ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 1 (21)
2023

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

Научно-практический журнал

№ 1 (21), 2023

Волгоград
Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции
2023

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Research & Practice Journal

Issue 1 (21), 2023

Volgograd

Volga Region Research Institute of Manufacture and
Processing of Meat-and-Milk Production
2023

УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА:

ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции» (ГНУ НИИММП)

ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

№ 1 (21), 2023

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Реестровая запись о регистрации средства массовой информации
ПИ № ФС77-83113
от 11 апреля 2022 г.

Подписной индекс в каталоге «Урал-Пресс»: ***ВН018570***

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 1 (21), 2023

Публикуются результаты фундаментальных и прикладных исследований теоретико-методологических и практических проблем в различных областях науки и практики (прежде всего в сфере АПК), предлагаются пути их решения.
Журнал включен в библиографическую базу данных Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). Электронная версия журнала размещена на сайте ГНУ НИИММП: http://volniti.ucoz.ru/
Официальный партнер международной организации DOI Foundation (IDF) и международного регистрационного агентства CrossRef.

Главный редактор – Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель редакционного совета, главный научный сотрудник ГНУ НИИММП, заведующий кафедрой ТПП ФГБОУ ВО ВолгГТУ.
Заместитель главного редактора – **Сложенкина М.И.,** доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП.
Ответственный редактор – Суркова С.А., старший научный сотрудник ГНУ НИИММП.

THE MAGAZINE FOUNDER:

Volga region research institute of manufacture and processing of meat-and-milk production (VRIMMP)

ISSN 2618-7353
DOI: 10.31208/2618-7353

Issue 1 (21), 2023

The Journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Communication, Information Technologies and Mass Media. The Mass Media Register entry
PI No FS77-83113
dated April 11, 2022

Subscription Index in the Cataloge "Ural-Press": ***BH018570***

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 1 (21), 2023

Results of fundamental and applied researches of conceptual, methodological and experimental issues in different spheres of science and practice (preferably in sphere of Agro-Industrial Complex), ways of solution are published in the journal.
The journal is included in the bibliographic database of scientific publications Russian Science Citation Index (RINTS). Electronic version of the journal is placed on the Internet site at this address: http://volniti.ucoz.ru.
Official partner of the International Organization DOI Foundation (IDF) and the International Registration Agency CrossRef.

Editor-in-Chief – **Gorlov I.F.,** Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP), Head of Department FPT VSTU.
Deputy Editor-in-Chief – Slozhenkina M.I., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS, Director of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP).
Executive editor – Surkova S.A., Senior Researcher of Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production (VRIMMP).

При перепечатке материалов ссылка на журнал обязательна.

За содержание статьи, достоверность приведённых данных и цитат ответственность несёт автор (авторы)

МЕЖДУНАРОДНЫЙ РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Главный редактор – Горлов И.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, председатель редакционного совета, главный научный сотрудник ГНУ НИИММП
https://ru.wikipedia.org/wiki/ Горлов,_Иван_ Фёдорович

Заместитель главного редактора – **Сложенкина М.И.,** доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор ГНУ НИИММП
http://www.volniti.ucoz.ru›index/direktor_instituta/0-73

Панфилов В.А., доктор технических наук, профессор, академик РАН, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
https://www.timacad.ru/phone/contact/869

Юлдашбаев Ю.А., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
https://www.timacad.ru/phone/contact/1632

Титов Е.И., доктор технических наук, профессор, академик РАН, Московский государственный университет пищевых производств
https://ru.wikipedia.org/wiki/Титов,_Евгений_ Иванович

Гущин В.В., доктор сельскохозяйственных наук, член-корреспондент РАН, Всероссийский НИИ птицеперерабатывающей промышленности
https://vniipp.ru/institut/sotrudniki/gushhin-viktor-vladimirovich/

Алиреза Сеидави, доктор, Иранский университет в Раште (провинция Гилан, Иран)
http://ijas.iaurasht.ac.ir

Салаев Б.К., доктор биологических наук, доцент, Калмыцкий ГУ
https://kalmgu.ru/staff/salaev-badma-katinovich/

Селионова М.И., доктор биологических наук, профессор, РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева
https://www.timacad.ru/phone/contact/1735

Радчиков В.Ф., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству (Беларусь)
http://belniig.by/ru/laboratories

Узаков Я.М., доктор технических наук, профессор, Алматинский технологический университет (Казахстан)
https://atu.edu.kz/fft/ru/main/teachers/food

Петрович М., доктор, Балканский научный центр РАЕН (Белград, Сербия)
https://www.raen-bnc.info/odeljenja_ru.php?grupa=биотехнология_и_технология&&id=34&&pagenumber=#popup1

INTERNATIONAL EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief – **Gorlov I.F.,** Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of VRIMMP

Deputy Editor-in-Chief – **Slozhenkina M.I.,** Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS, Director of VRIMMP

Panfilov V.A., Dr. Sci. (Technology), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Yuldashbayev Y.A., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Titov E.I., Dr. Sci. (Technology), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Moscow State University of Food Production

Goushchin V.V., Dr. Sci. (Agriculture), Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Scientific Research Institute of Poultry Processing Industry

Alireza Seidavi, Dr. Sci., Islamic Azad University, Rasht Branch (Rasht, Iran)

Salaev B.K., Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Kalmyk State University

Selionova M.I., Dr. Sci. (Biology), Professor, Russian State Agrarian University-Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Radchikov V.F., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Scientific-Practical Center of Belarus National Academy of Sciences on Animal Breeding (Belarus)

Uzakov Y.M., Dr. Sci. (Technology), Professor, Almaty Technological University (Kazakhstan)

Petrovich Milan, Dr. Sci., Balkan Centre of the Russian Academy of Natural Sciences (Belgrade, Serbia)

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Мирошников С.А., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Оренбургский ГУ

Федоров Ю.Н., доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН, Всероссийский НИТИ биологической промышленности

Храмова В.Н., доктор биологических наук, профессор, Волгоградский ГТУ

Дускаев Г.К., доктор биологических наук, профессор РАН, ФНЦ биологических систем и агротехнологий РАН

Мосолова Н.И., доктор биологических наук, ГНУ НИИММП

Комарова З.Б., доктор сельскохозяйственных наук, доцент, ГНУ НИИММП

Кайшев В.Г., доктор экономических наук, профессор, академик РАН, Ставропольский ГАУ

Антипова Т.А., доктор биологических наук, НИИ детского питания

Чамурлиев Н.Г., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Варакин А.Т., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Волгоградский ГАУ

Тихонов С.Л., доктор технических наук, профессор, Уральский ГЭУ

Сычева О.В., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Ставропольский ГАУ

Шахбазова О.П., доктор биологических наук, доцент, Донской ГАУ

Натыров А.К., доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Калмыцкий ГУ

Гиро Т.М., доктор технических наук, профессор, Саратовский ГУ генетики, биотехнологии и инженерии

Скворцова Л.Н., доктор биологических наук, доцент, Кубанский ГАУ

EDITORIAL BOARD

Miroshnikov S.A., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, Orenburg State University

Fedorov Yu.N., Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of the Russian Academy of Sciences, All-Russian Research and Technological Institute of Biological industry

Hramova V.N., Dr. Sci. (Biology), Professor, Volgograd State Technical University

Duskaev G.K., Dr. Sci. (Biology), Professor of RAS, FRC of Biological Systems and Agrotechnologies of RAS

Mosolova N.I., Dr. Sci. (Biology), VRIMMP

Komarova Z.B., Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor, VRIMMP

Kaishev V.G., Dr. Sci. (Economy), Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences

Antipova T.A., Dr. Sci. (Biology), Research Institute of Baby Nutrition

Chamurliev N.G., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Volgograd State Agrarian University

Varakin A.T., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Volgograd State Agrarian University

Tikhonov S.L., Dr. Sci. (Technology), Professor, Ural State Economic University

Sycheva O.V., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Stavropol State Agrarian University

Shakhbazova O.P., Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Don State Agrarian University

Natyrov A.K., Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Kalmyk State University

Giro T.M., Dr. Sci. (Technology), Professor, Saratov State Vavilov Agrarian University

Skvortsova L.N., Dr. Sci. (Biology), Associate Professor, Kuban State Agrarian University

СОДЕРЖАНИЕ /
CONTENT

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ / INNOVATIVE DEVELOPMENTS

9 **Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Комарова З.Б., Рудковская А.В., Калинина Н.В., Струк Е.А. /** ***Slozhenkina M.I., Gorlov I.F., Komarova Z.B., Rudkovskaya A.V., Kalinina N.V., Struk E.A.*** Эффективность воздействия экструдированного зерна амаранта на продуктивность, качество яиц, антиоксидантный статус и липидный профиль холестерина крови и желтка яиц кур-несушек / *Efficiency of the effect of extruded amaranth grain on productivity, egg quality, antioxidant status and lipid profile of blood cholesterol and egg yolk of laying hens*

ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ / MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION

22 **Суркова С.А., Мосолова Н.И., Пузанкова В.А. /** ***Surkova S.A., Mosolova N.I., Puzankova V.A.*** Взаимосвязь продуктивного долголетия коров и возраста наивысшей лактации в условиях промышленной технологии / *The relationship of productive longevity of cows and age of highest lactation in industrial technology*

32 **Карпенко Е.В., Мосолов А.А., Громова А.О. /** ***Karpenko E.V., Mosolov A.A., Gromova A.O.*** Восстановление пастбищ, обедненных растительным покровом, засушливых регионов Нижнего Поволжья / *Restoration of pastures deserved in vegetation cover in dry regions of the Lower Volga*

КОРМА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ / FODDERS, FODDER PRODUCTION, FODDER ADDITIVES

42 **Комарова З.Б., Калинина Н.В., Сложенкина М.И., Струк Е.А. /** ***Komarova Z.B., Kalinina N.V., Slozhenkina M.I., Struk E.A.*** Эффективность влияния пребиотической кормовой добавки на продуктивность, антиоксидантную защиту и иммунологический статус кур / *Efficiency of influence of prebiotic feed additive on productivity, antioxidant protection and immunological status of hens*

53 **Струк Е.А., Струк А.Н., Комарова З.Б., Калинина Н.В., Дробязко О.Ю. /** ***Struk E.A., Struk A.N., Komarova Z.B., Kalinina N.V., Drobyazko O.Yu.*** Использование нового вида кормового ресурса в рационах кур родительского стада кросса «Хайсекс коричневый» / *The use of a new type of feed resource in the diets of hens of the parent flock of the Hisex Brown cross*

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS

71 **Сычева О.В., Трубина И.А., Скорбина Е.А. /** ***Sycheva O.V., Trubina I.A., Scorbina E.A.*** Разработка рецептурных композиций кисломолочных продуктов, обогащенных полезными ингредиентами / *Development of prescription compositions of fermented milk products enriched with useful ingredients*

КАЧЕСТВО, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГИГИЕНА ПИТАНИЯ / QUALITY, SAFETY AND FOOD HYGIENE

82 **Матвейчук Ю.В. / *Matveichuk Yu.V.*** Разработка хлорсодержащих моюще-дезинфицирующих средств на основе амфолитного поверхностно-активного вещества – окиси алкилдиметиламина / *Development of chlorine-containing detergent and disinfectants based on ampholyte surfactant alkyldimethylamine oxide*

ИННОВАЦИОННЫЕ РАЗРАБОТКИ /
INNOVATIVE DEVELOPMENTS

Научная статья / *Original article*
УДК 636.5.084/087
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-9-21

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЭКСТРУДИРОВАННОГО ЗЕРНА АМАРАНТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, КАЧЕСТВО ЯИЦ, АНТИОКСИДАНТНЫЙ СТАТУС И ЛИПИДНЫЙ ПРОФИЛЬ ХОЛЕСТЕРИНА КРОВИ И ЖЕЛТКА ЯИЦ КУР-НЕСУШЕК

THE EFFECTIVENESS OF THE IMPACT OF EXTRUDED AMARANTH GRAIN ON PRODUCTIVITY, EGG QUALITY, ANTIOXIDANT STATUS AND LIPID PROFILE OF BLOOD AND YOLK CHOLESTEROL OF LAYER EGGS

Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН
Иван Ф. Горлов, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик РАН
Зоя Б. Комарова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Алиса В. Рудковская, кандидат биологических наук
Наталья В. Калинина, кандидат биологических наук
Евгения А. Струк, кандидат биологических наук

Marina I. Slozhenkina, *Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS*
Ivan F. Gorlov, *Dr. Sci. (Agriculture), Professor, Academician of RAS*
Zoya B. Komarova, *Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor*
Alisa V. Rudkovskaya, *PhD (Biology)*
Natalya V. Kalinina, *PhD (Biology)*
Evgenia A. Struk, *PhD (Biology)*

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Калинина Наталья Васильевна, лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: Ladyn0910@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2094-6154.

Для цитирования: Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Комарова З.Б., Рудковская А.В., Калинина Н.В., Струк Е.А. Эффективность воздействия экструдированного зерна амаранта на продуктивность, качество яиц, антиоксидантный статус и липидный профиль холестерина крови и желтка яиц кур-несушек // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 9-21. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-9-21.

Principal contact: Natalya V. Kalinina, Research Lab Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: Ladyn0910@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2094-6154.

For citation: Slozhenkina M.I., Gorlov I.F., Komarova Z.B., Rudkovskaya A.V., Kalinina N.V., Struk E.A. Efficiency of the effect of extruded amaranth grain on productivity, egg quality, antioxidant status and lipid profile of blood cholesterol and egg yolk of laying hens. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):9-21. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-9-21.

Резюме
Цель. Установить воздействие экструдированного зерна амаранта (Amaranthus hybridus chlorostachys) с добавлением комплекса ферментов на яичную продуктивность, качество пищевых яиц, включая наличие холестерина в желтке, уровень антиоксидантного статуса кур-несушек.
Материалы и методы. При выполнении работы использовались как общепринятые методы исследований, так и современные инструментальные, зоотехнические, биохимические, химические, которые выполнялись в сертифицированных лабораториях. Полученный цифровой материал обрабатывали с помощью статистического пакета Microsoft Excel, достоверность данных проверяли с помощью критерия Стьюдента.
Результаты. Амарант, как ценный источник питательных веществ, обладает благоприятным потенциалом для удовлетворения требований к питанию птицы. Согласно полученным данным, скармливание курам-несушкам амаранта как отдельно, так и в сочетании с мультиэнзимным комплексом может привести к получению пищевых яиц с низким содержанием холестерина без какого-либо негативного влияния на их качественные показатели. Параллельно улучшается антиоксидантный статус и индекс атерогенности (ЛПНП/ЛПВП) птиц. Кроме того, подкормка амаранта с ферментными добавками привела к повышению продуктивности кур-несушек.
Заключение. В целом результаты нашего исследования показывают, что кормление зерном амаранта благоприятно влияет на параметры здоровья кур-несушек, улучшая антиоксидантный статус, а также снижая уровень холестерина, ЛПНП и триглицеридов при одновременном повышении уровня ЛПВП в крови. Следует отметить, что показатели продуктивности и качества яиц улучшаются при включении в рацион, содержащий зерна амаранта, мультиферментного комплекса в дозе 250 г/т корма. Высокое содержание сырого протеина в зерне амаранта и присутствие в нем веществ, обладающих антиоксидантной активностью, позволяют использовать его в качестве кормового средства в промышленном птицеводстве. Известно, что холестерин яичного желтка яиц определяет пищевую ценность продукта. Нашими исследованиями доказана положительная динамика снижения уровня холестерина: при использовании в составе комбикорма 10% экструдированного зерна амаранта – на 6,87%, а с дополнительным включением ферментного комплекса – на 9,86%.
Ключевые слова: зерно амаранта, мультиэнзимная композиция, общая антиоксидантная способность, липиды крови, холестерин желтка яиц

Abstract
Purpose. *To establish the effect of extruded amaranth grain (Amaranthus hybridus chlorostachys) with the addition of a complex of enzymes on egg productivity, the quality of food eggs, including the presence of cholesterol in the yolk, and the level of antioxidant status of laying hens.*
Materials and Methods. *When performing the work, both conventional research methods and modern instrumental, zootechnical, biochemical, and chemical methods were used, which were carried out in certified laboratories. The resulting digital material was processed using the Microsoft Excel statistical package, the reliability of the data was checked using the Student's t-test.*
Results. *Amaranth, as a valuable source of nutrients, has the potential to meet the nutritional requirements of poultry. According to the data obtained, feeding amaranth to laying hens, either alone or in combination with a multi-enzyme complex, can lead to the production of food eggs with a low cholesterol content without any negative impact on their quality. In parallel, the antioxidant status and the atherogenic index (LDL/HDL) of birds are improving. In addition, feeding amaranth with enzyme supplements led to an increase in the productivity of laying hens.*

Conclusion. *In general, the results of our study show that feeding amaranth grain favorably affects the health parameters of laying hens by improving antioxidant status, as well as lowering cholesterol, LDL and triglycerides, while increasing blood HDL levels. It should be noted that the indicators of productivity and quality of eggs improve when a multi-enzyme complex is included in the diet containing amaranth grains at a dose of 250 g/t of feed. The high content of crude protein in amaranth grain and the presence in it of substances with antioxidant activity make it possible to use it as a feed agent in industrial poultry farming. It is known that egg yolk cholesterol determines the nutritional value of the product. Our studies have proven a positive trend in lowering cholesterol levels: when using 10% extruded amaranth grain in the compound feed – by 6.87%, and with the additional inclusion of an enzyme complex – by 9.86%.*
Keywords: *amaranth grain, multi-enzyme composition, total antioxidant capacity, blood lipids, egg yolk cholesterol*

Введение. Затрагивая вопрос продовольственной безопасности и экономической стабильности аграриев, следует обратиться к возрождению выращивания и использования позабытых, редко используемых съедобных культур, способных выступать в качестве альтернативы нынешним активно используемым растительным культурам в пище и фармакологии. Опираясь на данные Всемирной организации здравоохранения (2018), можно сделать вывод, что некоторые редко применяемые агрокультуры несут в себе не только пищевую ценность, но также и экономическую выгоду, являясь продуктом с низкой себестоимостью и высокими экологическими показателями. К ним можно отнести амарант, обладающий высоким потенциалом использования как в производственных масштабах, так и в частных фермерских хозяйствах, для обеспечения сельскохозяйственных животных и птицы питательными и биологически активными веществами (Aderibigbe OR et al., 2022). Внимание ученых эта культура начала привлекать в начале XX-го века и интерес к ней не иссякает. Необходимо отметить, что селекционерами выведено около 75 видов амаранта с богатыми питательными свойствами, необходимыми в питании как человека, так и птицы (Шор М.Ф. и Жужукин В.И., 2012; Peiretti PG, 2018; Shodiev D et al., 2021).

К зернопроизводящим видам амаранта можно отнести Amaranthus cruentus, A. caudatus, A. hybridus и A. hypochondriacus (Cai Y, 2004). A. hypochondriacus является естественным гибридом A. hybridus × A. caudatus (Trucco F and Tranel PJ, 2011; Shodiev D et al., 2021).

Содержание белка в зерне амаранта составляет от 14 до 17%. Благодаря научным исследованиям в сравнительном аспекте биологической ценности белка было установлено, что амарант по данному показателю превосходит коровье молоко, но при этом не достигает уровня яичного белка. Опираясь на данные и рекомендации ВОЗ, амарант относится к высоко обогащенной многими питательными веществами съедобной культуре (Caselato-Sousa VM and Amaya-Farfán J, 2012). Наличие ряда наиболее востребованных аминокислот, таких как лизин, метионин и аргинин, в несколько раз превышает бобовые и злаковые культуры, а отсутствие в его составе глютена делает его идеальным компонентом при изготовлении диетической продукции (Acar N et al., 1988; Maurya NK and Arya P., 2018; Aderibigbe OR et al., 2022). Alegbejo JO (2013), Гинс М.С. и др. (2017) подтвердили наличие в зерне амаранта антиоксидантов (сквален – 8%, фосфолипиды – 10%, токоферолы – 2% и фитостеролы – 2%). В работах многих авторов фиксируется наличие непищевых соединений в зерне амаранта (Reyes MF et al., 2018; Sarker U et al., 2022; Janmohammadi H et al., 2023), причем содержание их в зерне амаранта находится на более низком уровне в сравнении со злаковыми культурами (Mustafa AF et al., 2011; Cuadrado C et al., 2018).

Включая в рацион птицы редко используемые съедобные культуры, такие как амарант, высока вероятность уйти или частично заменить привычные злаковые культуры и в действительности оптимизировать продуктивность птицы и ее иммунный статус, а также получить на выходе пищевые яйца с низким содержанием холестерина. Исходя из этого, можно предположить, что культивируемые сорта амаранта, производящие зерно, могут стать одним из источников в решении продовольственной безопасности при одновременном улучшении качества пищевых яиц (Mendonça S et al., 2009; Tang Y and Tsao R, 2017).

Скармливание амаранта в количестве 250 г/кг в сыром или переработанном виде курам-несушкам может эффективно привести к снижению содержания триглицеридов и холестерина в желтке яиц, помимо повышения уровня полиненасыщенных жирных кислот (Punita A and Chaturvedi A, 2000). В научных трудах было указано на положительное влияние экструдата амаранта (50-150 г/кг корма) на яйценоскость кур, снижение расхода корма и уровня холестерина в желтке пищевых яиц (Popiela E et al., 2013; Rodríguez-Ríos H et al., 2020).

С целью нивелирования антипитательных веществ, содержащихся в зерне амаранта, а также для максимального использования питательных веществ комбикорма в целом (ОЭ, протеин) многие исследователи рекомендуют включать в его состав комплекс экзогенных ферментов (Sarker U et al., 2022).

Изучив материал по данной тематике, опубликованный в открытом доступе, мы не обнаружили исследований влияния взаимодействия зерна Amaranthus hybridus chlorostachys с комплексом эндогенных ферментов в кормлении кур при производстве пищевых яиц.

Цель работы – установить воздействие экструдированного зерна амаранта (Amaranthus hybridus chlorostachys) с добавлением комплекса ферментов на яичную продуктивность, качество пищевых яиц, включая наличие холестерина в желтке, уровень антиоксидантного статуса кур-несушек.

Материалы и методы. Опыт проводили на курах-несушках промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый» в условиях вивария ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия) по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. *Scheme of experience*

Группа в опыте *Group in experience*	Возраст птиц, недель *Bird age, weeks*	Количество голов птицы *Number of bird heads*	Параметры кормления *Feeding parameters*
Контрольная *Control*	56-68	70	Стандартный комбикорм *Standard compound feed*
I опытная *I experimental*	56-68	70	10% экструдированного зерна амаранта в составе рациона *10% extruded amaranth grain in the diet*
II опытная *II experimental*	56-68	70	10% экструдированного зерна амаранта + 250 г мультиэнзимной композиции на 1 т корма в составе рациона *10% extruded amaranth grain + 250 g of multi-enzyme composition per 1 ton of feed as part of the diet*

В эксперименте участвовали 210 кур-несушек промышленного стада, разделенные на три группы (контрольная и две опытные). Контрольная группа кур получала стандартный комбикорм, соответствующий возрасту птицы (II фаза продуктивности). Птица I опытной

группы получала комбикорм, в котором 10% кукурузы заменены на экструдированное зерно амаранта. В рацион кур II опытной группы, помимо 10% зерна амаранта, добавлено 250 г/т корма ферментного комплекса.

Используемый в настоящем исследовании мультиферментный комплекс включал Натузим Р50 (активность целлюлазы 5 000 000 ед/кг, ксиланазы – 10 000 000 ед/кг, пектиназы – 140 000 ед/кг, β-глюканазы – 1 000 000 ед/кг), α-амилазу, протеазу (6 000 000 ед/кг) и фитазу (500 000 ед/кг) грибкового происхождения Aspergillus niger.

Витаминная добавка рассчитана на килограмм рациона: витамин А, 8000 МЕ; витамин Е, 20 МЕ; менадион, 3,0 мг; витамин D3, 2000 МЕ; рибофлавин, 4,0 мг; ка-пантотенат, 12 мг; никотиновая кислота, 50 мг; холин, 300 мг; витамин В12, 15 мг; витамин В6, 0,12 мг; тиамин, 1,5 мг; фолиевая кислота, 1,00 мг; D-биотин, 0,10 мг; микроэлементы (миллиграммы на килограмм рациона): Mn, 100; цинк, 70; Fe, 50; Cu, 10; йод, 1; Se, 0,30; антиоксидант, 50.

Химический состав зерна амаранта, используемого в структуре рациона, представлен в таблице 2.

Таблица 2. Содержание биоактивных фитохимических соединений
и аминокислотный профиль зерна амаранта (Amaranthus hybridus chlorostachys)
Table 2. *The content of bioactive phytochemical compounds*
and the amino acid profile of amaranth grain (Amaranthus hybridus chlorostachys)

Перечень показателей *List of indicators*	Значения *Values*
Общее количество фитостеролов, мг/кг / *Total amount of phytosterols, mg / kg*	3194,28
Альфа-токоферол, мкг/кг / *Alpha-tocopherol, mcg / kg*	18,60
Сумма токоферолов, мкг/кг / *Amount of tocopherols, mg / kg*	530,85
Линолевая кислота (С18:2), г/кг / *Linoleic acid (C18:2), g / kg*	347,9
Сквален, мкг/кг / *Squalene, mcg / kg*	2161,39
Сырой протеин, г/кг / *Crude protein, g / kg*	168,0
Аминокислоты, г/кг: *Amino acids, g / kg:*	
Аргинин / *Arginine*	7,1
Гистидин / *Histidine*	2,3
Изолейцин / *Isoleucine*	3,3
Лейцин / *Leucine*	6,2
Лизин / *Lysine*	5,4
Метионин / *Methionine*	2,8
Фенилаланин / *Phenylalanine*	4,3
Треонин / *Threonine*	3,8
Триптофан / *Tryptophan*	1,5
Валин / *Valine*	4,2
Аланин / *Alanine*	4,1
Аспарагиновая кислота / *Aspartic acid*	10,0
Цистеин / *Cysteine*	2,1
Глютаминовая кислота / *Glutamic acid*	16,1
Глицин / *Glycine*	7,2
Пролин / *Proline*	3,6
Тирозин / *Tyrosine*	4,0
Серин / *Serine*	6,1

Перед началом эксперимента фиксировали яйценоскость кур. Птицу со сходной яйценоскостью формировали в группы. Массу тела каждой курицы-несушки регистрировали в начале и конце экспериментального периода. Испытания длились 12 недель. Ежедневное потребление корма, программа освещения и температура контролировались в соответствии с рекомендациями для кур промышленного стада кросса «Хайсекс коричневый». Курам предоставляли свободный доступ к воде и экспериментальным комбикормам на всем протяжении испытаний.

Содержалась птица в клеточных батареях UV 550 фирмы «Big Dutchman» (Германия), площадь клетки – 3316 см^2. Для опыта были задействованы по 10 клеток для каждой группы (7 голов в каждой клетке).

Собранные для анализа яйца были переданы в сертифицированную комплексную аналитическую лабораторию ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия), где исследовались на показатели качества в течение 24 часов после сбора.

Кровь для анализа отбирали в утренние часы до начала кормления. Для исследования биохимических показателей крови применялся анализатор URiT-800 (Китай), показателей антиоксидантного статуса прибор Biochem Sa (США).

Согласно методике вариационной статистики (по Стьюденту), нами была проведена математическая обработка цифровых данных, полученных в результате эксперимента.

Результаты и обсуждение. Учитывая применение в рационах нового кормового ингредиента, мы прежде всего следили за изменением живой массы кур в период опыта. Мониторинг живой массы кур в возрастном аспекте (56-58 недель) показал, что экструдированные семена амаранта не оказали отрицательного влияния на живую массу птиц, которая в опытных группах находилась на уровне контрольных значений и соответствовала возрасту птиц. Наблюдения за птицей в течение экспериментального периода показали, что сохранность кур во всех подопытных группах составила 100%.

Скармливание изучаемых компонентов корма способствовало увеличению продуктивности кур опытных групп (таблица 3).

Таблица 3. Основные результаты подкормки кур-несушек амарантом с добавлением ферментов

Table 3. *The main results of feeding laying hens with amaranth with addition of enzymes*

Показатель *Parameter*	Контрольная группа *Control group*	Опытные группы *Experimental groups*	
		I	II
Валовое производство пищевых яиц, штук *Gross production of food eggs, pieces*	4794	4899	4927
Интенсивность яйценоскости, % *Egg production intensity, %*	81,53	83,31	83,79
На среднюю несушку, штук *For an average laying hen, pieces*	68,5	70,0	70,4
Потребление корма, г/гол *Feed consumption, g / head*	119,3	119,1	118,8
Затраты корма, кг/10 яиц *Feed costs, kg / 10 eggs*	1,46	1,43	1,42
Конверсия корма, кг *Feed conversion, kg*	2,32	2,25	2,23
Масса яиц, г *Egg weight, g*	62,95±0,29	63,55±0,22	63,71±0,31

Интенсивность яйценоскости кур I опытной группы, где птица получала 10% экструдированного зерна амаранта, возросла на 1,73%, а во II опытной, где дополнительно было включено 250 г/т корма ферментного комплекса, увеличилась на 2,26% относительно контрольной группы, что связано с наиболее сбалансированным составом биологически активных веществ, способных влиять на яичную продуктивность кур, соответственно затраты корма снизились на 0,03 и 0,04 кг при получении 10 яиц. Масса яиц в опытных группах увеличилась на 0,60 г (0,95%) и 0,76 г (1,21%), а конверсия корма на получение 1 кг яичной массы возросла на 0,07 и 0,09 кг по сравнению с контролем.

Результаты анализа пищевых яиц, включая холестерин в желтке, представлены на рисунке 1.

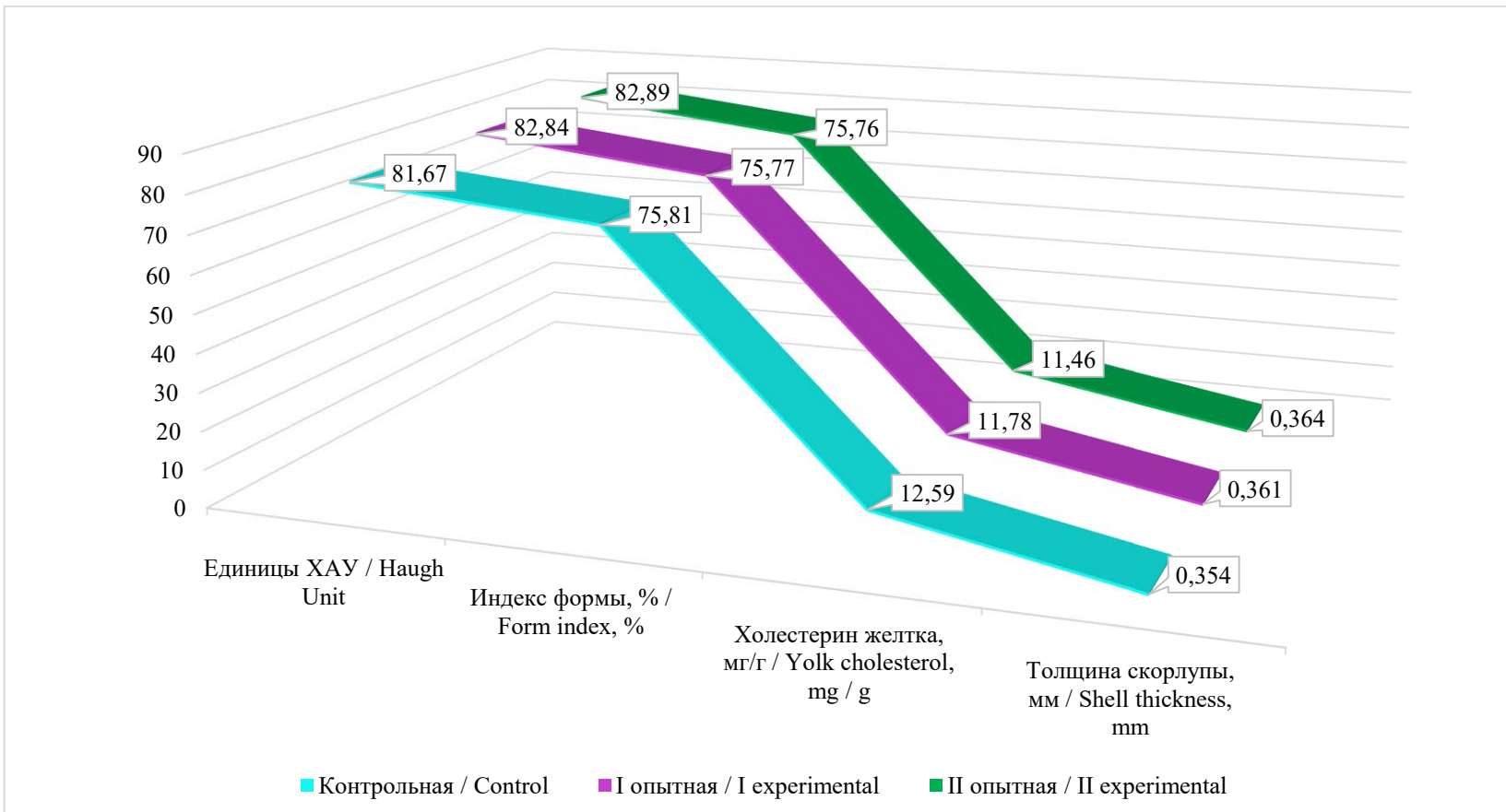


Рисунок 1. Основные результаты влияния подкормки амарантом
и с добавлением комплекса ферментов на качественные показатели пищевых яиц
Figure 1. *The main results of the effect of feeding with amaranth*
and with the addition of a complex of enzymes on the quality indicators of food eggs

Результаты показывают, что основным показателем кормления амарантом было значительное снижение уровня холестерина в яичных желтках опытных групп на 6,87 и 9,86% (P≤0,05) по сравнению с яичными желтками кур, получавших контрольный рацион. По другим показателям качества яиц, полученным в конце периода, включая толщину скорлупы, индекс формы и единицу Хау, между экспериментальными группами не наблюдалось достоверных различий.

Результаты антиоксидантного статуса крови представлены на рисунке 2.

Потребление курами опытных групп экспериментальных рационов привело к значительному увеличению общей антиоксидантной активности в крови на 20,75 (P≤0,01) и 22,64% (P≤0,01) относительно контроля. В крови кур опытных групп зафиксировано снижение малонового диальдегида на 13,08 (P≤0,05) и 15,24% (P≤0,05). Результаты показывают снижение АЛТ в крови кур-несушек опытных групп по сравнению с контролем на 19,94 (P≤0,05) и 20,35% (P≤0,05).

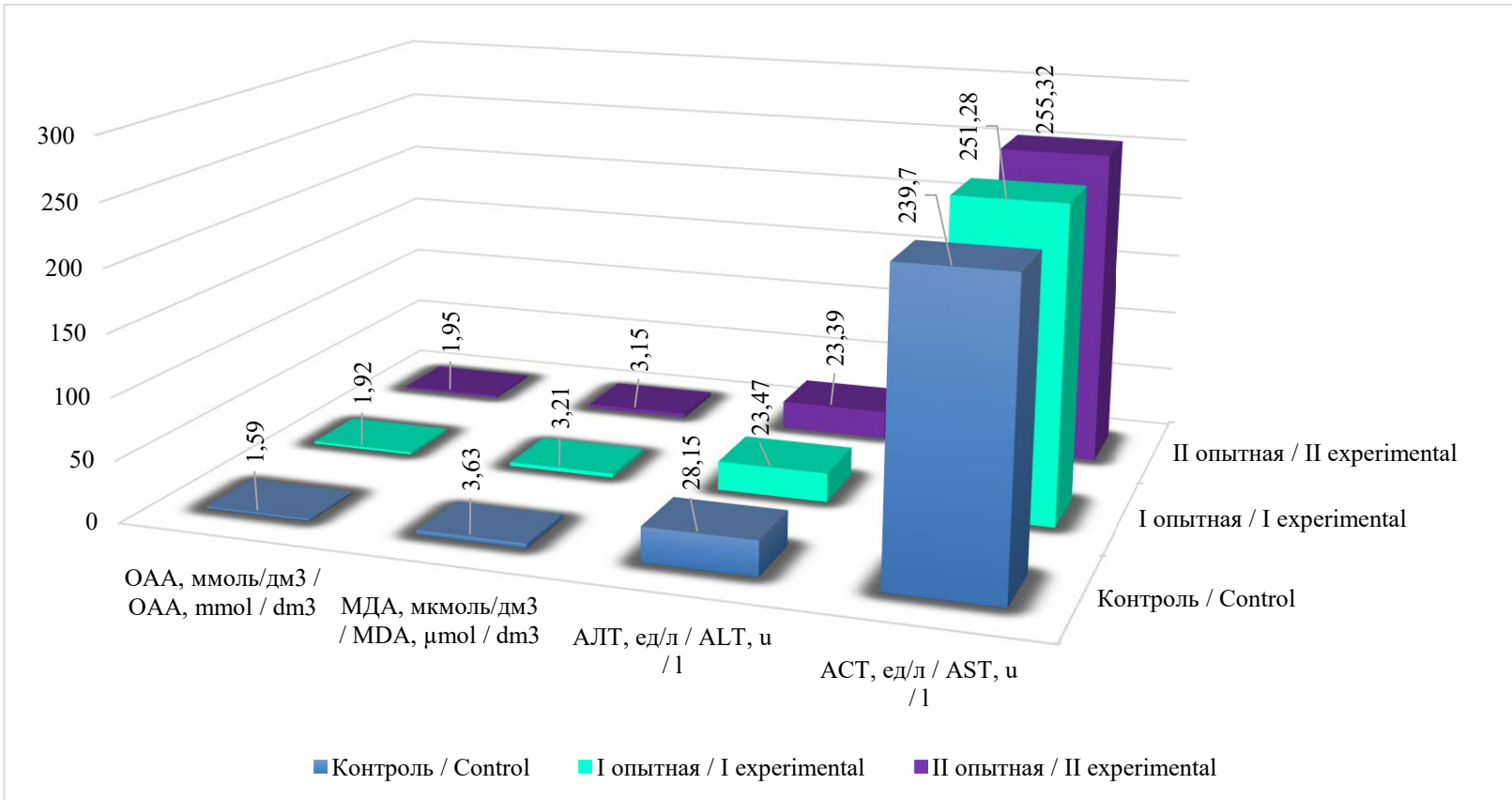


Рисунок 2. Показатели антиоксидантной активности крови кур:
ОАА – общая антиоксидантная активность; МДА – малоновый диальдегид;
АЛТ – аланинаминотрансфераза; АСТ – аспартатаминотрансфераза
Figure 2. *Indicators of antioxidant activity in the blood of chickens:*
OAA – total antioxidant activity; MDA – malondialdehyde;
ALT – alanine aminotransferase; AST – aspartate aminotransferase

Результаты влияния амаранта и с добавлением ферментов на липидный профиль крови продемонстрированы на рисунке 3.

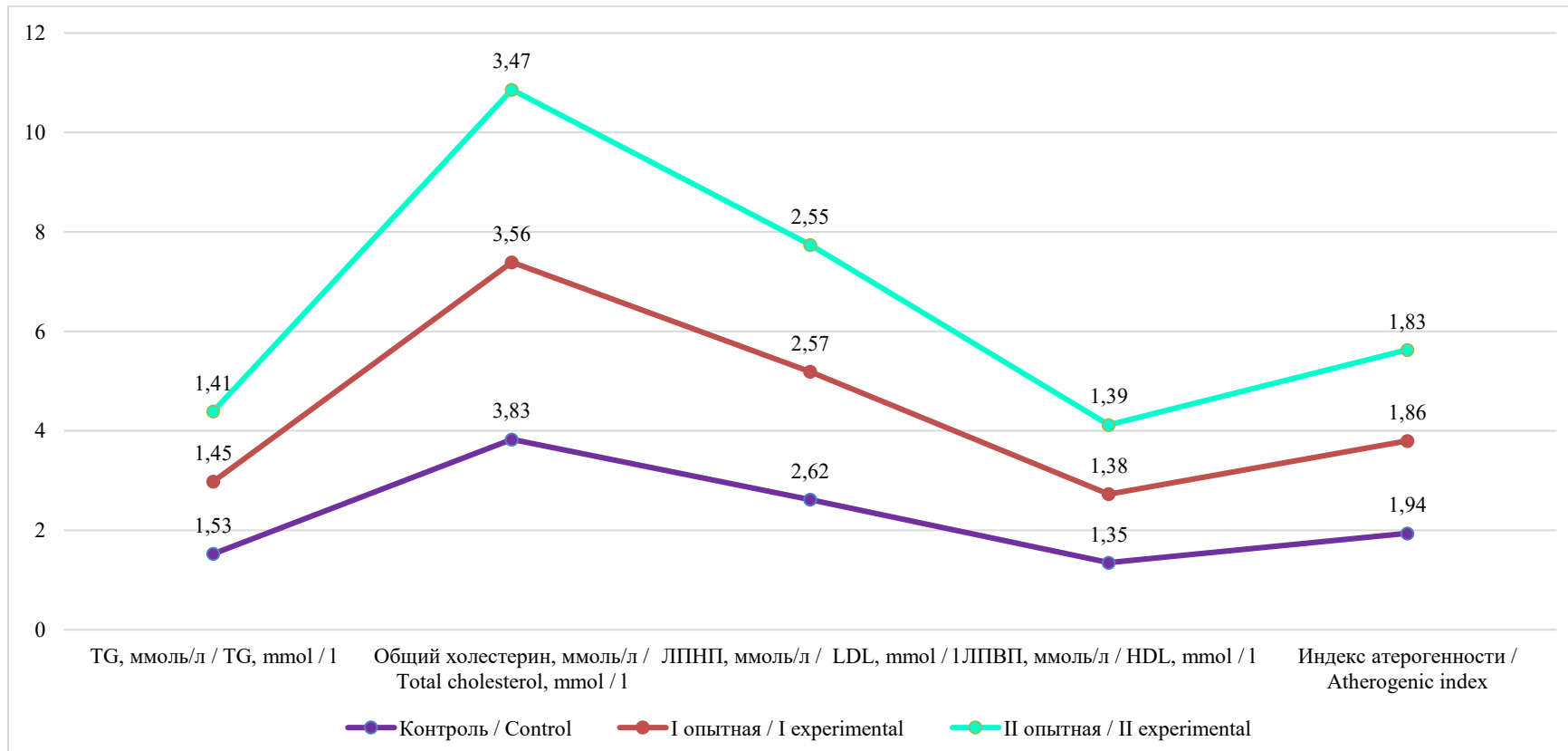


Рисунок 3. Липидный профиль крови кур: TG – триглицериды;
ЛПНП – липопротеиды низкой плотности; ЛПВП – липопротеиды высокой плотности
Figure 3. *Blood lipid profile of chickens: TG – triglycerides;*
LDL – low density lipoproteins; HDL – high density lipoproteins

Скармливание курам рационов, содержащих амарант, приводит к снижению триглицеридов на 5,52 (P≤0,05) и 8,51% (P≤0,05) и ЛПНП – на 1,95 и 2,74% на фоне контрольной группы. При этом зафиксировано увеличение ЛПВП в крови кур опытных групп на 2,22 и 2,96% по сравнению с контрольным вариантом, а индекс атерогенности (ЛПНП/ЛПВП) снизился на 4,30 (P≤0,05) и 6,01% (P≤0,05).

Заключение. В целом результаты нашего исследования показывают, что кормление зерном амаранта благоприятно влияет на параметры здоровья кур-несушек, улучшая антиоксидантный статус, а также снижая уровень холестерина, ЛПНП и триглицеридов при одновременном повышении уровня ЛПВП в крови. Следует отметить, что показатели продуктивности и качества яиц возрастают при включении в рацион, содержащий зерна амаранта, мультиферментного комплекса в дозе 250 г/т корма. Высокое содержание сырого протеина в зерне амаранта и присутствие в нем веществ, обладающих антиоксидантной активностью, позволяют использовать его в качестве кормового средства в промышленном птицеводстве. Известно, что холестерин яичного желтка яиц определяет пищевую ценность продукта. Нашими исследованиями доказана положительная динамика снижения уровня холестерина: при использовании в составе комбикорма 10% экструдированного зерна амаранта – на 6,87%, а с дополнительным включением ферментного комплекса – на 9,86%.

Благодарность: Представленные в статье результаты получены в рамках выполнения гранта РНФ № 21-16-00025, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: *The results presented in the article were obtained within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 21-16-00025, VRIMMP.*

Список источников

1. Гинс М.С., Гинс В.К., Мотылева С.М., Куликов И.М., Медведев С.М., Пивоваров В.Ф., Мертвищева М.Е. Идентификация метаболитов с антиоксидантными свойствами в листьях овощного амаранта (Amaranthus tricolor L.) // Сельскохозяйственная биология. 2017. Т. 52, № 5. С. 1030-1040. https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.1030rus.
2. Шор М.Ф., Жужукин В.И. Интродукция амаранта в Нижнем Поволжье // Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 2012. № 10. С. 166-170.
3. Acar N, Vohra P, Becker R, Hanners G, Saunders R. Nutritional evaluation of grain amaranth for growing chickens // Poult. Sci. 1988. Vol. 67. № 8. P. 1166-1173. https://doi.org/10.3382/ps.0671166.
4. Aderibigbe OR, Ezekiel OO, Owolade SO, Korese JK, Sturm B, Hensel O. Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review // Crit Rev Food Sci Nutr. 2022. Vol. 62, № 3. P. 656-669. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1825323.
5. Alegbejo JO. Nutritional Value and Utilization of Amaranthus (Amaranthus spp.): A Review // Bayero J. Pure Appl. Sci. 2013. Vol. 6, № 1. P. 136-143. https://doi.org/10.4314/bajopas.v6i1.27.
6. Cai Y, Corke H, Wu H. Amaranth // Encyclopedia of Grain Science / eds Wrigley CW, Corke H, Walker CE. Oxford: Elsevier, 2004. Vol. 1. P. 1-10.

7. Caselato-Sousa VM, Amaya-Farfán J. State of knowledge on amaranth grain: A comprehensive review // J Food Sci. 2012. Vol. 77. № 4. P. 93-104. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x.
8. Cuadrado C, Takacs K, Szabó E, Pedrosa M. Non-nutritional factors: Lectins, phytic acid, proteases inhibitors, allergens // Legumes. London, UK: RSC Publishing, 2018. P. 152-176.
9. Janmohammadi H, Hosseintabar-Ghasemabad B, Oliyai M, Alijani S, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Ramirez LS, Seidavi A, Laudadio V, Tufarelli V, Ragni M. Effect of Dietary Amaranth (Amaranthus hybridus chlorostachys) Supplemented with Enzyme Blend on Egg Quality, Serum Biochemistry and Antioxidant Status in Laying Hens // Antioxidants. 2023. Vol. 12, № 2. Article number: 456. https://doi.ogr/10.3390/antiox12020456.
10. Maurya NK, Arya P. Amaranthus grain nutritional benefits: A review // Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry. 2018. Vol. 7, iss. 2. P. 2258-2262.
11. Mendonça S, Saldiva PH, Cruz RJ, Arêas JA. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effect // Food Chemistry. 2009. Vol. 116, iss. 3. P. 738-742. https://doi.ogr/10.1016/j.foodchem.2009.03.021.
12. Mustafa AF, Seguin P, Gélinas B. Chemical composition, dietary fibre, tannins and minerals of grain amaranth genotypes // Int. J. Food Sci. Nutr. 2011. Vol. 62, № 7. P. 750-754. https://doi.ogr/10.3109/09637486.2011.575770.
13. Peiretti PG. Amaranth in animal nutrition: A review // Livestock Research for Rural Development. 2018. Vol. 30. Number 5. P. 1-20.
14. Popiela E, Króliczewska B, Zawadzki W, Opaliński S, Skiba T. Effect of extruded amaranth grains on performance, egg traits, fatty acids composition, and selected blood characteristics of laying hens // Livestock. Science. 2013. Vol. 155, iss. 2-3. P. 308-315. https://doi.ogr/10.1016/j.livsci.2013.05.001.
15. Punita A, Chaturvedi A. Effect of feeding crude red palm oil (Elaeis guineensis) and grain amaranth (Amaranthus paniculatus) to hens on total lipids, cholesterol, PUFA levels and acceptability of eggs // Plant Foods Hum. Nutr. 2000. Vol. 55, iss. 2. P. 147-157. https://doi.ogr/10.1023/a:1008197931085.
16. Reyes MF, Chávez-Servín JL, Gonzalez-Coria C, Mercado-Luna A, Carbot K, Aguilera-Barreyro A, Ferriz-Martinez R, Serrano-Arellano J, Garcia-Gasca T. Comparative account of phenolics, antioxidant capacity, α-tocopherol and anti-nutritional factors of Amaranth (Amaranthus hypochondriacus) grown in the greenhouse and open field // Int. J. Agric. Biol. 2018. Vol. 20. P. 2428-2436.
17. Rodríguez-Ríos H, Campos-Parra J, Astudillo-Neira R, Grande-Cano J, Carrillo-Domínguez S, Gil-Romo FP. Amaranthus cruentus L. as a food alternative in laying hens to reduce cholesterol in eggs // Chil. J. Agric. Anim. Sci. 2020. Vol. 36, iss. 1. P. 78-85. https://doi.ogr/10.29393/CHJAAS36-5D20005.
18. Sarker U, Oba S, Ercisli S, Assouguem A, Alotaibi A, Ullah R. Bioactive phytochemicals and quenching activity of radicals in selected drought-resistant *Amaranthus tricolor* vegetable Amaranth // Antioxidants (Basel). 2022. Vol. 11, № 3. Article number: 578. https://doi.org/10.3390/antiox11030578.
19. Shodiev D, Haqiqatkhon D, Zulaykho A. Useful properties of the amaranth plant // ResearchJet Journal of Analysis and Inventions. 2021. Vol. 2. No. 11. P. 55-58. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/ENF3M.

20. Tang Y, Tsao R. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: A review // Mol Nutr Food Res. 2017. Vol. 61, iss. 7. Article number: 1600767. https://doi.ogr/10.1002/mnfr.201600767.
21. Trucco F, Tranel PJ. Amaranthus // Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Vegetables / ed. C. Kole. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer. 2011. P. 11-21. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20450-0_2.
22. World Health Organization. The State of Food Security and Nutrition in the World 2018: Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition, Food & Agriculture Org., Rome, Italy. 2018. URL: https://www.wfp.org/publications/2018-state-food-security-and-nutrition-world-sofi-report.

References

1. Gins MS, Gins VK, Motyleva SM, Kulikov IM, Medvedev SM, Pivovarov VF, Mertvishcheva ME. Identification of metabolites with antioxidant properties in the leaves of vegetable amaranth (Amaranthus tricolor L.). *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural Biology.* 2017;52(5):1030-1040. (In Russ.). https://doi.org/10.15389/agrobiology.2017.5.1030rus.
2. Shor MF, Zhuzhukin VI. Introduction of amaranth in the Lower Volga region. Byulleten' Botanicheskogo sada Saratovskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of the Botanical Garden of Saratov State University. 2012;(10):166-170. (In Russ.).
3. Acar N, Vohra P, Becker R, Hanners G, Saunders R. Nutritional evaluation of grain amaranth for growing chickens. *Poult. Sci.* 1988;67(8):1166-1173. https://doi.org/10.3382/ps.0671166.
4. Aderibigbe OR, Ezekiel OO, Owolade SO, Korese JK, Sturm B, Hensel O. Exploring the potentials of underutilized grain amaranth (*Amaranthus* spp.) along the value chain for food and nutrition security: A review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2022;62(3):656-669. https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1825323.
5. Alegbejo JO. Nutritional Value and Utilization of Amaranthus (Amaranthus spp.): A Review. *Bayero J. Pure Appl. Sci.* 2013;6(1):136-143. https://doi.org/10.4314/bajopas.v6i1.27.
6. Cai Y, Corke H, Wu H. Amaranth. *Encyclopedia of Grain Science.* Wrigley CW, Corke H, Walker CE, eds. Oxford: Elsevier, 2004;(1):1-10.
7. Caselato-Sousa VM, Amaya-Farfán J. State of knowledge on amaranth grain: a comprehensive review. J Food Sci. 2012;77(4):R93-104. https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2012.02645.x.
8. Cuadrado C, Takacs K, Szabó E, Pedrosa M. Non-nutritional factors: Lectins, phytic acid, proteases inhibitors, allergens. *Legumes.* London, UK: RSC Publishing; 2018:152-176.
9. Janmohammadi H, Hosseintabar-Ghasemabad B, Oliyai M, Alijani S, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Ramirez LS, Seidavi A, Laudadio V, Tufarelli V, Ragni M. Effect of Dietary Amaranth (Amaranthus hybridus chlorostachys) Supplemented with Enzyme Blend on Egg Quality, Serum Biochemistry and Antioxidant Status in Laying Hens. *Antioxidants.* 2023;12(2):456. https://doi.ogr/10.3390/antiox12020456.
10. Maurya NK, Arya P. Amaranthus grain nutritional benefits: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry.* 2018;7(2):2258-2262.
11. Mendonça S, Saldiva PH, Cruz RJ, Arêas JA. Amaranth protein presents cholesterol-lowering effect. *Food Chemistry.* 2009;116(3):738-742. https://doi.ogr/10.1016/j.foodchem.2009.03.021.

12. Mustafa AF, Seguin P, Gélinas B. Chemical composition, dietary fibre, tannins and minerals of grain amaranth genotypes. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 2011;62(7):750-754. https://doi.ogr/10.3109/09637486.2011.575770.
13. Peiretti PG. Amaranth in animal nutrition: A review. *Livestock Research for Rural Development.* 2018;30(5):1-20.
14. Popiela E, Króliczewska B, Zawadzki W, Opaliński S, Skiba T. Effect of extruded amaranth grains on performance, egg traits, fatty acids composition, and selected blood characteristics of laying hens. *Livestock. Science.* 2013;155(2-3):308-315. https://doi.ogr/10.1016/j.livsci.2013.05.001.
15. Punita A, Chaturvedi A. Effect of feeding crude red palm oil (Elaeis guineensis) and grain amaranth (Amaranthus paniculatus) to hens on total lipids, cholesterol, PUFA levels and acceptability of eggs. *Plant Foods Hum. Nutr.* 2000;55(2):147-157. https://doi.ogr/10.1023/a:1008197931085.
16. Reyes MF, Chávez-Servín JL, Gonzalez-Coria C, Mercado-Luna A, Carbot K, Aguilera-Barreyro A, Ferriz-Martinez R, Serrano-Arellano J, Garcia-Gasca T. Comparative account of phenolics, antioxidant capacity, α-tocopherol and anti-nutritional factors of Amaranth (Amaranthus hypochondriacus) grown in the greenhouse and open field. *Int. J. Agric. Biol.* 2018;(20):2428-2436.
17. Rodríguez-Ríos H, Campos-Parra J, Astudillo-Neira R, Grande-Cano J, Carrillo-Domínguez S, Gil-Romo FP. Amaranthus cruentus L. as a food alternative in laying hens to reduce cholesterol in eggs. *Chil. J. Agric. Anim. Sci.* 2020;36(1):78-85. https://doi.ogr/10.29393/CHJAAS36-5D20005.
18. Sarker U, Oba S, Ercisli S, Assouguem A, Alotaibi A, Ullah R. Bioactive phytochemicals and quenching activity of radicals in selected drought-resistant *Amaranthus tricolor* vegetable Amaranth. *Antioxidants (Basel).* 2022;11(3):578. https://doi.org/10.3390/antiox11030578.
19. Shodiev D, Haqiqatkhon D, Zulaykho A. Useful properties of the amaranth plant. *ResearchJet Journal of Analysis and Inventions.* 2021;11(2):55-58. https://doi.org/10.17605/OSF.IO/ENF3M.
20. Tang Y, Tsao R. Phytochemicals in quinoa and amaranth grains and their antioxidant, anti-inflammatory, and potential health beneficial effects: A review. *Mol Nutr Food Res*. 2017;61(7):1600767. https://doi.ogr/10.1002/mnfr.201600767.
21. Trucco F, Tranel PJ. Amaranthus. *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources, Vegetables* / ed. C. Kole. Berlin, Heidelberg, Germany: Springer; 2011:11-21. https://doi.org/10.1007/978-3-642-20450-0_2.
22. World Health Organization. The State of Food Security and Nutrition in the World 2018: Building Climate Resilience for Food Security and Nutrition, Food & Agriculture Org., Rome, Italy. 2018. URL: https://www.wfp.org/publications/2018-state-food-security-and-nutrition-world-sofi-report.

Вклад авторов: Все авторы принимали участие в подготовке, проведении исследования и анализе его результатов. Представленный вариант статьи согласован со всеми авторами.

Contribution of the authors: *All authors took part in the preparation, conduction of the study and analysis of its results. The presented version of the article was agreed with all authors.*

Конфликт интересов. Все авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. *All authors declared no conflicts of interest.*

Информация об авторах (за исключением контактного лица):
Сложенкина Марина Ивановна – директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-9542-5893;
Горлов Иван Федорович – главный научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-8683-8159;
Комарова Зоя Борисовна – ведущий научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-0574-8221;
Рудковская Алиса Валерьевна – лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0009-0009-0495-047X;
Струк Евгения Александровна – лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0002-6679-7847.

Information about the authors (excluding the contact person):
Marina I. Slozhenkina *– Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-9542-5893;*
Ivan F. Gorlov *– Chief Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-8683-8159;*
Zoya B. Komarova *– Leading Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-0574-8221;*
Alisa V. Rudkovskaya *– Research Laboratory Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0009-0009-0495-047X*;
Evgenia A. Struk *– Research Laboratory Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0002-6679-7847*.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 28.12.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 15.05.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 16.05.2023

ПРОИЗВОДСТВО ЖИВОТНОВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ /
MANUFACTURE OF LIVESTOCK PRODUCTION

Научная статья / *Original article*
УДК 636.2.034.082
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-22-31

ВЗАИМОСВЯЗЬ ПРОДУКТИВНОГО ДОЛГОЛЕТИЯ КОРОВ И ВОЗРАСТА НАИВЫСШЕЙ ЛАКТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОЙ ТЕХНОЛОГИИ

THE RELATIONSHIP OF PRODUCTIVE LONGEVITY OF COWS AND AGE OF HIGHEST LACTATION IN INDUSTRIAL TECHNOLOGY

Светлана А. Суркова, старший научный сотрудник
Наталья И. Мосолова, доктор биологических наук
Вера А. Пузанкова, соискатель

Svetlana A. Surkova, *Senior Researcher*
Natalia I. Mosolova, *Dr. Sci. (Biology)*
Vera A. Puzankova, *Applicant*

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Суркова Светлана Анатольевна, старший научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: niimmp@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0001-6581-2702.

Для цитирования: Суркова С.А., Мосолова Н.И., Пузанкова В.А. Взаимосвязь продуктивного долголетия коров и возраста наивысшей лактации в условиях промышленной технологии // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 22-31. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-22-31.

Principal contact: Svetlana A. Surkova, Senior Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: niimmp@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0001-6581-2702.

For citation: Surkova S.A., Mosolova N.I., Puzankova V.A. The relationship of productive longevity of cows and age of highest lactation in industrial technology. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):22-31. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-22-31.

Резюме

Цель. Изучение зависимости между возрастом наивысшей продуктивности за лактацию и дальнейшей продолжительностью срока хозяйственного использования коров.

Материалы и методы. Работа проведена в условиях молочного комплекса ООО СП «Донское» Волгоградской области. Объект исследования – коровы датской селекции, однородные по дате рождения, времени осеменения и отела, которые были выбракованы из стада в период с 2016 по 2020 годы. Статистический анализ данных зоотехнического и племенного учета

и продуктивных показателей участвующих в опыте животных осуществлен с использованием информационно-аналитической системы «СЕЛЭКС – Молочный скот» (ООО «РЦ «ПЛИНОР», Россия) и компьютерной программы Dairy Plan (Германия).
Результаты. Проведенными исследованиями установлено, что на увеличение срока продуктивно-хозяйственного использования коров голштинской породы датской селекции ранний возраст проявления наивысшей лактации положительного влияния не оказал. Отмечено также, что снижение удоя за лактацию продлевает срок хозяйственного использования животных и, соответственно, более продолжительная эксплуатация увеличивает пожизненную продуктивность коров; наивысший удой за лактацию в количестве 10633,3 кг и средний за все лактации на уровне 9742,1 кг позволяют получать пожизненный надой 34088,3 кг с продолжительностью продуктивного использования 3,5 лактации. Продуктивный потенциал этих животных, раскрывшийся в период второй лактации, равен 11000,8 кг.
Заключение. Продление срока продуктивного использования до 3,5 лактаций, то есть четырех отелов, для высокопродуктивных коров датской селекции возможно при среднем удое за лактацию 9742,1 кг, пожизненный надой на корову при этом составит 34000,0 кг молока.
Ключевые слова: молочные коровы, продуктивное долголетие, продуктивность за наивысшую лактацию, продолжительность хозяйственного использования

Abstract
Purpose. *The study of the relationship between the age of the highest productivity for lactation and the further duration of the period of economic use of cows.*
Materials and Methods. *The work was carried out in the conditions of the dairy complex of LLC Agricultural Enterprise "Donskoye" in the Volgograd region. The object of the study is cows of Danish selection, uniform in date of birth, time of insemination and calving, which were culled from the herd in the period from 2016 to 2020. Statistical analysis of zootechnical and breeding records data and productive indicators of the animals participating in the experiment was carried out using the information and analytical system "SELEX – Dairy Cattle" (RC PLINOR LLC, Russia) and the Dairy Plan computer program (Germany).*
Results. *The conducted studies established that the early age of peak lactation did not have a positive effect on increasing the period of productive and economic use of Holstein cows of Danish selection. It was also noted that a decrease in milk yield during lactation prolongs the period of economic use of animals and, accordingly, longer operation increases the lifetime productivity of cows. The highest milk yield for lactation in the amount of 10633.3 kg and the average milk yield for all lactations at the level of 9742.1 kg make it possible to obtain a lifetime milk yield of 34088.3 kg with a productive duration of 3.5 lactations. The productive potential of these animals, revealed during the second lactation, is 11,000.8 kg.*
Conclusion. *The extension of the period of productive use to 3.5 lactations, that is, four calvings, for highly productive cows of Danish selection is possible with an average milk yield per lactation of 9742.1 kg, while the lifetime milk yield per cow will be 34000.0 kg of milk.*
Keywords: *dairy cows, productive longevity, productivity for the highest lactation, duration of economic use*

Введение. Перед государством остро стоит задача обеспечения продовольственной безопасности страны и уход от зависимости зарубежных поставок, поэтому вопрос увеличения производства молока с годами не теряет своей актуальности. Как и в мировой практике, в нашей стране приоритет отдается ведению животноводства с внедрением промышленных

технологий производства и использованием животных с высоким потенциалом молочной продуктивности на протяжении ряда лет их хозяйственной эксплуатации. В этих условиях немаловажное значение приобретает продление срока продуктивного долголетия животных. Выполнение условий, соответствующих физиологическим потребностям животных, и постоянная целенаправленная селекционно-племенная работа с молочными породами скота – разведение животных, отличающихся высокой продуктивностью, способных к легкой адаптации к условиям того или иного региона, обладающих неспецифической резистентностью организма, устойчивого к вирусным заболеваниям, пригодных к продолжительному хозяйственно-полезному использованию, позволяют добиваться эффективных результатов и реализовать заложенный генетический потенциал (Васильева О.К., 2020; Лепехина Т.В., 2021; Сударев Н.П. и др., 2022; Сафронов С.Л. и др., 2022).

Наряду с интенсификацией селекционной работы, усовершенствованием и автоматизацией всех трудоемких процессов производства, в мировой практике ведения молочного скотоводства проводится работа на снижение уровня затрат при производстве молока. В этой связи одна из задач, решению которой в последние годы уделяется пристальное внимание, – продление продуктивного долголетия коров при сохранении их высокой продуктивности в течение ряда лет (Журавлева М.Е и др., 2015; Милостивый Р.В. и др., 2017; Юльметева Ю.Р. и др., 2020; Сафронов С.Л. и др., 2022).

Промышленное производство молока с применением автоматизации во всей его технологической цепи сокращает срок продуктивного долголетия маточного поголовья. Поэтому достаточно ценным хозяйственно полезным, обеспечивающим прогресс стада и экономически целесообразным показателем, способствующим увеличению валового производства молочной продукции, получаемой от каждой коровы, а также взаимосвязанным со скоростью пополнения его основы и интенсивностью подбора, является продолжительность хозяйственного использования животных. Возникает необходимость проведения мониторинга факторов и генетико-селекционных методов, способствующих продлению периода продуктивного использования коров (Виноградова Н.Д. и др., 2015; Падерина Р.В. и др., 2019).

Увеличение срока продуктивного использования коров позволяет снизить затраты на ремонт стада. При разведении молочного скота короткий срок использования животного, то есть преждевременная выбраковка, приводит как к экономическим потерям – не всегда затраты окупаются высокой продуктивностью животных, так и к потере ценных генотипов – невозможность полного раскрытия их генетического потенциала, и проблема продления срока хозяйственно-продуктивной эксплуатации коров становится одной из главных (Милостивый Р.В. и др., 2017; Журавлева М.Е. и др., 2017; Стрекозов Н.И. и др., 2021). В молочном скотоводстве основными причинами преждевременной выбраковки животных являются: нарушение обмена веществ, особенно у высокопродуктивных животных; снижение воспроизводительной способности (гинекологические заболевания, низкая оплодотворяемость); поражение конечностей; непригодность к машинному доению и невозможность адаптации к интенсивной технологии производства молока в промышленных условиях (Шевелева О.М. и др., 2017; Сударев Н.П. и др., 2022; Сафронов С.Л. и др., 2022; Тяпугин Е.Е. и др., 2023). Знание степени влияния этих факторов и умение их преодоления дают возможность скорректировать технологию производства, способствуя увеличению срока хозяйственно-продуктивного использования маточного поголовья, как обеспечивающего возможность роста производства продукции и рентабельности отрасли (Юльметьева Ю.Р. и др., 2020; Терентьева Н.А. и др., 2022).

Целью работы было изучение продолжительности хозяйственно-продуктивного использования (или, продуктивного долголетия) коров голштинской породы датской селекции в зависимости от возраста проявления наивысшего удоя за лактацию.

Материалы и методы. Настоящее исследование осуществлено в условиях племенного завода ООО СП «Донское» Волгоградской области на чистопородном дойном стаде голштинской породы. Молочный комплекс хозяйства отличается высоким уровнем механизации и автоматизации производственных процессов. Объектом исследования выступили коровы датской селекции, однородные по дате рождения, времени осеменения и отела, которые были выбракованы из стада в период с 2016 по 2020 годы.

Для определения зависимости между удоем коров за наивысшую лактацию и последующим сроком их хозяйственного использования выбракованные животные были разбиты на 5 групп в зависимости от количества завершенных лактаций на момент выбытия из стада с учетом: удоя за наивысшую лактацию, пожизненного надоя, ежедневного пожизненного удоя и удоя на 1 день продуктивного использования.

В хозяйстве применяется беспривязная круглогодовая стойловая система содержания коров.

В кормлении дойного стада использовались корма собственного производства, рационы рассчитывались, исходя из фазы лактации и продуктивности животных с учетом их физиологического состояния.

Доение коров производится роботизированным доильным оборудованием марки GEA DairyProQ (Германия), обеспечивающим получение молока высокого качества. К животным применяется система добровольного доения с незначительной корректировкой оператором комфортной скорости подхода и его времени.

Осуществлен статистический анализ данных зоотехнического и племенного учета и продуктивных показателей участвующих в опыте животных с использованием компьютерной программы Dairy Plan (Германия).

Ведение племенного учета, контроль за процессом доения и поведением животных осуществлялся с использованием информационно-аналитической системы «СЕЛЭКС – Молочный скот» (ООО «РЦ «ПЛИНОР», Россия) и компьютерной программы DairyPlan (Германия).

Результаты и обсуждение. Продуктивное долголетие – это в большей степени признак наследственный, но обусловленный многими средовыми факторами: условиями содержания; уровнем и полноценностью кормления; живой массой, как индикатора величины молочной продуктивности; возрастом первого осеменения и первого отела; числом дойных дней по каждой лактации; приспособленностью к требованиям промышленной технологии и адаптационными возможностями животных, особенно импортных (Левина Г.Н., 2022; Бекенев В.А., 2019; Терентьева Н.А. и др., 2022). Зная степень влияния всех факторов, можно приступать к решению проблемы увеличения сроков продуктивного долголетия животных.

В ООО СП «Донское» первая партия нетелей этой селекции (240 голов) была завезена из Дании в 2011 году, все поголовье было представлено элитными животными в результате отбора их в стране-импортере. К природно-климатическим условиям хозяйства животные адаптировались хорошо, следующее поголовье нетелей этой селекции завозилось ежегодно с 2019 по 2021 годы. В настоящее время молочный комплекс обеспечивается ремонтным поголовьем за счет собственного воспроизводства стада.

В возрастной структуре стада хозяйства за анализируемый период преобладали коровы 1-3 лактаций – 88,5% от общего числа коров, коровы 4, 5 и более лактаций немногочисленны и составляют 11,5%. Основными причинами выбраковки коров в этот период в хозяйстве были гинекологические заболевания и яловость, составляющие 42,9% от поголовья выбыв-

ших животных, а также заболевания конечностей – 16,3%. Средний возраст в отелах всего стада по годам исследуемого периода составлял от 2,0 до 2,5. Среди коров датской селекции наибольшее поголовье составляли коровы третьего отела – 41,7%. По ходу дальнейшего исследования нами была рассмотрена взаимосвязь между сроком получения наивысшего удоя за лактацию и сроком хозяйственно-продуктивной эксплуатации животных (таблица 1).

Таблица 1. Группы коров по возрасту проявления наивысшей продуктивности
Table 1. *Groups of cows by age at peak productivity*

Лактация *Lactation*	Удой за наивысшую лактацию, кг *Milk yield for highest lactation, kg*	Продолжительность использования *Duration of use*		Пожизненный надой, кг *Lifetime milk yield, kg*	Удой в среднем за лактацию, кг *Average milk yield per lactation, kg*	Удой на 1 день жизни, кг *Milk yield for 1 day of life, kg*	Удой на 1 день продуктивного использования, кг *Milk yield for 1 day of productive use, kg*
		лактации *lactation*	дни *days*				
1	9526,7±230,61	3,3±0,33	1081,3±101,64	28931,3±3535,10	8646,0±240,74	15,9±1,02	26,7±0,82
2	11000,8±798,20	3,0±0,17	1206,7±63,32	30268,7±1214,15	10305,7±448,55	15,8±0,38	25,8±0,59
3	10633,3±449,93	3,5±0,16	1237,2±44,69	34088,3±1353,78	9742,1±274,41	17,0±0,37	27,6±0,38
4	9265,2±287,23	4,0±0,00	1357,3±53,02	36464,6±1507,77	9116,0±376,95	17,4±0,33	26,9±0,42
5	8961,2±443,68	5,0±0,00	1713,7±39,09	44790,7±1798,59	8958,2±359,83	18,3±0,69	26,1±0,97

У коров молочных пород формирование молочной продуктивности осуществляется на протяжении всей их жизни, а интенсивность раздоя существенно влияет на пожизненную продуктивность. Установлено, что в ООО СП «Донское» удой коров за наивысшую лактацию в группах с разным сроком хозяйственного использования возрастал только до третьего отела, то есть второй законченной лактации, и прирост его составил 1474,1 кг (15,4%); начиная с третьей лактации и во все последующие удой по сравнению с удоем предыдущей лактации снижался по мере роста числа лактаций: по третьей – на 367,5 кг (3,3%), четвертой – на 1368,1 кг (12,9%), пятой – на 302,0 кг (3,4%).

Продолжительность продуктивного использования в лактациях сложилась следующим образом: у коров по второй лактации срок продуктивного использования оказался на 0,3 лактации меньше, чем у животных, у которых наивысшая продуктивность проявилась после первого отела. При этом коровы с коротким сроком продуктивного использования имели наивысший удой – 11000,8 кг молока в отличие от всех остальных групп животных, то есть генетический потенциал коров этой селекции раскрылся во второй лактации. Более позднее проявление наивысшей продуктивности увеличивало срок продуктивного использования коров. Начиная с третьей лактации, продолжительность хозяйственного использования коров увеличивалась по мере возрастания лактаций: третья – на 0,5 лактации (16,6%), четвертая – на 0,5 лактации (14,3%), пятая – на 1,0 лактации (25,0%). При этом удой за наивысшую лактацию в каждой из групп снижался по мере роста лактаций. По результату, коровы с самым высоким удоем 11000,8 кг за наивысшую лактацию имели самую низкую продолжительность использования – 3,0 лактации. Объяснить это можно интенсивностью молокоотдачи, необходимость коров использовать внутренние резервы организма на молокообразование, что увеличивает нагрузку на организм и, как следствие, может привести к сбою в работе иммунной системы, различным функциональным расстройствам и более быстрому выбытию из стада.

Снижение количества лактаций по этой группе также можно объяснить, проанализировав продолжительность продуктивного использования в днях. Надо отметить, что средняя продолжительность продуцирования (дойных дней) за первую лактацию коров второй группы была значительно дольше общепринятых 305 дней и составила 402,2 дня. Продолжительность продуктивного использования в среднем за одну лактацию в третьей группе составила 353,5 дня; четвертой – 339,3 дня и пятой – 342,7 дня.

С ростом продолжительности хозяйственного использования коров увеличивался пожизненный надой молока. Самый высокий прирост (22,8%) был у коров по пятой лактации с пожизненным надоем 44790,7 кг. Такой пожизненный надой подтверждает высокие генетические возможности коров датской селекции. К сожалению, эта группа коров очень малочисленна, большее внимание обращают на себя коровы третьей лактации (полновозрастные), прирост надоя которых по сравнению с надоем за предыдущую лактацию составил 12,6% при пожизненном надое 34088,3 кг. Это самая многочисленная группа животных, составляющая 42,5% от анализируемого поголовья.

Отличия в возрасте первого отела, составившего от 1 до 1,5 месяцев, не повлияли на положительную динамику удоя на один день жизни. Начиная со второй лактации и в последующие она постоянно увеличивалась: на 1,2 кг (7,6%) – в третьей; 0,4 кг (2,4%) – в четвертой; 0,9 кг (5,2%) – в пятой, что говорит о высоком генетическом потенциале продуктивности коров датской селекции. Удой на один день продуктивного долголетия, характеризующий потенциальные возможности животных, увеличивался до третьей лактации, в которую был самый высокий его показатель (27,6 кг) при снижении удоя за наивысшую лактацию. После третьей лактации, с ростом продуктивного долголетия, отмечаем снижение удоя на 1 день продуктивного использования, а также и удоев за наивысшую лактацию. Можно сказать, что срок продуктивно-хозяйственного использования коров не зависит от или показателя наивысшей лактации.

Сравнивая удой в среднем за лактацию, отмечаем самый высокий его показатель – 10305,7 кг, который приходится на вторую законченную лактацию с самой низкой продолжительностью продуктивного использования – 3,0 лактации. В то же время самый низкий удой (8646,0 кг), что закономерно, отмечен у коров-первотелок с продуктивным долголетием 3,3 лактации. Как отмечалось выше, наиболее многочисленную группу представляют коровы со средним удоем за лактацию 9742,1 кг, сроком их продуктивного использования 3,5 лактации, пожизненным надоем 34088,3 кг, проявивших наивысший удой в 10633,3 кг в третью лактацию. Следует отметить, что у этой группы коров самый высокий удой на один день продуктивного долголетия – 27,6 кг. Это высокопродуктивные животные, и получение наивысшего надоя, то есть полного раскрытия генетического потенциала, надо планировать на этот период – третью лактацию.

Заключение. Наивысший надой за лактацию, проявленный в раннем возрасте (вторая лактация), на продуктивное долголетие не оказал положительного влияния.

Выявлена обратная взаимосвязь между продуктивностью и хозяйственно-продуктивным долголетием. Снижение удоя за лактацию на 449 кг способствует росту продолжительности хозяйственного использования коров на 0,6 лактации. Продуктивное долголетие коров зависит от оптимального использования животных, нагрузка на организм коровы в ходе лактационной деятельности должна быть адекватна возможностям ее организма.

Продление срока продуктивного использования до 3,5 лактаций, то есть четырех отелов, для высокопродуктивных коров датской селекции возможно при среднем удое за лактацию 9742,1 кг.

Благодарность: Работа выполнена по гранту РНФ № 22-26-00138, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: *The work was carried out under a grant of the Russian Science Foundation No. 22-26-00138, VRIMMP.*

Список источников

1. Бекенев В.А. Продуктивное долголетие животных, способы его прогнозирования и продления // Сельскохозяйственная биология. 2019. Т. 54, № 4. С. 655-666. https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.4.655rus.
2. Васильева О.К. Динамика показателей продуктивного долголетия коров в сельскохозяйственных предприятиях России // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2020. № 3(60). С. 80-87. https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13080.
3. Виноградова Н.Д., Падерина Р.В. Продолжительность использования молочных коров в зависимости от интенсивности роста и продуктивности в первую лактацию // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2015. № 40. С. 82-86.
4. Журавлева М.Е., Сударев Н.П., Шаркаева Г.А., Абылкасымов Д., Прокудина О.П., Кузнкцова Ю.С. Резервы повышения эффективности молочного животноводства // Молочное и мясное скотоводство. 2015. № 4. С. 25-26.
5. Журавлева М.Е., Чаргешвили С.В., Шмидт Ю.И., Абылкасымов Д., Сударев Н.П. Окупаемость затрат и получение дохода от импортной молочной коровы // Молочное и мясное скотоводство. 2017. № 7. С. 19-21.
6. Левина Г.Н., Максимчук М.Г., Артюх В.М. Влияние кровности по голштинской породе и удоя матерей отцов на продуктивное долголетие дочерей // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 6. С. 29-33. https://doi.org/10.33943/MMS.2022.17.68.005.
7. Лепехина Т.В. Анализ молочной продуктивности коров черно-пестрой породы в условиях Вологодской области // Зоотехния. 2021. № 12. С. 2-3. https://doi.org/10.25708/ZT.2021.47.96.001.
8. Милостивый Р.В., Высокос Н.П., Калиниченко А.А., Василенко Т.А., Милостивая Д.Ф. Продуктивное долголетие коров голштинской породы европейской селекции в условиях промышленной технологии // Ukrainian Journal of Ecology. 2017. Vol. 7(3). P. 169-179. https://doi.org/10.15421/2017_66.
9. Падерина Р.В., Чучалина Н.Н., Виноградова Н.Д. Влияние отдельных факторов на продуктивное долголетие коров // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (56). С. 106-111. https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-13106.
10. Сафронов С.Л., Костомахин Н.М., Соловьева О.И., Остроухова В.И. Сравнительная характеристика молочной продуктивности коров разного продуктивного долголетия // Зоотехния. 2022. № 4. С. 26-28. https://doi.org/10.25708/ZT.2022.62.46.007.
11. Стрекозов Н.И., Виноградов В.Н., Крылова Г.Н. Научное обоснование оптимального уровня продуктивности молочного стада черно-пестрой породы // Молочное и мясное скотоводство. 2021. № 8. С. 15-18. https://doi.org/10.33943/MMS.2021.94.11.003.
12. Сударев Н.П., Абылкасымов Д., Абрампальская О.В., Чаргеишвили С.В., Востряков К.В. Продуктивное долголетие и эффективность использования коров при разных

способах содержания в промышленных условиях // Зоотехния. 2022. № 3. С. 2-5. https://doi.org/10.25708/ZT.2022.74.67.001.
13. Терентьева Н.А., Дунин И.М., Шичкин Г.И. Паратипические и генотипические факторы в оценке продуктивного долголетия коров красно-пестрой породы Красноярского края // Молочное и мясное скотоводство. 2022. № 6. С. 18-22. https://doi.org/10.33943/MMS.2022.23.20.003.
14. Тяпугин Е.Е., Герасимова Е.В., Семенова Н.В., Мороз Т.А., Приданова И.Е. Состояние воспроизводства поголовья молочного скота в Российской Федерации // Зоотехния. 2023. № 1. С. 33-35. https://doi.org/10.25708/ZT.2022.47.48.009.
15. Шевелева О.М., Часовщикова М.А. Продолжительность хозяйственного использования и пожизненная продуктивность коров голштинской породы голландского происхождения разных генераций // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. 2017. № 12 (158). С. 104-108.
16. Юльметьева Ю.Р., Шакиров Ш.К. Ассоциативные связи гена тиреоглобулина с продуктивным долголетием молочного скота // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 1. С. 14-18. https://doi.org/10.33943/MMS.2020.65.47.004.

References

1. Bekenev VA. Productive longevity of animals, methods of its prediction and extension. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology.* 2019;54(4):655-666. (In Russ.). https://doi.org/10.15389/agrobiology.2019.4.655rus.
2. Vasileva OK. Dynamics of indicators of cows productive longevity in agricultural enterprises in Russia. *Izvestia Sankt-Peterburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2020;60(3):80-87. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/2078-1318-2020-13080.
3. Vinogradova ND, Paderina RV. The longevity of dairy cows depending on the intensity of growth and productivity in the first lactation. *Izvestia Sankt-Peterburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University.* 2015;(40):82-86. (In Russ.).
4. Zhuravleva ME, Sudarev NP, Sharkaeva GA, Abylkasymov D, Prokudina OP, Kuznetsova VS. Reserves of efficiency of dairy farming. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming.* 2015;(4):25-26. (In Russ.).
5. Zhuravleva ME, Chargeishvili SV, Shmidt YiI, Abylkasymov D, Sudarev NP. Return on investment and income from imported dairy cows. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming.* 2017;(7):19-21. (In Russ.).
6. Levina GN, Maksimchuk MG, Artykh VM. The influence of blood and milk growth of the holstin breed of fathers-mothers on productive longevity of daughters. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming.* 2022;(6):29-33. (In Russ.). https://doi.org/10.33943/MMS.2022.17.68.005.
7. Lepekhina TV. Analysis of milk productivity of Black-and-White cows in the Vologda oblast. *Zootekhniya = Zootechniya.* 2021;(12):2-4. (In Russ.). https://doi.org/10.25708/ZT.2021.47.96.001.
8. Milostiviy RV, Vysokos MP, Kalinichenko OO, Vasilenko TO, Milostiva DF. Productive longevity of European Holstein cows in conditions of industrial technology. *Ukrainian Journal of Ecology.* 2017;7(3):169-179. (In Russ.). https://doi.org/10.15421/2017_66.

9. Paderina RV, Chuchalina NN, Vinogradova ND. The influence of individual factors on the productive longevity of cows. *Izvestia Sankt-Peterburskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestiya Saint-Petersburg State Agrarian University*. 2019;56(3):106-111. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/2078-1318-2019-13106.
10. Safronov SL, Kostomakhin NM, Soloveva OI, Ostroukhova VI. Comparative characteristics of the dairy productivity of cows of different productive longevity. *Zootekhniya = Zootechniya.* 2022;(4):26-28. (In Russ.). https://doi.org/10.25708/ZT.2022.62.46.007.
11. Strekozov NI, Vinogradov VN, Krylova GN. Scientific justification of the optimal milk performance in Black-and-White breed. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming.*2021;(8):15-18. (In Russ.). https://doi.org/10.33943/MMS.2021.94.11.003.
12. Sudarev NP, Abylkasymov D, Abrampalskaya OV, Chargeishvili SV, Vostryakov KV. Productive longevity and efficiency of the use of cows with different methods of keeping in industrial conditions. *Zootekhniya = Zootechniya.* 2022;(3):2-5. (In Russ.). https://doi.org/10.25708/ZT.2022.74.67.001.
13. Terentyeva NA, Dunin IM, Shichkin GI. Paratypical and genotypic factors in assessing the productive longevity of cows the redmottled breed of the Krasnoyarsk territory. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming.* 2022;(6):18-22. (In Russ.). https://doi.org/10.33943/MMS.2022.23.20.003.
14. Tyapugin EE, Gerasimova EV, Semenova NV, Moroz TA, Pridanova IE. The state of reproduction of dairy cattle in the Russian Federation. *Zootekhniya = Zootechniya.* 2023;(1):33-35. (In Russ.). https://doi.org/10.25708/ZT.2022.47.48.009.
15. Sheveleva OM, Chasovshchikova MA. Economic use duration and lifetime milk production of Holstein cows of Dutch origin of different generations. *Vestnik Altajskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of Altai state agricultural university.* 2017;158(12):104-108. (In Russ.).
16. Yulmeteva YuR, Shakirov ShK. The association of the thyroglobulin gene with the productive longevity of dairy. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo = Dairy and beef cattle farming.* 2020;(1):14-18. (In Russ.). https://doi.org/10.33943/MMS.2020.65.47.004.

Вклад авторов: Светлана А. Суркова провела обработку первичного материала, сформулировала заключительные выводы, отредактировала статью в аспекте интеллектуального содержания; Наталья И. Мосолова провела критический анализ статьи на предмет важности темы, одобрила конечную версию статьи; Вера А. Пузанкова произвела выборку первичного материала. Авторский коллектив коллегиально обсудил результаты полученных данных и окончательный вариант статьи.

Contribution of the authors: *Svetlana A. Surkova processed the primary material, formulated the final conclusions and edited the article in terms of intellectual content; Natalia I. Mosolova critically analyzed the article for the importance of the topic and approved the final version of the article; Vera A. Puzankova made a selection of primary material. Group of authors collectively discussed the results of the data obtained and the final version of the article.*

Конфликт интересов. Конфликта интересов, по заявлению авторов, не существует ни в степени участия в написании и обработке материала, ни в связи с публикацией статьи.

Conflict of interest. *According to the authors, there is no conflict of interest either in the degree of participation in the writing and processing of the material, or in connection with the publication of the article.*

Информация об авторах (за исключением контактного лица):
Мосолова Наталья Ивановна – главный научный сотрудник, комплексная аналитическая лаборатория, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: natali.niimmp@yandex.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-6559-6595;
Пузанкова Вера Александровна – соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niiimmp@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):
Natalia I. Mosolova *– Chief Researcher, Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: natali.niimmp@yandex.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-6559-6595;*
Vera A. Puzankova *– Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 15.03.23;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 29.08.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 31.08.2023

Научная статья / *Original article*
УДК 633.2.039
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-32-41

ВОССТАНОВЛЕНИЕ ПАСТБИЩ, ОБЕДНЕННЫХ РАСТИТЕЛЬНЫМ ПОКРОВОМ, ЗАСУШЛИВЫХ РЕГИОНОВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

RESTORATION OF PASTURES DESERVED IN VEGETATION COVER IN DRY REGIONS OF THE LOWER VOLGA

Екатерина В. Карпенко, кандидат биологических наук
Александр А. Мосолов, доктор биологических наук
Алена О. Громова, лаборант-исследователь

Ekaterina V. Karpenko, *PhD (Biology)*
Alexander A. Mosolov, *Dr. Sci. (Biology)*
Alyona O. Gromova, *Research Lab Assistant*

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Громова Алена Олеговна, лаборант-исследователь, отдел по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: alena_reshetniko95@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2040-4152.

Для цитирования: Карпенко Е.В., Мосолов А.А., Громова А.О. Восстановление пастбищ, обедненных растительным покровом, засушливых регионов Нижнего Поволжья // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 32-41. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-32-41.

Principal contact: Alyona O. Gromova, Research Lab Assistant, Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: alena_reshetniko95@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2040-4152.

For citation: Karpenko E.V., Mosolov A.A., Gromova A.O. Restoration of pastures deserved in vegetation cover in dry regions of the Lower Volga. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):32-41. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-32-41.

Резюме

Цель. Изучить приемы восстановления (рекультивации) нарушенных пастбищных земель на основе сравнительного аспекта урожайности многолетних кормовых трав при создании пастбищ в аридных районах Нижнего Поволжья.

Материалы и методы. В процессе эксперимента было проведено сравнительное изучение эколого-биологических свойств многолетних кормовых трав (Волоснец ситниковый, Житняк пустынный, Эспарцет песчаный, Пырей удлиненный). Опыт был проведен на подготовленном поле (вспашка, боронование), разделенном на экспериментальные участки размером по 50 м^2. Сев семян осуществлялся в конце осени (ноябрь) на глубину 20-30 мм при ширине междурядий 0,45 м. Повторность пересева в опыте двухкратная.

Результаты. Экспериментально доказано варьирование урожайности сухой поедаемой массы между контрольным вариантом естественных пастбищ и опытными участками испытуемых трав. Среди испытуемых трав наиболее высокую урожайность показал эспарцет песчаный (III экспериментальный участок), которая составила 2,43 т/га сухой поедаемой массы. Превышение данного показателя относительно II экспериментального участка (житняк пустынный) составило 7,05%, I экспериментального участка (волоснец ситниковый) – 18,54%, IV экспериментального участка (пырей удлиненный) – 28,57%, а относительно контрольного участка (естественное разнотравье) увеличение урожайности составило 3,4-4,3 раза, в зависимости от вида испытуемых трав.

Заключение. Пастбищные травы занимают ключевое место в развитии продуктивных пастбищ в засушливой зоне Нижнего Поволжья. Они имеют высокую эффективность использования воды и энергии, независимо от условий низкой влажности, обеспечивая стабильное производство трав для поддержки домашнего скота. Несущая способность пастбищных угодий может быть улучшена за счет имеющихся технологий, если они применяются и адаптируются на долгосрочной основе. Низкопродуктивные пастбищные угодья, которые приводят к отсутствию баланса в производстве кормов, должны быть восстановлены с помощью недорогих методов, таких как пересев, чтобы обеспечить большее количество кормов более высокого качества для содержания скота и защиты почвы. Пересев может обеспечить высокую густоту растений при низких затратах и является дешевым средством обеспечения адекватного корма для скота и увеличения дохода от выпаса скота. Увеличение урожайности в 3,4-4,3 раза относительно контрольного участка (естественное разнотравье) достигается пересевом естественных пастбищ соответствующими видами трав, подходящими для агроклиматических субрегионов.

Ключевые слова: многолетние травы, опустынивание, растительные ресурсы, аридные пастбища, интродукция, урожайность

Abstract

Purpose. *To study the methods of restoration (reclamation) of disturbed pasture lands based on the comparative aspect of the yield of perennial fodder grasses when creating pastures in the arid regions of the Lower Volga region.*

Materials and Methods. *In the course of the experiment, a comparative study of the ecological and biological properties of perennial fodder grasses was carried out (Colognes rush, Desert wheatgrass, Sandy spare, Couch grass elongated. The experiment was carried out on a prepared field (plowing, harrowing), divided into experimental plots of 50 m^2 in size. It was carried out at the end of autumn (November) to a depth of 20-30 mm with a row spacing of 0.45 m. The repetition of reseeding in the experiment was two times.*

Results. *Variation in the yield of dry eaten mass between the control variant of natural pastures and the experimental plots of the tested grasses has been experimentally proven. Among the tested herbs, the highest yield was shown by sandy sirloin (III experimental plot), which amounted to 2.43 t/ha of dry mass eaten. The excess of this indicator relative to experimental plot II (desert wheatgrass) was 7.05%, experimental plot I (rush hair) – 18.54%, experimental plot IV (elongated wheatgrass) – 28.57%, and relative to the control plot (natural forms) the increase in yield was 3.4-4.3 times, depending on the type of herbs tested.*

Conclusion. *Pasture grasses occupy a key place in the development of productive pastures in the arid zone of the Lower Volga region. They have high water and energy efficiency regardless of low humidity conditions, providing stable grass production to support livestock. The bearing capacity of*

rangelands can be improved with available technologies if they are applied and adapted on a long-term basis. Low-productive rangelands that lead to imbalances in forage production must be restored through low-cost methods such as reseeding to provide more and higher quality forage for livestock and soil protection. Reseeding can provide high plant density at low cost and is a cheap means of providing adequate feed for livestock and increasing income from grazing. An increase in yield by 3.4-4.3 times relative to the control plot (natural forms) is achieved by reseeding natural pastures with the appropriate types of grasses suitable for macroclimatic subregions.
Keywords: *perennial grasses, desertification, plant resources, arid pastures, introduction, productivity*

Введение. По оценкам ученых, засушливые и полузасушливые районы покрывают 35% земной поверхности, и в них преобладают пастбищные угодья (Дронова Т.Н. и др., 2010; Milder J et al., 2010). К сожалению, эти ресурсы постоянно сокращаются. На протяжении многих десятилетий перед учеными стоит приоритетная задача по возрождению и улучшению качества кормовых пастбищ в засушливых местностях за счет высева разнотравья местной флоры. Попытки в рамках национальных программ и проектов развития обратить вспять тенденцию к деградации в большинстве случаев были тщетными. Деградацию, которая происходила в течение сотен лет, нельзя обратить вспять с помощью быстрых решений без учета основных причин. На самом деле деградация является результатом неэффективных стратегий управления, взаимодействующих с другими факторами, такими как изменение климата, которые постоянно увеличивают нагрузку на природные ресурсы (Ouled Belgacem A and Louhaichi M, 2013).

Опустынивание – глобальное явление деградации земель, снижающее нормальный потенциал экосистем и оказывающее непосредственное влияние на разнообразие пастбищных угодий. Постоянные засухи в сочетании с сильным выпасом скота приводят к потере разнообразия многолетних трав, поскольку эти виды постоянно подвергаются воздействию неблагоприятных климатических и биотических факторов.

Огромные участки пустошей могут быть реабилитированы. Уменьшение пастбищного давления приведет к разнообразию пастбищных трав. Естественная сукцессия желаемых видов – очень медленный процесс, пересев естественных пастбищ соответствующими видами трав, подходящими для агроклиматических субрегионов, является единственным возможным средством для получения более высокой продуктивности. Пересев включает в себя тщательную обработку почвы, выкорчевывание нежелательных кустов, посев подходящих видов трав и последующий уход за дерниной (Петров В.И., 2003)

Для долгосрочного успеха любой программы восстановления важно сосредоточиться на том, как функционирует ландшафт. В хорошо функционирующем ландшафте естественные процессы обеспечивают идеальную среду для регенерации. В таком случае может быть достаточно тактического выпаса и внесения семян желательных продуктивных многолетников. Однако там, где ландшафт функционирует плохо, могут потребоваться дальнейшие действия, такие как разработка «плодородных участков», чтобы обеспечить долгосрочную реставрацию (Шамсутдинов З.Ш., 2009).

Сегодня проблема деградированных пастбищных угодий стала актуальной для всего мира, так как ежегодная глобальная потеря продуктивных пастбищных угодий составляет около 55-60%. Актуальность возникшей в связи с этим проблемы объясняется тем, что площади деградированных земель ежегодно расширяются под воздействием антропогенных факторов (Kubenkulov K et al., 2019).

По мнению Кучерова В.С. и др. (2012), Насиева Б.Н. и др. (2013), оскуднение пастбищных территорий напрямую связано с бессистемным выпасом крупного и мелкого рогатого скота, а также ежегодными климатическими изменениями, которые несут за собой потерю качества растительного состава и его видоизменение на пастбищах. На этом фоне может происходить не только смена видового состава локальной растительности, но и его полное исчезновение.

В настоящее время проблема получения информации о состоянии пастбищных угодий решается с применением геоинформационных технологий, позволяющих получать достоверную и полную информацию о состоянии пастбищных ландшафтов (Насиев Б.Н. и др., 2013; Kaldybaev S et al., 2022). Это важно, так как с увеличением поголовья скота как в крупных хозяйствах, так и личных подсобных подворьях возрастает и потребность в увеличении территории пастбищных угодий. Поэтому проблема правильной организации деятельности по сохранению и улучшению пастбищных угодий остается важной и актуальной (Кушнир В.Г. и Константинов М.М., 2008; Qnagayev M et al., 2016).

Крайне важно понять причины деградации пастбищных угодий и найти решения, мобилизовав набор доступных инструментов.

Правильная организация мероприятий по улучшению пастбищных угодий позволит использовать пастбища с наибольшим эффектом для развития сельского хозяйства. Использование дистанционных геоинформационных технологий и результатов наземно-полевых исследований позволит решить проблему деградации пастбищных угодий Нижнего Поволжья.

Целью настоящих исследований явилось изучить приемы восстановления (рекультивации) нарушенных пастбищных земель на основе сравнительного аспекта урожайности многолетних кормовых трав при создании пастбищ в аридных районах Нижнего Поволжья.

Материалы и методы. Работа проводилась на пастбищных участках СГЦ ООО «Волгоград-Эдильбай» Быковского района Волгоградской области в течение двух лет (2021-2023).

Местные травы хорошо приспособлены к суровым условиям засушливых районов Нижнего Поволжья.

Опыт был проведен на подготовленном поле (вспашка, боронование), разделенном на экспериментальные участки размером по 50 м^2. Сев семян осуществлялся в конце осени (ноябрь) на глубину 20-30 мм при ширине междурядий 0,45 м. Повторность пересева в опыте двухкратная.

Сравнительное изучение урожайности пересеянных многолетних кормовых трав проводили согласно схеме, представленной в таблице 1.

Наблюдения за экспериментальными растениями осуществлялись по классической схеме (Бейдеман И.Н., 1974; Грингоф И.Г. и Лынов Ю.С., 1991). В первый год вегетации фиксировали наступление характерных для развития растений фаз (появление всходов, полные всходы, ветвление, бутонизация, цветение, плодообразование, созревание плодов, осыпание плодов, завершение вегетации); во второй год – начало отрастания, ветвление, бутонизация, пастбищная спелость, цветение, плодообразование, созревание плодов, осыпание плодов, завершение вегетации.

В эксперименте участвовали следующие многолетние травы: волоснец ситниковый (*Psathyrostachy sjuncea*), житняк пустынный (*Agropyrom dcscrtorum*), пырей удлиненный (*Elytrigia elongata N*) и эспарцет песчаный (*Onobrychis arenaria*), которые широко используются для обогащения естественного разнотравья на малопродуктивных участках и создания новых культурных пастбищ.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. *Schematic of the experience*

Опытные участки *Experimental sites*	Площадь участка, кв. м *Site area, sq. m.*	Испытуемые травы *Tested herbs*	Норма высева, кг/га *Seeding rate, kg / ha*
Контрольный *Control*	50	Естественное разнотравье *Natural forbs*	-
I	50	Волоснец ситниковый *Russian wild rye*	7
II	50	Житняк пустынный *Desert ryegrass*	10
III	50	Эспарцет песчаный *Hungarian sainfoin*	20
IV	50	Пырей удлиненный *Tall wheatgrass*	14

Результаты и обсуждение. Результаты многолетних наблюдений за состоянием территории СГЦ ООО «Волгоград-Эдильбай», расположенного в Быковском районе Волгоградской области, свидетельствуют, что его можно отнести к району, страдающие от длительного упадка растительности, имеющего ограниченное количество желательных растений для получения семян. Эти остатки важны для регенерации, поэтому их эффективное использование имеет решающее значение в любом проекте восстановления. В связи с этим возникла необходимость ввести посевной материал, чтобы регенерация были успешной и в максимально короткий срок.

Для снижения риска дальнейшей деградации и количества низкопродуктивных пастбищных угодий, которые приводят к отсутствию баланса в производстве кормов на территории данного хозяйства, были проведены мероприятия по их восстановлению, чтобы обеспечить большее количество кормов более высокого качества для содержания скота и защиты почвы, с помощью такого недорогого метода, как пересев. Пересев необходим для повышения питательной ценности кормов, заполнения пустырей и улучшения деградированных пастбищных угодий после плохого управления.

Результаты многолетних наблюдений за состоянием разных видов многолетних трав на экспериментальных участках на территории хозяйства, расположенного в Быковском районе Волгоградской области показали идентичные сроки наступления фенотипических фаз, которые были напрямую связаны с наличием влаги (климатические условия). Было также установлено, что обогащение пастбищ кормовыми растениями, характерными для определенных экологических зон, дает ощутимый результат увеличения урожайности. К осени первого года введенные культуры достигли высоты в среднем от 0,35 до 0,45 м.

Для улучшения как засеянной площади, так и естественного ареала, был проведен повторный посев, благодаря которому высота посеянных культур на экспериментальной площадке на второй год составила от 0,45 до 0,70 м, что согласуется с результатами проведенных ранее исследований (Иванов А.И. и др., 1981; Шарашова В.С., 1989; Петров В.И., 2003; Шамсутдинов З.Ш., 2009; Шамсутдинов З.Ш. и Шамсутдинов Н.З., 2010; Шагаипов М.М. и Булахтина Г.С., 2013).

Экспериментально доказано варьирование урожайности сухой поедаемой массы между контрольным вариантом естественных пастбищ и опытными участками испытуемых трав (рисунок 1).

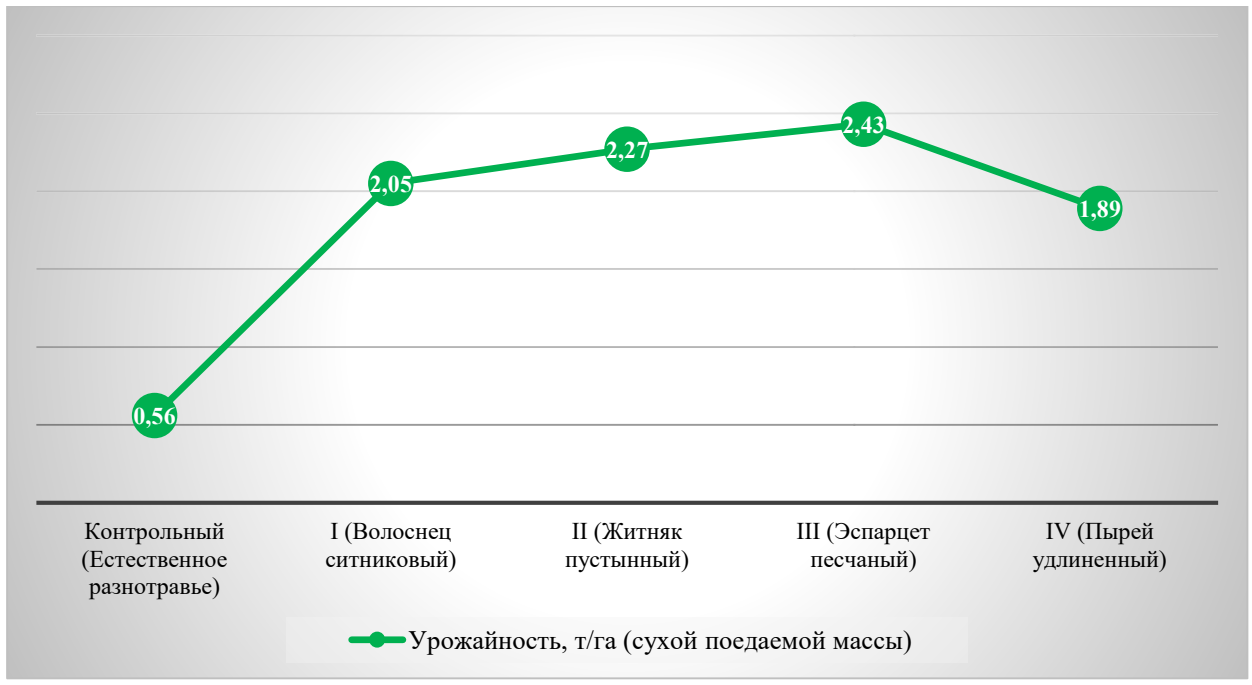


Рисунок 1. Урожайность экспериментальных трав
Figure 1. *Yields of experimental herbs:*
контрольный (Естественное разнотравье) / *Control (Natural forbs);*
I (Волоснец ситниковый) / *I* (*Russian wild rye)*; II (Житняк пустынный) / *II* (*Desert ryegrass)*;
III (Эспарцет песчаный) / *III* (*Hungarian sainfoin)*; IV (Пырей удлиненный) / *IV* (*tall wheatgrass)*;
Урожайность, т/га (сухой поедаемой массы) / *Productivity, t / ha (dry eaten mass)*

Установлена высокая урожайность испытуемых трав. При этом среди испытуемых трав наиболее высокую урожайность показал эспарцет песчаный (III экспериментальный участок), которая составила 2,43 т/га сухой поедаемой массы. Превышение данного показателя относительно II экспериментального участка (житняк пустынный) составило 7,05%, I экспериментального участка (волоснец ситниковый) – 18,54%, IV экспериментального участка (пырей удлиненный) – 28,57%, а относительно контрольного участка (естественное разнотравье) увеличение урожайности составило 3,4-4,3 раза, в зависимости от вида испытуемых трав.

Таким образом, пересев помог обеспечить высокую густоту растений при низких затратах, является дешевым средством обеспечения адекватного корма для скота и в перспективе может способствовать увеличению дохода от выпаса скота.

Заключение. Пастбищные травы занимают ключевое место в развитии продуктивных пастбищ в засушливой зоне Нижнего Поволжья. Они имеют высокую эффективность использования воды и энергии, независимо от условий низкой влажности, обеспечивая стабильное производство трав для поддержки домашнего скота. Несущая способность пастбищных угодий может быть улучшена за счет имеющихся технологий, если они применяются и адаптируются на долгосрочной основе. Низкопродуктивные пастбищные угодья, которые приводят к отсутствию баланса в производстве кормов, должны быть восстановлены с помощью недорогих методов, таких как пересев, чтобы обеспечить большее количество кормов более высокого качества для содержания скота и защиты почвы. Пересев может обеспечить высокую густоту растений при низких затратах и является дешевым средством обеспечения адекватного корма для скота и увеличения дохода от выпаса скота. Увеличение урожайности в 3,4-4,3 раза относительно контрольного участка (естественное разнотравье) достигается пересевом есте-

ственных пастбищ соответствующими видами трав, подходящими для агроклиматических субрегионов.

Благодарность: Работа выполнена при поддержке гранта РНФ № 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: *This research was carried out under a grant from the Russian Science Foundation No. 22-16-00041, VRIMMP.*

Список источников

1. Бейдеман И.Н. Методика изучения фенологии растений и растительных сообществ. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1974. 155 с.
2. Грингоф И.Г., Лынов Ю.С. Методическое пособие по фенологическим наблюдениям. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1991. 198 с.
3. Дронова Т.Н., Бурцева Н.И., Парамонов В.А. Состояние и пути улучшения аридных пастбищ Нижнего Поволжья // Вестник Нижневолжского агроуниверситетского комплекса. 2010. № 4 (20). С. 1-6.
4. Иванов А.И., Бухтеева Н.В., Сосков Ю.Д. Мобилизация и изучение ресурсов многолетних кормовых растений Казахстана // Проблемы освоения пустынь. 1981. № 1. С. 20-26.
5. Кучеров В.С., Ахмеденов К.М. Современные состояние и оптимизация использования пастбищных угодий Западно-Казахстанской области // Вопросы истории и археологии Западного Казахстана. 2012. Выпуск 19, № 4. С. 64-75.
6. Кушнир В.Г., Константинов М.М. Природно-хозяйственные условия пастбищ, состояние и перспективы их обводнения // Международный сельскохозяйственный журнал. 2008. № 1. С. 54- 55.
7. Насиев Б.Н., Жанаталапов Н.Ж., Каменов А., Куаныш Г. Процессы деградации почв кормовых угодий полупустынной зоны // Материалы международной научно-практической конференции «Перспективные технологии возделывания масличных, зернобобовых культур и регулирование плодородия почвы», Алматы, 13-15 июня 2013 г. Алматы: КазНАУ, 2013. С. 384-389.
8. Петров В.И. Особенности опустынивания и проблемы лесомелиоративного обустройства сельхозугодий Южного Федерального округа // Рациональное природопользование и сельскохозяйственное производство в южных регионах Российской Федерации. М.: Современные тетради, 2003. С. 99-104.
9. Шагаипов М.М., Булахтина Г.С. Сукцессионные процессы в степных экосистемах (пастбищных фитоценозах) при полной изоляции их от антропогенного воздействия // Проблемы региональной экологии. 2013. № 6. С. 7-10.
10. Шамсутдинов З.Ш., Шамсутдинов Н.З. Учение Н.Т. Нечаевой о пустынных пастбищах // Аридные экосистемы. 2010. № 42. С. 11-29.
11. Шамсутдинов З.Ш., Рахмилевич Ш., Лазаревич Н., Хамидов А.А., Шамсутдинов Н.З. Научные основы и методы восстановления продуктивности деградированных аридных пастбищ // Кормопроизводство. 2009. № 1. С. 11-17.
12. Шарашова В.С. Устойчивость пастбищных экосистем. М.: Агропромиздат, 1989. 238 с.

13. Kaldybaev S, Zholamanov K, Yerzhanova K, Beketova A, Ertaeva Zh, Rustemov B. Interactive geoinformation map of degraded pastures of Kazakhstan with different degrees of degradation and measures for their management // Journal of Theoretical and Applied Information Technology. 2022. Vol. 100, № 14. P. 5336-5346.
14. Kubenkulov K, Naushabaev A, Abdirahymov N, Rustemov B, Bazarbayev S. Particularities of forming desert pastures near settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan) // Journal of Ecological Engineering. 2019. Vol. 20, № 8. P. 129-134. https://doi.org/10.12911/22998993/110768
15. Milder JC, Scherr SJ, Bracer C. Trends and future potential of payment for ecosystem services to alleviate rural poverty in developing countries // Ecology and Society. 2010. Vol. 15, iss. 2. Article number 4. https://doi.org/10.5751/ES-03098-150204.
16. Ouled Belgacem A and Louhaichi M. The vulnerability of native rangeland plant species to global climate change in the West Asia and North African regions // Climatic Change. 2013. Vol. 119, iss. 2. P. 451-463. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0701-z.
17. Qnagayev M, Tuktarov RB, Tassanova ZhB, Denizbayev SI. Assessment of the current state of vegetation of Estuaries in the zone of dry steppes of Western Kazakhstan // Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 2016. Vol. 7, № 5. P. 382-389.

References

1. Beideman IN. Methodology for studying the phenology of plants and plant communities. Novosibirsk: Science. Sib. Department Publ.; 1974. 155 p. (In Russ.).
2. Gringof IG, Lynov YuS. Methodological guide for phenological observations. Leningrad: Gidrometeoizdat Publ., 1991. 198 p. (In Russ.).
3. Dronova TN, Burtseva NI, Paramonov VA. Condition and ways of improvement of arid pastures in Nizhneye Povolzhye. *Vestnik Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa = Vestnik of the Lower Volga Agro-University Complex*. 2010;20(4):1-6. (In Russ.).
4. Ivanov AI, Bukhteeva NV, Soskov YuD. Mobilization and study of the resources of perennial fodder plants in Kazakhstan. *Problemy osvoeniya pustyn'. = Problems of desert development.* 1981;(1):20-26 (In Russ.).
5. Kucherov VS, Akhmedenov KM. Modern state and optimization of the use of pasture lands in the West Kazakhstan region. *Voprosy istorii i arheologii Zapadnogo Kazahstana = Questions of history and archeology of Western Kazakhstan*. 2012;19(4):64-75. (In Russ.).
6. Kushnir VG, Konstantinov MM. Natural and economic conditions of pastures, the state and prospects of their watering. *Mezhdunarodnyj sel'skohozyajstvennyj zhurnal = International Agricultural Journal.* 2008;(1):54-55. (In Russ.).
7. Nasiev BN, Zhanatalapov NZh, Kamenov A, Kuanysh G. Processes of soil degradation of fodder lands in the semi-desert zone. *Materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Perspektivnye tekhnologii vozdelyvaniya maslichnyh, zernobobovyh kul'tur i regulirovanie plodorodiya pochvy», Almaty, 13-15 iyunya 2013* [Proceedings of the International scientific-practical conference "Perspective technologies for the cultivation of oilseeds, leguminous crops and regulation of soil fertility", Almaty, June 13-15, 2013]. Almaty: KazNAU Publ.; 2013:384-389. (In Russ.).

8. Petrov VI. Peculiarities of desertification and problems of forest reclamation of agricultural lands in the Southern Federal District. M.: Modern notebooks Publ; 2003:99-104 (In Russ.).
9. Shagaipov MM, Bulahtina GS. Succession process in the steppe ecosystems (grazing phytocenoses) in complete isolation from anthropogenic impacts. *Problemy regional'noj ekologii = Problems of regional ecology.* 2013;(6):7-10. (In Russ.).
10. Shamsutdinov ZSh, Shamsutdinov NZ. Doctrine of NT Nechaeva about deserted pastures. *Aridnye ekosistemy = Arid ecosystems*. 2010;(42):11-29. (In Russ.).
11. Shamsutdinov ZSh, Rakhmilevich Sh, Lazarevich N, Khamidov AA, Shamsutdinov NZ. Scientific bases and methods for restoring the productivity of degraded arid pastures. *Kormoproizvodstvo = Fodder Production*. 2009;(1):11-17. (In Russ.).
12. Sharashova VS. Sustainability of pasture ecosystems. M.: Agropromizdat Publ.; 1989:240. (In Russ.).
13. Kaldybaev S, Zholamanov K, Yerzhanova K, Beketova A, Ertaeva Zh, Rustemov B. Interactive geoinformation map of degraded pastures of Kazakhstan with different degrees of degradation and measures for their management. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*. 2022;100(14):5336-5346.
14. Kubenkulov K, Naushabaev A, Abdirahymov N, Rustemov B, Bazarbayev S. Particularities of forming desert pastures near settlements of Southern Balkhash (Kazakhstan). *Journal of Ecological Engineering*. 2019;20(8):129-134. https://doi. org/10.12911/22998993/110768.
15. Milder JC, Scherr SJ, Bracer C. Trends and future potential of payment for ecosystem services to alleviate rural poverty in developing countries. *Ecology and Society*. 2010;15(2):4. https://doi.org/10.5751/ES-03098-150204.
16. Ouled Belgacem A and Louhaichi M. The vulnerability of native rangeland plant species to global climate change in the West Asia and North African regions. *Climatic Change*. 2013;119(2):451-463. https://doi.org/10.1007/s10584-013-0701-z.
17. Qnagayev M, Tuktarov RB, Tassanova ZhB, Denizbayev SI. Assessment of the current state of vegetation of Estuaries in the zone of dry steppes of Western Kazakhstan. *Research journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 2016;7(5):382-389.

Вклад авторов: Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за некорректное цитирование, самоцитирование и возможный плагиат.

Contribution of the authors: *All authors contributed equally to the writing of the manuscript and are responsible for incorrect citations, self-citations, and possible plagiarism.*

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Информация об авторах (за исключением контактного лица):
Карпенко Екатерина Владимировна – заведующая комплексной аналитической лабораторией, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: ekatkarpenko@yandex.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-3643-6431;
Мосолов Александр Анатольевич – главный научный сотрудник, комплексная аналитическая лаборатория, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-4927-7065.

Information about the authors (excluding the contact person):
Ekaterina V. Karpenko *– Head of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: ekatkarpenko@yandex.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-3643-6431;*
Alexander A. Mosolov *– Chief Researcher, Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-4927-7065.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 25.05.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 23.08.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 25.08.2023

КОРМА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ / FODDERS, FODDER PRODUCTION, FODDER ADDITIVES

Научная статья / *Original article*
УДК 636.5.084/087
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-42-52

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ ПРЕБИОТИЧЕСКОЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ, АНТИОКСИДАНТНУЮ ЗАЩИТУ И ИММУНОЛОГИЧЕСКИЙ СТАТУС КУР

EFFICIENCY OF INFLUENCE OF PREBIOTIC FEED ADDITIVE ON PRODUCTIVITY, ANTIOXIDANT PROTECTION AND IMMUNOLOGICAL STATUS OF HENS

Зоя Б. Комарова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Наталья В. Калинина, кандидат биологических наук
Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН
Евгения А. Струк, кандидат биологических наук

Zoya B. Komarova, *Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor*
Natalya V. Kalinina, *PhD (Biology)*
Marina I. Slozhenkina, *Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS*
Evgenia A. Struk, *PhD (Biology)*

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Калинина Наталья Васильевна, лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: Ladyn0910@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2094-6154.

Для цитирования: Комарова З.Б., Калинина Н.В., Сложенкина М.И., Струк Е.А. Эффективность влияния пребиотической кормовой добавки на продуктивность, антиоксидантную защиту и иммунологический статус кур // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 42-52. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-42-52.

Principal contact: Natalya V. Kalinina, Research Lab Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: Ladyn0910@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2094-6154.

For citation: Komarova Z.B., Kalinina N.V., Slozhenkina M.I., Struk E.A. Efficiency of influence of prebiotic feed additive on productivity, antioxidant protection and immunological status of hens. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):42-52. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-42-52.

Резюме

Цель. Изучение продуктивных признаков кур при скармливании пребиотической добавки, стимулирующей антиоксидантную и иммунологическую защиту организма.

Материалы и методы. Исследования выполнялись в сертифицированных лабораториях. Полученный цифровой материал обрабатывали с помощью статистического пакета Microsoft Excel, достоверность данных проверяли с помощью критерия Стьюдента.
Результаты. Установлено, что введение в рацион кур-несушек кросса «Хайсекс коричневый» кормовой добавки «ЛактуСупер» способствовало росту их продуктивности за 10 недель опыта на 85 яиц, или на 1,2 яйца на среднюю несушку, интенсивности яйцекладки – на 1,74%, экономии корма – на 0,6 г в сутки на голову, увеличению выхода инкубационных яиц на 4% (97% в опытной по сравнению с 93% контрольной группы). Сбалансированность кормовой добавки «ЛактуСупер» биологически активными веществами способствовало увеличению каротиноидов в желтке инкубационных яиц опытной группы на 23,36% (P≤0,001), что в абсолютных значениях составило 16,9 мкг/г. Инкубирование яиц продемонстрировало высокий вывод цыплят в обеих группах (82,44 и 85,27%), но при этом в опытной группе превышение по данному показателю составило 2,83%. Высокие показатели производства и качества инкубационных яиц в опытной группе, судя по всему, обеспечены активизацией метаболизма в организме кур в результате скармливания им изучаемой добавки. Благодаря антиоксидантным свойствам испытуемой кормовой добавки повысилась активность супероксиддисмутазы (СОД) на 11,22% (P≤0,01), глутатионпероксидазы (ГПО) – на 3,02% (P≤0,05), церулоплазмина (ЦП) – на 16,58% (P≤0,01), общего количества антиоксидантов (ООА) – на 26,97% (P≤0,01), а активность малонового диальдегида (МДА) снизилась на 14,15% (P≤0,01). Уровень Т-лимфоцитов, отвечающих за клеточный иммунитет, повысился на 12,61% (P≤0,01), а содержание В-лимфоцитов, характеризующих гуморальную резистентность, возросло на 6,83% (P≤0,05) относительно контроля. В опытной группе зафиксировано повышение уровня классических антител. Так, содержание IgA и IgG возросло на 17,26 (P≤0,01) и 7,62% (P≤0,05) по сравнению с контролем. Наличие IgM также превосходило контрольные значения на 7,79% (P≤0,05).
Заключение. Таким образом, выявлено, что разработанная нами кормовая добавка «ЛактуСупер» способствовала повышению яйценоскости кур родительского стада и качества инкубационных яиц. Активные вещества пребиотической добавки обеспечили снижение уровня свободнорадикального окисления липидов, что благоприятно отразилось на формировании антиоксидантной защиты организма, укреплении клеточного и гуморального иммунитета.
Ключевые слова: пребиотическая добавка, куры, кросс «Хайсекс коричневый», яичная продуктивность, ферменты антиоксидантной защиты, иммунологический статус

Abstract
Purpose. *The study of the productive traits of chickens when fed with a prebiotic supplement that stimulates the antioxidant and immunological defenses of the body*
Materials and Methods. *The studies were carried out in certified laboratories. The resulting digital material was processed using the statistical package Microsoft Excel, which provides verification of the reliability of the data using the Student's criterion.*
Results. *It has been established that the introduction of the feed additive "LactuSuper" into the diet of laying hens of the Hisex Brown cross dramatically increases their productivity by 85 eggs in 10 weeks of the experiment, or by 1.2 eggs per positive laying hen, the egg-laying intensity – by 1.74%, feed savings – by 0.6 g per day per head, obtaining a hatching egg yield of 4% (97% compared to 93% of the control group). The balance of the feed additive "LactuSuper" with biologically active absorbed absorbable carotenoids in the yolk of the incubation eggs of the experimental group was 23.36% (P≤0.001), which was 16.9 μg/g in absolute values. Incubation of eggs showed a high hatch*

of chickens in both groups (82.44 and 85.27%), but in the experimental group, the excess in this indicator was 2.83%. High rates of production and quality of hatching eggs in the experimental group, apparently, are provided by the activation of metabolism in the body of chickens, as a result of feeding them the studied additive. Due to the antioxidant properties of the tested feed additive the activity of superoxide dismutase (SOD) increased by 11.22% (P≤0.01), glutathione peroxidase (GPO) – by 3.02% (P≤0.05), ceruloplasmin (CP) – by 16.58% (P≤0.01), total antioxidants (TOA) by 26.97% (P≤0.01), and malondialdehyde (MDA) activity decreased by 14.15% (P≤0,01). The level of T-lymphocytes responsible for cellular immunity increased by 12.61% (P≤0.01), and the content of B-lymphocytes characterizing humoral resistance increased by 6.83% (P≤0.05) relative to the control. An increase in the level of classical antibodies was recorded in the experimental group. Thus, the content of IgA and IgG increased by 17.26 (P≤0.01) and 7.62% (P≤0.05) compared with the control. The presence of IgM also exceeded the control values in the experimental group by 7.79% (P≤0.05).

Conclusion. *Thus, it was found that the feed additive "LactuSuper" developed by us contributed to the increase in the egg production of the parent flock and the quality of hatching eggs. The active substances of the prebiotic supplement ensured a decrease in the level of free radical lipid oxidation, which had a positive effect on the formation of the body's antioxidant defense, strengthening cellular and humoral immunity.*

Keywords: *prebiotic supplement, chickens, Hisex Brown cross, egg productivity, antioxidant defense enzymes, immunological status*

Введение. Полное исключение контакта животных с различного рода токсинами, провоспалительными факторами и лекарственными препаратами практически невозможно при интенсивном птицеводстве с высокой плотностью поголовья. В современных представлениях о питании сельскохозяйственных животных и птиц оптимальный рацион должен содержать функциональные компоненты, обеспечивающие организм не только базовыми питательными веществами, но и различными биологически активными веществами, способствующими укреплению здоровья, лучшему использованию питательных веществ рациона и обеспечивающими получение качественных продуктов (мясо, яйца, включая инкубационные) (Van der Aar PJ et al., 2017; Liu Y et al., 2018; Гринь М.С., 2019; Сложенкина М.И. и др., 2021). Данная тенденция стала особенно актуальной после того, как было запрещено использование кормовых антибиотиков (Li J, 2017; Горлов И.Ф. и Сложенкина М.И., 2020). Среди различных видов растений, используемых в качестве корма для животных, выделяется расторопша пятнистая (Silybum marianum L.). Это растение известно более 2000 лет, богато биологически активными веществами, такими как силимарин и таксифолин, содержащимися в основном в семенах (Hlangothi D et al., 2016). Семена расторопши и шрот, полученный в результате отделения масла, содержат ряд веществ, улучшающих гомеостаз организма (силибинин, силидианин, изосиликристин, силикристин, изосилибин A и B) (Marmouzi I et al., 2021). Кроме того, высокая концентрация витамина E положительно влияет на антиоксидантную защиту и метаболизм (Jakubowska M and Karamucki T, 2021). Силимарин, наряду с другими соединениями, обладает антигепатотоксическими, антиоксидантными, антиканцерогенными и противовоспалительными свойствами. Шрот из расторопши также содержит бетаин, триметилглицин и незаменимые жирные кислоты, участвующие в гепатопротекторной и противовоспалительной защите (Hlangothi D et al., 2016). Кроме того, вышеназванный шрот улучшает аппетит, усиливает выделение пищеварительных соков, стимулирует работу системы кровообращения и печени (Zarei A et al., 2016). Благодаря лечебным свойствам силимарина ветери-

нарные специалисты отдают ему предпочтение как натуральному лекарству и рекомендуют для интенсивного животноводства (Tavakolinasab F et al., 2020). В связи с чем расторопша пятнистая может широко использоваться для кормления животных и в ветеринарии. Некоторые ограничения может накладывать высокое содержание целлюлозы и фракции лигнина в рационах животных с однокамерным желудком (Sadowska K et al., 2011; Багно О. и др., 2021).

Многообещающие результаты в плане повышения продуктивности птицы показали добавки на основе лактулозы (Сурай П.Ф. и др., 2018; Рябцева С.А. и др., 2020). Бифидогенные свойства лактулозы относятся к числу значимых факторов улучшения микробного фона кишечника макроорганизма. Образующиеся при расщеплении олиго-фруктозы бифидобактерии воздействуют на подавление патогенной микрофлоры в толстой кишке. Рост числа бифидобактерий стимулирует интенсивность окислительно-восстановительных процессов в организме птицы, что проявляется главным образом в улучшении процессов пищеварения, синтеза гормонов, ферментов и витаминов (Фисинин В.И. и др., 2016; Khan S et al., 2020).

Цель работы – изучить влияние комплексной пребиотической добавки на продуктивность, антиоксидантную защиту и иммунологический статус кур.

Материалы и методы. Экспериментальные исследования были проведены на курах-несушках кросса «Хайсекс коричневый» на базе племенного репродуктора второго порядка СП «Светлый» ЗАО «Агрофирма «Восток» Волгоградской области. В возрасте 25 недель по методу пар аналогов были сформированы 2 группы кур (контрольная и опытная) по 70 голов в каждой, продолжительность исследования составила 10 недель (таблица 1).

Таблица 1. Структура опыта
Table 1. *Experience structure*

Группа в опыте *Group in experience*	Возраст птиц, недель *Bird's age, weeks*	Количество голов *Number of heads*	Параметры кормления *Feeding parameters*
Контрольная *Control*	25	70	Стандартный комбикорм *Standard compound feed*
Опытная *Experimental*	25	70	В составе рациона 5% пребиотической добавки «ЛактуСупер» *As part of the diet 5% prebiotic supplement "LactuSuper"*

Кормление кур контрольной группы осуществлялось комбикормами, в соответствии с требованиями к качеству сырья и готового комбикорма. В структуре рациона для кур опытной группы содержалась новая кормовая добавка в количестве 5%.

Учет яичной продуктивности, сохранности и расхода кормов проводили ежедневно. Биохимические показатели крови определяли по методикам АО «Диакон-ДС» с использованием соответствующего набора биохимических реагентов на автоматических биохимических анализаторах URIT-800Vet (Китай), URIT-3020 (Китай), на сертифицированном оборудовании в комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия). Результаты исследований были обработаны статистически по методике Стьюдента с определением уровня достоверности.

Кормовая добавка «ЛактуСупер» (ТУ 10.91.10-269-10514645-2022) разработана ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия). В основе добавки шрот из расторопши в сочетании с лактулозой, органическими кислотами и витаминами.

Результаты и обсуждение. По итогам проведенного научного эксперимента было выявлено, что пребиотическая кормовая добавка позволила повысить уровень яйценоскости кур-несушек опытной группы: общее количество снесенных яиц возросло на 85 штук, на среднюю несушку – на 1,2 яйца, интенсивность яйцекладки – на 1,74%, экономия корма – на 0,6 г/гол. (таблица 2).

Таблица 2. Зоотехнические показатели производства инкубационных яиц
Table 2. *Zootechnical indicators of the production of hatching eggs*

Значения *Values*	Контрольная группа кур *Control group of hens*	Опытная группа кур *Experimental group of hens*
Получено яиц, шт. *Eggs received, pcs.*	4502	4587
Интенсивность яйцекладки, % *Egg-laying intensity, %*	91,87	93,61
На среднюю несушку, шт. *For an average laying hen, pcs.*	64,3	65,5
Потребление корма, г/гол. *Feed consumption, g / head*	119,7	119,1
Сохранность, % *Safety, %*	100	100
Затраты корма, кг/10 яиц *Feed costs, kg / 10 eggs*	1,30	1,27
Масса яиц, г *Weight of eggs, g*	62,79±0,24	63,96±0,27**

За период опыта в контрольной и опытной группах не было зафиксировано падежа птиц, в результате чего сохранность кур составила 100%.

В итоге яичная продуктивность кур родительского стада определяется выходом инкубационных яиц, который в опытной группе был на 4% выше, чем в контрольной, по массе они также превосходили контроль на 1,17 г (P≤0,01), по единицам ХАУ – на 1,15% (P≤0,05). Толщина скорлупы увеличилась на 7,0 мкм (P≤0,05) и составила 363 мкм в опытной группе. Сбалансированность кормовой добавки «ЛактуСупер» биологически активными веществами способствовала увеличению каротиноидов в желтке инкубационных яиц опытной группы на 23,36% (P≤0,001), что в абсолютных значениях составило 16,9 мкг/г.

Инкубирование яиц продемонстрировало высокий вывод цыплят в обеих группах (82,44 и 85,27%), но при этом в опытной группе превышение по данному показателю составило 2,83%.

Высокие показатели производства и качества инкубационных яиц в опытной группе можно объяснить активизацией метаболизма в организме кур в результате скармливания им изучаемой добавки.

Гематологические показатели, полученные в результате исследований, позволили установить увеличение содержания в крови кур опытной группы эритроцитов на 14,82% (P≤0,01), гемоглобина – на 11,76% (P≤0,01) относительно контроля. Уровень лейкоцитов находился

примерно на уровне показателя контрольной группы: разница в пользу опытной группы составила всего 1,17%, но по уровню общего белка куры опытной группы превосходили контроль на 3,66% (P≤0,05). Содержание мочевины в крови кур опытной группы было на 4,12% (P≤0,01) выше, чем в контроле, что свидетельствует об увеличении интенсивности белкового обмена в организме.

Углеводы в организме птицы выполняют главным образом энергетическую функцию и используются для синтеза нуклеотидов и нуклеиновых кислот. В нашем исследовании содержание глюкозы в крови кур опытной группы было выше на 6,39% (P≤0,01), что наглядно отражает уровень углеводного обмена и синтеза биологически активных веществ.

По нашему мнению, антиоксидантные свойства новой кормовой добавки должны способствовать повышению резистентности кур опытной группы. Для этого мы провели исследование активности ферментов антиоксидантного статуса кур обеих подопытных групп (рисунок 1).

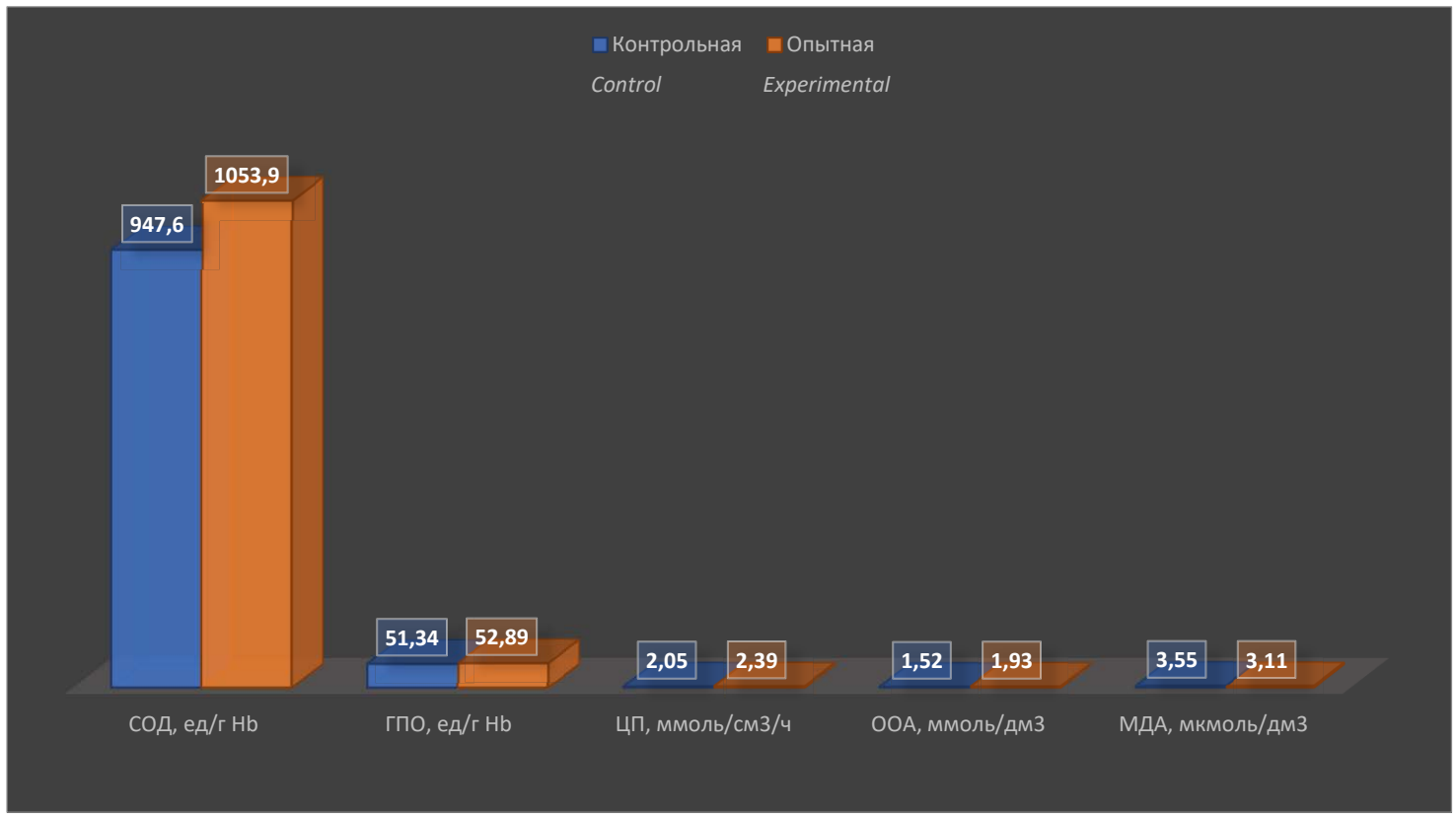


Рисунок 1. Активность ферментов антиоксидантного статуса кур:
СОД – супероксиддисмутаза; ГПО – глутатионпероксидаза; ЦП – церулоплазмин;
ООА – общая окислительная активность; МДА – малоновый диальдегид
Figure 1. *Enzyme activity of the antioxidant status of chickens:*
SOD – superoxide dismutase, GPO – glutathione peroxidase, CP – ceruloplasmin,
OOA – total oxidative activity, MDA – malondialdehyde

Полученные результаты подтвердили наше предположение: активность супероксиддисмутазы (СОД) возросла на 11,22% (P≤0,01), глутатионпероксидазы (ГПО) – на 3,02% (P≤0,05), церулоплазмина (ЦП) – на 16,58% (P≤0,01), общая окислительная активность (ООА) – на 26,97% (P≤0,01), а активность малонового диальдегида (МДА) снизилась на 14,15% (P≤0,01) по сравнению с контролем.

Высокая продуктивность кур подразумевает устойчивый иммунный статус, который разделяется на клеточный, гуморальный и оценивается уровнем Т- и В-лимфоцитов, а также количеством иммуноглобулинов в крови (рисунки 2 и 3).

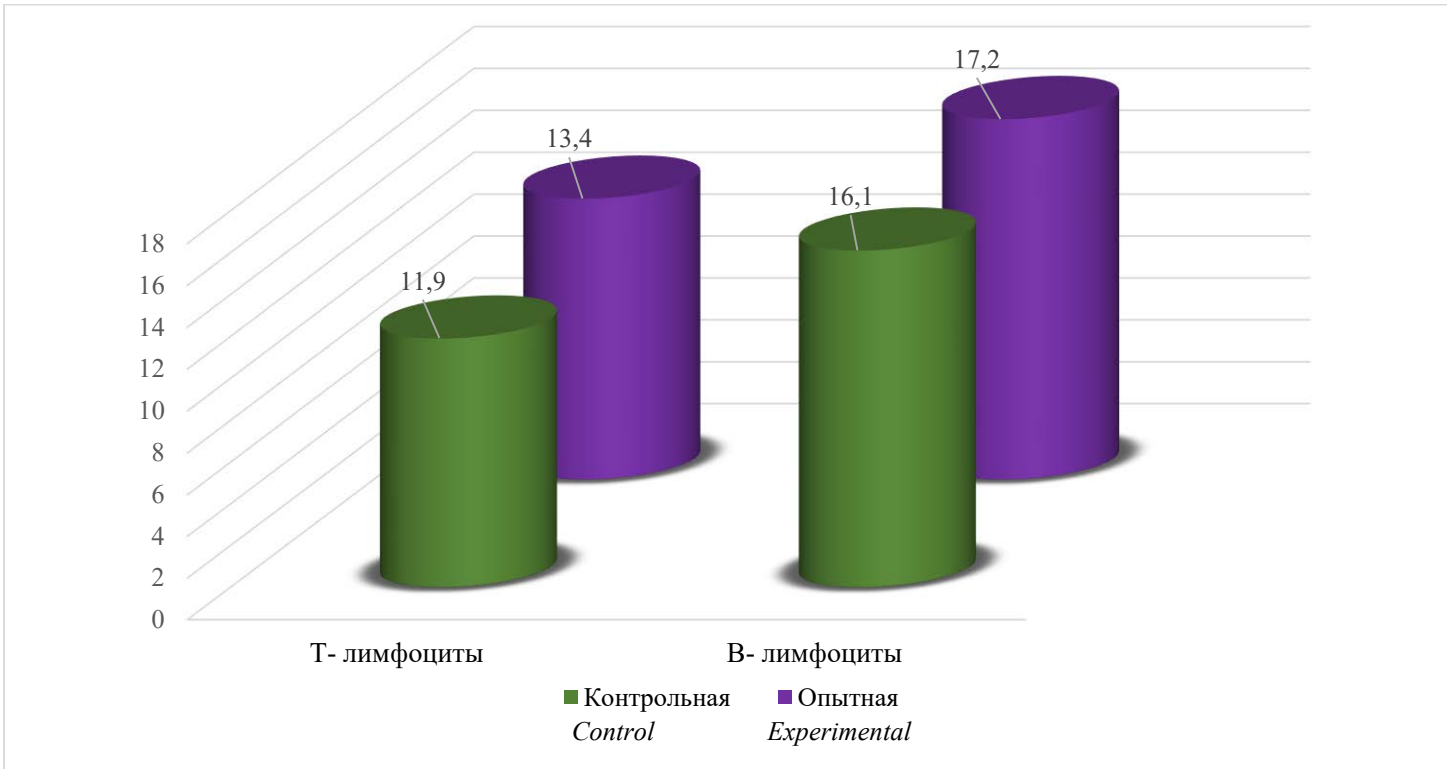


Рисунок 2. Содержание иммунокомпетентных клеток у кур, %
Figure 2. *The content of immunocompetent cells in chickens, %*

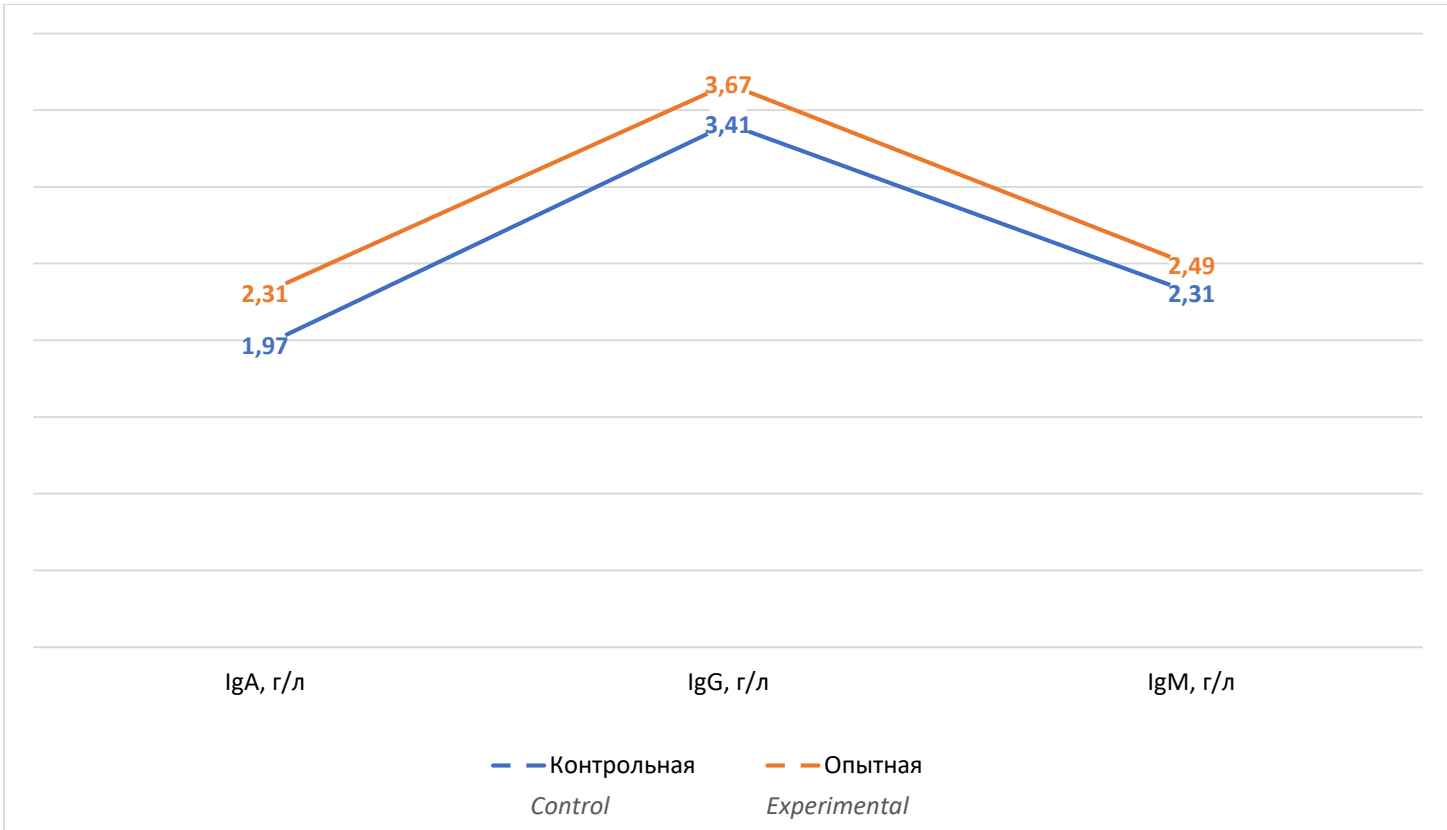


Рисунок 3. Уровень иммуноглобулинов в крови кур, г/л
Figure 3. *The level of immunoglobulins in the blood of chickens, g / l*

Полученные результаты содержания иммуноглобулинов в крови подопытных кур продемонстрировали повышение гуморального иммунитета.

В опытной группе зафиксировано повышение уровня классических антител. Так, содержание IgA и IgG возросло на 17,26 (P≤0,01) и 7,62% (P≤0,05) по сравнению с контролем. Наличие IgM также превышало контрольные значения в опытной группе на 7,79% (P≤0,05).

Заключение. Таким образом выявлено, что разработанная нами кормовая добавка «ЛактуСупер» оказала эффективное действие на яйценоскость кур родительского стада и качество инкубационных яиц. Активные вещества пребиотической добавки способствовали снижению уровня свободнорадикального окисления липидов, что благоприятно отразилось

на формировании антиоксидантной защиты организма, укреплении клеточного и гуморального иммунитета.

Благодарность: Представленные в статье результаты получены в рамках выполнения гранта РНФ № 21-16-00025, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: *The results presented in the article were obtained within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 21-16-00025, VRIMMP.*

Список источников

1. Багно О., Прохоров О., Шенцева А. Расторопша и эхинацея при откорме бройлеров // Птицеводство. 2021. № 5. С. 11-14. https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.58.55.013.
2. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И. Применение лактулозусодержащих препаратов в животноводстве и при переработке животноводческой продукции: монография. Волгоград: СФЕРА, 2020. 152 с.
3. Гринь М.С. Использование лактулозы в составе комбикорма КР-1 // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. 2019. № 22 (1). С. 178-184.
4. Рябцева С.А., Храмцов А.Г., Будкевич Р.О., Анисимов Г.С., Чукло А.О., Шпак М.А. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы // Вопросы питания. 2020. Т. 89. № 2. С. 5-20. https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10012.
5. Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Храмцов А.Г., Комарова З.Б., Фролова М.В., Курмашева С.С., Рудковская А.В. Выращивание цыплят-бройлеров с использованием новых кормовых добавок на основе лактулозы // Птица и птицепродукты. 2021. № 1. С. 17-20. https://doi.org/10.30975/2073-4999-2020-23-1-17-20.
6. Сурай П.Ф., Кочиш И.И., Фисинин В.И., Грозина А.А., Шацких Е.В. Молекулярные механизмы поддержания здоровья кишечника птицы: роль микробиоты. Москва: Сельскохозяйственные технологии, 2018. 344 с.
7. Фисинин В.И., Лаптев Г.Ю, Никонов И.Н., Ильина Л.А., Йылдырым Е.А. Изменение бактериального сообщества в желудочно-кишечном тракте кур в онтогенезе // Сельскохозяйственная биология. 2016. Т. 51, № 6. С. 883-890. https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.6.883rus.
8. Hlangothi D, Abdel-Rahman FH, Nguyễn T. Distribution of Silymarin in the Fruit of Silybum marianum L. // Pharmaceutica Analytica Acta. 2016. Vol. 7, iss. 11. P. 1-4. https://doi.org/10.4172/2153-2435.1000511.
9. Jakubowska M, Karamucki T. The effect of feed supplementation with Salvia officinalis, Thymus vulgaris, and Rosmarinus officinalis on the quality of quail meat // Animal Science Papers and Reports. 2021. Vol. 39, iss. 4. P. 393-405.
10. Khan S, Moore RJ, Stanley D, Chousalkar KK. The Gut Microbiota of Laying Hens and Its Manipulation with Prebiotics and Probiotics To Enhance Gut Health and Food Safety // Applied and Environmental Microbiology. 2020. Vol. 86, iss. 13. P. 600-620. https://doi.org/10.1128/AEM.00600-20.
11. Li J. Current status and prospects for in-feed antibiotics in the different stages of pork production – A review // Asian-Australasian Journal of Animal Sciences. 2017. Vol. 30, iss. 12. P. 1667-1673. https://doi.org/10.5713/ajas.17.0418.

12. Liu Y, Espinosa CD, Abelilla JJ, Casas GA, Lagos LV, Lee SA, Kwon WB, Mathai JK, Navarro DMDL, Jaworski NW, Stein HH. Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review // Animal Nutrition. 2018. Vol. 4, iss. 2. P. 113-125. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.007.
13. Marmouzi I, Bouyahya A, Ezzat SM, Jemli MEl, Kharbach M. The food plant Silybum marianum (L.) Gaertn: Phytochemistry, Ethnopharmacology and clinical evidence // Journal of Ethnopharmacology. 2021. Vol. 265. Article number: 113303. https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113303.
14. Sadowska K, Andrzejewska J, Woropaj-Janczak M. Effect of weather and agrotechnical conditions on the content of nutrients in the fruits of milk thistle (*Silybum marianum* L. Gaertn) // Acta scientiarum Pololonorum. Hortorum Cultus. 2011. Vol. 10, iss. 3. P. 197-207.
15. Tavakolinasab F, Khosravinia H, Masouri B. Effects of Milk Thistle, Artichoke and Olive Extracts in Comparison with Atorvastatin and Gemfibrozil on Liver Function in Broiler Chicken // Journal of Animal and Veterinary Advances. 2020. Vol. 19, iss. 2. P. 18-25. https://doi.org/10.36478/javaa.2020.18.25.
16. Van der Aar PJ, Molist F, Van der Klis JD. The central role of intestinal health on the effect of feed additives on feed intake in swine and poultry // Animal Feed Science and Technology. 2017. Vol. 233. P. 64-75. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.019.
17. Zarei A, Morovat M, Chamani M, Sadeghi AA, Dadvar P. Effect of in ovo Feeding and Dietary Feeding of Silybum marianum Extract on Performance, Immunity and Blood Cation-Anion Balance of Broiler Chickens Exposed to High Temperatures // Iranian Journal of Applied Animal Science. 2016. Vol. 6. P. 697-705.

References

1. Bagno O, Prokhorov O, Shentseva A. Thistle and coneflower for broiler fattening. *Pticevodstvo = Poultry Farming.* 2021;(5):11-14. (In Russ.). https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.58.55.013.
2. Gorlov IF, Slozhenkina MI. The use of lactulose-containing drugs in animal husbandry and in the processing of animal products: monograph. Volgograd: SPHERE Publ; 2020:152. (In Russ.).
3. Grin MS. Use of lactulose in compound feed KR-1. *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva = Actual problems of intensive development of animal husbandry.* 2019;22(1):178-184. (In Russ.).
4. Ryabtseva SA, Khramtsov AG, Budkevich RO, Anisimov GS, Chuklo AO, Shpak MA. Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose. *Voprosy pitaniya = Problems of Nutrition.* 2020;89(2):5-20. (In Russ.). https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10012.
5. Slozhenkina MI, Gorlov IF, Khramtsov AG, Komarova ZB, Frolova MV, Kurmasheva SS, Rudkovskaya AV. Broiler raising with usage of new feed additives at the base of lactulose. *Ptica i pticeprodukty = Poultry and poultry products.* 2021;(1):17-20. (In Russ.). https://doi.org/10.30975/2073-4999-2020-23-1-17-20.
6. Surai PF, Kochish II, Fisinin VI, Grozina AA, Shatskikh EV. Molecular mechanisms for maintaining poultry intestinal health: the role of microbiota. Moscow: Agricultural technologies Publ.; 2018:344 p. (In Russ.).

7. Fisinin VI, Laptev GYu, Nikonov IN, Il'ina LA, Yildirim EA. Poultry gastrointestinal microbiome changes during ontogenesis. *Sel'skohozyajstvennaya biologiya = Agricultural biology.* 2016;51(6):883-890. (In Russ.). https://doi.org/10.15389/agrobiology.2016.6.883rus.
8. Hlangothi D, Abdel-Rahman FH, Nguyễn T. Distribution of Silymarin in the Fruit of Silybum marianum L. *Pharmaceutica Analytica Acta.* 2016;7(11):1-4. https://doi.org/10.4172/2153-2435.1000511.
9. Jakubowska M, Karamucki T. The effect of feed supplementation with Salvia officinalis, Thymus vulgaris, and Rosmarinus officinalis on the quality of quail meat. *Animal Science Papers and Reports.* 2021;39(4):393-405.
10. Khan S, Moore RJ, Stanley D, Chousalkar KK. The Gut Microbiota of Laying Hens and Its Manipulation with Prebiotics and Probiotics To Enhance Gut Health and Food Safety. *Applied and Environmental Microbiology.* 2020;86(13):600-620. https://doi.org/10.1128/AEM.00600-20.
11. Li J. Current status and prospects for in-feed antibiotics in the different stages of pork production – A review. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences.* 2017;30(12):1667-1673. https://doi.org/10.5713/ajas.17.0418.
12. Liu Y, Espinosa CD, Abelilla JJ, Casas GA, Lagos LV, Lee SA, Kwon WB, Mathai JK, Navarro DMDL, Jaworski NW, Stein HH. Non-antibiotic feed additives in diets for pigs: A review. *Animal Nutrition.* 2018;4(2):113-125. https://doi.org/10.1016/j.aninu.2018.01.007.
13. Marmouzi I, Bouyahya A, Ezzat SM, Jemli MEl, Kharbach M. The food plant Silybum marianum (L.) Gaertn: Phytochemistry, Ethnopharmacology and clinical evidence. *Journal of Ethnopharmacology.* 2021;(265):113303. https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113303.
14. Sadowska K, Andrzejewska J, Woropaj-Janczak M. Effect of weather and agrotechnical conditions on the content of nutrients in the fruits of milk thistle (Silybum marianum L. Gaertn). *Acta scientiarum Pololonorum. Hortorum cultus.* 2011;10(3):197-207.
15. Tavakolinasab F, Khosravinia H, Masouri B. Effects of Milk Thistle, Artichoke and Olive Extracts in Comparison with Atorvastatin and Gemfibrozil on Liver Function in Broiler Chicken. *Journal of Animal and Veterinary Advances.* 2020;19(2):18-25. https://doi.org/10.36478/javaa.2020.18.25.
16. Van der Aar PJ, Molist F, Van der Klis JD. The central role of intestinal health on the effect of feed additives on feed intake in swine and poultry. *Animal Feed Science and Technology.* 2017;(233):64-75. https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.019.
17. Zarei A, Morovat M, Chamani M, Sadeghi AA, Dadvar P. Effect of in ovo Feeding and Dietary Feeding of Silybum marianum Extract on Performance, Immunity and Blood Cation-Anion Balance of Broiler Chickens Exposed to High Temperatures. *Iranian Journal of Applied Animal Science.* 2016;6:697-705.

Вклад авторов: Все авторы принимали участие в подготовке, проведении исследования и анализе его результатов. Представленный вариант статьи согласован со всеми авторами.

Contribution of the authors: *All authors took part in the preparation, conduction of the study and analysis of its results. The presented version of the article was agreed with all authors.*

Конфликт интересов. Все авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. *All authors declared no conflicts of interest.*

Информация об авторах (за исключением контактного лица):
Комарова Зоя Борисовна – ведущий научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-0574-8221;
Сложенкина Марина Ивановна – директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-9542-5893;
Струк Евгения Александровна – лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0002-6679-7847.

Information about the authors (excluding the contact person):
Zoya B. Komarova *– Leading Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-0574-8221;*
Marina I. Slozhenkina *– Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-9542-5893;*
Evgenia A. Struk *– Research Laboratory Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0002-6679-7847.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 12.12.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 19.04.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 21.04.2023

Научная статья / *Original article*
УДК 636.5.084/087
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-53-70

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НОВОГО ВИДА КОРМОВОГО РЕСУРСА В РАЦИОНАХ КУР РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА КРОССА «ХАЙСЕКС КОРИЧНЕВЫЙ»

THE USE OF A NEW TYPE OF FOOD RESOURCE IN THE DIETS OF CHICKENS OF THE PARENT FLOCK OF THE HISEX BROWN CROSS

Евгения А. Струк, кандидат биологических наук
Александр Н. Струк, доктор сельскохозяйственных наук
Зоя Б. Комарова, доктор сельскохозяйственных наук, доцент
Наталья В. Калинина, кандидат биологических наук
Ольга Ю. Дробязко, соискатель

Evgenia A. Struk, *PhD (Biology)*
Alexander N. Struk, *Dr. Sci. (Agriculture)*
Zoya B. Komarova, *Dr. Sci. (Agriculture), Associate Professor*
Natalya V. Kalinina, *PhD (Biology)*
Olga Yu. Drobyazko, *Applicant*

Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, Волгоград

Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

Контактное лицо: Калинина Наталья Васильевна, лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: Ladyn0910@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2094-6154.

Для цитирования: Струк Е.А., Струк А.Н., Комарова З.Б., Калинина Н.В., Дробязко О.Ю. Использование нового вида кормового ресурса в рационах кур родительского стада кросса «Хайсекс коричневый» // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 53-70. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-53-70.

Principal contact: Natalya V. Kalinina, Research Lab Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;
e-mail: Ladyn0910@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-13-24; ORCID https://orcid.org/0000-0003-2094-6154.

For citation: Struk E.A., Struk A.N., Komarova Z.B., Kalinina N.V., Drobyazko O.Y. The use of a new type of feed resource in the diets of hens of the parent flock of the Hisex Brown cross. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):53-70. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-53-70.

Резюме

Цель. Изучение продуктивных признаков кур при скармливании подсолнечного полисахаридного экстракта (далее – ППЭ), способного активизировать белковый и углеводный обмены, стимулировать факторы естественной защиты организма.

Материалы и методы. Исследования выполнялись в сертифицированной лаборатории с использованием классических и современных зоотехнических, биохимических и иных методов. Лабораторные гематологические исследования проводили на автоматических биохимических анализаторах URIT-800Vet и URIT-3020 (Китай) в комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия). Полученные результаты были обработаны с использованием программного обеспечения, расчётом среднего значения (M), стандартных ошибок среднего (±SEM) и определением критерия достоверности разницы по Стьюденту-Фишеру.
Результаты. В I-III опытных группах было зафиксировано увеличение выхода инкубационных яиц соответственно на 88, 239 и 149 шт. относительно контроля, интенсивности яйценоскости кур – на 0,65; 1,35 и 0,77%, конверсии корма на единицу яичной массы – на 0,03; 0,07 и 0,05 кг. Наметилась устойчивая тенденция увеличения массы яиц в опытных группах на 0,27 (0,43%); 0,81 (1,29%) и 0,63 г (1,01%), кислотное число желтка снизилось относительно контроля на 8,01; 9,42 (P≤0,05) и 10,29% (P≤0,05), что позволяет предполагать наличие антиоксидантных свойств ППЭ. Применение изучаемой добавки положительно отразилось на морфологическом составе крови кур-несушек опытных групп: содержание эритроцитов возросло на 15,41 (P≤0,05), 17,47 (P≤0,05) и 17,81% (P≤0,05), гематокрита – на 5,57 (P≤0,05); 10,22 (P≤0,01) и 11,15% (P≤0,01), гемоглобина – на 6,25 (P≤0,05), 8,67 (P≤0,05) и 9,19% (P≤0,05) на фоне контроля. У несушек опытных групп зафиксировано увеличение активности АСТ на 4,86; 15,89 и 10,79 ед./л при снижении активности АЛТ на 0,70; 1,37 и 1,25 ед./л. Было зафиксировано достоверное увеличение глюкозы в сыворотке крови несушек опытных групп в сравнении с контрольной на 15,26 (P≤0,05); 23,66 (P≤0,01) и 25,51% (P≤0,01), уровня молочной кислоты и содержания гликогена соответственно на 15,26 (P≤0,05); 25,06 (P≤0,01); 25,51% (P≤0,01) и 2,19 (P≤0,05); 3,77 (P≤0,01) и 3,86% (P≤0,01). Бактерицидная активность сыворотки крови кур I-III опытных групп превысила показатель контрольной группы на 5,02 (P≤0,05); 5,51 (P≤0,05) и 5,70% (P≤0,05), активность лизоцима – на 12,31 (P≤0,05); 15,89 (P≤0,01) и 16,36% (P≤0,01), фагоцитарная активность лейкоцитов – на 3,06 (P≤0,05); 4,63 (P≤0,01) и 4,79% (P≤0,01) соответственно.
Заключение. Полученные результаты подтверждают увеличение интенсивности обменных процессов в организме кур всех опытных групп под воздействием ППЭ, однако наибольшую эффективность на производство инкубационных яиц проявила изучаемая добавка в дозировке 5,0% в структуре рациона.
Ключевые слова: подсолнечный полисахаридный экстракт, кормление, кросс «Хайсекс коричневый», яичная продуктивность, качество инкубационных яиц, белковый и углеводный обмены, естественная резистентность

Abstract
Purpose. *The study of the productive traits of chickens when fed sunflower polysaccharide extract (hereinafter referred to as SPE), which can activate protein and carbohydrate metabolism, stimulate the body's natural defense factors.*
Materials and Methods. *The studies were carried out in a certified laboratory using classical and modern zootechnical, biochemical and other methods. Laboratory hematological studies were carried out on automatic biochemical analyzers URIT-800Vet and URIT-3020 (China) in the complex analytical laboratory of VRIMMP (Volgograd, Russia). The obtained results were processed using the software, calculation of the mean (M), standard errors of the mean (±SEM) and determination of the Student-Fisher test for the significance of the difference.*

Results. *In I-III experimental groups, an increase in the yield of hatching eggs was recorded, respectively, by 88, 239 and 149 pcs. relative to the control, the intensity of egg production of hens – by 0.65; 1.35 and 0.77%, feed conversion per unit of egg mass – by 0.03; 0.07 and 0.05 kg. There has been a steady trend towards an increase in the mass of eggs in the experimental groups by 0.27 (0.43%); 0.81 (1.29%) and 0.63 g (1.01%), the acid number of the yolk decreased by 8.01 relative to the control; 9.42 (P≤0.05) and 10.29% (P≤0.05), which suggests the presence of antioxidant properties of PPE. The use of the studied additive had a positive effect on the morphological composition of the blood of laying hens of the experimental groups: the content of erythrocytes increased by 15.41 (P≤0.05), 17.47 (P≤0.05) and 17.81% (P≤0, 05), hematocrit – by 5.57 (P≤0.05); 10.22 (P≤0.01) and 11.15% (P≤0.01), hemoglobin – by 6.25 (P≤0.05), 8.67 (P≤0.05) and 9.19 % (P≤0.05) against the background of the control. In laying hens of the experimental groups, an increase in AST activity by 4.86 was recorded; 15.89 and 10.79 u/l, with a decrease in ALT activity by 0.70; 1.37 and 1.25 u/l. A significant increase in glucose in the blood serum of laying hens of the experimental groups was recorded in comparison with the control group by 15.26 (P≤0.05); 23.66 (P≤0.01) and 25.51% (P≤0.01), lactic acid level and glycogen content respectively by 15.26 (P≤0.05); 25.06 (P≤0.01); 25.51% (P≤0.01) and 2.19 (P≤0.05); 3.77 (P≤0.01) and 3.86% (P≤0.01). The bactericidal activity of blood serum of chickens of I-III experimental groups exceeded the control group by 5.02 (P≤0.05); 5.51 (P≤0.05) and 5.70% (P≤0.05), lysozyme activity – by 12.31 (P≤0.05); 15.89 (P≤0.01) and 16.36% (P≤0.01), phagocytic activity of leukocytes – by 3.06 (P≤0.05); 4.63 (P≤0.01) and 4.79% (P≤0.01), respectively.*

Conclusion. *The results obtained confirm the activation of metabolic processes in the body of chickens of all experimental groups, under the influence of PPE, however, the studied additive at a dosage of 5.0% in the diet structure had the greatest efficiency in the production of hatching eggs.*

Keywords: *sunflower polysaccharide extract, feeding, Hisex Brown cross, egg productivity, hatching egg quality, protein and carbohydrate metabolism, natural resistance*

Введение. Развитие рынка кормов для сельскохозяйственной птицы происходит с учетом уровня функционирования агропромышленного сектора. В ряде отраслей сельского хозяйства внедряются высокорентабельные технологии с рациональным использованием отходов в качестве сырья для другого производства (Нечаева М.Л. и Нечаев В.Н., 2017; Горлов И.Ф. и др., 2022).

Основным условием получения качественных как пищевых, так и инкубационных яиц является использование высокопродуктивной птицы с высоким селекционно-генетическим потенциалом, но максимальная продуктивность птицы может проявиться лишь при использовании сбалансированных комбикормов. Для птицефабрик целесообразно создание собственной кормовой базы, поскольку до 70% затрат в структуре себестоимости продуктов птицеводства составляют корма (Околелова Т.М. и др., 2020; Егоров И.А. и др., 2021).

Кормовая база Волгоградской области представлена преимущественно пшеницей, ячменем, рожью, кукурузой, продуктами переработки подсолнечника (жмых и шрот). Известно, что Волгоградская область занимает 5-е место в стране по сбору подсолнечника – регион реализует до 400 тыс. тонн маслосемян подсолнечника и является одним из ведущих производителей растительного масла.

К одной из самых ценных масличных культур Российской Федерации можно отнести именно подсолнечник, так как он обогащен не только широким спектром микроэлементов, витаминов (A, D, E) и полезными жирами, но и в результате переработки имеет высокий выход масла, стоимость которого довольно высока. Инновационные разработки сортов и ги-

бридов позволили добиться содержания в этой масличной культуре 48-52% доли жира и 23-26% белка (Лекарев А.В. и др., 2019).

Одна из новых добавок в корм для птицы, которая может представлять интерес для комбикормовой промышленности, – побочный продукт переработки семян подсолнечника, а именно подсолнечный полисахаридный экстракт. В нем фиксируется высокое содержание полисахаридов, которые образуются в результате щелочного гидролиза клетчатки. Полисахариды подсолнечника на сегодняшний день мало изучены. По данным Нуралиева Е.Р. (2018), полисахариды обладают обволакивающими и мягчительными свойствами.

В научной литературе едва ли возможно найти расширенную информацию о влиянии сахарозы на жизненно важные процессы в организме, в частности, на пищеварение. Благодаря работам русских ученых: Уголева А.М. и др. (1986), Иезуитовой Н.Н. и др. (1999), в конце XX-го столетия было сформулировано мнение о том, что внутри сложного комплекса многокомпонентной кормовой смеси между различными ингредиентами существует определенное взаимодействие. В свою очередь система пищеварения избирательно адаптируется к качественному и количественному составу рациона в зависимости от диапазона действия пищеварительных ферментов и их активности.

Углеводы классифицируются по размеру молекулы или степени полимеризации на моносахариды, дисахариды, олигосахариды и полисахариды (Erik K et al., 2012). Моносахариды представляют собой хиральные, полигидроксилированные альдозы или кетозы, которые не могут быть гидролизованы до более мелких углеводных единиц (BeMiller JN, 2014).

Полисахариды – высокомолекулярные углеводы, представляющие собой полимеры моносахаридов (BeMiller JN, 2007). Полисахариды можно классифицировать как гомополисахариды, если они содержат только один тип остатков сахара (например, крахмал, гликоген и целлюлозу), или как гетерополисахариды, если они содержат в своей структуре два или более различных типа остатков сахара (например, арабиноксиланы, глюкоманнаны и гиалуроновая кислота (Slavin JL, 2013). Усваиваемые углеводы включают моносахариды, дисахариды, крахмал и гликоген. В тонком кишечнике могут всасываться только моносахариды, но гликозидные связи в дисахаридах, крахмале и гликогене могут гидролизоваться эндогенными ферментами в тонком кишечнике, что приводит к высвобождению составляющих их моносахаридов. Однако эти ферменты проявляют высокую специфичность к своим целевым единицам сахара, что, следовательно, приводит к тому, что в корме содержится лишь ограниченное количество углеводов, которые могут быть переварены животными и птицей (Slavin JL, 2013).

Крахмал является запасной формой углеводов в растениях, тогда как гликоген сильно разветвлен и присутствует только в тканях животных, прежде всего в мышцах и печени (Kiem NL et al., 2014).

Сахароза – сложное по своему составу химическое вещество, дисахарид, в который входят глюкоза и фруктоза. На них сахароза и расщепляется, попадая внутрь с кормом. Глюкоза необходима организму для получения энергии, фруктоза после расщепления также превращается в глюкозу, которая либо расходуется, либо откладывается про запас. Сахароза содержится во многих кормовых ингредиентах комбикорма, который потребляет птица. Сахароза является самым быстрым источником энергии, обеспечивает питание эритроцитов крови и мышечной ткани, синтез инсулина, регулирует обмен веществ, стабилизирует работу нервной системы (Ferrier DR, 2014).

Феномен «обволакивания» полисахаридами субстанций, жизненно-важных для организма, таких как аминокислоты, позволяет экранировать их от разрушения, в том числе кислых pH в желудке, что усиливает их биодоступность.

Как известно, при исследовании кормовых добавок важно оценивать их влияние не только в целом на здоровье и продуктивность птицы, но и интенсивность обмена веществ (Кочиш И.И. и др., 2020). В литературе отсутствуют данные о характеристике и химическом составе подсолнечного полисахаридного экстракта (ППЭ) – побочного продукта производства подсолнечного масла, а также не сообщалось о влиянии данной добавки на хозяйственно-биологические показатели кур-несушек и состояние процессов метаболизма.

Цель работы – изучить влияние разного количества ввода подсолнечного полисахаридного экстракта в рационы кур-несушек родительского стада кросса «Хайсекс коричневый» на их хозяйственно-биологические показатели и иммунный статус.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный опыт проводился на племенном предприятии Волгоградской области Светлоярского района СП Светлый АО «Агрофирма Восток» в 2023 г. Согласно разработанной методике проведения опыта, в возрасте 31 неделя по методу пар-аналогов было сформировано четыре группы кур (контрольная и три опытные) по 70 голов в каждой. Продолжительность опыта составила 12 недель.

Живую массу птиц определяли в момент комплектования групп, а затем еженедельно до конца опыта. Учет яичной продуктивности, сохранности и расхода кормов проводили ежедневно. Суточное потребление корма замеряли как количество корма, съеденного в каждой группе. Интенсивность яйценоскости рассчитывали путем деления общего количества собранных яиц на общее количество кур-несушек в день в каждой группе.

Величину яичной массы (кг) рассчитывали умножением числа снесенных яиц на их среднюю массу за учетный период, затраты корма на производство 10 яиц – путем деления количества потреблённого корма на количество снесенных яиц и умножали на 10. Коэффициент конверсии корма вычисляли путем деления количества потребленного корма за учетный период на массу яиц, полученных за тот же период.

Для определения качественной характеристики инкубационных яиц использовали ОСТ 10321-2003 «Яйца куриные инкубационные. Технические условия». Параметры качества яиц (толщина и прочность скорлупы, индекс желтка, единица Хау и цвет желтка) оценивали через 24 часа после снесения. Толщину скорлупы и диаметр желтка измеряли штангенциркулем, высоту белка и желтка – штативным микрометром. Единицы Хау рассчитывали по следующей формуле: $Хау = 100 \times \log_{10} (H - 1,7 \times W^{0,37} + 7,57)$, где H – высота плотного белка (мм), а W – масса яйца (г).

Лабораторные гематологические исследования проводили на автоматических биохимических анализаторах URIT-800Vet и URIT-3020 (Китай) в комплексной аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (Волгоград, Россия). Полученные результаты были обработаны с использованием программного обеспечения, расчёта среднего значения (M), стандартных ошибок среднего (±SEM) и были обработаны статистически с определением уровня достоверности.

Результаты и обсуждение. Используемые в опыте полнорационные комбикорма по составу ингредиентов, содержанию энергии и питательных веществ были одинаковыми. Параметры кормления кур подопытных групп представлены в схеме опыта (таблица 1).

В течение опыта птица контрольной группы получала основной рацион (ОР), I опытной группы – ОР + изучаемая добавка в количестве 3,0%; II опытной – ОР + 5,0%, III опытной – ОР + 7,0% изучаемой добавки.

Таблица 1. Схема опыта
Table 1. *Scheme of experience*

Группа в опыте *Group in experience*	Возраст птиц, недель *Bird age, weeks*	Количество голов птицы *Number of bird heads*	Параметры кормления *Feeding parameters*
Контрольная *Control*	31-42	70	Стандартный комбикорм (Основной рацион – ОР) *Standard compound feed (Basic diet – BD)*
I	31-42	70	В составе рациона (ОР) подсолнечный полисахаридный экстракт (3,0%) *Sunflower polysaccharide extract (3.0%) in the diet (BD)*
II	31-42	70	В составе рациона (ОР) подсолнечный полисахаридный экстракт (5,0%) *Sunflower polysaccharide extract (5.0%) in the diet (BD)*
III	31-42	70	В составе рациона (ОР) подсолнечный полисахаридный экстракт (7,0%) *Sunflower polysaccharide extract (7.0%) in the diet (BD)*

Курам скармливали гранулированный комбикорм, поскольку по практическому опыту и данным исследований (Афанасьев В.А. и Джабаев Ю.А., 2016; Колокольников Н.В. и др., 2019), он имеет ряд преимуществ перед рассыпным: не раздражает слизистые оболочки дыхательных путей, стимулирует аппетит, способствует укреплению иммунитета, повышению яйценоскости птицы. Во всех группах показатели микроклимата и содержания подопытных кур-несушек, были одинаковыми.

Результаты биохимического состава подсолнечного полисахаридного экстракта, используемого в нашем опыте, приведены в таблице 2.

Таблица 2. Биохимический состав подсолнечного полисахаридного экстракта
Table 2. *Biochemical composition of sunflower polysaccharide extract*

Показатели *Parameters*	Содержание *Content*
Протеин, г/100 г *Protein, g / 100 g*	18,1
Жир, г/100 г *Fat, g / 100 g*	0,2-0,3
Неусвояемые полисахариды (клетчатка), г/100 г *Indigestible polysaccharides (fiber), g / 100 g*	4,4
Усвояемые полисахариды (БЭВ), в т.ч. моно- и дисахариды, г/100 г: *Digestible polysaccharides (nitrogen free extractives), incl. mono- and disaccharides, g / 100 g:*	20,2
глюкоза / *glucose*	0,06
фруктоза / *fructose*	2,55
сахароза / *sucrose*	15,7

Таблица 2. Продолжение
Table 2. *Continuation*

Показатели *Parameters*	Содержание *Content*
Витамины / *Vitamins:*	
бета-каротин, мкг/100 г *beta-carotene, µg / 100 g*	<5,000
С, аскорбиновая кислота, мг/100 г / *mg / 100 g*	<0,500
Е, альфа-токоферол, мг/100 г / *mg / 100 g*	<0,200
D_2, эргокальциферол, мкг/100 г / *µg / 100 g*	<0,250
D_3, холекальциферол, мкг/100 г / *µg / 100 g*	<0,250
B_1, тиамин, мг/100 г / *mg / 100 g*	0,084
B_2, рибофлавин, мг/100 г / *mg / 100 g*	0,218
B_3, PP-никотиновая кислота, мг/100 г	16,60
B_4, холин, мг/100 г / *mg / 100 g*	526,00
B_9, фолиевая кислота, мкг/100 г / *µg / 100 g*	230,00
B_{12}, цианокобаламин, мкг/100 г / *µg / 100 g*	0,683
Минеральные вещества, мг/кг / *Mineral substances, mg / kg*	
Фосфор (P)	7400
Кальций (Ca)	2200
Калий (K)	27000
Натрий (Na)	40000
Аминокислоты, г/100 г: *Amino acids, g / 100 g:*	
глицин / *glycine*	1,010
гистидин / *histidine*	0,187
изолейцин / *isoleucine*	0,279
лейцин / *leucine*	0,385
фенилаланин / *phenylalanine*	0,180
треонин / *threonine*	0,299
валин / *valin*	0,344
цистеин + цистин / *cysteine + cystine*	0,273
метионин / *methionine*	0,245
триптофан / *tryptophan*	0,125

Согласно полученным данным, подсолнечный полисахаридный экстракт является кормовой добавкой с богатым углеводным (полисахариды), витаминным и аминокислотным составом, белок представлен незаменимыми аминокислотами в легкоусвояемой форме. Необходимо обратить внимание на высокое содержание в изучаемой добавке макроэлементов, таких как калий, натрий, фосфор и кальций. В связи с этим подсолнечный полисахаридный экстракт может оказывать многостороннее влияние как на обменные процессы, так и продуктивность птиц.

На сегодняшний день данный продукт мало изучен. В сравнительном аспекте со жмыхом и шротом подсолнечника как кормовых добавок, уже изученных и широко используемых в рационах птицы, полисахаридный экстракт выглядит следующим образом (таблица 3).

Таблица 3. Сравнительная оценка основных питательных веществ и макроэлементов в подсолнечном жмыхе, шроте и полисахаридном экстракте (ППЭ)
Table 3. *Comparative assessment of the main nutrients and macronutrients in sunflower cake, meal and polysaccharide extract (PPE)*

Питательные вещества, макроэлементы, % *Nutrients substances macronutrients, %*	Кормовая добавка *Feed additive*		
	Жмых подсолнечный *Sunflower oil cake*	Шрот подсолнечный *Sunflower meal*	Подсолнечный полисахаридный экстракт (ППЭ) *Sunflower polysaccharide extract (SPE)*
Протеин *Protein*	38,8	38,6	18,1
Жир *Fat*	8,4	3,5	0,2
Клетчатка *Fibre*	12,4	15,0	4,4
БЭВ *Nitrogen free extractives*	23,0	24,4	20,2
Кальций (Ca)	0,35	0,43	0,22
Фосфор (P)	1,46	0,22	0,74

Сравнительный анализ показал, что ППЭ является преимущественно углеводной добавкой, служащей основным источником энергии и содержащей в 3-4 раза меньше клетчатки по сравнению со жмыхом и шротом, но при достаточно высоком содержании протеина и макроэлементов. Как известно, продуктивность птицы на 40-50% определяется поступлением в ее организм энергии. В организме птицы происходит непрерывное расходование энергии, которая используется на расщепление корма и формирование продукции. При этом в настоящее время у современных кроссов птицы растет скорость метаболических процессов (Епимахова Е.Э. и др., 2017; Фисинин В.И., 2022).

Результаты и обсуждение. Учитывая применение в рационах нового кормового ингредиента, мы прежде всего следили за изменением живой массы кур в период опыта. В период 31-42-хнедельного возраста нами было отмечено отсутствие негативного воздействия подсолнечного полисахаридного экстракта на живую массу птиц. За весь период наблюдений живая масса несушек I-III опытных групп фиксировалась на уровне стандартных значений кросса, соизмеримо возрасту птиц, а к концу испытаний (42 недели) превышала аналогичные показатели контроля соответственно на 28 (1,54%), 51 (2,80%; P≤0,05) и 43 г (2,36%; P≤0,05) (таблица 4).

Таблица 4. Живая масса кур-несушек, г (n=70)
Table 4. *Live weight of laying hens, g (n = 70)*

Возраст, недель *Age, weeks*	Группа *Group*			
	контрольная *control*	I опытная *I experimental*	II опытная *II experimental*	III опытная *III experimental*
31	1789±10,25	1794±11,14	1785±10,63	1798±11,44
42	1841±14,51	1869±15,83	1892±15,23*	1884±14,84*

Введение в рацион птицы разного уровня ППЭ способствовало достоверному увеличению живой массы кур II и III опытных групп, но куры III опытной группы по данному показателю несколько уступали аналогам II опытной. Следовательно, наиболее оптимальной дозировкой ввода ППЭ, эффективно влияющей на живую массу птиц, является 5,0% в составе рациона.

Продуктивность кур учитывали ежедневно, но в таблице 5 представлены еженедельные данные яйценоскости.

Таблица 5. Продуктивность кур-несушек, штук (n=70)

Table 5. *Productivity of laying hens, pieces (n = 70)*

Возраст, недель *Age, weeks*	Группа *Group*			
	контрольная *control*	I опытная *I experimental*	II опытная *II experimental*	III опытная *III experimental*
31	450	451	454	453
32	454	457	462	459
33	457	461	465	463
34	460	464	467	465
35	462	467	468	466
36	463	466	469	467
37	461	465	468	465
38	462	464	469	464
39	463	466	467	463
40	460	463	466	464
41	461	464	468	463
42	459	462	467	465
Всего *Total*	5512	5550	5591	5557
Из них инкубационных *Of them incubation*	5127	5215	5366	5276

Следует отметить, что включение подсолнечного полисахаридного экстракта в рационы кур-несушек опытных групп способствовало росту их яичной продуктивности. Так, в I опытной группе за весь период проведения исследований курами было снесено 5550 яиц, что на 38 яиц больше по сравнению с контролем, во II и III опытных группах – больше на 79 и 45 яиц. В опытных группах выход инкубационных яиц из числа полученных оказался на 88, 239 и 149 штук выше контрольных значений, что связано с улучшением показателей качества инкубационных яиц.

Интенсивность яйцекладки кур, которая отражает валовое производство яиц, выраженное в процентах, представлена в таблице 6.

Таблица 6. Интенсивность яйцекладки, %

Table 6. *Egg-laying intensity, %*

Возраст, недель *Age, weeks*	Группа *Group*			
	контрольная *control*	I опытная *I experimental*	II опытная *II experimental*	III опытная *III experimental*
31	91,84	92,04	92,65	92,45
32	92,65	93,26	94,29	93,67
33	93,27	94,08	94,90	94,49
34	93,88	94,69	95,31	94,90
35	94,29	95,31	95,51	95,10
36	94,49	95,10	95,71	95,31
37	94,08	94,90	95,51	94,90
38	94,29	94,69	95,71	94,70
39	94,49	95,10	95,31	94,49
40	93,88	94,49	95,10	94,70
41	94,08	94,69	95,51	94,49
42	93,67	94,29	95,31	94,90
31-42	93,74	94,39	95,09	94,51

Превышение интенсивности яйцекладки кур опытных групп в сравнении с контролем составило 0,65; 1,35 и 0,77%, что повлияло на основные зоотехнические показатели производства яиц (таблица 7).

Таблица 7. Зоотехнические показатели производства инкубационных яиц

Table 7. *Zootechnical parameters of the production of hatching eggs*

Показатели *Indicators*	Группа *Group*			
	контроль *control*	I опытная *I experimental*	II опытная *II experimental*	III опытная *III experimental*
Получено яиц, шт. *Eggs received, pcs.*	5512	5550	5591	5557
Интенсивность яйцекладки, % *Egg-laying intensity, %*	93,74	94,39	95,09	94,51
На среднюю несушку, шт. *For an average laying hen, pcs.*	78,7	79,3	79,9	79,4
Потребление корма, г/гол. *Feed consumption, g / head*	120,7	120,2	120,1	120,3
Сохранность, % *Safety, %*	100	100	100	100
Затраты корма, кг/10 яиц *Feed costs, kg / 10 eggs*	1,29	1,27	1,26	1,27
Конверсия корма, кг *Feed conversion, kg*	2,06	2,03	1,99	2,01
Выход инкубационных яиц, % *Yield of hatching eggs, %*	93,0	93,96	95,98	94,94

Сохранность поголовья во всех подопытных группах составила 100%, что характеризует высокий уровень жизнеспособности кур.

Изучаемая кормовая добавка положительно отразилась на потреблении корма на голову в сутки в опытных группах. Самое низкое значение показателя отмечено во II опытной группе – 120,1 г, что повлияло на затраты корма на производство яиц в этой группе (1,26 кг/10 яиц). Затраты корма на производство 10 инкубационных яиц в I и III опытных группах составили 1,27 кг, несмотря на разное количество полученных яиц. Это связано с тем, что в III опытной группе с 7,0% ППЭ в рационе увеличилось потребление корма на голову по сравнению с I опытной группой, где птица получала изучаемую добавку в количестве 3,0%. В целом зафиксировано снижение затрат кормов на производство единицы продукции (инкубационные яйца) во всех опытных группах в сравнении с контрольной, где этот показатель составил 1,29 кг. Включение в рацион добавки положительно повлияло на конверсию корма на единицу яичной массы (кг): разница в I-III группах по сравнению с контролем составила соответственно 0,03; 0,07 и 0,05 кг.

Экспериментальная добавка оказала влияние и на морфологические показатели яиц, представленные в таблице 8.

Наметилась устойчивая тенденция увеличения массы яиц в опытных группах соответственно на 0,27 (0,43%); 0,81 (1,29%) и 0,63 г (1,01%) относительно контрольной. Остальные изучаемые показатели, характеризующие качество инкубационных яиц, включая единицы ХАУ и толщину скорлупы, также превышали контроль при статистически недостоверной разнице. Кислотное число желтка, которое в норме не должно превышать 5 мг КОН/г, в нашем опыте в контрольной и опытных группах находилось в пределах, характеризующих высокое качество инкубационных яиц.

Таблица 8. Морфологические показатели инкубационных яиц (n=10)
Table 8. *Morphological parameters of hatching eggs (n = 10)*

Показатели *Indicators*	Группа *Group*			
	контрольная *control*	I опытная *I experimental*	II опытная *II experimental*	III опытная *III experimental*
Масса яиц, г *Weight of eggs, g*	62,64 ±0,37	62,91±0,28	63,45±0,29	63,27±0,32
Индекс формы, % *Form index, %*	74,98±0,35	74,39±0,21	74,43±0,19	74,35±0,25
Индекс белка, % *Protein index, %*	8,9±0,18	9,1±0,21	9,5±0,20	9,4±0,16
Индекс желтка, % *Yolk index, %*	46,50±0,59	46,72±0,47	46,83±0,49	46,68±0,44
Единицы Хау *Haugh unit*	82,0±0,36	82,15±0,29	82,34±0,36	82,42±0,30
Толщина скорлупы, мкм *Shell thickness, µm*	350±1,27	353±1,63	354±1,58	355±1,32
Кислотное число желтка, мг КОН/г *Acid yolk number, mg KOH / g*	4,18±0,13	3,87±0,10	3,82±0,11*	3,79±0,12*

Однако в опытных группах кислотное число желтка снизилось относительно контроля на 8,01; 9,42 (P≤0,05) и 10,29% (P≤0,05), что позволяет предполагать наличие антиоксидантных свойств ППЭ.

В процессе исследований нами были изучены показатели крови с целью установления влияния подсолнечного полисахаридного экстракта на обменные процессы и иммунокомпетентность племенных кур. Морфологические показатели крови представлены на рисунке 1.

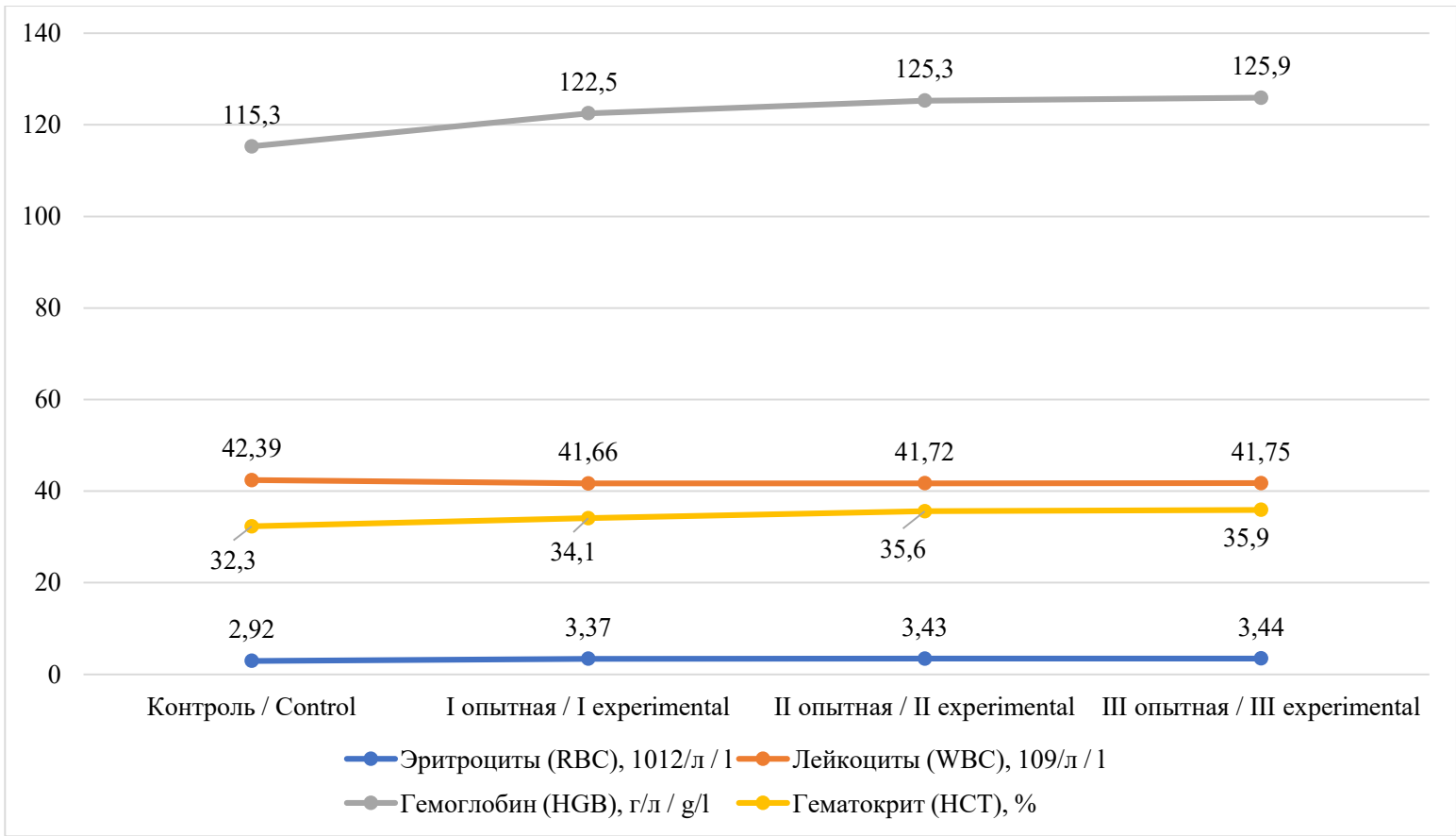


Рисунок 1. Морфологические показатели крови
Figure 1. *Morphological parameters of blood*

Воздействие биологически активных компонентов изучаемой добавки положительно отразилось на морфологическом составе крови. Содержание эритроцитов возросло в опытных группах на 15,41 (P≤0,05); 17,47 (P≤0,05) и 17,81% (P≤0,05), а гематокрита – на 5,57 (P≤0,05); 10,22 (P≤0,01) и 11,15% (P≤0,01) по сравнению с контрольной группой. Уровень гемоглобина также увеличился относительно контроля соответственно на 6,25% (P≤0,05); 8,67% (P≤0,05) и 9,19% (P≤0,05).

Показатели белкового обмена крови в организме кур-несушек под воздействием экспериментальной добавки представлены на рисунке 2.

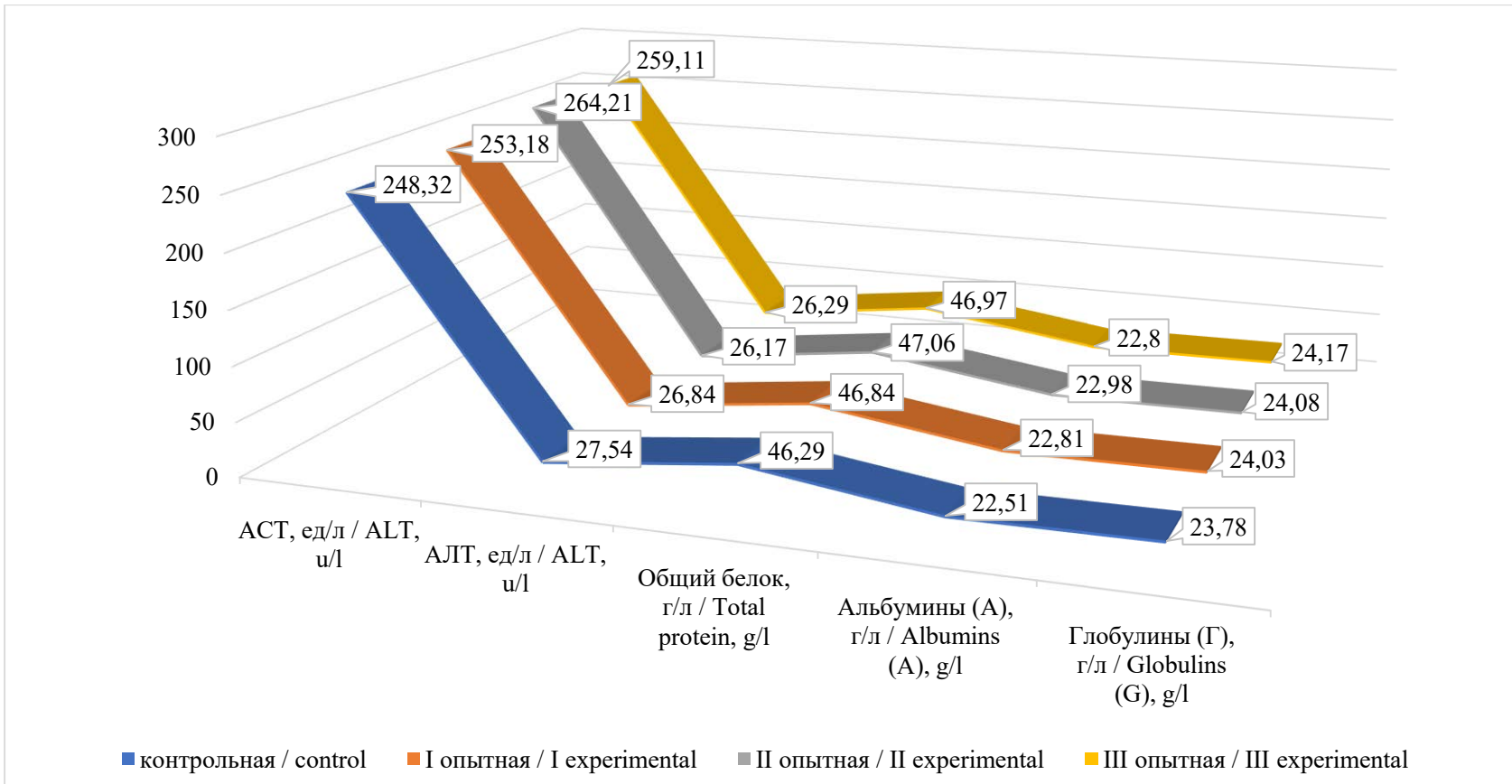


Рисунок 2. Основные показатели белкового обмена
Figure 2. *Main indicators of protein metabolism*

По содержанию общего белка и альбуминовой фракции в сыворотке крови лидировали несушки опытных групп, среди них лучшие значения были отмечены во II опытной группе: превосходство над контрольной группой составило 1,66 и 2,09%. Преимущество данных показателей над контрольными в I опытной группе составило 1,19 и 1,33%, в III – 1,47 и 1,29%. В отношении глобулиновых фракций в сыворотке крови несушек опытных групп показатель находился на уровне контроля, что свидетельствует об отсутствии воспалительных процессов в их организме.

Усиление функционального состояния печени, как одного из важнейших органов, участвующих в белковом обмене, можно проследить по активности ферментов крови АЛТ и АСТ, которые, как известно, являются катализаторами реакций белкового обмена (Середа Т.И. и Дерхо М.А., 2014; Федорова З.Л. и Перинек О.Ю., 2020). В наших исследованиях у несушек опытных групп в сравнении с птицей контрольной группы зафиксировано некоторое увеличение активности АСТ на 4,86; 15,89 и 10,79 ед./л при снижении активности АЛТ на 0,70; 1,37 и 1,25 ед./л.

Между углеводным и липидным обменом существует тесная взаимосвязь. Из продуктов распада углеводов и жиров в тканях животных осуществляется биосинтез некоторых аминокислот. Липиды легко преобразуются в пировиноградную кислоту и другие предшественники аминокислот, которые синтезируются из углеводов. Большинство тканей (печёночные,

мышечные, жировые) полностью зависят от прямого поступления в них глюкозы (Середа Т.И. и Дерхо М.А., 2011).

Результаты наших исследований, характеризующие углеводный обмен, представлены на рисунке 3.

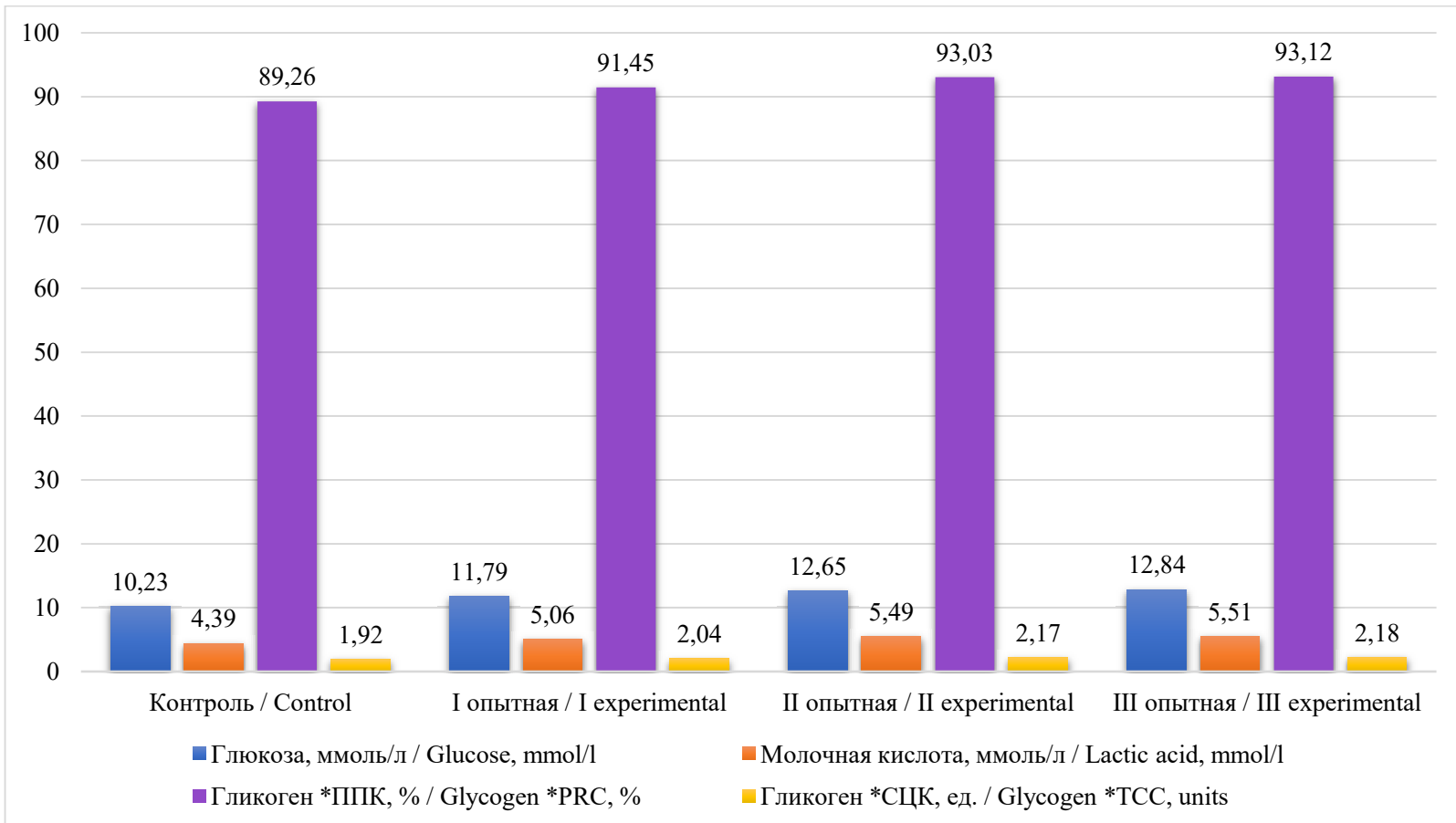


Рисунок 3. Углеводный обмен ремонтных молодок:
*ППК – процент прореагировавших клеток (%);
*СЦК – суммарный цитохимический коэффициент (ед.)
Figure 3. *Carbohydrate metabolism of replacement pullets:*
**PRC – percentage of reacted cells (%);*
**TCC – total cytochemical coefficient (unit)*

Содержание глюкозы, как одного из основных показателей углеводного обмена в организме животных и птиц, находилось на уровне, превышающем контроль во всех опытных группах. Увеличение в I-III опытных группах в сравнении с контрольной составило 15,26 (P≤0,05); 23,66 (P≤0,01) и 25,51% (P≤0,01). По уровню молочной кислоты опытные группы превысили контроль на 15,26 (P≤0,05); 25,06 (P≤0,01) и 25,51% (P≤0,01).

Содержание гликогена, обнаруженного в нейтрофилах крови, было высоким во всех подопытных группах, разница между опытными и контрольной группами составила 2,19 (P≤0,05); 3,77 (P≤0,01) и 3,86% (P≤0,01) соответственно. В то же время суммарный цитохимический коэффициент гликогена возрос в опытных группах в сравнении с контролем на 6,25 (P≤0,05); 13,02 (P≤0,05) и 13,54% (P≤0,05).

Как показали исследования, применение в кормлении кур родительского стада подсолнечного полисахаридного экстракта способствовало активизации белкового и углеводного обменов в организме птиц.

ППЭ способствовал также активизации факторов естественной защиты организма (рисунок 4).

Бактерицидная активность исследуемой сыворотки крови кур кросса «Хайсекс коричневый» имела достоверное различие в сравнении с контролем в пользу опытных групп на

5,02 (P≤0,05); 5,51% (P≤0,05) и 5,70% (P≤0,05). Активность лизоцима также возросла в сравнении с контрольной группой на 12,31 (P≤0,05); 15,89 (P≤0,01) и 16,36% (P≤0,01).

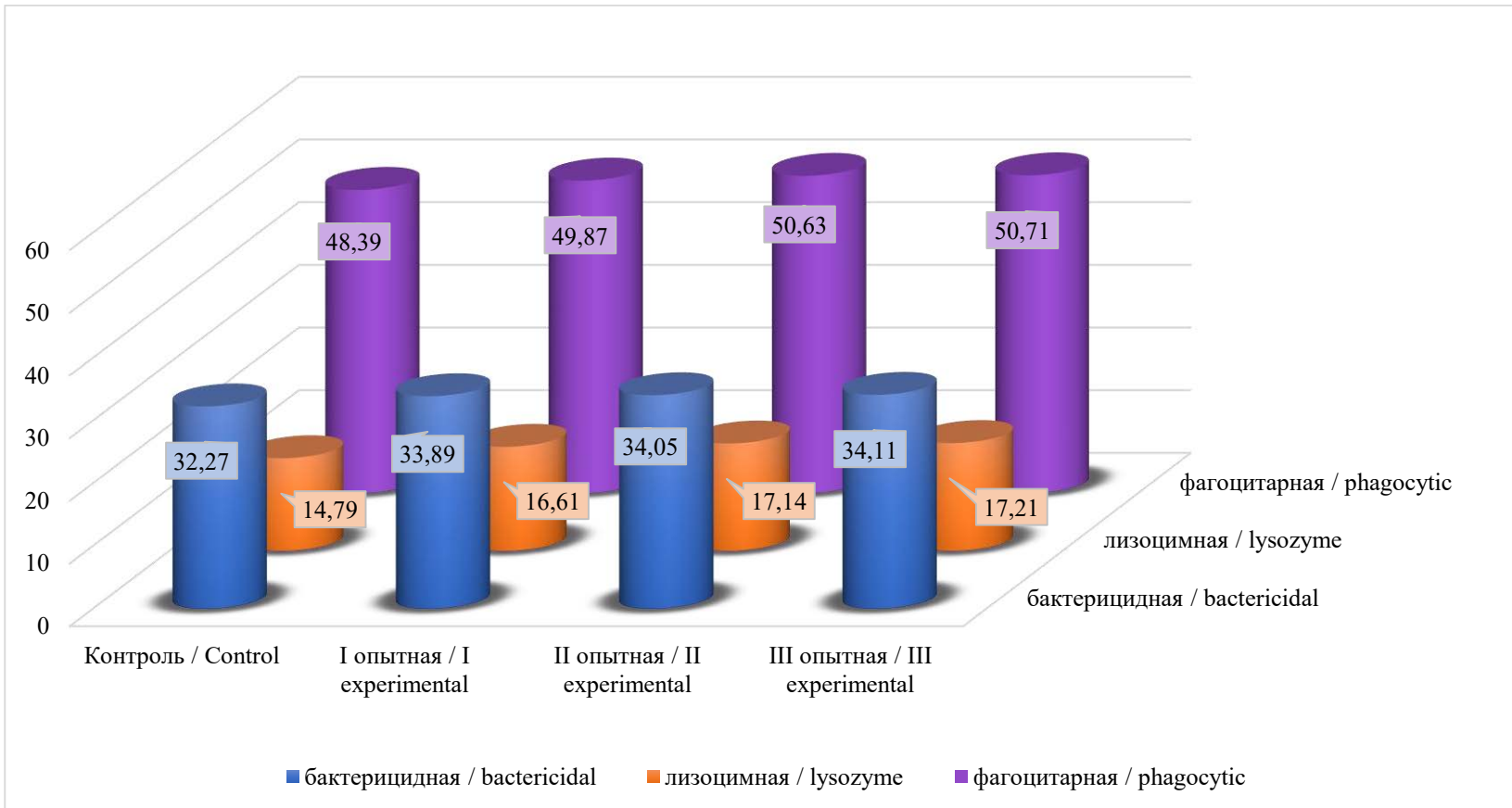


Рисунок 4. Состояние естественной резистентности крови ремонтного молодняка, %
Figure 4. *The state of natural resistance of the blood of replacement young animals, %*

Фагоцитарная активность лейкоцитов отреагировала на применение в кормлении кур ППЭ увеличением данного показателя относительно контроля на 3,06 (P≤0,05); 4,63 (P≤0,01) и 4,79% (P≤0,01).

Заключение. Полученные результаты подтверждают повышение интенсивности обменных процессов в организме кур всех опытных групп, увеличение яичной продуктивности и улучшение качественных показателей инкубационных яиц при включении разного количества подсолнечного полисахаридного экстракта (ППЭ), однако необходимо подчеркнуть, что наибольшую эффективность на производство инкубационных яиц проявила изучаемая добавка в дозировке 5,0% в структуре рациона.

Благодарность: Работа выполнена за счет средств гранта Российского научного фонда, проект № 22-16-00041, ГНУ НИИММП.

Acknowledgments: *The work was supported by a grant from the Russian Science Foundation, project No. 22-16-00041, VRIMMP.*

Список источников

1. Афанасьев В.А., Джабаев Ю.А. Оценка эффективности производства и использования экспандированных комбикормов // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2016. № 3 (69). С. 313-320. https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-313-320.
2. Горлов И.Ф., Сложенкина М.И., Комарова З.Б., Мосолов А.А., Фролова М.В., Карпенко Е.В., Абраменко Е.Г. Влияние кормовых добавок из отходов перерабатываю-

щих отраслей на продуктивность и антиоксидантный статус кур-несушек // Птица и птицепродукты. 2022. № 5. С. 23-26. https://doi.org/10.30975/2073-4999-2022-24-5-23-26.
3. Епимахова Е.Э., Самокиш Н.В., Абилов Б.Т. Интенсивное кормление сельскохозяйственных птиц. Ставрополь: АГРУС, 2017. 76 с.
4. Иезуитова Н.Н., Тимофеева Н.М. Пищеварение у человека и высших животных // Природа. 1999. № 8. С. 142-149.
5. Колокольников Н.В., Мезенцев И.И., Мезенцев М.И., Чаунина Е.А., Амиранашвили Е.И. Использование комбикормов разной физической структуры в кормлении индюшат // Вестник Омского ГАУ. 2019. № 1 (33). С. 99-105.
6. Кочиш И.И., Мясникова О.В., Мартынов В.В., Смоленский В.И. Микрофлора кишечника кур и экспрессия связанных с иммунитетом генов под влиянием пробиотической и пребиотической кормовых добавок // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 2. С. 315-327. https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.315rus.
7. Лекарев А.В., Графов В.П., Нарушев В.Б. Совершенствование технологии возделывания подсолнечника в черноземной степи саратовского правобережья // Успехи современного естествознания. 2019. № 4. С. 20-25.
8. Нечаева М.Л., Нечаев В.Н. Об оценке эффективности управления рынком кормопроизводства // Ученые записки Санкт-Петербургского имени В.Б. Бобкова филиала Российской таможенной академии. 2017. № 2 (62). С. 52-56.
9. Нуралиев Е.Р. Применение ферментативного пробиотика Целлобактерин-Т для улучшения конверсии корма в промышленном птицеводстве // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2018. № 1 (46). С. 101-106.
10. Околелова Т.М., Енгашев С.В., Егоров И.А. Птицеводство: актуальные вопросы и ответы. М.: РИОР, 2020. 267 с. https://doi.org/10.29039/02023-4.
11. Руководство по использованию нетрадиционных кормов в рационах птицы / Егоров И.А., Ленкова Т.Н., Манукян В.А., Егорова Т.А. и др. Сергиев Посад: Гран-При, 2021. 80 с.
12. Середа Т.И., Дерхо М.А. Характеристика углеводного обмена в организме кур-несушек кросса «Ломанн белый» // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2011. Т. 31, № 3. С. 334-337.
13. Середа Т.И., Дерхо М.А. Оценка роли аминотрансфераз в формировании продуктивности у кур-несушек // Сельскохозяйственная биология. 2014. Т. 49, № 2. С. 72-77.
14. Уголев А.М., Тимофеева Н.Н., Груздков А.А. Адаптация пищеварительной системы. Физиология адаптационных процессов. М.: Наука, 1986. С. 371-480.
15. Федорова З.Л., Перинек О.Ю. Биохимические показатели крови мясо-яичных пород кур в постнатальном онтогенезе // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее образование. 2020. № 4 (60). С. 253-262. https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-04-25.
16. Фисинин В.И. Всемирная научная ассоциация по птицеводству. Участие ученых СССР и России в ее деятельности. Москва: Лика, 2022. 751 с.
17. BeMiller JN. Carbohydrate chemistry for food scientists. 2-nd ed. St. Paul: AACC International; 2007. P. 237-258.
18. BeMiller JN. Essentials of carbohydrate chemistry // Functionalizing carbohydrates for food applications: texturizing and bioactive/flavor delivery systems / ed. Embuscado ME. USA, Pennsylvania, Lancaster: DEStech Publications, Inc. 2014. P. 1-39.

19. Erik K, Knudsen B, Laerke HN, Jørgensen H. Carbohydrates and Carbohydrate Utilization in Swine // Sustainable Swine Nutrition / edited by Lee I. Chiba. First Edition. 2012. P. 109-137. https://doi.org/10.1002/9781118491454.ch5.
20. Ferrier DR. Biochemistry: 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Publ. 2014. 577 p.
21. Kiem NL, Levin RJ, Havel PJ. Carbohydrates // Modern nutrition in health and disease: 11th ed. / eds Ross AC, Caballero BH, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins. 2014. P. 36-57.
22. Slavin JL. Structure, nomenclature, and properties of carbohydrates. // Biochemical, physiological, and molecular aspects of human nutrition / eds Stipanuk MH, Caudill MA. St. Louis: Elsevier, Inc. 2013. P. 50-68.

References

1. Afanasiev VA, Dzhabaev YuA. Production and usage efficiency estimation of expanded mixed fodders. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta inzhenernyh tekhnologij = Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies.* 2016;69(3):313-320. (In Russ.). https://doi.org/10.20914/2310-1202-2016-3-313-320.
2. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Komarova ZB, Mosolov AA, Frolova MV, Karpenko EV, Abramenko EG. The influence of feed additives from the waste of processing industries on the productivity and antioxidant status of laying hens. *Ptica i pticeprodukty = Poultry and poultry products.* 2022;(5):23-26. (In Russ.).
3. Epimakhova EE, Samokish NV, Abilov BT. Intensive feeding of agricultural birds. Stavropol: AGRUS Publ.; 2017:76. (In Russ.).
4. Iezuitova NN, Timofeeva NM. Digestion in humans and higher animals. *Priroda = Nature.* 1999;(8):142-149. (In Russ.).
5. Kolokolnikov NV, Mezentsev II, Mezentsev MI, Chaunina EA, Amiranashvili EI. Usage of mixed feeds of different physical structures in feeding poults. *Vestnik Omskogo GAU = Vestnik of Omsk SAU.* 2019;33(1):99-105. (In Russ.).
6. Kochish II, Myasnikova OV, Martynov VV, Smolensky VI. Intestinal microflora and expression of immunity-related genes in hens as influenced by prebiotic and probiotic feed additives. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya = Agricultural Biology.* 2020;55(2):315-327. (In Russ.). https://doi.org/10.15389/agrobiology.2020.2.315rus.
7. Lekarev AV, Grafov VP, Narushev VB. Improvement of cultivation technology of sunflower in black soil steppe of the Saratov right bank. *Advances in current natural science.* 2019;(4):20-25. (In Russ.).
8. Nechaeva ML, Nechaev VN. Organizational and economic aspects of assessment of efficiency of management market of fodder. *Uchenye zapiski St. Petersburg named after V.B. Bobkov branch of the Russian Customs Academy = Scientific Letters of Russian Customs Academy the St.-Petersburg branch named after Vladimir Bobkov.* 2017;62(2):52-56. (In Russ.).
9. Nuraliev ER. Application of fermentative probiotic Cellobacterine-T for improving feed conversion in poultry industry. *Vestnik NGAU (Novosibirskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet) = Bulletin of NSAU (Novosibirsk State Agrarian University).* 2018;46(1):101-106. (In Russ.).

10. Okolelova TM, Engashev SV, Egorov IA. Poultry Farming: current questions and answers. M.: RIOR Publ.; 2020:267 p. (In Russ.).
11. Guidelines for the use of non-traditional feeds in poultry diets / Egorov IA, Lenkova TN, Manukyan VA, Egorova TA and others. Sergiev Posad: Gran-Pri Publ.; 2021:80 p. (In Russ.).
12. Sereda TI, Derkho MA. Carbohydrates metabolism in laying hen of the "Lomann-Beliy" cross. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Izvestia Orenburg State Agrarian University.* 2011;31(3):334-337. (In Russ.).
13. Sereda TI, Derkho MA. The role of aminotrasferase activity in hen productivity. *Sel'skokhozyaistvennaya biology = Agricultural Biology.* 2014;49(2):72-77. (In Russ.).
14. Ugolev AM, Timofeeva NN, Gruzdkov AA. Adaptation of the digestive system. Physiology of adaptation processes. M.: Nauka Publ.; 1986:371-480. (In Russ.).
15. Fedorova ZL, Perinek OYu. Biochemical indicators of blood of meat and egg chickens breeds in postnatal ontogenesis. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee obrazovanie = Proc. Of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2020;60(4):253-262. (In Russ.). https://doi.org/10.32786/2071-9485-2020-04-25.
16. Fisinin VI. World Poultry Science Association. Participation of scientists of the USSR and Russia in its activities. Moscow: Lika Publ.; 2022:751 p. (In Russ.).
17. BeMiller JN. Carbohydrate chemistry for food scientists. 2nd ed. St. Paul: AACC International; 2007:237-258.
18. Bemiller JN. Essentials of carbohydrate chemistry. Functionalizing carbohydrates for food applications: texturizing and bioactive/flavor delivery systems / ed. Embuscado ME. USA, Pennsylvania, Lancaster: DEStech Publications, Inc; 2014:1-39.
19. Erik K, Knudsen B, Laerke HN, Jørgensen H. Carbohydrates and Carbohydrate Utilization in Swine. Sustainable Swine Nutrition / edited by Lee I. Chiba. First Edition. 2012:109-137. https://doi.org/10.1002/9781118491454.ch5.
20. Ferrier DR. Biochemistry: 6th ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins Publ. 2014:577.
21. Kiem NL, Levin RJ, Havel PJ. Carbohydrates. Modern nutrition in health and disease: 11th ed. / eds Ross AC, Caballero BH, Cousins RJ, Tucker KL, Ziegler TR. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2014:36-57.
22. Slavin JL. Structure, nomenclature, and properties of carbohydrates. Biochemical, physiological, and molecular aspects of human nutrition / eds Stipanuk MH, Caudill MA. St. Louis: Elsevier, Inc.; 2013:50-68.

Вклад авторов: Все авторы принимали участие в подготовке, проведении исследования и анализе его результатов. Представленный вариант статьи согласован со всеми авторами.

Contribution of the authors: *All authors took part in the preparation, conduction of the study and analysis of its results. The presented version of the article was agreed with all authors.*

Конфликт интересов. Все авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. *All authors declared no conflicts of interest.*

Информация об авторах (за исключением контактного лица):
Струк Евгения Александровна – лаборант-исследователь, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0002-6679-7847;
Струк Александр Николаевич – главный научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0001-7456-1933;
Комарова Зоя Борисовна – ведущий научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-0574-8221;
Дробязко Ольга Юрьевна – соискатель, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-2163-6839.

Information about the authors (excluding the contact person):
Evgenia A. Struk *– Research Laboratory Assistant, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID https://orcid.org/0000-0002-6679-7847*;
Alexandr N. Struk *– Chief Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0001-7456-1933;*
Zoya B. Komarova *– Leading Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: way_kom@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0003-0574-8221;*
Olga Yu. Drobyazko *– Applicant, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0000-0002-2163-6839.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 24.04.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 21.08.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 22.08.2023

ХРАНЕНИЕ И ПЕРЕРАБОТКА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ / STORAGE AND PROCESSING OF FARM PRODUCTS

Научная статья / *Original article*
УДК 637.04
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-71-81

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ КИСЛОМОЛОЧНЫХ ПРОДУКТОВ, ОБОГАЩЕННЫХ ПОЛЕЗНЫМИ ИНГРЕДИЕНТАМИ

DEVELOPMENT OF PRESCRIPTION COMPOSITIONS OF FERMENTED MILK PRODUCTS ENRICHED WITH USEFUL INGREDIENTS

Ольга В. Сычева, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Ирина А. Трубина, кандидат технических наук, доцент
Елена А. Скорбина, кандидат биологических наук, доцент

Olga V. Sycheva, *Dr. Sci. (Agriculture), Professor*
Irina A. Trubina, *PhD (Technology), Associate Professor*
Elena A. Skorbina, *PhD (Biology), Associate Professor*

Ставропольский государственный аграрный университет, Ставрополь
Stavropol State Agrarian University, Stavropol, Russia

Контактное лицо: Сычева Ольга Владимировна, заведующая кафедрой технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет; 355035, Россия, Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12;
e-mail: olga-sycheva@mail.ru; тел.: 8 918-746-50-38; ORCID https://orcid.org/0000-0001-8885-7508.

Для цитирования: Сычева О.В., Трубина И.А., Скорбина Е.А. Разработка рецептурных композиций кисломолочных продуктов, обогащенных полезными ингредиентами // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 71-81. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-71-81.

Principal contact: Olga V. Sycheva, Head of the Department, Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University; 12, Zootekhnichesky lane, Stavropol, 355035, Russian Federation;
e-mail: olga-sycheva@mail.ru; tel.: +7 918-746-50-38; ORCID https://orcid.org/0000-0001-8885-7508.

For citation: Sycheva O.V., Trubina I.A., Scorbina E.A. Development of prescription compositions of fermented milk products enriched with useful ingredients. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):71-81. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-71-81.

Резюме

Цель. Разработка композиционных составов кисломолочных продуктов с функциональными ингредиентами для профилактического питания. Изучение возможности обогащения йогурта бетаином и свекольным соком.

Материалы и методы. Объектом исследований являлись йогурт в качестве кисломолочного продукта и натуральные растительные функциональные компоненты: свекольный сок и пищевая добавка бетаин безводный (98%). В процессе проведения исследований использовались стандартные методики определения органолептических, физико-химических показателей.

Результаты. Разработано четыре варианта композиционных составов кисломолочных продуктов, технология выработки не имела отличий от традиционной технологии. Свежий све-

кольный сок и бетаин внесен в молочные смеси, согласно рецептуре, перед пастеризацией. Дегустационная оценка готовых кисломолочных продуктов по 5-балльной системе показала, что наиболее высокую оценку по органолептическим показателям имеют образцы номер 1 (контроль) – 5,00 баллов и номер 5 – 4,75 баллов. Органолептические характеристики образцов с добавлением растительных компонентов практически не имели отличий от контрольного образца. Консистенция всех произведенных образцов сквашенного продукта была однородной, в меру вязкой, цвет молочно-белый или розовый, равномерный по всей массе, вкус и запах кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов.

Заключение. Результаты проведенных исследований подтвердили целесообразность применения пищевой добавки бетаин и свекольного сока для обогащения такого кисломолочного продукта, как йогурт.

Ключевые слова: йогурт, свекольный сок, бетаин, рецептурные компоненты, органолептические показатели

Abstract

Purpose. *Development of composite compositions of fermented milk products with functional ingredients for preventive nutrition. Study of the possibility of enriching yogurt with betaine and beet juice.*

Materials and Methods. *The object of the research was yogurt as a fermented milk product and natural plant functional components: beet juice and food additive betaine anhydrous (98%). In the process of conducting research, standard methods for determining organoleptic, physicochemical parameters were used.*

Results. *Four variants of the composite compositions of fermented milk products were developed, the production technology had no differences from the traditional technology. Fresh beet juice and betaine are added to milk mixtures according to the recipe before pasteurization. The tasting evaluation of finished fermented milk products according to a 5-point system showed that samples number 1 (control) – 5,00 points and number 5,0 – 4,75 points have the highest rating for organoleptic indicators. The organoleptic characteristics of the samples with the addition of plant components were practically no different from the control sample. The consistency of all produced samples of the fermented product was homogeneous, moderately viscous, the color was milky white or pink, uniform throughout the mass, the taste and smell were fermented milk, without any foreign tastes or odors.*

Conclusion. *The results of the studies confirmed the feasibility of using the food additive betaine and beet juice to fortify a fermented milk product such as yogurt.*

Keywords: *yogurt, beet juice, betaine, prescription components, organoleptic indicators*

Введение. На протяжении последних лет одной из приоритетных задач государственной политики в нашей стране является увеличение продолжительности жизни населения РФ что невозможно без организации и проведения мер по его здоровьесбережению. При этом состояние здоровья человека определяется множеством факторов, включая генетическую предрасположенность, условия работы, экологию. Немаловажное значение имеет и правильное и рациональное питание каждого индивидуума в соответствии с особенностями организма.

На сегодняшний день актуальным для пищевой промышленности направлением стала разработка и производство продуктов питания специализированного назначения и с заданными функциональными характеристиками (Платонов В.Г. и Чернов Н.В., 2019). Такого рода продукты благодаря улучшенному и сбалансированному по количеству входящих витами-

нов, минеральных веществ, антиоксидантов и в целом основных питательных макро- и микроэлементов составу способны сыграть существенную роль в лечении, а самое главное – в профилактике целого ряда заболеваний. Развитие данного направления актуально, значимо и предполагает разработку новых форм для выпуска продукции с заданными функциональными характеристиками не столько в качестве замены общеупотребительных и ставших уже традиционными продуктов или даже блюд, а как их эффективное и полезное дополнение (Асякина Л.К. и др., 2022).

В России к 2025 г. планируется увеличение рынка функциональных продуктов питания, создаваемых различными способами: посредством обогащения продукта, а также преобразования сырья, имеющего определенный состав, что увеличивает его функциональные возможности. Поэтому, исходя из данного посыла, основой для производства функциональных продуктов могут быть как известные, так и новые продукты массового потребления (Кайшев В.Г. и Серёгин С.Н., 2018; Кайшев В.Г., 2020).

Молоко и молочные продукты являются не только одними из самых ценных продуктов питания для человека, но и могут быть основой для обогащения различными функциональными добавками. При этом из продуктов питания, относящихся к категории кисломолочных, наибольшей популярностью не только у детей, но и взрослого населения пользуется йогурт. Йогурт, как один из представителей кисломолочных продуктов, обладает многими полезными свойствами для организма человека. Это в первую очередь легкоусвояемые белки, углеводы, липиды, а также витамины и минеральные вещества, что подтверждает его значимость в отношении пищевой, биологической и энергетической ценности (Чаплыгина Т.В. и др., 2020).

В последние годы при производстве кисломолочных продуктов все чаще стали применяться натуральные растительные компоненты. В качестве функциональных ингредиентов для обогащения кисломолочных продуктов интерес представляют бетаин и свекольный сок, обладающие рядом полезных функциональных свойств.

Бетаин известен как средство, регулирующее в тканевых и жидкостных системах организма человека содержание отдельных фракций липидов, включая липопротеиды низкой плотности, и способствующее их снижению. Он может применяться как в составе комплексной терапии заболеваний, вызванных сбоем липидного обмена, а также для профилактики возникновения атеросклероза и, как следствие, тромбоза сосудов (Craig SA, 2004). При этом для людей, относящихся к разным группам населения, норма потребления бетаина в сутки варьирует достаточно широко. По результатам исследований, рекомендуемая норма потребления бетаина составляет 100-300 мг (Полонский В.И., 2020). При этом для проявления функционального действия на организм человека суточная норма бетаина должна достигать 1500 мг, однако реальное потребление бетаина с пищевыми продуктами намного ниже. Люди старшего возраста, больные диабетом и гомоцистинурией, имеют еще больший дефицит бетаина. Поэтому целесообразно увеличивать норму потребления бетаина за счет дополнительного введения его в продукты питания. Исследования показывают, что включение бетаина в продукты питания и дополнительный его прием в качестве биологически активной добавки благоприятно сказывается на состоянии организма человека. Увеличение нормы потребления бетаина (до 2000 мг/день) приводило к более выраженному снижению гомоцистеина, чем при употреблении его в количестве 500 мг/день. Это говорит о необходимости включения продуктов, обогащенных бетаином, в рацион питания населения в целом. Для этого необходимо обогащать бетаином продукты, которые могут употребляться ежедневно (Figueroa-Soto CG et al., 2018).

Нельзя забывать, что наиболее подходящим растительным источником натурального бетаина является свекла. Высокое содержание биологически активных веществ, включая витамины С, Е, группы В, а также макро- и микроэлементов, например, калия, железа и других, делает этот корнеплод и сок из него весьма востребованными среди спортсменов (Кароматов И.Д. и Абдувохидов А.Т., 2019; Котвицкая Д.В. и Анискина М.В., 2020). Не случайно свеклу стали часто применять в качестве компонента рецептуры при производстве пищевых продуктов функциональной направленности. Кроме того, на предприятиях пищевой промышленности для придания цвета сухим зерновым завтракам, экструдированным фруктам, овощам, йогуртам, суфле и пастам из творога нередко используют и пигмент данного корнеплода – бетаин (Анистратова О.В. и др., 2019).

В связи с этим на сегодняшний день актуальным направлением исследований является применение натуральных растительных компонентов для придания кисломолочным продуктам функциональной направленности.

Цель исследования – разработка композиционных составов кисломолочных продуктов с функциональными ингредиентами для профилактического питания и изучение возможности обогащения йогурта бетаином и свекольным соком.

Материалы и методы. Экспериментальная работа проводилась в условиях учебно-научной лаборатории «Технология мясных и молочных продуктов» Ставропольского ГАУ с использованием современных полифункциональных приборов, позволяющих исключить применение реактивов и длительную подготовку проб для анализа качества сырья и готовых продуктов. Объектом исследований являлись йогурт в качестве кисломолочного продукта и натуральные растительные компоненты. В качестве функциональных наполнителей кисломолочного продукта использовали свежевыжатый свекольный сок, полученный из столовой свеклы сорта бордо (ГОСТ 32285-2013), и пищевую добавку бетаин безводный (98%), представляющую собой белый кристаллический порошок (рисунок 1).

Рисунок 1. Бетаин безводный (98%), производство Германии
Figure 1. *Anhydrous betaine (98%), manufactured in Germany*

Характеристики препарата бетаин представлены в таблице 1.

Выработку сока осуществляли из свеклы свежей методом прямого отжима (ГОСТ 32100-2013) и подвергнутой тепловой обработке. Получение сока из свежей свеклы включало следующие стадии: мытье, инспекция, зачистка клубней, измельчение, отжим, фильтрование. Перед извлечением сока из термообработанной свеклы клубни бланшировали в кипящей воде в течение 20 минут, затем проводили инспекцию и зачистку.

Изготовление кисломолочных продуктов (контрольного и опытных образцов йогурта) с добавлением свекольного сока и бетаина, а также без внесения данных наполнителей, осу-

ществлялось в соответствии с традиционной технологией производства данного вида продукта по ГОСТ 31981-2013. Йогурты. Общие технические условия.

Таблица 1. Основные показатели препарата бетаин безводный

Table 1. *The main indicators of the drug betaine anhydrous*

Наименование *Name*	Нормативные требования *Regulatory requirements*	Фактически *Actually*
Бетаин безводный *Betaine anhydrous*	Белый или желтоватый кристалл или кристаллический порошок *White or yellowish crystal or crystalline powder*	Белый кристаллический порошок *White crystalline powder*
Анализ ($C_5H_{11}NO_2$), % *Analysis ($C_5H_{11}NO_2$), %*	≥98,0	98,26
Убыль от высыхания, % *Loss from drying, %*	≤1,0	0,4
Тяжелые металлы (Pb), % *Heavy Metals (Pb), %*	≤0,001	<>
pH безводного препарата *pH of anhydrous preparation*	5-7	6,3
Остаток при сгорании, % *Residue during combustion, %*	≤0,5	Соответствует *Respond*
Мышьяк (As), % *Arsenic (As), %*	≤0,0001	Соответствует *Respond*
Хлорид, % *Chloride, %*	≤0,1	Соответствует *Respond*
Аналитическое заключение *Analytical conclusion*	Соответствует стандарту предприятия *Complies with the enterprise standard*	

Согласно разработанной рецептуре, растительные наполнители (свежий свекольный сок и бетаин) вносили в молоко перед пастеризацией. Для заквашивания смесей использовали закваски молочнокислых и пробиотических микроорганизмов в количестве 5%. В качестве компонентов рецептуры йогурта использовались также сахар белый (ГОСТ 33222-2015) и соль пищевая (ГОСТ Р 51574-2018).

Рецептурные композиции образцов йогурта (контрольного и опытных) представлены в таблице 2.

Сквашивание проходило до образования белкового сгустка с кислотностью 75-85°Т. Время сквашивания – 4,5 ± 0,5 часа при температуре 37-42°С.

Отбор проб образцов изготовленных йогуртов и подготовку их к анализу проводили согласно ГОСТ 26809.1-2014.

Оценку физико-химических показателей образцов йогурта проводили по установленным в ходе анализа данным, при этом учитывали массовую долю: жира (кислотным методом по ГОСТ 5867-90), белка (ГОСТ 23327-98), СОМО (в соответствии с формулой, изложенной в ГОСТ 31981-2013), а также кислотность (титриметрическим методом по ГОСТ 3624-92), наличие фосфатазы и пероксидазы (ГОСТ 3623-2015).

Органолептические показатели качества полученных продуктов определены по общепринятым методикам в соответствии с ГОСТ 31981-2013 и ГОСТ Р ИСО 22935-2-2011.

Таблица 2. Рецептурные композиции образцов йогурта
Table 2. *Prescription compositions of yogurt samples*

Образец *Sample*				
контрольный *control*	опытный *experimental*			
1	2	3	4	5
Молоко *Milk*				
Закваска *Sourdough*				
–	Бетаин *Betaine*	Сахар *Sugar*		
–	–	Бетаин *Betaine*	Соль *Salt*	Соль *Salt*
–	–	–	Свекольный сок *Beet juice*	Бетаин *Betaine*
–	–	–	–	Свекольный сок *Beet juice*
100%				

Дегустационная оценка готовых продуктов определена по пятибалльной системе с построением профиля.

Результаты и обсуждение. С целью установления оптимального способа предварительной подготовки свеклы для получения извлекаемого красителя необходимого качества провели выработку сока из свеклы свежей и подвергнутой тепловой обработке (таблица 3).

Таблица 3. Показатели свежей и термообработанной свеклы
Table 3. *Indicators of fresh and heat-treated beets*

Способ обработки свеклы *Beet processing method*	Выход сока, % *Juice yield, %*	Массовая доля сухого вещества, % *Mass fraction of dry matter, %*	Содержание красящих веществ, % *The content of coloring substances, %*	Содержание пектиновых веществ, % *The content of pectin substances, %*
Сырая неочищенная *Raw unpeeled*	43,00	12,80	1,31	0,84
Термообработанная неочищенная *Heat treated unpeeled*	56,00	11,90	1,12	1,65

Согласно полученным данным, наибольшее содержание красящих веществ установлено в сырой свекле, однако даже при непродолжительном хранении их количество в полученном соке уменьшается, придавая ему бурый оттенок.

Используемые при производстве экспериментальных образцов йогурта свежий свекольный сок и бетаин вносили в молоко перед пастеризацией.

При добавлении сока в молоко и последующем его сквашивании происходит выделение молочной кислоты, которая, наряду со снижением pH, эффективно стабилизирует окраску полученного кисломолочного продукта.

Определение физико-химических показателей готовых образцов йогурта, выработанных с использованием растительных компонентов, показало, что внесение в йогурт комплекса ингредиентов, изучаемых в данной работе, не оказало негативного влияния на содержание жира, белка и СОМО в готовых продуктах. Разница по данным показателям с йогуртом, изготовленным без растительных добавок, была незначительной и составила соответственно: по жиру – 0,24; 0,26; 0,33 и 0,37%, белку – 0,02; 0,42; 0,75 и 0,87%, СОМО – 0,06; 0,12; 0,59 и 0,66%. При этом включение в рецептуру бетаина и свекольного сока отразилось на повышении уровня кислотности в опытных образцах йогурта на 1,7; 4,5; 5,3 и 7,2 °Т. Присутствие фосфатазы и пероксидазы ни в одном из образцов не обнаружено.

С целью определения качества изготовленных образцов кисломолочного продукта с добавлением свекольного сока и бетаина провели их органолептическую оценку, результаты которой представлены в таблице 4.

Таблица 4. Органолептические показатели йогурта с добавлением свекольного сока и бетаина
Table 4. *Organoleptic indicators of yogurt with beetroot juice and betaine*

Показатель *Indicator*	Образец *Sample*				
	контрольный *control*	опытный *experimental*			
	1	2	3	4	5
Внешний вид и консистенция *Appearance and consistency*	Однородная, в меру вязкая *Homogeneous, moderately viscous*	Однородная, вязкая *Homogeneous, viscous*	Однородная, вязкая *Homogeneous, viscous*	Однородная, в меру вязкая *Homogeneous, viscous*	Однородная, с ненарушенным сгустком, в меру вязкая *Homogeneous, with undisturbed clot, moderately viscous*
Цвет *Colour*	Равномерный, молочно-белый *Homogeneous, milky white*	Однородный, молочно-белый *Homogeneous, milky white*	Равномерный, молочно-белый *Homogeneous, milky white*	Однородный, светло-розовый *Homogeneous, light pink*	Однородный, розовый *Homogeneous, pink*
Вкус и запах *Taste and smell*	Кисломолочный, чистый, без посторонних привкусов и запахов *Fermented milk, pure, without foreign tastes and smells*	Кисломолочный, слегка сладковатый *Fermented milk, slightly sweet*	Кисломолочный, в меру сладкий *Fermented milk, moderately sweet*	Кисломолочный, в меру сладкий, привкус и запах свеклы отсутствуют *Fermented milk, moderately sweet, no beet taste or smell*	Кисломолочный, в меру сладкий, привкус и запах свеклы отсутствуют *Fermented milk, moderately sweet, no beet taste or smell*

Результаты проведенной органолептической оценки свидетельствуют, что консистенция всех произведенных образцов сквашенного продукта была однородной, в меру вязкой, цвет молочно-белый или розовый, равномерный по всей массе, вкус и запах кисломолочные, без посторонних привкусов и запахов. При этом включение в рецептуру растительных компонентов (бетаин и свекольный сок) не имело порочащих характеристик по сравнению с йогуртом, приготовленным без добавок.

Для получения более точного представления о качестве изготовленных образцов йогурта провели дегустационную оценку готовых кисломолочных продуктов по 5-балльной системе, данные которой отражены на рисунке 2.

Анализ данных показал, что наиболее высокую оценку по органолептическим показателям имеют образцы номер 1 (контроль) – 5,00 балов и номер 5 – 4,75 баллов.

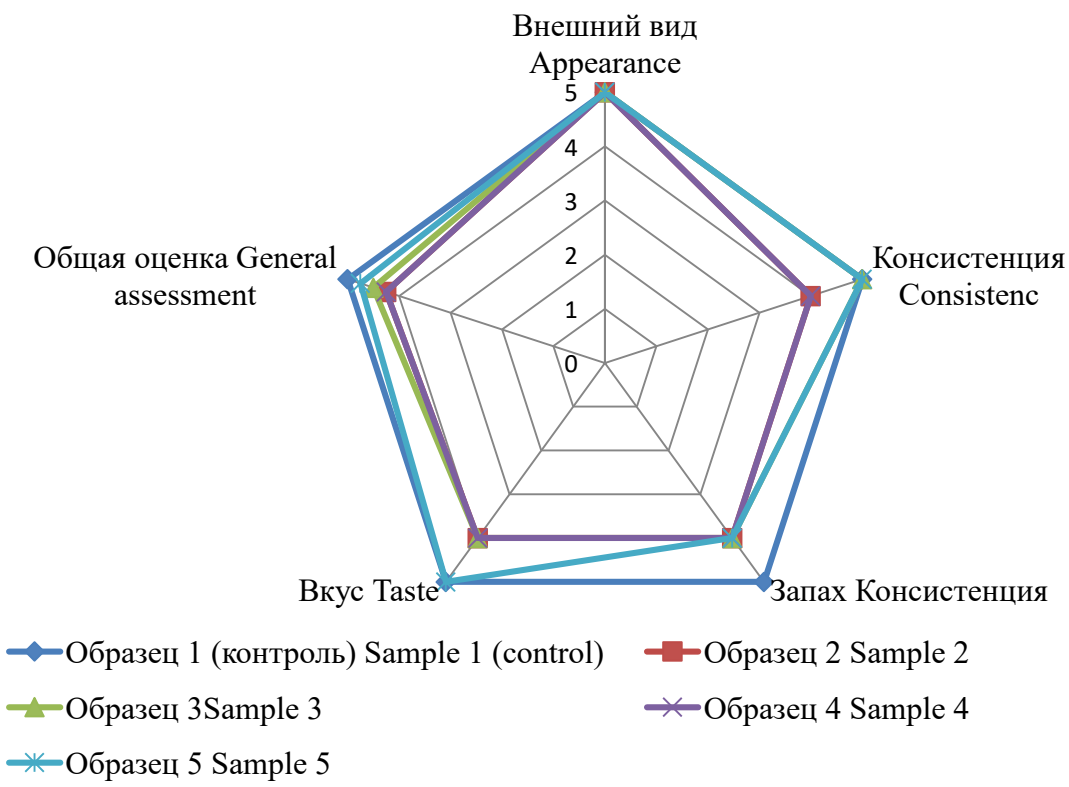


Рисунок 2. Профиль органолептических характеристик кисломолочных продуктов
Figure 2. *Profile of organoleptic characteristics of fermented milk products*

Образцы йогурта, в состав рецептуры которых были добавлены растительные компоненты, имели привлекательный внешний вид и отличались приятным розовым цветом.

Следует отметить, что в целом все образцы йогурта (контрольный и опытные) отвечали стандартам ГОСТ 31981-2013.

Заключение. Кисломолочные продукты (йогурты) являются высокотехнологичными, практичными и экономически выгодными для создания продуктов, обогащенных функциональными ингредиентами растительного происхождения. Результаты проведенных исследований подтвердили целесообразность применения пищевой добавки бетаин и свекольного сока для обогащения такого кисломолочного продукта, как йогурт. Органолептические характеристики образцов с добавлением растительных компонентов практически не имели отличий от контрольного образца. Оптимальным вариантом признан образец с одновременным добавлением бетаина и свекольного сока.

Благодарность: Исследования выполнены в рамках программы поддержки развития научных коллективов Ставропольского государственного аграрного университета, реализуемой при финансовой поддержке Программы стратегического академического лидерства «Приоритет – 2030».

Acknowledgment: *The research was carried out as part of the program to support the development of research teams of the Stavropol State Agrarian University, implemented with the financial support of the Strategic Academic Leadership Program "Priority – 2030".*

Список источников

1. Анистратова О.В., Оникиенко В.Г., Гаплевская Н.М. Разработка рецептуры йогурта, обогащенного растительными компонентами // Материалы VII Международного Балтийского морского форума, Калининград, 07-12 октября 2019. Калининград, 2019. Т. 5. С. 7-12.
2. Кайшев В.Г. Обогащение продуктов питания - современный принцип пищевой индустрии // Аграрно-пищевые инновации. 2020. Т. 12, № 4. С. 70-76. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2020-12-70-76.
3. Кайшев В.Г., Серёгин С.Н. Состояние и перспективы развития рынка функциональных продуктов питания // Переработка молока. 2018. № 1 (219). С. 14-17.
4. Кароматов И.Д., Абдувохидов А.Т. Свекла – профилактическое и лечебное значение (обзор литературы) // Биология и интегративная медицина. 2019. № 2 (30). С. 97-124.
5. Котвицкая Д.В., Анискина М.В. Биологическая роль бетаина // Сборник статей по материалам VI Международной научно-практической конференции «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции», Краснодар, 31 марта 2020. Краснодар, 2020. С. 135-137.
6. Платонов В.Г., Чернов Н.В. Рынок функциональных пищевых продуктов // Научные записки ОрелГИЭТ. 2019. № 2 (30). С. 21-24.
7. Полонский В.И. Биологическая роль и польза для здоровья бетаина в зерновых культурах (обзор) // Вестник КрасГАУ. 2020. № 1 (154). С. 53-61. https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-1-53-61.
8. Асякина Л.К., Степанова А.А., Тамарзина Т.В., Лосева А.И., Величкович Н.С. Российский рынок функциональных продуктов питания для здорового образа жизни человека // Социально-экономический и гуманитарный журнал. 2022. № 3. С. 29-41. https://doi.org/10.36718/2500-1825-2022-3-29-41.
9. Чаплыгина Т.В., Просеков А.Ю., Бабич О.О., Павский В.А., Иванова С.А. Функциональные молочные продукты – защита в период пандемии // Молочная промышленность. 2020. № 6. С. 26-28. https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-06-26-28.
10. Craig SA. Betaine in human nutrition // American journal of clinical nutrition. 2004. Vol. 80 (3). P. 539-549. https://doi.org/10.1093/ajcn/80.3.539.
11. Figueroa-Soto CG, Valenzuela-Soto EM. Glycine betaine rather than acting only as an osmolyte also plays a role as regulator in cellular metabolism // Biochimie. 2018. Vol. 147. P. 89-97. https://doi.org/10.1016/j.biochi.2018.01.002.
12. Figueroa-Soto CG, Kojić J, Krulj J, Bodroža-Solarov M, Ilić N. Betaine in cereal grains and grain-based products // Foods. 2018. Vol. 7, iss. 4. P. 49. https://doi.org/10.3390/foods7040049.

References

1. Anistratova OV, Onikienko VG, Gaplevskaya NM. Development of a recipe for yogurt enriched with plant components. *Materialy VII Mezhdunarodnogo Baltijskogo morskogo foruma, Kaliningrad, 07-12 oktyabrya 2019* [Proceedings of the VII International Baltic Sea Forum, Kaliningrad, October 07-12, 2019]. Kaliningrad, 2019;(5):7-12. (In Russ.).

2. Kaishev VG. Food fortification – a modern principle of the food industry. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2020;12(4):70-76. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2020-12-70-76.
3. Kaishev VG, Seregin SN. Status and development prospects of the functional food market. *Pererabotka moloka = Milk processing.* 2018;219(1):14-17. (In Russ).
4. Karomatov ID, Abduvokhidov AT. Beet – preventive and medical value (the review of literature). *Biologiya i integrativnaya medicina = BioIntegMed.* 2019;30(2):97-124. (In Russ.).
5. Kotvitskaya DV, Aniskina MV. The biological role of betaine. *Sbornik statej po materialam VI Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii», Krasnodar, 31 marta 2020* [Collection of articles based on materials of the VI International Scientific and Practical Conference "Modern Aspects of Production and Processing of Agricultural Products", Krasnodar, March 31, 2020]. Krasnodar, 2020:135-137. (In Russ.).
6. Platonov VG, Chernov NV. Functional foodstuffs market. *Nauchnye Zapiski OrelGIET = Scientific Journal of OrelSIET.* 2019;30(2):21-24. (In Russ.).
7. Polonsky VI. Biological role and health benefits of betaine in cereals (review). *Vestnik KrasGAU = Bulletin of KrasSAU.* 2020;154(1):53-61. (In Russ.). https://doi.org/10.36718/1819-4036-2020-1-53-61.
8. Asyakina LK, Stepanova AA, Tamarzina TV, Loseva AI, Velichkovich NS. Functional food russian market for a healthy lifestyle. *Social'no-ekonomicheskij i gumanitarnyj zhurnal = Socio-economic and humanitarian journal.* 2022;(3):29-41. (In Russ.). https://doi.org/10.36718/2500-1825-2022-3-29-41.
9. Chaplygina TV, Prosekov AYu, Babich OO, Pavsky VA, Ivanova SA. Functional dairy products are protection during pandemic. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry.* 2020;(6):26-28. (In Russ.). https://doi.org/10.31515/1019-8946-2020-06-26-28.
10. Craig SA. Betaine in human nutrition. *American journal of clinical nutrition.* 2004;80(3):539-549. https://doi.org/10.1093/ajcn/80.3.539.
11. Figueroa-Soto CG, Valenzuela-Soto EM. Glycine betaine rather than acting only as an osmolyte also plays a role as regulator in cellular metabolism. *Biochimie.* 2018;(147):89-97. https://doi.org/10.1016/j.biochi.2018.01.002.
12. Figueroa-Soto CG, Kojić J, Krulj J, Bodroža-Solarov M, Ilić N. Betaine in cereal grains and grain-based products. Foods. 2018;7(4):49. https://doi.org/10.3390/foods7040049.

Вклад авторов: Все авторы принимали участие в подготовке, проведении исследований, анализе полученных результатов, подготовке рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: *All authors took part in the preparation, conduct of research, analysis of the results, preparation of the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.*

Конфликт интересов. Все авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. *All authors declared no conflicts of interest.*

Информация об авторах (за исключением контактного лица):
Трубина Ирина Александровна – доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет; 355035, Россия, Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12; e-mail: stgau.75@mail.ru;
ORCID https://orcid.org/0009-0003-8644-1404;
Скорбина Елена Александровна – доцент кафедры технологии производства и переработки сельскохозяйственной продукции, Ставропольский государственный аграрный университет; 355035, Россия, Ставрополь, пер. Зоотехнический, д. 12; e-mail: elena.skorbina@yandex.ru;
ORCID https://orcid.org/0009-0009-1904-6010.

Information about the authors (excluding the contact person):
Irina A. Trubina *– Associate professor of Department, Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University; 12, Zootekhnichesky lane, Stavropol, 355035, Russian Federation; e-mail: stgau.75@mail.ru; ORCID https://orcid.org/0009-0003-8644-1404;*
Elena A. Skorbina *– Associate professor of Department, Department of Technology of Production and Processing of Agricultural Products, Stavropol State Agrarian University; 12, Zootekhnichesky lane, Stavropol, 355035, Russian Federation; e-mail: elena.skorbina@yandex.ru; ORCID https://orcid.org/0009-0009-1904-6010.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 03.04.23;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 21.08.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 22.08.2023

КАЧЕСТВО, БЕЗОПАСНОСТЬ И ГИГИЕНА ПИТАНИЯ /
QUALITY, SAFETY AND FOOD HYGIENE

Научная статья / *Original article*
УДК 648.63
DOI: 10.31208/2618-7353-2023-21-82-88

РАЗРАБОТКА ХЛОРСОДЕРЖАЩИХ МОЮЩЕ-ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ АМФОЛИТНОГО ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНОГО ВЕЩЕСТВА – ОКИСИ АЛКИЛДИМЕТИЛАМИНА

DEVELOPMENT OF CHLORINE-CONTAINING DETERGENT AND DISINFECTANTS BASED ON AMPHOLYTE SURFACTANT ALKYLDIMETHYLAMINE OXIDE

Юлия В. Матвейчук, доктор химических наук

Yuliya V. Matveichuk, *Dr. Sci. (Chemistry)*

ООО «НОРДХИМ», Минск, Республика Беларусь

LLC «NORDKHIM», Minsk, Republic of Belarus

Контактное лицо: Матвейчук Юлия Владимировна, заведующая лабораторией, ООО «НОРДХИМ»; 220125, Республика Беларусь, Минск, ул. Уручская, д. 23А/309;
e-mail: Yu_Matveychuk@mail.ru; тел.: + 375 29 549 14 50. ORCID https://orcid.org/0000-0002-2097-0843.

Для цитирования: Матвейчук Ю.В. Разработка хлорсодержащих моюще-дезинфицирующих средств на основе амфолитного поверхностно-активного вещества – окиси алкилдиметиламина // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 21, № 1. С. 82-88. https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-82-88.

Principal Contact: Yuliya V. Matveichuk, Head of Laboratory, LLC «NORDKHIM»; 23A/309, Uruchskaya st., Minsk, 220125, Republic of Belarus;
e-mail: Yu_Matveychuk@mail.ru; tel.: +375 29 549 14 50. ORCID https://orcid.org/0000-0002-2097-0843.

For citation: Matveichuk Yu.V. Development of chlorine-containing detergent and disinfectants based on ampholyte surfactant alkyldimethylamine oxide. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations.* 2023;21(1):82-88. (In Russ.). https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-21-82-88.

Резюме
Цель. Сравнить устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в присутствии амфолитного ПАВ – окиси алкилдиметиламина (окиси амина) разных производителей.
Материалы и методы. Определение массовой доли активного хлора в изготовленных образцах моюще-дезинфицирующих средств проводили методом йодометрического титрования.
Результаты. Исследованы три образца гипохлоритного моюще-дезинфицирующего средства с использованием окиси амина от различных производителей: Aromox 14D-W970 (фирма «Nouryon»), Ammonyx LO (фирма «Stepan»), окись алкилдиметиламина (ООО «Химический завод «Монастыриха». Исходное содержание активного хлора во всех образцах составляло 1,8% масс. Период наблюдения за образцами составил 14 месяцев. Гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство на основе окиси амина производства ООО «Химический завод «Монастыриха» может иметь срок годности не более 6 месяцев, на основе Aromox 14D-W970 – 12 месяцев, на основе Ammonyx LO – 8 месяцев.

Заключение. Таким образом, исследована устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в составе моюще-дезинфицирующих средств, в состав которого входит амфолитный ПАВ – окись амина различных производителей. С учетом вышеизложенных факторов может быть изготовлено гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство в двух вариантах: первый – это удешевленное средство 6-месячного срока хранения на основе окиси алкилдиметиламина ООО «Химический завод «Монастыриха», второй – средство 12-месячного срока хранения на основе Aromox 14D-W970.
Ключевые слова: моюще-дезинфицирующее средство, гипохлорит натрия, активный хлор, окись алкилдиметиламина

Abstract
Purpose. *Compare the stability of sodium hypochlorite (according to the loss of active chlorine) in the presence of an ampholytic surfactant – alkyldimethylamine oxide (amine oxide) from different manufacturers.*
Materials and Methods. *Determination of the mass fraction of active chlorine in the manufactured samples of detergents and disinfectants was carried out by the method of iodometric titration.*
Results. *Three samples of a hypochlorite detergent-disinfectant using amine oxide from various manufacturers were studied: Aromox 14D-W970 (Nouryon company), Ammonyx LO (Stepan company), alkyl dimethylamine oxide (Monastyrikha Chemical Plant LLC). The initial content of active chlorine in all samples was 1.8% wt. The period of observation of the samples was 14 months. Hypochlorite detergent-disinfectant based on amine oxide produced by Monastyrikha Chemical Plant LLC can have a shelf life of not more than 6 months, based on Aromox 14D-W970 – 12 months, based on Ammonyx LO – 8 months.*
Conclusion. *Thus, the stability of sodium hypochlorite (according to the loss of active chlorine) in the composition of detergents and disinfectants, which includes an ampholytic surfactant - amine oxide from various manufacturers, was studied. Taking into account the above factors, a hypochlorite detergent-disinfectant can be manufactured in two versions: the first is a cheaper product with a 6-month shelf life based on alkyl dimethylamine oxide LLC Monastyrikha Chemical Plant, the second is a product with a 12-month shelf life based on Aromox 14D-W970.*
Keywords: *detergent-disinfectant, sodium hypochlorite, active chlorine, alkyldimethylamine oxide*

Введение. Хлорсодержащие дезинфектанты – это средства, имеющие высокую противомикробную, в том числе антибактериальную, антигрибковую, противовирусную, туберкулоцидную и др. активность. Хлорсодержащие дезсредства изготавливают на основе гипохлорита натрия, который при взаимодействии с водой (гидролиз) образуют хлорноватистую кислоту, одним из продуктов разложения которой является хлор (а также атомарный кислород и соляная кислота). Именно он обеспечивает биоцидный эффект (Кузина Ж.И. и Маневич Б.В., 2013; Палий А.П. и др., 2013; Чижов А.И. и др., 2019).

Хлор взаимодействует с клеточной стенкой микроорганизма, т.е. адсорбируется ее оболочкой и проникает внутрь путем диффузии. Затем вступает в окислительную реакцию с составными частями, находящимися в цитоплазме, вызывает коагуляцию белковых ферментов, нарушает обмен веществ, что ведёт к гибели клетки (Кузина Ж.И. и Маневич Б.В., 2013; Чижов А.И. и др., 2019).

Эффективность средства зависит от количества активного хлора (в % масс.), кислотности среды и температуры (эффективность растёт в кислой среде и ближе к 50°С), времени воздействия (экспозиции) (Lineback CB et. al., 2018; Чижов А.И. и др., 2019).

Количество активного хлора определяется закладкой гипохлорита натрия в конкретное средство. Гипохлорит натрия (как сырье) при правильном хранении содержит 15-16% масс.

активного хлора (или не менее 170-190 г/дм^3 по ГОСТ 11086-76). Кроме того, изменение содержания активного хлора в дезинфицирующем средстве (быстрее, чем установлено сроком годности) происходит как из-за неправильного хранения средства, так и из-за сопутствующих компонентов.

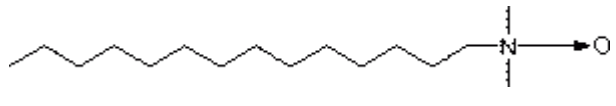
Зачастую хлорсодержащие дезинфектанты изготавливаются в виде моюще-дезинфицирующего средства, в связи с этим в них закладываются пенные поверхностно-активные вещества (ПАВ).

ООО «НОРДХИМ» – белорусский разработчик и производитель моющих и дезинфицирующих средств, ориентированный, главным образом, на пищевую и перерабатывающую промышленность. В линейке средств ООО «НОРДХИМ» есть хлорсодержащие моюще-дезинфицирующего средства с содержанием активного хлора от 1,1% масс. до 4,2% масс.

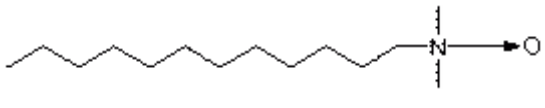
В данной работе приведены результаты исследования, целью которого было сравнить устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в присутствии амфолитного ПАВ – окиси алкилдиметиламина (окиси амина, неионогенный ПАВ (Квятковский А.Л. и др., 2019) разных производителей.

Окись амина – это универсальный ПАВ с высоким уровнем пенообразования и хорошими обезжиривающими свойствами, также обеспечивающий загущение щелочных, гипохлоритных моющих средств (Mamatha M et. al., 2016) и в зависимости от pH среды приобретающий положительный или отрицательный заряд (Мубаракова Л.Р. и Будников Г.К., 2018).

Материалы и методы. Сырье для изготовления образцов хлорсодержащих моющих средств: модифицированная фосфоновая кислота Sequion SLR (Bozzetto Group) – секвестрант, устойчивый к хлору; окиси амина различных производителей (в виде 30% масс. растворов) – Aromox 14D-W970 (Nouryon), Ammonyx LO (Stepan), окись алкилдиметиламина (ООО «Химический завод «Монастыриха»); гипохлорит натрия NaClO 15% масс. и гидроксид натрия 50% масс. (ООО «Новомосковский хлор»). Формулы использованных аминооксидов представлены на рисунке 1. Информация о составе окиси амина от производителя ООО «Химический завод «Монастыриха» отсутствует.



а



б

Рисунок 1. Формулы использованных аминооксидов:
а – Aromox 14D-W970, тетрадецилдиметиламиноксид;
б – Ammonyx LO, лаураминоксид, диметиллауриламинооксид
Figure 1. *Formulas of used amine oxides:*
a – Aromox 14D-W970, tetradecyldimethylamine oxide;
b – Ammonyx LO, lauramine oxide, dimethyllaurylamine oxide

Аналитические реагенты:

- калий йодистый по ГОСТ 4232-74 с изм. 1,2, приготовление 10% масс. раствора по ГОСТ 4517-2016;

- серная кислота – 1,0 моль/дм^3 (приготовление 1,0 моль/дм^3 серной кислоты: в мерную колбу вместимостью 1000 см^3 по ГОСТ 1770-74 влить 300-400 см^3 дистиллированной воды, а затем порциями при помешивании 57 мл концентрированной серной кислоты по ГОСТ 4204-

77. Дать колбе остыть до комнатной температуры и довести объем раствора до метки дистиллированной водой, перемешать);

- крахмал растворимый по ГОСТ 10163-76, приготовление 1% масс. раствора по ГОСТ 4517-2016;

- натрий серноватистокислый (тиосульфат натрия) по ГОСТ 27068-86, приготовление раствора $C(Na_2S_2O_3 \cdot 5H_2O)$ = 0,100 моль/дм^3 по ГОСТ 25794.2-83.

Определение массовой доли активного хлора (АХ) в изготовленных образцах моюще-дезинфицирующих средств проводили методом йодометрического титрования (Жебентяев А.И. и др., 2011; Braitt GR et al., 2014; ГОСТ Р 57001-2016). Методика анализа: в две конические колбы поместили по 1,0-2,0 г средства, взвешенного с точностью ± 0,0001 г, прибавили 10 см^3 воды и 10 см^3 раствора йодистого калия, перемешали, прибавили 20 см^3 раствора серной кислоты, вновь перемешали, закрыли пробкой и поместили в темное место. Через 10 минут титровали выделившийся йод раствором натрия серноватистокислого до светло-желтой окраски, затем прибавили 1-2 см^3 крахмала и продолжили титрование до обесцвечивания раствора.

Массовую долю активного хлора (в %) вычисляли по формуле:

$$C = \frac{V \cdot 0{,}003545}{m} \cdot 100\%,$$

где: V – объем раствора натрия серноватистокислого концентрации 0,100 моль/дм^3, израсходованный на титрование, см^3;

0,003545 – масса активного хлора, соответствующая 1 см^3 раствора натрия серноватистокислого с концентрацией 0,100 моль/дм^3, г;

m – масса средства, г.

Результаты и обсуждение. Одновременно было изготовлено три образца гипохлоритного моюще-дезинфицирующего средства с использованием окиси амина различных производителей (таблица 1).

Таблица 1. Составы исследованных образцов

Table 1. *Compositions of the studied samples*

Состав / образец *Composition / sample*	1	2	3
	г на 100 г (или % масс.) *g per 100 g (or % wt.)*		
Вода *Water*	61,2		
Sequion SLR	5,0		
Aromox 14D-W970, Nouryon	13,0	–	–
Ammonyx LO, Stepan	–	13,0	–
Окись амина, ООО «Химический завод «Монастыриха» *Amine oxide, Monastyrikha Chemical Plant LLC*	–	–	13,0
NaClO 15% масс. раствор *NaClO 15% wt. solution*	12,0		
NaOH 50% масс. раствор *NaOH 50% wt. solution*	2,8		
NaCl крист. *NaCl crystal.*	6,0		
Итого / *Total*	100,0	100,0	100,0

На следующем этапе в образцах гипохлоритных средств изучили динамику содержания активного хлора в зависимости от срока хранения (таблица 2). Во всех образцах исходное содержание активного хлора составляло 1,8% масс.

Таблица 2. Изменение содержания активного хлора в зависимости от срока хранения в образцах гипохлоритных средств

Table 2. *Change in the content of active chlorine depending on the shelf life in samples of hypochlorite agents*

Номер образца *Sample number*	1	2	3
Исходное содержание АХ, % масс. *Initial content of AC, % wt.*	1,8	1,8	1,8
Срок хранения *Shelf life*	Содержания АХ, % масс. *The content of AC, % wt.*		
1 сутки / *day*	1,8	1,8	1,8
3 суток / *days*	1,8	1,8	1,8
7 суток / *days*	1,8	1,8	1,8
10 суток / *days*	1,8	1,8	1,8
14 суток / *days*	1,8	1,8	1,7
21 сутки / *days*	1,8	1,8	1,7
1 месяц / *month*	1,8	1,8	1,7
1,5 месяца / *month*	1,8	1,8	1,6
2 месяца / *months*	1,8	1,8	1,6
3 месяца / *months*	1,8	1,7	1,6
4 месяца / *months*	1,8	1,7	1,5
5 месяцев / *months*	1,8	1,7	1,4
6 месяцев / *months*	1,8	1,6	1,2
7 месяцев / *months*	1,7	1,5	1,1
8 месяцев / *months*	1,7	1,3	0,9
10 месяцев / *months*	1,5	1,1	0,4
12 месяцев / *months*	1,4	0,9	0,1
13 месяцев / *months*	1,2	0,6	н/о*
14 месяцев / *months*	1,0	0,4	н/о*

Примечание: * – не определяется
*Note: * – not defined*

Обычно срок хранения концентратов гипохлоритных моюще-дезинфицирующих составляет 6-12 месяцев. Мы проводили наблюдение за образцами на протяжении 14 месяцев. В нашем случае (согласно разработанным ТУ) на конец срока хранения для данного препарата содержание АХ должно быть не менее 1,1% масс.

Из данных таблицы 2 видно, что гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство на основе окиси амина производства ООО «Химический завод «Монастыриха» может иметь срок годности не более 6 месяцев, тогда как средство на основе Aromox 14D-W970 – 12 месяцев, на основе Ammonyx LO – 8 месяцев.

Дополнительным и весьма важным критерием как для производителя, так в последующем и для потребителя, кроме срока годности, выступает ценовой фактор. Так, на

апрель 2022 года стоимость иностранных окисей амина и окиси амина отечественного производства различалась в 2-3 раза в зависимости от поставщика, условий доставки и др.

Заключение. Таким образом, исследована устойчивость гипохлорита натрия (по убыли активного хлора) в составе моюще-дезинфицирующих средств, в состав которого входит амфолитный ПАВ – окись амина различных производителей. С учетом вышеизложенных факторов может быть изготовлено гипохлоритное моюще-дезинфицирующее средство в двух вариантах: первый – это удешевленное средство 6-месячного срока хранения на основе окиси алкилдиметиламина ООО «Химический завод «Монастыриха», второй – средство 12-месячного срока хранения на основе Aromox 14D-W970.

Список источников

1. Жебентяев А.И., Жерносек А.К., Талуть И.Е. Аналитическая химия. Химические методы анализа. 2-е изд. Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2011. 542 с.
2. Квятковский А.Л., Молчанов В.С., Филиппова О.Е. Полимероподобные червеобразные мицеллы ионогенных поверхностно-активных веществ: структура и реологические свойства // Высокомолекулярные соединения (серия А). 2019. Т. 61, № 2. С. 180-192. https://doi.ogr/10.1134/S2308112019020081.
3. Кузина Ж.И., Маневич Б.В. Современные моющие и дезинфицирующие средства для молочной промышленности // Молочная промышленность. 2013. № 3. С. 20-21.
4. Мубаракова Л.Р., Будников Г.К. Хроматографические методы в анализе продуктов бытовой химии и косметических средств на содержание ПАВ // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2018. Т. 84, № 5. С. 5-13. https://doi.org/10.26896/1028-6861-2018-84-5-5-13.
5. Палий А.П., Завгородний А.И., Тарасова Е.В. Таблетированные хлорсодержащие дезинфектанты для борьбы с туберкулезом // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 2 (22). С. 56-60.
6. Чижов А.И., Носик Н.Н., Носик Д.Н. Вирулицидная эффективность дезинфицирующих средств. Сравнительный анализ. М.: Эдитус, 2019. 56 с.
7. Braitt GR, de Almeida Rodrigues E, da Silveira Bueno CE, Braitt AH. Evaluation of active chlorine releasing of sodium hypochlorite during seven days, stored at different temperatures // RSBO. 2014. Vol. 10(2). P. 143-148. https://doi.org/10.21726/rsbo.v10i2.908.
8. Lineback Caitlinn B, Nkemngong Carine A, Wu Sophie Tongyu, Li Xiaobao, Teska Peter J, Oliver Haley F. Hydrogen Peroxide and sodium hypochlorite disinfectants are more effective against Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa biofilms than quaternary ammonium compounds // Antimicrobial Resistance and Infection Control. 2018. Vol.7. P. 154-160. https://doi.ogr/10.1186/s13756-018-0447-5.
9. Mamatha M, Babu N, K. Mastan K, Mastan H. Total synthesis of N,N-dimethyldodecylamine-N-oxide // Int. J. Adv. Res. 2016. Vol. 4, № 1. P. 716-719.

References

1. Zhebentyaev AI, Zhernosek AK, Talut IE. Analytical chemistry. Chemical methods of analysis. 2nd ed. Minsk: New knowledge Publ.; Moscow: INFRA-M Publ.; 2011. 542 p. (In Russ.).

2. Kwiatkowski AL, Molchanov VS, Philippova OE. Polymer-like wormlike micelles of ionic surfactants: structure and rheological properties. *Vysokomolekulyarnye soedineniya (seriya A) = Polymer Science. Series A.* 2019;61(2):215-225. (In Russ.). https://doi.ogr/10.1134/S2308112019020081.
3. Kuzina ZhI, Manevich BV. Modern detergents and disinfectants for the dairy industry. *Molochnaja promyshlennost' = Dairy Industry.* 2013;(3):20-21. (In Russ.).
4. Paly AP, Zavgorodny AI, Tarasova EV. Tablets chlorine-containing disinfectants to fight TB. *Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii = Vestnik of Ulyanovsk State Agricultural Academy.* 2013;22(2):56-60.
5. Chizhov AI, Nosik NN, Nosik DN. Virucidal efficacy of disinfectants. Comparative analysis. M.: Editus Publ; 2019:56 p. (In Russ.).
6. Braitt GR, de Almeida Rodrigues E, da Silveira Bueno CE, Braitt AH. Evaluation of active chlorine releasing of sodium hypochlorite during seven days, stored at different temperatures. *RSBO.* 2014;10(2):143-148. https://doi.org/10.21726/rsbo.v10i2.908.
7. Lineback Caitlinn B, Nkemngong Carine A, Wu Sophie Tongyu, Li Xiaobao, Teska Peter J, Oliver Haley F. Hydrogen Peroxide and sodium hypochlorite disinfectants are more effective against Staphylococcus aureus and Pseudomonas aeruginosa biofilms than quaternary ammonium compounds. *Antimicrobial Resistance and Infection Control.* 2018;(7):154-160. https://doi.ogr/10.1186/s13756-018-0447-5.
8. Mamatha M, Babu N, K. Mastan K, Mastan H. Total synthesis of N,N-dimethyldodecylamine-N-oxide. *Int. J. Adv. Res.* 2016;4(1):716-719.
9. Mubarakova LN, Budnikov GK. Chromatographic methods in analysis of household chemicals and cosmetics for the presence of surface active substances. *Zavodskaya laboratoriya. Diagnostika materialov = Industrial Laboratory. Diagnostics of Materials.* 2018;84(5):5-13. (In Russ.). https://doi.org/10.26896/1028-6861-2018-84-5-5-13.

Вклад автора: Юлия В. Матвейчук отвечала за литературный обзор, постановку и проведение эксперимента, обработку полученных экспериментальных данных, написание рукописи, за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the author: *Yuliya V. Matveichuk was responsible for the literature review, setting up and conducting the experiment, processing of the obtained experimental data, writing the manuscript, plagiarism and self-plagiarism.*

Конфликт интересов. Автор заявляют, что никакого конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи не существует.

Conflict of interest. *The author declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this article.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted*: 17.05.2023;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing*: 17.08.2023;
принята к публикации / *accepted for publication*: 21.08.2023

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Все материалы в журнале «Аграрно-пищевые инновации» публикуются бесплатно при условии их соответствия тематике журнала и соблюдения требований к оформлению рукописей.

Статьи публикуются по следующим рубрикам: *инновационные разработки; производство животноводческой продукции; корма, кормопроизводство, кормовые добавки; хранение и переработка сельскохозяйственной продукции; качество, безопасность и гигиена питания; исследования молодых ученых; юбилеи и памятные даты; потери науки.*

Авторы несут полную ответственность за достоверность и оригинальность информации, предоставленной в рукописи. Все рукописи проходят проверку на наличие заимствований в системе «**Антиплагиат**». Оригинальность рукописи должна быть не менее 80%, в противном случае публикация рукописи невозможна.

Статьи в журнале ***«Аграрно-пищевые инновации»*** издаются на русском языке с резюме на английском языке.

Вся статья (текст, таблицы, примечания, заголовки, иностранные вставки, список литературы, подрисуночные подписи и др.) набирается на компьютере: шрифт – **Times New Roman**, кегль – **14**, выравнивание – по ширине, интервал – **1,15**, поля – 2 см, автоматический перенос слов.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ СТАТЬИ

1. Вид рукописи: Научная статья / *Original article*; Обзорная статья / *Review article*; Краткое сообщение / *Brief report*

2. УДК

3. Заглавие статьи

4. Имя (полное), Отчество (инициал) и Фамилия (полная) автора(-ов).

Пример: Алексей Д. Иванов, Магомед А. Гасанов

5. Полное название всех организаций, к которым относятся авторы. Если авторы работают в разных учреждениях, то связь каждого автора с его организацией осуществляется с помощью цифр верхнего регистра, далее указывают город и страну.

6. Резюме. Объем – не менее 250 слов, полное соответствие содержанию работы.

Структура резюме

Цель. Материалы и методы. Результаты. Выводы / Заключение.

Далее по вышеприведенной структуре указываются те же данные на английском языке:

Abstract. Purpose. Materials and Methods. Results. Conclusions. Keywords

7. Ключевые слова: от 5 до 10 ключевых слов, отражающих основные проблемы исследования

8. Контактное лицо. Указываются сведения об авторе, которому будет адресована корреспонденция, и его контактные данные: Имя, Отчество, Фамилия, уч. степень, звание, должность, организация, почтовый адрес организации с указанием индекса, номер телефона, e-mail, ORCID

9. Формат цитирования (указывается редакцией)

ОСНОВНОЙ ТЕКСТ СТАТЬИ

В статье должны найти отражение следующие разделы:

10. Введение.

11. Материалы и методы исследования.

12. Результаты и обсуждение.

13. Заключение (или Выводы). Для обзорных статей должны быть указаны ВВЕДЕНИЕ. ОБСУЖДЕНИЕ. ЗАКЛЮЧЕНИЕ.

ГРАФИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ. Выравнивание названий рис. и табл. по левому краю. Названия и содержание рисунков и таблиц (столбцов и строк) должны быть приведены как на русском, так и на английском языках.

14. Благодарность / *Acknowledgement* *(при наличии)*

Перечисляются лица, организации, фонды и т.д., которые оказали какую-либо помощь автору(ам) в проведении исследования, работы и т.д. (например, финансовая помощь, языковая (лингвистическая) помощь, помощь в написании статьи или правка корректуры и т.д.) ***на русском, затем на английском языках***.

15. Оформление списка источников / *References*

Цитируемая литература должна содержать не менее 12 источников. Не менее 50% источников из списка литературы должны быть опубликованы за последние пять лет, в том числе в журналах, индексируемых в базах данных ***Web of Science, Scopus, Science Index***. Лишь в случае необходимости допустимы ссылки на более ранние труды. В цитируемой литературе обязательно указывать **DOI** (при наличии). В список литературы **НЕ включаются** авторефераты и диссертации, учебные пособия, нормативные и архивные материалы, статистические сборники, газетные заметки без указания автора, монографии.

16. Вклад авторов / *Contribution of the author's*

Приводятся сведения о вкладе каждого автора в написание статьи сначала ***на русском, затем на английском языках***.

17. Конфликт интересов / *Conflict of interest*

Приводится информация об отсутствии между авторами статьи конфликта интересов сначала ***на русском, затем на английском языках***.

18. Информация об авторах (за исключением контактного лица) / *Information about the authors (excluding the contact person)*

Приводятся сведения о каждом авторе (за исключением контактного лица): Имя, Отчество, Фамилия, уч. степень, звание, должность, организация, почтовый адрес организации с указанием индекса, e-mail, ORCID.

Решение о том, какие материалы будут опубликованы, принимает главный редактор с учетом мнений независимых рецензентов, членов редакционного совета и редакционной коллегии.

АГРАРНО-ПИЩЕВЫЕ ИННОВАЦИИ

№ 1 (21), 2023

Компьютерная вёрстка: Суркова С.А.
Дизайн, фото: Мосолова Н.И.

Издаётся с 2018 г. Выходит 4 раза в год.

Адрес издателя и редакции: 400066, Волгоградская обл.,
г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6;
тел.: 8 (8442) 39-10-48, 8 (8442) 39-11-42;
e-mail: api.niimmp@mail.ru
Официальный сайт учредителя: www.volniti.ucoz.ru
Официальный сайт редакции: www.api-niimmp.ru

Дата выхода: 30.10.2023.
Отпечатано Издательско-полиграфическим комплексом
ГНУ НИИММП
Адрес типографии: 400066, Волгоградская обл.,
г. Волгоград, ул. им. Рокоссовского, 6.
Формат 60x84 1/8.Тираж 500 экз. Заказ 20.

Цена свободная

12+

AGRARIAN-AND-FOOD INNOVATIONS

Issue 1 (21), 2023

Desktop publishing: Surkova S.A.
Design, foto: Mosolova N.I.

Published from 2018. Published 4 times a year.

Address of Publisher and Editorial Office: 6, Rokossovsky st., Volgograd,
Volgograd region, 400066, Russian Federation;
tel.: +7 (8442) 39-10-48, +7 (8442) 39-11-42;
e-mail: api.niimmp@mail.ru
Official website of Founder: www.volniti.ucoz.ru
Official website of the Editorial Office: www.api-niimmp.ru

Release Date: 30.10.2023.
Printed at the Publishing and Printing Complex of VRIMMP
Printing House Address: 6, Rokossovsky st., Volgograd,
Volgograd region, 400066, Russian Federation.
Printing format 60x84 1/8. Circulation 500 copies. Order 20.

Free price