

ВЛИЯНИЕ ЖИРА СВИНЕЙ РАЗНОГО ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА В РАЦИОНЕ ПЕРЕПЕЛОК НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ТКАНЕЙ

✉ Бекенёв В.А.¹, Аришин А.А.¹, Каштанова Е.В.², Полонская Я.В.²,
Мерзлякова О.Г.¹, Чегодаев В.Г.¹, Бекенева К.А.³

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук
Новосибирская область, р.п. Краснообск, Россия

²Научно-исследовательский институт терапии и профилактической медицины – филиал
Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Федеральный
исследовательский центр Институт цитологии и генетики Сибирского отделения
Российской академии наук»
Новосибирск, Россия

³Новосибирский государственный университет. Институт медицины и психологии В. Зельмана
Новосибирск, Россия

✉ e-mail: bekenev@ngs.ru

Представлены результаты исследований перепелок, находящихся на рационах с использованием в кормовых добавках подкожного жира свиней, разводимых в Сибири, различных по морфологическому, химическому составу, а также органолептическим качествам. Изучены следующие показатели: интенсивность роста, жизнеспособность, яйценоскость, биохимические особенности крови (триглицериды, общий холестерин, липопротеины высокой плотности, липопротеины низкой плотности, атерогенный индекс, уровень свободнорадикального окисления и антиоксидантов). Исследованы породы: кемеровская (К) и пьетрен (П) – и их жир. У породы К толщина сала составила 35,1 мм, у породы П – 21,1 мм, насыщенных жирных кислот в жире было соответственно 41,56 и 38,28%, полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) 15,18 и 19,42%, линолевой кислоты 15,08 и 19,22%, холестерина 0,16 и 0,26%. Органолептические качества сала составили соответственно 3,9 и 2,4 балла. Жир этих пород свиней, а также подсолнечное масло (контроль) добавляли в корм цыплятам перепелок трех групп по 60 особей в каждой до 23-недельного возраста (3,0–3,5% от массы рациона). Перепелки, получавшие жир породы К, быстрее росли, у них была выше яйценоскость и средняя масса яйца. У перепелок, получавших жир породы П, содержащий высокий уровень общего холестерина, богатый ПНЖК и линолевой кислотой, в сыворотке крови оказалось значительно больше липопротеинов низкой плотности ($44,9 \pm 9,01$ мг/дл против $29,0 \pm 5,51$ в группе К и $28,6 \pm 4,81$ мг/дл в контроле), выше перекисное окисление липидов и самый высокий атерогенный индекс. Полученные данные свидетельствуют о том, что жир породы К более полезен для питания животных, чем жир свиней породы П, и может быть приоритетным в питании человека. Это дает основу для проверки и подтверждения полученных результатов на людях, а также для селекции свиней в направлении улучшения жирно-кислотного состава мяса и сала в сторону увеличения концентрации насыщенных жирных кислот.

Ключевые слова: сало, порода, перепелки, интенсивность роста, НЖК, холестерин, атерогенный индекс

INFLUENCE OF PIG FAT OF DIFFERENT CHEMICAL COMPOSITION IN THE DIET OF QUAILS ON THE PRODUCTIVITY AND BIOCHEMICAL COMPOSITION OF TISSUES

✉ Bekenev V.A.¹, Arishin A.A.¹, Kashtanova E.V.², Polonskaya Ya.V.²,
Merzlyakova O.G.¹, Chegodaev V.G.¹, Bekeneva K.A.³

¹Siberian Federal Scientific Centre of Agro-BioTechnologies of the Russian Academy of Sciences
Krasnoobsk, Novosibirsk region, Russia

²Research Institute of Internal and Preventive Medicine – Branch of the Institute of Cytology and
Genetics, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences
Novosibirsk, Russia

³*Novosibirsk State University. V. Zelman Institute for Medicine and Psychology*

Novosibirsk, Russia

✉ e-mail: bekenev@ngs.ru

The results of the studies of quails kept on diets using subcutaneous fat of pigs bred in Siberia in feed additives, different in morphological, chemical composition, as well as organoleptic qualities, are presented. The following parameters were studied: growth rate, viability, egg laying rate, biochemical blood characteristics (triglycerides, total cholesterol, high-density lipoproteins, low-density lipoproteins, atherogenic index, free radical oxidation and antioxidants levels). The following breeds were studied: Kemerovo (K) and Pietrain (P) and their fat. In breed K, the fat thickness was 35.1 mm; in breed P, 21.1 mm, saturated fatty acids (SFA) in fat were 41.56 and 38.28%, respectively, polyunsaturated fatty acids (PUFA) - 15.18 and 19.42%, linoleic acid 15.08 and 19.22%, cholesterol 0.16 and 0.26%. The organoleptic qualities of the fat were 3.9 and 2.4 points, respectively. The fat of these pig breeds, as well as sunflower oil (control), was added to the feed of quail chickens of three groups of 60 individuals each up to 23 weeks of age (3.0 - 3.5% of the weight of the diet). The quails that received K-breed fat grew faster, they had higher egg production, and the average egg weight. In the quails treated with fat of breed P containing a high level of total cholesterol, rich in PUFA and linoleic acid, there were significantly more low-density lipoproteins in the blood serum (44.9 ± 9.01 mg / dl versus 29.0 ± 5.51 in group K and 28.6 ± 4.81 in the control), higher peroxidation lipids and the highest atherogenic index. The data obtained indicate that the fat of breed K is more useful for animal nutrition than the fat of pigs of breed P and may be a priority in human nutrition. This provides the basis for testing and confirming the results obtained in humans, as well as for pig breeding in the direction of improving the fatty acid composition of meat and fat in the direction of increasing the concentration of saturated fatty acids.

Keywords: fat, breed, quails, growth rate, SFA, cholesterol, atherogenic index

Для цитирования: Бекенёв В.А., Аришин А.А., Каштанова Е.В., Полонская Я.В., Мерзлякова О.Г., Чегодаев В.Г., Бекенева К.А. Влияние жира свиней разного химического состава в рационе перепелок на продуктивность и биохимический состав тканей // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. 2023. Т. 53. № 5. С. 97–108. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-12>

For citation: Bekenev V.A., Arishin A.A., Kashtanova E.V., Polonskaya Ya.V., Merzlyakova O.G., Chegodaev V.G., Bekeneva K.A. Influence of pig fat of different chemical composition in the diet of quails on productivity and biochemical composition of tissues. *Sibirskii vestnik sel'skokhozyaistvennoi nauki = Siberian Herald of Agricultural Science*, 2023, vol. 53, no. 5, pp. 97–108. <https://doi.org/10.26898/0370-8799-2023-5-12>

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest.

Благодарность

Работа выполнена в рамках бюджетных тем по Государственным заданиям: № 0533-2021-0014; № 122031700094-5.

Acknowledgments

The work was carried out within the framework of budget topics under the State assignments: No. 0533-2021-0014; No. 122031700094-5.

ВВЕДЕНИЕ

Улучшение питания населения мясными продуктами является важнейшей проблемой во всем мире, она касается не только количества, но и качественных показателей. Они зависят от самых разнообразных факторов: вида животных, породы, состава кормов, условий содержания, генетических особенностей, интенсивности роста и т.д. Животные разных пород свиней значительно различаются по содержанию жира в тушах, органо-

лептическим свойствам, биологической ценности, химическому составу, особенно – по жирным кислотам [1].

Однако установление различий между породами по качеству жиров не отвечает на вопросы о влиянии продукции с разным составом жиров и холестерина на здоровье человека. По данным исследователей, должна быть более тесная интеграция между сельскохозяйственными науками и наукой о питании человека, поскольку существует тесное

взаимодействие между рационом питания и патогенезом различных распространенных заболеваний¹.

Поэтому для получения мясной продукции высокого качества с оптимальным содержанием питательных веществ необходимы следующие мероприятия. Во-первых, проведение детального изучения уровня холестерина, жирных кислот мяса и сала, окислительных особенностей крови у наиболее отличающихся друг от друга пород свиней и их гибридов. Во-вторых, испытания сала свиней разных пород, значительно различающихся по жирно-кислотному составу и уровню холестерина, в кормлении животных и питания человека. В настоящее время недостаточно знаний о том, какой уровень и вид жирных кислот и антиоксидантов является оптимальным в питании человека для поддержания его здоровья [2–5]. По данным исследователей, хорошей животной моделью для изучения атеросклероза у людей являются цыплята, поскольку у них уровни холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в плазме сходны. Преимущество этого вида в том, что куры всеядны, и у них может развиться спонтанный атеросклероз, подобный человеческому [6]. Птицы, по мнению некоторых ученых, подобны физически активному человеку по энергетическому обмену, у них сходные с людьми характеристики выделения митохондриями свободных радикалов при расщеплении жирных кислот [7].

Цель исследования – установить влияние введения подкожного сала свиней, контрастных по составу туш, химическому составу подкожного жира, особенно по жирным кислотам, в кормовые добавки животным; изучить воздействие на жизнеспособность, продуктивность, биохимический состав тканей птиц с последующей интерпретацией результатов для использования сала в питании населения.

Задача исследования – установить различия между перепелками, находящимися на рационах с разным источником свиного

жира и растительного масла, по интенсивности роста, жизнеспособности, яйценоскости, биохимическим особенностям крови: триглицеридам (ТГ), общему холестерину (ОХ), липопротеинам высокой плотности (ЛПВП), липопротеинам низкой плотности (ЛПНП), атерогенному индексу, уровню свободнорадикального окисления и антиоксидантов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для получения наиболее полезной для здоровья населения свинины и дальнейшей целенаправленной селекции животных проведена оценка качества туш, физико-химических свойств подкожного жира, мяса, органолептических показателей, биохимического состава крови свиней пяти пород, находящихся в одинаковых условиях кормления и содержания на крупном промышленном комплексе «Чистогорский» Кемеровской области.

Ранее проведена оценка откормочных и мясных качеств нескольких пород свиней: кемеровской (К), крупной белой (КБ), ландрас (Л), пьетрен (П), дюрок (Д), получавших одновременно одинаковые корма. Для анализов использовали по пять туш от каждой породы с живой массой при убое 95–100 кг [8].

Две значительно отличающихся друг от друга по убойным показателям, качеству подкожного жира (сала), жирно-кислотному составу и уровню холестерина породы К и П взяты для введения их сала в рацион перепелок, использованных в эксперименте в качестве модельного объекта.

Для исследований диетических качеств подкожного жира сформировано три группы рэндомически отобранных цыплят перепелок сразу после вылупления по 60 особей (см. табл. 1). Условия содержания соответствовали зоотехническим рекомендациям. Перепелкам вводили в рацион жир в количестве 3,0–3,5% от массы рациона, перепелкам контрольной группы 1 – подсолнечное масло, группы 2 – подкожный жир свиней породы

¹Christophersen O.A. and Haug A. Animal products, diseases and drugs: a plea for better integration between agricultural sciences, human nutrition and human pharmacology // *Lipids in Health and Disease*. 2011. Vol. 10. P. 16. DOI: 10.1186/1476-511X-10-16.

Табл. 1. Схема опыта
Table 1. Scheme of the experiment

Группа	Численность животных, гол.	Условия кормления
1 (контрольная)	60	ОР + растительное масло
2 (опытная)	60	ОР + подкожный жир породы К
3 (опытная)	60	ОР + подкожный жир породы П

Примечание. ОР – основной рацион, сбалансированный по нормам ВНИИТИП.

К, перепелкам группы 3 – подкожный жир свиней породы П. Использовали подсолнечное масло со следующим составом жирных кислот (%): пальмитолеиновая С 16 : 1 – 0,1, пальмитиновая С 16 : 0 – 6,2, линоленовая С 18 : 3 – 0,1, линолевая С 18 : 2 – 68,1, олеиновая С 18 : 1 – 19,5, стеариновая С 18 : 0 – 4,4, гандоиновая 20 : 1 – 0,2, арахидовая 20 : 0 – 0,4, бегеновая 22 : 0 – 0,7, эруковая С 22 : 1 – 0,1, лигноцеридовая С 24 : 0 – 0,2. Состав жирных кислот, холестерина подкожного жира свиней, жирных кислот подсолнечного масла определяли в лаборатории Института органической химии СО РАН липидной экстракцией хлороформом/метанолом согласно Folch, 1957 г. Чистоту липидов проверяли и выделяли флеш-хроматографией. Определение состава жирных кислот мышечной ткани и шпика проводили на газовом хроматографе HP 6890 (Hewlett Packard, Германия).

Комбикорм для перепелок изготавливали в соответствии с основными требованиями: сбалансированность, высокая калорийность и необходимая степень измельчения (см. сноску 2). Структура и питательность комбикорма для перепелок, соответствующая нормативам, представлена в табл. 2.

Опыт проводили согласно общепринятой методике. Структура и питательность комбикорма для перепелок соответствовали нормативам³.

Табл. 2. Структура и питательность комбикормов для перепелок, %

Table 2. Structure and nutritional value of compound feed for quails, %

Компонент	Возраст перепелок, дни	
	0–30	31–60 и старше
Пшеница фуражная	44,5	57,0
Соя экструдированная	20,0	12,0
Жмых подсолнечный	10,0	10,0
Мука мясо-растительная	–	10,0
Мука рыбная	12	–
Дрожжи кормовые	7	5
Жир (растительный/животный)	3,5	3,0
Премикс	1,0	1,0
Мел кормовой	1,0	1,0
Трикальцийфосфат	1,0	1,0
<i>В 100 г комбикорма содержится, %</i>		
Обменная энергия, МДж	1,258	1,256
Сырой протеин	26,4	23,2
Лизин	1,49	1,21
Метионин + цистин	0,90	0,79
Сырая клетчатка	3,7	3,8
Кальций	1,46	1,84
Фосфор доступный	0,86	1,01
Натрий	0,48	0,48

Изучен прирост перепелок, их яйценоскость и масса яиц. У 10 птиц из каждой группы, забитых в 8- и 23-недельном возрасте, проведено исследование сыворотки крови на содержание общего холестерина, ЛПВП и ЛПНП, триглицеридов, общего белка, альбуминов, глюкозы, антиоксидантов, уровня продуктов перекисного окисления липидов (ПОЛ) в ЛПНП и окислительную резистентность ЛПНП. Определение антиокислительной активности сыворотки крови проводили на анализаторе FORM Plus 3000 (Италия) при помощи наборов Callegari 1930 для определения FORD (Free Oxygen Radicals Defence) (Италия) согласно инструкции к набору.

²Рекомендации по кормлению сельскохозяйственной птицы // РАСХН; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИИТИП / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова, И.А. Егорова, Т.М. Околеловой. Сергиев Посад. 2003. 142 с.

³Методика проведения научных и производственных исследований по кормлению сельскохозяйственной птицы // РАСХН; МНТЦ «Племптица»; ГНУ ВНИИТИП / под общ. ред. В.И. Фисинина и Ш.А. Имангулова. Сергиев Посад. 2000. 33 с.

Исходный уровень продуктов ПОЛ в ЛПНП и окислительную резистентность ЛПНП *in vitro* в сыворотке определяли по методу Ю.И. Рагино и др.⁴. Сывороточный ЛПНП получали путем осаждения с помощью буферного гепарина, промывали и растворяли в 1 М растворе NaCl. Окислительную модификацию ЛПНП проводили в изотоническом растворе NaCl, содержащем ионы Cu^{2+} при 37 °С. Степень окисления ЛПНП оценивали флуориметрическим методом по концентрации одного из конечных продуктов ПОЛ – малонового диальдегида (MDA) в начале (до окисления); после 3, 6, 15 и 30 мин инкубации – на спектрофлуориметре Versafluor. Концентрацию ТГ, ОХ, ЛПВП, глюкозы, аспаратаминотрансферазы определяли энзиматическим методом с использованием наборов «Thermo Fisher Scientific» (Финляндия) на биохимическом анализаторе «Konelab Prime 30i» (Thermo Fisher Scientific, Финляндия). ЛПНП вычисляли по формуле Фридвальда. Статистическую обработку результатов проводили по пакету прикладных программ Статистика 6.1 для Windows. Результаты представлены как средние значения с их стандартной ошибкой ($M \pm SE$). Различия считали статистически достоверными при $p \leq 0.05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характеристика сала свиней разных пород

Свиньи изучаемых пород значительно различались по толщине шпика, качественным показателям соленого сала. Толщина шпика

на уровне 6–7-го грудных позвонков при живой массе 100 кг оказалась следующей (мм):

КБ – 32,9, К – 35,1, Л – 32,3, Д – 32,7 и П – 21,1. Так, по всем исследуемым показателям (внешнему виду, нежности, вкусу) лучше всех выглядело сало свиней породы К (см. табл. 3). Сало свиней породы П было очень тонким, не имело характерного для хорошего сала розоватого оттенка. Соленое сало, полученное от свиней породы К, на вкус сибирских дегустаторов было наилучшим по всем параметрам.

В подкожном сале свиней породы К содержалось больше жира, чем у П ($88,1 \pm 4,80\%$ против $80,4 \pm 1,93$) (см. табл. 4). В жире породы К было больше всего насыщенных жирных кислот ($41,56$ против $38,28\%$), особенно пальмитиновой – $25,62 \pm 0,87$ против $23,0 \pm 0,59\%$ у породы П ($p < 0,05$), миристиновой – $1,4 \pm 0,16$ против $1,1 \pm 0,13\%$. Линолевой ПНЖК, наоборот, у них было меньше – $15,08 \pm 0,72\%$ против $19,22 \pm 1,6$ ($p < 0,05$). Общего холестерина в жире сала свиней породы К содержалось $0,16 \pm 0,02\%$ против $0,26 \pm 0,02\%$ ($p < 0,01$) в жире сала породы П, то есть в 1,5 раза меньше. В 100 г сала у породы К содержалось холестерина (мг) 140, П – 209.

Рост, развитие и продуктивность перепелок

Изучено развитие перепелок от момента вылупления из яиц до 165-дневного возраста (23,6 нед). Большой разницы между группами не выявлено, хотя отмечена тенденция превосходства группы 2 (К) по живой массе

Табл. 3. Качество соленого сала свиней разных пород

Table 3. The quality of salted fat of pigs of different breeds

Число дегустаторов	Порода	Вкус	Нежность	Внешний вид	Средний балл
14	Пьетрен	$2,6 \pm 0,3^*$	$1,9 \pm 0,2^{**}$	$2,8 \pm 0,3^*$	$2,4 \pm 0,2^{**}$
14	Кр. белая	$3,3 \pm 0,2$	$2,4 \pm 0,3^*$	$3,0 \pm 0,3^*$	$2,9 \pm 0,3^*$
14	Дюрок	$3,4 \pm 0,2$	$2,9 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,3$	$3,2 \pm 0,2$
14	Ландрас	$3,2 \pm 0,1^*$	$2,5 \pm 0,2^*$	$3,0 \pm 0,2^{**}$	$2,9 \pm 0,2^*$
14	Кемеровская	$3,9 \pm 0,2$	$3,5 \pm 0,3$	$4,2 \pm 0,2$	$3,9 \pm 0,2$

Здесь и в табл. 4, 6:

*Разница по сравнению с породой К достоверна при $p < 0,05$.

** При $p < 0,01$.

⁴Патент № 2216738 РФ. Способ оценки антиоксидантного потенциала липопротеинов низкой плотности / Ю.И. Рагино, Е.В. Березовская, Ю.П. Никитин. Приоритет от 14.09.2001 г.

Табл. 4. Жирные кислоты сала, %

Table 4. Fatty acids of fat, %

Жирная кислота	Порода свиней	
	Кемеровская (n = 5)	Пьетрен (n = 5)
Миристиновая С 14 : 0	1,4 ± 0,07	1,1 ± 0,13
Пентадекановая С 15 : 0	0	0,1 ± 0
Пальмитиновая С 16 : 0	25,62 ± 0,87	23 ± 0,59*
Гептадекановая С 17 : 0	0,3 ± 0,03	0,42 ± 0,06
Стеариновая С 18 : 0	13,72 ± 0,3	13,34 ± 0,95
Арахидиновая С 20 : 0	0,52 ± 0,16	0,32 ± 0,07
Сумма НЖК	41,56	38,28
Пальмитолеиновая С 16 : 1	2,36 ± 0,14	2,08 ± 0,2
Гептадеценная С 17 : 1	0,28 ± 0,04	0,34 ± 0,04
Олеиновая С 18 : 1	34,78 ± 0,63	33 ± 0,91
Октадеценная С 18 : 1 (элаиновая)	4,84 ± 0,49	4,98 ± 0,35
Эйкозеновая С 20 : 1 (гандоиновая)	0,84 ± 0,29	1,3 ± 0,31*
Сумма МНЖК	43,1	41,7
Линолевая С 18 : 2 (ω-6)	15,08 ± 0,72	19,22 ± 1,6*
Эйкозатриеновая С 20 : 3 (ω-6) (γ-линоленовая)	0	0
Арахидононовая С 20 : 4 (ω-6)	0,1 ± 0	0,1 ± 0
Докозапентаеновая С 22 : 5 (ω-3)	0	0,1 ± 0
Докозагексаеновая С 22 : 6 (ω-3)	0	0
Сумма ПНЖК	15,18	19,42
Холестерин, %	0,16 ± 0,02	0,26 ± 0,02**
Содержание жира, %	88,1 ± 2,14	80,4 ± 1,93*

перепелок в 60-суточном возрасте и по сниженной затрате корма на прирост. Так, при достижении 60-дневного возраста живая масса перепелок группы 1 составила 204,3 г, группы 2 – 213,5, группы 3 – 208,7 г, то есть в группе 2 она оказалась выше на 4,5% ($p < 0,1$). Затраты корма у перепелок за период выращивания на 1 г прироста составили 8,2; 7,5 и 8,0 г соответственно (см. табл. 5).

Птицы, в рацион которых включали подкожный жир породы К, в 60-дневном возрасте имели тенденцию превосходства над контрольными по живой массе и приросту тела. Затраты корма на единицу прироста оказались в группе 2 меньше на 8,2%. В 70-дневном возрасте из всех групп были рандомически отобраны по 10–13 петушков и по 6 курочек для дальнейшего выращивания с целью последующего убоя и отбора проб биологического материала. За 90-дневный период выращивания, то есть до достижения 165-дневного возраста, живая масса петушков группы 1 увеличилась на 8,3 г, группы 2 – на 4,9 и группы 3 – на 7,9 г. При этом в 165-дневном возрасте живая масса их составила соответственно 194,5; 200,9 и 195,7 г, то есть оказалась немного выше в группе 2. По химическому составу грудной мышцы в возрасте 165 дней по большинству параметров существенной разницы между группами не отмечено.

Яйценоскость на одну несушку за 92 дня в группе 1 составила 62,7 яиц, в группе 2 – 71,3 и в группе 3 – 63,5 яйца, затраты корма

Табл. 5. Сохранность, прирост живой массы и затраты корма на прирост перепелок

Table 5. Survival, live weight gain and feed costs for the growth of quails

Показатель	Группа		
	1 (контрольная)	2 (опытная)	3 (опытная)
Численность перепелок, гол.	60	60	60
Сохранность, %	95	95	97
Живая масса при вылуплении, г	9,03 ± 0,13	9,13 ± 0,14	9,08 ± 0,14
Живая масса в 30 дней	118,3 ± 2,04	124,2 ± 2,22	126,3 ± 1,96
Живая масса в 60 дней	204,3 ± 3,45	213,5 ± 3,47	208,7 ± 2,89
Среднесуточный прирост за 60 дней, г	3,25 ± 0,05	3,41 ± 0,06	3,33 ± 0,05
Среднесуточный прирост к контролю, %	100	104,9	102,5
Затраты корма (г на 1 г прироста)	8,2	7,5	8,0

на 10 яиц составили соответственно 0,525; 0,412 и 0,507 кг. Средняя масса яйца оказалась наибольшей у курочек из группы 2 – $11,38 \pm 0,16$ г против $11,23 \pm 0,18$ г в контроле и $10,65 \pm 0,09$ г в группе 3 ($p < 0,01$).

В желтке яиц перепелов, получающих с кормом жир свиней обеих пород, было больше аминокислот валина и изолейцина, чем в контроле. В белке яиц группы 3 отмечено больше гистидина на 0,23% ($p < 0,01$), но меньше на 0,14% изолейцина ($p < 0,01$), чем в контроле. Таким образом, можно сделать предварительное заключение о том, что кормовая добавка растущему молодняку перепелок, включающая жир свиней породы К, в котором содержится больше насыщенных жирных кислот и меньше холестерина, ведет к увеличению скорости роста, улучшению яйценоскости и укрупнению яиц по сравнению с другими группами.

Результаты исследований биохимического состава крови перепелок в 8- и 23-недельном возрасте

У перепелок, получавших с кормом жир свиней, в сыворотке крови в 23-недельном

возрасте оказалось больше триглицеридов по сравнению с птицей, получавшей растительное масло (см. табл. 6).

Так, в группе К содержалось ТГ $123,7 \pm 11,39$ мг/дл против $90,0 \pm 9,23$ в контрольной ($p < 0,01$) и $107,8 \pm 12,02$ мг/дл в группе П. По содержанию общего холестерина в обеих возрастных группах существенных различий не наблюдали с некоторой тенденцией превосходства в группах 2 и 3 по сравнению с контрольной в 23-месячном возрасте.

У перепелок, получавших в качестве добавки растительное масло, как в 8-, так и в 23-недельном возрасте наблюдали тенденцию повышенного содержания ЛПВП в сыворотке крови, особенно в сравнении с птицей, получавшей жир породы П. И, наоборот, ЛПНП было у них несколько меньше (см. табл. 6).

Исследования ПОЛ сыворотки крови показали, что в 23-недельном возрасте исходный уровень продуктов ПОЛ в ЛПНП у птиц, получавших жир свиней породы П был наибольшим ($1,91$ нмоль МДА/мг белка) против $1,14$ нмоль МДА/мг белка в контроле

Табл. 6. Биохимический состав крови перепелок в 23-недельном возрасте
Table 6. The biochemical composition of the blood of quails at 23 weeks of age

Показатель	Группа 1 (контрольная)	Группа 2 (кемеровская)	Группа 3 (пьетрен)
ТГ, мг/дл	$90,0 \pm 9,23$	$123,7 \pm 11,39^*$	$107,8 \pm 12,02$
ОХ, мг/дл	$128,7 \pm 12,97$	$130,4 \pm 10,22$	$137,7 \pm 15,38$
FORD, mmol/l	$2,3 \pm 0,07$	$2,2 \pm 0,09$	$2,2 \pm 0,06$
ПОЛ (0 мин) нмоль МДА/мг белка	$1,1 \pm 0,2$	$1,7 \pm 0,31$	$1,9 \pm 0,23^*$
ПОЛ (30 мин) нмоль МДА/мг белка	$3,8 \pm 0,39$	$4,5 \pm 0,53$	$3,8 \pm 0,45$
ЛПВП, мг/дл	$81,7 \pm 7,42$	$77,1 \pm 4,81$	$71,2 \pm 6,7$
ЛПНП, мг/дл	$29,0 \pm 5,51$	$28,6 \pm 4,81$	$44,9 \pm 9,01$
АИ, усл. ед.	$0,57 \pm 0,06$	$0,69 \pm 0,69$	$0,93 \pm 0,10^{**}$
ОБ, г/л	$24,3 \pm 3,01$	$25,3 \pm 2,31$	$25,4 \pm 2,12$
Ал, г/л	$9,2 \pm 0,95$	$9,7 \pm 0,48$	$9,8 \pm 0,76$
Гл, ммоль/л	$10,0 \pm 1,32$	$9,2 \pm 0,88$	$10,5 \pm 0,93$

Примечание. ЖВ – живой вес, ТГ – триглицериды, ОХ – общий холестерин, АОА (FORD) – антиокислительная активность, ПОЛ 0 – перекисное окисление липидов, исходный уровень, ПОЛ 30 – окислительная резистентность ЛПНП, ЛПВП – липопротеины высокой плотности, ЛПНП – липопротеины низкой плотности, ОБ – общий белок, Ал – альбумины, Гл – глюкоза, АИ – атерогенный индекс.

(растительное масло) ($p < 0,01$) и 1,65 нмоль МДА/мг белка у перепелок, получавших жир породы К.

Через 30 мин после принудительного окисления уровень ПОЛ (МДА) у птиц, получавших добавки растительного масла, увеличился по сравнению с исходным уровнем в 3,31 раза ($p < 0,001$) против показателей – в 2,73 ($p < 0,001$) и 2,01 раза ($p < 0,001$) – птиц, получавших добавки соответственно жира породы К и жира породы П. Таким образом, ЛПНП сыворотки крови под принудительным окислением оказались несколько сильнее подвержены ПОЛ под влиянием растительного масла, меньше всего – под влиянием жира породы П. По данным эксперимента 32 обсервационных исследований добавок жирных кислот, поступающих с пищей (530 525 участников эксперимента), установлено следующее. Относительный риск ишемической болезни сердца составляет 1,02 для насыщенных, 0,99 для мононенасыщенных, 0,93 для длинноцепочечных полиненасыщенных ω -3; 1,01 для ω -6 полиненасыщенных и 1,16 для трансжирных кислот [2], то есть связь между заболеваниями коронарных артерий и потреблением общих насыщенных жирных кислот (НЖК) не подтвердилась.

Не найдено убедительной связи между насыщенными жирами и смертностью от ИБС в последующем систематическом обзоре и метаанализе наблюдательных исследований [9]. Сделан вывод о том, что насыщенные жиры не связаны со смертностью от ССЗ, ИБС, ишемического инсульта или диабета 2-го типа, но доказательства неоднородны с методологическими ограничениями. Молочный жир, который содержит большое количество насыщенных жирных кислот, на самом деле уменьшает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний⁵.

В наших исследованиях сало свиней пород К и П, которое скармливали перепелкам, значительно отличалось по концентрации миристиновой, пальмитиновой и линолевой жирных кислот. Если миристиновой и паль-

митиновой жирных кислот отмечено больше у породы К, то линолевой – у породы П.

Некоторые ученые считают, что пальмитиновая кислота (С 16 : 0) связана с неблагоприятными сердечно-сосудистыми событиями, высокие уровни ее в крови связаны с высоким риском возникновения и прогрессирования ИБС [10]. По данным других исследователей, более высокое потребление линолевой кислоты (ЛК) связано с более низким риском ИБС в зависимости от дозы [11].

В наших исследованиях перепела группы 3 получали свинной жир с высокой концентрацией ПНЖК и особенно линолевой жирной кислоты, которые являются основным источником перекисного окисления липидов. Известно, что при этом в крови и тканях появляются высокие концентрации продуктов перекисного окисления липидов, в частности – малонового диальдегида, дестабилизирующего клеточные мембраны, вызывая атеросклеротические изменения, углубляющиеся при стрессовых воздействиях, при нарушении баланса между образованием и улавливанием свободных радикалов [12–14].

Полученные данные свидетельствуют об отсутствии различий в АОА холестерина сыворотки крови перепелок в зависимости от вида скармливаемого им жира (см. табл. 6) При этом в исходном уровне ПОЛ было выше у перепелок группы 3 ($p < 0,05$), которым скармливали жир свиней породы П, характеризующегося большим содержанием ПНЖК ($1,9 \pm 0,23$ нмоль МДА/мг белка в группе 3, $1,7 \pm 0,31$ в группе 2 и $1,1 \pm 0,20$ нмоль МДА/мг белка в контрольной группе 1).

Содержание ОХ в крови перепелок 23-недельного возраста по сравнению с 8-недельным под влиянием длительного кормления добавками используемых жиров значительно уменьшилось, в том числе в контрольной группе в 1,49 раза ($p < 0,001$), в группе 2 – в 1,58 раза ($p < 0,001$) и в группе 3 – в 1,32 раза ($p < 0,05$). Если в целом по всем группам отмечена положительная корреляция между ТГ и ОХ ($r = 0,73$), то в группах, где птицы

⁵Peter Elwood. The myth of fat-reduced milk and dairy foods. NFU Cymru Briefing 5th February 2015. URL: <https://www.nfu-cymru.org.uk/milk-health-website-piece/>.

получали свиной жир, повышение уровня ТГ сопровождалось снижением ОХ. Существенной разницы по ОХ между группами не наблюдали как в 8-, так и в 23-недельном возрасте. Уровень ЛПВП и ЛПНП с возрастом значительно снижался во всех подопытных группах перепелок. Уровень ЛПНП в 23-недельном возрасте оказался наиболее высоким у перепелок, получающих с кормом жир породы П, характеризующийся повышенным содержанием ПНЖК и холестерина (44,9 мг/дл против 29,0 в группе 1 и 28,6 мг/дл в группе 2).

Несмотря на повышенный уровень пальмитиновой кислоты в жире свиней породы К, которая способна задерживать «плохой» холестерин (ЛПНП) и провоцирует увеличение сахара в крови у перепелок, потребляющих с кормом этот жир, увеличения глюкозы в сыворотке крови не отмечено. В 8-недельном возрасте в сыворотке крови перепелок группы 1 (контроль) было глюкозы $11,2 \pm 0,96$ ммоль/л, в группе 2 – $10,2 \pm 1,33$ и в группе 3 – $9,7 \pm 1,16$ ммоль/л, в 23-недельном возрасте соответственно $10,0 \pm 1,32$; $9,2 \pm 0,88$ и $10,5 \pm 0,93$ ммоль/л. Содержание глюкозы в сыворотке крови имело довольно высокую степень корреляции с ОХ ($r = 0,44$), ТГ ($r = 0,38$), ЛПВП ($r = 0,66$) и ОБ ($r = 0,38$).

АИ (отношение (ОХ-ЛПВП)/ЛПВП), характеризующий риск развития ишемической болезни сердца, соответственно был самым высоким ($p < 0,01$) у перепелок с повышенным уровнем ЛПНП, получающих в качестве кормовой добавки свиной жир породы П (0,93 против 0,57 и 0,69 в других группах), обладающий пониженным уровнем НЖК (см. табл. 6). В экспериментах Mondé Aké Absalome, Lohoues Essis Claude, Gauze-Gnagne-Agnero Chantal et al. [6], которые изучали влияние разных типов масел (традиционное, промышленное, желтое рафинированное пальмовое масло, арахисовое, хлопковое и соевое), показано, что пальмовое масло во всех его формах, содержащее большой уровень насыщенных жирных кислот, снижает уровень триглицеридов, холестерина, ЛПНП и увеличивает уровень холестерина ЛПВП у цыплят, питающихся этим маслом. Артериальные поражения были меньше у цыплят,

которых кормили пальмовым маслом. Авторы пришли к выводу, что пальмовое масло является одним из растительных масел, которое оказывает защитное действие против атеросклероза.

Полученные данные свидетельствуют о том, что жир, содержащий большое количество НЖК и меньший уровень холестерина, к числу которых относятся подкожный жир свиней и пальмовое масло, могут быть полезными для предотвращения атеросклероза.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование разных типов жира в качестве кормовой добавки, позволяет сделать определенные выводы об их влиянии на рост, развитие животных в течение периода жизни от рождения до достижения взрослого состояния. Перепелки, которым добавляли в корм жир свиней кемеровской породы (группа 2), быстрее росли и в 2-месячном возрасте по живой массе превосходили аналогов контрольной группы, получавшей с кормом растительное масло. Яйценоскость перепелок, кормившихся жиром свиней породы К, за 92 дня с начала яйцекладки была на 8 яиц больше, чем у получающих жир свиней породы П и растительное масло. В биохимическом составе крови перепелок наблюдали определенные отличия. Наблюдала тенденцию превосходства по ОХ в крови у птиц, получавших жир с более высоким его уровнем. Исходный показатель ПОЛ, выраженный в уровне конечного продукта ПОЛ – МДА, был достоверно ($p < 0,05$) выше у птиц, получавших жир с наиболее высоким уровнем ПНЖК (1,9 нмоль/мг белка) против 1,7 в группе 2 и 1,1 нмоль/мг белка в контрольной группе. Однако на окислительную модификацию сильнее реагировали ЛПНП птиц, получавших рацион с растительным маслом, когда ПОЛ возросло в 3,4 раза, против 2,6 раза в группе 2 и в 2 раза в группе 3. АИ оказался выше всего ($p < 0,01$) у перепелок группы 3, получавших рацион, содержащий жир свиней породы П с высоким уровнем ОХ и богатым ПНЖК – 0,93 против 0,69 в группе 2 и 0,57 в контрольной группе 1.

Жир свиней породы К вызывает меньший АИ, чем жир свиней породы П. Можно сделать предварительное заключение, что жир свиней, содержащий больше НЖК, но меньше холестерина и линолевой жирной кислоты, более полезен в питании животных и человека, что требует дальнейших исследований. Впервые на модельном объекте получено доказательство того, что жир животных, содержащий больше НЖК, но меньше ПНЖК, особенно линолевой жирной кислоты и холестерина, при потреблении животными с кормом не отрицательно, а положительно влияет на продуктивность и сердечно-сосудистую систему животных.

Полученные результаты исследований на птице (перепелках), как на модельном объекте, со сходными с людьми характеристиками выделения митохондриями свободных радикалов при расщеплении жирных кислот [7], дают основу для проверки полученных данных на людях и для селекции свиней в направлении увеличения в их жире насыщенных жирных кислот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Jie Zhang, Jie Chai, Zonggang Luo, Hang He, Lei Chen, Xueqin Liu, Qinfei Zhou. Meat and nutritional quality comparison of purebred and crossbred pigs // *Animal Science Journal*. 2018. Vol. 89. N 1. P. 202–210. DOI: 10.1111/asj.12878.
2. Rajiv Chowdhury, Samantha Warnakula, Setor Kunutsor, Francesca Crowe, Heather A Ward, Laura Johnson, Oscar H Franco, Adam S Butterworth, Nita G Forouhi, Simon G Thompson, Kay-Tee Khaw, Dariush Mozaffarian, John Danesh, Emanuele Di Angelantonio. Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis // *Annals of Internal Medicine*. 2014. Vol. 160. P. 398–406. DOI: 10.7326/M13-1788.
3. Fumiaki Ito and Tomoyuki Ito. High-Density Lipoprotein (HDL) Triglyceride and Oxidized HDL: New Lipid Biomarkers of Lipoprotein-Related Atherosclerotic Cardiovascular Disease // *Antioxidants*. 2020. Vol. 9. N 5. P. 362. DOI: 10.3390/antiox9050362.
4. Alexandra T. Wade, Courtney R. Davis, Kathryn A. Dyer, Jonathan M. Hodgson, Richard J. Woodman, Hannah A.D. Keage, Karen J Murphy. A Mediterranean Diet with Fresh, Lean Pork Improves Processing Speed and Mood: Cognitive Findings from the Med Pork Randomised Controlled Trial // *Nutrients*. 2019. Vol. 11. N 7. P. 1521. DOI: org/10.3390/nu11071521.
5. Vittoria Cammisotto, Cristina Nocella, Simona Bartimoccia, Valerio Sanguigni, Davide Francomano, Sebastiano Sciarretta, Daniele Pastori, Mariangela Peruzzi, Elena Cavarretta, Alessandra D'Amico, Valentina Castellani, Giacomo Frati, Roberto Carnevale and SMiLe Group. The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10. N 2. P. 146. DOI: 10.3390/antiox10020146.
6. Mondé Aké Absalome, Lohoues Essis Claude, Gauze-Gnagne-Agnero Chantal, Camara-Cissé Massara, Diomandé Mohenou Isidore, Djessou Sossé Prosper, Sess Essiagne Daniel. Relationship Between Lipid Assessment and Arterial Lesions Observed in Farm Chickens Fed on Different Vegetable Oils // *Journal of Food and Nutrition Sciences*. 2016. Vol. 4. N 5. P. 126–130. DOI: 10.11648/j.jfns.20160405.12.
7. Лу Hoy. Эгоистичная митохондрия. Как сохранить здоровье и отодвинуть старость: монография. Санкт-Петербург: Питер. 2020. 304 с.
8. Bekenev V.A., Garcia A., Arishin A.A., Ragino Yu.I., Polonskaya Ya.V., Bolshakova-botsan I.V. The ratio of qualitative indicators of pork with lipid metabolism in pigs of different breeds // *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018. Vol. 9. N 5. P. 2326–2334.
9. de Souza R.J., Mente A., Maroleanu A., Adriana I. Cozma, Ha Vanessa, Kishibe Teruko, Elizabeth Uleryk, Patrick Budylowski, Holger Schünemann, Joseph Beyene, Sonia S. Anand. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies // *British Medical Journal*. 2015. Vol. 11. P. 351:h3978. DOI: 10.1136/bmj.h3978.
10. Shramko V.S., Polonskaya Y.V., Kashtanova E.V., Stakhneva E.M., Ragino Y.I. The Short Overview on the Relevance of Fatty Acids for Human Cardiovascular Disorders // *Biomolecules*. 2020. Vol. 10. P. 1127. DOI: 10.3390/biom10081127.

11. Farvid M.S., Ding M., Pan A., Sun Q., Chiuve S.E., Steffen L.M., Willett I., Frank B. Dietary Linoleic Acid and Risk of Coronary Heart Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies // *Circulation*. 2014. Vol. 130. P. 1568–1578. DOI: 10.1161/circulationaha.114.010236.
12. Silvana Hrelia and Cristina Angeloni. New Mechanisms of Action of Natural Antioxidants in Health and Disease // *Antioxidants*. 2020. Vol. 9. N 4. P. 344. DOI: 10.3390/antiox9040344.
13. Elodie Bacou, Carrie Walk, Sebastien Rider, Gilberto Litta and Estefania Perez-Calvo. Dietary Oxidative Distress: A Review of Nutritional Challenges as Models for Poultry, Swine and Fish // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10, N 4. P. 525. DOI: 10.3390/antiox10040525.
14. Jean-Marc Zingg, Adelina Vlad and Roberta Ricciarelli. Oxidized LDLs as Signaling Molecules // *Antioxidants*. 2021. Vol. 10. N 8. P. 1184. DOI: 10.3390/antiox10081184

REFERENCES

1. Jie Zhang, Jie Chai, Zonggang Luo, Hang He, Lei Chen, Xueqin Liu, Qinfei Zhou. Meat and nutritional quality comparison of purebred and crossbred pigs // *Animal Science Journal*. 2018. vol. 89, no. 1, pp. 202–210. DOI:10.1111/asj.12878.
2. Rajiv Chowdhury, Samantha Warnakula, Setor Kunutsor, Francesca Crowe, Heather A Ward, Laura Johnson, Oscar H Franco, Adam S Butterworth, Nita G Forouhi, Simon G Thompson, Kay-Tee Khaw, Dariush Mozaffarian, John Danesh, Emanuele Di Angelantonio. Association of dietary, circulating, and supplement fatty acids with coronary risk: a systematic review and meta-analysis. *Annals of Internal Medicine*, 2014, vol. 160, pp. 398–406. DOI: 10.7326/M13-1788.
3. Fumiaki Ito and Tomoyuki Ito. High-Density Lipoprotein (HDL) Triglyceride and Oxidized HDL: New Lipid Biomarkers of Lipoprotein-Related Atherosclerotic Cardiovascular Disease. *Antioxidants*, 2020, vol. 9, no. 5, pp. 362. DOI: 10.3390/antiox9050362.
4. Alexandra T. Wade, Courtney R. Davis, Kathryn A. Dyer, Jonathan M. Hodgson, Richard J. Woodman, Hannah A. D. Keage, Karen J Murphy. A Mediterranean Diet with Fresh, Lean Pork Improves Processing Speed and Mood: Cognitive Findings from the Med Pork Randomised Controlled Trial. *Nutrients*, 2019, vol. 11, no. 7, p. 1521. DOI: 10.3390/nu11071521.
5. Vittoria Cammisotto, Cristina Nocella, Simona Bartimoccia, Valerio Sanguigni, Davide Francomano, Sebastiano Sciarretta, Daniele Pastori, Mariangela Peruzzi, Elena Cavarretta, Alessandra D'Amico, Valentina Castellani, Giacomo Frati, Roberto Carnevale and SMiLe Group. The Role of Antioxidants Supplementation in Clinical Practice: Focus on Cardiovascular Risk Factors. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, no. 2, p. 146. DOI: 10.3390/antiox10020146.
6. Mondé Aké Absalome, Lohoues Essis Claude, Gauze-Gnagne-Agnero Chantal, Camara-Cissé Massara, Diomandé Mohenou Isidore, Djessou Sossé Prosper, Sess Essiagne Daniel. Relationship Between Lipid Assessment and Arterial Lesions Observed in Farm Chickens Fed on Different Vegetable Oils. *Journal of Food and Nutrition Sciences*, 2016, vol. 4, no. 5, pp. 126–130. DOI: 10.11648/j.jfns.20160405.12.
7. Lee Know. *Selfish mitochondrion. How to maintain health and push back old age*. St. Petersburg, Peter. 2020. 304 p. (In Russian).
8. Bekenev V.A., Garcia A., Arishin A.A., Ragino Yu.I., Polonskaya Ya.V., Bolshakova-botsan I.V. The ratio of qualitative indicators of pork with lipid metabolism in pigs of different breeds *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2018, Vol. 9, no. 5, pp. 2326–2334.
9. de Souza R.J., Mente A., Maroleanu A., Adriana I. Cozma, Ha Vanessa, Kishibe Teruko, Elizabeth Uleryk, Patrick Budyłowski, Holger Schünemann, Joseph Beyene, Sonia S. Anand. Intake of saturated and trans unsaturated fatty acids and risk of all cause mortality, cardiovascular disease, and type 2 diabetes: systematic review and meta-analysis of observational studies. *British Medical Journal*, 2015, vol. 11, pp. 351:h3978. DOI: 10.1136/bmj.h3978.
10. Shramko V.S., Polonskaya Y.V., Kashtanova E.V., Stakhneva E.M and Ragino Y.I. The Short Overview on the Relevance of Fatty Acids for Human Cardiovascular Disorders. *Biomolecules*, 2020, vol. 10, pp. 1127. DOI: 10.3390/biom10081127.
11. Farvid M.S., Ding M., Pan A., Sun Q., Chiuve S.E., Steffen L.M., Willett I., Frank B. Dietary Linoleic Acid and Risk of Coronary Heart Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Circulation*, 2014, vol. 130, pp. 1568–1578. DOI: 10.1161/circulationaha.114.010236.

12. Silvana Hrelia and Cristina Angeloni. New Mechanisms of Action of Natural Antioxidants in Health and Disease. *Antioxidants*, 2020, vol. 9, no. 4, p. 344. DOI: 10.3390/antiox9040344.
13. Elodie Bacou, Carrie Walk, Sebastien Rider, Gilberto Litta and Estefania Perez-Calvo. Dietary Oxidative Distress: A Review of Nutritional Challenges as Models for Poultry, Swine and Fish. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, no. 4, pp. 525. DOI: 10.3390/antiox10040525.
14. Jean-Marc Zingg, Adelina Vlad and Roberta Ricciarelli. Oxidized LDLs as Signaling Molecules. *Antioxidants*, 2021, vol. 10, no. 8, p. 1184. DOI: 10.3390/antiox10081184.

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

✉ **Бекенёв В.А.** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий лабораторией; **адрес для переписки:** Россия, 630054 г. Новосибирск, ул. Степная, 34, кв. 116; e-mail: bekenev@ngs.ru

Аришин А.А., доктор биологических наук

Каштанова Е.В., руководитель лаборатории, доктор медицинских наук

Полонская Я.В. старший научный сотрудник, доктор медицинских наук

Мерзлякова О.Г., старший научный сотрудник

Чегодаев В.Г., старший научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук

Бекенева К.А., студентка 5-го курса

AUTHOR INFORMATION

✉ **Vitaly A. Bekenev**, Doctor of Science in Agriculture, Professor, Head Researcher, Laboratory Head; **address:** Apt. 116, 34, Stepnaya St., Novosibirsk, 630054, Russia; e-mail: bekenev@ngs.ru

Anatoly A. Arishin, Doctor of Science in Biology

Elena V. Kashtanova, Laboratory Head, Doctor of Science in Medicine

Yana V. Polonskaya, Senior Researcher, Doctor of Science in Medicine

Olga G. Merzlyakova, Senior Researcher

Victor G. Chegodaev, Senior Researcher, Candidate of Science in Agriculture

Kseniya A. Bekeneva, 5th year student

Дата поступления статьи / Received by the editors 29.03.2023
Дата принятия к публикации / Accepted for publication 17.05.2023
Дата публикации / Published 20.06.2023