических целях применялись вакцины, ветеринарные препараты и витаминные комплексы, согласно технологической схеме, разработанной в хозяйстве.

В условиях ОАО «Агрокомбинат «Дзержинский» Дзержинского района Минской области на цыплятах-бройлерах кросса «Кобб 500» нами изучалось влияние концентрата токоферолов и витамина F из рапсового масла на липидный состав мяса и его органолептические, физико-химические, биологические показатели. Опытная группа птиц (моноблок 15–1) получала основной рацион (с 7-го по 21-й день – ПК-5Б, с 21-го по 40-й день – ПК-6Б и с 40-го по 47-й день – ПК-6Б-финиш), а дополнительно к нему – концентрат токоферолов из расчета 0,03% к массе комбикорма в 1-й период выращивания до 7 суток и 0,06% – во 2-й период. Контрольной группе птиц (моноблок 15–4) скармливали основной рацион без добавок. Оценку качества мяса проводили согласно ГОСТ 7702.0–74 «Мясо птицы. Методы отбора образцов. Органолептические методы оценки качества»; ГОСТ 7702.1–74 «Мясо птицы. Методы химического и микроскопического анализа свежести мяса»; ГОСТ 7702.2.0–95 «Мясо птицы, субпродукты, полуфабрикаты птичьих. Методы отбора проб и подготовка к микробиологическим исследованиям». В мясе бройлеров определяли количество аминокислот азота и летучих жирных кислот – методом титрования, содержание полипептидов и других продуктов распада белков – реакцией с серноокислой медью, концентрацию водородных ионов (pH) – ионометром. Из глубоких слоев мышц-сгибателей для исследования микробной обсемененности делали мазки-отпечатки, окрашивали по Граму и микроскопировали. Биологическую ценность и безвредность мяса и почек кур, находившихся в опыте, определяли согласно «Методическим указаниям по токсико-биологической оценке мяса, мясных продуктов и молока с использованием инфузорий Тетрахимена пириформис», утвержденным ГУВ МСХП РБ, 1997 г. [2]. Определение содержания жирных кислот и общего холестерина в образцах тушек цыплят-бройлеров проводили в ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» газохроматографическим методом, а витамин E – по ГОСТ 30627.3-98 [5].

Полученный в ходе опытов цифровой материал подвергался биометрической обработке методами вариационной статистики с помощью программного средства Microsoft Excel. При помощи средней арифметической и ее стандартной ошибки ($\bar{X} \pm m$) выражали достоверность результатов, а уровни значимости критерия достоверности выражали: * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$ [1].

Результаты исследований. В таблице 1 представлены результаты изучения липидного состава мяса бройлеров кросса «Росс 300».

Таблица 1 – Липидный состав мяса цыплят-бройлеров кросса «Росс 300»

Группы птиц	Показатели								
	Жирнокислотный состав мяса цыплят, % от суммы жирных кислот:								
	Миристиновая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линолеиновая	Арахидоновая	Другие жирные кислоты
Контроль	0,7	19,3	4,0	5,0	44,6	18,6	4,9	0,3	2,6
Опыт	0,5	18,0	4,1	4,7	46,2	18,9	5,2	0,4	2,0
	Общий холестерол, г/100 г					Токоферолы, мг/100 г			
Контроль	0,03					0,8			
Опыт	0,02					2,0			

Анализ содержания жирных кислот в мясе цыплят кросса «Росс 300» (таблица 4) показал, что содержание насыщенных миристиновой, пальмитиновой и стеариновой кислот у цыплят, получавших витаминный концентрат, ниже, чем у контрольных цыплят на 28,6, 6,7 и 6% соответственно. При этом содержание ненасыщенных жирных кислот в мясе у данных цыплят, напротив, было выше, чем в контроле. Наиболее заметно это отмечалось со стороны полиненасыщенных кислот линоленовой (на 0,3%) и арахидоновой (на 0,1%). Уровень общего холестерина в мясе бройлеров данной группы был в 1,5 раза ниже, чем в контроле, а концентрация токоферолов – в 2,5 раза выше, чем в контрольной группе.

Таблица 2 – Липидный состав мяса цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500»

Группы птиц	Показатели						
	Жирнокислотный состав мяса цыплят, % от суммы жирных кислот:						
	Миристиновая	Пальмитиновая	Пальмитолеиновая	Стеариновая	Олеиновая	Линолевая	Линолеиновая
Контроль	0,5	17,6	3,1	6,2	41,5	26,9	2,3
Опыт	0,5	20,4	4,8	6,1	41,1	23,5	2,1
	Общий холестерол, г/100 г				Токоферолы, мг/100 г		
Контроль	0,08				0,54		
Опыт	0,06				0,66		

Как видно из таблицы 2, введение в рацион цыплят концентрата витаминов Е и F из рапсового масла не оказало отрицательного влияния на потребительские свойства мяса бройлеров. В мышечной ткани птицы всех групп отмечено высокое содержание легкоусвояемых мононенасыщенной олеиновой кислоты и полиненасыщенных линолевой и линоленовой кислот, являющихся незаменимыми и способствующими снижению уровня общего холестерина в крови. Содержание общего холестерина в мясе бройлеров опытной группы было в 1,33 раза ниже, чем в контрольных образцах. Концентрация токоферолов у цыплят указанной группы превышала данный показатель в контроле в 1,22 раза.

Результаты физико-химического исследования мяса и жира представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Физико-химические показатели мяса и жира цыплят-бройлеров кросса «Кобб 500»

Группы птиц	Показатели					
	Мясо				Жир	
	Концентрация водородных ионов, (рН)	Реакция с сернистой медью	Аминокислотный азот, мг %	Летучие жирные кислоты, мг КОН	Кислотное число, мг КОН	Перекисное число, % йода
Контроль	5,53±0,02	–	79,0±4,9	3,48±0,064	0,87±0,03	0,0079±0,00
Опыт	5,70±0,09	–	81,0±1,7	3,59±0,13	0,90±0,05	0,0076±0,000

Примечание. «–» – реакция отрицательная.

При изучении данных таблицы 3 установлено, что исследуемые показатели не превышали уровня, характерного для доброкачественного, свежего мяса и жира; достоверных различий между опытной группой и контролем не установлено. При определении биологической ценности и безвредности мяса и почек подопытных кур с помощью инфузорий Тетрахимена пириформис в связи с тем, что измененные формы инфузорий в опытных и контрольных образцах мяса и субпродуктов отсутствовали, вредного воздействия на простейшие тест-организмы не выявлено. Относительная биологическая ценность мяса (%) опытной группы по отношению к мясу кур контрольной группы составила 102,4, почек – 102,7.

Заклучение. Применение с кормом концентрата витаминов Е и F из рапсового масла цыплятам-бройлерам из расчета 0,03-0,06% к массе корма в течение всего периода выращивания сопровождается повышением уровня эссенциальных полиненасыщенных жирных кислот – линоленовой и арахидоновой, а также снижением содержания холестерина до 1,5 раза и повышением концентрации токоферолов до 2,5 раза в сравнении с контрольной группой. Это обуславливает высокие ветеринарно-санитарные показатели получаемой продукции и повышение ее относительной биологической ценности на 2,4%.

Conclusion. The use of a concentrate of vitamins E and F from rapeseed oil for broiler chickens at a rate of 0.03-0.06% by feed weight during the entire growing period is accompanied by an increase in the level of essential polyunsaturated fatty acids – linolenic and arachidonic, as well as a decrease in cholesterol content up to 1.5 times and increase in the concentration of tocopherols up to 2.5 times in comparison with the control group. This leads to high veterinary and sanitary indicators of the resulting products and an increase in their relative biological value by 2.4%.

Список литературы. 1. Биометрия : учебно-методическое пособие по дисциплине «Биометрия» для магистрантов по специальности «Ветеринария» / Т. В. Павлова, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. – Витебск : ВГАВМ, 2022. – 74 с. 2. Готовский, Д. Г. Ветеринарно-санитарная оценка продуктов убоя птицы при использовании порошкообразного дезинфицирующего средства / Д. Г. Готовский, И. Д. Басалай // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2023. – № 1(18). – С. 14–18. 3. Готовский, Д. Г. Использование органических кислот для повышения адаптивных свойств организма молодняка животных / Д. Г. Готовский, А. П. Демидович, В. В. Кондакова // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2019. – № 2(11). – С. 21–26. 4. Капитонова, Е. А. Влияние регуляторного комплекса «Байпас» на мясную продуктивность цыплят-бройлеров / Е. А. Капитонова, Д. Г. Готовский, В. В. Янченко // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2022. – № 2(17). – С. 69–71. 5. Клиническая лабораторная диагностика (методы и трактовка лабораторных исследований) / под ред. проф. В. С. Камышникова. – 2-е изд. – Москва : МЕДпресс-информ, 2017. – 720 с. 6. Особенности липидного обмена у ремонтного молодняка кур, вакцинированных против ИЛТ / Д. Т. Соболев [и др.] // Птицеводство Беларуси. – 2004. – № 3. – С. 16–21. 7. Сандул, П. А. Состояние белкового и липидного обменов у цыплят-бройлеров при применении препаратов, содержащих витамин Е / П. А. Сандул, Д. Т. Соболев // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2016. – Т. 52, вып. 2. – С. 78–81. 8. Особенности липидного обмена ремонтного молодняка кур, вакцинированных против ИБК / Д. Т. Соболев [и др.] // Птицеводство Беларуси. – 2003. – № 3. – С. 9–11. 9. Фисинин, В. И. Специализированные фармакологические препараты и кормовые добавки, применяемые в птицеводстве для профилактики технологических стрессов: тепловой стресс (обзор) / В. И. Фисинин, Э. Р. Сайфульмулюков, А. В. Мифтахутдинов // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 4. – С. 31–47.

References. 1. Biometriya : uchebno-metodicheskoe posobie po discipline «Biometriya» dlya magistrantov po specialnosti «Veterinariya» / T. V. Pavlova, V. F. Soboleva, T. V. Vidasova. – Vitebsk : VGAVM, 2022. – 74 s. 2. Gotovskij, D. G. Veterinarno-sanitarnaya ocenka produktov uboya pticy pri ispolzovanii poroshkoobraznogo dezinficiruyushhego sredstva / D. G. Gotovskij, I. D. Basalaj // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2023. – № 1(18). – S. 14–18. 3. Gotovskij, D. G. Ispolzovanie organicheskikh kislot dlya povysheniya adaptivnykh svojstv organizma molodnyaka zhivotnyh / D. G. Gotovskij, A. P. Demidovich, V. V. Kondakova // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2019. – № 2(11). – S. 21–26. 4. Kapitonova, E. A. Vliyanie reguljatornogo kompleksa «Bajpas» na myasnuyu produktivnost cyplyat-brojlerov / E. A. Kapitonova, D. G. Gotovskij, V. V. Yanchenko // Veterinarnyj zhurnal Belarusi. – 2022. – № 2(17). – S. 69–71. 5. Klinicheskaya laboratornaya diagnostika (metody i traktovka laboratornyh issledovanij) / pod red. prof. V. S. Kamyshnikova. – 2-e izd. – Moskva : MEDpress-inform, 2017. – 720 s. 6. Osobennosti lipidnogo obmena u remontnogo molodnyaka kur, vakcinirovannyh protiv ILT / D. T. Sobolev [i dr.] // Pticevodstvo Belarusi. – 2004. – № 3. – S. 16–21. 7. Sandul, P. A. Sostoyanie belkovogo i lipidnogo obmenov u cyplyat-brojlerov pri primenenii preparatov, soderzhashih vitamin E / P. A. Sandul, D. T. Sobolev // Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya «Vitebskaya ordena «Znak Pocheta» gosudarstvennaya akademiya ve-terinarnoj mediciny». – 2016. – T. 52, vyp. 2. – S. 78–81. 8. Osobennosti lipidnogo obmena remontnogo molodnyaka kur, vakcinirovannyh protiv IBK / D. T. Sobolev [i dr.] // Pticevodstvo Belarusi. – 2003. – № 3. – S. 9–11. 9. Fisinin, V. I. Specializirovannye farmakologicheskie preparaty i kormovye dobavki, primenyaemye v pticevodstve dlya profilaktiki tehnologicheskikh stressov: teplovoj stress (obzor) / V. I. Fisinin, E. R. Sajfulmulyukov, A. V. Miftahutdinov // Dostizheniya nauki i tehniki APK. – 2023. – T. 37, № 4. – S. 31–47.

Поступила в редакцию 03.06.2024.