

Теоретический и
научно-практический
журнал

ISSN 2311 0651

ИННОВАЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Innovations and Food Safety

№ 4(42) 2023



Новосибирск 2023

ИННОВАЦИИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Теоретический
и научно-практический
журнал

№ 4(42) 2023

Учредитель:
ФГБОУ ВО
«Новосибирский
государственный
аграрный университет»

Выходит ежеквартально
Основен в мае 2013 года

Зарегистрирован
Федеральной службой по надзору
в сфере связи, информационных
технологий и массовых коммуникаций
(Роскомнадзор)
ПИ № ФС 77-82304 от 10.11.2021 г.

Подписной индекс в Объединенном
каталоге «Пресса России» – 40553

Журнал включен в Перечень
рецензируемых научных изданий, в
которых должны быть опубликованы
основные научные результаты
диссертаций на соискание ученой степени
кандидата наук, на соискание ученой
степени доктора наук

Адрес редакции и издателя:
630039, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160
Тел./факс: 8 (383) 264-28-00
E-mail: ngaufizologi@mail.ru
smirnov.271@mail.ru

Тираж 500 экз.

Технический редактор *Г.В. Вдовина*
Редактор *Т.К. Коробкова*
Компьютерная верстка *В.С. Колбин*
Переводчик *И.Н. Рюмкина* Подписано
в печать 26 декабря 2023 г. Дата
выхода в свет 26 декабря 2023 г.
Свободная цена
Формат 60 × 84 1/8.
14,0 усл. печ. л.
Бумага офсетная
Гарнитура «Times». Заказ № 2705.

Отпечатано в Издательском центре
НГАУ «Золотой колос»
630039, Новосибирск,
ул. Добролюбова, 160

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Председатель редакционной коллегии

Е.В. Рудой (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р экон. наук, проф., чл.-корр. РАН.

Главный редактор

П.Н. Смирнов (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р вет. наук, проф., заслуженный деятель науки РФ, почетный профессор Арктического государственного агротехнологического университета (АГАТУ), Таджикского ГАУ, Новосибирского ГАУ.

Члены редакционной коллегии:

М.И. Воевода (Федеральный исследовательский центр фундаментальной и трансляционной медицины), д-р мед. наук, проф., акад. РАН, член-корр. РАН.

А.С. Донченко (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Институт экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока), д-р вет. наук, проф., акад. РАН, вице-президент РАСХН, заслуженный деятель науки РФ.

К.В. Жучаев (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р биол. наук, проф., заслуженный работник высшей школы.

С.П. Князев (Новосибирский государственный аграрный университет), канд. биол. наук, действительный член Российской академии естественных наук, почетный работник высшего профессионального образования РФ.

В.А. Козлов (Научно-исследовательский институт фундаментальной и клинической иммунологии), д-р мед. наук, проф., акад. РАН, заслуженный деятель науки РФ.

С.Н. Магер (Новосибирский государственный аграрный университет, Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства), д-р биол. наук, проф.

Р.С. Москалик (Молдавский НИИ животноводства и ветеринарии), д-р хабилитат вет. наук, проф., акад. МАИ.

К.Я. Мотовилов (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции) д-р биол. наук, проф., член-корр. РАН.

Г.А. Ноздрин (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р вет. наук, проф., заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почётный доктор Санкт-Петербургской академии ветеринарной медицины, академик Экологической академии, заслуженный деятель науки Новосибирской области.

В.А. Тутельян (Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи), д-р мед. наук, проф., акад. РАН, иностранный член НАН РА, заслуженный деятель науки РФ, лауреат премии Правительства РФ.

О.К. Мотовилов (Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий Российской академии наук. Сибирский научно-исследовательский и технологический институт переработки сельскохозяйственной продукции), д-р техн. наук.

С.Л. Гаптар (Новосибирский государственный аграрный университет), канд. техн. наук, доц.

Г.М. Крохта (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р техн. наук, проф., почётный работник высшего профессионального образования РФ, кавалер ордена «Знак Почёта».

Ю.А. Гуськов (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р техн. наук, доц., почетный работник высшего профессионального образования, почетный работник агропромышленного комплекса России.

А.А. Долгушин (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р техн. наук, доц.

А.Т. Стадник (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р экон. наук, проф.

С.А. Шелковников (Новосибирский государственный аграрный университет), д-р экон. наук, проф.

* На обложке использован логотип ©World Trade Organization (WTO)

** Использован логотип, опубликованный в интернет-ресурсе http://ru.freepik.com/free-vector/ecology-and-recycling-icons_376900.htm

INNOVATIONS AND FOOD SAFETY

Theoretical
and practical
scientific journal

№ 4(42) 2023

Founder:
FHOB
«Novosibirsk
State
Agrarian University»

Published quarterly
Founded in may 2013

Registered
van Federal service for supervision of
Telecom and mass communications
PI № FS 77-82304 dated 10.11.2021

Subscription index in United catalogue
«Press of Russia» – 40553

The journal is included in the List
of peer-reviewed scientific publications,
where must be published basic
scientific results
dissertations on competition
of a scientific degree
candidate of Sciences, on competition
of a scientific degree of doctor of science

Address of Editorial office:
160 Dobrolyubova Str.,
630039 Novosibirsk
Tel/fax: 8 (383) 264-28-00
E-mail: ngaufiziologi@mail.ru
Smirnov.271@mail.ru

Circulation is 500 issues

Technical editor *G.V. Vdovina*
Editor *T.K. Korobkova*
Desktop publishing *V.S. Kolbin*
Translator *I.N. Ryumkina*

Passed for printing on 26 December 2023
Release date 26 December 2023
Free price
Size is 60x 84 1/8,
Volume contains 14,0 publ.
Offset paper is used
Typeface is Times. Order No. 2705.

Printed in "Zolotoy Kolos" Publ.
of Novosibirsk State Agrarian University
160 Dobrolyubova Str., office 106,
630039 Novosibirsk.

EDITORIAL BOARD

Chairman of the editorial board

E.V. Rudoy (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Economics Sciences, Professor, corresponding member of the Russian Academy of Sciences

Chief Editor

P.N. Smirnov (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honorary Professor of the Arctic State Agrotechnological University (ASAU), Tajik State Agrarian University (TSAU), Novosibirsk State Agrarian University (NSAU).

Members of the editorial board:

M.I. Voevoda (Federal Research Center for Fundamental and Translational Medicine), Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Corresponding Member of the Russian Academy of Medical Sciences.

A.S. Donchenko (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences. Institute of Experimental Veterinary Medicine of Siberia and the Far East), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Vice-President of the Russian Academy of Agricultural Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation.

K.V. Zhuchayev (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Biological Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education

S.P. Knyazev (Novosibirsk State Agrarian University), Candidate of Biological Sciences, Full Member of the Russian Academy of Natural Sciences, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation.

V.A. Kozlov (Research Institute of Fundamental and Clinical Immunology), Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Sciences, Honored Scientist of the Russian Federation.

S.N. Mager (Novosibirsk State Agrarian University, Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences. Siberian Research and Design Institute of Animal Husbandry), Doctor of Biological Sciences, Professor

R.S. Moskalik (Moldovan Research Institute of Animal Husbandry and Veterinary Medicine), Doctor of Habilitation of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the International Academy of Informatization.

K.Ya. Motovilov (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences. Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing) Doctor of Biological Sciences, Professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences

G.A. Nozdrin (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Honored Worker of Higher Education of the Russian Federation, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Honorary Doctor of the St. Petersburg Academy of Veterinary Medicine, Academician of the Ecological Academy, Honored Scientist of the Novosibirsk Region.

V.A. Tutelyan (Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety), Doctor of Medical Sciences, Professor, Academician of the Russian Academy of Medical Sciences, foreign member of the National Academy of Sciences of the Republic of Armenia, Honored Scientist of the Russian Federation, Laureate of the RF Government Prize.

O.K. Motovilov (Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies of the Russian Academy of Sciences. Siberian Research and Technological Institute of Agricultural Products Processing), Doctor of Technical Sciences.

S.L. Gaptar (Novosibirsk State Agrarian University) Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

G.M. Krokhta (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Technical Sciences, Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education of the Russian Federation, Commander of the Order of the Badge of Honor.

Yu.A. Guskov (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Honorary Worker of Higher Professional Education, Honorary Worker of the Russian Agro-Industrial Complex.

A.A. Dolgushin (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Technical Sciences, Associate Professor

A.T. Stadnik (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Economics, Professor

S.A. Shelkovnikov (Novosibirsk State Agrarian University), Doctor of Economics, Professor

*Logo World Trade Organization (WTO) is used on the cover.

**Logo published http://ru.freepik.com/free-vector/ecology-and-recycling-icons_376900.htm is used.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Контроль качества и безопасность сельскохозяйственного сырья и продуктов переработки

<i>Гетманец В.Н., Мотненко Е.О.</i> ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА СЫРА КАМАМБЕР	9
<i>Разумовская В.В., Лунева Н.А., Кроневальд О.В.</i> КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ	18
<i>Резниченко И.Ю., Донченко Т.А.</i> МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ	25

Технологии содержания, кормления и обеспечение ветеринарного благополучия в продуктивном животноводстве

<i>Барсукова М.А., Иванова О.А., Афанасьева И.А., Куликова С.В., Гарт В.В., Осинцева Л.А., Нарожных К.Н.</i> РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПОРОДЫ ГЕРЕФОРД ПО ИТОГАМ БОНИТИРОВОК	34
<i>Инербаев Б.О., Магер С.Н., Храмова И.А., Инербаева А.Т., Чайко Н.В.</i> ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ МОДУЛЬНОЙ СЕМЕЙНОЙ ФЕРМЫ	42
<i>Малков С.В., Красноперов А.С., Опарина О.Ю., Белоусов А.И., Порываева А.П.</i> ОЦЕНКА МЕСТНО-РАЗДРАЖАЮЩЕГО И ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДОБАВКИ КОРМОВОЙ ЭНДОФОРС ФИТО НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ	51
<i>Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю.</i> ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТА С ФИТАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА ОТКОРМЕ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ	61
<i>Подкорытов Н.А., Подкорытов А.А.</i> ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОТОМСТВА	71

Достижения ветеринарной науки и практики

<i>Ермолаев В.В., Шимица Г.Г., Аликин Ю.С., Гамалей С.Г., Лебедев Л.Р.</i> НОВЫЕ ПРЕПАРАТЫ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ РНК ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ	78
--	----

Генетические основы разведения и селекции: биотехнология животных

<i>Бекенев В.А., Деева В.С., Князев С.П., Дуров А.С., Фролова Ю.В.</i> СОПРЯЖЕННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ КРОВИ С УРОВНЕМ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ВО ВНУТРИМЫШЕЧНОМ ЖИРЕ СВИНЕЙ	90
<i>Князев С.П., Никитин С.В., Шмидт Ю.Д., Травин М.А., Карпов М.А., Козлова О.С., Назаренко А.Е., Ермолаев В.И.</i> ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ УНИКАЛЬНОЙ ВРОЖДЕННОЙ ПОЛИДАКТИЛИИ У МИНИ-СВИНЕЙ	102
<i>Мартынов Н.А., Зайцева О.С., Соколова О.В., Зубарева В.Д.</i> АНАЛИЗ ЧАСТОТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ CVM, BY, VLAD В ПОПУЛЯЦИЯХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА	119

Рациональное природопользование, экология и охрана окружающей среды

<i>Кропачев Д.В., Пищенко Е.В., Морузи И.В., Авдеенко А.С., Червова Е.Д.</i> ЗООПЛАНКТОН РЕКИ КЁНГА В ГРАНИЦАХ КЁНГИНСКОГО КЛЮЧЕВОГО УЧАСТКА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА «ВАСЮГАНСКИЙ»	129
--	-----

Пищенко Е.В., Ткаченко А.В., Морузи И.В., Кропачев Д.В.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИБИРСКОЙ СТЕРЛЯДИ В УСЛОВИЯХ БЕЛОЯРСКОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ	136
--	-----

Ресурсосберегающие технологии в земледелии, агрохимии, селекции и семеноводстве

Добровольская Н.И., Студенкова Н.А., Никкарь К.А., Альберт М.А.

НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СИСТЕМЕ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ.....	145
---	-----

Кондратенко Е.П., Соболева О.М., Сергеева И.А., Редозубова А.Е.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГОРОХА НА ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ	156
--	-----

Лаврищев И.Е., Петров А.Ф., Денисов К.Е., Краснов С.Д., Зверев А.Е. ЦИФРОВИЗАЦИЯ

СЕВООБОРОТА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА СИБИРИ.....	166
--	-----

Новиков О.О., Романова М.С., Хаксар Е.В., Косинова Е.И., Чудинова Ю.В.

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ДОЧКА В УСЛОВИЯХ АЭРОПОНИКИ	174
--	-----

Шахристова А.А., Шпатова Т.В., Лутков В.И., Беляев А.А. ПРИМЕНЕНИЕ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ

РОДА <i>BACILLUS</i> ПРИ ПИКИРОВАНИИ РОЗЕТОК ЗЕМЛЯНИКИ	182
--	-----

Региональная и отраслевая экономика

Соколов С.Л., Шелковников С.А.

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКСПОРТ ЗЕРНА.....	190
---	-----

Эссауленко Д.В. ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОГО

ХОЗЯЙСТВА РОССИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ	198
--	-----

Хроника, события, факты

Авилов В.М. ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЕТЕРИНАРНОЙ СЛУЖБЕ РОССИИ – 155 ЛЕТ	207
--	-----

CONTENTS

Quality control and safety of agricultural raw materials and processed products

Getmanets V.N., Motnenko E.O. CHANGING SOME PARAMETERS IN THE PRODUCTION

TECHNOLOGY OF CAMAMBRE CHEESE.....	9
------------------------------------	---

Rasumovskaya V.V., Lunyova N.A., Kronevald O.V.

SAFETY CONTROL OF MEAT AND MEAT PRODUCTS	18
--	----

Reznichenko I. Yu., Donchenko T.A.

MONITORING THE QUALITY AND SAFETY OF SAUSAGE PRODUCTS	25
---	----

Technologies for keeping, feeding and ensuring veterinary well-being in productive livestock

Barsukova M.A., Ivanova O.A., Afanasyeva I.A., Kulikova S.V., Garth V.V., Osintseva L.A. Narozhnykh K.N.

THE DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF HEREFORD CATTLE BASED ON THE RESULTS OF SCORING ASSESSMENTS	34
---	----

<i>Inerbaev B.O., Mager S.N., Khramtsova I.A., Inerbaeva A.T., Chaiko N.V.</i> TECHNOLOGICAL SOLUTION OF A MODULAR FAMILY FARM	42
<i>Malkov S.V., Krasnoperov A.S., Oparina O.Yu., Belousov A.I., Poryvaeva A.P.</i> EVALUATING LOCAL TOLERANCE AND TOXIC EFFECTS OF <i>ENDOFORCE PHYTO FEED</i> ADDITIVE BASED ON LABORATORY ANIMALS	51
<i>Mikhailova L.R., Lavrentiev A.Yu.</i> USE OF AN ENZYME WITH PHYTASE ACTIVITY IN FATTING YOUNG PIGS	61
<i>Podkorytov N.A., Podkorytov A.A.</i> THE INFLUENCE OF THE AGE OF SHEEP PRODUCERS ON THE PRODUCTIVITY OF BROOD	71

Achievements of Veterinary Science and Practice

<i>Ermolaev V.V., Shimina G.G., Alikin Yu.S., Gamaley S.G., Lebedev L.R.</i> NEW IMMUNOMODULATORY PREPARATIONS BASED ON RNA TO TREAT VIRAL INFECTIONS	78
--	----

Genetic bases of breeding and selection: animal biotechnology

<i>Bekenev V.A., Deeva V.S., Knyazev S.P., Durov A.S., Frolova Yu.V.</i> CONNECTION OF GENETIC BLOOD MARKERS WITH THE LEVEL OF FATTY ACIDS IN THE INTRAMUSCULAR FAT OF PIGS	90
<i>Knyazev S.P., Nikitin S.V., Schmidt Yu.D., Travin M.A., Karpov M.A., Kozlova O.S., Nazarenko A.E., Yermolaev V.I.</i> STUDY OF THE PROCESS OF FORMATION OF A UNIQUE CONGENITAL POLYDACTYLY IN MINI-PIGS	102
<i>Martynov N.A., Zaitseva O.S., Sokolova O.V., Zubareva V.D.</i> ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF DISTRIBUTION OF CVM, BY BLAD IN CATTLE POPULATIONS	119

Rational nature management, ecology and environmental protection

<i>Kropachev D.V., Pishchenko E.V., Moruzi I.V., Avdeenko A.S., Chervova E.D.</i> ZOOPLANKTON OF THE OF THE KENGA RIVER WITHIN THE BOUNDARIES OF THE KENGINSKY KEY SECTION OF THE VASYUGANSKY STATE NATURE RESERVE	129
<i>Pishchenko E.V., Tkachenko A.V., Moruzi I.V., Kropachev D.V.</i> RESULTS OF GROWING SIBERIAN STERLET JUVENILE IN THE CONDITIONS OF THE BELOYARSK FISH HATCHERY OF THE KRASNOYARSK REGION	136

Resource-saving technologies in agriculture, agrochemistry, breeding and seed production

<i>Dobrotvorskaya N.I., Studenkova N.A., Nikkar K.A., Albert M.A.</i> SOIL COVER HETROGENEITY IN THE SYSTEM OF INVENTORY OF AGRICULTURAL LAND	145
<i>Kondratenko E.P., Soboleva O.M., Sergeeva I.A., Redozubova A.E.</i> CURRENT STATUS AND TRENDS IN SUSTAINABILITY OF PEA PRODUCTION IN THE KEMEROVSK REGION	156
<i>Lavrishchev I.E., Petrov A.F., Denisov K.E., Krasnov S.D., Zverev A.E.</i> DIGITALISATION OF CROP ROTA- TION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CROPPING PRODUCTION IN SIBERIA	166
<i>Novikov O.O., Romanova M.S., Khaksar E.V., Kosinova E.I., Chudinova Yu.V.</i> THE EFFECT OF VARIOUS WATER-SOLUBLE FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF POTATO PLANTS OF THE DOCHKA VARIETY IN AEROPONICS	174
<i>Shakhristova A.A., Shpatova T.V., Lutov V.I., Belyaev A.A.</i> APPLICATION OF BACTERIA STRAINS OF THE GENUS BACILLUS IN PICKING STRAWBERRY ROSETTES	182

Regional and sectoral economy

<i>Sokolov S.L., Shelkovnikov S.A.</i> FACTORS DETERMINING REGIONAL GRAIN EXPORTS	190
<i>Essaulenko D.V.</i> ASSESSMENT OF THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AGRICULTURE IN RUSSIA BY PROFITABILITY INDICATORS	198

Timeline. Events. Facts.

<i>Avilov V.M.</i> THE STATE VETERINARY SERVICE OF RUSSIA CELEBRATES ITS 155 ANNIVERSARY	207
--	-----



КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТЬ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО СЫРЬЯ
И ПРОДУКТОВ ПЕРЕРАБОТКИ

QUALITY CONTROL AND SAFETY
OF AGRICULTURAL RAW MATERIALS
AND PROCESSED PRODUCTS

УДК 637.336:579:637.353.7

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-9-17

ИЗМЕНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА
СЫРА КАМАМБЕР

В.Н. Гетманец, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

Е.О. Мотненко, студент

Алтайский государственный аграрный университет

E-mail: getmanecv@mail.ru

Ключевые слова: сыр, закваска, формование, заквасочная культура, технология, сырная головка, сгусток.

Реферат. Одним из эксклюзивных европейских продуктов является сыр камамбер. Это мягкий сыр с текучей консистенцией и насыщенным вкусом и ароматом, с характерной корочкой, поверх которой растет белая плесень *Penicillium camemberti*. Органолептические показатели классического камамбера весьма специфичны и отличаются от вкусовых привычек россиян. Российские потребители не любят слишком текучие и ароматные сыры, что породило немало проблем с его сбытом. В связи с этим целью исследований было проведение корректировки основных операций в технологической карте, связанных с обработкой сырного зерна и формованием, а также подбором заквасочных культур. В своих исследованиях мы предлагаем после разрезки сгустка проводить постановку сырного зерна и формы заполнять полностью, что позволит сократить затраты на формовку сыра. Вторым фактором, который мы предлагаем, это использование отечественной мезофильной закваски МН (АлтаЛакт). В готовых образцах сыра определили органолептические, физико-химические и микробиологические показатели. Так, при использовании отечественной закваски МН (АлтаЛакт) и проведении постановки сырного зерна после разрезки сгустка вкус сыра был сливочный, грибной, не имел горчинки в послевкусии, «аммиачный» вкус отсутствовал. При использовании стабилизированной технологии добились повышения концентрации сухих веществ за счет постановки сырного зерна, что позволило замедлить процесс протеолитической активности микроорганизмов. Так, содержание жира в сухом веществе составило 59 %, это больше на 2 %, чем при традиционном способе формования, и на 3 – 1 % относительно закваски Danisko MM101, в зависимости от обработки сгустка и способа формования. Стабилизированная технология позволит повысить пищевую ценность за счет увеличения содержания белка в сыре, в нашем исследовании содержание белка увеличилось на 0,4 – 0,9 %. Таким образом, результаты исследований обосновывают целесообразность внесения корректировки в технологию производства сыра камамбер.

CHANGING SOME PARAMETERS IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF
CAMAMBRE CHEESE

V.N. Getmanets, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

E.O. Motnenko, Student

Altai State Agrarian University

E-mail: getmanecv@mail.ru

Keywords: cheese, sourdough, mouldings, starter cultures, technology, cheese heads, clot.

Abstract. *One of the exclusive European products is camembert cheese. This is a soft cheese with a current consistency, rich taste, and aroma, with a characteristic crust, on top of which the white mould *Penicillium camembert* grows. However, the organoleptic characteristics of the classic camembert are particular and differ from the taste habits of Russians. Russian consumers do not like too fluid cheeses and flavorful. This has caused a lot of problems with its sale. In this regard, the purpose of the research was to adjust the primary operations in the technological map related to the processing of cheese grains and moulding, as well as the selection of starter cultures. In our research, we suggest that after cutting the clot, the cheese grain should be set and the moulds filled utterly, reducing the cost of cheese moulding. The second factor that we propose is the use of domestic mesophilic starter culture MN (AltaLact). Organoleptic, physicochemical and microbiological parameters were determined in the finished cheese samples. So, the cheese taste was creamy when using the domestic starter culture MN (AltaLact) and setting the cheese grain after cutting the clot. The mushroom had no bitterness on the aftertaste and no "ammonia" taste. Using a stabilised technology, we increased the concentration of dry substances due to the production of cheese grains, which allowed us to slow down the proteolytic activity of microorganisms. Thus, the fat content in the dry matter was 59%, which is more by 2% than with traditional moulding and by 3- 1% relative to the starter Danisko MM101, depending on the processing of the clot and the moulding method. The stabilised technology will increase the nutritional value by increasing the protein content in cheese; in our study, the protein content increased by 0.4 – 0.9%. Thus, the research results substantiate the practicality of making adjustments to the production technology of camembert cheese.*

Среди пищевых продуктов в биологическом и пищевом отношении наиболее важными являются молоко и молочные продукты. Сыр – это продукт, который имеет множество вариантов приготовления в отличие от других молочных продуктов [1, 2].

Многие авторы отмечают, что во всем мире ассортимент сыров с каждым годом расширяется, однако многие традиционные сыры по праву могут считаться прародителями – таких как эментальский (швейцарский), эдамский (голландский), гауда (костромской), чеддер, рокфор, камамбер и др. [3–5].

Для многих стран производство отдельных сортов сыров является визитной карточкой страны и национальным достоянием.

Введение антироссийских санкций в 2014 г. и ответное продэмбарго подтолкнуло многие предприятия, в том числе и частные, к тому, чтобы наладить производство тех видов сыров, которые перестали завозиться на территорию России, это касается и сыров с белой плесенью. Данные ограничения и послужили мотивацией к созданию импортозамещающего производства [6, 7]. Многие европейские сыры по ряду причин очень сложно приспособить к нашей территории, к этим факторам относятся и состав молока, который зависит от состава трав на пастбищах и технологии производства. На развитие производства отдельных сортов сыра оказывает влияние такой важный фактор, как национальные вкусы. Россияне не любят слишком текучие и слишком ароматные сорта, к таковым относятся и сыр камамбер, который занимает у потребителей особое место [8–10].

Формирование органолептических показателей сыров происходит в результате протекания комплекса биохимических процессов, главными из которых являются протеолиз и липолиз [11, 12].

Классический камамбер имеет весьма специфический запах – французский поэт и прозаик Леон Поль Фарг охарактеризовал аромат этого сыра как «запах ног Бога». Вкусовые качества сыра, непривычные для россиян, породили немало проблем с его сбытом.

Поэтому нужно в технологию производства сыра по европейской технологии внести корректировку в технологическую карту для того, чтобы адаптировать органолептические показатели сыра для российского потребителя.

В связи с этим целью наших исследований было совершенствование традиционной технологии сыра камамбер.

Для реализации поставленной цели были определены следующие задачи:

1. Изучить влияние заквасочной микрофлоры на показатели сыра.
2. Усовершенствовать процесс формования сыра камамбер.
3. Установить влияние этих факторов на органолептические показатели готового продукта.
3. Провести комплексную оценку качества сыра по физико-химическим и микробиологическим показателям.

Совершенствование технологии производства сыра с белой плесенью проводили на базе предприятия ООО ПК «Формула», расположенного в г. Барнауле Алтайского края.

Нами было предложено изменить в технологии производства сыра камамбер два параметра – мезофильную заквасочную культуру и способ обработки сгустка и формования сырных головок.

Предметом исследования были образцы сыра камамбер, в ходе проведения исследований были использованы: цельное молоко, заквасочные культуры — мезофильная, термофильная, благородная плесень и дрожжи, а также хлорид кальция, сычужный фермент и соль.

Для проведения исследований использовали сычужный фермент компании ООО «Арбина», произведенный по ГОСТ 34353-2017 Препараты ферментные молокосвертывающие животного происхождения сухие. Технические условия [13].

Качество полученных образцов сыров с белой плесенью определяли в соответствии с нормативно-технической документацией ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [14] и ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции» [15].

Содержание жира, белка, влаги в молоке и готовом продукте определяли в лаборатории на приборе FoodScan 2.

Микробиологические показатели сыра определяли в соответствии с ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа [16].

В качестве заквасочных культур в сырах типа камамбер используется большой спектр микроорганизмов. Это могут быть только мезофильные кислото- и ароматообразующие микроорганизмы, или только термофильные, основным компонентом которых является термофильный стрептококк. Для получения характерной текучей консистенции и ярко выраженных органолептических показателей сыра камамбер рекомендовано использовать смешанную микрофлору, состоящую как из мезофильных, так и из термофильных микроорганизмов. За формирование белого бархатистого покрытия сыра отвечает культура *Penicillium candidum*.

На предприятии используется мезофильная закваска Danisco CHOOZIT MM 101. Это кислото- и ароматообразующая закваска, которую используют для производства всех европейских низкотемпературных сыров. Она включает штаммы лактобактерий: *Lactococcus lactis*, *Lactococcus cremoris*, *Lactococcus diacetylacti*.

В связи с санкционными ограничениями ее доставка в нашу страну затруднена, поэтому нами было принято решение использовать закваску отечественного производителя МН «АлтаЛакт», которая не содержит газообразующей микрофлоры. В ее состав входят штаммы лактобактерий *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*; *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris*.

Наряду с мезофильной закваской при производстве данного сыра вносили термофильную закваску и чистую культуру *Penicillium candidum* (*Penicillium camemberti*), *Geotrichum candidum* и дрожжевой штамм *Debaryomyces hansenii*. Эти ингредиенты придают сыру камамбер пластичную структуру и определенный вкусоароматический букет.

Для изучения целесообразности изменения в технологической карте были выработаны 4 образца сыра камамбер в соответствии со схемой проведения исследований (табл. 1).

Таблица 1

Характеристика опытных образцов сыра камамбер
Characteristics of prototypes of Camembert cheese

Образец	Закваска	Способ формования
1	ММ101	Наливом
2	МН	Наливом
3	ММ101	Выкладка зерна
4	МН	Выкладка зерна

Таким образом, мы предлагаем изучить два фактора: заквасочную мезофильную культуру, способ обработки сгустка и формования сырной массы.

В процессе созревания сыр с плесенью претерпевает ряд биохимических процессов, которые связаны с физико-химическими показателями молока-сырья, поэтому следует начать с определения физико-химических показателей молока. Для производства мягкого сыра использовали цельное коровье молоко из частного фермерского хозяйства. Молоко считается сыропригодным, если оно имеет оптимальное содержание белка, жира, СОМО. Содержание белка в молоке составило 3,8 % (должно быть более 3,2 %), жира – 4,2 (не менее 3,2), СОМО – 8,4 % (не менее 8,4 %). Важным показателем для производства сыров является также соотношение между основными компонентами. Так, соотношение между жиром и белком составило 1,1, жиром и СОМО – 0,5, белком и СОМО – 0,45. Таким образом, молоко по показателям качества является сыропригодным.

Для получения качественного сгустка и уменьшения продолжительности его образования вносили хлорид кальция из расчёта 2 г на 10 л молока.

В качестве молокосвертывающего фермента нами был использован сычужный фермент компании ООО «Арбина».

Второй технологический прием, который мы предлагаем изменить, – это процесс обработки сгустка и формования сырных головок.

По общепринятой технологии сгусток выкладывается в формы черпаком (проводят формование наливом) в сочетании с самопрессованием. При этом наполнение сырной формы проводят постепенно, в три приема, с интервалом примерно 10 мин (табл. 2).

Таблица 2

Варианты формования
Molding Options

Наименование показателя	Традиционный	Опытный
Формование	Наливом, 3 повтора каждые 10 мин	Заполняем формы полностью
Прессование до pH 4,8 ед.	22 – 24 ч	18 ч
Сроки созревания до текучей консистенции	16 дней	21 день
Влажность, %	50	45

Мы предлагаем после разрезки сгустка проводить постановку сырного зерна и сырные формы заполнять полностью, это позволит сократить затраты времени на формование в 3 раза (рис. 1).

Таким образом, различия в технологии сыра камамбер заключаются в том, что по принятой на предприятии технологии сгусток не вымешивают, а выкладывают, при этом максимально сохраняя влагу, мы же предлагаем проводить разрезку сгустка, постановку сырного зерна, тем

самым уменьшая количество влаги в сырной массе. Это подтверждают данные, представленные в табл. 2. Установлено, что при традиционной технологии содержание влаги в сырах находилось на уровне 50 %, в опытных образцах – 45 %, что на 5 % меньше.



Рис. 1. Формование традиционное и предлагаемое
Moulding traditional and proposed

Стоит также отметить, что при изготовлении мягкого сыра, созревающего при участии поверхностной белой плесени, важную роль играет показатель активной кислотности. Нарастание кислотности активно продолжается, когда сыр находится в формах, конечное значение pH при выемке сырных головок из формы должно составлять 4,4 – 4,8. При низких значениях активной кислотности жизнедеятельность молочнокислых бактерий сильно подавляется, при этом остаётся лактоза, которую они не использовали. Остаточная лактоза и молочная кислота и являются основными источниками питания для поверхностной микрофлоры на этапе созревания сыра.

Так, образцы при традиционной технологии pH 4,8 достигали через 22 ч, а при стабилизированной – через 18 ч. При таких условиях могут развиваться только кислотоустойчивые микроорганизмы, к которым относится *Geotrichum candidum*, они поедают молочную кислоту, при этом увеличивая pH, и подготавливают поверхность сыра для роста белой плесени. При достижении pH выше 5,8 наступает вторая стадия – активный рост *Penicillium candidum* (*Penicillium camemberti*), на этой стадии происходит расщепление белка и жира, увеличение показателя pH, и сыр приобретает характерный вкус и аромат. Данная плесень образует две протеиназы – карбоксипептидазу и аминопептидазу.

Остальные технологические операции были одинаковые, включая тепловую обработку молока, охлаждение до 33-34 °С, внесение заквасочных культур (см. табл. 1), внесение хлористого кальция, МФП, разрезку сгустка, формовку (согласно задачам исследования), самопрессование, посолку, созревание.

В зависимости степени созревания молодой, средней зрелости и зрелый данный сыр приобретает различную консистенцию – от плотной до мягкой, даже текучей. Присутствие плесени определяет процесс созревания сырного теста, при этом придает ему особенную гладкую текстуру и аромат.

После 21-дневной выдержки образцов сыра провели оценку качества по органолептическим, физико-химическим и микробиологическим показателям. Органолептические пока-

затели определяли путем проведения дегустации согласно требованиям ГОСТ ISO 6658-16 Органолептический анализ [17].

Оценка образцов дегустаторами проводилась независимо друг от друга. Дегустация включала в себя:

- осмотр сыра на вид (оценка корочки сыра, цвет, текстура);
- ощупывание путем надавливания на поверхность сыра для определения степени консистенции и упругости;
- определение запаха;
- проба на вкус.

При проведении дегустации отмечено, что все образцы сыра были покрыты ровной мягкой плесенью, имели достаточно тонкую, но плотную корочку белого цвета. Образцы готового сыра в зависимости от степени созревания представлены на рис. 2.



Рис. 2. Готовые образцы сыра камамбер (молодой и выдержанный)
Ready samples of Camembert cheese (young and aged)

Дегустаторами был отмечен ряд различий в органолептических показателях, которые отражены в табл. 3.

Таблица 3

Отличие в органолептических показателях
Differences in organoleptic characteristics

Показатель	ММ 101 (Danisco)	МН (АлтаЛакт)
Вкус и запах	Яркий молочный, чуть острый аромат. Вкус молочный с легкой горчинкой в послевкусии. Грибной вкус менее выражен. На третьей стадии созревания появляется «аммиачный» запах	Запах молочный, с грибными нотами. Вкус сливочный, грибной, с легкой кислинкой. На третьей стадии созревания грибной вкус и соленость преобладают
Внешний вид	Мицелий плесени однородный, корка тонкая, менее 1 мм, пожелтевшая. Наружный слой плотный, упругий	Плесень мягкая, корочка утолщенная, плотная, менее упругая

При использовании отечественной закваски МН (АлтаЛакт) вкус сыра был сливочный, грибной и отсутствовал «аммиачный» запах.

Одним из важных факторов формирования потребительского мнения о продукте при оценке вкуса является послевкусие, в связи с этим важно отметить, что у опытных образцов не

было горчинки в послевкусии, в отличие от образца, приготовленного на предприятии по принятой технологии.

В ходе проведенных исследований отмечено, что при использовании заквасочных культур Danisko MM101 и АлтаЛакт МН при традиционной технологии сырная масса была однородная, без уплотнения в центре. У образцов сыра, приготовленных по стабилизированной технологии (при использовании заквасочной культуры компании Danisko MM101), структура была мажущая, под коркой в центре ядро 1,5 см. При внесении закваски АлтаЛакт МН была отмечена текучая консистенция под коркой, по центру творожное ядро 1 см.

Рассмотрим влияние изучаемых параметров на физико-химические показатели (табл. 4).

Таблица 4

Физико-химические показатели сыра камамбер, %
Physico-chemical parameters of Camembert cheese, %

Показатель	Danisko MM101		АлтаЛакт МН	
	Традиционная	Стабилизированная	Традиционная	Стабилизированная
Жир	56,0±1,6	58,0±1,6	57,0±1,6	59,0±1,6
Белок	16,7±0,1	17,1 ±0,1	16,9±0,1	17,8±0,1
Влажность	57,0±5,0	45,0±5,0	55,0±5,0	50,0±5,0
Хлорид натрия	1,5	1,5	1,5	1,5

Полученные данные позволяют сделать вывод, что массовая доля жира в сыре с использованием мезофильной закваски (МН АлтаЛакт) по стабилизированной технологии составила 59 %, что больше на 2 %, чем при традиционной формовке, и на 3 – 1 % – при использовании закваски Danisko MM101 в зависимости от обработки сгустка и способа формования.

Аналогичная картина прослеживается и по содержанию белка. Так, в зависимости от внесённой закваски по стабилизированной технологии содержание белка выше на 0,4 – 0,9 %. По содержанию соли различий не наблюдалось.

Таким образом, стабилизированная технология сыра камамбер позволит не только улучшить органолептические показатели, но и повысить пищевую ценность сыра.

В условиях микробиологической лаборатории были проведены микробиологические исследования.

При этом ни в одном образце БГКП (коли-формы) в 0,001 г и патогенные микроорганизмы в 25 г, в том числе сальмонеллы не обнаружены.

Следовательно, все полученные образцы соответствуют требованиям ГОСТ 32901-2014 Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа.

Расход сырья для производства готового продукта оказывает большое влияние на экономические показатели предприятия, поэтому мы определили выход сыра. Так, при использовании закваски АлтаЛакт МН масса сырных головок составила 98,4 и 98,7 кг, что на 3,3 и 2,6 кг больше в зависимости от способа формования. Установлено, что при стабилизированной технологии выход сыра можно увеличить на 3,8 %.

Таким образом, изменения обработки сгустка, формования сырных головок в технологической карте и использование отечественной закваски позволили увеличить концентрацию сухих веществ в сыре, снизить расход сырья и получить сыр с более мягким сливочным вкусом и ароматом.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Сороколетов О.Н., Гантар С.Л., Бгатов А.В. Применение биотестирования для оценки биологической ценности пищевых продуктов // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 4. – С. 31–36.
2. Борисова А.В., Поликарпова К.В. Изучение пригодности молока сырого, пастеризованного и ультрапастеризованного для приготовления сыра [Электронный ресурс] // Хранение и переработка сельхозсырья. – 2020. – № 2. – С. 44–58. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/325811> (дата обращения: 29.03.2023).
3. Раманаускас И.И., Майоров А.А. Сыроделие: техника и технология. – 3-е изд., стер. – СПб: Лань, 2022. – 508 с. – Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/201200> (дата обращения: 29.03.2023).
4. Зубкова А.А. Особенности технологии производства сыра «Камамбер // Актуальные исследования. – 2022. – № 23 (102). – С. 24–27.
5. Сыр. Научные основы и технологии: пер. с англ. / П.Л. МакСуини, П.Ф. Фокс, П.П. Коттер, Д.У. Эверетт. — СПб.: Профессия, 2019. – 556 с.
6. Архипова Д.А. Производство сыра в России в условиях импортозамещения // Фундаментальные основы современных аграрных технологий: сб. тр. Всерос. молодеж. науч.-практ. конф. Томск, 2015. – С. 460–463.
7. Садовая Т.Н. Мягкие сыры с плесенью: опыт производства ООО Фирма «Калория» // Переработка молока. – 2015. – № 8 (191). – С. 34–35.
8. Гетманец В.Н., Бондырева Л.А. Перспективы производства сыра Камамбер / Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции // Сборник материалов I Международной научно-практической конференции. – Барнаул, 2023. – С. 41–47.
9. Ликарчук Ю. Куда катится российский сыр // Ветеринария и жизнь: федеральная отраслевая еженедельная газета. – 2022. – № 7-8. – С. 8–9.
10. Технологические особенности сыра типа камамбер, выработанного на основе коровьего и козьего молока [Электронный ресурс] / К.А. Канина, Н.А. Жижин, Е.С. Семенова [и др.] // Известия Тимирязевской сельскохозяйственной академии. – 2020. – № 3. – С. 121–133. – URL: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314605> (дата обращения: 29.03.2023).
11. Формирование органолептических показателей сыров и управление процессом созревания / А.Н. Белов [и др.] // Сыроделие и маслоделие. – 2018. – № 4. – С. 36–38.
12. Формирование органолептики сыров и управление процессом созревания / А.Н. Белов [и др.] // Переработка молока. – 2018. – № 6. – С. 40–42.
13. ГОСТ 34353-2017 Препараты ферментные молокосвертывающие животного происхождения сухие. Технические условия. – М., 2017. – URL: https://allgosts.ru/67/120/gost_34353-2017 (дата обращения: 29.03.2023).
14. ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 29.03.2023).
15. ТР ТС 033/2013 «О безопасности молока и молочной продукции. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/499050562> (дата обращения: 29.03.2023).
16. ГОСТ 32901-2014 «Молоко и молочные продукты. Методы микробиологического анализа». – URL: <https://www.internet-law.ru/gosts/gost/58470/> (дата обращения: 29.03.2023).
17. ГОСТ ISO 6658-16 Органолептический анализ. – URL: <https://www.internet-law.ru/gosts/gost/62936/> (дата обращения: 29.03.2023).

REFERENCES

1. Sorokoletov O.N., Gaptar S.L., Bgatov A.V., Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost', 2022, No. 4, pp. 31–36. (In Russ.)
2. Borisova A.V., Polikarpova K.V., Hranenie i pererabotka sel'hozsyry'a, 2020, No. 2, pp. 44–58, available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/325811> (March 29, 2023). (In Russ.)

3. Ramanauskas I.I., Majorov A.A., Syrodelie: tekhnika i tekhnologiya (Cheese Making: Technique and Technology), 3-e izd., ster, Saint Petersburg: Lan', 2022, 508 p, available at: <https://e.lanbook.com/book/201200> (March 29, 2023)
4. Zubkova A.A. Aktual'nye issledovaniya, 2022, No. 23 (102), pp. 24–27. (In Russ.)
5. MakSuini P.L., Foks P.F., Kotter P.P., Everett D.U., Syr. Nauchnye osnovy i tekhnologii (Cheese. Scientific Foundations and Technologies), Saint Petersburg: Professiya, 2019, 556 p.
6. Arhipova D.A. Fundamental'nye osnovy sovremennyh agrarnykh tekhnologij, Proceedings of the All-Russian Youth Scientific and Practical Conference, Tomsk, 2015, pp. 460–463. (In Russ.)
7. Sadovaya T.N. Pererabotka moloka, 2015, No. 8 (191), pp. 34–35. (In Russ.)
8. Getmanec V.N., Bondyreva L.A., Sovremennye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii, Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference Barnaul, 2023, pp. 41–47. (In Russ.)
9. Likarchuk Yu. Veterinariya i zhizn': federal'naya otraslevaya ezheemesyachnaya gazeta, 2022, No. 7-8, pp. 8–9. (In Russ.)
10. Kanina K.A., Zhizhin N.A., Semenova E.S. i dr., Izvestiya Timiryazevskoj sel'skohozyajstvennoj akademii, 2020, No. 3, pp. 121–133, available at: <https://e.lanbook.com/journal/issue/314605> (March 29, 2023)
11. Belov A.N., Kriger A.V., Koval' A.D., Miklishanskij V.A., Syrodelie i maslodelie, 2018, No. 4, pp. 36–38. (In Russ.)
12. Belov A.N. i dr., Pererabotka moloka, 2018, No. 6, pp. 40–42. (In Russ.)
13. https://allgosts.ru/67/120/gost_34353-2017 (March 29, 2023)
14. <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (March 29, 2023)
15. <https://docs.cntd.ru/document/499050562> (March 29, 2023)
16. <https://www.internet-law.ru/gosts/gost/58470/> (March 29, 2023)
17. <https://www.internet-law.ru/gosts/gost/62936/> (March 29, 2023)

КОНТРОЛЬ БЕЗОПАСНОСТИ МЯСА И МЯСНЫХ ПРОДУКТОВ

В.В. Разумовская, доктор ветеринарных наук, доцент
Н.А. Лунева, кандидат биологических наук, доцент
О.В. Кроневальд, кандидат ветеринарных наук, доцент
Алтайский государственный аграрный университет
E-mail: lunyovan@mail.ru

Ключевые слова: контроль, безопасность, мясо и мясные продукты, ветеринарно-санитарная экспертиза, химические и микробиологические загрязнители, Алтайский край.

Реферат. Продовольственная безопасность страны – важная и одновременно сложная задача для сельского хозяйства России в условиях политики импортозамещения. Обеспечение безопасности и качества продовольственного сырья и пищевых продуктов является необходимым условием, определяющим здоровье населения и сохранение его генофонда. Важнейшим мероприятием в решении проблемы качества продукции животноводства является научно обоснованная ветеринарно-санитарная оценка мяса и других продуктов животноводства. Поэтому контроль качества и безопасности мяса и продуктов его переработки является актуальной темой для изучения. В статье проанализирован порядок работы краевой ветеринарной службы по вопросам контроля безопасности мяса и мясных продуктов и данные годовых отчетов формы 5-вет испытательного центра КГБУ «Алтайский краевой ветеринарный центр по предупреждению и диагностике болезней животных» за 2020 – 2021 гг. Установлено, что система ветеринарно-санитарного контроля безопасности и качества мяса и мясных продуктов в Алтайском крае выполняется в соответствии с разработанной схемой и складывается из испытаний отобранных проб, проводимых в аккредитованных на эти показатели испытательных лабораториях. За период 2021 – 2022 гг. в Алтайском крае не выявлено в испытуемых пробах образцов с отклонениями от нормативных документов ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции». Испытания проводят с периодичностью раз в квартал на физико-химические, микробиологические показатели, а также пестициды, ежегодно – на соли тяжелых металлов, радионуклиды, наличие антибиотиков, нитритов и гормонов. Результат выполненного анализа позволяет сделать заключение о своевременном выявлении мяса и мясных продуктов сомнительного качества.

SAFETY CONTROL OF MEAT AND MEAT PRODUCTS

V.V. Rasumovskaya, Doctor of Veterinary Sciences, Associate Professor
N.A. Lunyova, PhD in Biological Sciences, Associate Professor
O.V. Kronevald, PhD in Veterinary Sciences, Associate Professor
Altai State Agricultural University
E-mail: lunyovan@mail.ru

Keywords: control, safety, meat and meat products, veterinary and sanitary examination, chemical and microbiological pollutants, Altai territory.

Abstract. The country's food security is an important and, at the same time, difficult task for Russian agriculture in the context of the import substitution policy. Ensuring the safety and quality of raw materials and food products is a necessary condition that determines the health of the population and the preservation of its gene pool. The most crucial measure in solving the problem of the quality of livestock products is a scientifically based veterinary and sanitary assessment of meat and other livestock products. Therefore, control of the quality and safety of meat and its processed products is a relevant topic for study. The article analyses the procedure for the work of the regional veterinary service on the issues of monitoring the safety of meat

and meat products and the data of the annual reports of the 5-vet test centre of the "Regional State Budgetary Institution (RSBI) "Altai Regional Veterinary Center for the Prevention and Diagnosis of Animal Diseases" for 2020 - 2021. It has been established that the system of veterinary and sanitary control of the safety and quality of meat and meat products in the Altai Territory is carried out by the developed scheme and consists of tests of selected samples in testing laboratories accredited for these indicators. For the period 2021 – 2022 in the Altai Territory, no specimens with deviations from the regulatory documents TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Food Products", TR CU 034/2013 Technical Regulations of the Customs Union "On the Safety of Meat and Meat Products" were found in the tested samples. Tests are carried out quarterly for physical, chemical, and microbiological indicators of pesticides and annually for heavy metal salts, radionuclides, the presence of antibiotics, nitrites and hormones. The analysis results allow us to conclude the timely identification of meat and meat products of questionable quality.

Обеспечение продовольственной безопасности страны – наиболее важная цель сельского хозяйства России. Особенно актуальной она стала в последние годы при реализации политики импортозамещения. Для достижения указанной цели реформируются устоявшиеся основы производства и переработки животноводческой продукции. В связи с этим особенно важное значение приобретает ветеринарно-санитарная экспертиза и контроль за безопасностью продукции, так как он необходим для обеспечения здоровья населения страны [1–4].

Первостепенной задачей в современных условиях становится повышение качества мяса и мясных продуктов. Реализация данной задачи зависит не только от сельскохозяйственных, но также и от перерабатывающих предприятий [5, 6].

Одними из важнейших и наиболее распространенных опасных факторов при производстве мясной продукции являются микробные контаминации, которые могут быть связаны с некачественным сырьем, нарушением санитарных условий производства, хранения, транспортировки [7].

Ведение эффективного и рентабельного сельского хозяйства невозможно без применения лекарственных средств. Применение их обусловлено желанием производителей добиться интенсификации прироста мышечной массы животных.

Так, по данным Е.В. Зайко, «около 50 % антибиотиков, производимых в мире, используются в сельском хозяйстве. При этом большая часть используется в качестве превентивных мер защиты от болезней и в профилактических целях...» [8]. Основной целью применения антибиотических препаратов, помимо лечения животных, является увеличение прироста их живой массы и в целом повышение эффективности откорма. Проблемой при этом является применение препаратов, используемых в гуманной медицине. Потребление продуктов, полученных от таких животных, приводит к дисбактериозам у потребителей и развитию антибиотикорезистентности.

Обеспечение безопасности и качества продовольственного сырья и пищевых продуктов является необходимым условием, определяющим здоровье населения и сохранение его генофонда. Употребление продуктов питания низкого санитарного качества создает опасность для людей. Поэтому повышение санитарного качества, а также пищевой полноценности продуктов питания и безвредность имеют огромное значение. Важнейшим мероприятием в решении этих проблем является научно обоснованная ветеринарно-санитарная оценка мяса и других продуктов животноводства. Особого внимания заслуживает оценка продуктов убоя животных, пораженных различными болезнями, а также подвергнутых лечению медикаментозными средствами [9].

Цель исследования – изучить и проанализировать показатели и процедуру контроля безопасности мяса и мясных продуктов в Алтайском крае.

Объекты исследования – мясо разных видов сельскохозяйственных животных и продукты его переработки.

Предмет исследования – процедура и результаты исследования показателей качества и безопасности мяса и мясных продуктов.

Данные о количестве и результатах исследования показателей качества и безопасности мяса и мясных продуктов были собраны и проанализированы на основании ежегодных отчетов испытательного центра КГБУ «Алтайский краевой ветеринарный центр по предупреждению и диагностике болезней животных».

Результаты лабораторных исследований мяса и мясных продуктов обрабатывали статистически и анализировали [10].

Контроль безопасности мяса и мясных продуктов осуществляется посредством проведения ветеринарно-санитарной экспертизы, включающей лабораторные испытания образцов сырья и продукции.

Туши и другие продукты убоя животных, предназначенные для реализации или переработки, исследуют органолептически. Осматривают головы, затем туши и внутренние органы на наличие технологических дефектов и патологических изменений. Для выявления зараженности убойных животных цистицеркозами эксперт делает ряд специфических разрезов. От убойных свиней берутся пробы для проведения трихинеллоскопии, а также для лабораторных испытаний. Пробы объемом 200 г берут с места зареза, из области лопатки и бедренных мышц. Каждый исследуемый образец анализируется отдельно. В лаборатории при помощи органолептических исследований определяются цвет и вид мяса, запах, консистенция, состояние жира и сухожилий, аромат и прозрачность бульона.

В Алтайском крае разработана и используется специальная схема по обеспечению качества и безопасности мяса (табл. 1).

Таблица 1

Схема контроля качества и безопасности мяса
Meat quality and safety control scheme

Район	Кол-во предприятий	Кол-во обследованных предприятий	Охват предприятий по району	Испытания											
				ежеквартальные						ежегодные					
				Физико-химические		Микробиологические		Пестициды		Соли тяжелых металлов и радионуклиды		Нитриты		Антибиотики	
				пробы	полож.	пробы	полож.	пробы	полож.	пробы	полож.	пробы	полож.	пробы	полож.

Данная схема определяет кратность, наименование и порядок проведения испытаний, позволяющих контролировать наличие химических, микробиологических и радиологических загрязнений. Она позволяет своевременно влиять на показатели качества и безопасности сырья

еще на стадии его получения в сельскохозяйственном предприятии, а также анализировать и своевременно воздействовать на эпизоотическую ситуацию в животноводстве.

Результаты контроля заносятся в таблицу, облегчающую анализ полученных данных.

В таблице указывается наименование района, общее количество предприятий, далее количество обследованных, затем процент охваченных обследованием предприятий в районе, а далее сами результаты испытаний.

Показатели безопасности мяса оцениваются с определенной периодичностью. Так, есть ежеквартальные испытания, к ним относятся физико-химические, микробиологические и скрининг на наличие пестицидов.

Ежегодные испытания, в свою очередь, включают определение содержания солей тяжелых металлов, радионуклидов, нитратов, антибиотиков и микотоксинов [11].

Мясо и мясная продукция контролируются на показатели безопасности, указанные в табл. 2.

Таблица 2

Схема контроля качества и безопасности мяса
Meat quality and safety control scheme

№ п/п	Наименование показателя	Ед. изм.	Норматив	НД на метод испытаний [12, 13]
1	2	3	4	5
1	Свинец	мг/кг	Не более 0,5	ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсических элементов
2	Мышьяк	мг/кг	Не более 0,1	ГОСТ 31628-2012 Продукты пищевые и продовольственное сырье. Инверсионно-вольтамперометрический метод определения массовой концентрации мышьяка
3	Кадмий	мг/кг	Не более 0,05	ГОСТ 30178-96 Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсических элементов
4	Ртуть	мг/кг	Не более 0,03	ГОСТ 26927-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути
5	Медь	мг/кг	Не более 5	ГОСТ 26931-86 Сырье и продукты пищевые. Методы определения меди
6	Цинк	мг/кг	Не более 70	ГОСТ 26934-86 Сырье и продукты пищевые. Метод определения цинка
7	Пестициды (ГХЦГ и его изомеры (α , β , γ))	мг/кг	Не более 0,1	ГОСТ 32308-2013 Мясо и мясные продукты. Определение содержания хлорорганических пестицидов методом газожидкостной хроматографии
8	Цезий-137	Бк/кг	200	ГОСТ 32161-2013 Продукты пищевые. Метод определения содержания цезия Cs-137
9	Бактерии группы кишечной палочки (колиформы)	—	Не допускается в 0,01 г	ГОСТ 31747-2012 Продукты пищевые. Методы выявления и определения количества бактерий группы кишечной палочки (колиформных бактерий)
10	Патогенные микроорганизмы, в т.ч. сальмонеллы	—	Не допускается в 25,0 г	ГОСТ 31659-2012 (ISO 6579:2002) Продукты пищевые. Метод выявления бактерий рода <i>Salmonella</i>
11	МАФАиМ	КОЕ/г	Не более 1×10^3	ГОСТ 21237-75 Мясо. Методы бактериологического анализа
12	<i>Listeria monocytogenes</i>	—	Не допускается в 25,0 г	ГОСТ 32031-2012 Продукты пищевые. Методы выявления бактерий рода <i>Listeria monocytogenes</i>

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5
13	Левомецетин (хлорамфеникол)	мг/кг	Не допускается (не более 0,0003)	МУК 5-1-14/1005 Методические указания по количественному определению антибактериальных препаратов в продовольственном сырье и продуктах питания животного происхождения методом конкурентного иммуноферментного анализа
14	Антибиотики тетрациклиновой группы	мг/кг	Не допускается (не более 0,01)	МУ 3049-84 Методические указания по определению остаточных количеств антибиотиков в продуктах животноводства
15	Бацитрацин	мг/кг	Не допускается (не более 0,02)	МУ 3049-84 Методические указания по определению остаточных количеств антибиотиков в продуктах животноводства

Порядок и номенклатура проведения лабораторного контроля мяса и мясных продуктов определяются действующей нормативно-технической документацией.

В случае превышения предельно допустимых концентраций по любому описанному показателю безопасности проводится повторное взятие проб не позднее чем в течение 10 дней, при этом оно осуществляется комиссионно, для контрольного испытания.

Рассмотрим результаты контроля безопасности мяса и мясных продуктов в период с 2021 по 2022 г. Для оценки качества и безопасности мяса всех видов животных и мясных продуктов в аккредитованные на данные показатели ветеринарные лаборатории поступило в период 2021 – 2022 гг. 10864 пробы (табл. 3).

Таблица 3

**Количество мяса и мясных продуктов, поступивших на испытания
в 2021 – 2022 гг.
Number of meat and meat products submitted for testing in 2021–2022.**

№ п/п	Год	Количество проб мяса	Количество проб мясных продуктов
1	2021	2940	2546
2	2022	2903	2475
3	Итого	5843	5021

Сырье и продукция произведены на предприятиях Алтайского края. Среди отобранных образцов конина, говядина, баранина, свинина, мясо птицы и других видов животных. Мясные продукты объединены в общую группу.

Мясо всех видов животных было испытано на микробиологические показатели: КМАФАиМ, БГКП, *Listeria monocytogenes*, сальмонеллы, а также антибиотики, токсические элементы, пестициды, радионуклиды.

Большее количество образцов мяса поступает из Алейского, Бийского, Каменского, Краснощековского, Павловского, Тальменского, Шелаболихинского и Славгородского районов. В этих районах находятся мясокомбинаты и аттестационные бойни.

Проводимые испытания позволили исключить наличие положительных показателей безопасности в испытуемых образцах. Это дало возможность подтвердить качество выпускаемых в Алтайском крае мяса и мясных продуктов и установить их конкурентоспособность на продовольственном рынке.

На основании проделанной работы можно сделать следующие выводы.

1. Система ветеринарно-санитарного контроля безопасности и качества мяса и мясных продуктов в Алтайском крае выполняется согласно схеме и складывается из испытаний отобранных проб, проводимых в аккредитованных на эти показатели испытательных лабораториях.

2. За период 2021 – 2022 гг. в Алтайском крае не выявлено в испытуемых пробах образцов с отклонениями от нормативных документов ТР ТС 021/2011 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции», ТР ТС 034/2013 Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции».

3. Испытания проводят с периодичностью один раз в квартал на физико-химические, микробиологические показатели, а также пестициды, ежегодно – на соли тяжелых металлов, радионуклиды, наличие антибиотиков, нитритов и гормонов.

4. Результат выполненного анализа позволяет сделать заключение о своевременном выявлении мяса и мясных продуктов сомнительного качества.

5. Проведение ежеквартальных испытаний мяса и мясных продуктов позволило значительно улучшить ветеринарно-санитарный контроль за состоянием убойных животных, а также увеличить в регионе за последние 5 лет количество оборудованных убойных пунктов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Артемьева С.А., Дмитриев А.И., Дорутина В.В.* Микробиологический контроль мяса животных, птицы, яиц и продуктов их переработки. – М.: Колос, 2006. – 65 с.
2. *Методические* подходы к определению устойчивости патогенных энтеробактерий к антимикробным средствам / А.Б. Кононенко, С.В. Бритова, Д.А. Банникова [и др.] // Проблемы ветеринарной санитарии, гигиены и экологии. – 2013. – № 2 (10). – С. 52–56.
3. *Тенденции* производства, потребления и динамики импорта мяса и мясной продукции / Н.Ф. Небурчилова, И.П. Волынская, И.В. Петрунина, А.С. Чернова // Мясная индустрия, 2014. – № 10. – С. 6–13.
4. *Позняковский В.М., Куракин М.С.* Ветеринарно-санитарная экспертиза. – Кемерово: Кемер. технол. ин-т пищ. пром-сти, 2005. – 84 с.
5. *Еделев Д.А., Кантере В.М., Матисон В.А.* Методы анализа рисков в жизненном цикле продуктов питания // Пищевая промышленность. – 2011. – № 8. – С. 40–43.
6. *Насонова В.В.* Антимикробная активность коллагеновых пленок с CO₂-экстрактами пряностей // Пищевая промышленность. – 2013. – № 6. – С. 8–9.
7. *Васильева М.А.* Ветеринарно-санитарная экспертиза и современные методы контроля безопасности и качества пищевых продуктов: автореф. дис. ... канд. вет. наук. – СПб., 2019. – 17 с.
8. *Зайко Е.В.* Оценка и управление микробиологическими рисками при производстве сырокопченых колбасных изделий, возникающих при наличии в мясе остаточных количеств антимикробных препаратов: автореф. дис. ... канд. техн. наук. – М., 2022. – 16 с.
9. *Альбихова Г.М., Кулаков А.А.* Ветеринарно-санитарная оценка мяса и мясопродуктов при лейкозе крупного рогатого скота // Актуальные проблемы инфекционной патологии и иммунологии животных: материалы Междунар. науч.-практ. конф. к 100-летию со дня рождения засл. деятеля науки РСФСР, д-ра вет. наук, проф., акад. ВАСХНИЛ Якова Романовича Коваленко. – М.: ИзографЪ, 2006. – С. 593–594.
10. *Биометрия в животноводстве: учеб. пособие / Н.И. Коростелева, И.С. Кондрашкова, Н.М. Рудишина, И.А. Камардина.* – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – 210 с.
11. *Мезенцев С.В.* Система ветеринарно-санитарного контроля безопасности продукции животноводства, включая мониторинг заразных болезней и противоэпизоотические мероприятия: метод. рекомендации / С.В. Мезенцев, К.А. Густокашин. – Барнаул, 2010. – С. 9–15.
12. *ТР ТС 021/2011* Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» от 9 декабря 2011 г. №880 (с изменениями и дополнениями).
13. *ТР ТС 034/2013* Технический регламент Таможенного союза «О безопасности мяса и мясной продукции» от 9 октября 2013 г. № 68 (с изменениями и дополнениями).

REFERENCES

1. Artem'eva S.A., Dmitriev A.I., Dorutina V.V. *Mikrobiologicheskij kontrol' myasa zhivotnyh, pticy, yaic i produktov ih pererabotki* (Microbiological control of animal meat, poultry, eggs and their by-products), Moscow: Kolos, 2006, 65 p.
2. Kononenko A.B., Britova S.V., Bannikova D.A., Svetlichkin O.V., Savinova E.P., Strelkov A.A., *Problemy veterinarnoj sanitarii, gigieny i ekologii*, 2013, No. 2 (10), pp. 52–56. (In Russ.)
3. Neburchilova N.F., Volynskaya I.P., Petrunina I.V., Chernova A.S., *Myasnaya industriya*, 2014, No. 10, pp. 6–13. (In Russ.)
4. Poznyakovskij V.M., Kurakin M.S. *Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza* (Veterinary-sanitary expertise), Kemerovo: Kemer. tekhnol. in-t pishch. prom-sti, 2005, 84 p.
5. Edelev D.A., Kantere V.M., Matison V.A., *Pishchevaya promyshlennost'*, 2011, No. 8, pp. 40–43. (In Russ.)
6. Nasonova V.V., *Pishchevaya promyshlennost'*, 2013, No. 6, pp. 8–9. (In Russ.)
7. Vasil'eva M.A. *Veterinarno-sanitarnaya ekspertiza i sovremennye metody kontrolya bezopasnosti i kachestva pishchevyh produktov* (Veterinary and sanitary expertise and modern methods of food safety and quality control), Extended abstract of the dissertation of the candidate of veterinary sciences, Saint Petersburg, 2019, 17 p. (In Russ.)
8. Zajko E.V. *Ocenka i upravlenie mikrobiologicheskimi riskami pri proizvodstve syropkopyh kolbasnyh izdelij, vznikayushchih pri nalichii v myase ostatkov antimikrobnih preparatov* (Assessment and management of microbiological risks in the production of raw smoked sausages arising from the presence of residual amounts of antimicrobials in meat), Extended abstract of the dissertation of the candidate of technical sciences, Moscow, 2022, 16 p. (In Russ.)
9. Al'bihova G.M., Kulakov A.A., *Aktual'nye problemy infekcionnoj patologii i immunologii zhivotnyh* (Actual Problems of Infectious Pathology and Immunology of Animals), Proceedings of the International Scientific and Practical Conference to the 100th Anniversary of the Birth of the Honored Scientist of the RSFSR, Doctor of Veterinary Sciences, Professor, Academician of the All-Union Academy of Agricultural Sciences Yakov Romanovich Kovalenko, Moscow: Izograf", 2006, pp. 593–594. (In Russ.)
10. Korosteleva N.I., Kondrashkova I.S., Rudishina N.M., Kamardina I.A. *Biometriya v zivotnovodstve* (Biometrics in Animal Husbandry), ucheb. Posobie, Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009, 210 p.
11. Mezencev S.V., Gustokashin K.A. *Sistema veterinarno-sanitarnogo kontrolya bezopasnosti produkcii zivotnovodstva, vkluchaya monitoring zaraznyh boleznej i protivoepizooticheskie meropriyatiya* (System of veterinary and sanitary control of the safety of livestock products, including monitoring of contagious diseases and anti-epizootic measures), metod. rekomendacii, Barnaul, 2010., pp. 9–15.
12. TR TS 021/2011 *Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti pishchevoj produkcii» ot 9 dekabrya 2011 g. №880* (TR CU 021/2011 Technical Regulations of the Customs Union "On Food Safety" dated December 9, 2011 No. 880).
13. TR TS 034/2013 *Tekhnicheskij reglament Tamozhennogo soyuza «O bezopasnosti myasa i myasnoj produkcii» ot 9 oktyabrya 2013 g. № 68* (TR CU 034/2013 Technical Regulations of the Customs Union "On Safety of Meat and Meat Products" dated October 9, 2013 No. 68).

МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ КОЛБАСНЫХ ИЗДЕЛИЙ

¹И.Ю. Резниченко, доктор технических наук, профессор

²Т.А. Донченко, эксперт

¹Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия

²Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области

E-mail: irina.reznichenko@gmail.com

Ключевые слова: колбасные изделия, экспертиза качества и безопасности, анализ физико-химических показателей качества, доля несоответствующей продукции, дополнительные критерии оценки.

Реферат. Показана роль контроля качества в обеспечении потребителей высококачественными продуктами питания. Объектами исследования являлись закодированные образцы колбасной продукции. Всего проанализировано 76 образцов колбас вареных и варено-копченых, представленных на потребительском рынке Кузбасса. Мониторинг качества проводился в период с 2019 по 2022 г. с использованием общепринятых методов испытаний колбасных изделий согласно требованиям действующих нормативных документов: гравиметрического, экстракционного, титриметрического, капиллярного электрофореза, спектрофотометрического, органолептического. Установлено несоответствие требованиям ТР ТС 022/2011 у 4,3 % образцов по доступности маркировки для прочтения, у 1 % колбас – по массовой доле влаги, у 3,5 % – завышенное содержание хлорида натрия на 0,1 – 0,3 %, у одного образца выявлено содержание крахмала в количестве до 2,0 %. Дополнительно к нормируемым показателям определяли содержание железа, остаточную активность кислой фосфатазы, массовую долю глутаминовой кислоты и ее солей (E620 – E625). Установлено, что остаточная активность фосфатазы, характеризующая соблюдение технологии производства и безопасность готового продукта, не превышает допустимых значений. Содержание глутаминовой кислоты и ее солей находится в пределах допустимых норм. Содержание железа в анализируемых образцах составляет от 7 до 13 мг/кг продукта. Полученные результаты могут быть использованы при составлении ежедневного рациона с учетом допустимых норм потребления колбасных изделий.

MONITORING THE QUALITY AND SAFETY OF SAUSAGE PRODUCTS

¹I.Yu. Reznichenko, Professor, Doctor of Technical Sciences

²T.A. Donchenko, Expert

¹Kuzbass State Agricultural Academy

²Center for Hygiene and Epidemiology in the Kemerovo Region

E-mail: irina.reznichenko@gmail.com

Key words: sausage products, quality and safety examination, analysis of physical and chemical quality indicators, proportion of non-conforming products, additional evaluation criteria.

Abstract. The role of quality control in providing consumers with high-quality food is shown. The objects of the study were encoded samples of sausage products. In total, 76 samples of boiled and boiled-smoked sausages presented on the consumer market of Kuzbass were analyzed. Quality monitoring was carried out in the period from 2019 to 2022. When conducting research, we used generally accepted methods for testing sausages in accordance with the requirements of current regulatory documents. Gravimetric, extraction, titrimetric, capillary electrophoresis, spectrophotometric, organoleptic test methods were used. A non-compliance with the requirements of TR CU 022/2011 was found in 4.3% of the samples in terms of the availability of the marking for reading. A discrepancy in terms of the mass fraction of moisture was revealed in 1% of sausages, in 3.5% an overestimated content of sodium chloride by 0.1-0.3%, in one sample a starch content of up to 2.0% was detected. In addition to the normalized indicators, the iron content, the residual activity of acid phosphatase, the mass fraction of glutamic acid and its salts (E620-E625) were determined. its salts is within acceptable limits. The content of iron in the analyzed samples is from 7 to 13 mg/kg of the

product. The results obtained can be used in the preparation of a daily diet, taking into account the permissible norms for the consumption of sausages.

Российский рынок колбасных изделий на 98 % представлен продукцией отечественного производства [1]. Мясная промышленность выпускает несколько сотен сортов колбасных изделий, что имеет большое социальное и экономическое значение [1, 2]. Сорт или категория колбасы зависит от доли мышечной ткани в составе изделия, т.е. сырья, из которого она выработана, и в зависимости от этого формируется цена. Выработка качественного мясного сырья и готовой продукции для перерабатывающей промышленности является актуальной задачей в плане внедрения новых технологий, применения разнообразных видов пищевых добавок, изменения характера питания населения и потребительского спроса.

Современных потребителей все больше беспокоит взаимосвязь между здоровьем и питанием, и они предпочитают продукты, которые не наносят вреда здоровью, а в идеале даже улучшают его. Особое значение для потребителей имеет качество и безопасность употребляемых продуктов. Любая продукция, поступающая на прилавки магазинов, должна соответствовать требованиям качества и безопасности, при этом контроль за качеством продуктов питания возложен на государственные контролирующие организации. Мониторинг качества предполагает рациональное управление им на всех этапах товародвижения, т.е. по всей цепочке поставок. Отмечена необходимость целостной структуры управления качеством цепочки поставок на основе взаимосвязи между интеграцией системы качества цепочки поставок, качеством взаимоотношений в цепочке поставок и показателями качества для улучшения качества продукции и снижения риска отзыва продукции [3]. Меры безопасности продуктов питания реализуются по всей цепи поставок, чтобы предотвратить риски и болезни пищевого происхождения, связанные с потреблением мясных продуктов [3, 4]. Однако проведенные исследования показали, что невозможно отследить все риски в цепи поставок в связи с тем, что персонал, участвующий в цепи, не имеет достаточных знаний о качестве и безопасности пищевых продуктов [4], в связи с чем принят Федеральный проект от 20.05.2021 № П-239, предусматривающий мониторинг качества и безопасности пищевой продукции.

Особую роль при контроле качества и безопасности мясной продукции играют инновационные методы испытаний. Предложен новый аналитический экспресс-метод проверки подлинности колбасных изделий и обнаружения фальсификации с помощью хеометрического подхода к обнаружению соевого белка [5]. Апробирован статистический контроль качества для снижения доли дефектной продукции на основе инструментов управления качеством [6]. Исследована возможность применения многомерного анализа данных (потеря массы, pH, влажность, активность воды, цвет, жесткость колбас) с помощью устройства MicroNIR, являющегося неразрушающим, простым, неинвазивным, быстрым и экономичным инструментом контроля качества [7]. Предложен быстрый и неразрушающий метод оценки и визуализации качества сыровяленых колбас в вакуумной упаковке в процессе хранения с помощью гиперспектральной спектроскопии [8]. Построена эффективная прогностическая модель для оценки содержания бензапирена (канцероген) в копченых колбасах с использованием методов моделирования искусственной нейронной сети, которая показывает потенциал для прогнозирования содержания бензапирена в копченых колбасах [9]. Описана возможность применения компьютерной микротомографии в пищевой промышленности как метода выявления костных включений в колбасных изделиях [10]. Все разработанные методы контроля направлены на выявление некачественной и опасной продукции. Именно качество и безопасность продукции являются главными инструментами обеспечения конкурентоспособности товара и выхода продукции на рынок сбыта. Выпуск безопасной продукции, повышение конкурентоспособности

мясных изделий связаны с соблюдением требований к нормируемым характеристикам, пищевой ценности, вкусовым качествам реализуемых пищевых продуктов.

Лидерами спроса среди колбасных изделий являются вареные и варено-копченые колбасы [11, 12], в связи с чем определена цель исследования – мониторинг качества и безопасности колбасных изделий на примере вареных и варено-копченых колбас.

Объектами исследований являлись закодированные образцы вареных и варено-копченых колбас, реализуемых на потребительском рынке Кемеровской области – Кузбасса. Образцы были отобраны в рамках государственного задания и санитарно-эпидемиологического надзора, федерального проекта по приказу Роспотребнадзора от 20.05.2021 № П-239 «О проведении исследований по мониторингу качества пищевой продукции и оценке доступности населения к отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов в рамках реализации федерального проекта "Укрепление общественного здоровья", национального проекта "Демография". Сведения об образцах являются конфиденциальными, поэтому каждому образцу присвоен уникальный код. Исследования выполнены на базе аккредитованного Испытательного лабораторного центра (ИЛЦ) Федерального бюджетного учреждения здравоохранения (ФБУЗ) «Центр гигиены и эпидемиологии в Кемеровской области».

Определяли содержание жира, белка, нитрита, поваренной соли (хлоридов), крахмала, глутаминовой кислоты, остаточную активность кислой фосфатазы, содержание железа в образцах колбасной продукции Кемеровской, Новосибирской, Калужской, Владимирской, Свердловской, Московской, Омской областей, Красноярского, Алтайского края, Республики Мордовия. Лабораторные исследования проводили согласно нормативным документам: массовую долю влаги определяли по ГОСТ 9793-2016 гравиметрическим методом; массовую долю жира – по ГОСТ 23042-2015 экстракционным методом Сокслета; массовую долю белка – по ГОСТ 25011-2017 титриметрическим методом; массовую долю нитрита натрия – по п.7 ГОСТ 8558.1-2015 спектрофотометрическим методом; массовую долю хлористого натрия – по ГОСТ 9957-2015 титриметрическим методом; массовую долю глутаминовой кислоты и ее солей (Е620 – Е625) – по М 04-90-2019 методом капиллярного электрофореза; массовую долю крахмала – по п.6 ГОСТ 10574-2016 титриметрическим методом; остаточную активность кислой фосфатазы – по ГОСТ 23231-2016 спектрофотометрическим методом; массовую долю железа – по ГОСТ 26928-86 спектрофотометрическим методом.

При отборе проб руководствовались требованиями ГОСТ Р 51447-99 Мясо и мясные продукты. Методы отбора проб; ГОСТ 9792-73 Колбасные изделия и продукты из свинины, баранины, говядины и мяса других видов убойных животных и птиц. Правила приемки и методы отбора проб. Идентификацию маркировки образцов проводили на соответствие требованиям ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки. При оценке результатов лабораторных исследований для принятия решения о соответствии или несоответствии проб установленным требованиям применяли ТР ТС 021/2011, ТР ТС 029/2012, ГОСТ 23670-2019 Изделия колбасные вареные мясные. Технические условия, ГОСТ Р 55455-2013 Колбасы варено-копченые. Технические условия и др.

Всего за период с 2019 по 2022 г. исследовано 76 образцов колбасной продукции различного ассортимента: вареной, варено-копченой. Необходимо отметить, что все анализируемые колбасы соответствовали требованиям безопасности.

На первом этапе проанализировали маркировку образцов с целью идентификации их видовой принадлежности и соответствия маркировки требованиям ТР ТС 022/2011 Пищевая продукция в части ее маркировки.

Выявлены отклонения в маркировке образцов продукции. Информация, указанная на этикетке образцов, соответствовала требованиям регламента и содержала все необходимые сведе-

ния о продукте, однако информация была нанесена мелким шрифтом, недоступным для прочтения, у 4,3 % образцов. Известно, что основополагающие сведения о продукте важны для потребителя и отражаются на конкурентоспособности продукции [13–16].

Для дальнейших исследований всем образцам присвоена уникальная кодировка для предотвращения влияния на результаты исследований и возникновения конфликта интересов у сотрудников испытательного лабораторного центра в отношении производителя.

Анализ органолептических показателей качества колбас вареных и варено-копченых показал, что все образцы по внешнему виду, консистенции, цвету и виду на разрезе, запаху и вкусу соответствовали нормативным документам и не имели явных дефектов.

Особая роль при оценке качества колбас отводится физико-химическим показателям качества, т.к. именно критерии массовой доли жира, белка, поваренной соли определяют ассортиментную принадлежность колбас и характеризуют пищевую ценность.

Исследование образцов колбас проводили на содержание влаги, жира, белка, нитрита, поваренной соли (хлоридов), крахмала. Массовая доля жира в колбасах вареных группы А по нормам составляет от 15,0 до 32,0 %, группы Б – от 20,0 до 30,0, колбас варено-копченых – от 37,0 до 49,0 %. Фактические значения массовой доли жира в образцах всех видов колбас не превышали допустимых норм. Данные по массовой доле жира в некоторых образцах колбас варено-копченых категории А приведены на рис. 1. Отклонений в массовой доле жира в образцах не выявлено.

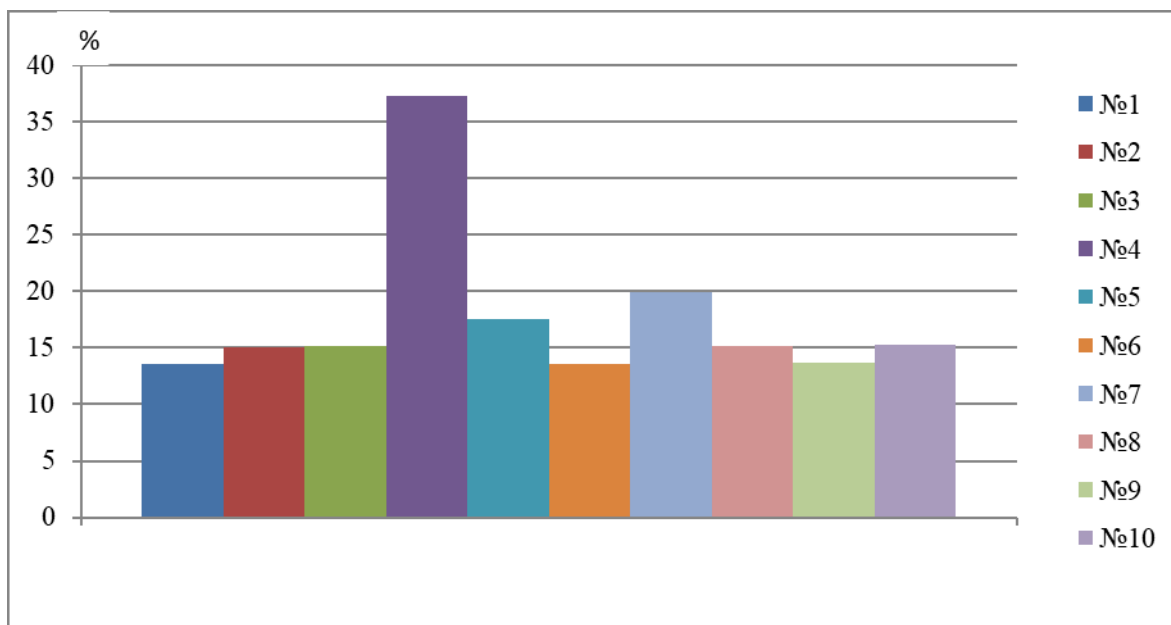


Рис. 1. Фактическое содержание жира в образцах колбас
Actual fat content of sausage samples

Массовая доля влаги не превышала допустимых норм (не более 50 %) для образцов варено-копченых колбас категории А и Б (не более 42 %). Для вареных колбас массовая доля влаги нормируется на уровне не более 75,0 %. Выявлено превышение массовой доли влаги у одного образца – $68,9 \pm 6,9$ %.

Наличие крахмала в колбасах вареных категории А допускается только в колбасе «Московской» – не более 2,0 %, в остальных видах колбас категории А не допускается. Для ассортимента вареных колбас категории Б доля крахмала допускается в пределах от 2,0 до 5,0 %. При определении массовой доли крахмала выявлено его наличие у двух образцов вареных

колбас категории А в количестве $2,37 \pm 0,04$ и $2,2 \pm 0,3$ % при предельно допустимом значении не более 2,0 %, у остальных образцов не выявлено.

Средние значения массовых долей жира (МДЖ), белка (МДБ) и хлористого натрия анализируемых образцов колбас вареных категории А и Б приведены на рис. 2, 3, где обозначены также минимальные и максимально допустимые их значения по требованиям стандарта.

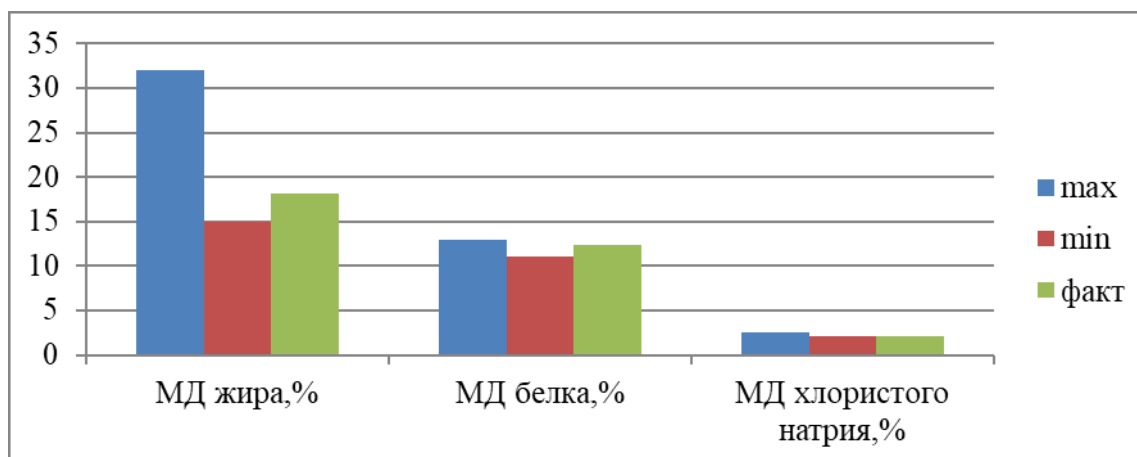


Рис. 2. Средние значения физико-химических показателей вареных колбас категории А
Average values of physicochemical parameters of cooked sausages of category A

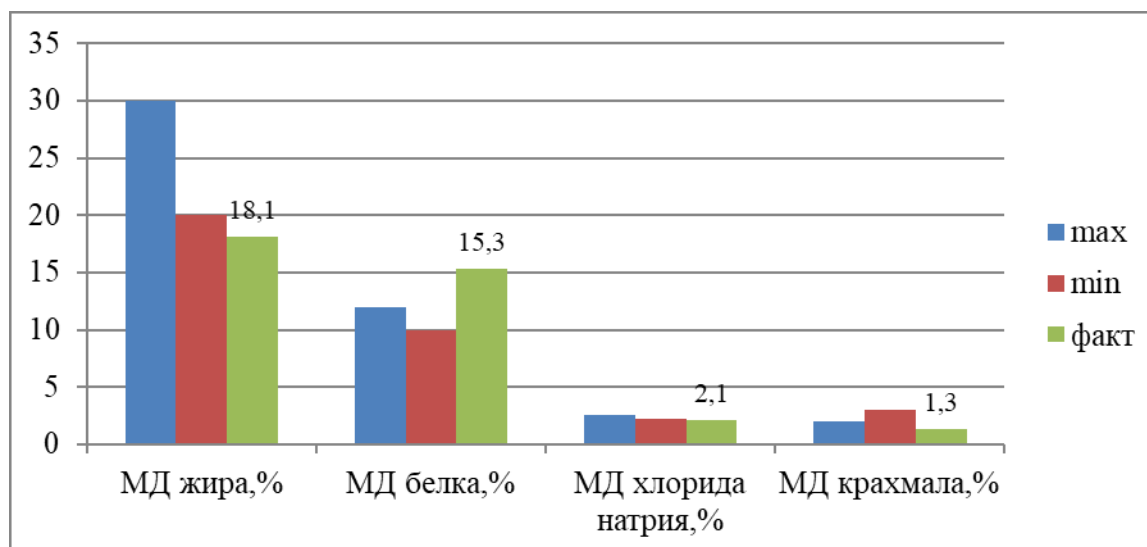


Рис. 3. Средние физико-химические показатели качества колбас вареных категории Б
Average physical and chemical quality indicators of boiled sausages category B

Массовая доля белка согласно нормам для вареных колбас категории А должна составлять не менее 13 %, категории Б – не менее 10 %; для варено-копченых колбас – не менее 18 и 15 % соответственно. Установлено, что содержание белка в образцах колбас вареных и варено-копченых категорий А и Б находится в пределах нормы.

Массовая доля нитрита натрия в колбасах вареных и варено-копченых всех категорий должна быть не более 0,005, массовая доля хлористого натрия в вареных колбасах – не более 2,5 %, варено-копченых – не более 4,0 %. Фактическое содержание поваренной соли в образ-

цах вареных колбас на примере колбас категории А и колбас варено-копченых категории А, массовой доли нитрита натрия и железа приведено в таблице.

Фактическое содержание в образцах хлористого натрия, нитрита натрия, железа
Actual content of sodium chloride, sodium nitrite, and iron in samples

Номер образца	Массовая доля хлористого натрия, %	Массовая доля нитрита натрия, %	Массовая доля железа, мг/кг
<i>Колбаса вареная категории А</i>			
Норматив	Не более 2,1	Не более 0,005	-
1	2,0±0,2	0,0019±0,0003	12,0±3,4
2	2,3±0,3	0,0011±0,00022	7,0±2,0
3	1,7±0,2	0	13,0±3,6
4	2,1±0,3	0	11,0±3,1
5	1,9±0,2	0	6,0±1,7
6	2,3±0,3	0	8,0±2,2
7	2,0±0,3	0,0012±0,0002	13,0±3,3
8	2,0±0,2	0,0005±0,0001	7,0±2,0
9	2,0±0,2	0,0011±0,0002	15,0±4,2
10	2,4±0,3	0,00030±0,00005	10,0±2,8
<i>Колбаса варено-копченая категории А</i>			
1	2,0±0,2	0,0005±0,0001	15,0±4,2
2	2,3±0,3	0	10,0±2,8
3	4,9±0,6	0,0015±0,0002	7,0±2,0
4	1,8±0,2	0,0012±0,0002	14,0±3,9
5	2,9±0,3	0,0022±0,0003	8,0±2,2
6	2,7±0,3	0,0013±0,0002	15,0±4,2
7	3,5±0,4	0,0014±0,0002	9,0±2,5
8	3,1±0,4	0,0025±0,0004	12,0±3,6
9	1,9±0,2	0,0019±0,0003	16,0±4,5
10	3,4±0,4	0,0026±0,0004	7,0±2,0

У 3,5 % образцов колбас вареных выявлено завышенное содержание хлорида натрия на 0,1 – 0,3 %. У колбас варено-копченых превышение нормы хлористого натрия не установлено ни в одном образце.

Безопасность потребления колбасных изделий характеризуется не только микробиологическими показателями, но и количеством соли как пищевого вещества, избыток которого в рационе негативно отражается на здоровье человека [17]. Известно, что суточная норма употребления соли не должна превышать 6 г, в связи с чем дополнительно определяли содержание пищевой добавки – глутаминовой кислоты и ее солей (Е620 – Е625). Глутаминовая кислота представляет собой усилитель вкуса и аромата, основой её является соль. Норма потребления глутаминовой кислоты (Е620) и ее солей не должна превышать 120 мг/кг массы тела человека, для приготовления пищевых продуктов разрешенное количество составляет до 10 г/кг продукта [17]. Фактическое содержание глутаминовой кислоты и ее солей в некоторых образцах колбас приведено на рис. 4.

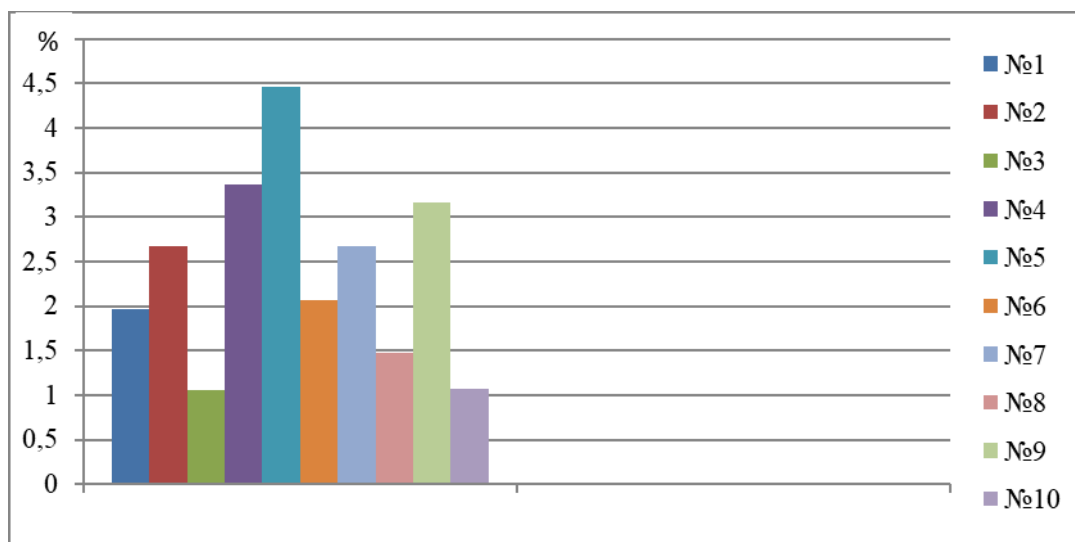


Рис. 4. Содержание глутаминовой кислоты и ее солей в образцах колбасных изделий
Content of glutamic acid and its salts in sausage samples

Установлено, что содержание глутаминовой кислоты и ее солей не превышает предельно допустимой дозы и находится в пределах $(1,06 - 4,46) \pm 0,15$ г/кг [17].

К показателям безопасности также можно отнести остаточную активность кислой фосфатазы – показатель, отражающий качество применяемого сырья и соблюдение технологических режимов производственного процесса термообработки, т.е. качество проваренности (готовности к употреблению) колбас. Остаточная активность фосфатазы не должна превышать 0,006 %. Фактические значения оказались меньше нижнего предела обнаружения согласно методике – 0,0012 % во всех образцах, что говорит о соответствии данного показателя норме [18, 19].

Мясопродукты, особенно продукты из красного мяса, относятся к продуктам питания с высоким содержанием железа. Программа «Демография» и федеральный проект «Укрепление общественного здоровья» предусматривают мониторинг по оценке доступности населению отечественной пищевой продукции, способствующей устранению дефицита макро- и микронутриентов. В связи с этим определено содержание железа в анализируемой колбасной продукции с целью формирования рациона для взрослых и детей. Рекомендуемая суточная норма употребления железа составляет в зависимости от пола и возраста от 8 до 18 мг. В результате проведенных исследований установлено, что содержание железа в анализируемых образцах составляет от 7 до 13 мг/кг продукта. При рекомендуемой норме потребления мяса в день от 75 до 150 г в зависимости от пола и возраста, норма потребления колбас составляет около 100 – 200 г в неделю, т.е. не более 30 г в день, что удовлетворит суточную потребность в железе на 2,6 – 1,2 % [20].

Выявление причин отклонения нормируемых показателей качества и химического состава колбас и предложения по рекомендациям в области совершенствования требований к колбасам имеют актуальное значение, как отмечают многие ученые [6, 11, 21, 22]. Отсутствие комплексной оценки качества часто приводит к тому, что мясные продукты не соответствуют своему наименованию по составу или имеют низкое качество.

В результате мониторинга качества и безопасности колбас выявлено, что у 4,3 % образцов маркировка недоступна для прочтения из-за мелкого шрифта, что затрудняет восприятие потребителем основополагающей информации о продукте. Доля продукции, не соответствующей по содержанию влаги, составляет 1 %, у 3,5 % образцов завышенное содержание хлорида натрия на 0,1 – 0,3 %, фактические значения массовой доли жира в образцах колбас не

превышают допустимых норм. Остаточная активность фосфатазы и содержание глутаминовой кислоты и ее солей находятся в пределах допустимых значений. Содержание железа в анализируемых образцах составляет от 7 до 13 мг/кг продукта.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Анализ рынка колбасных изделий и мясных деликатесов в России, прогноз на 2023 – 2027 гг. в условиях санкций* [Электронный ресурс]. – <https://marketing.rbc.ru/articles/13949/> (дата обращения: 22.06.2023).
2. Семенова А.А., Тимченко В.Л. Перспективы ассортимента формованной мясной продукции // Мясная индустрия. – 2017. – № 1. – С. 20–25.
3. Carballo J. *Sausages*. Nutrition, safety, processing and quality improvement // *Foods*. – 2021. – Т. 10. – N 4. – P. 890. – <https://doi.org/10.3390/foods10040890>.
4. Zbigniew S. Analysis of use of methods and quality management tools in a group of production enterprises // *New trends in production engineering*. – 2019. – N 2, T. 2. – P. 241–253.
5. Kumvenji D.C.E., Chamba M.V.M., Lungu K. The effectiveness of the food traceability system in the supply chain of local beef and beef sausages in Malawi: a food safety perspective // *Food Control*. – 2022. – Т. 137. – P. 108839. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108839>.
6. Kalinichenko A., Arseniyeva L. Electronic nose combined with chemometric approaches to assess authenticity and adulteration of sausages by soy protein // *Sensors and Actuators B // Chemical*. 2020. – Т. 303. – P. 127–250. – <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.127250>.
7. Alfatiyah R., Bastuti S., Kurnia D. Implementation of statistical quality control to reduce defects in Mabel Nugget products (case study at Pt. Petra Sejahtera Abadi) // *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*. – IOP Publishing, 2020. – Т. 852, N 1. – P. 012107. – DOI: 10.1088/1757-899X/852/1/012107.
8. *Monitoring the processing of dry fermented sausages with a portable NIRS device*/ A. González-Mohino T. Pérez-Palacios, T. Antequera, J. Ruiz-Carrascal, L. Olegario, // *Foods*. – 2020. – Vol. 9, N 9. – <https://doi.org/10.3390/foods9091294>.
9. *Prediction of benzo [a] pyrene content of smoked sausage using back-propagation artificial neural network* / Y. Chen, K. Cai, Z. Tu [et al.] // *Journal of the Science of Food and Agriculture*. – 2018. – Т. 98, N 8. – P. 3022-3030. – DOI: 10.1002/jsfa.8801.
10. Nagdalian A.A., Rzhepakovsky I.V., Siddiqui S.A. Analysis of the content of mechanically separated poultry meat in sausage using computing microtomography // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2021. – Т. 100. – P. 103–918. – <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103918>.
11. Шевченко Н.П., Шевченко А.И. Анализ показателей качества вареных колбас, производимых на предприятиях Белгородской области // *Достижения и перспективы развития животноводства*. – 2019. – С. 130–134.
12. Инербаева А.Т. Разработка технологии и оценка качества варено-копченых колбас из оленины // *Ползуновский вестник*. – 2020. – № 4. – С. 48–52.
13. Влияние маркировки на конкурентоспособность товара / И.Ю. Резниченко, Н.В. Хохлова, Т.А. Торошина [и др.] // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2016. – № 2 (37). – С. 113–119.
14. Тихонова О.Ю., Резниченко И.Ю., Сулова С.С. Контрастность маркировки пищевых продуктов // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2018. – № 4 (51). – С. 62–66.
15. Фатьянов Е.В., Фоменко О.С., Евтеев А.В. К проблеме качества и маркировки сырокопченых колбас // *Мясные технологии*. – 2020. – № 1. – С. 46–49.
16. Тихонова О.Ю., Сельская И.Л. Основные требования к маркировочным шрифтам // *Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов*. – 2017. – № 6 (47). – С. 56–61.
17. *Гигиенические требования по применению пищевых добавок СанПиН 2.3.2.1293-03* / Минздрав России. – М., 2003. – 417 с.
18. *ГОСТ 23231-2016 Изделия колбасные вареные и продукты из мяса вареные. Метод определения остаточной активности фосфатазы* / ФГУП Стандартинформ. – М., 2019. – 14 с.

19. ВОЗ. Доклад директора Международного агентства по изучению рака (МАИР) [Электронный ресурс]. – URL: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/84967> (дата обращения: 06.03.2023).
20. Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающих современным требованиям здорового питания: Приказ Минздрава России от 19.08.2016 № 614 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/47342.html> (дата обращения 06.03.2023).
21. Мартынов В. В., Агарков А.А., Просекова Е.А. Комплексная оценка сырокопченых колбас // Главный зоотехник. – 2021. – № 2. – С. 51–60.
22. Петрова А. С., Ларичева К.Н., Осипова М.В. Исследование влияния пищевых волокон на показатели качества вареных колбасных изделий // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия: Процессы и аппараты пищевых производств. – 2020. – № 1 (43). – С. 67–73.

REFERENCES

1. <https://marketing.rbc.ru/articles/13949/> (June 22, 2023)
2. Semenova A.A., Timchenko V.L., *Myasnaya industriya*, 2017, No. 1, pp. 20–25. (In Russ.)
3. <https://doi.org/10.3390/foods10040890>
4. Zbigniew S. Analysis of use of methods and quality management tools in a group of production enterprises, *New trends in production engineering*, 2019, N 2, T. 2, P. 241–253.
5. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.108839>
6. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2019.127250>
7. Alfatiyah R., Bastuti S., Kurnia D., Implementation of statistical quality control to reduce defects in Mabell Nugget products (case study at Pt. Petra Sejahtera Abadi), IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, IOP Publishing, 2020, T. 852, N 1, P. 012107, DOI: 10.1088/1757-899X/852/1/012107.
8. <https://doi.org/10.3390/foods9091294>
9. Chen Y., Cai K., Tu Z., Nie W., Ji T., Hu B., Prediction of benzo [a] pyrene content of smoked sausage using back-propagation artificial neural network, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2018, Vol. 98, N 8, P. 3022-3030, DOI: 10.1002/jsfa.8801.
10. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2021.103918>
11. Shevchenko N.P., Shevchenko A.I., *Dostizheniya i perspektivy razvitiya zhivotnovodstva*, 2019, pp. 130–134. (In Russ.)
12. Inerbaeva A.T., *Polzunovskij vestnik*, 2020, No. 4, pp. 48–52. (In Russ.)
13. Reznichenko I.Ju., Hohlova N.V., Toroshina T.A., Tihonova O.Ju., Sel'skaja I.L., *Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov*, 2016, No. 2 (37), pp. 113–119. (In Russ.)
14. Tihonova O.Yu., Reznichenko I.Yu., Suslova S.S., *Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov*, 2018, No. 4 (51), pp. 62–66. (In Russ.)
15. Fat'yanov E.V., Fomenko O.S., Evteev A.V., *Myasnye tekhnologii*, 2020, No. 1, pp. 46–49. (In Russ.)
16. Tihonova O.Yu., Sel'skaya I.L., *Tekhnologiya i tovarovedenie innovacionnyh pishchevyh produktov*, 2017, No. 6 (47), pp. 56–61. (In Russ.)
17. *Gigienicheskie trebovaniya po primeneniyu pishchevyh dobavok SanPiN 2.3.2.1293-03* (Hygienic requirements for the use of food additives SanPiN 2.3.2.1293-03), Minzdrav Rossii, Moscow, 2003, 417 p.
18. *GOST 23231-2016 Izdeliya kolbasnye varennye i produkty iz myasa varennye. Metod opredeleniya ostatochnoj aktivnosti fosfotazy* (GOST 23231-2016 Boiled sausage products and boiled meat products. Method for Determining the Residual Activity of Phosphatase), FGUP Standartinform, Moscow, 2019, 14 p.
19. ВОЗ. Доклад директора Международного агентства по изучению рака (МАИР) (CART. Report of the Director of the International Agency for Research on Cancer (IARC)), available at: <https://apps.who.int/iris/handle/10665/84967> (March 06, 2023).
20. *Приказ Минздрава России от 19.08.2016 N 614* (Order of the Ministry of Health of Russia dated 19.08.2016 N 614), available at: <http://www.consultant.ru/law/hotdocs/47342.html> (March 06, 2023).
21. Martynov V.V., Agarkov A.A., Prosekova E.A., *Glavnyj zootekhnik*, 2021, No. 2, pp. 51–60. (In Russ.)
22. Petrova A.S., Laricheva K.N., Osipova M.V., *Nauchnyj zhurnal NIU ITMO. Seriya: Processy i apparaty pishchevyh proizvodstv*, 2020, No. 1 (43), pp. 67–73. (In Russ.)



**ТЕХНОЛОГИИ СОДЕРЖАНИЯ, КОРМЛЕНИЯ И
ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЕТЕРИНАРНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ
В ПРОДУКТИВНОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ**

**TECHNOLOGIES FOR KEEPING, FEEDING AND
ENSURING VETERINARY WELL-BEING IN
PRODUCTIVE LIVESTOCK**

УДК 636.033:636.2.033

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-34-41

**РАЗВИТИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПОРОДЫ ГЕРЕФОРД
ПО ИТОГАМ БОНИТИРОВОК**

¹М.А. Барсукова, кандидат биологических наук, консультант

²О.А. Иванова, старший преподаватель

³И.А. Афанасьева, студент

²С.В. Куликова, доктор биологических наук, профессор

²В.В. Гарт, доктор биологических наук, профессор

²Л.А. Осинцева, доктор биологических наук, профессор

²К.Н. Нарожных, кандидат биологических наук, доцент

¹ООО «Сибагро Трейд»

²Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: nkn.88@mail.ru

Ключевые слова: мясной скот, селекция, бонитировка скота, классный состав стада, быки, телки.

Реферат. Целью данного исследования было всестороннее изучение состояния стада крупного рогатого скота породы герефорд в динамике и его соответствия высоким стандартам, применяемым к племенным стадам. Основной задачей была оценка состояния стада на основе бонитировки, учитывающей ключевые селекционно-генетические параметры, для анализа текущего положения стада и предварительных перспектив, включая его производственную активность и эффективность сохранения и возобновления поголовья в условиях ограниченного доступа к племенным ресурсам. Проведена комплексная оценка стада скота породы герефорд по основным селекционным параметрам в динамике за период с 2020 по 2022 г. Исследование проводилось в условиях круглогодичного пастбищного содержания на юге Западной Сибири в крупном племенном предприятии. В ходе оценки была установлена динамика признаков продуктивности и состава стада, а также их соответствие требованиям, предъявляемым к племенному скоту. Результаты исследования показали, что в течение рассматриваемого периода признаки мясного скота удерживались на стабильно высоком уровне. Это свидетельствует о медленном и последовательном улучшении продуктивных показателей без резких провалов или значительных колебаний. Такая динамика является признаком систематической и методичной селекционной работы. В настоящее время стадо является достаточно консолидированным. Кроме того, важно отметить поддержание продуктивности стада на текущем уровне в соответствии с высокими требованиями, предъявляемыми к племенным хозяйствам.

**THE DEVELOPMENT AND PRODUCTIVITY OF HEREFORD CATTLE BASED ON
THE RESULTS OF SCORING ASSESSMENTS**

¹M.A. Barsukova, PhD in Biological Sciences, Consultant

²O.A. Ivanova, Senior Lecturer

³I.A. Afanasyeva, Student

²S.V. Kulikova, Doctor of Biological Sciences, Professor
²V.V. Garth, Doctor of Biological Sciences, Professor
²L.A. Osintseva, Doctor of Biological Sciences, Professor
²K.N. Narozhnykh, PhD in Biological Sciences, Associate Professor
¹LLC "Sibagro Trade"
²Novosibirsk State Agrarian University
E-mail: nkn.88@mail.ru

Keywords: meat cattle, selection, livestock scoring, herd class composition, bulls, heifers.

Abstract. *The aim of this study was a comprehensive assessment of the dynamics and compliance of the Hereford cattle herd with high standards applied to breeding herds. The primary objective was to evaluate the herd based on livestock scoring, considering key selection and genetic parameters, to analyze the current status and prospective trends, encompassing production activity, and the efficacy of maintaining and restoring the herd size in conditions of limited access to breeding resources. A comprehensive evaluation of the Hereford cattle herd based on primary selection parameters over the period from 2020 to 2022 was conducted. The research took place in the context of year-round pasture management in the southern region of Western Siberia within a large breeding enterprise. Throughout the assessed period, the study revealed that the characteristics of the meat cattle remained consistently high. This reflects a gradual and consistent improvement in productive indicators without sharp declines or significant fluctuations, demonstrating a systematic and methodical approach to breeding practices. Presently, the herd demonstrates a relatively consolidated state. Furthermore, it is noteworthy that the herd has maintained its productivity at the current level in accordance with the high standards expected of breeding establishments.*

Производство говядины на сегодняшний день занимает сравнительно небольшую долю от общего производства мяса и оценивается в пределах 13 – 18 %, при этом увеличение доли говядины не отмечается с 2013 г. [1]. Новосибирская область, как и многие другие регионы России, имеет хороший потенциал для производства говядины благодаря развитой сельскохозяйственной инфраструктуре и наличию пастбищных земель. Производство говядины может осуществляться как на крупных промышленных фермах, так и в небольших частных хозяйствах. На сегодняшний день сформированы и развиваются стада скота мясного направления продуктивности, которые могут стать основой для собственной племенной базы [2]. В структуре пород крупного рогатого скота мясного направления герефорды занимают второе место, уступая только абердин-ангусской породе, однако их продуктивные качества и способность к акклиматизации в суровых условиях позволяют расширять производство и совершенствовать генофонд [3]. Племенная работа в стадах требует внимательного отношения к оценке животных и одновременно поддержания условий выращивания, в которых генетический потенциал породы может максимально раскрываться [4]. Изучение развития и продуктивности герефордского скота с использованием бонитировок является ключевым аспектом для оценки генетических особенностей и производственного потенциала, а также показателей благополучия животных на основе интерьерных и экстерьерных показателей [5–11].

Для эффективной селекционной работы предприятия, обладающие статусом племенных, должны иметь не только специалистов, но и хорошо отлаженную систему племенного учета, основанную на электронных базах, а также внедрения искусственного осеменения, которое предоставляет возможность использования спермы самцов с высоким генетическим потенциалом [12–14]. Подобные базы и программное обеспечение позволяют не только контролировать состояние стада, но и строить родословные и на их основании разрабатывать планы подбора родительских пар [15].

Цель настоящего исследования заключалась в проведении комплексной оценки поголовья крупного рогатого скота породы герефорд в динамике, включая анализ его соответствия вы-

соким стандартам, предъявляемым к племенным стадам. Задачей исследования была оценка состояния стада с использованием данных бонитировок, основанных на важных селекционно-генетических параметрах. Эти параметры служили ориентиром для оценки текущего состояния стада и предполагаемых перспектив, касающихся его производственной активности, а также эффективности сохранения и восстановления поголовья в условиях, когда доступ к племенным ресурсам ограничен.

В ходе исследования произведен анализ результатов бонитировок коров породы герефорд, разводимых в условиях племенного репродуктора Новосибирской области. Объектом исследования послужили данные бонитировок племрепродуктора за период с 2020 по 2022 г. Анализировались показатели, включающие в себя информацию о живой массе, развитии, показателях репродуктивности, а также о классном и возрастном составе стада. Полученные данные были обработаны с применением информационно-аналитической системы «Селэкс: Мясной скот» в соответствии с требованиями к бонитировке крупного рогатого скота, выращиваемого с целью производства мяса.

Классный состав основного стада является одной из важнейших характеристик, позволяющих оценить состояние поголовья на протяжении ряда лет, а также динамику качества племенной работы со стадом (табл. 1).

На протяжении исследуемого периода в стаде повышалось количество быков, имеющих оценку элита-рекорд при бонитировке, с 13 голов в 2020 г. до 39 в 2022 г. В отношении коров отмечается та же тенденция; так, число коров с оценкой элита-рекорд в 2021 г. достигло 333 голов, что более чем в 2 раза превышает показатель предшествующего года. В 2022 г. число коров с оценкой элита-рекорд несколько сократилось, однако при этом значительно уменьшилось и количество животных, относящихся к первому классу (36 голов по сравнению с 123 и 103 в 2020 и 2021 гг. соответственно).

Таблица 1

Классный состав стада животных породы герефорд
Class composition of a herd of Hereford animals

Группа животных	2020 г.			2021 г.			2022 г.		
	Элита-рекорд	Элита	I класс	Элита-рекорд	Элита	I класс	Элита-рекорд	Элита	I класс
Быки-производители	13	23	-	26	30	-	39	25	-
Коровы	152	174	123	333	84	103	283	254	36
Телки старше двух лет и нетели	78	40	8	41	72	-	16	200	6
Телки прошлых лет	6	7	-	-	-	-	-	-	-
Телки текущего года	1	75	29	111	51	-	32	130	8
Бычки текущего года	1	12	15	30	6	-	-	-	-
Бычки от 18 мес	7	8	-	-	-	-	23	129	3

Таблица 2

Распределение быков по возрасту
Distribution of bulls by age

Год	Всего голов	Возраст					
		до 2 лет	2 года	3 года	4 – 5 лет	6 – 7 лет	8 лет и старше
2020	36	7	8	11	8	2	-
2021	56	-	34	11	9	2	-
2022	64	-	38	13	10	3	-

Возрастной состав стада является важной характеристикой, позволяющей оценить как продолжительность использования животных, так и динамику обновления стада (табл. 2). На протяжении всего периода исследования в стаде не оставалось быков в возрасте старше 7 лет, при этом наибольшее число животных приходилось на возраст 3 – 5 лет. Большое количество быков в возрасте 2 года и менее объясняется необходимостью проверки этих животных по качеству потомства и воспроизводительной способности, что является основанием для массовой выбраковки быков в этом возрасте.

Таблица 3

Распределение коров основного стада и племядра по возрасту
Distribution of cows in the main herd and breeding herd by age

Год	Всего голов	Возраст					
		До 2 лет	2 года	3 года	4-5 лет	6-7 лет	8 лет и старше
2020	454/53	-	110	86	132/11	41/6	88/36
2021	520/50	-	54	112	169	95/12	90/38
2022	573/44	-	104	52	179	137/9	101/35

Распределение коров по возрасту также позволяет оценить как продолжительность продуктивного использования коров, так и динамику обновления стада, которые являются взаимозависимыми признаками (табл. 3). Так, хорошо прослеживается динамика введения новых животных и их сохранения в стаде на протяжении всего исследуемого периода, при этом имеется достаточно большое количество коров в возрасте 8 лет и старше – до 17 % от всего поголовья, что является маркером как достаточно равномерной работы по обновлению поголовья, не допускающей преобладания в стаде старых животных, так и продуктивного долголетия значимой доли коров стада.

Таблица 4

Распределение коров по живой массе при последнем взвешивании
(возраст 2 – 3 года)
Distribution of cows by live weight at last weighing (age 2 – 3 years)

Живая масса, кг	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Возраст					
	2 года	3 года	2 года	3 года	2 года	3 года
451 – 500	17	-	-	-	-	-
501 – 550	73	70	10	69	2	2
551 – 600	18	8	34	27	100	42
Более 600	2	8	10	16	2	8

Большая часть коров стада в возрасте 2 – 3 года имела живую массу на уровне 501 – 550 кг, что соответствует требованиям класса элита-рекорд, при этом в 2022 г. отмечается тенденция к укрупнению молодых коров после первого отела – большая часть животных этой возрастной группы имела массу в диапазоне 551 – 600 кг (табл. 4). Аналогичная тенденция в 2022 г. отмечается и в отношении коров в возрасте 3 лет, что говорит о качестве ремонтного молодняка, вводимого в стадо в предшествующие годы.

В отношении живой массы коров в возрасте 4 года и 5 лет и старше также сохраняется тенденция к содержанию крупных животных (табл. 5). Если в 2021 г. наибольшее количество крупных животных приходилось на возраст 4 года, то в 2022 г. эта тенденция закономерно переместилась на более старшие возрасты с сохранением высокой живой массы и у более молодых коров, пришедших из предшествующих лет.

Таблица 5

**Распределение коров по живой массе при последнем взвешивании
(возраст 4 – 5 лет и старше)
Distribution of cows by live weight at last weighing
(age 4 – 5 years and older)**

Живая масса	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Возраст					
	4 года	5 лет и старше	4 года	5 лет и старше	4 года	5 лет и старше
451 – 500	1	-	-	-	-	-
501 – 550	31	2	69	51	7	36
551 – 600	18	81	12	110	75	143
Более 600 кг	22	106	6	106	19	137

Все вышеописанное подтверждает то, что в стаде ведется планомерная и скрупулёзная работа по отбору коров по живой массе, а также по своевременному ремонту стада. Равномерность обновления стада при своевременной качественной оценке по продуктивным признакам позволяет избежать проблем с массовой выбраковкой и недостатком ремонтного молодняка в пиковые годы.

Таблица 6

**Высота в крестце коров основного стада, см
Height at the rump of the main herd cows, sm**

Возраст	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Основное стадо	Племядро	Основное стадо	Племядро	Основное стадо	Племядро
3 года	129	-	129	-	130	-
4 года	134	-	133	-	133	-
5 лет и старше	137	136	135	136	138	132

Высота в крестце является одним из важных показателей развития скота мясного направления (табл. 6). На протяжении исследуемого периода величина этого промера у коров разных возрастов находилась на примерно одинаковом уровне с колебаниями в пределах 1 – 2 см. Исключение составляют взрослые коровы в возрасте 5 лет и старше, где размах изменчивости

этого признака имел диапазон от 138 см в 2022 г. до 135 см в 2021 г., что, однако, не ниже требований для класса элита.

Таблица 7

Продолжительность межотельного периода коров основного стада
Duration of the intercalving period of cows of the main herd

Межотельный период, дней	2020		2021		2022	
	Основное стадо	Племядро	Основное стадо	Племядро	Основное стадо	Племядро
280 – 365	124	13	286	40	248	20
366 – 401	81	16	106	3	148	16
402 – 438	68	13	42	6	58	7
439 и более	44	11	15	1	14	1
В среднем по стаду	-	-	361	351	365	372

Продолжительность межотельного периода у мясного скота является важным показателем эффективности воспроизводства и в норме должна находиться в пределах 365 дней с учетом сезонного цикла отелов (табл. 7). На протяжении 2020 – 2022 гг. большая часть коров стада имела продолжительность межотельного периода в диапазоне от 280 до 365 дней и около 20 % стада – в диапазоне от 366 до 400 дней, что происходит за счет повторного осеменения определенной доли животных. Аналогичная картина касается и коров племенного ядра. Средняя продолжительность межотельного периода в 2021 и 2022 гг. составила 361 и 365 дней соответственно, что подтверждает эффективность воспроизводства, правильность организации случной компании в хозяйстве и в целом отсутствие значительных репродуктивных проблем в стаде.

Одним из наиболее значимых показателей воспроизводства является молочность коров, оцениваемая по живой массе молодняка в 205 дней (табл. 8). Этот признак является в первую очередь показателем способности коров к выращиванию молодняка, а не собственно количества молока, даваемого коровой.

Таблица 8

Молочность коров основного стада при оценке в 205 дней, кг
Milk production of main herd cows at 205 days, kg

Порядковый номер отела	2020 г.		2021 г.		2022 г.	
	Бычки	Телки	Бычки	Телки	Бычки	Телки
Первый	-	220	235	218	252	248
Второй	-	221	232	236	262	246
Третий и старше	-	229	234	229	262	246

При анализе данных было установлено, что живая масса телят, как бычков, так и телок, находилась на уровне, превышающем требования для класса элита-рекорд, при этом в 2022 г. отмечается тенденция к укрупнению телят до живой массы 252 и 248 кг соответственно у коров первого отела. Динамика увеличения живой массы молодняка начинает прослеживаться начиная с коров первого отела в 2020 г. и последовательно смещается в последующие годы на более старшие возрасты коров, при этом масса телят при рождении остается прежней.

В результате исследования были сделаны следующие выводы.

1. Перспективы развития племенного скотоводства на сегодняшний день значительно ограничены сложностями с приобретением семени и племенного поголовья за рубежом. В этих условиях особое значение приобретает оценка имеющихся стад с точки зрения их состояния и прогноза дальнейшей работы в направлении поддержания генетического потенциала мясного скота.

2. Анализ бонитировок стада позволяет сделать заключение о высоком уровне продуктивности животных, в том числе и о стабильности развития стада. Медленное планомерное улучшение продуктивных показателей без резких провалов и взлетов является признаком методичной секционной работы, а также поддержания продуктивности на текущем уровне в соответствии с требованиями, предъявляемыми к племенным хозяйствам.

Работа выполнена в рамках проекта научной тематики «Формирование племенного стада герефордской породы мясного скота с улучшенной продуктивностью с использованием генетических методов селекции (FESF-2023-0002)», регистрационный номер 1023030200009-4-4.2.1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Нарожных К.Н. Изменчивость, корреляции и уровень тяжелых металлов в органах и тканях герефордского скота в условиях Западной Сибири: дис. ... канд. биол. наук. – Новосибирск, 2019. – 163 с.
2. Производство мяса крупного рогатого скота в Российской Федерации и пути повышения его эффективности / И.Ф. Пильникова, С.В. Петрякова [и др.] // Образование и право. – 2021. – № 3. – С. 219–223.
3. Кузьмин В.Н., Кузьмина Т.Н. Состояние мясного скотоводства Российской Федерации // Техника и технологии в животноводстве. – 2020. – № 3. – С. 4–9.
4. Портной А.И., Липский К.А. Проблемы и перспективы производства говядины в специализированном мясном скотоводстве // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2021. – № 2. – С. 17–23.
5. К вопросу линейной оценки по комплексному признаку «Вымя» А.Ф. Петров, Е.В. Камалдинов, О.Д. Панферова [и др.] // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: сб. V Всерос. (нац.) науч. конф. – 2020. – С. 245–247.
6. Современные аспекты метаболизма холестерина у крупного рогатого скота / О.И. Себежко, К.Н. Нарожных, О.С. Короткевич [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 2 (59). – С. 91–105.
7. Элементный статус крови крупного рогатого скота голштинской породы в биогеохимических условиях Кемеровской области / Н.И. Шишин, О.И. Себежко, Ю.И. Федяев [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2017. – № 3 (44). – С. 70–79.
8. Межвидовые различия по концентрации тяжелых металлов в производных кожи животных / К.Н. Нарожных, Т.В. Коновалова, И.С. Миллер [и др.] // Фундаментальные исследования. – 2015. – № 2–26. – С. 5815–5819.
9. Ефанова Ю.В., Нарожных К.Н., Короткевич О.С. Содержание марганца в некоторых органах бычков герефордской породы // Зоотехния. – 2013. – № 4. – С. 18.
10. Ефанова Ю.В., Нарожных К.Н., Короткевич О.С. Содержание цинка в некоторых органах и мышечной ткани бычков герефордской породы // Главный зоотехник. – 2012. – № 11. – С. 30–33.
11. Нарожных К.Н. Содержание, изменчивость и корреляция химических элементов в волосе герефордского скота // Сибирский вестник сельскохозяйственной науки. – 2014. – № 4 (239). – С. 74–78.
12. Различия между странами по признакам линейной оценки экстерьера крупного рогатого скота голштинской породы / О.В. Богданова, В.В. Гарт, С.Г. Куликова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2023. – Т. 37, № 8. – С. 59–64.
13. Иммуногенетическая характеристика бычков-производителей разных пород в ОАО «Племпредприятие "Барнаулское"» / А.И. Желтиков, Н.М. Костомахин, Д.С. Адушинов [и др.] // Главный зоотехник. – 2022. – № 4 (225). – С. 3–13.

14. *Качество спермы быков красных пород ОАО «Племпредприятие "Барнаульское"» и устойчивость её к криоконсервации* / А.И. Желтиков, Т.В. Коновалова, О.И. Себежко [и др.] // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2021. – № 1 (58). – С. 92–100.
15. *Об информатизации селекции в мясном скотоводстве* / В.Д. Мильчевский, Л.М. Половинко, Ф.Г. Каюмов [и др.] // Животноводство и кормопроизводство. – 2019. – № 3. – С. 111–122.

REFERENCES

1. Narozhnykh K.N. *Izmenchivost', korrelyatsii i uroven' tyazhelykh metallov v organakh i tkanyakh gereforskogo skota v usloviyakh Zapadnoy Sibiri*, Dissertation of Candidate of Biological Sciences, Novosibirsk, 2019, 163 p. (In Russ.)
2. Pil'nikova I.F., Petryakova S.V., *Obrazovanie i pravo*, 2021, No. 3, pp. 219–223. (In Russ.)
3. Kuz'min V.N., Kuz'mina T.N., *Tekhnika i tekhnologii v zhivotnovodstve*, 2020, No. 3, pp. 4–9. (In Russ.)
4. Potnoy A.I., Lipskiy K.A., *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitiya zhivotnovodstva*, 2021, No. 2, pp. 17–23. (In Russ.)
5. Petrov A.F., Kamaldinov E.V., Panferova O.D., Narozhnykh K.N., Efremova O.V., Rogozin V.A., *Rol' agrarnoy nauki v ustoychivom razvitii sel'skikh territoriy* (The role of agricultural science in sustainable development of rural areas), Collection of the V All-Russian (national) Scientific Conference, 2020, pp. 245–247. (In Russ.)
6. Sebezsko O.I., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S., Aleksandrova D.A., Morozov I.N., *Vestnik NGAU*, 2021, No. 2 (59), pp. 91–105. (In Russ.)
7. Shishin N.I., Sebezsko O.I., Fedyaev Yu.I., Skiba T.V., Konovalova T.V., Narozhnykh K.N., *Vestnik NGAU*, 2017, No. 3 (44), pp. 70–79. (In Russ.)
8. Narozhnykh K.N., Konovalova T.V., Miller I.S., Strizhkova M.V., Zayko O.A., Nazarenko A.V., *Fundamental'nye issledovaniya*, 2015, No. 2–26, pp. 5815–5819. (In Russ.)
9. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S., *Zootekhnika*, 2013, No. 4, pp. 18. (In Russ.)
10. Efanova Yu.V., Narozhnykh K.N., Korotkevich O.S., *Glavnyy zootekhnik*, 2012, No. 11, pp. 30–33. (In Russ.)
11. Narozhnykh K.N., *Sibirskiy vestnik sel'skokhozyaystvennoy nauki*, 2014, No. 4 (239), pp. 74–78. (In Russ.)
12. Bogdanova O.V., Gart V.V., Kulikova S.G., Kamaldinov E.V., Amerkhanov Kh.A., Narozhnykh K.N., Petrov A.F., Zhigulin T.A., Astaf'ev A.A., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2023, Vol. 37, No. 8, pp. 59–64. (In Russ.)
13. Zheltikov A.I., Kostomakhin N.M., Adushinov D.S., Zayko O.A., Stepanenko Zh.R., Marenkov V.G., Narozhnykh K.N., Sebezsko O.I., Konovalova T.V., Korotkevich O.S., *Glavnyy zootekhnik*, 2022, No. 4 (225), pp. 3–13. (In Russ.)
14. Zheltikov A.I., Konovalova T.V., Sebezsko O.I., Il'in V.V., Pal'chikov P.N., Korotkevich O.S., Petukhov V.L., Strizhkova M.V., Zayko O.A., Marenkov V.G., Narozhnykh K.N., *Vestnik NGAU*, 2021, No. 1 (58), pp. 92–100. (In Russ.)
15. Mil'chevskiy V.D., Polovinko L.M., Kayumov F.G., *Zhivotnovodstvo i kormoproizvodstvo*, 2019, No. 3, pp. 111–122. (In Russ.)

ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ РЕШЕНИЕ МОДУЛЬНОЙ СЕМЕЙНОЙ ФЕРМЫ

Б.О. Инербаев, доктор сельскохозяйственных наук,
главный научный сотрудник

С.Н. Магер, доктор биологических наук, профессор

И.А. Храмова, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

А.Т. Инербаева, кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник

Н.В. Чайко, инженер

Сибирский федеральный научный центр агrobiотехнологий РАН

E-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Ключевые слова: семейная ферма, технология, содержание, объемно-планировочные решения, ветеринарные мероприятия.

Реферат. Представлено технологическое решение модульной семейной фермы по производству высококачественной и экологически чистой говядины. Целью разработки является производство говядины путем использования быков-производителей мясных и выранных коров молочных пород. Проект семейной фермы разработан с учетом обобщения передовой практики организации крестьянских хозяйств, научных исследований СибНИПТИЖ. Он предполагает комплексное решение семейной фермы, включающее, кроме производственных объектов, жилья с хозяйственными и приусадебным участком, внедрение наиболее приемлемых для условий Сибири способов содержания животных, типа кормления, конструктивных параметров производственных зданий и элементов технологического оборудования, малогабаритной техники, а также организации труда и производства. Технологическое решение заключается в выращивании и откорме молодняка по малозатратной технологии мясного скотоводства «корова – телёнок» от выбракованных коров молочных пород, пригодных для воспроизводства. Определена оптимальная схема размещения и движения технологических групп коров и ремонтного молодняка. Разработаны варианты объемно-планировочных решений зданий модульной семейной фермы на 26 коров. Коров, ремонтных телок и телят содержат в коровнике облегченного типа. Коров содержат на привязи, телят – беспривязно. Молодняк после отъема от коров переводят в другое помещение. С 6-месячного возраста телок и бычков содержат отдельно. Молодняк в зимнее время находится в помещении облегченного типа с глубокой подстилкой. Бычков старше 12 месяцев не выпасают, их интенсивно доращивают и откармливают до 17-месячного возраста по достижении живой массы 439 кг.

TECHNOLOGICAL SOLUTION OF A MODULAR FAMILY FARM

B.O. Inerbaev, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher

S.N. Mager, Doctor of Biological Sciences, Professor

I.A. Khramtsova, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher

A.T. Inerbaeva, PhD in Technical Sciences, Leading researcher

N.V. Chaiko, Engineer

Siberian Federal Research Center for Agrobiotechnologies
of the Russian Academy of Sciences

E-mail: atinerbaeva@yandex.ru

Keywords: family farm, technology, maintenance, spatial planning solutions, veterinary measures.

Abstract. The technological solution of a modular family farm for producing high-quality and environmentally friendly beef is presented. The development aims to make beef using bulls-producers of meat and graded dairy cows. The family farm project was developed considering the generalisation of the best

practices of organising peasant farms and scientific research of SIBNIPTIZH. It assumes a comprehensive solution for a family farm, including, in addition to industrial housing facilities with outbuildings and a personal plot, the introduction of the most acceptable methods for keeping animals, type of feeding, design parameters of industrial buildings and elements of technology equipment, small-sized machinery, as well as the organisation of labour and production. The technological solution is to grow and fatten young animals using the low-cost technology of beef cattle breeding "cow-calf" from culled dairy cows suitable for reproduction. The optimal scheme of placement and movement of technological groups of cows and repair young animals has been determined. Variants of space-planning solutions for building a modular family farm for 26 cows have been developed. Cows, repair heifers and calves are kept in a lightweight cowshed. Cows are kept on a leash. Calves are kept loose. Young animals, after weaning from cows, are transferred to another room. From the age of 6 months, heifers and bulls are kept separately. Young animals in winter are in a lightweight room with a deep litter. Bulls older than 12 months are not grazed. They are intensively reared and fattened up to 17 months when they reach a live weight of 439 kg.

Увеличение производства мяса, молока и других продуктов животноводства было и остается одной из первоочередных задач в агропромышленном комплексе Российской Федерации. Особенно проблемным вопросом является увеличение производства мяса, прежде всего, говядины. Анализ современного состояния скотоводства Западной Сибири и Новосибирской области показывает необходимость структурной перестройки этой ведущей отрасли животноводства. В настоящее время идет перепрофилирование молочно-товарных ферм на разведение животных мясных пород. Особенно это характерно для фермерских (крестьянских) хозяйств и подворий, имеющих малопродуктивный молочный, молочно-мясной или мясомолочный скот и при этом удаленных на значительное расстояние от рынков сбыта молока. Данный процесс вполне закономерен, экономически и социально целесообразен.

Сложившаяся современная система сельского хозяйства в области свидетельствует о необходимости интенсивного развития малых форм хозяйствования, создания условий для устойчивого развития семейных ферм, способных проводить освоение сельских территорий. Реализация данного проекта способствует решению задач в рамках государственной доктрины продовольственной безопасности страны, направленной на импортозамещение основных продуктов питания, к которым относится и говядина [1].

Основной целью программы является увеличение числа семейных животноводческих ферм на базе крестьянских (фермерских) хозяйств, их дальнейшее развитие и распространение на территории всех субъектов Российской Федерации. Предоставление софинансирования из федерального бюджета субъектам Российской Федерации для развития семейных животноводческих ферм предусматривает эффективное их использование и рентабельное производство продукции скотоводства [2].

Российская особенность заключается в том, что производство говядины до 90-х гг. обеспечивалось в основном за счет скота молочных и комбинированных пород крупного рогатого скота. В настоящее время недостаточное производство говядины, прежде всего, связано со снижением поголовья дойных коров в молочном скотоводстве больше чем в 2 раза [3]. Соответственно снизилось количество бычков от молочных коров для откорма. По Сибирскому федеральному округу потребление мяса сократилось на 24 кг и составляет 40 кг в расчете на душу населения, что ниже нормы на 46 % [4]. На современном этапе проблему производства говядины можно решить единственным путем – увеличить поголовье животных специализированных мясных пород, выращиваемое по энергосберегающей технологии «корова – теленок» [5].

Однако, в России численность скота мясного направления в последние десятилетия составляла около 7 – 10 % от общего поголовья, поэтому в предстоящий период увеличение производства говядины будет осуществляться также за счет молочного скотоводства [6]. Для этого необходимо организовать выращивание и откорм молодняка по малозатратной техноло-

гии мясного скотоводства «корова – теленок» от выбракованных коров молочных пород, пригодных для воспроизводства [7]. По этой технологии не требуются капитальные помещения для зимнего содержания животных. Зимой скот содержат в помещениях облегченного типа. При организации их кормления вволю грубыми кормами и поении теплой водой с температурой 8 ...12 °С они свободно переносят на открытом воздухе температуры до -25 ...-30 °С. В летний период животные находятся на пастбище без постоянного надзора обслуживающего персонала [8]. В период отъема от матери теленок достигает массы 200 кг, после доращивания и откорма к 16 – 18-месячному возрасту – 450 – 500 кг.

Цель исследований – разработка модульной семейной фермы по производству говядины путем использования быков-производителей мясных и выранных коров молочных пород.

Объектом исследований является технология производства говядины в крестьянских (фермерских) хозяйствах. Проведен анализ и оценка проектных разработок, результатов научных исследований, нормативных актов по крестьянским хозяйствам. Основные работы проведены в колхозе им. Калинина и в совхозе «Чапаевский» Новосибирской области, а также в агрофирме «Заря» Алтайского края.

Развитие семейных животноводческих ферм на базе крестьянских хозяйств позволит увеличить производство говядины, повысить уровень жизни и занятости сельского населения в отдаленных деревнях и поселках, где отсутствует другое производство.

Первоначально семейная ферма формируется предприятием-спонсором. По мере отела коров фермеры покупают на договорных началах в ближайшем хозяйстве бычков до 5-дневного возраста, которых приучают к кормилицам. В последующие годы ремонт основного стада производится за счет телок и нетелей собственного стада. Быка-производителя меняют через два года, чтобы не допустить родственного спаривания. Полностью сформированная ферма на начало года должна иметь 175 голов крупного рогатого скота, в том числе 20 коров-кормилиц, 6 нетелей, одного быка и 148 голов молодняка разного возраста.

Общая мощность фермы – 130 голов (на мясо) с реализацией 567 ц живой массы в год.

Отличительной особенностью фермы по производству говядины с использованием коров-кормилиц молочных и комбинированных пород при сменно-групповом подсосе является то, что коровы после отела очень плохо приходят в охоту. Это объясняется тем, что у них после отела проявляется молочная доминанта и заметно угнетается функция половой системы. Коровы или не приходят в охоту, или последняя у них проходит незаметно (так называемая «тихая охота»).

Для стимулирования половых процессов и уменьшения прохолостов рекомендуется соблюдение следующих мероприятий:

1. Давать корове возможность облизывать новорожденного теленка, что ускоряет отделение последа, способствует более быстрой инволюции родополовых путей и своевременному приходу коров в охоту.

2. Кормить коров и телок согласно рационам.

3. Телок случать в возрасте 15 – 16 месяцев по достижении живой массы 340 – 360 кг. Случная кампания должна начинаться с телок, а заканчиваться коровами.

4. Время случки – апрель – июнь, т. е. наиболее благоприятное время года (отел в январе – марте).

5. Применять режимный подсос, особенно в первые три месяца после отела.

6. Организовать ежедневный мочийон коров и быка-производителя на выгульную площадку (даже в морозные и бурные дни выпускать тех коров, которые, предположительно, должны прийти в охоту).

7. Ежегодная браковка из стада 6 коров (30 %) из числа яловых, больных и низкопродуктивных с заменой их высококлассными нетелями.

Значительное влияние на формирование мясной продуктивности молодняка оказывают уровень и тип кормления. Повышенный уровень кормления (3200 – 3500 к. ед. в первые 16 – 18 месяцев) способствует увеличению основных показателей мясной продуктивности при одновременном улучшении качественных показателей говядины, параллельно с этим уменьшаются затраты корма на единицу продукции.

Кормят животных традиционными кормами (сено, солома, сенаж, концентраты), которые заготавливают сами члены бригады. Необходимо, чтобы скот постоянно был обеспечен минеральными веществами (поваренная соль, мел и др.). Сочные и концентрированные корма в зимний период раздают в стационарные кормушки внутри помещения, а грубые (сено, солома) скармливают из самокормушек на выгульно-кормовом дворе. Арбы заполняют раз в 5 – 7 дней по мере поедания. В структуре расхода кормов концентрированные занимают в среднем по ферме 28,8 %, а в период заключительного откорма их доля возрастает до 40 % от общей питательности рациона. Молодняк поят в зимнее время подогретой водой из групповых автопоилок, а коров (после отела) – из индивидуальных. У подсосных телят в секции, кроме хорошего качества сена и комбикорма, всегда должна быть вода, так как влаги, содержащейся в потребленном молоке, им не хватает.

В исследованиях сотрудников СибНИПТИЖ установлено, что наиболее эффективным при дорастивании и откорме черно-пестрых бычков является сенажный тип кормления с удельным весом концентратов до 30 – 35 % и включением в рацион грубых кормов. Свободно-выгульное содержание молодняка в облегченных помещениях требует увеличения энергетической питательности зимних рационов, по сравнению с летними, на 20 – 25 %. Это необходимо для компенсации дополнительных затрат энергии организма на поддержание гомеостаза [9]. На основе аналитических исследований малых предприятий по производству говядины разработан эскизный проект семейной фермы с применением эффективной ресурсосберегающей технологии содержания, с использованием местных строительных материалов, обеспечивающих снижение стоимости строительства.

Проект семейной фермы разработан с учетом обобщения передовой практики организации крестьянских хозяйств, научных исследований СибНИПТИЖ СФНЦА РАН, а также в соответствии с требованиями действующих общесоюзных норм технологического, строительного проектирования, ветеринарного обслуживания и других нормативных документов [10]. Они предполагают комплексное решение семейной фермы, включающее, кроме производственных объектов, жилья с хозпостройками и приусадебным участком, внедрение наиболее приемлемых для условий Сибири способов содержания животных, типа кормления, конструктивных параметров производственных зданий и элементов технологического оборудования, малогабаритной техники, а также организации труда и производства.

Семейная ферма по производству говядины представляет собой единый жилищно-производственный комплекс с площадью участка 1,8 га. При организации генерального плана принят принцип зонирования территории [11]. Выделяется жилая зона для семьи, зона хозяйственных построек и производственная (рис. 1).

В жилой зоне размещается многоквартирный дом. В хозяйственной зоне предусмотрены гараж с баней, теплица и сарай. В производственной зоне параллельно друг другу расположены коровник и здание для молодняка с примыкающими к ним выгульными дворами. Кормовая зона представлена двумя наземными траншеями размером 9 x 12 м для хранения 350 т сенажа (т.п. 811-37), площадкой для складирования прессованного сена и соломы для подстилки, складом для хранения фуражного зерна (т.п. 813-1-41.91).

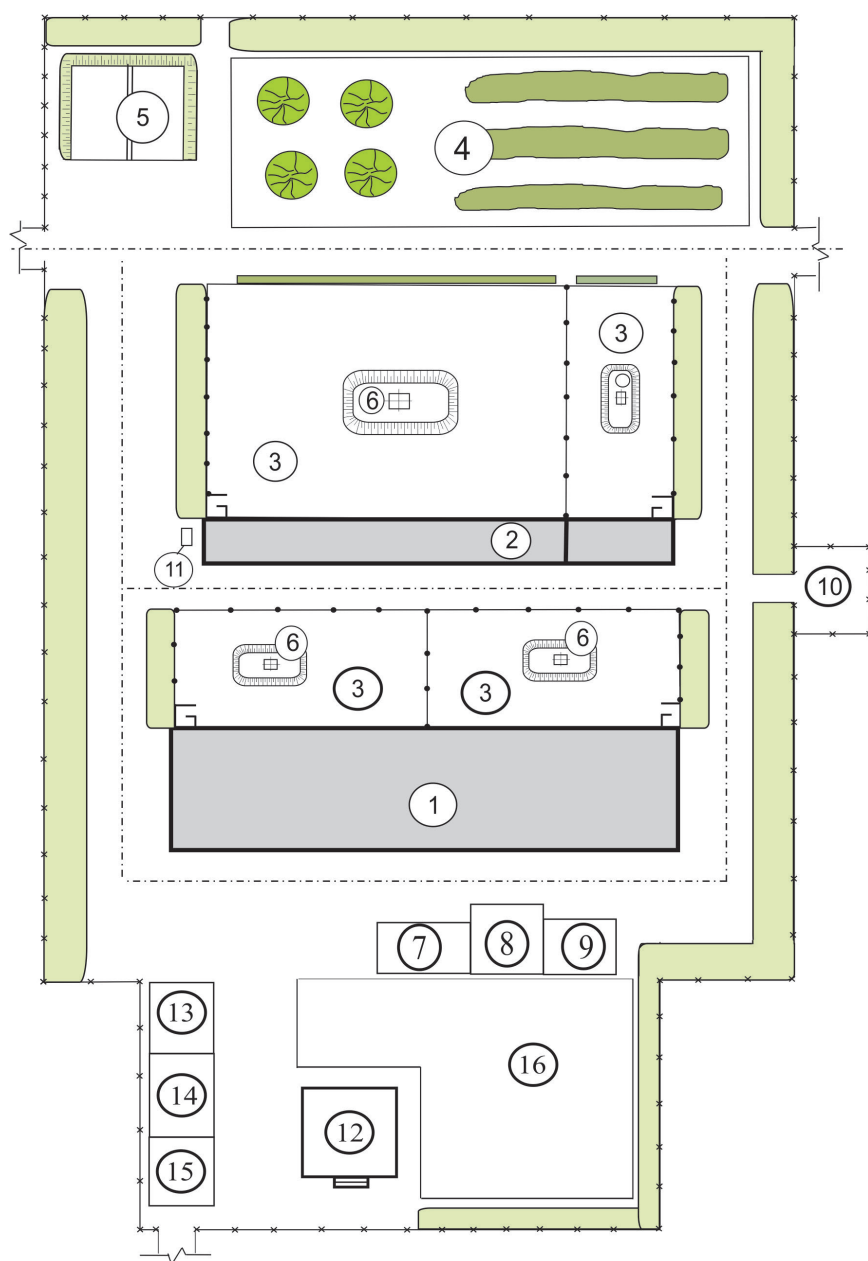


Рис. 1. Схема генерального плана семейной фермы на 26 коров
мясного направления:

The scheme of the master plan of a family farm for 26 cows
of the meat sector:

1 – здание на 26 коров с телятами на подсосе; 2 – здание для 65 бычков и 13 телочек с 8 до 17 месяцев; 3 – выгульный двор; 4 – площадка для грубых кормов и подстилки; 5 – сенажная траншея; 6 – курган; 7 – теплая стоянка для тракторов; 8 – неотапливаемое помещение для сельхозтехники; 9 – склад для хранения фуражного зерна; 10 – площадка для компостирования навоза; 11 – передвижные весы; 12 – одноквартирный жилой дом; 13 – хозяйственная постройка; 14 – баня; 15 – гараж; 16 – огород

Scheme of the master plan for a family farm for 26 cows' meat direction:

1 – building for 26 cows with suckling calves; 2 – making for 65 bulls and 13 heifers from 8 to 17 months; 3 – walking yard; 4 – area for roughage and bedding; 5 – haylage trench; 6 – mound; 7 – warm parking for tractors; 8 – unheated room for agricultural machinery; 9 – warehouse for storing feed grain; 10 – site for manure composting; 11 – mobile scales; 12 – one-apartment residential building; 13 – outbuilding; 14 – bathhouse; 15 – garage; 16 – vegetable garden

Сенажная траншея – тупиковая наземного типа с обваловкой земляным слоем толщиной 3 м для предохранения сенажа от промерзания и перегрева.

Площадка для компостирования навоза (т.п. 816-31.83.) вынесена за территорию фермы, но вплотную примыкает к ней. Обеспечение фермы водой, электроэнергией осуществляется от существующих внешних источников. На семейной ферме (таблица) выращивают 78 телят под 26 коровами маточного стада (20 коров и 6 нетелей), откармливают до 16-17-месячного возраста 65 бычков и доращивают 13 телочек, осуществляют ремонт маточного стада нетелями, выращенными на ферме (6 голов).

Основные производственно-технологические показатели модульной фермы: число работающих на ферме – 2 человека; продолжительность стойлового периода – 243 дня, пастбищного – 122; средняя сдаточная живая масса бычков – 439 кг; среднесуточный прирост телят – 600 – 850 г; ежегодная браковка коров – 30 %, замена их нетелями – из собственного стада; возраст реализации бычков на мясо – 16-17 месяцев, перевода телок в нетели – 19-20 месяцев; реализация скота на мясо в год – 78 голов; расход кормов на 1 ц прироста – 81 ц к. ед.

Коров, ремонтных телок и телят на подсосе в зимний период содержат в одном помещении, а быка-производителя и прочих молодняк – в другом [12]. Отел коров и нетелей проходит в этом же помещении в специально отгороженном деннике размером 3 х 3 м, в котором корову с теленком содержат в течение 4 – 5 дней. Необходимо 2 таких денника для коровы и телят (свой и подсадные). Коров содержат на привязи, а телят беспривязно. На время отела устанавливают круглосуточное дежурство. Молодняк после отъема от коров (в конце тура) переводят в другое помещение. К коровам начинают приучать вновь закупленных телят. Бычков не кастрируют. С 6-месячного возраста телок и бычков содержат отдельно.

Молодняк в зимнее время находится в помещении облегченного типа с глубокой подстилкой. Бычков старше 12 месяцев не выпасают, их интенсивно доращивают и откармливают до 17-месячного возраста по достижении живой массы 439 кг. Они имеют свободный доступ на выгульный кормовой двор, оборудованный ветрозащитным забором, курганом для отдыха животных. При выходе из помещения устраивают тамбур с твердым покрытием пола. Со стороны господствующих ветров оборудуется ветрозащитная преграда. Секции выгульного двора огораживаются высоким забором (3 – 3,5 м) с разрежением досок (2 см) для гашения силы ветра.

Ферму на 26 коров с замкнутым циклом производства обслуживает фермер с семьей. Все технологические процессы по обслуживанию скота выполняются в соответствии с рекомендуемой технологией.

В обязанности фермера входят работы по погрузке, транспортировке и раздаче кормов, чистке секций, кормушек, комовых и навозных проходов, смена подстилки, удаление навоза из помещения. В летний период фермер занимается выращиванием и заготовкой кормов. Численность работников на ферме в зимний период – 2 человека, а на период заготовки кормов возможно привлечение дополнительных работников. Однако механизация некоторых технологических процессов даст возможность обойтись без них. Для выпаса животных применяется электропастух.

Вложенные затраты в мясное скотоводство могут окупиться лишь через 5 – 6 лет. Рентабельность мясного скотоводства при выполнении всех технологических требований можно обеспечить на уровне 15 – 20 %, но при условии востребованности высококачественной говядины на потребительском рынке рентабельность может повыситься до 30 – 40 %.

Работы по внедрению подобных ферм проведены в колхозе им. Калинина и в совхозе «Чапаевский» Новосибирской области, а также в агрофирме «Заря» Алтайского края (рис. 2).

Оборот стада на малой ферме по производству говядины с использованием коров-кормилиц
Herd turnover at a small beef farm using cows as nurses

Половозрастная группа	Поголовье на начало года, гол.	Приход				перевод из других групп, гол.	Расход				Поголовье на конец года, гол.	Структура стада, %	Прирост		Кормодни
		приплод		покупка			перевод в другие группы, гол.	гол.	сдача на мясо						
		гол.	живая масса, ц	гол.	живая масса, ц				масса 1 гол., кг	общая масса, ц					
		гол.	живая масса, ц	гол.	живая масса, ц								гол.	масса 1 гол., кг	
Быки-производители	1	-	-	-	-	1	500	5,0	-	1	0,87	-	-	365	
Коровы-кормилицы	20	-	-	-	-	6	430	25,8	-	20	11,43	-	-	8755	
Нетели	6	-	-	-	-	6	-	-	-	6	3,43	-	-	918	
Телки старше 1 года	-	-	-	-	-	13	380	26,6	-	-	-	-	700	2120	
Телки 3 – 12 мес.	13	-	-	-	-	13	-	-	-	13	7,43	700	25,0	3572	
Телята до 3 мес	-	26	6,5	106	31,8	-	-	-	2	-	-	800	101,2	12646	
Бычки 3 – 12 мес	117	-	-	-	-	117	-	-	-	117	66,86	249,8	31232	28402	
Бычки старше 1 года	18	-	-	-	-	117	116	439,7	510	18	10,28	800	142,7	17838	
В с е г о	175	26	6,5	106	31,8	273	130	436,5	567,4	2	175	100,0	780	533,5	74616



Рис. 2. Коровы симментальской породы со своим и подсаженным теленком на пастбище (Карасукский район Новосибирской области)

Simmental cow with own and planted calf in the pasture (Karasuk district of NSO)

В этих предприятиях рентабельность колебалась от 27,0 до 69,2 %. Ускорить окупаемость можно за счет более продолжительного использования пастбищ, организации интенсивного выращивания молодняка и получения среднесуточных приростов 900 – 1200 г [2].

На ферме предполагается обязательное исполнение положений приказа Министерства сельского хозяйства РФ от 21.10.2020 № 622 «Об утверждении Ветеринарных правил содержания крупного рогатого скота в целях его воспроизводства, выращивания и реализации».

По результатам работы определены производственно-технологические показатели модульной семейной фермы, а также обоснованы основные элементы ее технологических решений: рациональный размер маточного стада; оборот стада; рационы кормления и годовая потребность в кормах; структура кормопроизводства и комплект кормозаготовительной техники; объемно-планировочные решения производственных зданий и зданий жилой зоны.

Разработанное проектно-технологическое решение модульной семейной фермы будет способствовать повышению культуры производства и решению задач в рамках государственной доктрины продовольственной безопасности страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Продовольственная безопасность – устойчивое отечественное производство* // Информационный бюллетень Министерства сельского хозяйства РФ. – 2010. – № 2. – С. 1–4.
2. *Эффективное развитие семейных животноводческих ферм мясного направления: метод. пособие* / ДонГАУ, Персиановский, 2012. – 60 с.

3. Урынбаева Г.Н., Панин В.А. Инновационные технологии в мясном скотоводстве - основа увеличения производства говядины // Вестник мясного скотоводства. – 2010. – Т. 4, № 63. – С. 7–14.
4. Межрегиональная схема размещения и специализации сельскохозяйственного производства в субъектах Российской Федерации Сибирского федерального округа / А.С. Донченко, В.К. Каличкин, Р.П. Митякова [и др.]. – Новосибирск, 2016. – 255 с.
5. Технология интенсивного животноводства / А.И. Бараников, В.Н. Приступа, Ю.А. Колосов [и др.]. – Ростов-н/Д: Феникс, 2008. – 602 с.
6. Цой Л.М., Преображенская Е.Х., Стукалов А.И. Анализ состояния рынка мяса в России. – Подольск: ВНИИМЖ, 2005. – С. 184–188.
7. Гамарник Н.Г. Создание товарных репродукторных мясных стад в хозяйстве // Сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 1998. – С. 12–17.
8. Борисов Н.В. Использование низкопродуктивных молочных коров для выращивания телят по технологии мясного скотоводства // Сб. науч. тр. / РАСХН. Сиб. отд-ние. СибНИПТИЖ. – Новосибирск, 1998. – С. 38–43.
9. Выращивание молодняка крупного рогатого скота в зданиях облегченного типа: методич. рекомендации / Х.В. Загитов, В.А. Солошенко, И.И. Клименок [и др.]. – Новосибирск, 1989. – 40 с.
10. Методические рекомендации по технологическому проектированию ферм и комплексов крупного рогатого скота. РД-АПК 1.10.01.01–18 МСХ РФ. – М., 2018.
11. Генеральные планы сельскохозяйственных предприятий. Свод правил. СП 44.13330.2011. Актуализированная редакция СНиП II-97–76* (утв. Приказом Минрегиона РФ от 27.12.2010 № 788). – М., 2011.
12. Ветеринарные правила содержания крупного рогатого скота в целях воспроизводства, выращивания, реализации, получения продуктов животноводства: приказ Минсельхоза России от 13.12.2016 № 551 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/566135217> (дата обращения: 28.07.2023)

REFERENCES

1. Informacionnyj byulleten' Ministerstva sel'skogo hozyajstva RF, 2010, No. 2, pp. 1–4.
2. Effektivnoe razvitie semejnyh zhivotnovodcheskih ferm myasnogo napravleniya (Effective Development of Family Livestock Farms in the Meat Sector), Methodological Manual, DonGAU, Persianovskij, 2012, 60 p.
3. Urynbaeva G.N., Panin V.A., *Vestnik myasnogo skotovodstva*, 2010, Vol. 4, No. 63, pp. 7–14. (In Russ.)
4. Donchenko A.S., Kalichkin V.K., Mityakova R.P. i dr., *Mezhregional'naya skhema razmeshcheniya i specializacii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v sub"ektah Rossijskoj Federacii Sibirskogo federal'nogo okruga* (Interregional Scheme of Location and Specialization of Agricultural Production in the Subjects of the Russian Federation of the Siberian Federal District), Novosibirsk, 2016, 255 p.
5. Baranikov A.I., Pristupa V.N., Kolosov Yu.A. i dr., *Tekhnologiya intensivnogo zhivotnovodstva* (Intensive Animal Husbandry Technology), Rostov-on-Don: Feniks, 2008, 602 p.
6. Coj L.M., Preobrazhenskaya E.H., Stukalov A.I., *Analiz sostoyaniya rynka myasa v Rossii* (Analysis of the state of the meat market in Russia), Podolsk: VNIIMZH, 2005, pp. 184–188.
7. Gamarnik N.G. *Sb. nauch. tr.*, RASKHN. Sib. otd-nie. SibNIPTIZH, Novosibirsk, 1998, p. 12–17.
8. Borisov N.V. *Sb. nauch. tr.*, RASKHN. Sib. otd-nie. SibNIPTIZH, Novosibirsk, 1998, p. 38–43.
9. Zagitov H.V., Soloshenko V.A., Klimenok I.I. i dr., *Vyrashchivanie molodnyaka krupnogo rogatogo skota v zdaniyah oblegchennogo tipa* (Rearing of young cattle in lightweight buildings), methodological recommendations, Novosibirsk, 1989, 40 p.
10. *Metodicheskie rekomendacii po tekhnologicheskomu proektirovaniyu ferm i kompleksov krupnogo rogatogo skota. RD-APK 1.10.01.01–18 MSKH RF* (Methodical recommendations for technological design of cattle farms and complexes. RD-APC 1.10.01.01–18 Ministry of Agriculture of the Russian Federation), Moscow, 2018.
11. *General'nye plany sel'skohozyajstvennyh predpriyatij. Svod pravil. SP 44.13330.2011. Aktualizirovannaya redakciya SNIp II-97–76** (General plans of agricultural enterprises. A set of rules. SP 44.13330.2011. Updated edition of SNIp II-97–76*), approved by the Order of the Ministry of Regional Development of the Russian Federation dated 27.12.2010 No. 788, Moscow, 2011.
12. *Veterinarnye pravila soderzhaniya krupnogo rogatogo skota v celyah vosproizvodstva, vyrashchivaniya, realizacii, polucheniya produktov zhivotnovodstva: prikaz Minsel'hoza Rossii ot 13.12.2016 № 551* (Veterinary rules for keeping cattle for the purpose of reproduction, breeding, sale, obtaining livestock products: order of the Ministry of Agriculture of Russia dated 13.12.2016 No. 551), available at: <https://docs.cntd.ru/document/566135217>

ОЦЕНКА МЕСТНО-РАЗДРАЖАЮЩЕГО И ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ ДОБАВКИ КОРМОВОЙ ЭНДОФОРС ФИТО НА ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

С.В. Малков, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник
А.С. Красноперов, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник
О.Ю. Опарина, кандидат ветеринарных наук, старший научный сотрудник
А.И. Белоусов, доктор ветеринарных наук, ведущий научный сотрудник
А.П. Порываева, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник
Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН
E-mail: marafon.86@list.ru

Ключевые слова: добавка кормовая, Эндофорс Фито, острая токсичность, хроническая токсичность, местно-раздражающее действие, живая масса, белые лабораторные крысы, кролики.

Реферат. В период импортозамещения всё чаще применяются кормовые добавки, в состав которых входят наиболее эффективные штаммы семейств спорообразующих аэробных бактерий рода *Bacillus subtilis*, способных раскрывать генетический потенциал животных. При определении местно-раздражающего действия добавки кормовой Эндофорс Фито на коже кроликов не выявили отёков и эритемы. Значения физиологических параметров оставались в норме. Закапывание на конъюнктиву исследуемого продукта также не привело к ухудшению функций слизистых оболочек глазного яблока и функционального состояния организма. Однократное скормливание добавки кормовой Эндофорс Фито в дозе, многократно превышающей рекомендованную, не привело к гибели лабораторных животных, не наблюдалось изменений в поведенческих реакциях и физиологическом состоянии, что подтвердило отсутствие её острой токсичности. По истечении 90 дней определения хронической токсичности у грызунов всех опытных групп отмечали увеличение количества эритроцитов и гемоглобина: в контрольной – на 7,2 и 8,0 %, в 1-й опытной – на 10,8 и 13,9, во 2-й опытной – на 13,3 и 11,1, в 3-й опытной – на 12,7 и 20,7 % соответственно по отношению к фоновым значениям, что подтверждало лучшую оксигенацию организма крыс опытных групп. За период наблюдений зарегистрировали повышение содержания общего белка у животных опытных групп с 57,03 до 67,30 – 69,82 г/л и у особей контрольной группы с 68,90 до 71,33 г/л по отношению к данным первичного скрининга. Противоположная направленность была отмечена в показателях щелочной фосфатазы. Активность этого фермента сократилась в контрольной группе в 3,3, а в опытных группах только в 1,7 – 1,8 раза. Сопоставимые значения биохимических показателей у крыс опытных и контрольной групп подтверждают отсутствие негативного воздействия исследуемой добавки кормовой на параметры белкового, углеводного и липидного обмена. Результаты аутопсии крыс не зарегистрировали патологических изменений в цвете, консистенции и размере внутренних органов.

EVALUATING LOCAL TOLERANCE AND TOXIC EFFECTS OF ENDOFORCE PHYTO FEED ADDITIVE BASED ON LABORATORY ANIMALS

S.V. Malkov, PhD in Veterinary Sciences, Senior Researcher
A.S. Krasnoperov, PhD in Veterinary Sciences, Senior Researcher
O.Yu. Oparina, PhD in Veterinary Sciences, Senior Researcher
A.I. Belousov, Doctor of Veterinary Sciences, Leading Researcher
A.P. Poryvaeva, Doctor of Sciences, Leading Researcher
Ural Federal Agrarian Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences
E-mail: marafon.86@list.ru

Keywords: feed additive, Endoforce Phyto, acute toxicity, chronic toxicity, local tolerance, live weight, Lewis rats, rabbits.

Abstract. During import substitution, feed additives are increasingly being used, including the most effective strains of spore-forming aerobic bacteria families of the genus *Bacillus subtilis*, capable of revealing the genetic potential of animals. No oedema and erythema were detected when determining the local tolerance of the Endoforce Phyto feed additive on the rabbit skin. The values of physiological parameters remained normal. Conjunctival instillation of the investigational product also did not lead to deterioration in the functions of the eye unit mucous membranes and the body's functional state. A single feeding of the Endoforce Phyto feed additive at a dose many times higher than the recommended one did not lead to the death of laboratory animals or changes in behavioural reactions and physiological state, which confirmed the absence of its acute toxicity. After 90 days of determining chronic toxicity in rodents of all experimental groups, an increase in the number of erythrocytes and haemoglobin was noted: in control – by 7.2 and 8.0%, in the 1st experimental group – by 10.8 and 13.9%, in the 2nd experimental one – by 13.3 and 11.1%, in the 3rd experimental one – by 12.7 and 20.7%, respectively, compared to the baseline values. This confirmed the best body oxygenation in the rats of the experimental groups. Within the follow-up period, an increase in the total protein content in the animals of the experimental groups from 57.03 g/l to 67.30-69.82 g/l and in individuals of the control one from 68.90 to 71.33 g/l compared to the primary screening data was registered. In contrast, the activity of such enzymes as alkaline phosphatase decreased in the control by 3.3 times, and in the experimental groups – only by 1.7-1.8 times. Comparable values of biochemical parameters in rats of the experimental and control groups confirm the absence of a negative impact of the studied feed additive on the parameters of protein, carbohydrate and lipid metabolism. In the results of the rat autopsy, no pathological changes in colour, consistency and size of internal organs were registered.

Важнейшими задачами интенсификации животноводческой и птицеводческих отраслей остаются повышение продуктивности и снижение конверсии корма, получение безопасной и высококачественной продукции. Выполнение этих задач зависит не только от применения сбалансированных рационов, но и от нейтрализации в их составе некрахмалистых полисахаридов, способных ухудшать перевариваемость зерновой составляющей концентрированных кормов и негативно воздействующих на кишечную микробиоту [1, 2].

Одним из эффективных способов снижения негативного воздействия на организм, повышения ферментативной активности, стабилизации микрофлоры кишечника и заболеваний желудочно-кишечного тракта является применение биопрепаратов на основе семейств спорообразующих аэробных бактерий рода *Bacillus subtilis* [2 – 8].

В связи с этим ведется целенаправленная научная работа по созданию новых кормовых добавок, в составе которых преобладают наиболее эффективные штаммы, но внедрение их в производственную практику возможно при детальном изучении безопасности на этапе доклинических экспериментальных исследований.

Цель исследований – оценить местно-раздражающее и токсическое действие новой добавки кормовой Эндофорс Фито на лабораторных животных.

Исследования проводили в период 2021 – 2022 гг. на базе отдела экологии и незаразной патологии животных Уральского научно-исследовательского ветеринарного института – структурного подразделения ФГБНУ УрФАНИЦ УрО РАН в рамках государственного задания в соответствии с программой ФНИ государственных академий наук по направлению 4.2.1.5 «Разработка технологий прижизненного управления качеством животноводческого сырья для получения высококачественных и безопасных продуктов питания».

Добавка кормовая Эндофорс Фито содержит лиофилизированные штаммы живых бактерий *Bacillus subtilis* В-5449, *Bacillus subtilis* В-1323, *Bacillus subtilis* В-3679 – $1,0 \times 10^9$ КОЕ/г. Разработчик и производитель – ООО «СХП "Нива"», Республика Крым.

Доклинические испытания добавки кормовой Эндофорс Фито – определение острой токсичности ($n = 6$), хронической токсичности ($n = 40$) – проводили на клинически здоровых самках нелинейных лабораторных крыс, половозрелых, небеременных и ранее не рожавших. Возраст крыс на начало эксперимента 8 – 9 недель, живая масса 180 – 220 г.

Экспериментальных животных содержали в одинаковых условиях с контролируемым микроклиматом согласно нормативным санитарно-гигиеническим требованиям [9 – 14].

В течение 7 дней до начала исследований грызуны проходили карантин с последующим взвешиванием на весах CAS SW-10 (Южная Корея), маркированием и формированием групп.

Для определения *местно-раздражающего действия* добавки кормовой Эндофорс Фито использовали 3 кроликов 12 – 13-недельного возраста массой 2,4 – 2,6 кг. На коже предварительно выбривали места манипуляций площадью 50 x 50 мм в виде кожного «окошка» с двух сторон туловища. После исчезновения эритемы у животных начинали эксперимент. Согласно дизайну опыта индивидуально ежедневно (в течение 10 дней) наносили на кожу кроликов суспензию испытуемой добавки кормовой в количестве 10 мл с экспозицией 4 ч на «окошко» правой стороны животного. Остатки препаративной формы смывали водой. Контролем служило «окошко» с противоположной стороны, на которое наносили дистиллированную воду.

Результаты оценивали ежедневно в балльной системе по шкале выраженности местно-раздражающего действия на кожу (табл. 1).

Таблица 1

Шкала выраженности местно-раздражающего действия на кожу
Scale of severity of local irritant action on the skin

Показатель	Значение
Образование эритемы и струпа	
нет эритемы	0
очень незаметная эритема (едва видимая)	1
ясно описываемая эритема	2
эритема от средней до тяжелой степени	3
тяжелая эритема (сильное покраснение) до незначительного образования струпа (глубокие повреждения)	4
Образование отека	
нет отека	0
очень незаметная эритема (едва видимая)	1
легкий отек (края описаны с помощью четкой припухлости)	2
средний отек (припухлость примерно 1 мм)	3
сильный отек (припухлость более 1 мм и выходит за область размещения)	4

Следующим этапом было определение раздражающего действия на слизистые оболочки, для чего использовали 3 кроликов 12 – 13-недельного возраста массой 2,4 – 2,6 кг. Для этого животным в конъюнктивальный мешок правого глаза закапывали по 2 капли суспензии раствора кормовой добавки, а в левый – по 2 капли дистиллированной воды для контроля.

Реакцию конъюнктивы регистрировали ежечасно (в течение 6 ч) с оценкой результатов по балльной шкале (табл. 2). Далее ежедневно (в течение 10 дней) оценивали эритему конъюнктивы, состояние слезного протока и склеры, наличие слезотечения и количество выделений, возможное появление кератита и блефарита, наличие светобоязни [14, 15].

Перед определением *острой токсичности* лабораторных крыс (n = 6) выдерживали на голодной диете в течение суток со свободным доступом к воде. Затем взвешивали и на основании массы тела рассчитывали количество испытуемой добавки, которую смешивали с небольшим объемом пищи и скармливали индивидуально животным 1-й группы в дозе 2000 мг/кг, а 2-й группы – 5000 мг/кг массы тела согласно методическим указаниям. Оценку состояния животных осуществляли индивидуально ежедневно на основании признаков токсичности и

их обратимости с проведением контрольных взвешиваний на 7-й и 14-й дни эксперимента. Исследования проводили в соответствии с ГОСТ 32644-2014 [16].

Таблица 2

Балльная шкала оценки реакции конъюнктивы на раздражение
Point scale for assessing the reaction of the conjunctiva to irritation

Балл	Реакция	Эффект
0	Нет	Отсутствует
2	Слабая	Слабый
4	Выраженная	Умеренный
6	Слёзотечение	Слабо выраженный
8	Наличие выделений	Выраженный
10	Отек век	Сильно выраженный

Определение *хронической токсичности* проводили в течение трёх месяцев при ежедневном включении в рацион грызунов опытных групп добавки в количестве: 1-й – 100 мг, 2-й – 150 и 3-й – 200 мг на голову. Контрольная группа добавку не получала.

Наблюдение за животными проводили ежедневно по общепринятой схеме. Ежедневно осуществляли взвешивание с целью определения прироста живой массы тела. Перед опытом, в середине опыта и по его окончании отбирали пробы крови для изучения динамики гематологических и биохимических показателей [14].

В завершение проведенных опытов осуществляли эвтаназию грызунов, вскрытие и макроскопическую оценку внутренних органов с последующим взвешиванием и проведением расчетов массовых коэффициентов.

Гематологические исследования включали определение количества эритроцитов, лейкоцитов, концентрации гемоглобина. Для подсчета клеток крови и измерения гемоглобина использовали автоматический ветеринарный гематологический анализатор Abacus Junior Vet фирмы Diatron (Австрия) с использованием стандартных реактивов фирмы Diatron (Австрия); лейкоцитарную формулу подсчитывали в мазках крови, окрашенных по Романовскому-Гимза. Учет результатов проводили визуально на микроскопе Olympus BX 43 (Olympus, Япония).

Исходя из полученных данных гемограммы крови рассчитывали интегральные лейкоцитарные индексы как более чувствительные маркеры возможной интоксикации и воспалительного процесса в организме: лимфоцитарный индекс (ЛИ); лейкоцитарный индекс интоксикации по Я.Я. Кальф-Калифу (ЛИИ в упрощённой модификации 1950 г.); ядерный индекс по Г.Д. Даштаянцу (ЯИ); индекс сдвига лейкоцитов крови (ИСЛ); кровно-клеточный показатель (ККП); индекс Кребса (ИК) [17 – 20].

Биохимические исследования сыворотки крови проводили с использованием диагностических достижений в клинической биохимии с применением кинетических, колориметрических и турбиметрических методов. Лабораторное оборудование: автоматический биохимический анализатор Chem Well-2910 Combi фирмы Awaveness Technology (USA) с использованием стандартных наборов реактивов фирм Vital Diagnostics Spb (Россия), DIALAB GmbH (Австрия). Достоверность выполнения измерений подтверждена контрольными материалами, рекомендованными производителями реактивов.

В качестве объективных показателей токсического действия использовали специфические биохимические маркеры в сыворотке крови: определяли активность аспаратаминотрансферазы (АСТ), что позволяет выявить органоспецифическое токсическое действие на печень, почки и сердце; содержание мочевины и креатинина как показателей функции почек; уровень глюкозы как маркера состояния поджелудочной железы; активность щелочной фосфатазы как мар-

кера для диагностики заболеваний костной системы, печени, желчевыводящих путей и почек и содержание общего белка для определения состояния белкового обмена.

Статистический анализ данных проведен с помощью программы IBM SPSS Statistics.

При анализе полученных результатов по определению *местно-раздражающего действия* добавки Эндофорс Фито на кроликах не регистрировали раздражения кожного покрова (табл. 3).

Таблица 3

Результаты оценки местно-раздражающего действия добавки кормовой Эндофорс Фито
The results of the assessment of the local irritating effect of the feed additive Endoforce Phyto

Номер животного	Раздражение кожи	Время наблюдения, дни									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Эритема и струп	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Образование отека	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	Эритема и струп	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Образование отека	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	Эритема и струп	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Образование отека	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

При индивидуальном ежедневном нанесении на кожу кроликов испытуемой добавки кормовой не было установлено проявления отёков и эритемы. Процедура закапывания на конъюнктиву исследуемого продукта также не привела к изменению слизистых оболочек глаз. За весь период наблюдений не отмечали изменений средних числовых значений физиологических параметров клинического состояния. Показатели температуры тела, частота пульса и количество дыхательных движений оставались в пределах нормативов здоровых животных. Следовательно, новая добавка кормовая Эндофорс Фито не обладает местно-раздражающим действием.

При определении *острой токсичности* в первые 4 ч после введения добавки и в последующие 14 суток не было установлено видимых признаков отравления независимо от количества добавки (2000 и 5000 мг/кг). Гибели грызунов не наблюдали, отсутствовали изменения потребления корма и воды, цвета видимых слизистых оболочек, реакции на внешние раздражители.

Живая масса тела лабораторных животных на 7-е и 14-е сутки увеличилась в 1-й группе на 4,2 и 8,5 %, а во 2-й группе – на 3,8 и 6,9 % соответственно по отношению к первичному скринингу, что согласовывалось с нормами развития грызунов. При аутопсии исследуемых животных, независимо от количества введенной добавки, не было зарегистрировано патологических изменений в цвете, консистенции и размере внутренних органов.

Определением *хронической токсичности* не выявлено существенных этологических, физиологических и метаболических изменений в организме независимо от дозы введения добавки.

По окончании трех месяцев наблюдений отмечали некоторые изменения гематологических показателей крови. У животных всех групп увеличилось количество эритроцитов и гемоглобина: в контрольной на 7,2 и 8,0 %, в 1-й опытной – на 10,8 и 13,9, во 2-й опытной – на 13,3 и 11,1, в 3-й опытной – на 12,7 и 20,7 % соответственно по отношению к фоновым значениям, что указывало на лучшую оксигенацию организма грызунов опытных групп. Зарегистрированные незначительные локомции относительного эритроцитоза у крыс могут служить одним из признаков адаптивного механизма частичного нарушения дыхания и незначительной дегидратации организма.

Во всех группах выявили несущественное повышение уровня гематокрита и количества тромбоцитов, что явилось признаком физиологической «подстройки» организма лабораторных крыс с включением компенсаторных механизмов сохранения равновесия внутренних процессов здорового организма.

Анализом вариаций абсолютных значений пулов лейкоцитов и лимфоцитов в крови экспериментальных и контрольных животных не было установлено статистически значимых отличий, выходящих за пределы нормативных значений, что свидетельствовало об отсутствии в организме особей опытных групп воспалительных и аллергических реакций при воздействии исследуемой добавки кормовой Эндофорс Фито.

Исследование фоновых значений основных биохимических параметров крови лабораторных крыс не показало статистически значимых изменений особей контрольной и опытных групп. Динамика вариаций показателей биохимического профиля за весь период наблюдений соответствовала возрастным критериям здоровых животных. За период наблюдений выявили симметричное повышение содержания общего белка у крыс опытных и контрольной групп с 57,03 до 67,30 – 69,82 и с 68,90 до 71,33 г/л соответственно по отношению к данным первичного скрининга. Противоположную направленность установили в исследованиях щелочной фосфатазы. Активность данного фермента в сыворотке крови грызунов перед опытом регистрировали на уровне $318,33 \pm 45,40$ Ед/л, а через 3 месяца наблюдений значения щелочной фосфатазы у крыс контрольной группы составляли $97,50 \pm 13,58$, а у крыс опытных групп – от $174,25 \pm 11,95$ до $190,63 \pm 18,01$ Ед/л. На протяжении всего периода изучения хронической токсичности определяли группу константных биохимических параметров: глюкоза, холестерин, креатинин и мочевины, которые не выходили за пределы референсных величин. Сопоставимые значения указанных показателей у крыс опытных и контрольной групп подтверждают отсутствие негативного воздействия исследуемой добавки на параметры белкового, углеводного и липидного обмена. Таким образом, трехкратный биохимический скрининг показывает, что скармливание добавки кормовой Эндофорс Фито лабораторным животным является биологически безопасным.

По завершении исследовательского периода животных подвергли эвтаназии с анализом дизайна патолого-анатомического вскрытия. Видимых изменений во внутренних органах не регистрировали. Отсутствие негативного эффекта также подтверждается рассчитанными массовыми коэффициентами внутренних органов белых крыс (табл. 4).

Таблица 4

Массовые коэффициенты внутренних органов крыс при изучении хронической токсичности добавки кормовой Эндофорс Фито

Mass coefficients of the internal organs of rats in the study of chronic toxicity of the feed additive Endoforce Phyto

Группа	Масса животных, г	Массовые коэффициенты внутренних органов				
		Сердце	Легкое	Печень	Почки	Селезенка
Контрольная (n=10)	0,38±0,01	0,53±0,02	4,64±0,32	0,70±0,01	0,22±0,01	0,38±0,01
1-я опытная (n=10) – 100 мг/гол.	0,36±0,02	0,68±0,10	4,02±0,13	0,64±0,01	0,17±0,01	0,36±0,02
2-я опытная (n=10) – 150 мг/гол.	0,36±0,01	0,65±0,08	4,15±0,10	0,65±0,03	0,20±0,01	0,36±0,01
3-я опытная (n=10) – 200 мг/гол.	0,38±0,03	0,66±0,05	5,07±0,05	0,72±0,06	0,24±0,02	0,38±0,03

При анализе динамики набора живой массы тела грызунов выявлено, что к концу эксперимента она была несколько выше у животных опытных групп, однако эта разница статистически не значима (рис. 1).

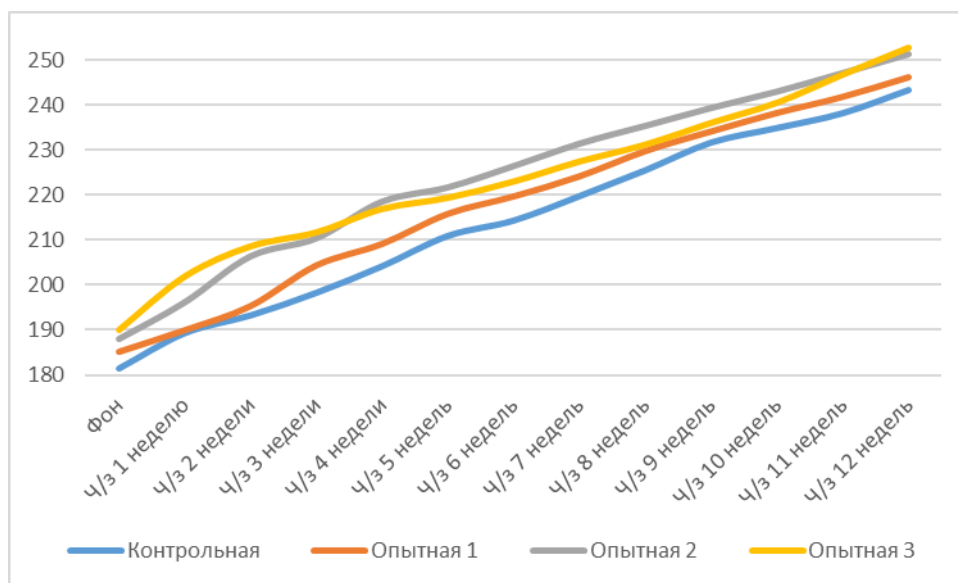


Рис. 1. Живая масса крыс при изучении хронической токсичности добавки кормовой Эндофорс Фито
Live weight of rats in the study of chronic toxicity of feed additive Endoforce Phyto

Подтверждением отсутствия токсичности исследуемой добавки кормовой Эндофорс Фито послужило определение индексов интоксикации (рис. 2).

Исследования хронической токсичности добавки кормовой Эндофорс Фито в течение трехмесячного периода не выявили изменений в лейкоцитарной формуле лабораторных крыс всех групп, характерных для картины воспалительного процесса. При расчете показателей индекса ЛИИ (Я.Я. Кальф-Калифа), отражающего процессы тканевой дегенерации и уровня эндогенной интоксикации, зарегистрировали минимальные увеличения уровня нейтрофильных лейкоцитов при соразмерном сокращении лимфоцитов, моноцитов, эозинофилов как в интактной, так и в опытных группах. Были зарегистрированы незначительные вариации значений ЛИИ, ЯИ и ЛИ, которые также не могут свидетельствовать о наличии острого или хронического воспаления и интоксикации. Изменения этих дефляторов в опытных группах лабораторных животных были тождественны таковым у контрольных особей.

На протяжении всего периода наблюдений не регистрировали существенных изменений в синтезе пулов гранулоцитов и агранулоцитов, что подтверждалось расчетами значений ИСЛ, ККП и ИК в группах грызунов с применением и без применения тестируемой добавки кормовой. Данные локомоции подтверждают отсутствие в организме интоксикационных и воспалительных процессов.

Таким образом, по результатам оценки физиологического состояния животных, реакции на внешние раздражители, параметров системы крови, подсчета интегральных индексов и морфометрической картины внутренних органов установлено, что добавка кормовая Эндофорс Фито не вызывала негативных изменений общего состояния животных по сравнению с контрольными особями.

Добавка кормовая Эндофорс Фито не обладает токсигенными свойствами, относится к IV классу опасности «вещества малоопасные» по ГОСТ 12.1.007-76 и может быть рекомендована для клинических испытаний на сельскохозяйственных животных.



Рис. 2. Индексы интоксикации при изучении хронической токсичности добавки кормовой Эндофорс Фито
Indexes of intoxication in the study of chronic toxicity of feed additive Endoforce Phyto

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Донник И.М., Шкуратова И.А. Молекулярно-генетические и иммунно-биохимические маркеры оценки здоровья сельскохозяйственных животных // Вестник Российской академии наук. – 2017. – Т. 87, № 4. – С. 362–366.
2. Улитко В.Е., Лифанова С.П., Ерисанова О.Е. Повышение стрессоустойчивости коров, их продуктивности и пищевой ценности молока при использовании в рационах антиоксидантных добавок // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 2 (46). – С. 197–200.
3. Акчурина С.В. Оценка функционального состояния клеток железистого желудка цыплят при кишечных инфекциях // Актуальные вопросы ветеринарной биологии. – 2013. – № 2 (18). – С. 13–16.
4. Влияние аминокислотного комплекса «ВИТААМИН» на биохимические показатели крови мышей / Ш.Р. Зялалов, М.А. Ильинская, Н.В. Шаронина [и др.] // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины им. Н.Э. Баумана. – 2021. – Т. 246, № 2. – С. 88–93.
5. Споровые пробиотики / И.Г. Осипова, Н.А. Михайлова, И.Б. Сорокулова [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. – 2003. – № 3. – С. 113–119.
6. Похиленко В.Д., Перелыгин В.В. Пробиотики на основе спорообразующих бактерий и их безопасность // Химическая и биологическая безопасность. – 2007. – № 32-33 (2-3). – С. 20–41.
7. Повышение качества молока путём скармливания активированных кремнийсодержащих добавок / Ю.А. Романова, И.М. Дежаткин, С.В. Дежаткина [и др.] // Проблемы и пути развития ветеринарной и зоотехнической наук: материалы Междунар. науч.-практ. конф. обучающихся, аспирантов и молодых ученых. – Саратов, 2021. – С. 762–768.
8. Биопрепараты микробного происхождения в птицеводстве / Н.В. Феоктистова, А.М. Марданова, М.Т. Лутфуллин [и др.] // Ученые записки Казанского университета: Серия: Естественные науки. – 2018. – Т. 160 – С. 395–418.
9. ГОСТ 33215-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила оборудования помещений и организации процедур. – М., 2014.
10. ГОСТ 33216-2014 Руководство по содержанию и уходу за лабораторными животными. Правила содержания и ухода за лабораторными грызунами и кроликами. – М., 2014.
11. ГОСТ 34566-2019 Комбикорма полнорационные для лабораторных животных. Технические условия. – М., 2019.
12. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. Общие требования к организации и методам контроля качества. – М., 1998.
13. Методические рекомендации по содержанию лабораторных животных в вивариях научно-исследовательских институтов и учебных заведений. РД-АПК 3.10.07.02-09. – М., 2009. – 29 с.
14. Миронов А.Н. Руководство по проведению доклинических исследований лекарственных средств. – М.: Гриф и К, 2012. – Ч.1. – 944 с.
15. Chan P.K., Hayes A.W. Acute toxicity and eye irritancy. Principles and methods of toxicology. Third Edition. – Raven Press, Ltd., New York, USA, 1994. Chap. 16.
16. ГОСТ 32644-2014 Методы испытания по воздействию химической продукции на организм человека. Острая пероральная токсичность – метод определения класса острой токсичности. – М., 2014.
17. Ломако В.В. Влияние разных режимов охлаждения (краниocereбральной и иммерсионной гипотермии, поверхностных ритмических и экстремальных холодовых воздействий) на лейкоцитарные показатели крови крыс // Проблемы криобиологии и криомедицины. – 2018. – № 28 (4). – С. 293–310.
18. Островский В.К., Мащенко А.В., Янголенко Д.В. Показатели крови и лейкоцитарного индекса интоксикации в оценке тяжести и определении прогноза при воспалительных, гнойных и гнойно-деструктивных заболеваниях // Клиническая лабораторная диагностика. – 2006. – № 6. – С. 128–132.
19. Сидельникова В.И., Черницкий А.Е., Рецкий М.И. Эндогенная интоксикация и воспаление: последовательность реакций и информативность маркеров (обзор) // Сельскохозяйственная биология. – 2015. – Т. 50, №2. – С. 152–161.
20. Сипливый В.А., Конь Е.В., Евтушенко Д.В. Использование лейкоцитарных индексов для прогнозирования исхода перитонита // Клінічна хірургія. – 2009. – № 9. – С. 21–26.

REFERENCES

1. Donnik I.M., Shkuratova I.A., *Vestnik Rossiiskoi akademii nauk*, 2017, Vol. 87, No. 4, pp. 362–366. (In Russ.)
2. Ulit'ko V.E., Lifanova S.P., Erisanova O.E., *Vestnik Ul'yanovskoi gosudarstvennoi sel'skokhozyaistvennoi akademii*, 2019, No. 2 (46), pp. 197–200. (In Russ.)
3. Akchurin S.V., *Aktual'nye voprosy veterinarnoi biologii*, 2013, No. 2 (18), pp. 13–16. (In Russ.)
4. Zyalalov Sh.R., Il'inskaya M.A., Sharonina N.V., Dezhatkina S.V., Mukhitov A.Z., *Uchenye zapiski Kazanskoi gosudarstvennoi akademii veterinarnoi meditsiny im. N.E. Bauman*, 2021, Vol. 246, No. 2, pp. 88–93. (In Russ.)
5. Osipova I.G., Mikhailova N.A., Sorokulova I.B., Vasil'eva E.A., Gaiderov A.A., *Zhurnal mikrobiologii, epidemiologii i immunologii*, 2003, No. 3, pp. 113–119. (In Russ.)
6. Pokhilenko V.D., Pereygin V.V., *Khimicheskaya i biologicheskaya bezopasnost'*, 2007, No. 32-33 (2-3), pp. 20–41. (In Russ.)
7. Romanova Yu.A., Dezhatkin I.M., Dezhatkina S.V., Akhmetova V.V., *Problemy i puti razvitiya veterinarnoi i zootekhnicheskoi nauk* (Problems and ways of development of veterinary and zootechnical sciences), International scientific-practical conference of students, graduate students and young scientists, Conference materials, Saratov, 2021, pp. 762–768. (In Russ.)
8. Feoktistova N.V., Mardanova A.M., Lutfullin M.T., Bogomol'naya L.M., Sharipova M.R., *Uchenye zapiski Kazanskogo universiteta. Seriya Estestvennye nauki*, 2018, Vol. 160, pp. 395–418. (In Russ.)
9. *GOST 33215-2014 Rukovodstvo po sodержaniyu i ukhodu za laboratornymi zhivotnymi. Pravila oborudovaniya pomeshchenii i organizatsii protsedur* (Guidelines for the maintenance and care of laboratory animals. Rules for equipping premises and organizing procedures), Moscow, 2014.
10. *GOST 33216-2014 Rukovodstvo po sodержaniyu i ukhodu za laboratornymi zhivotnymi. Pravila sodержaniya i ukhoda za laboratornymi gryzunami i krolikami* (Guidelines for the maintenance and care of laboratory animals. Rules for the maintenance and care of laboratory rodents and rabbits), Moscow, 2014.
11. *GOST 34566-2019 Kombikorma polnoratsionnye dlya laboratornykh zhivotnykh. Tekhnicheskie usloviya* (Complete feed for laboratory animals. Specifications), Moscow, 2014.
12. *GOST R 51232-98 Voda pit'evaya. Obshchie trebovaniya k organizatsii i metodam kontrolya kachestva* (Drinking water. General requirements for the organization and methods of quality control), Moscow, 2014.
13. *Metodicheskie rekomendatsii po sodержaniyu laboratornykh zhivotnykh v vivariyakh nauchno-issledovatel'skikh institutov i uchebnykh zavedenii* (Guidelines for keeping laboratory animals in vivariums of research institutes and educational institutions), Moscow, 2009, 29 p.
14. Mironov A.N., *Rukovodstvo po provedeniyu doklinicheskikh issledovaniy lekarstvennykh sredstv* (Guidelines for conducting preclinical studies of medicinal products), Moscow: Grif i K, 2012, 944 p. (In Russ.)
15. Chan P.K., Hayes A.W., *Acute toxicity and eye irritancy. Principles and methods of toxicology*, Raven Press, Ltd., New York, USA, 1994, Chap. 16.
16. *GOST 32644-2014 Metody ispytaniya po vozdeistviyu khimicheskoi produktsii na organizm cheloveka* (Test methods for the effects of chemical products on the human body), Moscow, 2014.
17. Lomako V.V., *Problemy kriobiologii i kriomeditsiny*, 2018, No. 28 (4), pp. 293–310. (In Russ.)
18. Ostrovskii V.K., Mashchenko A.V., Yangolenko D.V., *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2006, No. 6, pp. 128–132. (In Russ.)
19. Sidel'nikova V.I., Chernitskii A.E., Retskii M.I., *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya*, 2015, Vol. 50, No. 2, pp. 152–161. (In Russ.)
20. Sipliviy V.A., Kon' E.V., Evtushenko D.V., *Klinichna khirurgiya*, 2009, No. 9, pp. 21–26. (In Russ.)

УДК 636.4

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-61-70

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ФЕРМЕНТА С ФИТАЗНОЙ АКТИВНОСТЬЮ НА ОТКОРМЕ МОЛОДНЯКА СВИНЕЙ

Л.Р. Михайлова, ассистент

А.Ю. Лаврентьев, доктор сельскохозяйственных наук

Чувашский государственный аграрный университет

E-mail: Lmikhaylova01@mail.ru

Ключевые слова: фермент, фитаза, комбикорма, живая масса, индексы телосложения, затраты кормов, молодняк свиней.

Реферат. Полноценное кормление является одним из решающих факторов для достижения высокой продуктивности животных. Немаловажная задача современного свиноводства заключается в снижении затрат за счет повышения усвояемости организмом животного переваренных питательных веществ корма. Одним из значимых способов, которые необходимы для решения поставленной задачи, можно считать дополнительное включение в состав комбикормов для сельскохозяйственных животных биологически активных веществ, а именно, современных ферментных препаратов нового поколения. Животный организм нуждается в них для увеличения переваримости питательных веществ, поступающих с кормом. Цель нашего исследования – изучить влияние ферментного препарата Feedbest P5000 GT в составе комбикормов на рост, развитие и затраты кормов откармливаемого молодняка свиней. Для того чтобы достичь этой цели, проводился научно-хозяйственный опыт на молодняке свиней крупной белой породы в возрасте от 60 до 210 суток. Для эксперимента были сформированы 4 группы молодняка свиней по 12 голов в каждой по принципу групп-аналогов с учетом породы, пола, возраста, живой массы. Содержание животных групповое. Для определения влияния препарата Feedbest P5000 GT на рост и развитие откармливаемого молодняка свиней проводили взвешивания каждые 30 дней и снимали промеры животных, в дополнение учитывали потребление комбикорма и остатки на последующие сутки. Использование ферментного препарата Feedbest P5000 GT в комбикормах позволило повысить среднесуточный прирост живой массы молодняка свиней опытных групп на 4,8; 9,3 и 6,8 % и снизить затраты корма на 4,7; 8,6 и 6,5 % соответственно по сравнению с молодняком контрольной группы. Лучшие показатели были выявлены у животных 2-й подопытной группы, где в состав комбикормов дополнительно был введен изучаемый ферментный препарат в количестве 90 г/т.

USE OF AN ENZYME WITH PHYTASE ACTIVITY IN FATTING YOUNG PIGS

L.R. Mikhailova, Assistant

A.Yu. Lavrentiev, Doctor of Agricultural Sciences

Chuvash State Agrarian University

E-mail: Lmikhaylova01@mail.ru

Keywords: enzyme, phytase, feed, live weight, body indexes, feed costs, young pigs.

Abstract. Complete feeding is one of the decisive factors for achieving high animal productivity. Therefore, an essential task of modern pig breeding is to reduce costs by increasing the digestibility of digested feed nutrients by the animal's body. One of the significant ways necessary to solve the problem can be the additional inclusion of biologically active substances in the compound feed for farm animals, namely, modern enzyme preparations of a new generation. The animal organism needs them to increase the digestibility of nutrients supplied with food. Our study aims to study the effect of the Feedbest P5000 GT enzyme preparation as part of compound feed on the growth, development and feed costs of fattening young pigs. A scientific and economic experiment was conducted on young pigs of a large white breed aged 60 to 210 days to achieve this goal. For the investigation, four groups of young pigs, 12 heads each, were formed according to the principle of

analogue groups, taking into account breed, sex, age, and live weight. They were keeping the animal group. The authors weighed every 30 days and took measurements of the animals. In addition, they considered the consumption of feed and leftovers for the next day to determine the effect of Feedbest P5000 GT on the growth and development of fattening young pigs. The use of the Feedbest P5000 GT enzyme preparation in compound feeds made it possible to increase the average daily gain in live weight of young pigs of the experimental groups by 4.8, 9.3 and 6.8% and reduce feed costs by 4.7, 8.6 and 6.5% compared to with the young of the control group. The best indicators were found in the animals of the 2nd experimental group, where the studied enzyme preparation was additionally introduced into the feed composition in the amount of 90 g/t.

В решении продовольственной проблемы в Российской Федерации немаловажную роль играет производство свинины. Большое внимание при этом уделяется повышению продуктивности откармливаемого молодняка свиней, для чего в дополнение к основному рациону молодняка свиней используются различные кормовые добавки и биологически активные вещества (БАВ), которые влияют на переваримость и усвояемость питательных веществ [1 – 3]. Исследования многих ученых показывают, что треть органических веществ, поступающих из корма, как правило, не усваивается организмом животного. В связи с этим отечественное свиноводство на сегодняшний день ставит как одну из задач уменьшение убытков за счет повышения усвояемости кормов и комбикормов, а также усвоения организмом всех переваримых питательных веществ [4 – 6].

Для реализации генетического потенциала современных и местных пород свиней необходимо изготавливать комбикорм высокого качества. На данный момент показатель генетического потенциала животных превосходит уровень кормления; иначе говоря, совершенствуя технологию кормления свиней, можно быстро повысить экономические показатели производства свинины.

Сегодня развитие свиноводства невозможно без освоения и внедрения новых современных технологий, использования в кормлении качественных кормов и подготовки квалифицированных кадров.

Устойчивая кормовая база является необходимым условием развития свиноводства – отрасли, которая в основном обеспечивает современный продовольственный рынок страны мясом и мясной продукцией [7].

Некоторые производители комбикормовой продукции используют в своих рецептах импортные кормовые добавки, которые являются в достаточной степени качественными, но относительно дорогими. В связи с этим интенсивное развитие свиноводства нуждается не только в обеспечении полноценного сбалансированного кормления для достижения высоких продуктивных показателей по производству свинины по всем физиологическим группам свиней, но и в поиске альтернативных решений по замене импортных кормовых добавок собственными разработанными [7, 8].

Содержание и выращивание свиней может быть интенсивным и прибыльным только на основе стабильной кормовой базы и при наличии достаточного количества и разнообразия концентрированных кормов [9].

В современном мире развитие и усиление роста отрасли свиноводства возможно только в случае рационального использования именно концентрированных кормов, поскольку зерновой состав рациона является основным источником энергии и может занимать 90 – 95 % в структуре кормления свиней. Полнорационные комбикорма содержат необходимое количество питательных веществ и БАВ, а обогащение этих комбикормов ферментными препаратами будет способствовать лучшему их перевариванию, что приведет к повышению усвояемости и тем самым увеличению продуктивности молодняка свиней [10, 11].

Сбалансированное кормление означает обеспечение организма животного полноценными белками, жирами, углеводами, минеральными веществами и витаминами. Поступившие пита-

тельные вещества проходят в организме сложные этапы, такие как всасывание, транспортировка продуктов гидролиза и ресинтеза в тканях, синтез белков, жиров и углеводов в печени и их использование клетками.

Факторы питания, которые являются одним из наиболее важных факторов окружающей среды, оказывают немаловажное влияние на животный организм, включая иммунную систему. Понижение иммунного статуса и неспецифической резистентности организма может указывать на качественную неполноценность рациона несмотря на сбалансированное соотношение питательных веществ в корме и достаточное количество энергии. Выделяют три фактора неправильного кормления – голод, недостаточное кормление и избыточное кормление. Они могут оказывать прямое влияние на состояние иммунной системы организма. Несбалансированное по питательным веществам кормление может привести к негативным последствиям для нервной и иммунной системы в виде слабых, средних и сильных стрессоров [12].

Пищеварительная система свиней имеет однокамерный желудок, где не имеется достаточного количества ферментов, расщепляющих такие элементы, как целлюлоза, гемицеллюлоза, лигнин, пектин, фитаты, а также другие высокомолекулярные соединения. Ферментные препараты особенно эффективны для животных с однокамерным желудком при кормлении и выращивании молодняка этих животных, а также при расстройствах в желудочно-кишечном тракте животных ферментативных реакций или при избыточном количестве трудногидролизуемых, подавляющих или задерживающих усвоение веществ в корме [13, 14].

Расщепление фитатов в растениях происходит под действием фермента фитазы, который обеспечивает фосфором многие биохимические реакции. Между тем растительная фитаза активна только во время прорастания семян, и, попадая в организм животных с растительным кормом, она значительно снижает свою эффективность [15].

Содержащийся в растительных кормах фитатный фосфор усваивается в организме свиней на уровне до 30 %, а его оставшаяся часть выделяется и может загрязнять окружающую среду, что, в свою очередь, является важной экологической проблемой. Добавление неорганического фосфора и других минеральных добавок в рационы сельскохозяйственных животных только усугубляет ситуацию. Таким образом, желательно использовать в кормлении молодняка свиней фермент фитазу, который способствует расщеплению фитатного фосфора, что позволяет повысить усвояемость фосфора, кальция, микроэлементов и протеина [15 – 17].

В связи с этим одним из основных развивающихся технологических направлений откорма молодняка свиней является дополнительное применение ферментных препаратов в составе комбикормов, дающих возможность снизить стоимость кормов и улучшить их усвояемость организмом животных [8, 18].

Целью нашего исследования является изучение влияния ферментного препарата Feedbest P5000 GT в составе комбикормов на рост, развитие и затраты кормов молодняка свиней на откорме.

Научно-хозяйственный опыт проводился на молодняке свиней крупной белой породы в возрасте от 61 до 210 суток. Продолжительность опыта составила 150 суток. Для опыта сформировали 4 группы молодняка свиней по 12 голов в каждой по принципу групп-аналогов. Молодняк свиней во всех группах находился в аналогичных условиях кормления и содержания. Кормление животных в ходе опыта осуществлялось два раза в день согласно графику, принятому в хозяйстве на день проведения исследования. Содержание подопытных животных – групповое.

Молодняку контрольной группы скармливался основной рацион (комбикорм), который применялся в хозяйстве. Комбикорм приготовлен из собственных кормов хозяйства и дополнительно к основному хозяйственному рациону откармливаемый молодняк свиней 1-й опытной

группы получал ферментный препарат Feedbest P5000 GT в количестве 60 г/т, 2-й – 90, а 3-й – 120 г/т согласно схеме опыта.

Рост и развитие являются индивидуальными количественными и качественными показателями онтогенеза любого живого организма в целом. Чтобы установить влияние ферментного препарата на рост молодняка свиней, ежемесячно проводили индивидуальные контрольные взвешивания на электронных платформенных весах ВСП4-1000.2. Данные, полученные в ходе взвешиваний, применяли для вычисления абсолютного, среднесуточного и относительного приростов массы тела. Для оценки развития подопытных свиней были взяты экстерьерные промеры в контрольной и трех опытных группах, которые дают представление о качественном выражении статей тела животных. На их основе были рассчитаны индексы телосложения.

В любой отрасли животноводства показателем, указывающим на эффективность использования комбикорма и кормовых добавок, являются затраты кормов на 1 кг прироста. Для вычисления этого показателя проводили ежедекадный учет заданного комбикорма и его остатка на следующий день: утром чистили все кормушки и задавали комбикорм строго после взвешивания 2 раза в сутки, на следующее утро собирали остатки и взвешивали. По разнице массы комбикорма, заданного за сутки, и их остаткам определяли количество съеденного комбикорма.

В ходе научно-хозяйственного опыта в комбикорма опытных групп молодняка свиней дополнительно был введен высокотермостабильный ферментный препарат Feedbest P5000 GT. Производителем ферментного препарата является ООО ПО «Сиббиофарм» (г. Бердск, Новосибирская область).

Смешивание кормов и кормовых добавок производилось на вертикальном кормосмесителе марки ССК-5-Ф, с помощью которого изготавливался сбалансированный комбикорм по собственной рецептуре для молодняка свиней в соответствии с детализированными нормами кормления.

В рацион молодняка свиней входили концентрированные корма, состоящие из смеси ячменя, пшеницы, гороха, кукурузы, жмыха подсолнечного, отрубей пшеничных, мясо-костной муки, премикса и поваренной соли %:

Компоненты, %	
Ячмень	52
Горох	9,6
Пшеница	9,3
Кукуруза	9,3
Жмых подсолнечный	8
Мясо-костная мука	3,3
Отруби пшеничные	7
Соль поваренная	0,5
Премикс	1
В 1 кг содержится:	
ЭКЕ	1,27
ОЭ, мДж	12,67
Сухого вещества, кг	0,87
Сырого протеина, г	184,66
Переваримого протеина, г	150,77
Лизина, г	7,18
Метионина+цистина, г	4,19

Сырой клетчатки, г	42,40
Кальция, г	9,01
Фосфора, г	8,30
Железа, мг	70,60
Цинка, мг	49,82
Йода, мг	0,25
Меди, мг	11,11
Марганца, мг	40,09
Кобальта, мг	1,04
Витаминов:	
А, тыс. МЕ	2,23
D, тыс. МЕ	0,41
Е, мг	24,98
V ₁ , мг	2,51
V ₂ , мг	2,76
V ₃ , мг	12,22
V ₄ , мг	0,93
V ₅ , мг	70,53
V ₁₂ , мг	20,18

Таблица 1

Динамика прироста живой массы и среднесуточного прироста подопытных животных (в среднем на 1 голову по группам) за период опыта
Dynamics of live weight gain and average daily gain of experimental animals (average per head per group) for the period of experience

Показатель	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
1	2	3	4	5
Средняя живая масса 1 головы, кг				
в начале опыта	17,36±0,21	17,31±0,20	17,39±0,21	17,27±0,17
в конце опыта	119,11±1,49	124,0±1,20*	128,60±1,36**	126,0±1,69**
Возраст достижения 100 кг, сут	181	176	172	174
Абсолютный прирост живой массы 1 головы, кг	101,75	106,70	111,21	108,74
1	2	3	4	5
Относительный прирост 1 головы, %	586,12	616,35	639,51	629,59
Среднесуточный прирост за период опыта, г	678,33±9,17	711,3±7,26**	741,42±8,31***	724,91±10,74**
% к контролю	100	104,86	109,30	106,87

Примечание. Здесь и далее: *P≤0,05; **P≤0,01; ***P≤0,001.

Живая масса молодняка свиней перед началом постановки научно-хозяйственного опыта колебалась от 17,27 до 17,39 кг (табл. 1). За период опыта среднесуточный прирост молодняка свиней контрольной группы был меньше по сравнению с откармливаемым молодняком 1-й опытной группы на 4,86 %, 2-й – на 9,29 и 3-й – на 6,87 %.

Таблица 2

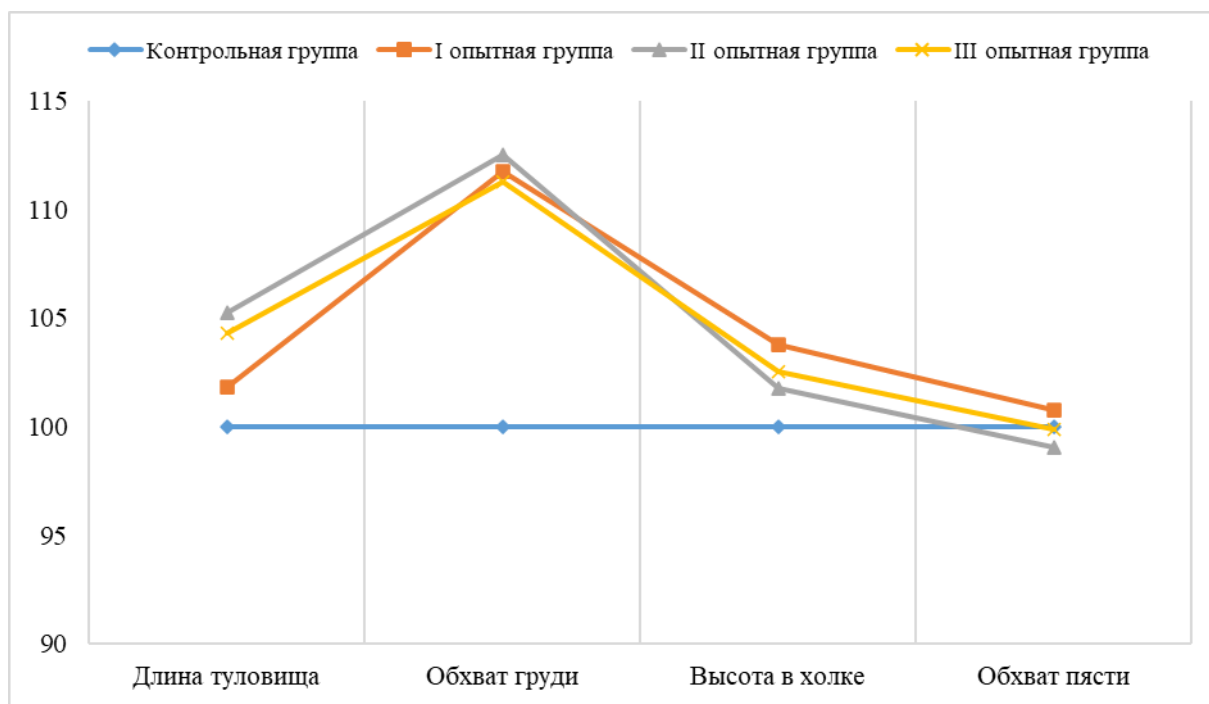
Экстерьерные промеры свиней (в среднем на 1 голову по группам), см
Exterior measurements of pigs (average per head per group), cm

Промеры	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Длина туловища	118,58±1,25	120,75±1,26	124,83±1,42**	123,67±1,24**
Обхват груди	105,00±1,35	117,33±1,36***	118,17±1,41**	116,83±1,35***
Высота в холке	66,33±0,49	68,83±0,59***	67,50±0,29*	68,00±0,30**
Обхват пясти	17,62±0,16	17,75±0,07	17,45±0,06	17,60±0,05

Показатели длины туловища, высоты в холке, обхвата груди и обхвата пясти молодняка свиней приведены в табл. 2. Длина была выше в 1-й опытной группе на 1,8 %, во 2-й – на 5,3, в 3-й – на 4,3 % по сравнению с контролем. Обхват груди за лопатками у свиней 2-й опытной группы был выше по сравнению с контрольной группой на 13,05 %, с 1-й опытной – на 0,7, с 3-й опытной – на 1,15 %. Следует отметить, что и по показателям высоты в холке откармливаемые животные контрольной группы имели наименьшие измерения. Они отставали от своих сверстников 1-й опытной группы на 3,7 %, 2-й – на 1,7, а 3-й – на 2,5 %. По измерениям обхвата пясти животных было выявлено превышение у 1-й опытной группы на 0,7 % по сравнению с контрольной. В свою очередь, контрольная группа превосходила 2-ю опытную на 0,9 % и 3-ю – на 0,2 %.

Представленный на рисунке экстерьерный профиль дает наглядное представление о степени отличия промеров животных между опытными группами.

По индексам телосложения не выявлено серьезных различий между группами. Молодняк свиней контрольной группы имел меньшие показатели по индексу массивности по сравнению со сверстниками 1-й опытной на 7,3 %, 2-й опытной – на 10,2 и 3-й опытной – на 8,2 %. Расчет индекса растянутости показал, что свиньи 2-й опытной группы превосходили контрольную на 6,16 %, 1-ю опытную – на 9,44 и 3-ю опытную – на 3,05 %. Индекс сбитости у животных 2-й опытной группы был выше, чем в контрольной, на 6,12 %, 3-й опытной – на 0,16, и был ниже, чем в 1-й опытной группе, на 2,52 %. Индекс костистости у свиней контрольной группы был больше по сравнению с 1-й опытной группой на 2,83 %, 2-й опытной – на 2,64 и 3-й опытной группой – на 2,52 %.



Экстерьерный профиль животных, %
The exterior profile of animals, %

Данные, полученные в ходе измерений, использованы для вычисления индексов телосложения: массивности, растянутости, сбитости, костистости (табл. 3).

Таблица 3

Индексы телосложения свиней (в среднем на 1 голову по группам)
Body indexes of pigs (the average per 1 head in groups)

Индекс	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Массивности	158,93±2,47	170,49±1,65***	175,11±2,60***	171,84±2,00***
Растянутости	178,80±2,00	175,52±2,02*	184,96±2,13*	181,91±2,17*
Сбитости	88,60±1,20	97,24±1,19***	94,72±1,29***	94,56±1,29**
Костистости	26,56±0,20	25,81±0,22*	25,86±0,11**	25,89±0,16

Определение затрат кормов для получения 1 кг прироста живой массы имеет большое значение при кормлении и выращивании откармливаемого молодняка свиней. Этот показатель указывает на эффективность использования кормов в любом свиноводческом хозяйстве (табл. 4).

В опытных группах по сравнению с контрольной на 1 кг прироста было затрачено меньшее количество кормов. Самыми низкими показателями затраты кормов на 1 кг прироста были у молодняка во 2-й опытной группе – 4,23 ЭКЕ, что меньше на 8,6 %, чем в контрольной, на 4,1 – чем в 1-й опытной, и на 2,3 % – чем в 3-й опытной группе.

Согласно результатам экспериментов, наибольшее увеличение роста и развития животных и снижение расхода кормов достигнуто у откармливаемых свиней 2-й опытной группы.

Таблица 4

Затраты корма на 1 кг прироста живой массы
Feed costs per 1 kg of live weight gain

Показатели	Группа			
	контрольная	1-я опытная	2-я опытная	3-я опытная
Общие затраты корма, ЭКЕ	470,8	470,8	470,8	470,8
Прирост живой массы, кг	101,75	106,7	111,21	108,73
Затраты корма на 1 кг прироста, ЭКЕ	4,63	4,41	4,23	4,33
% к контролю	100	95,25	91,36	93,52

Таким образом, за период научно-хозяйственного опыта было установлено, что применение ферментного препарата Feedbest P5000 GT в составе комбикормов позволяет повысить рост, развитие и уменьшить затраты кормов на единицу продукции молодняка свиней на откорме.

Показатель среднесуточного прироста молодняка свиней за период опыта показал, что животные контрольной группы имеют меньший прирост по сравнению с подопытными откармливаемыми животными 1-й группы на 4,86 %, 2-й – на 9,29 и 3-й – на 6,87 %.

Касаясь измерений экстерьерных показателей молодняка свиней на откорме следует отметить, что измерения длины туловища свиней трех опытных групп по сравнению с контрольной группой были выше в 1-й опытной группе на 1,8 %, во 2-й – на 5,3, в 3-й – на 4,3 %. Обхват груди за лопатками во 2-й опытной группе был выше по сравнению с контрольной на 13,05 %, с 1-й опытной – на 0,7, с 3-й – на 1,15 %. Высота в холке откармливаемых животных контрольной группы имела наименьшие измерения. Они отставали от своих сверстников 1-й опытной группы на 3,7 %, 2-й – на 1,7, а от 3-й – на 2,5 %. По измерениям обхвата пясти животных было выявлено превышение у 1-й опытной группы на 0,7 % по сравнению с контрольной. В свою очередь, контрольная группа превосходила 2-ю опытную на 0,9 % и 3-ю – на 0,2 %.

На основании результатов исследований следует отметить, что для повышения интенсивности роста и развития молодняка свиней в технологии доращивания и откорма, снижения затрат корма на единицу продукции необходимо дополнительно вводить ферментный препарат Feedbest P5000 GT в состав полнорационных комбикормов в количестве 90 г/т.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Гамко Л.Н., Хомченко В.В. Использование высокобелковых кормов в сочетании со смектитным трепелом в кормлении молодняка свиней // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – 2022. – № 2 (199). – С. 10-21. – DOI: 10.33920/sel-05-2202-02; EDN: KAMSUC.
2. Анализ кормов для свиней селекции «Genesus» и применение микрокапсулированного пробиотического препарата «Энзимспорин» с ферментом в их кормлении / А.Ю. Горобец, Д.В. Трубников, И.А. Умеренков [и др.] // Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 6. – С. 86–95. – EDN: EZLGLP.
3. Эффективность использования энтеросорбента Shelltic ES при выращивании молодняка свиней / С.А. Грикшас, Н.И. Кульмакова, К.С. Спицына [и др.] // Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. 2020. – № 1. – С. 3–11. – DOI: 10.33920/sel-05-2001-01; EDN: UXPJCA.
4. Дарьин А.И., Кердяшов Н.Н., Бусов А.А. Живая масса и сохранность поросят, полученных от свиноматок с разной продолжительностью сервис-периода и лактации // Нива Поволжья. – 2021. – № 1 (58). – С. 89–94. – DOI: 10.36461/NP.2021.58.1.006; EDN: JCUCSI.

5. *Ильяшенко А.Н.* Актуальность мультиферментов в кормлении свиней // Наше сельское хозяйство. – 2022. – № 16 (288). – С. 57–61. – EDN: ETJASL.
6. *Крюков В.С., Глебова И.В., Антипов А.А.* Оценка действия фитаз в пищеварительном тракте и использование препаратов фитазы в питании животных (обзор) // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2019. – № 2. – С. 19–43.
7. *Silicon-based natural zeolites in feeding store pigs* / A.Y. Lavrentev, N.V. Evdokimov, G.A. Larionov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 16.04.2021. – Cheboksary, 2021. – P. 012019. – DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012019; EDN: VPLLAЕ.
8. *Daryin A., Busov A., Kerdyashov N.* Reproductive qualities of sows with different duration of the service period and lactation // Scientific Papers. Series D. Animal Scienc. – 2021. – Vol. 64, N 2. – P. 161–165. – EDN: KMPPIK.
9. *Крюков В.С., Глебова И.В., Зиновьев С.В.* Переоценка механизма действия фитазы в питании животных // Успехи биологической химии. – 2021. – № 61. – С. 317–346.
10. *Влияние природных цеолитов на продуктивные качества молодняка свиней* / Л.Р. Михайлова, Л.В. Жестянова, А.Ю. Лаврентьев, В.С. Шерне // Зоотехния. – 2021. – № 10. – С. 20–23. – DOI: 10.25708/ZT.2021.95.88.005; EDN: QDDQYD.
11. *Михайлова Л.Р., Лаврентьев А.Ю., Шерне В.С.* Специальные комбикорма и иммуностимулятор при выращивании поросят-сосунов // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 3 (55). – С. 206–210. – DOI: 10.18286/1816-4501-2021-3-206-210; EDN: NYEMVS.
12. *Use of activated charcoal feed supplement in diets of pigs* / A. Lavrentyev, V. Sherne, V. Semenov [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, Cheboksary, 16.04.2021. – Cheboksary, 2021. – P. 012013. – DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012013; EDN: SBLXVT.
13. *Молоскин С.А., Сычева И.Н., Бадмаева А.А.* Применение мультиферментного комплекса «Ровабио» для свиней // Управление рисками в АПК. – 2020. – № 3(37). – С. 39–55. – EDN: LSVCSB.
14. *Влияние алиментарных факторов на обмен веществ растущих откармливаемых свиней в условиях технологических стрессов* / Р.В. Некрасов, М.Г. Чабаев, Н.В. Боголюбова [и др.] // Аграрная наука. – 2019. – № 10. – С. 49–55. – DOI: 10.32634/0869-8155-2019-332-9-49-54; EDN: ZKDOSJ.
15. *Сницаренко Г.Н., Гамко Л.Н.* Переваримость и эффективность использования энергии у молодняка свиней на дорастивании // Свиноводство. – 2021. – № 5. – С. 24–26. – DOI: 10.37925/0039-713X-2021-5-24-26; EDN: BFAFCC.
16. *Некрасов Р., Чабаев М., Зеленченкова А.* Ферментный препарат на основе глюкоамилазы повысит кормовую ценность рациона // Свиноводство. – 2019. – № 8. – С. 27–28. – EDN: MCOWHD.
17. *Повышение продуктивного потенциала свиней с использованием кормовых смесей, обогащенных комплексом биоорганического железа* / М.Г. Чабаев, Р.В. Некрасов, И.И. Мошкучело [и др.] // Российские сельскохозяйственные науки. – 2019. – Т. 45, № 1. – С. 72–76. – DOI: 10.3103/S1068367419010026; EDN: NILLPF.
18. *Хомченко В.В., Гамко Л.Н., Подольников В.Е.* Эффективность использования высокобелковых кормов в сочетании с природными минералами в рационах молодняка свиней // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии. – 2019. – № 1 (45). – С. 127–130. – EDN: YQZIVS.

REFERENCES

1. *Gamko L.N., Khomchenko V.V., Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2022, No. 2 (199), pp. 10–21, DOI 10.33920/sel-05-2202-02, EDN: KAMSUC. (In Russ.)
2. *Gorobets A.Yu., Trubnikov D.V., Umerenkov I.A., Trubnikova E.V., Belous A.S., Vestnik Kurskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*, 2021, No. 6, pp. 86–95, EDN: EZLGLP. (In Russ.)
3. *Grikshas S.A., Kul'makova N.I., Spitsyna K.S., Dar'in A.I., Mittel'shteyn T.M., Kormlenie sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh i kormoproizvodstvo*, 2020, No. 1, pp. 3–11, DOI: 10.33920/sel-05-2001-01, EDN: UXPJCA. (In Russ.)
4. *Dar'in A.I., Kerdyashov N.N., Busov A.A., Niva Povolzh'ya*, 2021, No. 1 (58), pp. 89–94, DOI: 10.36461/NP.2021.58.1.006, EDN: JCUCSI. (In Russ.)

5. Il'yashenko, A.N., Nashe sel'skoe khozyaystvo, 2022, No. 16 (288), pp. 57–61, EDN: ETJASL. (In Russ.)
6. Kryukov V.S., Glebova I.V., Antipov A.A., Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh, 2019, No. 2, pp. 19–43. (In Russ.)
7. Lavrentev A.Y., Evdokimov N.V., Larionov G.A. [et al.], Silicon-based natural zeolites in feeding store pigs, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Cheboksary, 16.04.2021, Cheboksary, 2021, P. 012019, DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012019; EDN: VPLLAЕ.
8. Daryin A., Busov A., Kerdyashov N., Reproductive qualities of sows with different duration of the service period and lactation, *Scientific Papers. Series D. Animal Scienc*, 2021, Vol. 64, N 2, P. 161–165, EDN: KMPPIK.
9. Kryukov V.S., Glebova I.V., Zinov'ev S.V., *Uspekhi biologicheskoy himii*, 2021, No. 61, pp. 317–346. (In Russ.)
10. Mihajlova L.R., Zhestyanova L.V., Lavrent'ev A.Yu., Sherne V.S., *Zootekhnika*, 2021, No. 10, pp. 20–23, DOI: 10.25708/ZT.2021.95.88.005; EDN: QDDQYD. (In Russ.)
11. Mihajlova L.R., Lavrent'ev A.Yu., Sherne V.S., *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2021, No. 3 (55), pp. 206–210, DOI: 10.18286/1816-4501-2021-3-206-210; EDN: HYEMVS. (In Russ.)
12. Lavrentyev A., Sherne V., Semenov V. [et al.], Use of activated charcoal feed supplement in diets of pigs, *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Cheboksary, 16.04.2021, Cheboksary, 2021, P. 012013, DOI: 10.1088/1755-1315/935/1/012013; EDN: SBLXVT.
13. Moloskin S.A., Sycheva I.N., Badmaeva A.A., *Upravlenie riskami v APK*, 2020, No. 3 (37), pp. 39–55, EDN: LSVCSB. (In Russ.)
14. Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Bogolyubova N.V., Cis E.Yu., Rykov R.A., Semenova A.A., *Agrarnaya nauka*, 2019, No. 10, pp. 49–55, DOI: 10.32634/0869-8155-2019-332-9-49-54; EDN: ZKDOSJ. (In Russ.)
15. Snicarenko G.N., Gamko L.N., *Svinovodstvo*, 2021, No. 5, pp. 24–26, DOI: 10.37925/0039-713X-2021-5-24-26; EDN: BFAFCC. (In Russ.)
16. Nekrasov R., Chabaev M., Zelenchenkova A., *Svinovodstvo*, 2019, No. 8, pp. 27–28, EDN: MCOWHD. (In Russ.)
17. Chabaev M.G., Nekrasov R.V., Moshkutelo I.I. [i dr.], *Rossijskie sel'skohozyajstvennyye nauki*, 2019, Vol. 45, No. 1, pp. 72–76, DOI: 10.3103/S1068367419010026; EDN: NILLPF. (In Russ.)
18. Homchenko V.V., Gamko L.N., Podol'nikov V.E., *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 2019, No. 1 (45), pp. 127–130, EDN: YQZIVS. (In Russ.)

ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА БАРАНОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ ПОТОМСТВА

Н.А. Подкорытов, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

А.А. Подкорытов, кандидат сельскохозяйственных наук,
старший научный сотрудник

Федеральный Алтайский научный центр агробиотехнологий РАН

E-mail: nikola.zolotoy@mail.ru

Ключевые слова: Республика Алтай, мясошерстные бараны, ранняя случка, живая масса, промеры, экстерьер, индексы телосложения.

Реферат. С увеличением туристического потока в Горном Алтае возрос спрос на ягнятину, поэтому приобрела особую актуальность проблема увеличения мясной продуктивности молодняка овец. В статье представлены результаты изучения влияния ранней случки баранов-производителей прикатунского мясошерстного типа на продуктивность их потомства в условиях круглогодичного пастбищного содержания в Республике Алтай. По результатам продуктивности потомства определена предварительная племенная ценность производителей. Подопытные группы маток с ягнятами находились в одной отаре, что обеспечило им одинаковые условия кормления и содержания. В Горном Алтае выпас овец на пастбище происходит круглый год, с незначительной подкормкой в зимний период, ягнят от матерей отбивают в 4-месячном возрасте. По результатам исследований лучшей молочной продуктивностью характеризуются овцематки второй группы при высокой достоверности разницы. Установлено, что возраст баранов на момент первой случки не оказывает негативного воздействия на полученный от них молодняк, лучшими показателями продуктивности отличаются потомки, полученные от барана, слученного в 7-месячном возрасте. Используя производителей в раннем возрасте, можно на год раньше определить их племенную ценность, что значительно сократит затраты на содержание и, как следствие, повысит рентабельность отрасли в частных подворьях, крестьянско-фермерских и личных подсобных хозяйствах граждан.

THE INFLUENCE OF THE AGE OF SHEEP PRODUCERS ON THE PRODUCTIVITY OF BROOD

N.A. Podkorytov, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher

A.A. Podkorytov, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher

Federal Altai Scientific Center for Agro-Biotechnologies of RAS

E-mail: nikola.zolotoy@mail.ru

Keywords: Altai Republic, meat-wool sheep, early mating, live weight, measurements, exterior, physique indices.

Abstract. With the increase in the tourist flow in the Altai Mountains, the demand for lamb has increased, so methods are needed to improve the meat productivity of lambs. The article presents the results of a study of the influence of early mating of rams of the Prikatunsky meat-wool type on the productivity of their offspring under conditions of year-round grazing in the Altai Republic. According to the results of the productivity of the offspring, the breeding value of the producing sheep was determined. Experimental groups of queens and offspring were kept in the same flock, providing them with equal maintenance and feeding conditions — a method of maintaining queens and lambs year-round pasture maintenance followed by culling lambs at four months of age. According to the experiment results, the sheep of the second group are characterised by the best milk productivity with a high reliability of the difference. As a result, it was found that the age of the producer rams at the time of the first mating does not hurt the productivity of their offspring. In addition, it was found in the experiment that the descendants obtained from a younger ram differ in the best productivity indicators.

Thus, by using sheep producers at an early age, it is possible to determine their breeding value one year earlier, which will significantly reduce the cost of their maintenance and, as a result, increase the profitability of the industry in private hands in peasant farms, personal subsidiary farms of citizens and individual enterprises.

Главная задача в области овцеводства Республики Алтай – увеличение производства баранины и полутонкой шерсти при снижении затрат труда и средств на единицу изготавливаемой продукции. Основным путем повышения количества баранины и шерсти был и остается рост численности овец и их продуктивности.

Для этого требуется выполнение комплекса зоотехнических и организационных мероприятий, среди которых одним из наиболее важных является систематически проводимая племенная работа путем отбора и подбора животных в сочетании с соответствующим кормлением, уходом и содержанием в направлении улучшения мясных качеств, скороспелости и повышения оплаты корма продукцией.

Совершенствование пород в значительной степени зависит от качества используемых производителей. В селекционной работе с сельскохозяйственными животными особое место отводится оценке производителей по качеству потомства, которое может усилить селекционный прогресс в породе. Вместе с тем проверка их по многим признакам потомства подчас усложняется и затрудняет оценку [1–3].

В современных экономических реалиях важнейшим условием успешного развития овцеводства является повышение его рентабельности за счет максимального выхода продукции, внедрения различных ресурсосберегающих интенсивных технологий и уменьшения затрат на ее производство [4–6].

Современная отара в небольших хозяйствах в Республике Алтай состоит обычно из 100 – 250 голов овцематок. Такое поголовье зависит от многих причин – количества земельных угодий, численности работников и наличия других отраслей животноводства в данной организации. В таких категориях хозяйств очень часто низкий уровень племенной работы, но именно им необходимо уделять большое внимание, так как они обладают огромным резервом увеличения производства продукции овцеводства, что будет способствовать повышению рентабельности отрасли.

Применение метода предварительного раннего прогнозирования племенных качеств баранчиков прикатунского мясошерстного типа горноалтайской породы позволит определить племенную ценность баранов-производителей на один год раньше, что значительно сократит затраты на их содержание.

Цель исследования – изучить раннее прогнозирование племенных качеств баранов-производителей прикатунского типа горноалтайской породы в условиях Республики Алтай.

Экспериментальная часть работы по овцеводству проведена на базе ИП ГКФХ «Усольцева Н.А.» Усть-Канского района по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1

Experience scheme
Схема опыта

Показатель	Группа овцематок		
	1-я	2-я	3-я
Номер барана-производителя	5701	5718	5408
Возраст барана-производителя во время случки	7 мес	7 мес	1,5 года

Из овцематок I класса 4 лет и старше, сходных между собой по типу и продуктивности, сформированы 3 группы по 20 голов в каждой, в декабре 2021 г. во время случной компании овцематки 1-й и 2-й групп спаривались с 7-месячными баранами, матки из 3-й группы (контрольной) с бараном в возрасте 1,5 года. Отбор баранчиков для случки проводился по происхождению и собственной продуктивности. Изучены воспроизводительные качества овцематок, их молочная продуктивность, живая масса ягнят. Живая масса определялась по п. 1 ГОСТ 25955-83 [7] путем индивидуального взвешивания с точностью до 0,1 кг.

Полученные экспериментальные данные подвергнуты биометрической обработке по Н.И. Коростылевой [8]. Обработка данных проведена с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Проверка баранов-производителей по качеству потомства является наиболее точным и надежным приемом в оценке генетических качеств животных. Цель такой оценки заключается в том, что мы выявляем баранов-улучшателей, селекционный дифференциал которых значительно выше по сравнению с племенными овцематками. Использование таких баранов-производителей гарантирует улучшение продуктивных и качественных показателей стада.

Эффективность ведения овцеводства в значительной мере определяется показателями многоплодия овцематок и сохранностью полученного приплода. Плодовитость зависит от многих факторов. Основными из них являются: возраст, живая масса, время случки и ягнения, порода, происхождение, качество спермы, упитанность маток, уровень и качество кормления.

Изучение воспроизводительной способности овцематок прикатунского типа, участвующих в опыте, показало, что оплодотворяемость их составила 100 % (табл. 2).

Таблица 2

Воспроизводительная способность и молочность маток
Reproductive ability and milk production of queens

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Осеменено маток, гол.	20	20	20
Объягнилось маток, гол.	20	20	20
Оплодотворяемость, %	100	100	100
Получено приплода: баранчики ярочки	10 10	8 12	9 11
Всего получено, ягнят, гол.	20	20	20
Количество ягнят к отбивке, гол.	20	20	20
Сохранность ягнят, %	100	100	100
Плодовитость маток, %	100	100	100
Молочность за 20 дней, кг	49,3±1,13	53,4±1,08	50,0±0,86

Ягнята в исследуемых группах родились в типе единцов, двоен не было. У всех опытных групп овцематок сохранность и плодовитость составила 100 %, разница была только в количестве баранчиков и ярок. Так, в 3-й группе баранчиков было 45 %, а ярки 55 %, во 2-й группе также баранчиков меньше, чем ярок, – 40 и 60 %, и только в 1-й группе получено равное их количество по 50 %. Лучшие результаты по молочной продуктивности показали овцематки 2-й группы, они превосходили маток 1-й и 3-й групп на 4,1 и 3,4 кг, разница была достоверной ($p < 0,05$).

По результатам многочисленных исследований установлено, что молоко овец в первые 1,5 – 2 месяца жизни ягнят служит основным источником энергии. Поэтому от молочности маток зависит рост и развитие ягнят. Очень важно для оценки молочности маток определять прирост живой массы ягнят до отбивки, производя регулярные взвешивания [9–15].

Динамика роста ягнят опытных групп представлена в табл. 3.

Таблица 3

Динамика роста молодняка исследуемых групп, кг
Growth dynamics of young animals of the studied groups, kg

Живая масса	Группа			Среднее по трем группам
	1-я	2-я	3-я	
При рождении	5,10±0,13	5,34±0,13	5,10±0,11	5,20±0,07
Разница со средним по трем группам	-0,10	0,14	-0,10	-
В 20 дней	15,0±0,34	16,0±0,34	15,1±0,23	15,4±0,18
Разница со средним по трем группам	-0,40	0,60	-0,30	-
В 4,5 месяца	38,2±0,96	40,7±0,95	38,0±0,76	38,97±0,52
Разница со средним по трем группам	-0,77	1,73	-0,97	-
td (живая масса) в 4,5 месяца	-0,70	1,60	-1,05	-
Ранг барана по качеству потомства (живая масса)	Нейтральный	Нейтральный	Нейтральный	-

Живая масса ягнят при рождении отличалась незначительно и недостоверно, её высокий прирост в первый месяц обусловлен хорошей молочностью овцематок, а в 20-дневном возрасте у ягнят от баранов-производителей из 1-й и 3-й групп она различается на 0,1 кг, несколько выше масса молодняка из 2-й группы, разница составила 1,0 и 0,9 кг. Лучшая обеспеченность молодняка в ранний период онтогенеза материнским молоком оказала положительное влияние на динамику живой массы ягнят из 2-й группы до момента их отбивки. При отбивке в 4,5 месяца животные из 2-й группы достоверно превосходят ягнят из 3-й группы ($p<0,05$) – на 2,7 кг и недостоверно молодняк из 1-й группы – на 2,5 кг.

Потомство от барана-производителя № 5718 из 2-й группы, слученного в раннем возрасте, по живой массе во все исследуемые периоды роста превосходит средние показатели потомства всех баранов производителей, что свидетельствует о лучшем развитии полученных от него ягнят, однако разница недостоверна.

В результате по итогу предварительной бонитировки, при сравнительной оценке баранов-производителей по потомству, все они были отнесены к нейтральным.

В мясошерстном овцеводстве, приоритетом которого является мясная продуктивность, существенное значение имеет скороспелость ягнят. Животный организм в процессе индивидуального развития проходит ряд количественных и качественных изменений, поэтому овладение приемами управления данными закономерностями имеет большое научное и практическое значение.

Живая масса наиболее полно отражает процесс роста и развития организма на разных стадиях его жизни. О степени развития в эмбриональный период можно судить по живой массе

при рождении, а масса молодняка при отъеме характеризует рост и развитие в подсосный период.

Очевидно, что установленные различия по живой массе между исследуемыми группами обусловлены неодинаковой интенсивностью роста молодняка в различные возрастные периоды, о чем в первую очередь, свидетельствуют данные абсолютного прироста (табл. 4).

Таблица 4

Динамика абсолютного прироста молодняка, кг
Dynamics of absolute growth of young animals, kg

Прирост	Группа		
	1-я	2-я	3-я
От рождения до 20 дней	9,90±0,23	10,70±0,22	10,00±0,17
От 20 дней до 4,5 месяца	23,20±0,73	24,70±0,68	22,90±0,75
За 4,5 месяца	33,10±0,87	35,40±0,84	32,90±0,72

Молодняк из 2-й группы превосходил своих сверстников из 1-й и 3-й групп в период от рождения до 20 дней на 7,5 и 6,5 % ($p<0,05$). Эта разница сохранилась и в последующий период роста – от 20 дней и до 4,5 месяца и составила 6,1 и 7,3 %, и в итоге за 4,5 месяца превосходство молодняка из 2-й группы над 1-й группой достигло 6,5 %, а над 3-й группой – 7,1 % ($p<0,05$).

Наименьшими показателями валового прироста за 4,5 месяца выращивания характеризовался молодняк из 3-й группы, полученный от более взрослого барана № 5408.

Таким образом, анализ динамики показателей, характеризующих рост подопытного молодняка, свидетельствует о межгрупповых различиях, обусловленных генотипом животных. При этом преимущество во всех случаях было на стороне ягнят, полученных от молодого барана-производителя № 5718.

Таблица 5

Характеристика потомства от проверяемых баранов в 4,5 месяца
Characteristics of offspring from tested rams at 4.5 months

Номер барана	Пол приплода	Количество голов	Скороспелость			Густота шерсти			Длина шерсти, см	Живая масса, кг	Количество ягнят, %			
			С	С+	С-	ММ	М+	М			отличных	хороших	удовлетворит	плохих
5701	Бараны	10	1	9	-	-	10	-	7,8	38,9	60,0	40,0	-	-
	Ярки	10		10	-	3	7	-	7,1	37,5	70	30	-	-
	%	-	5	95	-	15	75	-	-	-	-	-	-	-
5718	Бараны	8	-	8	-	3	5	-	7,2	42,4	75	25	-	-
	Ярки	12	-	12	-	2	10	-	7,5	39,6	83,3	16,7	-	-
	%	-	-	100	-	25	75	-	-	-	-	-	-	-
5408	Бараны	9	1	8	-	2	7	-	7,3	39,1	55,5	44,5	-	-
	Ярки	11	2	9	-	2	9	-	7,2	37,3	72,7	27,3	-	-
	%	-	15	85	-			-	-	-	-	-	-	-

Анализ результатов оценки потомства проверяемых баранов в возрасте 4,5 месяца показал, что все ягнята от них отнесены к отличным или хорошим, удовлетворительных и плохих нет. Баран-производитель № 5718 (2-я группа) характеризуется лучшим качеством приплода среди исследуемых баранов.

Таким образом, можно предположить, что ранняя случка производителей не оказывает отрицательного влияния на их потомство.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБНУ ФАНЦА №АААА-А19- 119092490021-6.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аbugалиев С.К., Шамишдин А.С. Племенные качества быков-производителей ТОО «Айршир» // Инновация в аграрном секторе в Казахстане: сб. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию акад. К.С. Сабденова. – Алматы, 2008. – Т. 1. – С. 41–43.
2. Селионова М.И. Эффективное научное обеспечение производства продукции отечественного овцеводства и козоводства – достойный ответ на глобальные вызовы современности // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2015. – № 1. – С. 2–5.
3. Селионова М.И., Бобрышова Г.Т. Овцеводство Ставропольского края, настоящее и будущее // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – № 1. – С. 4–7.
4. Ерохин А.И., Карасев Е.А., Ерохин С.А. Состояние, динамика и тенденции в развитии овцеводства в мире и в России // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2019. – № 3. – С. 3–6.
5. Лушников В.П., Молчанов С.А. Мясная продуктивность баранчиков кавказской породы и помесей F1 кавказская × джалгинский меринос // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2022. – № 3. – С. 25–27.
6. Лушников В.П., Сергеев А.К. Влияние типа рождения баранчиков кавказской породы на их мясную продуктивность // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2021. – № 2. – С. 16–17.
7. ГОСТ 25955-81 Животные племенные сельскохозяйственные. Методы определения параметров продуктивности овец. – М., 1981.
8. Биометрия в животноводстве / Н.И. Коростелева, И.С. Кондрашкова, Н.М. Рудишина, И.А. Камардина. – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2009. – 210 с.
9. Пономаренко О.В., Чернобай Е.Н., Гузенко В.И. Продуктивные качества молодняка, полученного от маток, подвергшихся предродовой стрижке // Зоотехния. – 2015. – № 2. – С. 27–28.
10. Ульянов А.Н., Куликова А.Я. Влияние отбора по скороспелости на продуктивность и воспроизводительные качества овец южной мясной породы // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 1. – С. 12–15.
11. Ульянов А.Н., Куликова А.Я., Кулешова Е.А. Особенности скороспелости молодняка мясного и мясошерстного направления продуктивности // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2012. – № 2. – С. 28.
12. Ульянов А.Н., Куликова А.Я. Повышение мясной и шерстной продуктивности – неотложные проблемы овцеводства России // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2013. – № 2. – С. 19–24.
13. Ульянов А.Н., Куликова А.Я. К проблеме сохранения генофондных стад овец кубанского заводского типа породы линкольн // Овцы, козы, шерстяное дело. – 2016. – № 1. – С. 17–20.
14. Скорых Л.Н. Экстерьерные особенности молодняка овец различных генотипов // Сборник научных трудов Ставропольского научно-исследовательского института животноводства и кормопроизводства. – 2010. – Т. 3, № 1. – С. 14–17.
15. Кирикова Т.Н. Влияние многоплодности на развитие вымени овец романовской породы в условиях ООО «Сущевое» Костромского района Костромской области // Актуальные проблемы науки в агропромышленном комплексе: сб. ст. 66-й междунар. науч.-практ. конф.: в 3 т, Караваев, 22 янв. 2015 г. / Костром. гос. с.-х. акад. – Караваев, 2015. – С. 153–158.

REFERENCES

1. Abugaliev S.K., Shamshidin A.S., *Innovaciya v agrarnom sektore v Kazahstane* (Innovation in the Agrarian Sector in Kazakhstan), Collection of International Scientific and Practical Conference, Dedicated to the 75th Anniversary of Academician K.S. Sabdenov, Almaty, 2008, Vol. 1, pp. 41–43. (In Russ.)

2. Selionova M.I., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2015, No. 1, pp. 2–5. (In Russ.)
3. Selionova M.I., Bobryshova G.T., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2016, No. 1, pp. 4–7. (In Russ.)
4. Erohin A.I., Karasev E.A., Erohin S.A., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2019, No. 3, pp. 3–6. (In Russ.)
5. Lushnikov V.P., Molchanov S.A., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2022, No. 3, pp. 25–27. (In Russ.)
6. Lushnikov V.P., Sergeev A.K., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2021, No. 2, pp. 16–17. (In Russ.)
7. *GOST 25955-81 ZHivotnye plemennye sel'skohozyajstvennyje. Me-tody opredeleniya parametrov produktivnosti ovec* (GOST 25955-81 Agricultural pedigree animals. Methods for determining the parameters of sheep productivity), Moscow, 1981.
8. Korosteleva N.I., Kondrashkova I.S., Rudishina N.M., Kamardina I.A., *Biometriya v zhivotnovodstve* (Biometrics in Animal Husbandry), Barnaul: Izd-vo AGAU, 2009, 210 p.
9. Ponomarenko O.V., Chernobaj E.N., Guzenko V.I., *Zootekhnika*, 2015, No. 2, pp. 27–28. (In Russ.)
10. Ul'yanov A.N., Kulikova A.Ya., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2012, No. 1, pp. 12–15. (In Russ.)
11. Ul'yanov A.N., Kulikova A.Ya., Kuleshova E.A., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2012, No. 2, P. 28. (In Russ.)
12. Ul'yanov A.N., Kulikova A.Ya., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2013, No. 2, pp. 19–24. (In Russ.)
13. Ul'yanov A.N., Kulikova A.Ya., *Ovcy, kozy, sherstyanoje delo*, 2016, No. 1, pp. 17–20. (In Russ.)
14. Skoryh L.N. *Sbornik nauchnyh trudov Stavropol'skogo nauchno-issledovatel'skogo instituta zhivotnovodstva i kormoproizvodstva*, 2010, Vol. 3, No. 1, pp. 14–17. (In Russ.)
15. Kirikova T.N. *Aktual'nye problemy nauki v agropromyshlennom komplekse* (Actual Problems of Science in the Agro-Industrial Complex), Collection of articles of the 66th International Scientific and Practical Conference: in 3 vols., Karavaevo, January 22, 2015, Kostroma, State Agricultural Economy Acad., Karavaevo, 2015, pp. 153–158. (In Russ.)



ДОСТИЖЕНИЯ ВЕТЕРИНАРНОЙ НАУКИ И ПРАКТИКИ

ACHIEVEMENTS OF VETERINARY SCIENCE AND PRACTICES

УДК 619:615.37:578.23

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-78-89

НОВЫЕ ПРЕПАРАТЫ ИММУНОМОДУЛЯТОРОВ НА ОСНОВЕ РНК ДЛЯ ЛЕЧЕНИЯ ВИРУСНЫХ ИНФЕКЦИЙ

В.В. Ермолаев, младший научный сотрудник

Г.Г. Шими́на, научный сотрудник

Ю.С. Аликин, доктор биологических наук, профессор, старший научный сотрудник

С.Г. Гамалей, заведующая отделом

Л.Р. Лебедев, доктор медицинских наук, профессор

Институт медицинской биотехнологии ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор»

Роспотребнадзора

E-mail: alikiny@mail.ru

Ключевые слова: биологически активные вещества, препараты РНК, индукторы интерферона, биотехнология, неспецифическая резистентность, иммуномодуляторы.

Реферат. Разработаны новые экспериментальные противовирусные средства на основе молекулярных конструкций из комплекса однонитевых и двуспиральных РНК из различных источников и внешней оболочки на основе декстрана с включением специфических этиотропных агентов. Было исследовано влияние полученных препаратов молекулярных конструкций на ряд физиологических показателей у лабораторных животных в целях получения данных о переносимости композиций. Показано, что введение животным повышенных доз полученных экспериментальных препаратов не вызывает или приводит к кратковременным и незначительным отклонениям в их состоянии. Применение метода определения удельной интерферониндуцирующей активности при изучении противовирусных и других характеристик индукторов интерферона может быть использовано для расчёта таких показателей, как минимальная эффективная интерферониндуцирующая доза (МЭИД) и модифицированный химиотерапевтический индекс (мХТИ), необходимых для полного описания препарата.

NEW IMMUNOMODULATORY PREPARATIONS BASED ON RNA TO TREAT VIRAL INFECTIONS

V.V. Ermolaev, Junior Research Fellow

G.G. Shimina, Research Fellow

Yu.S. Alikin, Doctor of Biological Sciences, Professor, Senior Research Fellow

S.G. Gamaley, Head of Department

L.R. Lebedev, Doctor of Medical Sciences, Professor

Institute of Medical Biotechnology FSBU SSC VB «Vector»

E-mail: alikiny@mail.ru

Keywords: biologically active substances, RNA preparations, interferon inducers, biotechnology, nonspecific resistance, immunomodulators.

Abstract. *New experimental antiviral preparations are developed based on a molecular structure consisting of single-stranded and double-stranded RNAs from different sources and an outer envelope based on dextran with specific isotropic agents. An affection of developed molecular structure preparations on physiological indicators variety in laboratory animals to obtain data on the tolerance of compositions was investigated. It has been shown that administering higher doses of experimental preparations to animals doesn't cause or lead to short-term and minor deviations in their condition. An application of the method of specific interferon-inducing activity determining in the study of antiviral and other interferon inducers characteristics may be used for estimation of criteria like the minimal effective interferon-inducing dose (MEID) and the modified chemotherapeutical index (mCTI), required for a complete characterisation of drugs.*

Острые респираторные вирусные инфекции человека (в том числе и грипп) широко распространены в мире¹. Известно порядка 200 возбудителей ОРВИ [1] со сходной симптоматикой, что является одной из причин низкой эффективности вакцинации против таких инфекций, как вирус гриппа. Кроме того, известно, что широкий спектр патологий у человека и животных вызывает и семейство коронавирусов. Согласно данным ВОЗ на 2018 г., распространение вируса гриппа в мире ежегодно приводит к 3 – 5 млн случаев тяжёлых заболеваний со смертностью 290 – 650 тыс. человек (6 – 13 %)². В то же время в Российской Федерации ОРВИ ежегодно заболевают более 37 млн человек, из них до 2 млн подвергаются заражению гриппом. Экономический ущерб от этих и других заболеваний, по итогам 2015 г., составляет более 450 млрд руб. в год³.

Всё это, в частности, говорит о недостаточной эффективности имеющихся противовирусных средств и актуальности создания новых эффективных лекарств для лечения и профилактики вирусных инфекций. Профилактика заключается в повышении неспецифической защиты организма путём использования новых иммуностимуляторов и применения новых же адъювантов при вакцинациях. Важным направлением инфектологии стала разработка индукторов интерферона для стимуляции эндогенного интерферона у человека и животных.

Так, в СССР, в Латвии совместно с Институтом вирусологии (г. Москва) был разработан и вышел в производство противовирусный препарат Ларифан⁴ на основе репликативной двуспиральной (дс) РНК бактериофага F₂, поражающего бактерию *E. coli*. Одновременно в СО АН СССР (г. Новосибирск, НИКИ БАН Микробиопрома) проводились исследования вирусоподобных частиц киллерных дрожжей, на основе которых был разработан эффективный индуктор интерферона, отечественный препарат Ридостин и его ветеринарный

аналог Вестин. Были изучены противовирусные и иммуноадъювантные свойства указанного препарата на основе однонитевых (он) РНК, названных высокополимерными (впРНК), и дсРНК из киллерных дрожжей *Saccharomyces cerevisiae* [2, 3]. Дальнейшие исследования включали в себя изучение возможности применения новых лекарственных средств [4], разработки комплексных препаратов, а также оценки их пролонгированного действия [5, 6] и дальнейшего развития в направлении препаратов на основе молекулярных конструкций в виде вирусоподобных частиц [6, 7].

В качестве нового композиционного препарата был предложен препарат Рибомикс [8], представляющий собой комплекс онРНК и дсРНК дрожжей и дсРНК бактериофага фб. Бактериофаг фб представляет собой вирус, паразитирующий на фитопатогенной бактерии *Pseudomonas phaseolicola* и непатогенный для человека и животных. Исследование показателей препарата Рибомикс в сравнении с изученным ранее препаратом Ридостин свидетельству-

¹URL: <http://cgon.rospotrebnadzor.ru/content/63/3665/>

²URL: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-\(seasonal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/influenza-(seasonal))

³URL: <http://www.iia-rf.ru/upload/iblock/eaf/eaf4ca4d113a2228a91ea87e7629ec63.pdf>

⁴URL: <http://www.larifans.lv/index.php/ru/2016-03-23-14-48-05>

ет о более выраженной интерферониндуцирующей активности уже через 5 ч после введения, а уровень интерферона оставался повышенным даже через 48 ч (у Ридостина – только 24 ч), что говорит о большей длительности эффекта.

Таким образом, целью данного исследования является разработка способа получения новых противовирусных средств на основе молекулярных конструкций из нуклеиновых кислот и специфических этиотропных агентов, аналогов Рибомикса. В задачи исследования входила разработка экспериментальных композиционных препаратов на основе РНК и конъюгатов на основе декстрана с включением этиотропного агента, а также исследование полученных препаратов молекулярных конструкций на лабораторных животных на переносимость.

Отработка оптимального соотношения между РНК из различных источников и конъюгатами для создания экспериментального композиционного препарата. В работе использовались дсРНК бактериофага ф6, дсРНК из киллерных дрожжей, онРНК из киллерных дрожжей, а также конъюгаты на основе декстрана с включением этиотропного агента амантадина и биологического олигоамина спермидина, полученные в соответствии с отработанной нами технологией [9], для приготовления экспериментальных композиций с вероятным названием Ко-Рибомикс. Оптимальное соотношение компонентов подбирали методом электрофореза в 1 %-м геле агарозы. Поскольку описанные выше конъюгаты имеют в растворе положительный заряд, они, притягиваясь к РНК, понижают её электрофоретическую подвижность за счёт частичной нейтрализации заряда, а также увеличения молекулярной массы образца. В качестве оптимального мы выбирали такое соотношение, при котором наблюдалась наименьшая электрофоретическая подвижность.

Приготовление экспериментальных образцов композиций для экспериментов на животных. Для получения экспериментальных композиций использовались дсРНК бактериофага ф6, дсРНК из киллерных дрожжей, а также онРНК из киллерных дрожжей в композиции с одной из форм полученных конъюгатов: с включением эквимольного или удвоенного количества амантадинового компонента по отношению к декстрановому. При этом соотношение различных форм РНК между собой подбиралось так, чтобы рассчитанные по отношению к ним доли конъюгатов совпадали по массе, измеренной с помощью метода Лоури [10], обычно применяемого для анализа на содержание белков. Но, как было показано опытным путём, данный метод позволяет также измерять содержание аминокислотсодержащих конъюгатов на примере получаемых для данной работы. В соответствии с полученными пропорциями были составлены образцы для контрольных групп животных. Все полученные образцы были простерилизованы путём фильтрации через бактериальный фильтр с величиной пор 0,20 мкм с помощью насоса. Для хранения стерилизованных образцов использовали морозильную камеру с поддержанием температуры -18 – 20 °С.

Эксперименты на лабораторных животных. С целью предварительной оценки полученных препаратов на переносимость проведён опыт на мышах. Эксперименты проводили на самцах мышей линии ICR массой 20 – 22 г в возрасте 2,5 месяца. Объём введения составлял 0,2 мл на мышью, что соответствовало дозе 0,1 мг дсРНК на мышью. Препарат вводили внутривентрально. В каждой группе было использовано по 10 мышей. Время наблюдения за опытными группами составляло 7 суток после введения, были исследованы стандартные показатели согласно требованиям к проведению биологических исследований, среди которых рассматривались физиологические показатели: температура (до введения, через 1 и 7 суток после введения), масса (до введения, через 1, 2, 3, 6, 7 суток после введения), а также гематологические показатели: общее количество лейкоцитов и лейкоцитарная формула, количество эритроцитов, содержание гемоглобина, гематокрит, количество тромбоцитов (по 5 животных от группы через 1 и 7 суток после введения).

Анализ некоторых механизмов специфического действия дрожжевой дсРНК. Как известно, помимо интерферониндуцирующей и противовирусной активности дсРНК имеются сведения о том, что её большое содержание вызывает целый ряд побочных эффектов. С целью выяснения оптимальных соотношений содержания дсРНК в препарате, оценки её влияния на интерферониндуцирующую и противовирусную активность и химиотерапевтический индекс в НИКТИ БАВ были выполнены специальные экспериментальные исследования на субстанции дрожжевой дсРНК. В табл. 1 и на рисунке приведены данные по определению интерферониндуцирующей активности дсРНК в зависимости от дозы препарата (абсолютная) и содержания дсРНК в ней (удельная).

Таблица 1

Зависимость абсолютной и удельной интерферониндуцирующей активности дрожжевой дсРНК от дозы препарата (в скобках – число наблюдений)
Dependence of the absolute and specific interferon-inducing activity of yeast dsRNA on the drug dose (number of observations in parentheses)

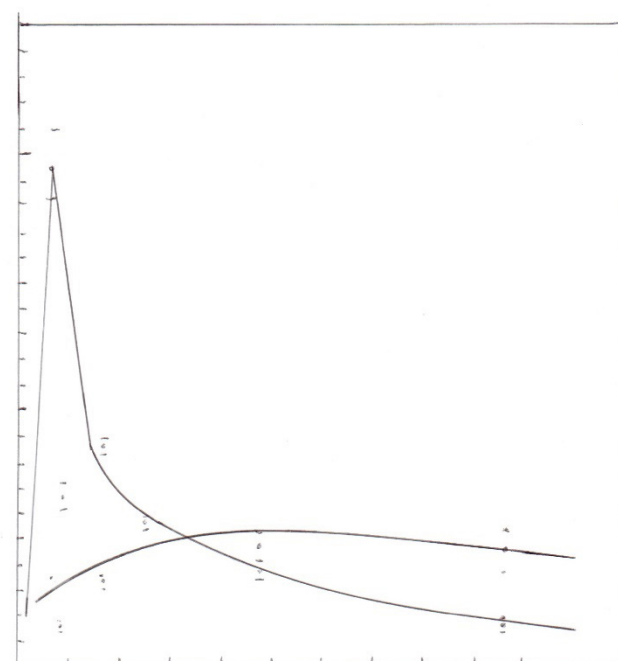
Навеска препарата, мг/кг	Содержание дсРНК в навеске, мг/кг	Интерферониндуцирующая активность	
		абсолютная, $IE_{50}/0,1$ мл*	удельная, $IE_{50}/0,1$ мл/мг дсРНК
9,60±1,14 (6)	2,820±0,340 (6)	880,8±131,1 (6)	312,7±27,7 (6)
4,93±0,39 (6)	1,330±0,180 (6)	988,8±134,1 (5)	751,0±43,7 (5)
2,49±0,25 (5)	0,840±0,100 (5)	984,6±106,7 (5)	1183,4±41,4 (5)
1,71±0,20 (7)	0,410±0,057 (7)	690,0±87,7 (7)	1693,0±43,9 (7)
0,78±0,17 (5)	0,235±0,056 (5)	277,0±56,4 (5)	1236,6±137,9 (5)
0,63±0,18 (5)	0,208±0,045 (5)	725,0±119,9 (5)	3909,2±618,8 (5)

*Доза препарата для введения мышам разводилась в 0,1 мл физиологического раствора.

Для дальнейшего анализа полученных данных был использован приём, обычно применяемый в биохимии для оценки активности ферментов. При этом подходе активность, отнесённая к навеске препарата, обозначается как абсолютная, а к содержанию действующего вещества – как удельная. Как показывали результаты, абсолютная интерферониндуцирующая активность дсРНК в дозах, превышающих 1,71 мг/кг, устанавливается на одном и том же уровне – 800 – 1000 $IE_{50}/0,1$ мл. В то же время удельная интерферониндуцирующая активность дсРНК показывает иную динамику образования интерферона в организме мышей в зависимости от дозы индуктора интерферона. Так, при больших дозировках (2,82±0,34 мг) дсРНК, содержащейся в исследуемых препаратах, удельная активность была резко понижена (312,7±27,7 $IE_{50}/0,1$ мл/мг дсРНК), что, предположительно, объяснялось токсическим действием дсРНК. При дозе 0,410±0,057 мг дсРНК наблюдался максимум удельной активности – 1693,0±43,9 $IE_{50}/0,1$ мл/мг дсРНК. При малых дозах (0,208 – 0,235 мг) имел место значительный разброс данных – от 1236,0±137,9 до 3909,2±618,8 $IE_{50}/0,1$ мл/мг дсРНК. Понижение удельной активности в первом случае, как было предположено, может быть связано с уменьшением дозы вводимого препарата, тогда как увеличение во втором – с недостаточной точностью используемого анализа интерферониндуцирующей активности.

Графический анализ полученных данных (см. рисунок) позволяет оценить динамику интерферониндуцирующей активности у мышей при введении дрожжевой дсРНК при различных дозах препарата. Применение метода определения удельной интерферониндуцирующей активности при изучении противовирусных и других характеристик индукторов интерферона может быть использовано для расчёта и таких показателей, как минимальная эффективная

интерферониндуцирующая доза (МЭИД) и модифицированный химиотерапевтический индекс (мХТИ), необходимых для полного описания препарата [11].



0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

Навеска (доза) препарата, мг/кг

График зависимости абсолютной (нижняя кривая) и удельной (верхняя кривая) интерферониндуцирующей активности дрожжевой дсРНК от дозы препарата

Weight (dose) of the drug, mg/kg

Graph of the dependence of the absolute (lower curve) and specific (upper curve) interferon-inducing activity of yeast dsRNA on the drug dose

Такой приём использования показателя удельной активности для характеристики индуктора интерферона позволил определить минимальную эффективную интерферониндуцирующую дозу препарата дсРНК. Для дрожжевой дсРНК эта доза, согласно приведённым результатам, составила $1,71 \pm 0,20$ мг/кг, а содержание в ней чистой дсРНК – $0,410 \pm 0,057$ мг/кг массы животного. На основании полученных данных об интерферониндуцирующей активности различных партий дсРНК дрожжей был рассчитан модифицированный химиотерапевтический индекс (мХТИ), определяемый как отношение минимальной токсической дозы (МТД) к минимальной эффективной дозе (МЭД). В свою очередь, $МТД = ЛД_{50}/4$ [11]. В данном случае вместо МЭД использовали минимальную эффективную интерферониндуцирующую дозу (МЭИД), т.е. $мХТИ = МТД/МЭИД$.

В табл. 2 приведены сравнительные данные рассчитанных мХТИ для различных партий дрожжевой дсРНК и их противовирусной эффективности, определённой экспериментально у мышей. Как показывают экспериментальные данные, препараты, обладающие высоким мХТИ (от 8,07 до 9,48), позволяли обеспечивать достаточно высокую степень защиты организма мышей от экспериментальной вирусной инфекции (в экспериментах были использованы возбудители гриппа и энцефаломиокардита). В то же время понижение эффективности препарата при больших дозах, как было предположено, указывало на токсические проявления дсРНК в данных дозировках. Полученное соотношение между содержанием дсРНК и её среднетоксичес-

кой дозой показало линейную регрессию. Оценка связи токсичности препарата с его составом (по величинам коэффициентов корреляции и регрессии) выявила, что величины среднесмертельной дозы и интерферониндуцирующей активности зависят преимущественно от содержания в препарате дсРНК. При этом повышение одного параметра сопровождается понижением другого, что говорит о необходимости подбора дозы дсРНК, оптимальной между терапевтическим эффектом препарата и его токсичностью (табл. 3).

Таблица 2

Сравнение рассчитанных мХТИ различных партий дрожжевой дсРНК
с их противовирусной эффективностью
Comparison of calculated mCTIs of different batches of yeast dsRNA with their antiviral effectiveness

Номер партии	мХТИ	Доза, мг/кг	Содержание дсРНК в дозе, мг	Противовирусная эффективность, % защиты		
				A/Pr-8/34	A/Aura/68	ВЭМК
5	5,37	6,2 5,0 1,0	3,2 2,8 0,56	28,4 — —	— — —	— 33,0 43,2
6 – 7	4,03	5,0	1,2	45,0	23,0	30,0
9	9,30	10,0 5,0 2,5	3,4 1,7 0,9	— — —	— 83,0 —	36,0 50-52 52,0
9 – 10	9,48	5,0	1,6	57,5	53,0	40,0
11	8,07	10,0 5,0 2,5	3,0 1,3 0,65	— — —	— — —	20,0 32,0 56,0

Таблица 3

Коэффициенты корреляции между составом препарата дсРНК дрожжей, его интерферонотропной активностью и токсичностью
Correlation coefficients between the composition of the yeast dsRNA preparation, its interferonogenic activity and toxicity

Показатель	A _{иф}	ЛД ₅₀	дсРНК, %	Нуклеотидный материал, %	Белок, %
A _{иф}	1				
ЛД ₅₀	-0,404	1			
дсРНК, %	+0,801	-0,739	1		
Нуклеотидный материал, %	-0,138	+0,348	-0,349	1	
Белок, %	-0,343	-0,173	-0,302	-0,856	1

Таким образом, для оценки противовирусной эффективности дсРНК в НИКТИ БАН был предложен метод определения удельной интерферониндуцирующей активности, с помощью которого (по методике О.Г. Анджепаридзе) был рассчитан мХТИ. Препараты дсРНК с максимальным мХТИ обеспечивали высокую степень защиты мышей от экспериментальных инфекций. Анализ связи между составом препаратов дсРНК, их токсичностью и интерферониндуцирующей активностью по величинам коэффициентов корреляции и регрессии показывал, что между содержанием дсРНК и величиной среднесмертельных доз имеется тесная отрица-

тельная корреляция, тогда как с величиной интерферониндуцирующей активности – положительная.

Позднее, уже в 2010-х гг., в ИМБТ были продолжены исследования дсРНК бактериофага ф6. Результаты изучения её интерферониндуцирующей активности говорят о том, что препарат вызывал повышение уровня интерферона-альфа в крови, при этом максимальный эффект наблюдался через 5 ч после введения (табл. 4). Несмотря на понижение этого показателя через 24 ч после инъекции эффект от введения препарата оставался достаточно выраженным. При этом, исходя из данных Л.Е. Булычева и др. [12], интерферониндуцирующий эффект фаговой дсРНК оказался выше, чем у Ридостина в дозе 5 мг/кг, при идентичном способе введения (титр 1:12459 через 5 ч против 1:2560 через 8 ч и 1:384 против 1:100 через 24 ч после введения), что говорит и о большей длительности эффекта.

Таблица 4

Уровень интерферона-альфа в сыворотке крови мышей после однократного внутрибрюшинного введения препарата дсРНК бактериофага ф6
The level of interferon-alpha in the blood serum of mice after a single intraperitoneal injection of the dsRNA preparation of bacteriophage ф6

Препарат	Содержание интерферона-альфа в крови, пг/мл	
	5 ч после введения	24 ч после введения
дсРНК фага ф6, 8 мг/кг	2000 ± 236	222 ± 116
Физиологический раствор	0	0

Таблица 5

Влияние дсРНК бактериофага ф6 на метаболическую активность перитонеальных макрофагов мышей при однократном внутрибрюшинном введении
Effect of bacteriophage ф6 dsRNA on the metabolic activity of mouse peritoneal macrophages after a single intraperitoneal injection

Препарат	Количество макрофагов/мл, $\times 10^6$	Уровень восстановленного НСТ, о.е. $\times 100$	Количество макрофагов/мл, $\times 10^6$	Уровень восстановленного НСТ, о.е. $\times 100$
	5 часов после введения		24 часа после введения	
дсРНК фага ф6, 8 мг/кг	3,3±0,1*	24,1±3,1	2,2±0,2	36,1±2,2*
Физиологический раствор	2,4±0,3	17,9±2,8	2,4±0,3	13,7±2,1

*Различия достоверны по отношению к показателям контроля (физиологический раствор), $p \leq 0,05$.

Кроме стимуляции интерферогенеза, дсРНК фага ф6 также показала способность к повышению активности перитонеальных макрофагов, которую оценивали по уровню их окислительно-восстановительной активности в НСТ-тесте. Стимулирующий эффект препарата был отмечен уже через 5 ч после введения и продолжал расти к концу первых суток. Показатели НСТ-теста в опытной группе мышей в эти сроки превышали контрольные показатели на 34 и 163 % соответственно (табл. 5).

Кроме того, была исследована интерферониндуцирующая активность упомянутого выше комплексного препарата Рибомикс. Препарат показал себя более эффективным индуктором интерферона, чем Ридостин, а присутствующая в нём онРНК повышает устойчивость дсРНК к ферментам сыворотки крови, увеличивая время сохранения дсРНК в 30 – 50 раз [13].

Отработка оптимального соотношения между РНК из различных источников и конъюгатами для создания экспериментального композиционного препарата. При отработке соотношения между различными формами РНК и конъюгатами оказалось, что дсРНК бактериофага ф6 имеет склонность к снижению электрофоретической подвижности как при увеличении объёмной доли конъюгата, так и объёмной доли дсРНК в образцах, чего не наблюдалось в случае с дсРНК и онРНК дрожжей. Причём при наименьшей электрофоретической подвижности при условии повышения доли РНК оценка соотношения компонентов по количествам вещества показывала, что молекул конъюгата в этих случаях меньше, чем молекул дсРНК. Такое поведение фаговой дсРНК гипотетически можно объяснить возможностью перекрёстного связывания между молекулами конъюгата и молекулами нуклеотидного материала, вероятность которого повышается с длиной полинуклеотидной цепи. В итоге, рассматривая соотношения между дсРНК фага ф6 и конъюгатами, мы принимали во внимание только те пропорции, в которых объёмная доля конъюгата была больше, чем у дсРНК. Полученные в результате соотношения между различными формами РНК и конъюгатами по массе представлены в табл. 6.

Таблица 6

Полученные соотношения между РНК и конъюгатами (m/m)
Resulting ratios between RNA and conjugates (m/m)

Показатель	Д ₄₀ – амантадин – спермидин (1/2/10)	Д ₄₀ – амантадин – спермидин (1/1/10)
ДсРНК бактериофага ф6	7,02/1	10,35/1
ДсРНК киллерных дрожжей	1/1,41	1/1,28
ОнРНК киллерных дрожжей	2,13/1	2,35/1

Таблица 7

Состав экспериментальных композиций для экспериментов на животных
Composition of experimental compositions for animal experiments

Показатель	Д ₄₀ – амантадин – спермидин (1/2/10)	Д ₄₀ – амантадин – спермидин (1/1/10)	Контроль 1	Контроль 2 (физиологический раствор)
ДсРНК бактериофага ф6, мг	1,18	1,18	1,18	–
ДсРНК дрожжей, мг	0,12	0,09	0,10	–
ОнРНК дрожжей, мг	0,35	0,27	0,32	–
Конъюгат, мг	0,50	0,34	–	–
Общий объём, мл	2,60	2,40	2,40	2,40
Концентрация нуклеотидного материала, мг/мл	0,63	0,64	0,67	–
Соотношение форм РНК (дсРНК бактериофага ф6/ дсРНК дрожжей/онРНК дрожжей) (m/m/m)	10/1/3	13/1/3	11,5/1/3	–

Приготовление экспериментальных образцов композиций для экспериментов на животных. Были получены две формы экспериментальных образцов и одна форма образцов для контрольных групп. Составы композиций до стерилизации представлены в табл. 7. Проведение стерилизации привело к частичной потере образцов. В результате объём конечных образцов сократился для формы с конъюгатом D_{40} – амантадин – спермидин (1/2/10) с 2,6 до 2,2 мл, а для формы с конъюгатом D_{40} – амантадин – спермидин (1/1/10) и для контрольной формы с исключением конъюгатов – с 2,4 до 2,2 мл. Несмотря на данный недостаток, возможное преимущество данного метода в том, что пропускание композиций с содержанием конъюгатов через бактериальный фильтр приводит к расщеплению потенциальных молекулярных агрегатов на более мелкие и однородные частицы.

Эксперименты на лабораторных животных. Для оценки переносимости полученных препаратов были проведены 7-суточные эксперименты на самцах лабораторных мышей, результаты которых представлены в табл. 8 и 9. В опытных группах в 1-е сутки наблюдалось достоверное снижение температуры и массы животных по сравнению с контролем 2 (физиологический раствор). В контрольной группе 1 (композиционный препарат без конъюгата), у 3 мышей из 10 наблюдались признаки интоксикации в виде диспепсии. Со 2-х суток наблюдался рост массы тела во всех группах мышей. На 7-е сутки масса и температура тела животных опытных групп не отличалась от контроля. По результатам гематологического анализа отличий в 1-е сутки не наблюдалось. На 7-е сутки в группе мышей, которым вводили композиционный препарат с конъюгатом D_{40} – амантадин – спермидин (1/2/10), наблюдали снижение уровня гемоглобина по сравнению с каждой из контрольных групп, однако величина показателя оставалась в пределах физиологической нормы. По другим показателям крови отличий не наблюдалось.

Таблица 8

Физиологические показатели мышей ICR после внутрибрюшинного введения композиционных препаратов РНК в сочетании с конъюгатом на основе декстрана с содержанием амантидинового компонента в дозе 0,1 мг на мышшь

Physiological parameters of ICR mice after intraperitoneal administration of composite RNA preparations in combination with a dex-tran-based conjugate containing an amantadine component at a dose of 0.1 mg per mouse

Препарат	Масса животных, г						Температура, °C		
	до введения	1-е сут	2-е сут	3-и сут	6-е сут	7-е сут	до введения	1-е сут	7-е сут
Физиологический раствор	20,20 ±0,20	22,20 ±0,30	23,40 ±0,40	24,80 ±0,40	28,50 ±0,50	29,80 ±0,60	37,80 ±0,10	37,70 ±0,04	37,80 ±0,10
D_{40} – амантадин – спермидин (1/1/10)	20,40 ±0,20	19,50 ±0,50*	20,80 ±0,50	22,30 ±0,50	26,80 ±0,60	28,10 ±0,50	37,80 ±0,10	37,5 ± 0,05*	37,80 ±0,10
D_{40} – амантадин – спермидин (1/2/10)	20,40 ±0,30	19,30 ±0,30*	20,20 ±0,50	21,50 ±0,90	26,10 ±1,10	28,20 ±0,80	37,80 ±0,10	37,50 ±0,07*	37,80 ±0,10
Контроль 1	20,30 ±0,30	19,50 ±0,70*	21,00 ±1,10	21,30 ±1,50	24,70 ±2,30	25,90 ±2,40	37,80 ±0,10	37,4 ± 0,09*	37,70 ±0,20

*Статистически значимое отличие по отношению к группе мышей, которым вводили физиологический раствор, $p \leq 0,05$.

Таблица 9

Влияние композиционных форм дсРНК на гематологические показатели крови самцов мышей ICR после однократного внутривентрального введения композиционных препаратов РНК в сочетании с конъюгатом на основе декстрана с содержанием амантадинового компонента в дозе 0,1 мг на мышшь через 1 и 7 суток после введения

The influence of composite forms of dsRNA on the haematological parameters of the blood of male ICR mice after a single intraperitoneal injection of combined RNA preparations in combination with a dextran-based conjugate containing an amantadine component at a dose of 0.1 mg per mouse, 1 and 7 days after administration

Сутки	Гемоглобин, г/л	Эритроциты, 10 ¹² /л	Гематокрит, %	Тромбоциты, 10 ⁹ /л	Лейкоциты, 10 ⁹ /л	Лейкоцитарная формула, %				
						эозинофилы	нейтрофилы		моноциты	лимфоциты
							палочко- дерные	сегментоя- дерные		
Физиологический раствор										
1-е	146,2 ± 5,4	6,36 ± 0,4	36,4 ± 1,8	577 ± 34	5,8 ± 0,5	0,6 ± 0,4	1,6 ± 0,2	44,6 ± 2,9	3,4 ± 1,0	49,8 ± 3,3
7-е	166,6 ± 1,7	6,76 ± 0,4	40,0 ± 1,4	685 ± 19	9,5 ± 0,9	0,4 ± 0,2	3,6 ± 0,7	28,0 ± 3,8	5,2 ± 1,0	62,8 ± 4,5
D ₄₀ – амантадин – спермидин (1/1/10)										
1-е	148,0 ± 3,6	6,66 ± 0,3	36,7 ± 1,2	447 ± 48	4,5 ± 0,7	0,2 ± 0,2	2,2 ± 0,9	63,0 ± 9,3	4,0 ± 0,6	30,6 ± 9,4
7-е	157,8 ± 4,4	7,04 ± 0,1	40,9 ± 1,1	623 ± 26	8,4 ± 0,5	1,0 ± 0,6	3,6 ± 0,8	29,0 ± 1,8	8,0 ± 0,9	58,4 ± 2,6
D ₄₀ – амантадин – спермидин (1/2/10)										
1-е	152,4 ± 3,2	6,65 ± 0,4	38,0 ± 1,4	416 ± 19	4,3 ± 0,6	1,4 ± 0,5	1,6 ± 0,7	69,6 ± 5,1	2,2 ± 1,0	25,2 ± 5,2
7-е	148,4 ± 5,1 */**	7,15 ± 0,2	40,6 ± 1,1	614 ± 47	11,8 ± 1,1	0,6 ± 0,2	3,6 ± 1,2	38,0 ± 3,9	7,4 ± 1,4	50,4 ± 4,1
Контроль 1										
1-е	146,6 ± 3,6	6,96 ± 0,3	38,3 ± 1,5	497 ± 68	6,4 ± 1,1	1,0 ± 0,5	2,6 ± 0,5	67,6 ± 7,5	2,6 ± 0,2	26,2 ± 7,6
7-е	162,8 ± 2,1	7,41 ± 0,4	43,5 ± 1,5	602 ± 27	8,9 ± 1,5	2,0 ± 0,9	2,2 ± 0,7	32,6 ± 1,5	6,8 ± 1,0	56,4 ± 1,2

*Статистически значимое отличие по отношению к группе мышей, которым вводили физиологический раствор, $P \leq 0,05$.

**Статистически значимое отличие по отношению к группе мышей, которым вводили композиционный препарат без конъюгата, $p \leq 0,05$.

По результатам исследования можно сделать следующие выводы.

1. Отработано оптимальное соотношение между РНК из разных источников и конъюгатами для создания экспериментального композиционного препарата индуктора интерферона, который планируется назвать Ко-Рибомикс.

2. Исследование полученного препарата Ко-Рибомикс на лабораторных животных на переносимость показало, что введение повышенных доз полученных нами композиционных пре-

паратов не вызывает или приводит к кратковременным и несущественным отклонениям физиологических показателей у лабораторных животных.

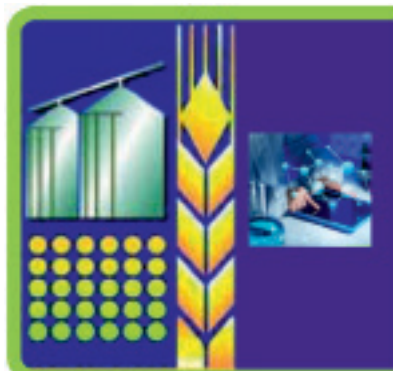
3. Применение метода определения удельной интерферониндуцирующей активности при изучении противовирусных и других характеристик индукторов интерферона может быть использовано для расчёта таких показателей, как минимальная эффективная интерферониндуцирующая доза (МЭИД) и модифицированный химиотерапевтический индекс (мХТИ), необходимых для полного описания препарата.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Микробиология: учебник* / А.В. Воробьёв, А.С. Быков [и др.]. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Медицина, 2003. – 336 с.
2. *Features of formation of antiviral resistance upon local application of the interferon inducer ridostin* / V.I. Masycheva, E.D. Danilenko [et al.] // *Vopr Virusol.* – 1997. – Vol. 42 (3). – P. 126–128.
3. *Использование индуктора интерферона вестина (ридостина) для повышения резистентности организма животных и иммуногенности вакцины БЦЖ (опыты на лабораторных животных)* / А.С. Донченко, В.Н. Донченко [и др.]. // *Сборник научных трудов сотрудников НИКТИ БАН.* – Бердск, 1996. – С. 173–181.
4. *Исследование возможности комбинированного применения ридостина и осельтамивира для лечения и профилактики экспериментальной инфекции, вызванной вирусом гриппа (тип А/Н5N1) у мышей* / М.О. Скарнович, Л.Н. Шишкина [и др.] // *Достижения современной биотехнологии: сб. науч. тр. / под ред. И.Г. Дроздова.* – Новосибирск, 2008. – С. 69–76.
5. *Исследование биологических свойств индуктора интерферона пролонгированного действия на основе дсРНК* / В.И. Масычева, В.А. Факина [и др.] // *Достижения современной биотехнологии: сб. науч. тр. / под ред. И.Г. Дроздова.* – Новосибирск, 2008. – С. 77–84.
6. *Влияние разных форм РНК на иммунный ответ* / Ю.С. Аликин, Л.Р. Лебедев [и др.] // *Достижения современной биотехнологии: сб. науч. тр. / под ред. И.Г. Дроздова.* – Новосибирск, 2008. – С. 92–103.
7. *Изучение токсичности нанобиочастицы для адресной доставки терапевтических средств к клеткам-мишеням* / Е.Д. Даниленко, С.Г. Гамалей [и др.] // *Достижения современной биотехнологии: сб. науч. тр. / под ред. И.Г. Дроздова.* – Новосибирск, 2008. – С. 194–204.
8. *Биотехнологические препараты для медицины, ветеринарии и получения экологически чистых продуктов питания* / Ю.С. Аликин, М.В. Алексеева [и др.] // *Инновации и продовольственная безопасность.* – № 4. – 2019. С. 69–80.
9. *Способ получения композиционных препаратов на основе рибонуклеиновых кислот* / В.В. Ермолаев, П.В. Аполёв [и др.] // *Международная конференция молодых ученых биотехнологов, молекулярных биологов и вирусологов (Кольцово, НСО, 23 – 25 окт. 2019 г.): сб. тез.* – Новосибирск; Научград Кольцово, 2019. – С. 70–76.
10. *Protein measurement with Folin phenol reagent* / O.H. Lowry, N.J. Rosebrough, A.L. Farr, R.J. Randall // *J. Biol. Chem.* – 1951. – Vol. 193. – P. 265–275.
11. *Индукторы интерферона* / А.С. Садыков, Ф.И. Ершов, А.С. Новохатский [и др.]. – Ташкент: Фан, 1978. – 305 с.
12. *Изучение динамики интерферонообразования в организме белых мышей при разных путях введения индуктора интерферона ридостина* / Л.Е. Булычев, Е.П. Гончарова, А.Б. Рыжиков [и др.] // *Антибиотики и химиотерапия.* – 1998. – № 4. – С. 20–23.
13. *Ермолаев В.В., Лебедев Л.Р. Противовирусная композиция Рибомикс* // *Актуальные вопросы научных исследований: сб. науч. тр. по материалам 18-й Междунар. науч.-практ. конф., Иваново, 15 янв. 2018.* – Иваново, 2018. – С. 12–15.

REFERENCES

1. Vorob'yov A.V., Bykov A.S. i dr., *Mikrobiologiya* (Microbiology), uchebnik, 2-e izd., pererab. i dop., Moscow: Medicina, 2003, 336 p.
2. Masycheva V.I., Danilenko E.D. et al., Features of formation of antiviral resistance upon local application of the interferon inducer ridostin, *Vopr Virusol*, 1997, Vol. 42 (3), P. 126–128.
3. Donchenko A.S., Donchenko V.N. i dr., *Sbornik nauchnyh trudov sotrudnikov NIKTI BAV*, Berdsk, 1996, pp. 173–181. (In Russ.)
4. Skarnovich M.O., Shishkina L.N. i dr., *Dostizheniya sovremennoj biotekhnologii* (Achievements of Modern Biotechnology), Collection of Scientific Papers: edited by I.G. Drozdov, Novosibirsk, 2008, pp. 69–76. (In Russ.)
5. Masycheva V.I., Fadina V.A. i dr., *Dostizheniya sovremennoj biotekhnologii* (Achievements of Modern Biotechnology), Collection of Scientific Papers: edited by I.G. Drozdov, Novosibirsk, 2008, pp. 77–84. (In Russ.)
6. Alikin Yu.S., Lebedev L.R. i dr., *Dostizheniya sovremennoj biotekhnologii* (Achievements of Modern Biotechnology), Collection of Scientific Papers: edited by I.G. Drozdov, Novosibirsk, 2008, pp.92–103. (In Russ.)
7. Danilenko E.D., Gamalej S.G. i dr., *Dostizheniya sovremennoj biotekhnologii* (Achievements of Modern Biotechnology), Collection of Scientific Papers: edited by I.G. Drozdov, Novosibirsk, 2008, pp.194–204. (In Russ.)
8. Alikin Yu.S., Alekseeva M.V. i dr., *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, No. 4, 2019, pp. 69–80. (In Russ.)
9. Ermolaev V.V., Apalyov P.V. i dr., *Mezhdunarodnaya konferenciya molodyh uchenykh biotekhnologov, molekulyarnykh biologov i virusologov* (International Conference of Young Biotechnologists, Molecular Biologists and Virologists), Koltsovo, NSO, 23 – 25 October 2019), Collection of abstracts, Novosibirsk, Naukograd Kol'covo, 2019, pp. 70–76. (In Russ.)
10. Lowry O.H., Rosebrough N.J., Farr A.L., Randall R.J., Protein measurement with Folin phenol reagent, *J. Biol. Chem*, 1951, Vol. 193, P. 265–275.
11. Sadykov A.S., Ershov F.I., Novohatskij A.S. i dr., *Induktory interferona* (Interferon inducers), Tashkent: Fan, 1978, 305 p.
12. Bulychiev L.E., Goncharova E.P., Ryzhikov A.B. i dr., *Antibiotiki i himioterapiya*, 1998, No. 4, pp. 20–23. (In Russ.)
13. Ermolaev V.V., Lebedev L.R., *Aktual'nye voprosy nauchnykh issledovanij* (Topical Issues of Scientific Research), Collection of Scientific papers based on the materials of the 18th International Scientific and Practical Conference, Ivanovo, January 15, 2018, Ivanovo, 2018, pp. 12–15. (In Russ.)



ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ РАЗВЕДЕНИЯ И СЕЛЕКЦИИ: БИОТЕХНОЛОГИЯ ЖИВОТНЫХ

GENETIC BASES OF BREEDING AND SELECTION: ANIMAL BIOTECHNOLOGY

УДК 636.4:636.4.083:636.4.082: 57.02:54.39

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-90-101

СОПРЯЖЕННОСТЬ ГЕНЕТИЧЕСКИХ МАРКЕРОВ КРОВИ С УРОВНЕМ СОДЕРЖАНИЯ ЖИРНЫХ КИСЛОТ ВО ВНУТРИМЫШЕЧНОМ ЖИРЕ СВИНЕЙ

¹В.А. Бекенев, доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник

¹В.С. Деева, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник

²С.П. Князев, кандидат биологических наук, доцент

¹А.С. Дуров, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник

¹Ю.В. Фролова, инженер

¹Сибирский федеральный научный центр агробиотехнологий РАН

²Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: animal@sfsc.ru

Ключевые слова: селекционная группа, порода, система крови, группы крови, жирные кислоты, корреляция.

Реферат. На поголовье свиней крупной белой породы, кемеровской, дюрок, ландрас, пьетрен осуществлен анализ связей уровня жирных кислот во внутримышечном жире свиней с полиморфизмом групп крови путём проведения эксперимента и обзора исследований учёных разных стран. Изучена концентрация насыщенных (НЖК), моновенесыщенных (МНЖК), полиненасыщенных (ПНЖК) жирных кислот. Выявлена разница по частоте встречаемости генотипов крови у животных с разным уровнем жирных кислот. Так, в системе EA B отмечена существенная разница между генотипами EA Ba/a и EA Ba/b по содержанию арахидовой C20:0 и гептадеценовой C17:1 жирных кислот. В системе EA D аналогичная разница выявлена между генотипами EA Da/v и EA Dv/v по арахидовой C20:0 и эйкозодиеновой C20:2 жирным кислотам. В системе EA E отмечена повышенная концентрация эйкозодиеновой C20:2 жирной кислоты у свиней с генотипом EA Eedg/edf, стеариновой C18:0, арахидовой C20:0, пальмитолеиновой C16:1, линолевой C18:2 – у свиней с генотипом EA Eaeg/edg. В системе EA G существенно меньше содержалось жирных кислот арахидовой C20:0 и эйкозодиеновой C20:2 у особей с генотипом EA Ga/a. Сравнение коэффициентов корреляций позволяет констатировать высокую степень положительной связи между маргариновой и гептадеценовой кислотами ($r=+0,79$), а высокая степень отрицательной связи выявлена между олеиновой и линолевой жирными кислотами ($r=-0,94$). Сила влияния генотипов групп крови на изменчивость ряда жирных кислот находится в пределах от 0,2 до 0,6 и сопоставима с влиянием породного фактора на изменчивость оцениваемых признаков. Эти данные могут быть использованы при селекции в качестве кандидатов в генетические маркеры для отбора и подбора животных в процессе совершенствования стада.

CONNECTION OF GENETIC BLOOD MARKERS WITH THE LEVEL OF FATTY ACIDS IN THE INTRAMUSCULAR FAT OF PIGS

¹V.A. Bekenev, Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher

¹V.S. Deeva, Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher

²S.P. Knyazev, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

¹A.S. Durov, PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher

¹Yu.V. Frolova, Engineer

¹Siberian Federal Scientific Center for Agrobiotechnologies RAS

²Novosibirsk State Agrarian University

E-mail: animal@sfscs.ru

Keywords: selection group, breed, blood system, blood groups, fatty acids, correlation.

Abstract. Using large white, Kemerovo, Duroc, Landrace, and Pietrain pigs, an analysis was carried out of the relationship between the level of fatty acids in the intramuscular fat of pigs and the polymorphism of blood groups by conducting an experiment and reviewing studies by scientists from different countries. The concentration of saturated (SFA), monounsaturated (MUFA), and polyunsaturated (PUFA) fatty acids were studied. A difference in the frequency of blood genotypes in animals with different levels of fatty acids was revealed. Thus, a significant difference was noted in the EA B system between the genotypes EA Ba/a and EA Ba/b in the content of arachidic C20:0 and heptadecenoic C17:1 fatty acid. In the EA D system, a similar difference was found between genotypes EA Da/b and EA Db/b in arachidic C20:0 and eicosadienoic C20:2 fatty acids. In the EA E system, an increased concentration of eicosadienoic C20:2 fatty acid was noted in pigs with the EA genotype E edg/edf, stearic C18:0, arachidic C20:0, palmitoleic C16:1, linoleic C18:2 – in pigs with the EA genotype Eaeg/edg. The EA G system contained significantly less arachidic C20:0 and eicosadienoic C20:2 fatty acids in individuals with the EA Ga/a genotype. A comparison of correlation coefficients allows us to state a high degree of positive correlation between margaric and heptadecenoic acids ($r=+0.79$), and a high degree of negative correlation was found between oleic and linoleic fatty acids ($r=-0.94$). The strength of the influence of blood group genotypes on the variability of several fatty acids ranges from 0.2 to 0.6. It is comparable to the effect of the breed factor on the variability of the assessed traits. These data can be used in breeding as candidates for genetic markers for selecting and selecting animals to improve the herd.

В настоящее время селекция свиней в мире направлена на повышение содержания мяса в туше, которое тесно связано с качеством мясной продукции, особенно с составом жирных кислот мяса и сала, а также с требованиями рынка. Получение свинины с низким уровнем жира и высокими технологическими качествами мяса и сала зависит от составных частей жира – жирных кислот. Насыщенные жирные кислоты (стеариновая, пальмитиновая, арахидоновая и др.) меньше подвержены окислению, придают салу лучшие вкусовые качества, а полиненасыщенные, такие как α -линолевая (18:2), эйкозапентоеновая (22:5), докозагексоеновая (22:6), входящие в состав известного препарата Омега-3, являются необходимыми для нормального физиологического функционирования и здоровья людей и всех видов животных [1–3].

В мире ведётся поиск генетических корреляций между наиболее значимыми признаками туш, составом жирных кислот и генетическими маркерами. Аллели, имеющие связь с жирными кислотами, могут быть использованы в качестве маркерной селекции для улучшения качества свинины [4].

При селекции свиней экспериментального стада СГ (селекционная группа) нами проведены исследования по выявлению генетических маркеров, по которым можно вести селекцию животных и в раннем возрасте отбирать ремонтный молодняк, дающий свинину, обладающую таким составом жирных кислот и уровнем холестерина, которые удовлетворяют потребности населения по качеству мяса и полезны для здоровья.

Считалось, что высокое потребление насыщенных жирных кислот (НЖК) повышает уровень холестерина в плазме, что вызывает сердечно-сосудистые заболевания. Было показано, что можно изменять жирно-кислотный состав тканей свиней не только с помощью кормления, но и генетическими методами. Содержание внутримышечного жира имеет положительную корреляцию с НЖК и генетическими маркерами [5–7].

Предварительные результаты предполагают связь между генами MTTP, DGAT2 и FASN и профилем жирных кислот как в подкожном, так и во внутримышечном жире, тогда как между DGAT1, SCD и H-FABP связь была обнаружена только в жировой ткани [8].

В исследованиях J. Hong et al. [9] полиморфизмы белка, связывающего жирные кислоты (FABP3) и инсулиноподобный фактор роста-2 (IGF2), оказывали наибольшее влияние на стеариновую C18:0, ($P = 0,009$) и γ -линоленовую C18:3 (0,039) кислоты. Положительная зависимость выявлена между рецептором MC4R (меланокортин:4) и пальмитолеиновой C16:1n7 кислотой, относящейся к мононенасыщенным жирным кислотам (МНЖК). Подтверждена тесная связь генотипов FABP3, IGF2 и MC4R со стеариновой C18:0, γ -линолевой C18:3, пальмитолеиновой C16:1 и МНЖК у свиней. Считается, что полиморфизмы, обнаруженные в этом исследовании, могут быть использованы в качестве генетических маркеров в программах селекции для изменения пропорций жирных кислот в мышечных тканях.

В исследованиях S. Zhang et al. [6] наивысшее содержание насыщенных жирных кислот (НЖК) было выявлено у свиней пород дюрок и беркшир ($P < 0,01$). В результате наших исследований установлена аналогичная зависимость у свиней кемеровской породы, которая была создана на основе породы беркшир.

Наличие большого количества полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) в организме свиней вызывает вероятность интенсивного образования перекисей, особенно в несвойственных им условиях среды (акклиматизация, стрессы), ведёт к истощению энергетических резервов, повышенному отходу животных. ПНЖК легко подвержены прогорканию, особенно омега-3 линоленовая кислота, их нельзя нагревать или использовать для приготовления пищи [10, 11].

В нескольких популяциях свиней обнаружена отрицательная генетическая корреляция толщины хребтового шпика и содержания внутримышечного жира с линолевой и положительная – с олеиновой (C18:1) жирными кислотами [12].

Поскольку эффект селекции зависит от коэффициента наследуемости признаков, важно оценить эти значения. При отборе свиней, дающих постное мясо, для племенного разведения изменяется состав жирных кислот и ухудшается качество жира у их потомков [13].

Для того чтобы расставить акценты в совершенствовании пород свиней по качественным (сенсорным) показателям продукции, считаем необходимым выявить межпородные различия по химическому составу мышц и подкожного жира.

Цель исследования заключается в поиске связей уровня определённых жирных кислот во внутримышечном жире свиней с генетическими маркерами групп крови для селекции на качественную свинину для сбалансированного уровня перекисного окисления липидов тканей. Такой подход обеспечит высокие вкусовые и питательные качества свинины с последующим использованием выявленных факторов в селекции свиней.

Работа проводилась на селекционной группе свиней, полученных при скрещивании маток крупной белой породы с хряками породы канадский йоркшир (КЙ), в Сибирском селекционном племенном животноводческом центре (ООО ССПЖЦ) Новосибирской области.

Проведено изучение состава и концентрации жирных кислот во внутримышечном жире свиней разных пород, разводимых в Сибири: крупной белой, кемеровской, дюрок, ландрас, пьетрен, выраженное в процентах. Определена концентрация насыщенных (НЖК), мононенасыщенных (МНЖК), полиненасыщенных (ПНЖК) жирных кислот.

Исследованы образцы крови специфическими сыворотками-реагентами, выявляющими генотипы групп крови, контролируемые генетическими системами A, B, D, E, F, G, L. По результатам паспортизации племенных животных выявлена частота генотипов систем крови. Биометрическая обработка проведена по стандартной методике. Рассчитана частота встречаемости маркёров крови. Частоты выражены в долях [14–19].

При выявлении закономерностей изменчивости жирных кислот материал по зависимости от генотипов крови А, В, D, F в данной статье не приводится вследствие отсутствия достоверных различий по большинству признаков и с целью экономии объёма публикуемой статьи.

Осуществлён поиск генетических связей между составом жирных кислот во внутримышечном и подкожном жире свиней с частотой генотипов групп крови на базе проведённого эксперимента с разными породами, разводимыми в зоне Сибири и по данным исследований учёных разных стран с целью поиска генетических маркёров для селекции стада в определённом направлении.

Анализ жирно-кислотного состава внутримышечного жира свиней показал особенности содержания жирных кислот (табл. 1). У животных разных пород содержание НЖК составило: пентадекановая C15:0 и нондекановая C19:0 – от 0,00 до $0,04 \pm 0,02$ %, пальмитиновая C16:0 – от $22,61 \pm 0,77$ до $25,26 \pm 0,28$ %, МНЖК олеиновая C18:1 – от $40,79 \pm 3,02$ до $49,55 \pm 0,53$ %, ПНЖК арахидоновая C20:4 – $0,05 - 0,16 \pm 0,01$ %. Содержание НЖК миристиновой у помесей кемеровская х ландрас на уровне $0,69 \pm 0,06$, в других породах – $0,89 \pm 0,12 - 1,01 \pm 0,03$ %. Пентадекановая C15:0 кислота выявлена у пород кемеровская и ландрас на уровне $0,01 \pm 0,01 - 0,04 \pm 0,02$ %, в других породах – 0,0 %. У помесей кемеровской х ландрас и породы дюрок не выявлена нондекановая C19:0 кислота. Показатели маргариновой C17:0, арахидиновой C20:0, олеиновой C18:1, эйкозодиеновой C20:2 у животных крупной белой породы выше – от $0,40 \pm 0,20$ до $44 \pm 0,08$ %, чем других кислот. У породы дюрок выше по сравнению с другими породами показатели арахидоновой кислоты C20:4 – $0,16 \pm 0,01$ %.

Кемеровская порода превосходит сверстниц по содержанию пальмитиновой кислоты C16:0, крупная белая – по гондоиновой C20:1, дюрок и пьетрен – МНЖК ($P < 0,05$). По составу жирных кислот НЖК внутримышечного жира (ВМЖ) из всех изучаемых пород можно выделить свиней породы пьетрен, у них содержится более 37 % против 40 у других пород, и наоборот, больше МНЖК, чем у сравниваемых пород – 52,5 %. Все изучаемые породы превосходят породу пьетрен по содержанию пальмитиновой жирной кислоты ($P < 0,05$), однако эта порода отличается от других пород более высоким содержанием олеиновой жирной кислоты ($P < 0,01$). В табл. 2 – 4 представлены результаты распределения жирных кислот с учетом генотипов систем крови свиней.

Анализ полученного материала позволил дифференцировать особей по содержанию жирных кислот во внутримышечном жире (ВМЖ) с учетом генотипов групп крови с низкой, средней и высокой концентрацией.

Оценка связи концентрации жирных кислот с генотипами крови по системе E показывает (см. табл. 2), что животные с генотипом $E^{bdg/edg}$ превосходят сверстников по концентрации пальмитиновой кислоты C16:0, олеиновой C18:1, арахидоновой C20:4 и уступают по линолевой C18:2. Особи носители генотипа $E^{edg/edf}$ превосходят сверстников по концентрации стеариновой кислоты C18:0, линолевой C18:2, эйкозодиеновой C20:2. Носители $E^{bdg/edf}$ уступают сверстникам по содержанию пальмитиновой C16:0, пальмитолеиновой C16:1, арахидоновой C20:4 кислот ($P < 0,05$).

Анализируя содержание жирных кислот в длиннейшей мышце свиней с учетом носительства определенных групп крови, наблюдаем, что некоторые генотипы E-системы крови взаимосвязаны друг с другом.

Следует особо отметить, что содержание маргариновой C17:0 кислоты в мышцах свиней – носителей генотипов $L^{adhj/adhj}$ и $L^{bcgi/bdgi}$ L-системы крови ниже, чем у животных с $L^{bcgi/bdgi}$. Отмечено достоверное превосходство животных с генотипом $L^{bcgi/bdgi}$ над сверстниками по концентрации маргариновой C17:0 кислоты (см. табл. 4).

Таблица 1

Содержание жирных кислот во внутримышечном жире свиней разных пород, %
Content of fatty acids in intramuscular fat of pigs of different breeds, %

Жирная кислота	Крупная белая, n=4	Кемеровская, n=3	Кемеровская х ландрас, n=3	Ландрас, n=4	Пьетрен, n=3	Дюрок, n=2	По выборке, n=19
Номер генотипа	I	II	III	IV	V	VI	
Миристиновая C14:0	1,00±0,11	1,01±0,03 ^{III}	0,69±0,06 ^{II,IV,VI}	1,03±0,05 ^{III}	0,89±0,12	0,94±0,02 ^{III}	0,94±0,04
Пентадекановая C15:0	0,00±0,00	0,01±0,01	0,00±0,00	0,04±0,02	0,00±0,00	0,00±0,00	0,01±0,01
Пальмитиновая C16:0	24,13±0,32 ^{II}	25,26±0,28 ^{I,IV,VI}	24,34±0,45	24,69±0,63	22,61±0,77 ^{II}	24,13±0,07 ^{II}	24,22±0,28
Маргариновая C17:0	0,44±0,08	0,38±0,04	0,32±0,02 ^V	0,37±0,04	0,49±0,04 ^{III}	0,32±0,03 ^V	0,39±0,02
Стеариновая C18:0	14,20±0,63	13,45±0,83	14,03±0,17 ^{VI}	14,43±0,45	13,46±0,42	14,84±0,12 ^{III}	14,05±0,25
Нондекановая C19:0	0,03±0,02	0,02±0,01	0,00±0,00	0,01±0,01	0,02±0,02	0,00±0,00	0,01±0,01
Арахидиновая C20:0	0,40±0,20	0,14±0,01	0,12±0,01	0,19±0,06	0,09±0,04	0,14±0,01	0,20±0,05
В с е г о НЖК	39,97±0,79 ^V	40,27±0,62 ^V	39,50±0,58	40,66±0,63 ^V	37,56±0,74 ^{II,III,IV}	40,38±0,07 ^V	39,75±0,36
Пальмитолеиновая C16:1	1,94±0,25	1,61±0,16	1,53±0,09	1,60±0,09	1,52±0,20	1,72±0,04	1,66±0,08
Гептадеценивая C17:1	0,28±0,04	0,20±0,08	0,22±0,01	0,23±0,01	0,38±0,07	0,21±0,01	0,25±0,02
Олеиновая C18:1	40,73±3,02 ^V	46,66±0,76 ^V	48,42±0,36 ^{VI}	43,44±2,88	49,55±0,53 ^{II,III}	45,62±0,10 ^{III,V}	45,36±1,15
Гондоиновая C20:1	1,16±0,08 ^{III,IV}	0,91±0,08	0,79±0,11 ^I	0,83±0,08 ^I	1,02±0,09	1,09±0,02 ^{IV}	0,95±0,04
В с е г о МНЖК	43,53±3,11 ^V	49,38±0,65 ^V	50,95±0,2 ^{VI}	45,89±3,05	52,46±0,85 ^{II,III}	48,64±0,1 ^{III,V}	48,07±1,18
Линолевая C18:2	12,58±1,70 ^V	9,99±0,05 ^{VI}	9,17±0,59	11,22±1,66	9,58±0,36 ^I	10,38±0,05 ^{II}	10,64±0,58
Эйкозодиеновая C20:2	0,41±0,09	0,29±0,12	0,28±0,03	0,29±0,13	0,28±0,05	0,43±0,04	0,32±0,04
Арахидиновая C20:4	0,05±0,03 ^{VI}	0,07±0,03	0,06±0,03	0,12±0,04	0,08±0,04	0,16±0,01	0,09±0,02
В с е г о ПНЖК	12,84±1,59 ^V	10,35±0,12 ^{VI}	9,52±0,64	11,55±1,57	9,95±0,41 ^I	10,96±0,01 ^{II}	10,99±0,56

Примечание. Здесь далее надстрочные символы I, II, III, IV, V означают достоверное отличие анализируемой группы от других не более чем на P<0,05.

Таблица 2

Содержание жирных кислот у свиней разных генотипов по E-системе групп крови, %
Content of fatty acids in pigs of different genotypes according to the E-system of blood groups, %

Жирная кислота	Генотип крови				
	aeg/edg, n=2	bdg/edg, n=7	bdg/edf, n=7	edg/edg, n=1	edg/edf, n=2
Номер генотипа	I	II	III	IV	V
Миристиновая C14:0	1,07±0,16	0,96±0,04	0,89±0,08	0,65±0,00	0,98±0,05
Пентадекановая C15:0	0,00±0,00	0,01±0,01	0,01±0,01	0,00±0,00	0,02±0,01
Пальмитиновая C16:0	23,90±0,43	25,09±0,27 ^{III}	23,24±0,45 ^{II}	25,18±0,00	24,41±0,27
Маргариновая C17:0	0,27±0,00 ^{II,III}	0,40±0,30 ^I	0,41±0,05	0,35±0,00	0,37±0,00
Стеариновая C18:0	13,63±0,02 ^V	13,39±0,39 ^V	14,51±0,39	14,38±0,00	15,03±0,02 ^{I,II}
Нондекановая C19:0	0,00±0,00	0,01±0,01	0,02±0,01	0,00±0,00	0,03±0,02
Арахидовая C20:0	0,57±0,30	0,12±0,01 ^V	0,18±0,07	0,11±0,00	0,16±0,00 ^{II}
Пальмитолеиновая C16:1	2,22±0,34	1,51±0,11	1,67±0,09	1,46±0,00	1,72±0,03
Гептадеценная C17:1	0,29±0,07	0,22±0,04	0,28±0,05	0,24±0,00	0,26±0,02
Олеиновая C18:1	41,34±4,62	47,54±0,55 ^V	43,96±2,42	48,07±0,00	45,31±0,12 ^{II}
Гондоиновая C20:1	0,91±0,00	0,90±0,05	1,03±0,12	0,93±0,00	0,93±0,13
Линолевая C18:2	12,65±1,45	9,44±0,28 ^V	11,73±1,25	8,26±0,00	10,20±0,07 ^{II}
Эйкозодиеновая C20:2	0,32±0,00 ^V	0,28±0,07 ^V	0,31±0,06	0,32±0,00	0,46±0,01 ^{I,II,III}
Арахидоновая C20:4	0,07±0,05	0,13±0,02 ^{III}	0,05±0,02 ^{II}	0,05±0,00	0,09±0,06

По G-системе крови свиньи с генотипом G^{a/b} достоверно (P<0,05) уступают сверстницам по содержанию маргариновой кислоты C17:0 и превосходят по концентрации стеариновой C18:0, а особи с генотипом G^{a/a} уступают по концентрации стеариновой кислоты C18:0, с генотипом G^{b/b} – превосходят сверстниц по содержанию маргариновой кислоты C17:0 (см. табл. 3).

Таблица 3

Содержание жирных кислот у свиней разных генотипов по G-системе групп крови, %
Content of fatty acids in pigs of different genotypes according to the G-system of blood groups, %

Жирная кислота	Генотип крови		
	a/a, n=3	a/b, n=12	b/b, n=4
Номер генотипа	I	II	III
1	2	3	4
Миристиновая C14:0	0,96±0,03	0,93±0,06	0,93±0,07
Пентадекановая C15:0	0,00±0,00	0,01±0,01	0,01±0,01
Пальмитиновая C16:0	24,03±1,21	24,24±0,27	24,31±0,5
Маргариновая C17:0	0,44±0,06	0,35±0,02 ^{III}	0,46±0,04 ^{II}
Стеариновая C18:0	12,83±0,52 ^{II}	14,41±0,28 ^I	13,89±0,33
Нондекановая C19:0	0,00±0,00	0,02±0,01	0,01±0,01
Арахидовая C20:0	0,09±0,04	0,21±0,07	0,22±0,08
Пальмитолеиновая C16:1	1,64±0,17	1,66±0,11	1,68±0,12
Гептадеценная C17:1	0,24±0,10	0,26±0,03	0,25±0,02

Окончание табл. 3

1	2	3	4
Олеиновая C18:1	48,53±1,01	45,03±1,48	43,98±2,62
Гондоиновая C20:1	1,03±0,05	0,92±0,07	0,94±0,11
Линолевая C18:2	9,90±0,03	10,61±0,72	11,29±1,65
Эйкозодиеновая C20:2	0,23±0,10	0,31±0,04	0,43±0,06
Арахидоновая C20:4	0,07±0,03	0,08±0,02	0,12±0,04

Таблица 4

Содержание жирных кислот у свиней разных генотипов по L-системе групп крови, %
Content of fatty acids in pigs of different genotypes according to the L-system of blood groups, %

Жирная кислота	Генотип крови			
	adhjl/adhjl, n=4	adhjl/bcgi, n=1	bcgi/bcgi, n=7	bcgi/bdfi, n=7
Номер генотипа	I	II	III	IV
Миристиновая C14:0	0,78±0,08	1,30±0,00	0,99±0,07	0,91±0,04
Пентадекановая C15:0	0,00±0,00	0,00±0,00	0,02±0,01	0,01±0,01
Пальмитиновая C16:0	24,50±0,22	24,50±0,00	23,50±0,57	24,74±0,32
Маргариновая C17:0	0,34±0,02 ^{III}	-	0,48±0,03 ^{I,IV}	0,35±0,03 ^{III}
Стеариновая C18:0	14,52±0,18	13,60±0,00	13,81±0,31	14,09±0,55
Нондекановая C19:0	0,00±0,00	-	0,02±0,01	0,01±0,01
Арахидоновая C20:0	0,12±0,01	1,00±0,00	0,21±0,06	0,11±0,02
Пальмитолеиновая C16:1	1,57±0,08	2,70±0,00	1,63±0,12	1,60±0,08
Гептадеценная C17:1	0,22±0,01	0,40±0,00	0,30±0,04	0,21±0,04
Олеиновая C18:1	47,15±0,8	34,80±0,00	44,28±2,41	46,93±0,77
Гондоиновая C20:1	0,91±0,11	-	0,93±0,08	0,98±0,06
Линолевая C18:2	9,41±0,49 ^{II}	14,70±0,00	11,77±1,23	9,63±0,35
Эйкозодиеновая C20:2	0,34±0,05	-	0,28±0,08	0,33±0,06
Арахидоновая C20:4	0,09±0,04	0,00±0,00	0,08±0,03	0,11±0,02

Для выявления связей между количественным содержанием жирных кислот рассчитали коэффициенты корреляции (табл. 5). Положительная корреляция выявлена между НЖК миристиновой C14:0 и арахидоновой C20:0 (+0,62, $P<0,01$), но отрицательная – между НЖК миристиновой C14:0 и МНЖК олеиновой C18:1, (-0,69, $P<0,01$). Между НЖК миристиновой C14:0 и ПНЖК линолевой C18:2 корреляция составляет +0,70 ($P<0,001$), НЖК маргариновой C:17:0 и МНЖК гептадеценной C17:1 +0,79 ($P<0,001$). Высокие показатели корреляционной связи выявлены у НЖК арахидоновой кислоты C20:0 с МНЖК пальмитолеиновой C16:1, составляющие +0,75 ($P<0,001$), у олеиновой C18:1 и ПНЖК линолевой C18:2 они равны -0,94 ($P<0,001$), а между МНЖК олеиновой C18:1 и ПНЖК арахидоновой C20:0 составляет 0,73 ($P<0,001$).

Результаты однофакторного дисперсионного анализа показывают незначительную силу влияния генотипов крови на изменчивость содержания жирных кислот во внутримышечном жире (табл. 6). Очевидно, содержание жирных кислот в организме свиней соответствует физиологическим нормам, поэтому не наблюдается сопряженной изменчивости признака с учётом групп крови. Самая высокая сила влияния отмечена по породному фактору – нондекановой C19:0 и эйкозалиеновой C20:2 кислотам; при оценке генотипов крови системы A на изменчивость концентрации пальмитиновой C16:0 и эйкозодиеновой C20:2 кислот отмечена сила

Таблица 5

Коэффициенты корреляции жирных кислот во внутримышечном жире свиней
Correlation coefficients of fatty acids in intramuscular fat of pigs

Жирная кислота	НЖК						МНЖК				ПНЖК		
	пентадекановая C15:0	пальмитиновая C16:1	маргаритиновая C17:0	стеариновая C18:0	нондекановая C19:0	арахиновая C20:0	пальмитолеиновая C16:1	гептадеценная C17:1	олеиновая C18:1	гондоиновая C20:1	линолевая C18:2	эйкозодиеновая C20:2	арахидионовая C20:4
Миристиновая C14:0	0,36	0,03	-0,23	-0,09	-0,07	0,62**	0,39	-0,14	-0,69**	-0,04	0,70***	0,2	-0,06
Пентадекановая C15:0		-0,04	0,13	0,3	0,53	0,14	-0,08	-0,07	-0,46	-0,48	0,45	0,43	-0,18
Пальмитиновая C16:1			-0,46	-0,03	-0,06	-0,07	-0,28	-0,5	0,09	-0,4	-0,31	0,1	0,35
Маргаритиновая C17:0				-0,18	0,26	-0,15	0,22	0,79**	0,46	0,16	-0,39	-0,19	-0,24
Стеариновая C18:0					0,47	-0,08	0,09	0,15	-0,28	0,14	0,1	0,06	-0,09
Нондекановая C19:0						-0,03	-0,09	0,41	-0,36	0,11	0,15	0,34	-0,08
Арахидиновая C20:0							0,75***	0,2	-0,80***	-0,33	0,73***	-0,09	-0,42
Пальмитолеиновая C16:1								0,49	-0,54	0,19	0,46	-0,53	-0,48
Гептадеценная C17:1									0,06	0,12	-0,11	-0,33	-0,29
Олеиновая C18:1										-0,04	-0,94***	-0,31	0,41
Гондоиновая C20:1											0,17	0,18	0,21
Линолевая C18:2												0,43	-0,42
Эйкозодиеновая C20:2													0,38
Арахидионовая C20:4													

*P<0,05; **P<0,01; ***P<0,001.

влияния на уровне 0,262 – 0,285, по системе В самые высокие значения силы влияния отмечены при анализе гептадеценовой C17:1 и эйкозодиеновой C20:2 – 0,192–0,199, по системе крови D – стеариновой C18:0, олеиновой C18:1 кислот – в пределах 0,276–0,320. Наибольшая сила влияния выявлена по системе крови E на изменчивость пальмитиновой C16:1, гондоиновой C20:1 кислот – 0,418–0,602, в системе G – маргариновой C17:0 и стеариновой C18:0 – 0,258–0,298. По системе L наибольшая сила влияния проявляется на изменчивость маргариновой C17:0 и гондоиновой C20:1 кислоты – 0,202–0,457. Отмечено сильное влияние породного фактора и генотипов А и В систем крови на изменчивость содержания эйкозодиеновой кислоты C20:2.

Таблица 6

Сила влияния оцениваемых факторов на изменчивость жирных кислот
во внутримышечном жире свиней

The strength of the influence of the assessed factors on the variability of fatty acids in intramuscular fat of pigs

Жирная кислота	Порода	Система крови						
		A	B	D	E	G	F	L
НЖК								
Миристиновая C14:0	0,176	0,089	0,144	0,052	0,013	0,241	-	0,170
Пентадекановая C15:0	0,147	0,110	0,035	0,071	0,377	0,170	-	0,017
Пальмитиновая C16:0	0,243	0,262	0,021	0,111	0,418	0,237	-	0,139
Маргариновая C17:0	0,214	0,141	0,069	0,250	0,357	0,258	-	0,457
Стеариновая C18:0	0,157	0,016	0,093	0,276	0,178	0,298	-	0,092
Нондекановая C19:0	0,415	0,030	0,104	0,131	0,242	0,129	-	0,022
Арахидиновая C20:0	0,046	0,107	0,108	0,117	0,249	0,141	-	0,068
МНЖК								
Пальмитолеиновая C16:1	0,140	0,039	0,159	0,012	0,253	0,247	-	0,183
Гептадеценовая C17:1	0,085	0,071	0,192	0,079	0,313	0,235	-	0,090
Олеиновая C18:1	0,185	0,085	0,120	0,320	0,079	0,059	-	0,045
Гондоиновая C20:1	0,247	0,026	0,046	0,140	0,602	0,196	-	0,202
ПНЖК								
Линолевая C18:2	0,087	0,035	0,134	0,166	0,085	0,184	-	0,131
Эйкозодиеновая C20:2	0,529	0,285	0,199	0,111	0,435	0,065	-	0,190
Арахидоновая C20:4	0,081	0,069	0,141	0,041	0,136	0,140	-	0,133

По проведенным исследованиям сделаны следующие выводы.

1. Полученные данные о взаимосвязи содержания исследованных жирных кислот с генотипами крови могут служить первичной основой для селекции свиней в целях улучшения качества мяса и сала.

2. Установлены закономерности содержания жирных кислот во внутримышечном жире свиней разных пород. При этом некоторые кислоты выявлены у животных с высокой концентрацией, а другие – с низкой. К НЖК с высокой концентрацией можно отнести пальмитиновую C16:0 – от 22,61 до 25,26 % и стеариновую C18:0 – 13,45–14,84 %. МНЖК с высокой

концентрацией – олеиновая C18:1 – 40,73–49,55 %, ПНЖК – линолевая C18:2 – 9,17–12,58 %. Концентрации остальных исследованных кислот не превышали 1,94 %.

3. Оценка концентрации жирных кислот у свиней разных генотипов по системе E групп крови показала достоверные различия между животными с генотипами $E^{bdg/edg}$, $E^{edg/edf}$, $E^{bdg/edf}$. В G-системе крови свиньи имеют достоверные различия по генотипам $G^{a/b}$, $G^{a/a}$, $G^{b/b}$. У животных, ранжированных по генотипам системы L, содержание маргариновой C17:0 кислоты в мышцах носителей генотипов $L^{adhj/adhj}$ и $L^{bcgi/bdfi}$ ниже, чем у животных генотипа $L^{bcgi/bdgi}$.

4. Анализ коэффициентов корреляций позволяет выделить высокую степень положительной связи между маргариновой и гептадеценовой кислотами ($r = +0,79$), а высокая степень отрицательной связи отмечена между олеиновой и линолевой жирными кислотами ($r = -0,94$). Выявленные закономерности можно использовать при селекции свиней на повышение качества мяса.

5. Наиболее высокая сила влияния на изменчивость ряда жирных кислот отмечена по системам крови A, D, E, L – она находится в пределах от 0,2 до 0,6 и по многим жирным кислотам сопоставима с влиянием породного фактора на изменчивость оцениваемых признаков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Palmquist D.L.* Omega-3 Fatty Acids in Metabolism, Health, and Nutrition and for Modified Animal Product Foods // *The Professional Animal Scientist*. – 2009. – Vol. 25. – P. 207–249. – [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30713-0](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30713-0).
2. *Poledne R.* A new atherogenic effect of saturated fatty acids // *Physiol Res*. – 2013. – Vol. 62 (2). – P. 139–43. – DOI: 10.33549/physiolres.932443. – Epub 2012 Dec 13; PMID: 23234411.
3. *Талантов П.В.* Доказательная медицина от магии до поисков бессмертия. – М.: АСТ: CORPUS, 2021. – 560 с.
4. *Association of IFNA16 and TNFRSF19 Polymorphisms with Intramuscular Fat Content and Fatty Acid Composition in Pigs* / S. Mekchay, N. Pothakam, W. Norseeda [et al.] // *Biology*. – 2022. – Vol. 11 (1). – P. 109. – <https://doi.org/10.3390/biology11010109>.
5. *The role of dietary oxidized cholesterol and oxidized fatty acids in the development of atherosclerosis* / I. Staprans, X.M. Pan, J.H. Rapp, K.R. Feingold // *Mol Nutr Food Res*. – 2005. – Nov, Vol. 49 (11). – P. 1075–1082. – DOI: 10.1002/mnfr.200500063; PMID: 16270280.
6. *Effects of breed, sex, and halothane genotype on fatty acid composition of pork longissimus muscle* / S. Zhang, T.J. Knight, K.J. Stalder [et al.] // *J Anim Sci*. – 2007. – Mar, Vol. 85 (3). – P. 583–591. – DOI: 10.2527/jas.2006-239; PMID: 17060410.
7. *Genetic correlation of fatty acid composition with growth, carcass, fat deposition and meat quality traits based on GWAS data in six pig populations* / Zhang Yifeng, Junjie Zhang, Huanfa Gong [et al.] // *Meat Science*. – 2019. – Vol. 150. – P. 47–55. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.12.008.
8. *Association of single nucleotide polymorphisms in fat metabolism candidate genes with fatty acid profiles of muscle and subcutaneous fat in heavy pigs* / B. Renaville, N. Bacciu, M. Lanzoni [et al.] // *Meat Sci*. – 2018. – May, Vol. 139. – P. 220–227. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.02.005; PMID: 29459298.
9. *Effects of genetic variants for the swine FABP3, HMGA1, MC4R, IGF2, and FABP4 genes on fatty acid composition* / J. Hong, D. Kim, K. Cho [et al.] // *Meat Sci*. – 2015. – Dec, Vol. 110. – P. 46–51. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.06.011; PMID: 26172243.
10. *Enig M., Fallon S.* From: Nourishing Traditions: The Cookbook that Challenges Politically Correct Nutrition and the Diet Dictocrats by Sally Fallon with Mary G. Enig, PhD (NewTrends Publishing 2000). – 2023. – www.newtrendspublishing.com or www.counterculture-books.co.uk.
11. *Effect of dietary conjugated linoleic acid in combination with monounsaturated fatty acids on the meat composition and quality traits of dry-cured loin* / D. Martin, T. Antequera, E. Muriel [et al.] // *Meat Sci*. – 2008. – Dec, Vol. 80 (4). – P. 1309–1319. – DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.06.006; PMID: 22063873.

12. *Exploring evidence of positive selection reveals genetic basis of meat quality traits in Berkshire pigs through whole genome sequencing* / H. Jeong, K.D. Song, M. Seo [et al.] // *BMC Genet.* – 2015. – Aug, Vol. 2, N 16. – P. 104. – DOI: 10.1186/s12863-015-0265-1; PMID: 26289667; PMCID: PMC4545873.
13. *Genetic parameters of meat quality traits in two pig breeds measured by rapid methods* / E. Gjerlaug-Enger, L. Aass, J. Odegård, O. Vangen // *Animal.* – 2010. – Nov, Vol. 4 (11). – P. 1832–1843. – DOI: 10.1017/S175173111000114X. PMID: 22445144.
14. *Лакин Г.Ф.* Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 352 с.
15. *Матюшек Й.* Группы крови у крупного рогатого скота. – Киев: Урожай, 1964. – 145 с.
16. *Тихонов В.Н.* Изучение групп крови животных. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1965. – 64 с.
17. *Серебровский А.С.* Генетический анализ. – М.: Наука, 1970. – 343 с.
18. *Машуров А.М., Сухова Н.О.* Фонд антигенов пород крупного рогатого скота и родственных ему видов. – Новосибирск, 1994. – 125 с.
19. *Группы крови крупного рогатого скота и их использование в селекционной работе: метод. рекомендации* / Н.О. Сухова, В.С. Деева, И.Н. Лепехин, Д.В. Говорухин. – Новосибирск, 1992. – 48 с.

REFERENCES

1. Palmquist D.L., Omega-3 Fatty Acids in Metabolism, Health, and Nutrition and for Modified Animal Product Foods, *The Professional Animal Scientist*, 2009, Vol. 25, P. 207–249, available at: [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30713-0](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30713-0).
2. Poledne R., A new atherogenic effect of saturated fatty acids, *Physiol Res*, 2013, Vol. 62 (2), P. 139–43, DOI: 10.33549/physiolres.932443. Epub 2012 Dec 13; PMID: 23234411.
3. Talantov P.V. *Dokazatel'naya medicina ot magii do poiskov bessmertiya* (Evidence-Based Medicine: From Magic to the Quest for Immortality), Moscow: AST: CORPUS, 2021, 560 p.
4. Mekchay S., Pothakam N., Norseeda W., Supakankul P., Teltathum T., Liu G., Naraballobh W., Khamlor T., Sringarm K., Krutmuang P., Association of IFNA16 and TNFRSF19 Polymorphisms with Intramuscular Fat Content and Fatty Acid Composition in Pigs, *Biology*, 2022, Vol. 11 (1), P. 109, available at: <https://doi.org/10.3390/biology11010109>.
5. Staprans I., Pan X.M., Rapp J.H., Feingold K.R., The role of dietary oxidized cholesterol and oxidized fatty acids in the development of atherosclerosis, *Mol Nutr Food Res*, 2005, Nov, Vol. 49 (11), P. 1075–1082, DOI: 10.1002/mnfr.200500063; PMID: 16270280.
6. Zhang S, Knight T.J., Stalder K.J., Goodwin R.N., Lonergan S.M., Beitz D.C., Effects of breed, sex, and halothane genotype on fatty acid composition of pork longissimus muscle, *J Anim Sci*, 2007, Mar, Vol. 85 (3), P. 583–591, DOI: 10.2527/jas.2006-239; PMID: 17060410.
7. Zhang Yifeng, Junjie Zhang, Huanfa Gong, Leilei Cui, Bin Yang, Genetic correlation of fatty acid composition with growth, carcass, fat deposition and meat quality traits based on GWAS data in six pig populations, *Meat Science*, 2019, Vol. 150, P. 47–55, DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.12.008.
8. Renaville B., Bacciu N., Lanzoni M., Mossa F., Piasentier E., Association of single nucleotide polymorphisms in fat metabolism candidate genes with fatty acid profiles of muscle and subcutaneous fat in heavy pigs, *Meat Sci*, 2018, May, Vol. 139, P. 220–227, DOI: 10.1016/j.meatsci.2018.02.005; PMID: 29459298.
9. Hong J, Kim D, Cho K, Sa S, Choi S, Kim Y, Park J, Schmidt GS, Davis ME, Chung H., Effects of genetic variants for the swine FABP3, HMGA1, MC4R, IGF2, and FABP4 genes on fatty acid composition, *Meat Sci*, 2015, Dec, Vol. 110, P. 46–51, DOI: 10.1016/j.meatsci.2015.06.011; PMID: 26172243.
10. Enig M., Fallon S. *From: Nourishing Traditions: The Cookbook that Challenges Politically Correct Nutrition and the Diet Dictocrats* by Sally Fallon with Mary G. Enig, PhD (NewTrends Publishing 2000), 2023, available at: www.newtrendspublishing.com or www.counterculture-books.co.uk.
11. Martin D., Antequera T., Muriel E., Perez-Palacios T., Ruiz J., Effect of dietary conjugated linoleic acid in combination with monounsaturated fatty acids on the meat composition and quality traits of dry-cured loin, *Meat Sci*, 2008, Dec, Vol. 80 (4), P. 1309–1319, DOI: 10.1016/j.meatsci.2008.06.006; PMID: 22063873.
12. Jeong H, Song KD, Seo M, Caetano-Anollés K, Kim J, Kwak W, Oh JD, Kim E, Jeong DK, Cho S, Kim H, Lee HK, Exploring evidence of positive selection reveals genetic basis of meat quality traits in Berkshire

- pigs through whole genome sequencing, *BMC Genet*, 2015, Aug, Vol. 2, N 16, P. 104, DOI: 10.1186/s12863-015-0265-1; PMID: 26289667; PMCID: PMC4545873.
13. Gjerlaug-Enger E., Aass L., Odegård J., Vangen O., Genetic parameters of meat quality traits in two pig breeds measured by rapid methods, *Animal*, 2010, Nov, Vol. 4 (11), P. 1832–1843, DOI: 10.1017/S175173111000114X. PMID: 22445144.
 14. Lakin G.F. *Biometriya* (Biometrics), ucheb. posobie, Moscow: Vyssh. shk., 1990, 352 p.
 15. Matoushek J. *Gruppy krovi u krupnogo rogatogo skota* (Blood Types in Cattle), Kiev: Urozhaj, 1964, 145 p.
 16. Tihonov V.N. *Izuchenie grupp krovi zhivotnyh* (Study of animal blood groups), Novosibirsk: Nauka. Sib. otd-nie, 1965, 64 p.
 17. Serebrovskij A.S. *Geneticheskij analiz* (Genetic Analysis), Moscow: Nauka, 1970, 343 p.
 18. Mashurov A.M., Suhova N.O., *Fond antigenov porod krupnogo rogatogo skota i rodstvennyh emu vidov* (Antigen Fund of Cattle Breeds and Related Species), Novosibirsk, 1994, 125 p.
 19. Suhova N.O., Deeva V.S., Lepekhin I.N., Govoruhin D.V., *Gruppy krovi krupnogo rogatogo skota i ih ispol'zovanie v selekcionnoj rabote* (Blood Groups of Cattle and Their Use in Breeding Work), Methodological recommendations, Novosibirsk, 1992, 48 p.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССА ФОРМИРОВАНИЯ УНИКАЛЬНОЙ ВРОЖДЕННОЙ ПОЛИДАКТИЛИИ У МИНИ-СВИНЕЙ

¹**С.П. Князев**, кандидат биологических наук, доцент,
действительный член Российской академии естественных наук

²**С.В. Никитин**, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник

^{1,3}**Ю.Д. Шмидт**, кандидат биологических наук, доцент

⁴**М.А. Травин**, кандидат медицинских наук, руководитель патоморфологической лаборатории

^{5,6}**М.А. Карпов**, кандидат медицинских наук, доцент

¹**О.С. Козлова**, старший преподаватель

¹**А.Е. Назаренко**, ветеринарный врач

¹**В.И. Ермолаев**, доктор биологических наук

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Институт цитологии и генетики СО РАН

³ГБУ «Областной центр ветеринарно-санитарного обеспечения»

Управления ветеринарии Новосибирской области

⁴АО «Европейский медицинский центр»

⁵НИИ клинической и экспериментальной лимфологии

⁶Новосибирский государственный медицинский университет

E-mail: knyser@rambler.ru

Ключевые слова: мини-свиньи, полидактилия, морфогенез, гистология.

Реферат. Изучено формирование уникальной аномалии строения дистальных отделов конечностей – полидактилии у мини-свиней селекции Института цитологии и генетики (ИЦиГ) СО РАН. Проанализирована генеалогия двух исследованных животных с полидактилией – шестипалостью на передних (грудных) и задних (тазовых) конечностях – чёрного хряка и белой свинки. Она продемонстрировала наследственный характер проявления этой аномалии, различающийся в зависимости от способа разведения в ряде поколений. Анатомирование дистальных фрагментов конечностей двух полидактильных животных, выбракованных в возрасте 15 – 16 месяцев, показало формирование дифференцировки трофических структур кровоснабжения добавочных пальцев и сухожильно-связочного аппарата, в том числе связок мышцы-поднимателя пальца. Отпрепарированные образцы были обработаны для гистологического окрашивания и микроскопирования, которое позволило выявить интерьерные особенности формирования соединительной и костной тканей фаланг дополнительных пальцев на передних и задних конечностях, характерные для каждого из исследованных животных. Результаты обсуждаются в связи с актуальными вопросами ветеринарной патогенетики сельскохозяйственных животных и в контексте интереса классической и новейшей биологии к феномену полидактилии.

STUDY OF THE PROCESS OF FORMATION OF A UNIQUE CONGENITAL POLYDACTYLY IN MINI-PIGS

¹**S.P. Knyazev**, PhD in Biological Sciences, Associate Professor,
full member of the Russian Academy of Natural Sciences

²**S.V. Nikitin**, PhD in Biological Sciences, Senior Researcher

^{1,3}**Yu.D. Schmidt**, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

⁴**M.A. Travin**, PhD in Medical Sciences, Head of Pathomorphology Laboratory

^{5,6}**M.A. Karpov**, PhD in Medical Sciences, Associate Professor

¹**O.S. Kozlova**, Senior Lecturer

¹**A.E. Nazarenko**, Veterinarian

¹**V.I. Yermolaev**, Doctor of Biological Sciences

¹Novosibirsk State Agrarian University

²Institute of Cytology and Genetics SB RAS

³SBU "Regional centre of veterinary and sanitary support" Veterinary Administration
of the Novosibirsk region

⁴JSC "European Medical Center"

⁵Research Institute of Clinical and Experimental Lymphology

⁶Novosibirsk State Medical University

E-mail: knyser@rambler.ru

Keywords: mini-pigs, polydactyly, morphogenesis, histology.

Abstract. The formation of a unique anomaly of the structure of the distal extremities – polydactyly in mini-pigs of the selection of the Institute of Cytology and Genetics (ICiG) SB RAS was studied. The genealogy of two looked animals with polydactyly (six-toed on the fore and hind limbs) - a black boar and a white pig, demonstrated the hereditary nature of the manifestation of this anomaly, differing depending on the method of breeding in several generations, is analysed. Anatomisation of distal fragments of the limbs of these two pigs culled at the age of 15-16 months showed the formation of differentiation of trophic structures of blood supply to the accessory fingers and tendon-ligamentous apparatus, including ligaments of the finger-lift muscle. The prepared samples were processed for histological staining and microscopy, which showed the interior features of the formation of connective and bone tissues of the phalanges of additional fingers on the fore and hind limbs, characteristic of each studied animal. The results are discussed in connection with topical issues of veterinary pathogenetics of farm animals and the context of the interest of classical and modern biology in polydactyly.

Домашняя свинья *Sus scrofa domesticus* L. является типичным представителем нежвачных парнокопытных – обладает на каждой ставшей в результате эволюции четырехпалой конечности двумя парами пальцев, заканчивающихся четко разделенными копытами, из которых третий и четвертый пальцы опираются на основные центральные копыта, а второй и пятый заканчиваются боковыми копытцами, выполняющими функцию дополнительной опоры. Это характерно и для грудных конечностей (в зоотехнии их обычно называют передними), и для тазовых (соответственно задних). На рис. 1 представлена схема строения скелета типичной кисти на примере дистального отдела правой грудной конечности нормальной свиньи.



Рис. 1. Схема скелета нормальной кисти правой грудной конечности свиньи *Sus scrofa* L. (цифрами обозначены порядковые номера пальцев)

Scheme of the skeleton of the average hand of the right thoracic limb of the pig *Sus scrofa* L. (the numbers indicate the serial numbers of the fingers)

У домашних свиней и их ближайших диких родичей - кабанов, принадлежащих к одному виду *Sus scrofa* L., известны случаи формирования разных аномалий развития конечностей,

прежде всего, полидактилии (многопалости), которая издавна привлекала внимание исследователей, поскольку может являться примером или атавизма (при полном или частичном восстановлении одного или нескольких пальцев, утраченных предками в процессе эволюции), или нарушения нормального онтогенеза [1]. Реже у свиней наблюдалась противоположная аномалия – синдактилия (слияние парных пальцев с образованием одного общего копыта).

Однако недавно именно она стала широко известна благодаря сообщениям [2] о выведении «методом генной инженерии» на сельскохозяйственном факультете Еврейского университета в Реховоте (Израиль) «породы» свиней с нераздвоенным копытом – авторы презентовали их как пригодных для преодоления религиозных запретов иудаизма на потребление свинины.

Также известны и феномены с более резкими нарушениями нормальной морфологии конечностей *Sus scrofa* – как, например, на фотографии Edmunds Busmanis (рис. 2) фактически «удвоенных» дистальных отделов на каждой из грудных конечностей добытого латвийскими охотниками дикого кабана. Это фото опубликовано недавно в сети Интернет на сайте латвийского СМИ [3] под вопросительным заголовком – является ли эта аномалия проявлением тератогенного реагирования природы на воздействие современной цивилизации?



Рис. 2. Аномальные грудные конечности у дикого кабана с дополнительными кистями (фото Edmunds Busmanis [2])

Abnormal thoracic limbs in a wild boar with additional hands (photo by Edmunds Busmanis [2])

У нормальных кабанов, как и их одомашнированных родичей свиней, формируются две пары копыт на каждой конечности – пара центральных крупных (которыми оканчиваются 3-й и 4-й пальцы) и пара боковых «копытец» (на 2-м и 5-м пальцах) – они оставляют «четверные» отпечатки следа каждой ноги, отличающиеся от большинства остальных парнокопытных, у которых отпечатываются следы только двух центральных копыт каждой конечности (рис. 3).

Два года назад мы опубликовали в «Вавиловском журнале генетики и селекции» статью «Необычная врожденная полидактилия мини-свиней селекционной группы ИЦиГ СО РАН» [4] с описанием впервые обнаруженной патологии строения дистальных отделов конечностей – полидактилии (многопалости) у мини-свиней селекционной группы, разводимой в Институте цитологии и генетики (ИЦиГ) СО РАН. Необычна эта аномалия тем, что, в отличие от выявлявшихся иногда ранее у домашних свиней случаев [5–8] медиальной (преаксиальной) полидактилии (с прибылыми пальцами на внутренней стороне конечностей), дополнительные пальцы у мини-свиней ИЦиГ располагаются либо только на латеральной (т.е. наружной, боковой) стороне кистей и стоп – тогда формируется пятипалая конечность; либо и на латеральной,

и на медиальной сторонах – при этом формируется шестипалая полидактилия. В этих случаях шестипалости прибылые пальцы имели разную степень выраженности: латеральные дополнительные пальцы были гораздо более выраженными, чем медиальные.



Рис. 3. Схема следов некоторых парнокопытных (сверху вниз – олень, косуля, кабан)
Scheme of tracks of some artiodactyls (from top to bottom - deer, roe deer, wild boar)

В упомянутой статье [4] нами описана феноменология фенотипического проявления полидактилии у мини-свиней селекции ИЦиГ, её цитологические, гибринологические и генетические аспекты (в том числе по итогам анализа специальной литературы). Обсуждалось также и возможное значение полидактилии как маркера селекционного процесса воспроизводства генетически изолированной микропопуляции мини-свиней. Их разводят как лабораторную биомодель для генетических исследований и медико-биологических экспериментов с целью возможного применения в новейших технологиях ксенотрансплантаций и т.п. [9–12]. Однако в процессе редакционной подготовки рукописи и общения с редактором и рецензентами авторам были высказаны рекомендации продолжить углубленное изучение обнаруженной аномалии, в том числе выяснить морфологические и гистологические особенности формирования дополнительных пальцев у мини-свиней в фило- и онтогенезе. Попытка ответов на эти пожелания и стала целью исследований, результаты которых приведены в настоящем сообщении.

Объектом для настоящего исследования послужили мини-свиньи селекции ИЦиГ СО РАН, которые содержатся и разводятся на экспериментальной базе (п. Каинка Новосибирского сельского района Новосибирской области) в качестве лабораторных биомodelей для медико-биологических исследований. Материалом послужили две особи – хрячок и свинка, рождённые в августе 2019 г. в разных помётах, у которых обнаружена врождённая полидактилия с шестипалостью на всех четырёх конечностях. Это свинка белой масти под номером 4654 и чёрный хрячок под номером 4699. Были составлены их графические родословные на основании материалов зоотехнического учёта для генеалогического анализа. В возрасте 15 и 16 месяцев эти животные были выранжированы из племенного ремонта в результате выбраковки по селекционируемым модельным признакам («слабые на ногах») и после забоя дистальные отделы их шестипалых конечностей изучены морфологически, включая компьютерную рентгенографию (с помощью аппарата ерх-f3200), подвергнуты анатомическому препарированию прибылых пальцев грудных (передних) и тазовых (задних) конечностей с последующим гистологическим исследованием выделенных образцов тканей. Для этого образцы тканей отпрепарированных добавочных пальцев фиксировали в 10 %-м нейтральном формалине и декальцинировали в кислотном декальцинирующем растворе, обезвоживали в спиртах возрастающей концентрации и заключали в парафин. Из каждого образца на микротоме марки Microm HM 355S (Thermo Scientific, США) готовили по 4-6 срезов толщиной 5-6 мкм [13–15]. Гистологические срезы окрашивали гематоксилином и эозином. Морфологическое исследование проводили с

использованием светового микроскопа фирмы Leica DM3000, Великобритания, при комбинированном увеличении в 50, 100 и 200 раз.

Феноменология полидактилии и генеалогический анализ объектов исследования. Две особи мини-свиней были отобраны как обладающие уже с рождения ярко выраженной полидактилией на всех четырёх конечностях и происходящие от предков, часть которых также обладала этой аномалией.

Первое из двух животных – хрячок чёрной масти с небольшими белыми отметинами на венчиках возле копыт с инвентарным номером 4699 родился 01.08.2019 в гнезде номер 4 от мини-свиноматки номер 7954 (с пятипалостью только на передних ногах) и мини-хряка номер 3295, который обладал нормальными конечностями, но сам происходил от отца с полидактилией. Этот поросёнок впервые был сфотографирован нами в возрасте 7 дней, и на рис. 4, а отчётливо видны на его грудных (передних) конечностях дополнительные пальцы сверх нормального комплекта, хотя эти прибылые пальцы уже в перинатальный период онтогенеза обладали разной степенью выраженности: латеральные были значительно крупнее медиальных, которые проявлялись в первые дни жизни хрячка еще как зачатки. Для сравнения рядом (см. рис. 4, в) видны передние конечности его ровесника – хрячка масти агутти из гнезда номер 6 – тоже с полидактилией, но с пятипалой – у него имеется только по одному дополнительному латеральному пальцу на каждой грудной конечности. У хрячка же 4699 шестипалыми были все четыре конечности. В процессе дальнейшего роста его прибылые пальцы формировались до степени, достигшей к возрасту 15 месяцев изображенной на рис. 4, б: латеральный (он обозначен цифрой 6), как и сразу после рождения, ярче и сильнее выражен с более сформированным копытом, по сравнению с медиальным (обозначенным цифрой 1). Интересно, что два однопомётника этого хрячка также родились с полидактилией: они также обладали шестипалостью на всех четырёх конечностях, и медиальные (первые) пальцы находились в зачаточном состоянии, но всё же явно проявлялись по сравнению со сверстниками, обладавшими пятипалостью и имевшими только латеральные добавочные пальцы.



Рис. 4. Пример онтогенеза латеральной и двусторонней полидактилии у мини-свиней: а – поросёнок 4699 в возрасте 7 дней: на передних (грудных) конечностях видно по 2 прибылых пальца – латеральные (обозначенные как 6) выражены сильнее, чем медиальные (обозначены как 1); б – копыта правой передней (грудной) конечности этого же хряка в возрасте 15 месяцев: 1 и 6 – номера пальцев; в – передние (грудные) конечности поросёнка из гнезда 6 в возрасте 6 дней: латеральная полидактилия с пятипалостью – с одним дополнительным пальцем на каждой ноге

An example of the ontogenesis of lateral and bilateral polydactyly in mini-pigs: а – piglet 4699 at the age of 7 days: 2 dewclaws are visible on the forelimbs (thoracic) - the lateral ones (marked as 6) are more pronounced than the medial ones (marked as 1); б – hooves of the right fore (thoracic) limb of the same boar at the age of 15 months: 1 and 6 – toe numbers; в – forelimbs (thoracic) of a piglet from nest six at the age of 6 days: lateral polydactyly with five-toed fingers – with one extra toe on each leg

Вторая исследованная особь – белой масти свинка номер 4654 – родилась 04.08.2019 от другой пары мини-свиней (отец 7753, мать 3700); она так же, как и хрячок, была выбракована по причине «слабых ног» и забита в возрасте 16 месяцев (при живой массе в этом возрасте 55 кг), после чего мы использовали дистальные отделы её конечностей в настоящем исследовании. У неё также выявлена полидактилия – на всех четырёх шестипалых конечностях уже при рождении было по два дополнительных пальца, так же, как у черного хрячка, латеральные (шестые) выражены у неё были сильнее, чем медиальные (первые), и различия сохранились вплоть до возраста выбраковки. Но степени выраженности и развития прибылых пальцев у свинки и хрячка заметно различались, как будет показано ниже.

Данные зоотехнического учёта происхождения этих двух особей позволили построить генеалогическую схему (рис. 5), из которой видно, что они являются достаточно близкими родственниками – двоюродными братом и сестрой: мать черного хрячка 4699 – свиноматка номер 7954(92) и мать белой свинки 4654 – свиноматка номер 7154(16) происходят от одной и той же свиноматки под номером 14.5(2).

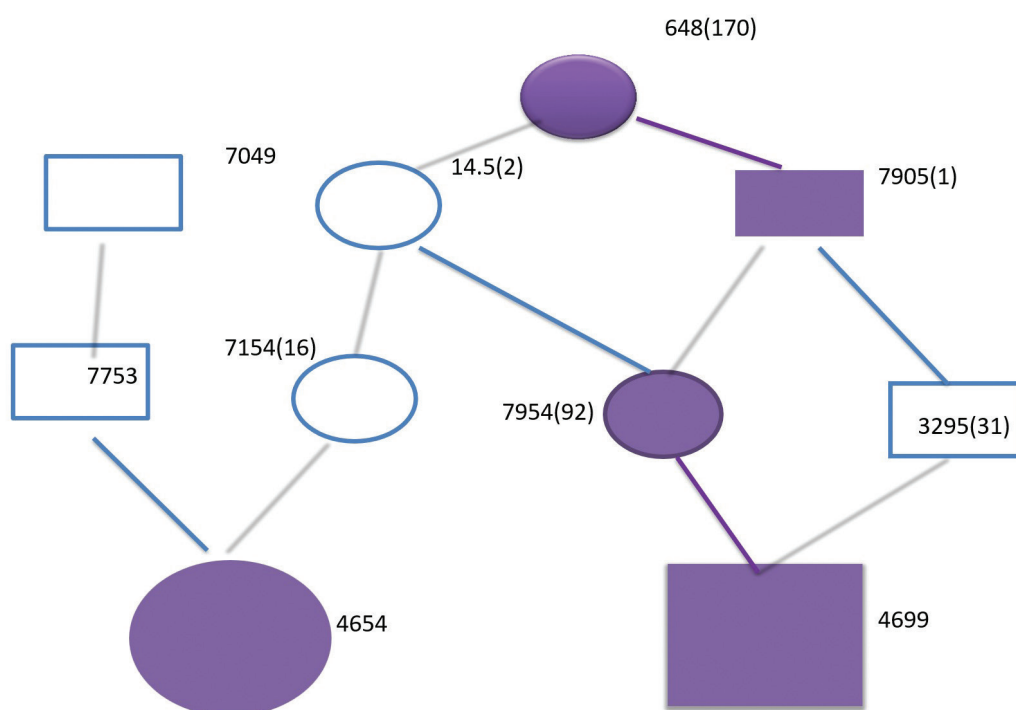


Рис. 5. Генеалогическая схема происхождения изученных мини-свиней с полидактилией. Обозначения: прямоугольники – самцы, кружки – самки, закрашенные символы – животные с полидактилией
Genealogical diagram of the origin of the studied mini-pigs with polydactyly. Designations: rectangles – males, circles – females, filled symbols – animals with polydactyly

Однако генеалогический анализ схемы, приведенной на рис. 5, показывает, что происхождение полидактилии двух исследованных свиней является результатом применения разных способов их выведения: черный хряк 4699 является последним звеном в цепи четырёх смежных поколений мини-свиней, в каждом поколении полидактилия проявлялась – начиная с его прабабки номер 648 (170), от которой полидактилию унаследовал её сын 7905(1) – дед чёрного хрячка 4699, «передавший» эту аномалию своей дочери 7954(92), от которой и родился изученный нами пробанд. Он, кстати, получен методом тесного инбридинга – от скрещивания «брат x сестра»: детьми полидактильного хряка 7901(1) являлись и его полидактильная мать, и отец (который хоть и обладал нормальным по конечностям фенотипом, но определённо унаследовал в гетерозиготном состоянии часть отцовской аномальной наследственности). Таким

образом, в процессе четырёх смежных поколений происходила консолидация наследственной обусловленности полидактилии, проявившейся в итоге в фенотипе черного хрячка 4699. Его сверстница и двоюродная сестра свинка белой масти 4654 – хоть и является правнучкой той же родоначальницы семейства полидактильных мини-свиней под номером 648(170), которая является прабабкой и чёрного хряка 4699, но её происхождение оказалось существенно иным: от полидактильной прабабки её отделяют два поколения предков, у которых не было проявлений этой аномалии конечностей, и она не была получена столь тесным инбридингом, как её «кузен» 4699.

Таким образом, шестипалость у этой свинки «выщепилась» после скрещиваний в течение двух поколений её фенотипически «нормальных» предков.

На рис. 6 приведены две расширенные генеалогические схемы их происхождения, каждая из восьми смежных поколений предков-потомков: видно, что они не только происходят от одной и той же полидактильной прабабки 648(170), но имеют и других общих предков в более отдаленных рядах родословных, восходящих к общему родоначальнику – хряку номер 207(53), отстоящему на семь поколений от этих двух изученных пробандов.

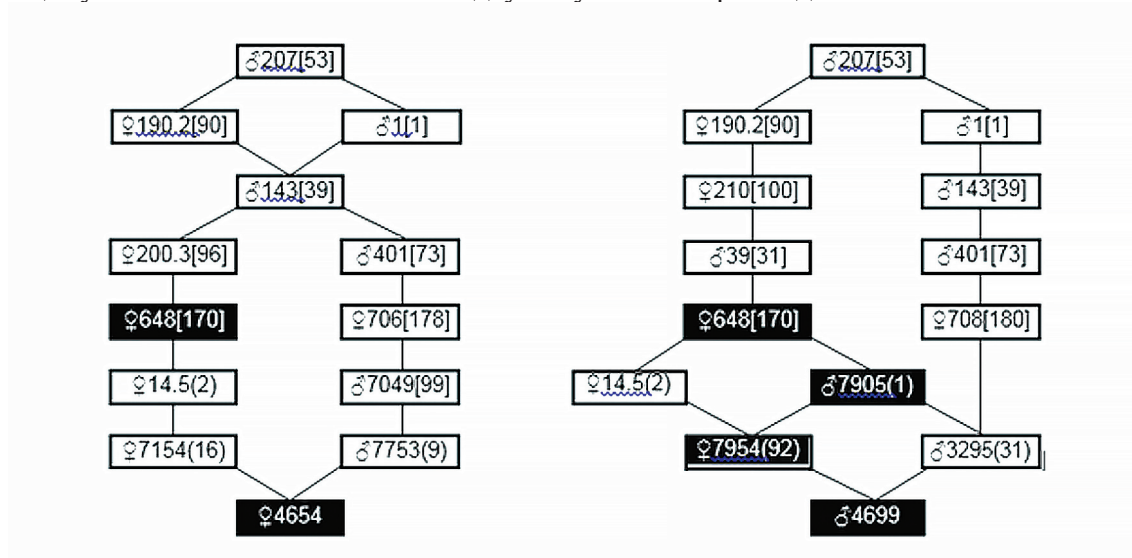


Рис. 6. Расширенные родословные происхождения изученных мини-свиней с полидактилией. Обозначения: чёрные прямоугольники – животные с аномалией числа пальцев

Extended pedigrees of origin of the studied minipigs with polydactyly. Designations: black rectangles – animals with an anomaly in the number of fingers

Очевидно, выявленные генеалогическим анализом различия в происхождении двух полидактильных шестипалых пробандов могут служить объяснением различий в морфогенезе их на первый взгляд идентичной аномалии, которые подробно рассмотрим в следующих разделах.

Феноменология. Морфогенез полидактилии. У чёрного хряка 4699 шестипалыми были все четыре конечности, но на них латеральные добавочные пальцы начиная с раннего постнатального периода вплоть до 15-месячного возраста отличались большей степенью выраженности по сравнению с медиальными. На рис. 7, а представлена пальмарная поверхность дистального отдела его грудной правой ноги: обращает на себя внимание крупный латеральный добавочный палец (6-й), относительно небольшой по сравнению с ним добавочный медиальный (1-й), при том, что эти пальцы уступали и размерами, и степенью сформированности «нормальным» для конечностей свиней паре центральных основных опорных пальцев (3-й и 4-й) с ненормально деформированными копытами и паре боковых (2-й и 5-й) пальцев с копытцами.

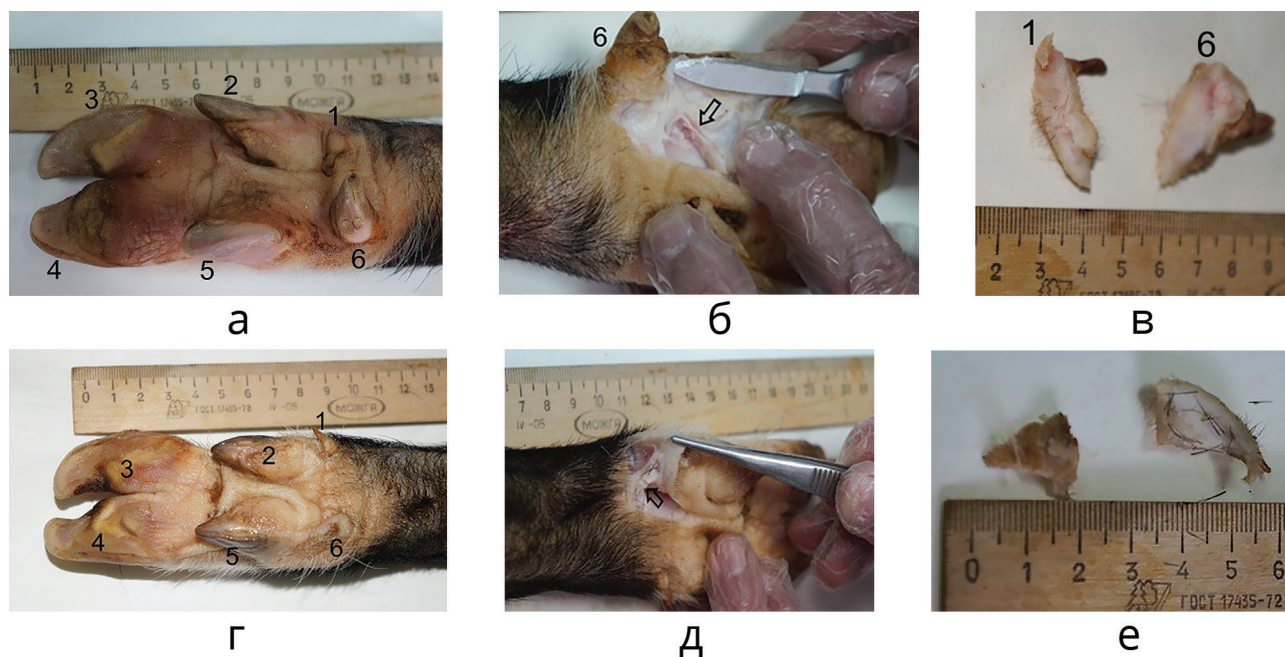


Рис. 7. Внешний вид и препарирование конечностей хряка 4699 с полидактилией: а - пальмарная поверхность дистального отдела грудной (передней) правой ноги (цифрами обозначены шесть пальцев); б - препарирование добавочного латерального пальца грудной (передней) правой ноги: скальпелем выделена связка (указана стрелкой) мышцы-поднимателя добавочного 6-го пальца; в - отпрепарированные добавочные пальцы этой же грудной правой ноги (справа латеральный 6-й, слева медиальный 1-й); г - плантарная поверхность дистального отдела тазовой (задней) правой конечности, цифры - порядковые номера пальцев; д - препарирование латерального добавочного (6-го) пальца этой конечности и выделение связки (указана стрелкой) поднимаателя пальца; е - отпрепарированные добавочные пальцы этой конечности (слева латеральный, справа медиальный)

Appearance and dissection of the limbs of boar 4699 with polydactyly: a – palmar surface of the distal part of the thoracic (front) right leg (numbers indicate six toes); b – dissection of the accessory lateral toe of the thoracic (front) right leg: the ligament (indicated by the arrow) of the levator muscle of the accessory 6th toe is isolated with a scalpel; c – prepared accessory toes of the same thoracic right leg (lateral 6th on the right, medial 1st on the left); d – plantar surface of the distal part of the pelvic (hind) right limb, numbers – serial numbers of the fingers; e – preparation of the lateral accessory (6th) finger of this limb and isolation of the ligament (indicated by the arrow) of the levator digit; e – prepared accessory fingers of this limb (lateral on the left, medial on the right)

Рис. 7, б иллюстрирует препарирование добавочного латерального (6-го) пальца этой же ноги: скальпелем выделена связка мышцы-поднимателя добавочного пальца. На рис. 7, в представлены отпрепарированные для гистологического исследования добавочные пальцы этой ноги (справа – латеральный 6-й, слева - медиальный 1-й). На рис. 7, г показана плантарная поверхность дистального отдела тазовой (задней) правой ноги этого полидактильного хряка с шестипалостью. Видно, что 3-й основной опорный палец заканчивается деформированным искривленным копытом. На рис. 7, д зафиксировано препарирование латерального добавочного (6-го) пальца этой ноги и выделение связки поднимаателя пальца, а на рис. 7, е – отпрепарированные для гистологического исследования добавочные пальцы этой конечности.

На рис. 8, а приведено рентгенографическое изображение дистальных отделов грудных (передних) конечностей хряка 4699 с полидактилией: вверху – латеральная поверхность, внизу – медиальная; видны чёткие изображения трёх фаланг дополнительного латерального 6-го пальца, а у медиального добавочного (1-го) – только две фаланги; пониженная контрастность изображения их костей свидетельствует о сравнительно меньшей сформированности этого добавочного пальца на грудной шестипалой конечности к 15-месячному возрасту чёрного хряка с полидактилией. Аналогичная рентгенография его тазовых конечностей в боковой проекции (см. рис. 8, б) убедительно демонстрирует, что оба дополнительных пальца на этих (также ше-

стипалых) ногах имеют, в отличие от грудных, анатомическую основу из одной фаланги, хотя каждая из них, судя по контрастности изображения, также представлена сформировавшейся костной тканью.

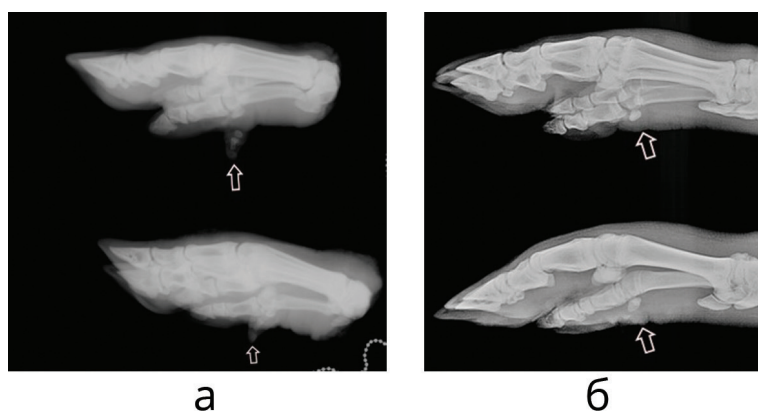


Рис. 8. Рентгенография дистальных отделов конечностей хрячка 4699 с полидактилией в возрасте 15 месяцев в боковой проекции. Стрелки указывают на фаланги добавочных пальцев; а – грудные (передние) конечности; б – тазовые (задние) конечности

X-ray of the distal limbs of boar 4699 with polydactyly at 15 months in the lateral projection. Arrows point to the phalanges of the accessory fingers: а – pectoral (fore) limbs; б – pelvic (hind) limbs

Второе изученное в настоящем исследовании животное с врождённой полидактилией – двоюродная сестра хрячка, белой масти свинка номер 4654 – обладала сходной аномалией строения конечностей, также шестипалых. Рис. 9, а демонстрирует пальмарную поверхность дистального отдела её левой передней (грудной) ноги с двумя добавочными пальцами – большим добавочным латеральным (6-й палец) и меньшим добавочным медиальным (1-й палец), пара основных опорных пальцев (3-й и 4-й) заканчиваются заметно деформированными (искривленными) копытами – по-видимому, вследствие ненормальной для обычной свиньи шестипалости. Вид её тазовых (задних) конечностей с каудальной стороны проиллюстрирован на рис. 9, б: видно, что латеральные добавочные пальцы и на задних ногах полидактильной свинки заметно более сформированные, чем медиальные.

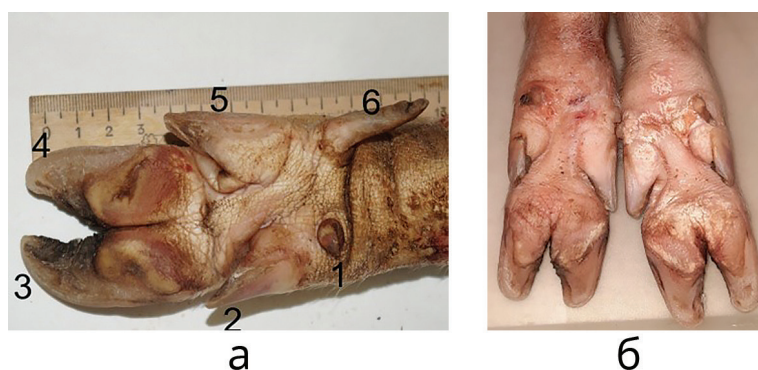


Рис. 9. Внешний вид дистальных отделов конечностей белой свинки 4654 в возрасте 16 месяцев: а – пальмарная поверхность дистального отдела левой грудной (передней) конечности с шестипалой полидактилией. Цифрами обозначены порядковые номера пальцев: добавочных (латеральный 6-й, медиальный 1-й) и основных (3-й и 4-й – пара основных опорных пальцев, 2-й и 5-й – боковые пальцы); б – каудальная поверхность тазовых (задних) конечностей с шестипалой полидактилией (слева – левая, справа – правая)

The appearance of the distal limbs of white pig 4654 at the age of 16 months: a - palmar surface of the distal left thoracic (fore) limb with six-fingered polydactyly. The numbers indicate the serial numbers of the fingers: additional (lateral 6th, medial 1st) and central (3rd and 4th - a pair of main supporting fingers, 2nd and 5th - lateral fingers); b - the caudal surface of the pelvic (hind) limbs with six-fingered polydactyly (left - left, right - right)

На рис. 10 приведены последовательные этапы препарирования передней (грудной) левой конечности этой свинки 4654 по её состоянию на возраст 16 месяцев. Рис. 10, а показывает выделение связки мышцы-поднимателя добавочного латерального (шестого) пальца; рис. 10, б представляет её фиксированную пинцетом; рис. 10, в иллюстрирует доказательства сформированной полноценной кровеносной сети этого добавочного пальца (видно красное пятно капилляров на срезе подкожной клетчатки); на рис. 10, г показаны оба отпрепарированных добавочных пальца, подготовленных для гистологического исследования.

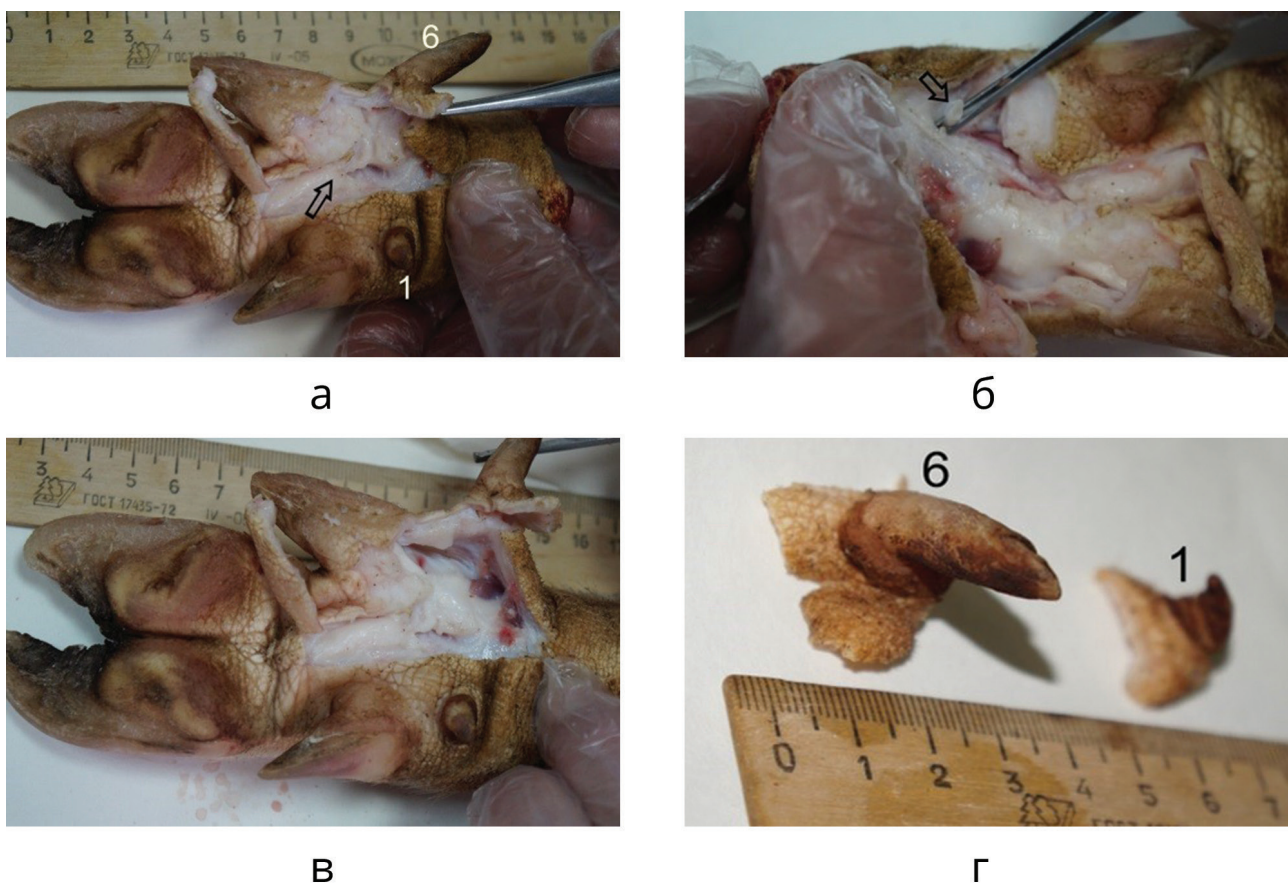


Рис. 10. Препарирование грудной левой конечности белой свинки 4654 с полидактилией в возрасте 16 месяцев: а – препарирование связки (указана стрелкой) мускула-поднимателя добавочного латерального (шестого) пальца (1 – добавочный медиальный палец); б – пинцет фиксирует изолированную связку (указана стрелкой) поднимающего добавочного латерального пальца; в – красные пятна на срезе – формирование капиллярной сети подкожной клетчатки добавочного латерального пальца; сформирована полноценная кровеносная сеть в добавочном пальце; г – отпрепарированные добавочные пальцы (латеральный слева, медиальный справа) для гистологического исследования

Dissection of the left thoracic limb of the white pig 4654 with polydactyly at the age of 16 months: a - dissection of the ligament (indicated by an arrow) of the levator muscle of the accessory lateral (sixth) finger (1 - accessory medial finger); b - tweezers fix the isolated ligament (indicated by the arrow) of the levator of the accessory lateral digit; c - red spots on the section - formation of the capillary network of the subcutaneous tissue of the accessory lateral finger; a complete vascular network has been formed in the accessory finger; d - prepared accessory fingers (lateral on the left, medial on the right) for histological examination

Рентгенография конечностей этой свинки представлена на рис. 11: достаточно чётко выделяются кости добавочных пальцев и на грудной (передней), и на тазовой (задней) конечностях, но, в отличие от чёрного хряка, у свинки каждый из пальцев представлен только одной фалангой.

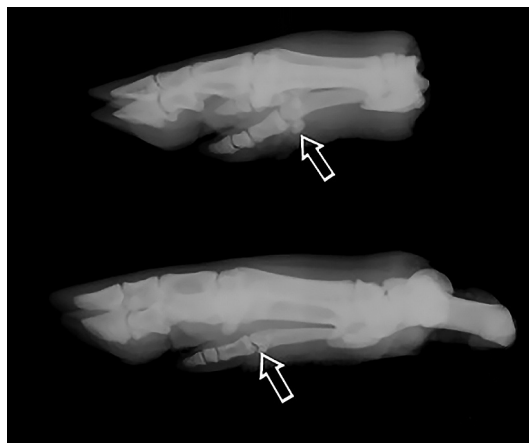


Рис. 11. Рентгенография дистальных отделов грудной (вверху) и тазовой (внизу) конечностей свинки 4654 в боковой проекции; стрелки указывают на фаланги дополнительных пальцев

X-ray of the distal thoracic (top) and pelvic (bottom) limbs of pig 4654 in a lateral projection; arrows point to phalanges of additional fingers

Таким образом, препарирование и рентгенография дистальных отделов полидактильных конечностей демонстрируют сходные процессы формирования и дифференциации добавочных пальцев, происходящие в постнатальном онтогенезе обеих исследованных мини-свиней, но вскрывают и различия в степени выраженности аномалии. Приведенные ниже результаты гистологического анализа подтверждают эти предварительные выводы.

Гистологический анализ препаратов из образцов тканей добавочных пальцев белой свинки 4654. На микрофотографиях рис. 12 изображены окрашенные препараты срезов добавочных пальцев грудной конечности: на рис. 12, а – увеличенное (x50) изображение среза эпидермиса: чётко видно формирование кожных покровов добавочного пальца; рис. 12, б демонстрирует костные балки, окруженные пролиферирующим остеοидом и островками хрящевой ткани, а рис. 12, в – островки частично обезызвествленного хряща: видны разные степени дифференцировки соединительной ткани – матрицы, из которой формируется кость. На рис. 12, г изображена зрелая кость – видны костные пластинки, погруженные в фибробластную матрицу и остеοциты, на рис. 12, д – более тонкий слой эпидермиса, глубоко расположенные волосяные фолликулы (увеличение x50): видно формирование трофических связей (питание костной ткани); рис. 12, е демонстрирует зрелую кость фаланги добавочного пальца.

Наконец, на рис. 13 приведена микрофотография пластинки со срезом добавочного пальца на тазовой (задней) конечности этой свинки: виден островок кости в процессе формирования фаланги, отмечены остеοиды в разной степени созревания.

Гистологический анализ препаратов из образцов тканей добавочных пальцев грудной (передней) конечности чёрного хряка 4699. На рис. 14, а наглядно представлены костные балки, окруженные пролиферирующим остеοидом и островками хрящевой ткани препарата добавочного пальца в процессе его роста: обозначены базофильные костные балки, пролиферирующая хрящевая ткань, очаги хрящевой ткани, зрелая кость и соединительная ткань.

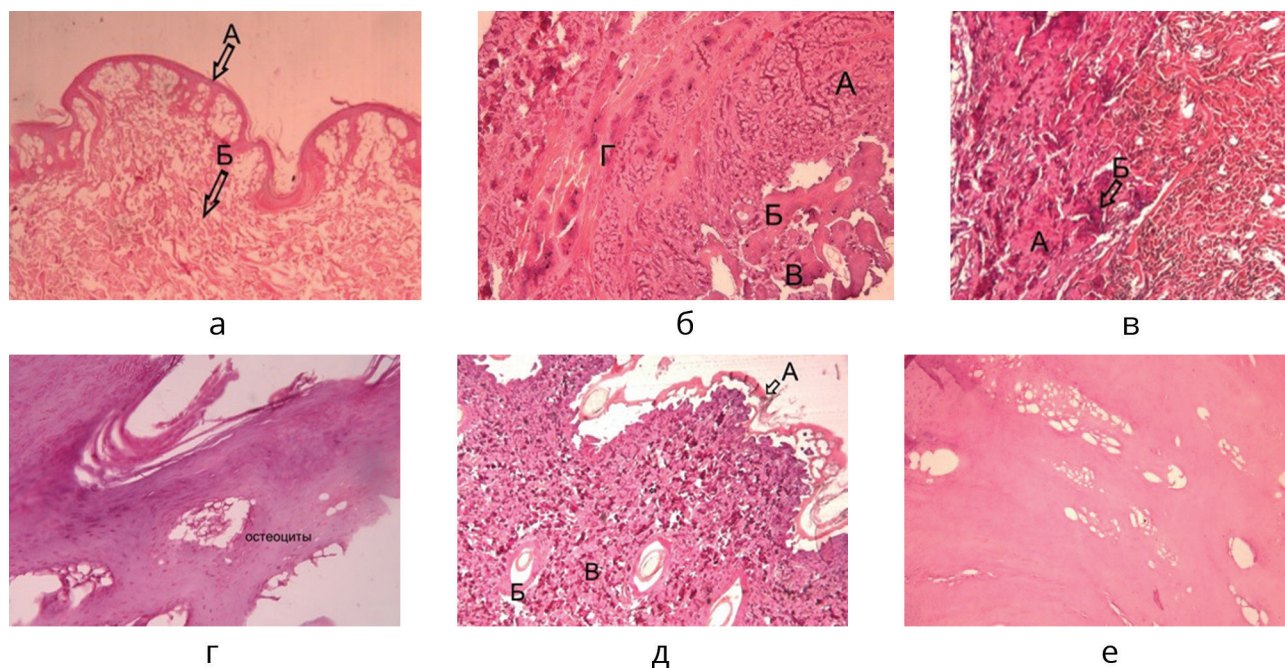


Рис. 12. Гистологические препараты добавочных пальцев грудной конечности свинки 4654: а – формирование кожных покровов добавочных пальцев (увеличение x50): А – эпидермис, Б – дерма; б – костные балки, окруженные пролиферирующим остеонидом и островками хрящевой ткани (увеличение x100): А – костная ткань в процессе созревания, Б – костные пластинки зрелой ткани, В – трабекулы, питающие кровью костную ткань, Г – тяжи хрящевой ткани; в – островки частично обызвествленного хряща (увеличение x50): А – хрящевая ткань (окрашена в розовый цвет), Б – очаги обызвествления хряща (темно-красный цвет, указывает стрелка); г – зрелая кость (увеличение x50); д – тонкий слой эпидермиса, глубоко расположенные волосяные фолликулы (увеличение x50): А – эпидермис, Б – фолликулы, В – коллаген кожи; е – зрелая кость на срезе фаланги добавочного пальца (увеличение x50)

Histological preparations of the accessory digits of the thoracic limb of pig 4654: а – formation of the skin of the accessory digits (magnification x50): А – epidermis, Б – dermis; б – bone beams surrounded by proliferating osteoid and islands of cartilage tissue (magnification x100): А – bone tissue in the process of maturation, Б – bone plates of mature tissue, В – trabeculae feeding bone tissue with blood, Г – cords of cartilage tissue; в – islands of partially calcified cartilage (magnification x50): А – cartilaginous tissue (painted pink), Б – foci of cartilage calcification (dark red, arrow indicates); д – mature bone (magnification x50); е – thin layer of epidermis, deeply located hair follicles (magnification x50): А – epidermis, Б – follicles, В – skin collagen; е – mature bone on the section of the phalanx of the accessory finger (magnification x50)

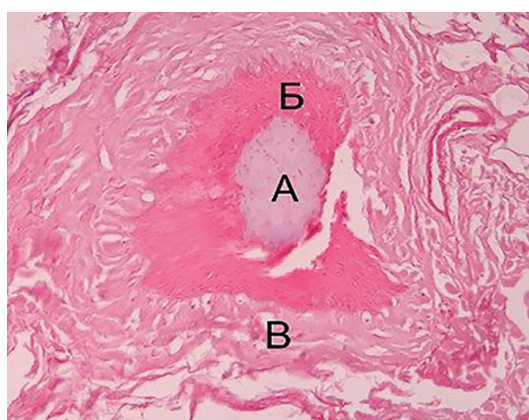


Рис. 13. Островок кости на срезе препарата добавочного пальца тазовой конечности свинки 4654 (увеличение x50): А – формирующийся остеонид, Б – созревающий остеонид, В – соединительная ткань

An island of bone on a section of preparation of an accessory finger of the pelvic limb of a pig 4654 (magnification x50): А – forming osteoid, В – maturing osteoid, В – connective tissue

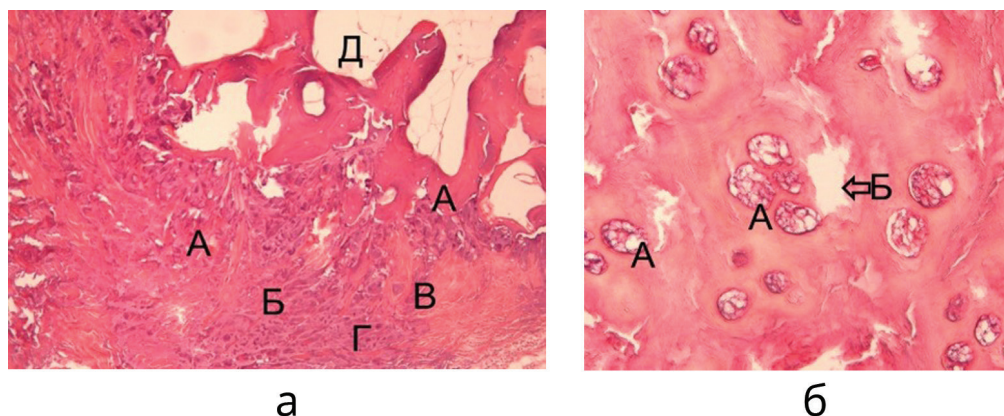


Рис. 14. Гистологические препараты добавочных пальцев грудной конечности чёрного хряка 4699: а – костные балки, окруженные пролиферирующим остеοидом и островками хрящевой ткани в процессе роста: А – базофильные костные балки, Б – пролиферирующая хрящевая ткань, В – соединительная ткань, Г – очаги хрящевой ткани, Д – зрелая кость; б – зрелая кость с лакунами (увеличение x50) на стадии финальной дифференцировки: А – островки костной ткани, Б – лакуны костного матрикса

Histological preparations of the accessory digits of the thoracic limb of black boar 4699: а – bone beams surrounded by proliferating osteoid and islands of cartilaginous tissue during growth: А – basophilic bone beams, В – increasing cartilaginous tissue, С – connective tissue, Д – foci of cartilaginous tissue, Е – mature bone; б – mature bone with lacunae (magnification x50) at the stage of final differentiation: А – islands of bone tissue, В – lacunae of bone matrix

Рис. 14, б демонстрирует зрелую кость среза фаланги добавочного пальца с костными балками и лакунами на стадии финальной дифференцировки.

Результаты генеалогии исследованных двух мини-свиней с полидактилией наглядно демонстрируют наследственную обусловленность данной аномалии строения их конечностей. При этом выявлены различия в проявлении полидактилии в ряду поколений в зависимости от способа разведения мини-свиней: в случае близкородственного спаривания особей с аномальными копытами и накопления наследственности аномальных родоначальников в генотипах потомков полидактилия проявляется во всех смежных поколениях, а при отсутствии такого тесного инбридинга и при спаривании относительно неродственных животных без полидактилии аномалия проявилась спустя несколько поколений фенотипически «нормальных» свиней.

Морфологический анализ шестипалой полидактилии изученных хряка и свинки показал явно неравную степень развития их добавочных латеральных и медиальных пальцев: латеральные выделялись как большими размерами, так и более чёткой дифференцированностью и развитием всех типичных структур, включая копытца, тогда как медиальные добавочные пальцы были по сравнению с ними в зачаточном состоянии. Патолого-анатомическое препарирование конечностей исследованных двух особей продемонстрировало и зафиксировало на представленных выше фотографиях явное формирование морфологических структур дифференцировки добавочных пальцев – кровеносной системы для трофического обеспечения этой новой структуры, а также чётко развитого сухожилия мускула-поднимателя пальца. Полученные при гистологическом исследовании данные демонстрируют, что в коже добавочных пальцев грудных (передних) конечностей белой мини-свинки слой эпидермиса и роговой слой были тонкими, обнаруживали большое количество глубоко расположенных волосяных фолликулов и роговые кисты, тогда как в добавочных пальцах задних (тазовых) конечностей слой эпидермиса и роговой слой были более широкими, базальный слой образовывал акантотические тяжи. В структуре добавочных пальцев, под слоем дермы грудных конечностей этой свинки обнаруживали формирующуюся костную ткань из хаотичных костных балок, окруженную частично обызвествленной хрящевой тканью. Однако в препарате добавочного пальца задней (тазовой) конечности на границе дермы и подкожной клетчатки в одном поле зрения был обнаружен

одиноким островком костной ткани. В строении добавочных пальцев задних (тазовых) конечностей чёрного мини-хряка костной ткани не обнаружено, в сравнении с добавочными пальцами задних конечностей белой свинки слой эпидермиса и роговой слой были тоньше, однако базальный слой формировал тонкие акантотические тяжи. На границе дермы и жировой ткани добавочных пальцев передних (грудных) конечностей чёрного мини-хряка обнаруживали зрелую костную ткань из костных балок с лакунами, содержащими соединительную и жировую ткань, массива пластинчатой кости. Костная ткань добавочных пальцев передних конечностей этого чёрного мини-хряка была окружена пролиферирующей, частично обызвествленной хрящевой тканью и остеобластами, костными балками с расположенными между ними лакунами.

В связи с отмеченным фактом выделения нами при препарировании полидактильных конечностей сухожилия мускула-поднимателя добавочного пальца – уместно привести сравнение с широко известной особенностью изваянной в 1513 – 1515 гг. великим гением эпохи Возрождения Микеланджело скульптуры Моисея, поддерживающего одной рукой «скрижали с заветами»: гениальность этого выдающегося достижения мирового искусства подчёркивается именно тщательной проработкой мышцы-поднимателя мизинца (рис. 15). Эта деталь рассматривалась рядом исследователей, в том числе основателем психоанализа З. Фрейдом [16], как важнейшее средство выражения «застывшего движения» скульптуры, как проявление воли и силы духа изображенного героя. На рис. 15, в выделена деталь правой руки Моисея: синей окружностью обведен мускул подниматель мизинца (*extensor digiti minimi*), который сокращается только тогда, когда мизинец приподнимается. Красные стрелки указывают на слегка приподнятый мизинец Моисея, придерживающего скрижали.

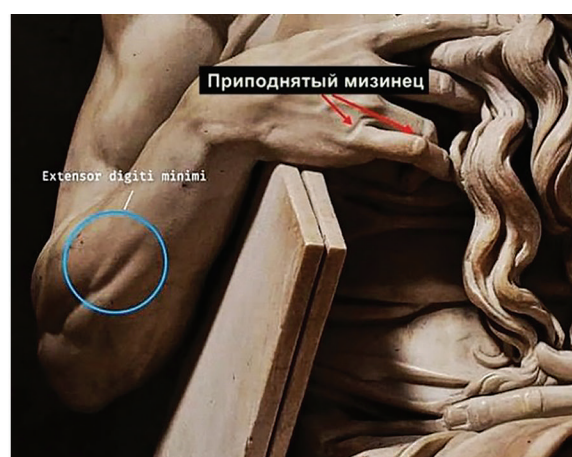
Значимость самого явления полидактилии – не только для изобразительного искусства, но прежде всего для биологии – обусловлена тем, что эта аномалия оказалась [5] популярной моделью в эволюционной биологии развития последних десятилетий, особенно в новейшую эпоху сбора баз данных по молекулярной регуляции формирования конечностей, предоставляющих возможности в биоинформатике симуляций развития нормальных и изменённых пальцев [5]. Это открывает новые подходы к изучению феномена полидактилии, привлекающего внимание множества исследователей. Так, в библиотеке Йельского Университета, начиная с 2011 г. ежегодно добавляется более 1000 новых публикаций по этой тематике [5].



а



б



в

Рис. 15. Скульптура Микеланджело «Моисей» (а); деталь скульптуры с тщательной проработкой мышцы-поднимателя мизинца (б; в)

Michelangelo's sculpture "Moses" (a); detail of the sculpture with careful detailing of the levator digitorum muscle (b)

Самое выдающееся открытие, связанное с полидактилией в современной биологии – открытие серии мутаций генов-«ёжиков» SHH, sonic hedgehog (названных в честь ёжика Соника, героя комиксов и компьютерных игр), регулирующих виды преаксиальной полидактилии и играющих важную роль в эмбриональном развитии. За открытие серии генов-«ёжиков», включая SHH, в 1995 г. была присуждена Нобелевская премия Эрику Вишаусу вместе с Эдвардом Льюисом и Кристианой Нюсляйн-Фольхард «за открытия, касающиеся генетического контроля на ранней стадии эмбрионального развития» [17]. Исследовательская работа этих нобелевских лауреатов была сфокусирована на изменениях, которые происходят в эмбрионе на ранних этапах развития. Большинство продуктов генов, которые участвуют в развитии эмбриона, присутствуют уже на стадии неоплодотворённого яйца и синтезируются в организме матери во время оогенеза. Однако небольшая часть генных продуктов образуется самим эмбрионом, профили транскрипции с активных генов которого являются тем запускающим механизмом, который и определяет эмбриональное развитие с формированием добавочных пальцев.

Настоящее сообщение о полученных результатах исследования (проводившегося как этап изучения мини-свиней селекции ИЦиГ СО РАН [18, 19]) конкретных материалов – свиней с добавочными пальцами – можно рассматривать как очередной вклад в изучение проявлений полидактилии в качестве феноменов и моделей фундаментальных вопросов развития живых систем.

Таким образом, результаты настоящего исследования позволяют сформулировать следующие выводы.

1. Впервые обнаруженная у мини-свиней ИЦиГ СО РАН преаксиальная полидактилия отличается широкой фенотипической вариабельностью по степени проявления и развития добавочных пальцев на грудных (передних) и тазовых (задних) конечностях. Ранее нами описаны случаи её проявления в виде пятипалости (с добавочным латеральным 6-м пальцем) или шестипалости (с добавочными 1-м и 6-м) только на грудных (передних) или на всех четырёх конечностях. У двоих подробно изученных в настоящей статье мини-свиней их шестипалость на всех четырёх ногах имела разную степень формирования прибылых пальцев.

2. Проявление полидактилии у мини-свиней в филогенезе (в ряде смежных поколений) и в онтогенезе – с разной степенью формирования разных прибылых пальцев обусловлено разной степенью накопления наследственности аномальных родоначальников в зависимости от разных способов разведения – с близким инбридингом или без него.

3. Выявлены особенности дифференцировки морфологических и гистологических параметров структур, формирующих добавочные пальцы в процессе онтогенезе мини-свиней с полидактилией.

Авторы благодарны В.И. Запорожец за зоотехническое обеспечение содержания стада мини-свиней ИЦиГ СО РАН и Т.В. Шантуровой за содействие в установлении творческих междисциплинарных контактов при формировании авторского коллектива в процессе работы над статьёй.

Работа по селекции мини-свиней ИЦиГ СО РАН поддержана бюджетным проектом №FWNR-2022-0023.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Визнер Э., Виллер З. Ветеринарная патогенетика. – М.: Колос, 1979. – 424 с.
2. Кошерная свинина – еврейская тайна потрясет мясной рынок! [Электронный ресурс] // Мясной вестник. – 2013. – 31 июля. – URL: https://www.meatvestnik.ru/2013/07/blog-post_31.html (дата обращения: 24.08.2023).
3. Sterne Kate. Mezacuka ar sesam kajam! Dabas rotala vai cilveka darbibas jetekme? // Medibam. lv. – 2023. 6 jilijs. (латыш.)

4. Необычная врожденная полидактилия мини-свиней селекционной группы ИЦиГ СО РАН / С.В. Никитин, С.П. Князев, В.А. Трифонов [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2021. – № 25 (6). – С. 652–660. – DOI: 10.18699/VJ21.074.
5. Lange A., Muller G.B. Polydactyly in development, inheritance, and evolution // *The Quarterly Review of Biology*. – 2017. – Vol. 92, N 1. – P. 1–38.
6. Polydactyl Inheritance in the Pig / D. Gorbach, B. Mote, L. Totir [et al.] // *Journal of Heredity*. – 2010. – Vol. 101 (4). – P. 469–475.
7. Ptak W. Polydactyly in wild boar // *Acta Theriologica*. – 1962. – Vol. 6. – P. 312–314.
8. Malynicz G.L. Complete polydactylism in Papua New Guinea village pig, with otocephalic homozygous monsters // *Ann. Genet. Sel. Anim.* – 1982. – Vol. 14 (3). – P. 415–420.
9. Никитин С.В., Князев С.П. Отбор и адаптация в популяциях домашних свиней: монография. – Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2015. – 221 с.
10. Ювенильные окраски мини-свиней селекции ИЦиГ СО РАН / С.В. Никитин, С.П. Князев, К.С. Шатохин [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2017. – № 21 (6). – С. 628–635. – DOI: 10.18699/VJ17.000.
11. Разведение и селекция мини-свиней СО РАН / С.В. Никитин, С.П. Князев, К.С. Шатохин [и др.] // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2018. – № 22 (8). – С. 922–930. – DOI: 10.18699/VJ18.434.
12. Зоотехнические, физиологические и генетические особенности мини-свиней селекции СО РАН: монография / К.С. Шатохин, С.В. Никитин, С.П. Князев [и др.] / СибНИПТИЖ СФНЦА РАН. – Новосибирск: СФНЦА РАН, 2019. – 196 с.
13. Саркисов Д.С., Перов Ю.Л. Микроскопическая техника. – М.: Медицина, 1996. – 544 с.
14. Автандилов Г.Г. Основы количественной патологической анатомии: учеб. пособие. – М., 2002.
15. Гурова С.В. Морфология. Гистология / Перм. гос. аграр.-технол. ун-т им. акад. Д.Н. Прянишникова. – Пермь: Прокрость, 2020. – 172 с.
16. Фрейд З. «Моисей» Микеланджело // Воспоминания Леонардо Да Винчи о раннем детстве. – СПб.: Азбука: Азбука-Аттикус, 2012. – С. 149–196.
17. Лауреаты Нобелевской премии в области физиологии и медицины [Электронный ресурс] – URL: https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/index.html (дата обращения: 24.08.2023).
18. Князев С.П., Никитин С.В., Ермолаев В.И. Гетерогенность популяций и адаптация к технологии содержания домашних свиней: причины формирования // Инновации и продовольственная безопасность. – 2021. – № 3 (33). – С. 80–94. – DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-80-94.
19. Неспецифический гетерозис по комплексу признаков приспособленности на примере мини-свиней / С.В. Никитин, С.П. Князев, К.С. Шатохин [и др.] // Инновации и продовольственная безопасность. – 2022. – № 3 (37). – С. 79–89. – DOI:10.31677/2311-0651-2022-37-3-79-89.

REFERENCES

1. Vizner E., Viller Z., *Veterinarnaya patogenetika* (Veterinary pathogenetics), Moscow, Kolos, 1979, 424 p.
2. https://www.meatvestnik.ru/2013/07/blog-post_31.html (August 24, 2023)
3. Sterne Kate, Mezacuka ar sesam kajam! Dabas rotdala vai cilveka darbibas jetekme? *Medibam. lv.*, 2023, 6 jilijs.
4. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Trifonov V.A. [i dr.], *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2021, No. 25 (6), pp. 652–660, DOI: 10.18699/VJ21.074. (In Russ.)
5. Lange A., Muller G.B., Polydactyly in development, inheritance, and evolution, *The Quarterly Review of Biology*, 2017, Vol. 92, No. 1, P. 1–38.
6. Gorbach D., Mote B., Totir L. [et al], Polydactyl Inheritance in the Pig, *Journal of Heredity*, 2010, Vol. 101 (4), P. 469–475.
7. Ptak W. Polydactyly in wild boar, *Acta Theriologica*, 1962, Vol. 6, P. 312–314.
8. Malynicz G.L. Complete polydactylism in Papua New Guinea village pig, with otocephalic homozygous monsters, *Ann. Genet. Sel. Anim.*, 1982, Vol. 14 (3), P. 415–420.

9. Nikitin S.V., Knyazev S.P., *Otbor i adaptaciya v populyacijah domashnih svinej* (Selection and Adaptation in Domestic Pig Populations), Saarbrücken: LAMBERT Academic Publishing, 2015, 221 p.
10. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatohin K.S. [i dr.], *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2017, No. 21 (6), pp. 628–635, DOI: 10.18699/VJ17.000. (In Russ.)
11. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatohin K.S. [i dr.], *Vavilovskij zhurnal genetiki i selekcii*, 2018, No. 22 (8), pp. 922–930, DOI: 10.18699/VJ18.434. (In Russ.)
12. Shatohin K.S., Nikitin S.V., Knyazev S.P. [i dr.], *Zootekhnicheskie, fiziologicheskie i geneticheskie osobennosti mini-svinej selekcii SO RAN* (Zootechnical, physiological and genetic features of mini-pigs bred by SB RAS), SibNIPTIZH SFNCA RAN, Novosibirsk: SFNCA RAN, 2019, 196 p.
13. Sarkisov D.S., Perov Yu.L., *Mikroskopicheskaya tekhnika* (Microscopic technology), Moscow: Medicina, 1996, 544 p.
14. Avtandilov G.G. *Osnovy kolichestvennoj patologicheskoy anatomii* (Fundamentals of Quantitative Pathological Anatomy), Moscow, 2002.
15. Gurova S.V. *Morfologiya. Gistologiya* (Morphology. Histology), Perm: Prokrost', 2020, 172 p.
16. Frejd Z. *Vospominaniya Leonardo Da Vinchi o rannem detstve*, Saint Petersburg: Azbuka: Azbuka-Attikus, 2012, pp.149–196.
17. https://www.nobelprize.org/nobel_prizes/medicine/laureates/index.html (August 24, 2023)
18. Knyazev S.P., Nikitin S.V., Ermolaev V.I., *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2021, No. 3 (33), pp. 80–94, DOI:10.31677/2072-6724-2021-33-3-80-94. (In Russ.)
19. Nikitin S.V., Knyazev S.P., Shatohin K.S. [i dr.], *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*, 2022, No. 3 (37), pp. 79–89, DOI:10.31677/2311-0651-2022-37-3-79-89. (In Russ.)

АНАЛИЗ ЧАСТОТ РАСПРОСТРАНЕНИЯ CVM, BY, BLAD В ПОПУЛЯЦИЯХ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Н.А. Мартынов, студент

О.С. Зайцева, кандидат ветеринарных наук

О.В. Соколова, доктор ветеринарных наук

В.Д. Зубарева, аспирант

Уральский федеральный аграрный научно-исследовательский центр Уральского отделения РАН

E-mail: martynov_kolya98@mail.ru

Ключевые слова: CVM, BLAD, BY, крупный рогатый скот, LoF-мутации.

Реферат. Современная селекция голштинской породы крупного рогатого скота направлена на повышение молочной продуктивности. Однако использование быков-производителей, являющихся носителями генетических аномалий, обуславливает насыщение популяций крупного рогатого скота нежелательными рецессивными аллелями, что может привести к значительным экономическим потерям. На показатели эффективности воспроизводства стада влияют как фенотипические, так и генетические факторы. Присутствие в популяции животных рецессивных аллелей, детерминирующих генетические заболевания, способствует увеличению вероятности появления летальных гомозиготных генотипов в приплоде. Такими летальными генетическими нарушениями можно назвать LoF-мутации, приводящие к нарушению работы генов. Рост частоты встречаемости LoF-мутаций в популяции диктует необходимость контроля за их распространением. В представленной работе проведена оценка частоты встречаемости носителей генетически детерминированных заболеваний в уральской популяции крупного рогатого скота. Получены данные по трем рецессивным нарушениям: BY – 1,16 %, CVM – 1,8, BLAD – 3,79 %. Согласно проведенному литературному обзору, полученные нами данные близки по значениям к средним по результатам зарубежных и отечественных исследований. Данный факт можно объяснить тем, что для разведения уральской популяции используются потомки выдающихся быков-производителей, разводимых на территории США. Таким образом, консервативной стратегией по предотвращению распространения рецессивных мутаций является скрининг быков-производителей и особей, входящих в популяции племенного крупного рогатого скота, с дальнейшим формированием родительских пар с учетом полученных результатов.

ANALYSIS OF THE FREQUENCY OF DISTRIBUTION OF CVM, BY BLAD IN CATTLE POPULATIONS

N.A. Martynov, Student

O.S. Zaitseva, PhD in Veterinary Sciences

O.V. Sokolova, Doctor of Veterinary Sciences

V.D. Zubareva, PhD student

¹Federal State Budgetary Scientific Institution “Ural Federal Agrarian Scientific Research Centre, Ural Branch of RAS”

E-mail: martynov_kolya98@mail.ru

Keywords: CVM, BLAD, BY, cattle, LoF-mutations.

Abstract. The modern selection of Holstein cattle is aimed at increasing milk production. However, using sires that are carriers of genetic anomalies contributes to more unwanted recessive alleles in cattle populations, leading to significant economic losses. Both phenotypic and genetic factors influence the performance of herd reproduction. The presence in animal populations of recessive alleles that determine genetic diseases increases the likelihood of the appearance of lethal homozygous genotypes in offspring. Such destructive genetic disorders are called LoF mutations that lead to the malfunction of the genes. The increase in the frequency of occurrence of LoF mutations in the population dictates the need to control their spread. This

paper assessed the frequency of carriers of genetically determined diseases in the Ural cattle population. Data were obtained for three recessive disorders: BY - 1.16%, CVM - 1.8, BLAD - 3.79%. According to the literature review, the received data are close in value to the average compared with the results of other studies. This can be explained by the fact that the descendants of outstanding sires bred in the United States are used for breeding in the Urals. Thus, screening of sires and individuals included in pedigree stock, with the further selection of parental pairs, considering the results obtained, is a preferable conservative strategy to prevent the spread of recessive mutations.

Эффективность воспроизводства стада – одна из важнейших проблем современного животноводства. Несмотря на то, что уровень оплодотворяемости коров может быть высоким, показатели по количеству отелов и выходу телят по стаду могут не соответствовать ожидаемому. Эмбриональная и постэмбриональная смертность – факторы, снижающие показатели воспроизводства молочного скота вследствие увеличения межотельного интервала, снижения количества ремонтного молодняка и продуктивности коров. Все это приводит к значительному экономическому ущербу сельскохозяйственным организациям: растут затраты на осеменение и проведение ветеринарных мероприятий, происходит преждевременная выбраковка животных [1].

Уровень перинатальных потерь в разных стадах может колебаться в зависимости от географического расположения, экономического состояния и эпизоотического благополучия сельскохозяйственной организации [2]. Проведенные в Уральском регионе исследования показали, что относительная частота эмбриональной смертности в ряде случаев может достигать 20,2 %, аборт – 7,8 % [3]. Этиология данных нарушений связана с различными причинами, в том числе инфекционными заболеваниями, токсическим воздействием, тепловым стрессом и генетическими факторами [4].

Среди генетических факторов, ассоциированных со снижением фертильности, важное значение имеют LoF-мутации, характеризующиеся потерей функции соответствующего гена, что при гомозиготном генотипе приводит к потере стельности на различных сроках эмбрионального и постэмбрионального развития. Описание первых LoF-мутаций в голштинской породе крупного рогатого скота было мотивировано появлением фенотипических признаков (прерывание стельности, мертворождения и гибель телят), причины возникновения которых не удалось связать с инфекционными заболеваниями [5].

Гетерозиготные носители мутаций с рецессивным типом наследования зачастую не проявляют никаких клинических симптомов, что без своевременной диагностики приводит к накоплению в популяции числа животных с гетерозиготным генотипом. Насыщение популяций крупного рогатого скота голштинской породы аллелями LoF-мутаций связано с особенностями разведения данной породы.

Целью настоящего исследования является оценка частоты распространения гетерозиготных носителей рецессивных мутаций *BLAD*, *CVM*, *BY* в уральской популяции крупного рогатого скота, а также сравнение результатов по аналогичным исследованиям в России и странах мира.

Работа выполнена в отделе геномных исследований и селекции животных ФГБНУ УрФНИИЦ УрО РАН в рамках выполнения государственного задания Минобрнауки России по теме № 0532-2022-0006 «Изучение генетической структуры уральской популяции крупного рогатого скота для создания фундаментальных основ маркер-ориентированной и геномной селекции, направленной на повышение молочной продуктивности и адаптационного потенциала животных».

Для выявления и оценки распространения носителей рецессивных мутаций крупного рогатого скота были отобраны особи голштинской породы из 10 племенных сельскохозяйственных органи-

заций, расположенных на территории Уральского региона. Размер выборки для *BY* составил 430 голов, для *CVM* – 334, *BLAD* – 264. ДНК животных выделяли из крови, законсервированной в цитрате натрия или ЭДТА с использованием набора «ДНК-экстракт-2» («Синтол», Россия).

Выявление носителей *BY*. Для выявления рецессивных аллелей *BY* использовали модифицированный протокол, предложенный ранее Carole Charlier с соавторами [6]. Амплификацию проводили с использованием термоциклера CFX-96 (Bio-Rad Laboratories, Inc., США) в объеме 10 мкл, содержащем SE-буфер производства SibEnzyme (60 мМ Трис-HCl (pH 8,6), 25 мМ KCl, 10 мМ 2-меркаптоэтанол, 0,1% Трион X-100), 0,18 мМ каждого dNTP, 1,16 мМ MgCl₂, 0,06 ед. Taq-полимеразы (SibEnzyme); 15–40 нг ДНК, 0,35 мкМ каждого праймера, и 0,47 мкМ каждого зонда. Олигонуклеотиды (табл. 1) синтезированы компанией «ДНК-Синтез».

Таблица 1

Последовательность олигонуклеотидов для диагностики *BY*
Primers' sequence for *BY* detection

BY_WT-F	5'-TGT TAG CCC AGC AGA GGA-3'
BY_WT-R	5'-ATT CTG AAT CCA CTA GAT GTC-3'
BY_M-F	5'-GCA CAC ACC TAT CTT ACG GTA C-3'
BY_M-R	5'-GGG AGA AGA ACT GAA CAG ATGG-3'
BY_MUT	5'-(FAM) AGT CCC AGT GGT GCT AAG GAG TGA(BHQ1)-3'
BY_WILDE	5'-(ROX) CCA TTC -CAC CTT TCT ATC CGT GTC CT(BHQ2)-3'

Был использован следующий протокол амплификации: 95 °С однократно в течение 5 мин, затем 35 циклов: денатурация при 94 °С 20 с, отжиг праймеров при 60 °С 20 с, элонгация при температуре 72 °С 20 с с последующей детекцией.

Выявление носителей рецессивных мутаций *CVM* и *BLAD*. Для выявления носителей генетических аномалий применяли набор реагентов для определения комплексной аномалии позвоночника (*CVM*) и дефицита лейкоцитарной адгезии (*BLAD*) у крупного рогатого скота («Синтол», Россия). Постановку реакции и интерпретацию полученных результатов проводили согласно инструкции производителя.

По результатам проведенных нами исследований среди особей крупного рогатого скота молочного направления продуктивности (коров, нетелей и телок), разводимых на территории Уральского региона, были обнаружены 5 носителей мутации *BY* (n = 430), 6 носителей *CVM* (n = 334) и 10 носителей *BLAD* (n = 264) (табл. 2). Частота распространения носителей рецессивных аллелей в выборке составила: *BY* – 1,16 %, *CVM* – 1,8, *BLAD* – 3,79 %. Общее количество носителей по трем генетическим нарушениям – 6,1 %.

Таблица 2

Частота встречаемости носителей рецессивных аллелей в уральской популяции крупного рогатого скота
The frequency of occurrence of recessive allele's carriers in the Ural population of cattle

Показатель	LoF-мутации		
	BY	CVM	BLAD
Число племенных организаций	7	9	8
Число проанализированных особей, гол.	430	334	264
Частота распространения носителей в популяции, %	1,16	1,8	3,79
CI ₉₅ , %	0,5 – 2,69	0,83 – 3,86	2,07 – 6,83

Для сопоставления полученных результатов и оценки насыщенности уральской популяции крупного рогатого скота рецессивными аллелями относительно других популяций был произведен анализ литературных источников.

По результатам работ исследователей по всему миру, наибольшая частота носителей показана для *SVM* в сравнении с другими LoF-мутациями (табл. 3). Высокие значения частот распространения *SVM* отмечают в Польше – 16,62 % [7]. Стоит отметить тот факт, что в данном исследовании среди 1823 быков, используемых в селекционных программах, выявлено 303 особи, несущие рецессивный аллель, после чего исследователи обратились с рекомендациями к племенным организациям об исключении данных быков из программ разведения, что способствовало резкому снижению числа носителей в последующих поколениях. Достаточно высокие частоты распространения носителей *SVM* также отмечают в Китае – 10,5 %. По мнению авторов, высокий процент носителей призывает к незамедлительным действиям по их эрадикации, и исследователи надеются применить разработанную ими KASP-технология для генетического скрининга [8]. В России средняя частота распространения носителей мутации *SVM* составляет 3,37 % (см. табл. 3). В исследовании, проведенном С.Н. Марзановой и др. в 2015 г. [9], была отмечена более высокая частота распространения носителей в выборке – 7,47 %.

Таблица 3

Частота распространения аллеля *SVM* в популяциях крупного рогатого скота голштинской породы
SVM allele frequency in Holstein cattle populations

Регион	Размер выборки	Частота носителей <i>SVM</i> , %	Год публикации	Источник данных
Восточная Республика Уругвай	383	2,1	2021	[10]
Китайская Народная Республика	342	2,92	2011	[11]
	587	9,54	2012	[12]
	390	10,5	2020	[8]
Республика Беларусь	480	0,4	2017	[13]
	600	1,7	2020	[14]
	3 979	2,56	2021	[15]
Республика Польша	1823	16,62	2013	[7]
Российская Федерация	415	3,13	2010	[16]
	1842	2,77	2011	[17]
	3149	2,06	2012	[18]
	488	2,0	2013	[19]
	155	5,2	2015	[20]
	676	7,47	2015	[9]
	1697	1,0	2020	[21]
Турецкая Республика	350	3,42	2010	[22]

Частота распространения *BLAD* в популяции крупного рогатого скота голштинской породы в различных странах мира значительно варьирует (табл. 4).

Наибольшее число носителей *BLAD* было выявлено в одном из первых исследований популяции голштинского скота D.E. Shuster и др. [30]. Частота носителей среди 2025 быков-производителей составила 14,1 %, среди коров – 5,8 %. В данном случае мутация получила широкое распространение из-за использования в селекции выдающегося племенного быка Osborndale Ivanhoe [30]. С 2010 г. средняя частота распространения данной мутации в мире составляла

от 0 до 9,2 %, наибольшее число носителей было выявлено в исследованиях Р.В. Трахимчик в 2017 г. в Республике Беларусь [13].

Таблица 4

Частота распространения мутации BLAD в популяциях крупного рогатого скота голштинской породы
BLAD mutation frequency in Holstein cattle populations

Регион	Размер выборки	Частота носителей BLAD, %	Год публикации	Источник данных
Аргентинская Республика	1054	1,9	1996	[23]
Восточная Республика Уругвай	383	1,04	2021	[10]
Китайская Народная Республика	587	1,36	2012	[12]
	390	0,5	2020	[8]
	1633	0,37	2021	[24]
Республика Беларусь	2549	3,00	2015	[25]
	480	9,2	2017	[13]
	600	5,0	2020	[14]
	3 979	0,65	2021	[15]
Республика Индия	1250	3,23	2007	[26]
Российская Федерация	415	0,96	2010	[16]
	136	1,47	2010	[27]
	1566	2,17	2011	[28]
	2326	1,81	2012	[18]
	237	0,84	2014	[29]
	676	6,1	2015	[9]
	155	2,6	2015	[20]
	1698	0,94	2020	[21]
США	2025	14,1	1992	[30]
	815	13,3	1996	[31]
	6400	8,2	1996	[31]
Турецкая Республика	350	4,0	2010	[22]
	219	0,68	2016	[32]

Среди отечественной популяции крупного рогатого скота молочного направления продуктивности средняя частота носительства BLAD составляет 2,11 %. Максимальное значение зарегистрировано в 2015 г. – 6,1 % [9].

Количество опубликованных исследований по ВУ значительно меньше (табл. 5). Анализ современных литературных данных показал высокие частоты встречаемости носителей в Польше и Голландии – на уровне 10,25 и 7,4 % соответственно. Сравнительно высокие значения отмечали и на территории Российской Федерации. Так, в 2015 г. среди 155 особей было выявлено 8,4 % носителей, однако высокие значения распространения данного нарушения могут быть связаны с недостаточным размером исследуемой выборки [20]. В 2020 г. при помощи ДНК-чипов был проведен скрининг 1991 головы (быки и коровы) на 10 летальных генетических заболеваний, в том числе ВУ, уровень носительства которой составил 4,11 % [21].

Таблица 5

Частота распространения аллеля *BY* в популяциях крупного рогатого скота
***BY* allele frequency in cattle populations**

Регион	Размер выборки	Частота носителей <i>BY</i> , %	Год публикации	Источник данных
Восточная Республика Уругвай	383	3,39	2021	[10]
Китайская Народная Республика	342	2,92	2013	[33]
	390	2,1	2020	[8]
	1633	2,94	2021	[24]
Нидерланды	3038	7,4	2012	[6]
Республика Беларусь	325	3,38	2018	[34]
	600	3,2	2020	[14]
	2662	3,42	2021	[15]
	344	2,6	2021	[35]
Республика Польша	78	10,25	2015	[36]
Российская Федерация	155	8,4	2015	[20]
	219	2,7	2018	[37]
	1991	4,11	2020	[21]
	274	7,3	2021	[38]

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Современная селекция голштинской породы крупного рогатого скота направлена на повышение молочной продуктивности. Однако использование быков-производителей, являющихся носителями генетических аномалий, обуславливает насыщение популяций крупного рогатого скота нежелательными рецессивными аллелями, что может привести к значительным экономическим потерям.

2. Частота распространения носителей рецессивных аллелей в выборке составила: *BY* – 1,16 %, *CVM* – 1,8, *BLAD* – 3,79 %. Полученные нами данные, согласно проведенному литературному обзору, близки по значениям к средним по результатам зарубежных и отечественных исследований с выборкой более 200 голов: *BY* – 3,8 %, *CVM* – 4,5, *BLAD* – 3,8 %. Данный факт позволяет сделать вывод о незначительном уровне распространения носительства рецессивных мутаций в исследованных сельскохозяйственных организациях на территории Уральского региона.

3. Эффективной стратегией по предотвращению распространения рецессивных мутаций является скрининг быков-производителей и особей, входящих в популяции племенного крупного рогатого скота, с дальнейшим формированием родительских пар с учетом полученных результатов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Sigdel A., Bisinotto R.S., Peñaricano F. Genetic analysis of fetal loss in Holstein cattle // Journal of Dairy Science. – 2022. – Vol. 105, N 11. – P. 9012–9020.
2. Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows / M.C. Wiltbank [et al.] // Theriogenology. – 2016. – Vol. 86, N 1. – P. 239–253.
3. Острые респираторные вирусные болезни крупного рогатого скота / Е.Н. Шилова [и др.] // БИО. – 2019. – № 4. – С. 30–33.
4. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes / P.M. VanRaden [et al.] // Journal of dairy science. – 2011. – Vol. 94, N 12. – P. 6153–6161.
5. Распространение рецессивных генетических нарушений в уральской популяции крупного рогатого скота / М.В. Модоров, Н.А. Мартынов, И.А. Шкуратова [и др.] // Генетика. – 2022. – Т. 58, № 4. – С. 429–437.
6. A deletion in the bovine FANCI gene compromises fertility by causing fetal death and brachyspina / C. Charlier, J.S. Agerholm, W. Coppeters [et al.] // PLoS One. – 2012. – Vol. 7, N 8. – Article ID. e43085.
7. Screening of Polish Holstein-Friesian bulls towards eradication of complex vertebral malformation (CVM) carriers / A. Rusc [et al.] // Polish journal of veterinary sciences. – 2013. – Vol. 16, N 3. – P. 579–581.
8. Development and application of KASP assays for rapid screening of 8 genetic defects in Holstein cattle / Y. Zhang [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2020. – Vol. 103, N 1. – P. 619–624.
9. Эффект основателя и геногеография CV-и BL-мутаций у черно-пестрого скота / С.Н. Марзанова [и др.] // Доклады РАХН. – 2015. – № 6. – С. 44–47.
10. Lethal and semi-lethal mutations in Holstein calves in Uruguay / C. Briano-Rodriguez [et al.] // Ciência Rural. – 2021. – Vol. 51.
11. Identification of complex vertebral malformation carriers in Holstein cattle in south China / C. Wang [et al.] // Genetics and Molecular Research. – 2011. – Vol. 10, N 4. – P. 2443–2448.
12. A novel method for rapid and reliable detection of complex vertebral malformation and bovine leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle / Y. Zhang [et al.] // Journal of animal science and biotechnology. – 2012. – Vol. 3, N 1. – P. 1–6.
13. Трахимчик Р.В., Танана Л.А., Епишко О.А. Устойчивость крупного рогатого скота Гродненской области к генетически детерминированным заболеваниям (BLAD, CVM, DUMPS, Citrullinaemia, Brachyspina Factor XI) // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. тр. / Гродн. гос. аграр. ун-т. – Гродно – 2017 – Т. 37. – С. 291–297.
14. Определение рецессивных мутаций BLAD, CVM и BS в популяции крупного рогатого скота молочного направления Республики Беларусь / О.А. Епишко [и др.] // там же – С. 44–51.
15. Выявление гаплотипов фертильности в белорусской популяции крупного рогатого скота голштинской породы / Е.Л. Романишко, М.Е. Михайлова, А.И. Киреева, Р.И. Шейко // Молекулярная и прикладная генетика. – 2021. – Т. 31. – С. 7–21.
16. Никифорова Е.Г., Дементьева Н.В., Яковлев А.Ф. Мониторинг племенного крупного рогатого скота на скрытые генетические дефекты и типы гена каппа-казеина // Достижения науки и техники АПК. – 2010. – № 4. – С. 68–69.
17. Характеристика региональных популяций быков-производителей по генам наследственных заболеваний / Л.К. Эрнст [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2011. – № 10. – С. 28–30.
18. Роль ДНК-диагностики в контроле и элиминации рецессивных наследственных аномалий у сельскохозяйственных животных / Н.А. Зиновьева [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 11. – С. 37–40.
19. Использование метода диагностики мутантного аллеля, вызывающего комплекс аномалий позвоночника (CVM) черно-пестрого скота / С.Н. Марзанова [и др.] // Розведення і генетика тварин. – 2013. – № 47. – С. 56–61.
20. Дементьева Н.В., Митрофанова О.В., Кудинов А.А. Анализ частоты встречаемости трех рецессивных летальных мутаций у коров Ленинградской области // Известия Санкт-Петербургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 39. – С. 136–143.

21. Khatib A., Mazur A.M., Prokhortchouk E. The distribution of lethal Holstein haplotypes affecting female fertility among the Russian Black-and-White cattle // *EurAsian Journal of BioSciences*. – 2020. – Vol. 14, N 2. – P. 2545–2552.
22. Meydan H., Yildiz M.A., Agerholm J.S. Screening for bovine leukocyte adhesion deficiency, deficiency of uridine monophosphate synthase, complex vertebral malformation, bovine citrullinaemia, and factor XI deficiency in Holstein cows reared in Turkey // *Acta Veterinaria Scandinavica*. – 2010. – Vol. 52. – P. 1–8.
23. PCR screening for carriers of bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) and uridine monophosphate synthase (DUMPS) in Argentine Holstein cattle / M.A. Poli [et al.] // *Journal of Veterinary Medicine Series A*. – 1996. – Vol. 43, N 1-10. – P. 163–168.
24. Prevalence of nine genetic defects in Chinese Holstein cattle / M.Y.A. Khan [et al.] // *Veterinary medicine and science*. – 2021. – Vol. 7, N 5. – P. 1728–1735.
25. Анализ генетической структуры поголовья крупного рогатого скота по моногенным наследственным заболеваниям / О.П. Курак [и др.] // *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства*. – 2015. – № 18 (2). – С. 192–200.
26. Low incidence of bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) carriers in Indian cattle and buffalo breeds / R.K. Patel [et al.] // *Journal of applied genetics*. – 2007. – Vol. 48, N 2. – P. 153–155.
27. Шукюрова Е.Б., Марзанов Н.С., Колтакова Л.Ф. Генетическая экспертиза дальневосточного крупного рогатого скота // *Достижения науки и техники АПК*. – 2010. – № 6. – С. 57–58.
28. Характеристика региональных популяций быков-производителей по генам наследственных заболеваний / Л.К. Эрнст [и др.] // *Достижения науки и техники АПК*. – 2011. – № 10. – С. 28–30.
29. Шукюрова Е.Б. BLAD-синдром у крупного рогатого скота черно-пестрого корня, разводимого в Хабаровском крае // *Евразийский Союз Ученых*. – 2014. – № 8-10. – С. 100–101.
30. Identification and prevalence of a genetic defect that causes leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle / D.E. Shuster [et al.] // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. – 1992. – Vol. 89, N 19. – P. 9225–9229.
31. Powell R.L., Norman H.D., Cowan C.M. Relationship of bovine leukocyte adhesion deficiency with genetic merit for performance traits // *Journal of dairy science*. – 1996. – Vol. 79, N 5. – P. 895–899.
32. Screening for bovine leukocyte adhesion deficiency, deficiency of uridine monophosphate synthase, bovine citrullinaemia and factor XI deficiency in Holstein cattle / M. Kaya [et al.] // *Indian Journal of Animal Sciences*. – 2016. – Vol. 86, N 8. – P. 900–903.
33. Identification of brachyspina syndrome carriers in Chinese Holstein cattle / L. Fang [et al.] // *Journal of veterinary diagnostic investigation*. – 2013. – Vol. 25, N 4. – P. 508–510.
34. Михайлова М.Е., Куреева А.И., Романишко Е.Л. Брахиспина –наследственная аномалия, снижающая плодовитость крупного рогатого скота // *Фактори експериментальної еволюції організмів*. – 2018. – Т. 22. – С. 149–153.
35. Епишко О., Юрченко Е., Вертинская О. Идентификация брахиспинального синдрома и дефицита холестерина // *Наука и инновации*. – 2021. – № 8. – С. 26–29.
36. Rusc A., Kaminski S. Detection of brachyspina carriers within Polish Holstein-Friesian bulls // *Polish Journal of Veterinary Sciences*. – 2015. – Vol. 18, N 2. – P. 453–454.
37. Распространение Brachyspina (BY) у быков-производителей голштинской породы отечественной и импортной селекции / Т.П. Усова [и др.] // *Вестник Мичуринского государственного университета*. – 2018. – № 2. – С. 116.
38. Коновалова Н.В., Марзанов Н.С. Генодиагностика мутации FANCIBY у представителей голштинской породы и ее помесей // *Biotechnology*. – 2021. – Т. 37, № 6. – С. 48–57.

REFERENCES

1. Sigdel A., Bisinotto R.S., Peñagaricano F. Genetic analysis of fetal loss in Holstein cattle, *Journal of Dairy Science*, 2022, Vol. 105, No. 11, P. 9012–9020.
2. Wiltbank M.C. et al., Pivotal periods for pregnancy loss during the first trimester of gestation in lactating dairy cows, *Theriogenology*, 2016, Vol. 86, No. 1, P. 239–253.
3. Shilova E.N. et al., *BIO*, 2019, No. 4, pp. 30–33. (In Russ.)

4. VanRaden P.M. Harmful recessive effects on fertility detected by absence of homozygous haplotypes, *Journal of dairy science*, 2011, Vol. 94, No. 12, P. 6153–6161.
5. Modorov M.V. et al., *Russian Journal of Genetics*, 2022, Vol. 58, No. 4. pp. 429–437. (In Russ.)
6. Charlier C. et al., A deletion in the bovine FANCI gene compromises fertility by causing fetal death and brachyspina, *PLoS One*, 2012, Vol. 7, No. 8, Article ID, e43085.
7. Rusc A. et al., Screening of Polish Holstein-Friesian bulls towards eradication of complex vertebral malformation (CVM) carriers, *Polish journal of veterinary sciences*, 2013, Vol. 16, No. 3, P. 579–581.
8. Zhang Y. et al., Development and application of KASP assays for rapid screening of 8 genetic defects in Holstein cattl, *Journal of Dairy Science*, 2020, Vol. 103, No. 1, P. 619–624.
9. Marzanova S.N. et al., *Doklady RASHN*, 2015, No. 6, pp. 44–47. (In Russ.)
10. Briano-Rodriguez C. et al., Lethal and semi-lethal mutations in Holstein calves in Uruguay, *Ciência Rural*, 2021, Vol. 51.
11. Wang C. et al., Identification of complex vertebral malformation carriers in Holstein cattle in south China. *Genetics and Molecular Research*, 2011, Vol. 10, No. 4, P. 2443–2448.
12. Zhang Y. et al., A novel method for rapid and reliable detection of complex vertebral malformation and bovine leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle, *Journal of animal science and biotechnology*, 2012, Vol. 3, No. 1, P. 1–6.
13. Trahimchik R.V., Tanana L.A., Epishko O.A., *Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy*, Collection of Scientific Papers, Grodno, 2017, Vol. 37, pp. 291–297. (In Russ.)
14. Epishko O.A. et al., *Sel'skoe hozjajstvo – problemy i perspektivy*, Collection of Scientific Papers, Grodno, 2017, Vol. 37: Zootechnics, pp. 44–51. (In Russ.)
15. Romanishko E.L. et al., *Molekuljarnaja i prikladnaja genetika*, 2021, Vol. 31, pp. 7–21. (In Russ.)
16. Nikiforova E.G., Dement'eva N.V., Jakovlev A.F., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2010, No. 4, pp. 68–69. (In Russ.)
17. Ernst L.K. et al., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No. 10, pp. 28–30. (In Russ.)
18. Zinov'eva N.A. et al., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2012, No. 11, pp. 37–40. (In Russ.)
19. Marzanova S.N. et al., *Rozvedennja i genetika tvarin*, 2013, No. 47, pp. 56–61. (In Russ.)
20. Dement'eva N.V., Mitrofanova O.V., Kudinov A.A., *Izvestija Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2015, No. 39, pp. 136–143. (In Russ.)
21. Khatib A., Mazur A.M., Prokhortchouk E., The distribution of lethal Holstein haplotypes affecting female fertility among the Russian Black-and-White cattle, *EurAsian Journal of BioSciences*, 2020, Vol. 14, No. 2, P. 2545–2552.
22. Meydan H., Yildiz M.A., Agerholm J.S., Screening for bovine leukocyte adhesion deficiency, deficiency of uridine monophosphate synthase, complex vertebral malformation, bovine citrullinaemia, and factor XI deficiency in Holstein cows reared in Turkey, *Acta Veterinaria Scandinavica*, 2010, Vol. 52, P. 1–8.
23. Poli M.A. et al., PCR screening for carriers of bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) and uridine monophosphate synthase (DUMPS) in Argentine Holstein cattle, *Journal of Veterinary Medicine Series A*, 1996, Vol. 43, No.1-10, P. 163–168.
24. Khan M.Y.A. et al. Prevalence of nine genetic defects in Chinese Holstein cattle, *Veterinary medicine and science*, 2021, Vol. 7, No. 5, P. 1728–1735.
25. Kurak O.P. et al., *Aktual'nye problemy intensivnogo razvitija zhivotnovodstva*, 2015, No. 18 (2), pp. 192–200. (In Russ.)
26. Patel R.K. et al., Low incidence of bovine leukocyte adhesion deficiency (BLAD) carriers in Indian cattle and buffalo breeds, *Journal of applied genetics*, 2007, Vol. 48, No. 2, P. 153–155.
27. Shukjurova E.B., Marzanov N.S., Kolpakova L.F., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2010, No. 6, pp. 57–58. (In Russ.)
28. Ernst L.K. et al., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2011, No. 10, pp. 28–30. (In Russ.)
29. Shukjurova E.B. *EvrAzijskij Soyuz Uchenyh*, 2014, No. 8-10, pp. 100–101. (In Russ.)
30. Shuster D.E. et al., Identification and prevalence of a genetic defect that causes leukocyte adhesion deficiency in Holstein cattle, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 1992, Vol. 89, No. 19, P. 9225–9229.

31. Powell R.L., Norman H.D., Cowan C.M., Relationship of bovine leukocyte adhesion deficiency with genetic merit for performance traits, *Journal of dairy science*, 1996, Vol. 79, No. 5, P. 895–899.
32. Kaya M. et al., Screening for bovine leukocyte adhesion deficiency, deficiency of uridine monophosphate synthase, bovine citrullinaemia and factor XI deficiency in Holstein cattle, *Indian Journal of Animal Sciences*, 2016, Vol. 86, No. 8, P. 900–903.
33. Fang L. et al., Identification of brachyspina syndrome carriers in Chinese Holstein cattle, *Journal of veterinary diagnostic investigation*, 2013, Vol. 25, No. 4, P. 508–510.
34. Mihajlova M.E., Kireeva A.I., Romanishko E.L., *Faktori eksperimental'noi evoljucii organizmiv*, 2018, Vol. 22, pp. 149–153. (In Russ.)
35. Epishko O., Jurchenko E., Vertinskaja O., *Nauka i innovacii*, 2021, No. 8, pp. 26–29. (In Russ.)
36. Rusc A., Kaminski S., Detection of brachyspina carriers within Polish Holstein-Friesian bulls, *Polish Journal of Veterinary Sciences*, 2015, Vol. 18, No. 2, P. 453–454.
37. Usova T.P. et al., *Vestnik Michurinskogo gosudarstvennogo universiteta*, 2018, No. 2, P. 116. (In Russ.)
38. Konovalova N.V., Marzanov N.S., *Biotechnology*, 2021, Vol. 37, No. 6, pp. 48–57. (In Russ.)



РАЦИОНАЛЬНОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ,
ЭКОЛОГИЯ И ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

RATIONAL NATURE MANAGEMENT, ECOLOGY
AND ENVIRONMENTAL PROTECTION

УДК 591.6

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-129-135

**ЗООПЛАНКТОН РЕКИ КЁНГА В ГРАНИЦАХ КЁНГИНСКОГО КЛЮЧЕВОГО
УЧАСТКА ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА
«ВАСЮГАНСКИЙ»**

^{1,2}**Д.В. Кропачев**, кандидат биологических наук, доцент

¹**Е.В. Пищенко**, доктор биологических наук, профессор

¹**И.В. Моружи**, доктор биологических наук, профессор

¹**А.С. Авдеенко**, магистрант

¹**Е.Д. Червова**, аспирант

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²Государственный природный заповедник «Васюганский»

E-mail: epishenko@ngs.ru

Ключевые слова: зоопланктон, р. Кёнга, видовой состав, биомасса, численность, индекс Шеннона, загрязнение.

Реферат. В ходе исследования в июле 2022 г. был изучен участок р. Кёнга в границах Кёнгинского ключевого участка Государственного природного заповедника «Васюганский». В ходе наблюдений была определена численность каждого вида и структура сообщества р. Кёнга с ее притоками. В р. Кёнга в составе зоопланктона было обнаружено 6 видов зоопланктонных организмов: *Bosmina longispina* (Leydig, 1860), *Chydorus sphaericus* (Leach, 1816), *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1776), *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761). Веслоногие ракообразные представлены *Cyclops* sp. Численность зоопланктонных организмов по всем точкам колеблется в широких пределах – от 30 до 860 тыс. шт/м³. Доминантом по встречаемости при этом были представители рода *Cladocera* – до 78,2 %, субдоминировали по удельной встречаемости представители *Copepoda* – до 21,8 %. *Cladocera* представлены 5 видами, *Copepoda* – 1 видом, *Rotatoria* отсутствовали, что, вероятно, объясняется достаточно быстрым для них течением реки. Численность зоопланктонных организмов по всем точкам колеблется в широких пределах – от 30 до 860 тыс. шт/м³. Доминантом по встречаемости при этом были представители рода *Cladocera* – до 78,2 %, субдоминировали по удельной встречаемости представители *Copepoda* – до 21,8 %. Величина индекса видового разнообразия Шеннона в целом по р. Кёнга с притоками и р. Емелич – 1,46. Такая величина индекса видового разнообразия говорит об умеренном загрязнении вод органическими веществами. В целом по совокупности полученных данных р. Кёнга с ее притоками относится к эвтрофным водотокам.

**ZOOPLANKTON OF THE OF THE KENGA RIVER WITHIN THE BOUNDARIES
OF THE KENGINSKY KEY SECTION OF THE VASYUGANSKY STATE NATURE
RESERVE**

^{1,2}**D.V. Kropachev**, PhD Biological Sciences, docent

¹**E.V. Pishchenko**, Doctor of Biological Sciences, Professor

I.V. Moruzi, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹**A.S. Avdeenko**, Master's student

¹**E.D. Chervova**, PhD student

¹Novosibirsk State Agrarian University

²Vasyugansky State Nature Reserve

E-mail: epishenko@ngs.ru

Keywords: zooplankton, Kenga River, biomass, number of species, species structure, Shannon index, pollution.

Abstract. *In the course of the study, in July 2022, a section of the Kyunga River within the boundaries of the Kyonginsky key area of the Vasyugansky State Nature Reserve was studied. In the course of observations, the number of each species and the structure of the community of the Kyunga River with its tributaries were determined. Six zooplankton species were found in the Kenga River as part of zooplankton: Bosmina longispina (Leydig, 1860), Chydorus sphaericus (Leach, 1816), Cereodaphnia reticulata (Jurine, 1820), Daphnia longispina (O.F. Müller, 1776), Polyphemus pediculus (Linnaeus, 1761) – oar-footed crustaceans: Cyclops sp. The number of zooplankton organisms at all points varies widely from 30 to 860 thousand units/m³. The dominant occurrence was representatives of the genus Cladocera up to 78.2%, subdominated by the specific occurrence of representatives of Copepoda up to 21.8%. By the number of species, there were Cladocera – 5, Copepoda – 1 species, and Rotatoria were absent, which is likely explained by the river flow, which is fast enough for them. The number of zooplankton organisms at all points varies widely from 30 to 860 thousand units/m³. Representatives of the genus Cladocera were dominant in occurrences up to 78.2%, and representatives of Copepoda were subdominated in specific occurrences up to 21.8%. The value of the Shannon species diversity index as a whole along the Kanga River with tributaries and the Emelich River was 1.46. Such a value of the species diversity index indicates moderate water pollution by organic substances. According to the totality of the data obtained, the Kenga River, with its tributaries, belongs to eutrophic watercourses.*

Управление биоресурсами и их охрана, оценка и прогнозирование изменений на территориях особо охраняемых природных территорий (ООПТ) страны и мира невозможны без многолетних режимных исследований регуляционных процессов в биогеоценозах [1].

Методам изучения биоразнообразия национальных парков и заказников посвящено большое количество публикаций. Наибольший практический интерес вызывают справочные издания и руководства, систематизирующие методы изучения крупных групп организмов. Так, широко известны сводки по изучению наземных беспозвоночных [2].

Обсуждение вопросов инвентаризации и мониторинга биоразнообразия именно применительно к ООПТ Западной Сибири, расположенным в малонаселенных и сравнительно труднодоступных местностях, представляется особенно актуальным. С одной стороны, в отличие от заповедников и национальных парков европейской территории РФ, имеющих давние научные традиции, таких как Дарвинский, Полистовский, большинство заповедников и заказников Западной и Восточной Сибири в области научной составляющей еще находятся на этапе становления. С другой стороны, заповедники, расположенные в Сибири, в которых охраняются ценные водно-болотные угодья, имеют зачастую значительно большие площади, чем сходные заповедники европейской части РФ, что позволяет им сохранять значительно более сложные природные комплексы, и потому в известном отношении они являются более показательными для природы региона. В целом природные комплексы ООПТ более стабильны и лучше подходят в качестве мониторинговых площадей, следовательно, могут быть рассмотрены в качестве основы системы регионального мониторинга биоразнообразия.

При этом во многих случаях оценке водных биоценозов зачастую уделяется недостаточно внимания. Однако они являются неотделимым элементом биоты территории и оказывают большое влияние на формирование наземных биогеоценозов.

В том числе мало внимания уделяется гидробиоценозам болот и протекающих по ним рек, несмотря на то, что именно эти экосистемы являются одними из наиболее представленных на территории России – до 20 % площади страны [3]. Болотные водоёмы и водотоки редко становятся объектом исследований гидробиологов, что косвенно подтверждается анализом библиографических указателей и электронных библиотечных систем, как российских (elibrary.ru, cyberleninka.ru и пр.), так и иностранных (researchgate.net, scopus.com и пр.).

Как показывает анализ доступных литературных источников, систематической работы по изучению биоты Васюганских болот и протекающих по ним рек не велось. Исследования носят скорее случайный, спорадический характер и касаются в основном русла р. Васюган. Работ по составу ихтиоценозов, зоопланктоценозов и донных сообществ восточной части болот, особенно на территории Васюганского болота, прилегающей и расположенной на Кёнгинском ключевом участке заповедника «Васюганский», практически нет.

Целью данной работы была оценка видового разнообразия зоопланктона на р. Кёнга и ее притоках в границах Кёнгинского ключевого участка Государственного природного заповедника «Васюганский».

Материалом для исследований послужили пробы зоопланктона, собранные летом 2022 г. в рамках государственного контракта № 0365400001322000003 от 28.04.2022 г. в р. Кёнга и её притоках, а также р. Емелич в Бакcharском районе Томской области (614, 624, 625, 636, 643, 648, 649 кварталы Кёнгинского урочища Парбигского участкового лесничества Бакcharского лесничества Томской области).

Всего было проанализировано 13 проб с участка реки в пределах Бакcharского района Томской области. Первая точка имела координаты N56°57.022 E80°12.331, последняя – N57°25.377 E80°38.318. При планировании мест отбора проб учитывалось наличие впадающих притоков с наибольшей площадью водосбора. Отбор проб планктона проводился у левого и правого берега водоема каждой точки для нивелирования влияния отбойных и наносных течений.

Кёнга – река в Бакcharском и (небольшой частью) Парабельском районах Томской области. Длина – 498 км. Площадь бассейна — 8570 км². Среднегодовой сток – 23,6 м³/с, 0,7 км³/год. Вода в реке тёмная болотная и холодная.

Кёнга берёт начало в Васюганских болотах, течёт на север. Сливаясь с Чузиком, образует р. Парабель (левый приток Оби). Ближайший к Кёнге крупный водоток – р. Васюган (левый приток Оби). В верховьях обе реки текут среди низких заболоченных берегов, в их поймах множество озёр и стариц, что, так же как близкое расположение, обуславливает сходный состав вод и обитателей [4–6].

Точки забора проб воды отличались только тем, что в некоторых местах (на излуцинах), забор проводился в стоячей воде, а в других – на течении.

Сбор и определение организмов зоопланктона проводили по пособиям [7] и определителям [6, 8–14]. Науплиальные и младшие копеподитные стадии веслоногих определяли до подотряда.

Данные по биомассе каждого вида зоопланктона получали путем умножения индивидуальной массы каждого организма на его численность.

По результатам исследований были рассчитаны биомасса и частота встречаемости. При оценке видового разнообразия использовали число видов (n) и информационный индекс Шеннона. Статистическая обработка проведена по стандартным методикам с использованием алгоритмов А.Н. Плохинского [15].

В результате проведенных исследований проб из водоемов было выявлено 6 таксонов зоопланктона. Ветвистоусые были представлены 5 видами: *Bosmina longispina* (Leydig, 1860), *Chydorus sphaericus* (Leach, 1816), *Cereodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), *Daphnia longispina*

O.F. Müller, 1776, *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761), а веслоногие ракообразные только *Cyclops* sp. (Dana, 1846).

По числу видов преобладали Cladocera – 5, Copepoda – 1 вид, Rotatoria отсутствовали, что, вероятно, объясняется достаточно быстрым для них течением реки.

В пробах 5 и 6 на местах с наиболее быстрым течением, собранных у внешних берегов излучин, представителей зоопланктона не найдено, эти пробы не учтены в последующем описании результатов.

Таблица 1

Встречаемость видов зоопланктона
Occurrence of zooplankton species

Вид зоопланктёра	р. Кёнга					р. Нёршо			р. Макаровка	р. Емелич	
	Номер пробы										
	1	2	3	4	7	8	9	10	11	12	13
<i>Copepoda</i>											
<i>Cyclops sp.</i>	+	+	+	+			+	+	+		+
Cladocera											
<i>Bosmina longispina</i>	+	+	+		+	+	+	+		+	+
<i>Chydorus sphaericus</i>			+						+	+	+
<i>Cereodaphnia reticulate</i>		+	+					+	+		+
<i>Daphnia longispina</i>	+										
<i>Polyphemus pediculus</i>									+		+
Всего видов	3	3	4	1	1	1	2	3	4	2	5

Наибольшее число видов встречалось в точках со слабым течением, около зарослей растительности, что закономерно, так как скорость течения реки в момент её обследования оказалась достаточно большой для зоопланктона за счет увеличения стока воды, вызванного обильными осадками. Так, в пробе № 13 (старица реки) – 5 видов, в пробе, взятой в русле р. Макаровка в зарослях тростника, – 4 вида. Здесь встречаются типично зарослевые формы – *Chydorus sphaericus*, *Polyphemus pediculus*, *Cereodaphnia reticulate* (табл.1).

Наибольшую встречаемость на изученных участках рек заповедника имеет *Bosmina longispina* – в 9 случаях из 13. Вторым наиболее часто встречающимся являются виды *Cyclops* sp. – 8 случаев из 13. *Daphnia longispina* была найдена только в одном случае.

Таблица 2

Численно-весовые характеристики зоопланктона
Numerical and weight characteristics of zooplankton

Проба	Группа	Численность, тыс. шт/м ³	Биомасса, мг/м ³	Частота встречаемости, %	Удельное обилие, %
1	2	3	4	5	6
1	Copepoda	60	1,8	7,3	20
	Cladocera	760	7,2	92,7	80
	Итого	820	9,0		

Окончание табл. 2

1	2	3	4	5	6
2	Copepoda	120	3,6	34,3	49,3
	Cladocera	230	3,7	65,7	50,7
	Итого	350	7,3		
3	Copepoda	130	3,9	33,3	33,8
	Cladocera	260	7,6	66,7	66,2
	Итого	390	11,5		
4	Copepoda	60	1,8	100	100
	Cladocera	-		-	-
	Итого	60	1,8		
7	Copepoda	-		-	-
	Cladocera	230	2,2	100	100
	Итого	230	2,2		
8	Copepoda	-		-	-
	Cladocera	30	0,3	100	100
	Итого	30	0,3		
9	Copepoda	30	0,9	33,3	61,3
	Cladocera	60	0,6	66,7	38,7
	Итого	90	1,5		
10	Copepoda	30	0,9	25	18,8
	Cladocera	90	3,9	75	81,2
	Итого	120	4,8		
11	Copepoda	180	5,4	29,5	35,7
	Cladocera	430	9,7	70,5	64,3
	Итого	610	15,1		
12	Copepoda	-	-	-	-
	Cladocera	60	0,7	100	100
	Итого	60	0,7		
13	Copepoda	230	6,9	21,1	18,2
	Cladocera	860	31	78,9	81,8
	Итого	1090	37,9		
В среднем	Copepoda	840,0	25,2	21,8	50,8
	Cladocera	3010,0	66,9	78,2	49,2

По частоте встречаемости в основном доминируют Cladocera, кроме точек, где одна из групп организмов не встречается. Среди них наиболее часто встречаются *Bosmina longispina*, присутствующая в большинстве проб, и только в некоторых случаях (проба № 10) – *Ceriodaphnia reticulata*. Частота встречаемости ветвистоусых рачков в целом по всем изученным водотокам составляет 78,2 %, веслоногих – 21,8 %.

По биомассе доминируют Cladocera, кроме проб № 9 и 10, где лидерство переходит к Copepoda за счет присутствия более взрослых науплиальных стадий *Cyclops* sp., имеющих большую индивидуальную массу тела, чем доминант по численности в группе Cladocera – *Bosmina longispina*. Несмотря на то, что кладоцера доминирует по частоте встречаемости, по

удельному обилию в среднем по изученным водотокам и точкам сбора обе группы имеют примерно одинаковое значение: Copepoda – 50,8, Cladocera – 49,2 % (табл. 2).

Видовой состав зоопланктона типично зарослевый, что говорит о том, что усилившееся течение рек (из-за подъёма воды вследствие большого количества выпавших в предыдущие дни осадков), вынесло течением более крупные формы, такие как *Daphnia longispina*, *Cereodaphnia reticulata*, а более мелкие и легкие босмины – *Bosmina longispina* и науплии циклопов остались.

В целом по р. Кёнга с притоками и р. Емелич величина индекса видового разнообразия Шеннона (рассчитанного по численности) составила 1,46. Такая величина индекса видового разнообразия говорит об умеренном загрязнении вод органическими веществами.

В целом по совокупности полученных данных р. Кёнга с ее притоками относится к эвтрофным водотокам, что согласуется с исследованиями, проведенными О.Г. Савичевым [2] и М.Н. Цуриковым, С.Н. Цуриковым [16].

По результатам исследований можно сделать следующие выводы.

1. Зоопланктон р. Кёнга и её притоков в границах Кёнгинского ключевого участка Государственного природного заповедника «Васюганский» представлен следующими видами: ветвистоусые ракообразные – *Bosmina longispina* (Leydig, 1860), *Chydorus sphaericus* (Leach, 1816), *Cereodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), *Daphnia longispina* (O.F. Müller, 1776), *Polyphemus pediculus* (Linnaeus, 1761); веслоногие ракообразные – *Cyclops* sp.

2. Численность зоопланктонных организмов по всем точкам колеблется в широких пределах – от 30 до 860 тыс. шт/м³. Доминантом по встречаемости при этом были представители Cladocera – до 78,2 %, субдоминировали по удельной встречаемости представители Copepoda – до 21,8 %.

3. Среднее значение биомассы находилось на уровне 8,37 г/м³. Основную роль в биомассе играют представители Cladocera – от 38,7 до 100 %. Величина индекса видового разнообразия Шеннона в целом по р. Кёнга с притоками и р. Емелич – 1,46. Такая величина индекса видового разнообразия говорит об умеренном загрязнении вод органическими веществами.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Методы инвентаризации и мониторинга биоразнообразия на особом участке охраняемых природных территорий / В.В. Алексанов, О.А. Новикова, М.Н. Сионова [и др.] // Кадастровые и мониторинговые исследования биоразнообразия в Калужской области. – Тамбов, 2021. – Вып. 8. – 148 с.
2. Савичев О.Г. Реки Томской области: состояние, охрана и использование. – Томск: Изд-во ТПУ, 2003. – 170 с.
3. Болота и заболоченные земли России: попытка анализа пространственного распределения и разнообразия / С.Э. Вомперский, А.А. Сирин, О.П. Цыганова [и др.] // Известия РАН. Сер. геогр. – 2005. – № 5. – С. 39–50.
4. Евсеева Н.С. География Томской области: население и хозяйство: учеб. пособие. – Томск: Изд-во Том. ун-та, 2005. – 168 с.
5. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2: Средняя Обь / под ред. В.В. Зееберг. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 351 с.
6. Рылов В.М. Пресноводные Calanoida СССР. – Л.: Ин-т РХПИ, 1930. – 288 с.
7. Морузи И.В., Пищенко Е.В., Веснина Л.В. Практикум по гидробиологии. – Новосибирск, 2008. – 148 с.
8. Боруцкий Е.В. Определитель свободноживущих пресноводных веслоногих раков СССР и сопредельных стран по фрагментам в кишечниках рыб. – М.: АН СССР, 1960. – 219 с.
9. Боруцкий Е.В. Пресноводные и солоноватоводные Harpacticoida СССР // Определители организмов пресных вод СССР. Сер. А: Пресноводная фауна. – Л.: Всесоюзное объединение рыбного хозяйства, 1931. – 246 с.
10. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). – Л.: Наука, 1970. – 744 с.
11. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. – М.; Л.: Наука, 1964. – 328 с.

12. *Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий*. Т. 1: Низшие беспозвоночные / под ред. В. Р. Алексеева. – СПб.: Зоол. ин-т РАН, 1994. – 396 с.
13. *Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР*. – Л.: Гидрометеиздат, 1977. – 486 с.
14. Рылов В.М. Пресноводные Cyclopoida СССР // Фауна СССР. Ракообразные. – 1948. – Т. III, вып. 3. – 320 с.
15. Плохинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.
16. Цуриков М.Н., Цуриков С.Н. Природосберегающие методы исследования беспозвоночных животных в заповедниках России // Труды Ассоциации особо охраняемых природных территорий Центрального Черноземья России. – Тула, 2001. – Вып. 4. – 130 с.

REFERENCES

1. Aleksanov V.V., Novikova O.A., Sionova M.N. i dr., *Kadaastrovye i monitoringovye issledovaniya bioraznootbraziya v Kaluzhskoj oblasti*, Tambov, 2021, Issue 8, 148 p. (In Russ.)
2. Savichev O.G. *Reki Tomskoj oblasti: sostoyanie, ohrana i ispol'zovanie* (Rivers of the Tomsk Region: Status, Protection and Use), Tomsk: Izd-vo TPU, 2003, 170 p.
3. Vomperskij S.E., Sirin A.A., Cyganova O.P. i dr., *Izvestiya RAN. Ser. Geogr*, 2005, No. 5, pp. 39–50. (In Russ.)
4. Evseeva N.S. *Geografiya Tomskoj oblasti: naselenie i hozyajstvo* (Geography of the Tomsk Region: Population and Economy), ucheb. Posobie, Tomsk: Izd-vo Tom. un-ta, 2005, 168 p.
5. *Resursy poverhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost'. T. 15: Altaj i Zapadnaya Sibir'. Vyp. 2: Srednyaya Ob'* (Surface Water Resources of the USSR: Hydrological Study. Vol. 15: Altai and Western Siberia. Vol. 2: Middle Ob), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967, 351 p.
6. Rylov V.M. *Presnovodnye Calanoida SSSR* (Freshwater Calanoida USSR), Leningrad: In-t RHPI, 1930, 288 p.
7. Moruzi I.V., Pishchenko E.V., Vesnina L.V. *Praktikum po gidrobiologii* (Practicum in Hydrobiology), Novosibirsk, 2008, 148 p.
8. Boruckij E.V. *Opredelitel' svobodnozhivushchih presnovodnykh veslonogih rakov SSSR i sopredel'nykh stran po fragmentam v kishechnikah ryb* (A Guide to Free-Living Freshwater Copepods of the USSR and Neighboring Countries by Fragments in the Intestines of Fish), Moscow: AN SSSR, 1960, 219 p.
9. Boruckij E.V. *Opredeliteli organizmov presnykh vod SSSR. Ser. A: Presnovodnaya fauna*, Leningrad: Vsesoyuznoe ob"edinenie rybnogo hozyajstva, 1931, 246 p.
10. Kutikova L.A. *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria)* (Rotifers of the USSR fauna), Leningrad: Nauka, 1970, 744 p.
11. Manujlova E.F. *Vetvistousye rachki (Cladocera) fauny SSSR* (Crustaceans (Cladocera) of the fauna of the USSR), Moscow; Leningrad: Nauka, 1964, 328 p.
12. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 1: Nizshie bespozvonochnye* (Guide to freshwater invertebrates of Russia and adjacent territories. Vol. 1: Lower Invertebrates), Saint Petersburg: Zool. in-t RAN, 1994, 396 p.
13. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh evropejskoj chasti SSSR* (Guide to Freshwater Invertebrates of the European Part of the USSR), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977, 486 p.
14. Rylov V.M. *Fauna SSSR. Rakoobraznye*, 1948, Vol. III, Issue 3, 320 p. (In Russ.)
15. Plohinskij N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* (A Guide to Biometrics for Zootechnicians), Moscow: Kolos, 1969, 256 p.
16. Curikov M.N., Curikov S.N., *Trudy Associacii osobo ohranyaemykh prirodnykh territorij Central'nogo Chernozem'ya Rossii*, Tula, 2001, Issue 4, 130 p. (In Russ.)

РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ СИБИРСКОЙ СТЕРЛЯДИ В УСЛОВИЯХ БЕЛОЯРСКОГО РЫБОВОДНОГО ЗАВОДА КРАСНОЯРСКОГО КРАЯ

¹Е.В. Пищенко, доктор биологических наук, профессор

²А.В. Ткаченко, главный рыбовод

¹И.В. Моружи, доктор биологических наук, профессор

¹Д.В. Кропачев, кандидат биологических наук, доцент

¹Новосибирский государственный аграрный университет

²ТОСП «Белоярский рыбоводный завод» ФГБУ «Главрыбвод»

E-mail: epishenko@ngs.ru

Ключевые слова: стерлядь сибирская, личинки, кормление, темп роста, прирост, масса, эффективность.

Реферат. Исследования по подращиванию стерляди от диких и выращенных в искусственных условиях производителей проводились в производственных условиях рыбоводного предприятия ТОСП «Белоярский рыбоводный завод» ФГБУ «Главрыбвод» (г. Красноярск) в 2020 и 2022 гг. Личинок стерляди при полном переходе на внешнее питание размещали в бассейны с плотностью посадки 6 тыс. экз/м². Расход воды составлял 20 – 23 л/мин. По мере роста личинок рассаживали и на момент достижения средней массы 1 г плотность посадки составляла 2 тыс. экз/м² при увеличении расхода воды до 25 – 30 л/мин. Среднесуточная температура воды за период подращивания колебалась в пределах 12,5 – 17,0 °С. Содержание растворенного в воде кислорода находилось в диапазоне 9,1 – 11,0 мг/л. Были изучены разные подходы к методам подращивания личинок. Для сравнения полученных нами результатов использовали инструкции и стандарты, разработанные Главрыбводом России и используемые для осетровых хозяйств. В 2020 г. личинок подращивали до 10 суток только с использованием науплий артемии. Затем постепенно вводили стартовый комбикорм. Корм разводили в воде и раздавали вначале одновременно с артемией, затем – чередуя кормления. С 20-х суток полностью перешли на использование комбикормов. В 2022 г. подращивание проводили с использованием личинок артемии и одновременно стартового комбикорма. При этом в живой корм добавляли пылевидные частицы искусственного корма. В результате исследования выявлено, что рациональнее вводить стартовые корма с момента начала кормления личинок стерляди. Использование данного приема позволило сократить время выращивания молоди до стандартной массы 1 г на 5 суток при примерно равной сохранности молоди.

RESULTS OF GROWING SIBERIAN STERLET JUVENILE IN THE CONDITIONS OF THE BELOYARSK FISH HATCHERY OF THE KRASNOYARSK REGION

¹E.V. Pishchenko, Doctor of Biological Sciences, Professor

²A.V. Tkachenko, Chief Fish Farmer

¹I.V. Moruzi, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹D.V. Kropachev, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

¹Novosibirsk State Agrarian University

²Territorially separate structural unit "Beloyarsk Fish Hatchery" of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod"

E-mail: epishenko@ngs.ru

Keywords: Siberian sterlet, larvae, feeding, growth rate, gain, weight, efficiency.

Abstract. Studies on the rearing of sterlet from wild and grown producers were carried out in the production conditions of the fish-breeding enterprise TOSP "Beloyarsk Fish-breeding Plant" of the Federal State Budgetary Institution "Glavrybvod" (Krasnoyarsk) in 2020 and 2022. With a complete transition to external nutrition, the sterlet larva was placed in pools with a planting density of 6 thousand copies / m². Water

consumption was 20-23 l/min. As the larvae grew, they were planted, and at the time of reaching an average weight of 1 g, the planting density was 2 thousand copies / m². With an increase in water consumption to 25-30 l/min. The average daily water temperature during the growing period ranged from 12.5-17.0 °C. The content of oxygen dissolved in water was in the range of 9.1-11.0 mg/l. Different approaches to methods of growing larvae have been studied. To compare and evaluate our results, we used instructions and standards developed by the Glavrybvod of Russia and used for island farms. In 2020, up to 10 days, the larva was grown only using artemia nauplia. Then, the starting compound feed was gradually introduced. The feed was diluted in water and distributed at the beginning simultaneously with artemia, then alternating feedings. Coma was broadcast at 30-minute intervals up to 20 days of growing and at the end of the growing period after 1 hour. For 20 days, they have completely switched to compound feeds. As a result of the study, it was revealed that it is more rational to introduce starter feeds in the form of dust from the moment the sterlet larvae start feeding. This technique made it possible to reduce the time of growing juveniles to a standard weight of 1 g for five days, with approximately equal preservation of juveniles.

Зарегулирование и создание крупных водохранилищ на р. Енисей и его притоках привело к значительным нарушениям условий обитания и воспроизводства многих видов рыб, заметно изменило их ареалы, вызвало перестройки в структуре рыбных сообществ [1]. Наряду с русловым регулированием существенное воздействие на обитателей водоемов оказывают промысел и загрязнение водотоков [2]. Кроме того, официальные статистические данные по уловам ценных видов рыб в значительной степени занижены относительно фактического вылова. Подорванное состояние популяций и тенденция к дальнейшему сокращению численности ценных видов рыб, обитающих в водных объектах бассейна р. Енисей, обуславливают необходимость выработки особых мер, направленных на их охрану [3]. Для восстановления численности стерляди в водоемах Красноярского края успешно осуществляется выпуск в Енисей молоди, подрощенной до жизнестойких стадий [4–6].

Стерлядь сибирская *Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt, 1833 в бассейне р. Енисей представлена подвидом енисейской популяции, является особо охраняемым видом и занесена в «Красную книгу Республики Хакасия» (категория 1 – отдельные популяции широко распространенного вида, находящиеся под угрозой исчезновения) [7].

Согласно исследованиям М.В. Хохловой [8], этот вид ранее встречался по всему среднему и нижнему течению р. Енисей, включая ряд крупных притоков, таких как Ангара, Подкаменная и Нижняя Тунгуска, Сым. После зарегулирования стока Енисея и Ангары ареал стерляди заметно сократился: в настоящее время она обитает в Енисее в основном на участке ниже устья Ангары, а также в некоторых притоках, впадающих в Красноярское и Саяно-Шушенское водохранилища. В реках России этот вид широко распространен и в настоящее время повсеместно подлежит восстановлению. Наибольший объём зарыбления молодью стерляди осуществляется рыбноводными предприятиями, расположенными в бассейне Волги и Дона и существенно меньше в водоёмах Сибири, где их суммарное количество на всю Западную и Центральную Сибирь не превышает 6 млн экз.

В Восточной Сибири работы по товарному выращиванию и искусственному воспроизводству стерляди р. Енисей начали проводить на подсобных рыбноводных хозяйствах промпредприятий Красноярского края начиная с 1992 г. Оплодотворённую икру стерляди для инкубации и подращивания молоди привозили с нерестилищ, расположенных в среднем течении р. Енисей [8]. Затем из этой молоди выращивали товарную рыбу. Однако уже в конце 90-х гг. XX в. работы по воспроизводству стерляди были переориентированы на зарыбление р. Енисей. К 2006 г. в бассейнах научно-производственного комплекса (НПК) ФГНУ «НИИЭРВ» было сформировано ремонтно-маточное стадо стерляди численностью до 1,5 тыс. экз. [9–11]. В последние годы молодью стерляди от диких производителей зарыбляли р. Енисей преимуще-

щественно с ТООСП «Белоярский рыбободный завод» ФГБУ «Главрыбвод», а от «заводских» производителей – с ООО «Малтат» [12–14].

Технология воспроизводства енисейской стерляди включает следующие этапы: вылов производителей, их выдерживание и инъектирование; получение половых продуктов; оплодотворение; выпуск производителей; транспортировка оплодотворенной икры на завод; инкубация икры; подращивание молоди до массы 1 г и выпуск молоди в р. Енисей и водохранилища.

Важнейшим этапом реинтродукции является подращивание личинок стерляди в условиях рыбободных цехов. Методика подращивания осетровых разработана для многих видов, входящих в это семейство.

Целью наших исследований была разработка технологии подращивания молоди стерляди на Белоярском рыбободном заводе, обеспечивающей оптимальный рост и высокую сохранность поголовья.

Объектом исследования послужила молодь стерляди сибирской *Acipenser ruthenus marsiglii* Brandt, 1833 енисейского подвида. Личинки стерляди были получены от нерестового стада естественной популяции из р. Енисей. Вылов и отбор половых продуктов у производителей стерляди осуществлялся в Туруханском районе Красноярского края, на временном рыбободном пункте на р. Енисей. Для взятия половых продуктов применялась гормональная инъекция препаратом Сурфагон для стимуляции созревания самок из расчета 1 мкг/кг. Овулировавшую икру собирали, используя прижизненный метод получения половых продуктов осетровых способом подрезания яйцеводов с последующим сцеживанием икры по методике С.Б. Подушка [15]. Качество икры и ее пригодность к оплодотворению определяли визуально. Осеменивание икры осетровых проводили полусухим – «русским» способом. Обесклеивали икру речным илом. Икру инкубировали в аппаратах «Осетр». Преличинки выдерживались до перехода в состояние личинки и затем размещались для подращивания в бассейны.

Количество личинок, молоди учитывали эталонным методом. Сравнение результатов проводили с данными Е.И. Хрусталева и др. [16], М.С. Чебанова, Е.В. Галич [17].

Для определения температуры воды использовали ртутный термометр со шкалой деления с десятными долями. Для контроля за растворенным в воде кислородом применяли анализатор «САМАРА-2».

Контрольные обловы проводили в каждом бассейне сачком. Процедуру повторяли три раза. Пробу взвешивали на весах с точностью до 0,01 г. После фиксирования массы вели подсчет личинок. Для достоверности полученных результатов в одной пробе должно быть не менее 50 экз. Средняя масса устанавливалась делением общей массы при взвешивании на количество просчитанных личинок в пробе. В дальнейшем подрощенная молодь при определении средней массы взвешивалась на весах с чувствительностью до 1 г.

Статистическая обработка данных проведена в программе Microsoft Excel по стандартным методикам А.Н. Плохинского [18].

Исследования проводились в производственных условиях рыбободного предприятия в 2020 и 2022 гг. Личинок стерляди при полном переходе на внешнее питание размещали в бассейны с плотностью посадки 6 тыс. экз/м². Расход воды составлял 20 – 23 л/мин. Всего было задействовано 207 бассейнов ИЦА-2. По мере роста личинок рассаживали, и на момент достижения средней массы 1 г плотность посадки составляла 2 тыс. экз/м². При этом расход воды был увеличен до 25 – 30 л/мин.

Среднесуточная температура воды за период подращивания находилась в пределах 12,5 – 17,0 °С. При этом средняя температура за весь период выращивания составила 15,6 °С (рис.1). Содержание растворенного в воде кислорода находилось в диапазоне 9,1 – 11,0 мг/л.

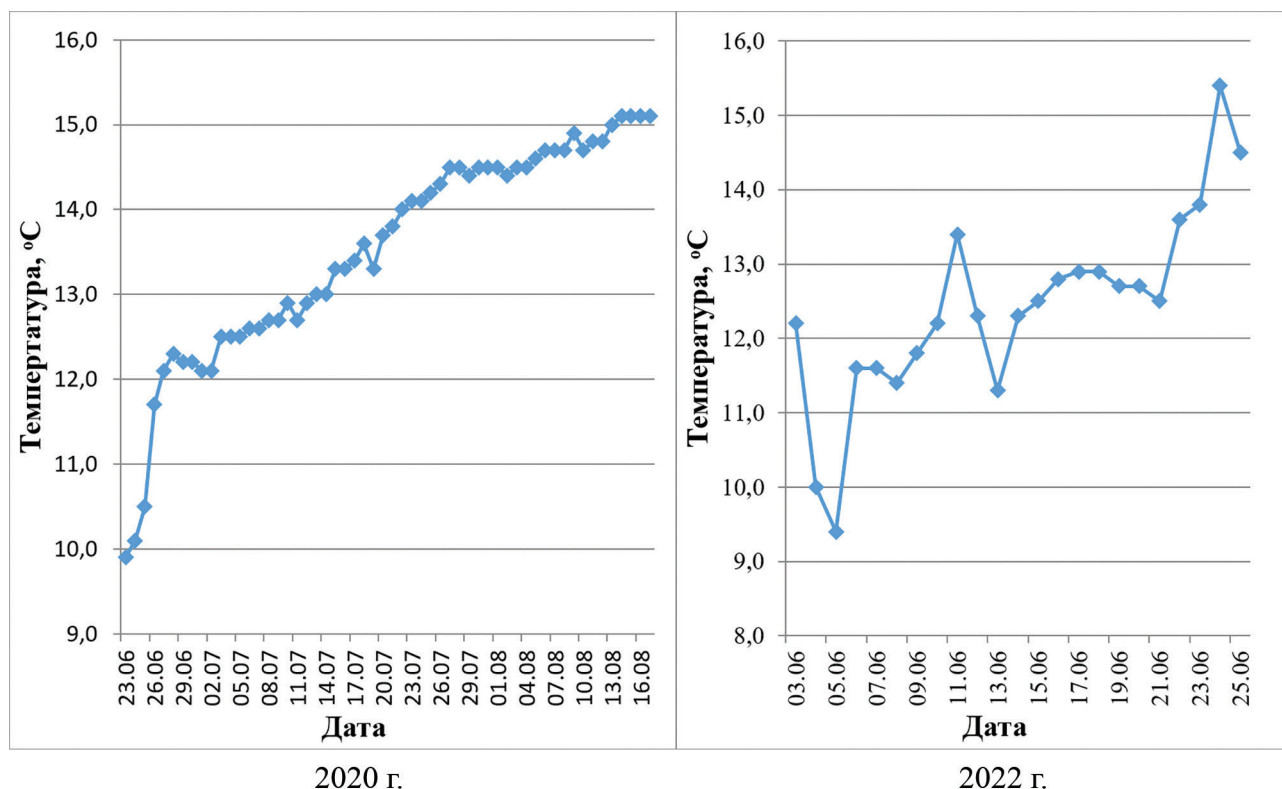


Рис. 1. Температурный режим при подращивании личинок стерляди в 2020 и 2022 г.

Temperature conditions during the rearing of sterlet larvae in 2020 and 2022

Анализируя динамику температуры в бассейнах в течение всего периода выращивания, можно отметить, что ее колебания в пределах 1 – 2 °C постоянны и крайне неравномерны в течение всего времени исследования.

В 2020 г. кормление личинок стерляди начато 21 июня, через 8 дней после окончания выклева. Для кормления использовались живые науплии *Artemia salina* L., инкубация которых проводилась непосредственно на заводе. Артемию инкубировали, науплии сцеживали с аппаратов, затем разводили в ведре объемом 9 л пресной водой. Температура воды была такой же, как в бассейнах. Это необходимый прием, поскольку инкубация яиц артемии проходит в соленой воде при температуре 25 – 30 °C.

Науплии артемии в качестве корма дозировали мерным стаканом и содержимое его распределяли по бортам бассейнов с личинками. На начальном этапе кормление науплиями проводилось каждые 30 мин.

Прикорм начинали после активного распада роя, а также с появлением на дне бассейна меланиновых пробок. Контроль за поеданием корма оценивали по активности личинок в бассейне, а также при осмотре отхода. Личинки, употребляющие науплии, имеют характерное желтое брюшко. По результатам контрольного взвешивания 10 июля достигнута масса 0,045 – 0,055 г, 15 июля – 0,070 – 0,090 при средней массе 0,080 г. Кормление личинок продолжали науплиями артемии каждые 30 мин.

По результатам контрольного взвешивания, 20 июля, на 30-е сутки подращивания, масса личинок составляла 0,120 – 0,160 г, что в 2,6-2,9 раза больше, чем в начале выращивания. В этот момент кормление науплиями артемии через раз стали чередовать со стартовыми кормами Sorpens Advance с гранулой 0,2-0,3 мм. Сухой стартовый корм непосредственно перед раздачей разводили в ведре с водой объемом 9 л. Кормление проводили из мерного стакана, содержимое которого распределяли по бортам бассейна. Каждые 30 мин корма чередовали. По

мере роста личинок объем вносимого корма увеличивали во избежание пищевой конкуренции и отставания в темпе роста особей.

Частичная замена науплий артемии на корм Corpens Advance 0,2 – 0,3 мм была проведена в соответствии с инструкцией производителя и начиналась от момента достижения средней массы личинок 0,2 г. Затем при средней массе личинок 0,2 – 0,5 г постепенно в корм вводилась следующая фракция 0,3 – 0,5 мм.

На 35-е сутки кормления, 25 июля, масса молоди достигала 0,32 – 0,52 г при средней массе 0,42 г. На данном этапе молодь была пересортирована по размерам на мелкую, среднюю и крупную во избежание отставаний в темпе роста. Число кормлений снижали до 1 раза в час. В корм 0,3 – 0,5 мм постепенно вводили фракцию 0,5 – 0,8 мм, впоследствии заменяя его полностью.

На 40-е сутки подращивания, 30 июля, масса молоди колебалась от 0,62 до 0,98 г, а еще через 5 дней, 4 августа, она достигала стандартной массы для окончания подращивания – от 0,9 до 1,1 г (рис. 2).

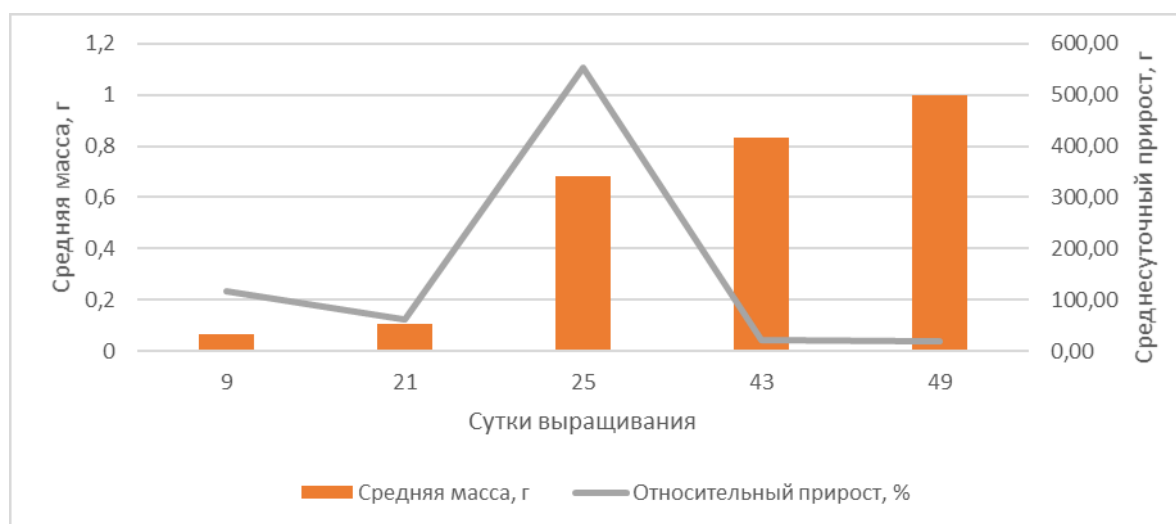


Рис. 2. Темп роста молоди при смешанном кормлении, 2020 г.

The growth rate of juveniles with mixed feeding, 2020

Таким образом, продолжительность выращивания молоди стерляди от начала кормления до достижения средней навески 1 г составила 45 дней. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты выращивания молоди стерляди, 2020 г.
Results of rearing juvenile sterlet, 2020

Дата	Масса, г	Средняя масса, г	Сутки выращивания	Среднесуточный прирост массы, г
10.07.	0,045 – 0,055	0,050	20	0,0025
15.07.	0,070 – 0,090	0,080	25	0,0060
20.07.	0,120 – 0,160	0,140	30	0,0120
25.07.	0,320 – 0,520	0,420	35	0,0560
30.07.	0,620 – 0,980	0,800	40	0,0760
04.08.	0,900 – 1,100	1,000	45	0,0400

В 2020 г. количество рыбоводной продукции на всех этапах было ниже нормативной на 10 – 15 %, это связано с тем, что температурной режим выращивания был ниже рекомендованных норм (табл. 2).

Таблица 2

Полученная рыбоводная продукция, 2020 г.
Received fish products, 2020

Показатель	Оплодотворенная икра, загруженная на инкубацию	Полученные личинки	Личинки, перешедшие на активное питание	Подращенная молодь
Количество полученной продукции, млн шт.	738,554	450,000	297,100	200,007
Норматив выживаемости, %	85	75	50	80
Наблюденная выживаемость, %	70,54	60,00	66,00	67,27

Согласно работе Е.И. Хрусталева и др. [16], продолжительность роста молоди стерляди при подращивании до 1 г в оптимальных условиях составляет 45 суток. Температура при этом должна быть в пределах 22 – 24 °С. Данный результат подразумевает необходимость учитывать также показатели оплодотворяемости икры и выживаемость личинок, не превышающую нормативов на отход.

В 2022 г. впервые в условиях научно производственного комплекса (НПК) на базе рыбного участка при Красноярской ТЭЦ-2 [12] была подращена молодь стерляди, полученная из икры собственного маточного стада. Подращивание проводили с использованием личинок артемии и одновременно стартового корма Aller futura. Икра была инкубирована в аппаратах Вейса при температуре 12 – 15 °С. Сразу же при переходе молоди на активное питание ее стали приучать к питанию кормбикормом. При этом в живой корм добавляли пылевидные частицы искусственных кормов с постепенным повышением их доли в общем рационе. Молодь хорошо росла, отход был невысоким. При увеличении температуры воды в интервале от 18 до 24 °С суточные приросты увеличивались. Динамика темпа роста подращенной молоди в 2022 г. представлена на рис. 3.

Темпы роста в первые 10 дней после начала кормления невысоки. На 20-е сутки после начала кормления средняя масса особи составила 0,050 г, затем прирост массы повышается, и на 30-е сутки масса была 0,140 г. Последующие 10 дней характеризуются активным темпом роста, который сохраняет свою динамику до достижения плановых значений. Планового показателя 1 г молодь стерляди достигла в течение 40 суток, на 5 дней раньше, чем в 2020 г.

В 2022 г. результаты подращивания личинок стерляди немного ниже предложенных нормативов (табл. 3). Следует отметить, что и сумма температур выращивания в 2022 г. была ниже, чем в 2020 г. Температура воды является важнейшим фактором, влияющим на жизнь рыб. Известно, что активность пищеварительных ферментов у рыб находится в прямой зависимости от температурного режима водоема. С нашей точки зрения, именно это и привело к некоторому снижению производственных нормативов.

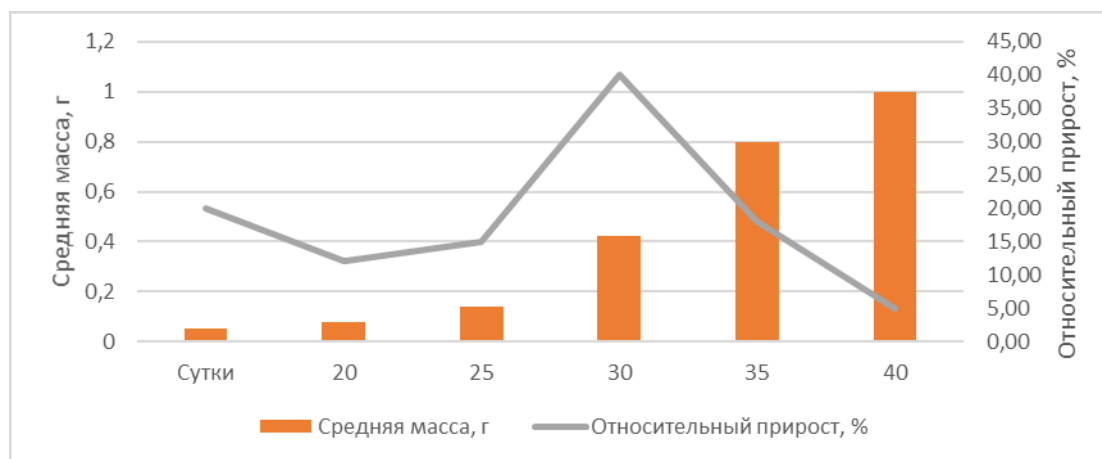


Рис. 3. Динамика роста молоди стерляди в 2022 г.
Growth dynamics of juvenile sterlet in 2022

Таблица 3

Полученная рыбоводная продукция, 2022 г.
Received fish farming products in 2022

Показатель	Оплодотворенная икра, загруженная на инкубацию	Полученные личинки	Личинки, перешедшие на активное питание	Подращенная молодь
Количество полученной продукции, тыс. шт.	8 582 800	5 640 000	3 299 500	2 263 400
Норматив выживаемости, %	85	75	50	80
Наблюдаемая выживаемость, %	72,6	65,7	58,5	68,9

По результатам проведенного эксперимента выявлено, что снижение температуры воды при выращивании в 2022 г. снизило выживаемость оплодотворенной икры – до 72,6 % от общего количества заложенной на инкубацию рыбоводной икры. Этот показатель был ниже норматива на 12,4 %.

Количество полученных личинок после инкубации составило 56400000 тыс. экз., выход – 65,7 % (при нормативе 75 %). Оптимальная температура для развития икры стерляди 13 – 16 °С. В исследовании 2022 г. средняя температура воды была 12,4 °С, ниже оптимальной в среднем на 2 °С.

Согласно полученным результатам, на активное питание перешло 3299500 тыс. экз., что соответствует 58,5 %. Этот показатель, полученный в ходе нашего исследования, выше нормативного. При этом количество полученной молоди массой 1 г ниже нормативного показателя на 10 – 15 %.

Таким образом, при более раннем переводе молоди стерляди на кормление комбикормом резкого изменения в темпах роста не выявлено, при этом время подращивания до нормативной массы 1 г сокращается на 5 суток.

Снижение температуры подращивания на 2 °С в сравнении с нормативом привело к снижению выживаемости на 10 – 15 %.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Космаков И.В., Петров В.М., Заделёнов В.А. Воздействие изменения ледового режима Енисея ниже плотины Красноярской ГЭС на ихтиофауну реки // Геориск. – 2011. – № 1. – С. 32–39.
2. Заделёнов В.А. Эколого-биологические основы увеличения численности осетровых рыб в бассейне р. Енисея: автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Красноярск, 2002. – 22 с.
3. Заделёнов В.А. Соотношение полов в нерестовом и нагульном стаде енисейской стерляди // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельтаплан, 2005. – С. 109–111.
4. Заделёнов В.А. К характеристике редких видов рыб фауны реки Енисей // Вопросы рыболовства. – 2015. – Т. 16, № 1. – С. 24–39.
5. Клыков Р.В., Бычкова Д.А., Данилова Е.А. Особенности выращивания молоди сибирского осетра (*Acipenser baerii*) в условиях Енисейского филиала ФГБУ «Главрыбвод» Белоярского рыбноводного завода // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры: материалы всерос. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5 февраля 2019 г.). – М.: Перо, 2019. – Т. 1. – С. 167–175.
6. Клыков Р.В. Анализ эффективности применения СУБ – ПРО при выращивании молоди осетровых видов рыб на Белоярском рыбзаводе // Всероссийский конкурс исследовательских работ учащихся «Юность, наука, культура». – Обнинск, 2015. – С. 145–148.
7. Красная книга Республики Хакасия: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск–Абакан, 2018. – 287 с.
8. Хохлова М.В. Стерлядь (*Acipenser ruthenus* nation *marsiglii* Brandt) р. Енисей // Вопросы ихтиологии. – 1955. – Вып. 4. – С. 41–56.
9. Дектярев А.А. Бумажные осетровые и виды браконьерства на Волге // Журнал фундаментальных и прикладных исследований, гуманитарные исследования. – 2015. – № 4. – С. 239–243.
10. Волосников Г.И. Обзор данных по биологии стерляди // Вестник АГТУ. – 2017. – № 2 (64). – С. 67–72.
11. Заделёнов В.А. Стерлядь бассейна р. Енисей: естественное и искусственное воспроизводство // Состояние популяций стерляди в водоемах России и пути их стабилизации. – М.: Экономика и информатика, 2004. – С. 77–93.
12. Заделёнов В.А. Таймень в водоемах Красноярского региона // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 5. – С. 90–93.
13. Волосников Г.И. Обзор данных по биологии стерляди // Вестник АГТУ. – 2017. – № 2 (64). – С. 67–72.
14. Изучение качественных характеристик разновозрастной стерляди, выращенной в климатических условиях Беларуси / В.Д. Сенникова, С.Н. Пантелей, И.А. Савченко, А.С. Захарченко // Инновационные решения для повышения эффективности аквакультуры: материалы всерос. науч.-практ. конф. (Москва, ВВЦ, 5 февраля 2019 г.). – М.: Перо, 2019. – Т. 1. – С. 353–360.
15. Подушка С.Б. Способ получения икры от самок осетровых рыб: авторское свидетельство СССР. – № 1412035. – 1986.
16. Товарное осетроводство / Е.И. Хрусталева, Т.М. Курапова, Э.В. Бубунец [и др.]. – М.: Лань, 2015. – 300 с.
17. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб / Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН. – Анкара, 2013. – С. 325.
18. Плехинский Н.А. Руководство по биометрии для зоотехников. – М.: Колос, 1969. – 256 с.

REFERENCES

1. Kosmakov I.V., Petrov V.M., Zadelonov V.A., *Georisk*, 2011, No. 1, pp. 32–39. (In Russ.)
2. Zadelonov V.A. *Ekologo-biologicheskie osnovy uvelicheniya chislennosti osetrovyyh ryb v bassejne r. Eniseya* (Ecological and Biological Bases of Sturgeon Fish Abundance Increase in the Yenisei River Basin), Extended abstract of the dissertation of the candidate of biological sciences, Krasnoyarsk, 2002, 22 p. (In Russ.)
3. Zadelonov V.A. *Problemy gidrobiologii Sibiri*, Tomsk: Del'taplan, 2005, pp. 109–111. (In Russ.)

4. Zadelyonov V.A. Voprosy rybolovstva, 2015, Vol. 16, No. 1, pp. 24–39. (In Russ.)
5. Klykov R.V., Bychkova D.A., Danilova E.A. *Innovacionnye resheniya dlya povysheniya effektivnosti akvakul'tury* (Innovative Solutions for Improving the Efficiency of Aquaculture), Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Moscow, All-Russian Exhibition Center, February 5, 2019, Moscow: Pero, 2019, Vol. 1, pp. 167–175. (In Russ.)
6. Klykov R.V. *Vseros sijskij konkurs issledovatel'skih rabot uchashchihsya "Yunost', nauka, kul'tura"* (All-Russian competition of students' research works "Youth, Science, Culture"), Obninsk, 2015, pp. 145–148.
7. *Krasnaya kniga Respubliki Hakasiya: Redkie i nahodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh* (Red Book of the Republic of Khakassia: Rare and Endangered Animal Species), 2-e izd., pererab. i dop., Krasnoyarsk–Abakan, 2018, 287 p.
8. Hohlova M.V., *Voprosy ihtiologii*, 1955, Issue 4, pp. 41–56. (In Russ.)
9. Dektyarev A.A. *Zhurnal fundamental'nykh i prikladnykh issledovaniy, gumanitarnye issledovaniya*, 2015, No. 4, pp. 239–243. (In Russ.)
10. Volosnikov G.I. *Vestnik AGTU*, 2017, No. 2 (64), pp. 67–72. (In Russ.)
11. Zadelyonov V.A. *Sostoyanie populyacij sterlyadi v vodoemah Rossii i puti ih stabilizacii*, Moscow: Ekonomika i informatika, 2004, pp. 77–93. (In Russ.)
12. Zadelyonov V.A. *Rybnoe hozyajstvo*, 2007, No. 5, pp. 90–93. (In Russ.)
13. Volosnikov G.I. *Vestnik AGTU*, 2017, No. 2 (64), pp. 67–72. (In Russ.)
14. Sennikova V.D., Pantelej S.N., Savchenko I.A., Zaharchenko A.S., *Innovacionnye resheniya dlya povysheniya effektivnosti akvakul'tury* (Innovative Solutions to Improve Aquaculture Efficiency), Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Moscow, All-Russian Exhibition Center, February 5, 2019, Moscow: Pero, 2019, Vol. 1, pp. 353–360. (In Russ.)
15. Podushka S.B. *Sposob polucheniya ikry ot samok osetrovyyh ryb* (Method of obtaining caviar from female sturgeon), avtorskoe svidetel'stvo SSSR No. 1412035, 1986.
16. Hrustalev E.I., Kurapova T.M., Bubunec E.V., Zhigin A.V., Hrisanfov V.E.— *Tovarnoe osetrovodstvo* (Commercial sturgeon breeding), Moscow: Lan', 2015, 300 p.
17. Chebanov M.S., Galich E.V., *Rukovodstvo po iskusstvennomu vosproizvodstvu osetrovyyh ryb* (Guide to Artificial Reproduction of Sturgeon), Ankara, 2013, P. 325.
18. Plohinskij N.A. *Rukovodstvo po biometrii dlya zootekhnikov* (A Guide to Biometrics for Zootechnicians), Moscow: Kolos, 1969, 256 p.



РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ
В ЗЕМЛЕДЕЛИИ, АГРОХИМИИ, СЕЛЕКЦИИ
И СЕМЕНОВОДСТВЕ

RESOURCE-SAVING TECHNOLOGIES IN
AGRICULTURE, AGROCHEMISTRY, BREEDING
AND SEED PRODUCTION

УДК 631.4:528.46

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-145-155

НЕОДНОРОДНОСТЬ ПОЧВЕННОГО ПОКРОВА В СИСТЕМЕ
ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ЗЕМЕЛЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ

¹Н.И. Добротворская, доктор сельскохозяйственных наук

¹Н.А. Студенкова, аспирант

²К.А. Никкарь, кандидат сельскохозяйственных наук

³М.А. Альберт, главный агроном

¹Сибирский государственный университет геосистем и технологий

²Центр агрохимической службы «Новосибирский»

³ЗАО племзавод «Ирмень»

E-mail: dobrotvorskaya@mail.ru

Ключевые слова: структура почвенного покрова, коэффициент контрастности, агроэкологическая группировка земель, инвентаризация земель.

Реферат. Рассматривается неоднородность почвенного покрова производственных полей и рабочих участков как один из важнейших показателей продуктивности и технологических свойств земель. Отмечается, что традиционные показатели качества земельных участков не удовлетворяют современным требованиям, предъявляемым к оценке уровня плодородия почв и технологических свойств участка, среди которых большое значение имеет пестрота почвенного покрова земельного участка. Целью настоящего исследования является обоснование применимости морфометрических показателей структуры почвенного покрова, в частности коэффициента контрастности почвенного покрова, для совершенствования системы качественной оценки, в том числе при проведении инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения. В исследовании применялись методы сравнительно-географического анализа структуры почвенного покрова на ключевых участках – землепользованиях в пределах Приобского плато в южной части Западной Сибири. Использовались фондовые, статистические и картографические материалы IV тура почвенного обследования земель на территории ОПХ «Кремлевское» Новосибирской области масштаба 1:25000, оцифрованные в среде MapInfo Professional. Для расчета морфометрических характеристик почвенного покрова и, в частности, коэффициента контрастности, использовался статистико-картометрический метод. Показана зависимость урожайности зерновых культур на конкретном земельном участке от степени контрастности почвенного покрова для разных агроэкологических групп земель. В заключение предлагается расширить перечень характеристик, используемых для оценки качества земель сельскохозяйственного назначения при проведении их инвентаризации в системе землеустроительных мероприятий.

SOIL COVER HETEROGENEITY IN THE SYSTEM OF INVENTORY OF
AGRICULTURAL LAND

¹N.I. Dobrotvorskaya, Doctor of Agricultural Sciences

¹N.A. Studenkova, PhD student

²K.A. Nikkar, PhD in Agricultural Sciences

³M.A. Albert, Chief Agronomist

¹Siberian State University of Geosystems and Technologies

²Center of Agrochemical Service "Novosibirsk"

³Company Breeding farm "Irmén"

E-mail: dobrotvorskaya@mail.ru

Keywords: soil cover structure, contrast coefficient, agroecological grouping of lands, land inventory.

Abstract. *The article examines the heterogeneity of the soil cover of production fields and working areas as one of the most important indicators of productivity and technological properties of land. It is noted that traditional indicators of the quality of land plots do not meet modern requirements for assessing the level of soil fertility and technological properties of the land plot, among which the diversity of the soil cover of the land plot is of great importance. The purpose of this study is to substantiate the applicability of morphometric indicators of soil cover structure, in particular, the soil cover contrast coefficient, to improve the qualitative assessment system, including when conducting an inventory of agricultural land. The study used methods of comparative geographical analysis of the structure of soil cover in key areas - land uses within the Priobsky plateau in the southern part of Western Siberia. We used stock, statistical, and cartographic materials of the IV round of soil survey of lands on the territory of the Kremlevskoye agricultural holding in the Novosibirsk region at a scale of 1:25000, digitized in the MapInfo Professional environment. To calculate the morphometric characteristics of the soil cover and, in particular, the contrast coefficient, the statistical-cartometric method was used. The dependence of the yield of grain crops on a specific land plot on the degree of contrast of soil cover for different agro-ecological groups of lands is shown.*

In conclusion, the article proposes to expand the list of characteristics used to assess the quality of agricultural lands when conducting their inventory in the system of land management measures.

Постановлением Правительства РФ от 13.03.1993 № 659 было принято решение о необходимости проведения инвентаризации земель с целью обеспечения граждан участками для индивидуального жилищного строительства, садоводства, создания личного подсобного хозяйства и иных целей [1]. Вследствие недостаточного финансирования мероприятия по инвентаризации не были проведены повсеместно, тем не менее выборочные данные позволили установить общий тренд к сокращению площади сельскохозяйственных угодий в категории земель сельскохозяйственного назначения. Так, в 2005 г. было выведено более 110,0 тыс. га сельхозугодий. Часть из них перешла в фонд перераспределения и подверглась процессам деградации, связанным с неиспользованием земель: зарастание кустарником и мелколесьем, потеря сельскохозяйственной ценности [2].

Часть земель сельскохозяйственного назначения при условии худшего их качества по кадастровой стоимости была переведена в другие категории земельного фонда: земли промышленности, транспорта, связи, под строительство гидротехнических сооружений, для лесоразведения, предприятий природоохранного значения.

В целом за период 1990 – 2005 гг. площадь всех сельхозугодий в РФ сократилась на 1720,2 тыс. га, при этом в результате внутреннего перераспределения площадь пашни уменьшилась на 10523,3 тыс. га, а суммарная площадь сенокосов, пастбищ и залежных земель возросла на 9751,0 тыс. га [3]. Динамика площади сельхозугодий и, в частности, пашни имеет волнообразный характер. Снижение указанных показателей продолжалось до 2014 г., затем в 2016 г. был отмечен резкий прирост площади сельскохозяйственных угодий – на 1834,4 тыс. га, а площади пашни – на 952,7 тыс. га. В настоящее время наблюдается стабилизация использования земель сельскохозяйственного назначения: в течение 5 лет площадь сельхозугодий составляет 197,7 млн га, из них пашни 116,2 млн га [4].

Систематические наблюдения за фактическим состоянием и использованием земель осуществляются в соответствии с приказом Министерства экономического развития Российской

Федерации от 26.12.2014 № 852 [5]. Качественные показатели состояния земель включают в себя площадь эродированных земель с указанием степени эрозии, подверженных опустыниванию, подтопленных, заболоченных, переувлажненных, нарушенных вследствие проведения промышленных разработок, захламленных, подвергшихся радиоактивному, химическому загрязнению. По результатам оценки состояния земель составляются прогнозы, отражающие динамику и направления развития изменений, особенно негативных, и рекомендации по их преодолению. Однако данная система мониторинга не включает в себя земли сельскохозяйственного назначения. Специфическая особенность этих земель – плодородие, благодаря ему земли данной категории имеют особую ценность как природный и производственный ресурс. Правительство РФ придает большое значение проблеме их эффективного использования. Приказом Минсельхоза России был утвержден порядок осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения [6].

В число учитываемых показателей плодородия входят общие показатели (наименование почвы, мощность гумусового горизонта, уклоны поверхности), физические и химические показатели (содержание органического вещества в пахотном слое, реакция почвенной среды, содержание питательных элементов, макро- и микроэлементов, обменного натрия, водорастворимых солей и др.), показатели негативных процессов (доля эродированных почв, засоленных, солонцовых, переувлажненных и др.), залесенность, закустаренность, засоренность сорными растениями, биологическая активность и др. [7]. Учет показателей плодородия осуществляется агрохимическими службами на основе планового государственного задания.

Департамент растениеводства Минсельхоза РФ использует результаты почвенных, геоботанических и других обследований для организации мониторинга плодородия земель. Данные мониторинга используются при определении специализации сельскохозяйственного производства на конкретной территории, выборе перспективных культур, решении задач размещения посевов разных культур в местном агроландшафте при проектировании систем внутрихозяйственного землеустройства и адаптивно-ландшафтного земледелия. Данные мониторинга востребованы также при оценке кадастровой стоимости земель сельскохозяйственного назначения для определения сельскохозяйственных культур в составе севооборота, пригодных к выращиванию на земельном участке в разрезе почвенных разновидностей, для расчета показателей нормативной урожайности каждой оценочной культуры в зависимости от ряда показателей физических и химических свойств почв.

Документом, интегрирующим цели государственного мониторинга сельскохозяйственных земель, на наш взгляд, является Концепция государственного мониторинга изменения качественного и количественного состояния земель сельскохозяйственного назначения [8], которая одной из основных целей мониторинга предполагает формирование государственных информационных ресурсов путем создания и обновления картографических материалов на базе дистанционного зондирования Земли и совмещения работ с наземными исследованиями.

Идея комплексного проведения работ по дистанционному зондированию Земли и полевой съемке для выявления проблем землепользования и оперативного управления земельным фондом реализуется в проектах научно-исследовательских учреждений [9], а также в работах научно-производственных коммерческих компаний. Использование геоинформационных систем и аэрокосмического мониторинга существенно упростило проведение инвентаризации земель. В частности, кампания «Совзонд» предлагает разнообразные решения в области инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения, создавая актуальные векторные карты земель на уровне отдельных полей и рабочих участков с рассчитанными площадями. Масштаб выполнения работ предполагает уровень субъекта РФ, муниципального образования, отдельного хозяйства [10].

Однако оценка качества земель продолжает оставаться на уровне выявления деградиационных процессов и стандартных характеристик плодородия почв. А между тем развитие такого инструментария, как геоинформационные системы, электронное картографирование, позволяет решать задачи более сложного порядка. Речь идет о появлении возможности отображения и количественного анализа неоднородности почвенного покрова, который еще в середине прошлого века обсуждался как один из важнейших факторов продуктивности земельного участка в работах В.М. Фридланда, К.В. Зворыкина, Я.М. Годельмана и других исследователей [11–13]. В работах Н.П. Сорокиной неоднородность почвенного покрова названа лимитирующим фактором (ЛФ) [14], а академик В.И. Кирюшин, ранжируя агроэкологические факторы с точки зрения лимитирующего влияния на возделывание сельскохозяйственных культур и возможностей их преодоления на четыре группы – управляемые, регулируемые, ограниченно регулируемые и нерегулируемые, – относит неоднородность почвенного покрова к ограниченно регулируемым факторам [15]. В соответствии с концепцией «устойчивого развития» (Sustainable development), провозглашенной в 1972 г. в Стокгольме на Конференции ООН по окружающей среде, и Федеральным законом РФ «Об охране окружающей среды» [16] осуществляется переход от антропоцентрической парадигмы использования природных ресурсов к природоохранной. В области сельскохозяйственного производства эта идея реализуется в виде адаптивно-ландшафтных систем земледелия, учитывающих разнообразие и ограниченность ресурсного потенциала земель. Наиболее очевидным признаком различия агроэкологических условий на уровне местного ландшафта является специфика почвенного покрова, его компонентный состав и геометрические характеристики.

Целью настоящего исследования является обоснование применимости морфометрических показателей структуры почвенного покрова, в частности, коэффициента контрастности почвенного покрова, для совершенствования системы качественной оценки земель в отношении перспективности выращивания тех или иных сельскохозяйственных культур и интенсивных агротехнологий, а также в системе инвентаризации земель.

В исследовании применялись методы сравнительно-географического анализа структуры почвенного покрова на ключевом участке – землепользовании «Кремлевское», расположенном на Приобском плато в пределах Новосибирской области. Для характеристики почвенного покрова использовались фондовые, статистические и картографические материалы IV тура почвенного обследования земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации масштаба 1:25000, оцифрованные в среде MapInfo Professional. Морфометрические характеристики почвенного покрова и, в частности, коэффициент контрастности, рассчитывались по формуле Ю.К. Юодиса [17]. Агроэкологическая группировка земель исследуемой территории разрабатывалась по критерию ЛФ (фактор, лимитирующий выращивание определенных групп сельскохозяйственных культур: зерновых на продовольственное зерно, зернофуражных, кормовых, многолетних трав).

Качественный анализ структуры почвенного покрова (СПП) на уровне мезорельефа дает представление об экологических условиях местообитания, создает основу для решения вопросов о пригодности земель для выращивания тех или иных видов сельскохозяйственных культур, формирования севооборотов. Количественный анализ необходим для решения вопросов о варьировании этих условий, степени неоднородности участков, а следовательно, степени несоответствия нормативным условиям выращивания растений и величине отклонения от планируемой продуктивности, а также для выбора частных технологических приемов при формировании систем обработки почвы и ухода за посевами.

Площадь исследуемого участка составляет 16000 га, почвенный покров включает в себя 85 наименований, среди которых присутствуют почвы, типичные для ландшафтов Приобского плато. На верхних позициях рельефа – холмах, буграх, гривах расположены черноземы выще-

лоченные и обыкновенные, серые лесные почвы разных подтипов. Они полностью распаханы. В подчинении у них на средних и нижних частях склонов, а также и на высоких, но плоских местоположениях находятся лугово-черноземные обыкновенные или аналоги с признаками засоления, солонцеватости, карбонатности, осолодения. Практически все эти разновидности почв также вовлечены в пашню. К нижним позициям рельефа – ложбинам, шлейфам пологих склонов, замкнутым западинам – приурочены почвы гидроморфного ряда, почти всегда переувлажненные: солоды, солонцы луговые, лугово-болотные почвы разных родов. Зачастую в пределах даже одного рабочего участка ареалы перечисленных типов почв находятся в непосредственном соседстве друг с другом, образуя сложные сочетания и комплексы. В этих случаях почвенный покров рабочего участка характеризуется чрезвычайной неоднородностью (рис. 1).

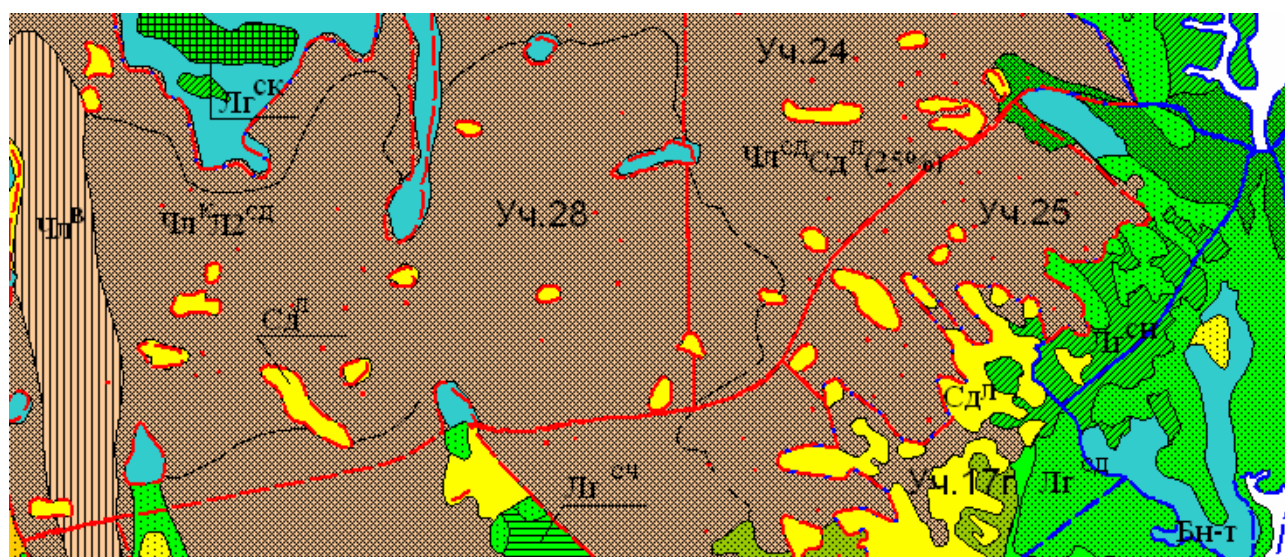


Рис. 1. Сложное мелкоконтурное сочетание лугово-черноземных выщелоченных почв ($Чл^в$) с комплексами лугово-черноземных карбонатных с серыми лесными осолоделыми ($Чл^вЛ^сд$), лугово-черноземных осолоделых с солодами луговыми ($Чл^сдСд^л$), с ареалами солодей луговых ($Сд^л$), луговых осолоделых ($Лг^сд$) и солонцовых ($Лг^сн$) почв, лугово-болотных перегнойных и болотных низинных торфянисто-глеевых ($Бн-т$). Источник: [18]

A complex small-contour combination of meadow-chernozemic leached soils ($Чл^в$) with complexes of meadow-chernozem carbonate soils with gray forest solodic soils ($Чл^вЛ^сд$), meadow-chernozemic solodic soils with meadow solod ($Чл^сдСд^л$), and simple habitats of meadow solod ($Сд^л$), meadow solodic ($Лг^сд$) and meadow solonetzic soils ($Лг^сн$), meadow-bog humus and swamp lowland peaty-gley soils ($Бн-т$). Source: [18]

Размеры ареалов вкраплений сопутствующих неблагоприятных почв малы: от 0,03 до 0,5 га, вследствие чего они не могут использоваться в системе севооборота самостоятельно. Но их суммарная площадь может достигать 25% от площади поля. Наличие почв с сильно различающимися характеристиками в близком соседстве друг с другом обуславливает чрезвычайную пестроту в состоянии посевов: часть агроценоза может быть близка к фазе созревания, другая часть, расположенная на мелких ареалах с солодами и солонцами, как правило, существенно отстает в развитии, характеризуется низкими биометрическими показателями и в конечном итоге низкой урожайностью. Кроме того, такие участки сложны в обработке, нетехнологичны вследствие разных сроков наступления физической спелости. Кроме того, несмотря на преобладание почвы, вполне подходящей для выращивания конъюнктурных сельскохозяйственных культур, например, пшеницы на продовольственное зерно с повышенными показателями качества, такие поля в целом не могут обеспечить ожидаемый результат. В этой ситуации ис-

пользование данного участка ограничено применением его для посева менее требовательных к условиям выращивания зернофуражных культур или многолетних трав.

Исследования показали, что в качестве количественной характеристики качества земельного участка в условиях со сложным почвенным покровом, обусловленным, как правило, выраженным микрорельефом поверхности, может использоваться коэффициент контрастности КК, предложенный Ю.К. Юодисом [17], рассчитываемый по формуле

$$KK = (ax + by + cz + \dots)/20,$$

где x, y, z – площадь компонентов почвенной комбинации; a, b, c – сумма разностей между баллами признаков (свойств) сопутствующих компонентов и доминирующей (фоновой) почвы.

На участке, отображенном на рис. 1, доминирующей почвой по занимаемой площади является лугово-черноземная карбонатная (Чл^к). На нее приходится 290,7 га из общей площади участка 839,8 га. Остальные ареалы занимают площадь от 3,2 га (луговая солонцеватая Лг^{сн}) до 53,2 га (лугово-черноземная выщелоченная Чл^в₂³). В перечень свойств, по которым сравниваются почвенные компоненты, участвующие в рассматриваемой почвенной комбинации, вошли степень засоления, солонцеватости, увлажненности, мощность гумусового горизонта, содержание гумуса, т.е. базовые свойства, которые формируют агроэкологический статус почвы.

В результате расчета коэффициента контрастности для различных почвенных комбинаций, выделенных на почвенной карте, получены следующие данные: значения коэффициента контрастности варьировали от 1,0 для комплексов лугово-черноземных почв с серыми лесными осолоделыми с долей участия до 10 % до 16,25 для сложных комплексов, в состав которых входят автоморфные почвы в виде чернозема выщелоченного, серые лесные осолоделые до 25 % и солоды луговые с долей участия до 25 %. Степень проявления большинства признаков в анализируемом пространстве на фоне сходного гранулометрического состава в однотипных климатических условиях закономерно связана с нарастанием увлажненности почв, обусловленной мезо- и микрорельефом.

Наибольшее разнообразие почвенных комплексов и их высокая контрастность связаны с местоположениями, в которых одновременно действуют противоположно направленные почвенные процессы элювирования и аккумуляции вещества. Такие местоположения характерны обычно для средних и нижних частей длинных пологих склонов собирающей в плане формы, угол уклона которых не превышает 1 град. Использование таких местоположений в пашне требует особо тщательного подхода при проектировании систем земледелия или их отдельных блоков, в частности, систем обработки почвы, систем удобрений. Была составлена агроэкологическая группировка почвенных комбинаций земельных участков с выявлением фактора, лимитирующего выращивание сельхозкультур или проведение интенсивных технологий (табл. 1).

Таблица 1

Агроэкологическая группировка почвенных комплексов по коэффициенту контрастности и характеру использования
Agroecological grouping of soil complexes by contrast coefficient and method of use

Почвенные комплексы	Коэффициент контрастности	Агроэкологические лимитирующие факторы	Характер использования, выбор культур
1	2	3	4
Черноземы выщелоченные и обыкновенные с серыми лесными почвами до 10 %	2,0 – 2,5	Бесструктурность и излишняя рыхлость пахотного слоя, ранневесенний дефицит фосфатов и минерального азота	Пашня, продовольственная пшеница, озимая рожь

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Лугово-черноземные осолоделые с черноземно-луговыми до 25 % малолугмусные	2,5 – 5,0	Поздние сроки поспевания почвы, возможно вымокание озимых, повышенная засоренность в связи с дополнительным увлажнением почв	Пашня, яровые зерновые раннеспелых сортов
Лугово-черноземные осолоделые с солодами до 25 %	7,75 – 10,0	Пониженное содержание питательных элементов, быстрое обесструктурирование пахотного слоя, разная мощность гумусового горизонта	Пашня, зернофуражные культуры, кормовые севообороты
Лугово-черноземные карбонатные с серыми лесными осолоделыми до 25 % и солодами до 25 % малолугмусные	11,0 – 16,25	Переувлажнение, повышенная плотность 1,3 – 1,4 г/см ³ , длительное глубокое промерзание, различия в мощности гумусового горизонта	Пашня, кормовые севообороты, многолетние травы
Луговые карбонатные и солонцеватые с солодами луговыми до 10 %, лугово-болотными до 25 %	2,5 – 4,25	Постоянно переувлажненные холодные почвы	Естественные угодья

В соответствии с вышеизложенным считаем приемлемой следующую шкалу контрастности почвенных комплексов для ландшафтов Приобского плато (табл. 2).

Таблица 2

Шкала контрастности почв в почвенных комплексах Приобского (Коченевского) плато
Soil contrast scale in soil complexes of the Priobsky (Kochenevsky) plateau

Диапазон коэффициентов контрастности	Градации шкалы контрастности
1,0 – 2,5	Малоконтрастные
2,5 – 8,0	Среднеконтрастные
8,0 – 12,5	Сильноконтрастные
12,5 – 17,0	Очень сильно контрастные

Так как данная шкала основана не только на различиях генетических свойств почв, но включает в себя и агрономическое содержание, то она, на наш взгляд, может использоваться для топологической диагностики земель и определения границ земельных массивов, однотипных с точки зрения использования в сельскохозяйственном производстве. На этом допущении в исследовании была построена схема агроэкологической группировки земель, которая включает в себя такие группы: земли автоморфные (на повышенных выровненных элементах рельефа с черноземными почвами), полугидроморфные слабопереувлажненные (на средних частях склонов, плоских слабонаклонных поверхностях с микрорельефом, почвенный покров – комплексы лугово-черноземных почв с солодами луговыми с долей участия до 10 %), гидроморфно-полугидроморфные солонцеватые (на нижних частях склонов с тяжелосуглинистыми лугово-черноземными солонцеватыми почвами в комплексе с солодами луговыми до 25 %) и т.д. [19].

На основании данных по урожайности культур на конкретных участках с определенными агроэкологическими типами земель были получены зависимости между урожайностью и коэффициентом контрастности (КК) почвенного покрова (рис. 2).

Как видно из рисунка, характер связи между названными параметрами изменяется по мере нарастания увлажнения и засоления земель. Повышенные коэффициенты контрастности характерны для производственных участков существующего на сегодняшний день плана землеустройства. Исследование показало, что связь между урожайностью культур и контрастностью почвенного покрова однозначна только для типа автоморфных земель. В данном случае будет

обоснованным прогноз продуктивности рабочих участков и производственных полей по коэффициенту контрастности. В остальных случаях корреляция между урожайностью культуры и коэффициентом контрастности почвенного покрова слаба, можно говорить лишь о тенденции изменения и примерном диапазоне варьирования урожайности пшеницы на землях конкретного типа.

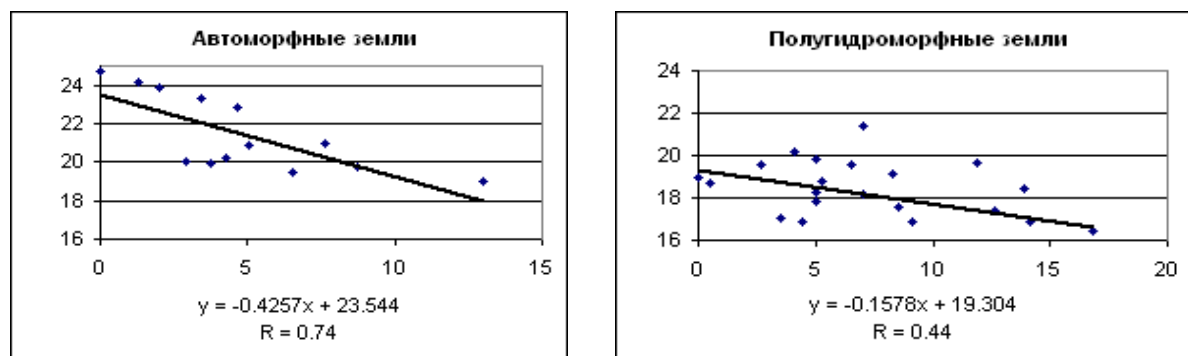


Рис. 2. Зависимость продуктивности земель от степени контрастности почвенного покрова: по оси X – коэффициент контрастности, по оси Y – урожайность пшеницы, т/га*10⁻¹

Dependence of land productivity on the degree of soil cover contrast: along the X axis – contrast coefficient, along the Y axis – wheat yield, t/ha*10⁻¹

Использование качественных и количественных характеристик структуры почвенного покрова влияет на научные подходы в разных областях землеустроительной деятельности, в частности в методах картографирования почвенного покрова. При наличии сложного мозаичного почвенного покрова зачастую сопутствующие ареалы почв с долей участия менее 15 % от общей площади почвенного покрова участка не отображаются на картах, тем самым сильно искажая реальную картину качества земельного участка. В методических рекомендациях конца прошлого века [20, 21] в процессе генерализации почвенного покрова допускалось отображение не более трех компонентов комплекса. Однако бурное развитие геоинформационных технологий позволило перевести проблему качественной оценки земель на новый уровень. Без ГИС-технологий в настоящее время практически невозможно создание земельно-оценочной основы [19]. Применение компьютерных технологий позволяет в значительной степени облегчить статистико-картометрический анализ структуры почвенного покрова [22]. Расчет коэффициента контрастности представлял собой одну из наиболее трудных задач. Это было связано с большим объемом информации о геометрических характеристиках почвенных контуров (площади и периметры почвенных ареалов), расширением числа характеристик свойств почв. В 60 – 80-е гг. прошлого века велась активная дискуссия о методах определения контрастности. Г.И. Григорьевым был предложен классификационный, основанный на отдаленности почв в классификационных рангах [23]. В.М. Фридланд, Я.М. Годельман, Ю.К. Юодис предложили определять коэффициент контрастности по свойствам почв, оценивая их в баллах. Позднее А.М. Никитина реализовала этот подход, разработав шкалу контрастности почв [24]. Описанные исследования заложили теоретический фундамент количественной оценки качества почв земельных участков, который смог реализоваться лишь в последние 20 лет благодаря развитию цифровых технологий в картографировании. Внедрение нового показателя качественной оценки в систему инвентаризации земель, интегрирующего в себе как пространственные характеристики земельного участка, так и показатели плодородия почв, позволит обеспечить более точное описание реального состояния земель.

По результатам исследования были сформулированы следующие выводы.

1. Коэффициент контрастности почвенного покрова является важнейшей характеристикой качества земель, которая интегрирует в себе геометрические и генетические показатели свойств почв – компонентов почвенного покрова земельного участка.

2. Высокая корреляция коэффициента контрастности с урожайностью дает основание для использования данного показателя в системе инвентаризации земель, мониторинга, в земельно-оценочной деятельности.

3. Изучение структуры почвенного покрова и на ее основе агроэкологическая типизация земель способствуют рациональной организации территории, формированию угодий, размещению культур и групп культур, формированию севооборотных полей, проектированию и выбору однотипных агротехнологий на уровне приемов обработки почвы, сроков посева и уборки культур.

4. Внедрение геоинформационных технологий и цифровой картографии в области инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения способствует расширению списка критериев для качественной оценки земель.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *О проведении инвентаризации земель для определения возможности их предоставления гражданам*: Постановление Правительства РФ № 659 от 12.03.1993 [Электронный ресурс]: – URL: <http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow> (дата обращения: 11.09.2023).
2. *О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2005 г.*: Государственный (национальный) доклад. – М., 2006. – С. 34. [Электронный ресурс]: – URL: https://rosreestr.gov.ru/upload/documenty/doc_gosdoc2005.pdf (дата обращения: 12.09.2023).
3. *О состоянии и использовании земель в Российской Федерации в 2019 г.*: Государственный национальный доклад. – М., 2020. [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Госдоклад%20%20за%202019%20год.pdf> (дата обращения: 12.09.2023).
4. *Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения Российской Федерации в 2021 г.* – М.: ФГБНУ Росинформагротех, 2022. – 356 с.
5. *Об утверждении порядка осуществления государственного мониторинга земель, за исключением земель сельскохозяйственного назначения*: Приказ от 26.12.2014 № 852 [Электронный ресурс]. – URL: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-Minekonomrazvitiya-Rossii-ot-26.12.2014-N-852/> (дата обращения: 12.09.2023).
6. *Об утверждении Порядка осуществления государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения*: Приказ Минсельхоза России от 24.12.2015 № 664 [Электронный ресурс]: – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420332282> (дата обращения: 12.09.2023).
7. *Об утверждении Порядка государственного учета показателей состояния плодородия земель сельскохозяйственного назначения*: Приказ Минсельхоза России от 04.05.2010 № 150 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902219488?marker=6540IN> (дата обращения: 12.09.2023).
8. *О Концепции развития государственного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения и земель, используемых или предоставленных для ведения сельского хозяйства в составе земель иных категорий, и формирования государственных информационных ресурсов об этих землях на период до 2020 г.*: Распоряжение Правительства РФ от 30.07.2010 № 1292-р [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2072596/#> (дата обращения: 12.09.2023).
9. *Методика инвентаризации земель сельскохозяйственного назначения* / С.В. Одинцов, С.В. Лошаков, О.А. Подколзин, В.Ю. Малочкин, С.Ю. Горбачев [Электронный ресурс]. – URL: www.stgau.ru/forecastingAndMonitoringCenter/innovativeProjects/project_detail.php?ID=174374 (дата обращения: 11.09.2023).
10. *Космический мониторинг в сельском хозяйстве* [Электронный ресурс]. – URL: <https://sovzond.ru/industry-solutions/agro/> (дата обращения: 11.09.2023).
11. *Годельман Я.М.* Сельскохозяйственное землеведение. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 158 с.

12. Зворыкин К.В. Сельскохозяйственная типология земель для кадастровых целей // Вопросы географии. – 1965. – Сб. 67. – С. 61–82.
13. Фридланд В.М. Классификация структур почвенного покрова и типизация земель // Почвоведение. – 1980. – № 11. – С. 5–17.
14. Сорокина Н.П. Составление крупномасштабных почвенных карт с показом структуры почвенного покрова: метод. рекомендации / ВАСХНИЛ. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 1989. – 56 с.
15. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. – М.: ФГНУ Росинформагротех, 2005. – 784 с.
16. Об охране окружающей среды: Федеральный закон РФ от 10.01.2002 № 7-ФЗ [Электронный ресурс]: – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (дата обращения: 12.09.2023).
17. Юодис Ю.К. Бонитетная структура почвенного покрова Литовской ССР // Структура почвенного покрова и методы ее изучения. – М., 1973. – С. 223–228.
18. Добротворская Н.И. Структура почвенного покрова в системе агроэкологической оценки земель в лесостепи Западной Сибири: дис. ... д-ра с.-х. наук. – Новосибирск, 2009.
19. Агроэкологическая оценка и типизация земель как базовый элемент проектирования адаптивно-ландшафтного земледелия: метод. рекомендации / ГНУ Сиб. НИИ земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2011. – 55 с.
20. Методические указания по почвенно-мелиоративным изысканиям и разработке проектов мелиорации солонцовых земель в Казахской ССР. – Алма-Ата, 1980. – 142 с.
21. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. – М., 1973. – 94 с.
22. Козлов Д.Н., Сорокина Н.П. Отображение структуры почвенного покрова на основе дистанционной информации, цифровой модели рельефа и полевых почвенных описаний // Организация почвенных систем: тр. II Нац. конф. с междунар. участием. – Пущино, 2007. – Т. 1. – С. 130–134.
23. Григорьев Г.И. Изучение элементарных структур почвенного покрова как обязательный метод почвенных исследований // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. – М., 1978. – С. 20–26.
24. Никитина А.Н. Шкала контрастности почв БССР // Структура почвенного покрова и использование почвенных ресурсов. – М.: Наука, 1978. – С. 52–57.

REFERENCES

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF, available at: <http://www.businesspravo.ru/Docum/DocumShow> (September 11, 2023).
2. Gosudarstvennyj (nacional'nyj) doklad, Moscow, 2006, P. 34, available at: https://rosreestr.gov.ru/upload/documenty/doc_gosdoc2005.pdf (September 12, 2023).
3. Gosudarstvennyj nacional'nyj doklad, Moscow, 2020, available at: <https://rosreestr.gov.ru/upload/Doc/16-upr/Gosdoklad%20%20za%202019%20god.pdf> (September 12, 2023).
4. Doklad o sostoyanii i ispol'zovanii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya Rossijskoj Federacii v 2021 g. (Report on the state and use of agricultural land in the Russian Federation in 2021), Moscow: FGBNU Rosinformagrotekh, 2022, 356 p.
5. Prikaz ot 26 dekabrya 2014 g. № 852, available at: <https://rulings.ru/acts/Prikaz-Minekonomrazvitiya-Rossii-ot-26.12.2014-N-852/> (September 12, 2023).
6. Prikaz Minsel'hoza Rossii ot 24.12.2015 № 664, available at: <https://docs.cntd.ru/document/420332282> (September 12, 2023).
7. Prikaz Minsel'hoza Rossii ot 4 maya 2010 g. № 150, available at: <https://docs.cntd.ru/document/902219488?marker=6540IN> (September 12, 2023).
8. Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 30 iyulya 2010 g. № 1292-r available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/2072596/#> (September 12, 2023).
9. Odincov S.V., Loshakov S.V., Podkolzin O.A., Malochkin V.Yu., Gorbachev S.Yu., Metodika inventarizacii zemel' sel'skohozyajstvennogo naznacheniya (Methodology of Agricultural Land Inventory), available

- at: www.stgau.ru/forecastingAndMonitoringCenter/innovativeProjects/project_detail.php?ID=174374 (September 11, 2023).
10. *Kosmicheskij monitoring v sel'skom hozyajstve* (Space Monitoring in Agriculture), available at: <https://sovzond.ru/industry-solutions/agro/> (September 11, 2023).
 11. Godel'man Ya.M. *Sel'skohozyajstvennoe zemlevedenie* (Agricultural Geoscience), Kishinev: Shtiinca, 1987, 158 p.
 12. Zvorykin K.V., *Voprosy geografii*, 1965, Vol. 67, pp. 61–82. (In Russ.)
 13. Fridland V.M., *Pochvovedenie*, 1980, No. 11, pp. 5–17. (In Russ.)
 14. Sorokina N.P. *Sostavlenie krupnomasshtabnyh pochvennyh kart s pokazom struktury pochvennogo pokrova* (Compilation of large-scale soil maps showing the structure of soil cover), Metodicheskie rekomendacii, VASKHNIL. Pochv. in-t im. V.V. Dokuchaeva, Moscow, 1989, 56 p.
 15. *Agroekologicheskaya ocenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnyh sistem zemledeliya i agrotekhnologij* (Agroecological Land Assessment, Design of Adaptive Landscape Farming Systems and Agricultural Technologies), Metodicheskoe rukovodstvo, Moscow: FGUN Rosinformagrotekh, 2005, 784 p.
 16. *Federal'nyj zakon RF ot 10.01.2002 № 7-FZ*, available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34823/ (September 12, 2023).
 17. Yuodis Yu.K., *Struktura pochvennogo pokrova i metody ee izucheniya*, Moscow, 1973, pp. 223–228. (In Russ.)
 18. Dobrotvorskaya N.I. *Struktura pochvennogo pokrova v sisteme agroekologicheskoy ocenki zemel' v lesostepi Zapadnoj Sibiri* (Soil Cover Structure in the System of Agroecological Land Assessment in the Forest-Steppe of Western Siberia), Dissertation for the degree of Doctor of Agricultural Sciences, Novosibirsk, 2009. (In Russ.)
 19. *Agroekologicheskaya ocenka i tipizaciya zemel' kak bazovyy element proektirovaniya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya* (Agroecological Assessment and Typification of Lands as a Basic Element of Adaptive Landscape Farming Design), metodicheskie rekomendacii, Novosibirsk, 2011, 55 p.
 20. *Metodicheskie ukazaniya po pochvenno-meliorativnym izyskaniyam i razrabotke proektov melioracii soloncovyh zemel' v Kazahskoj SSR* (Methodical Guidelines for Soil and Reclamation Surveys and Development of Projects for Reclamation of Saline Lands in the Kazakh SSR), Alma-Ata, 1980, 142 p.
 21. *Obshchesoyuznaya instrukciya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnyh pochvennyh kart zemlepol'zovaniya* (All-Union Instruction on Soil Surveys and Compilation of Large-Scale Soil Land Use Maps), Moscow, 1973, 94 p.
 22. Kozlov D.N., Sorokina N.P., *Organizaciya pochvennyh sistem* (Organization of Soil Systems), Proceedings of the II National Conference with International Participation, Pushchino 2007, Vol. 1, pp. 130–134. (In Russ.)
 23. Grigor'ev G.I., *Struktura pochvennogo pokrova i ispol'zovanie pochvennyh resursov*, Moscow, 1978, pp. 20–26. (In Russ.)
 24. Nikitina A.N., *Struktura pochvennogo pokrova i ispol'zovanie pochvennyh resursov*, Moscow: Nauka, 1978, pp. 52–57. (In Russ.)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ УСТОЙЧИВОСТИ ПРОИЗВОДСТВА ГОРОХА НА ТЕРРИТОРИИ КЕМЕРОВСКОЙ ОБЛАСТИ

¹Е.П. Кондратенко, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

²О.М. Соболева, кандидат биологических наук, доцент

¹И.А. Сергеева, кандидат физико-математических наук, доцент

¹А.Е. Редозубова, аспирант

¹Кузбасская государственная сельскохозяйственная академия

²Кемеровский государственный медицинский университет

E-mail: library82@mail.ru

Ключевые слова: *Pisum sativum* L., посевные площади, урожайность, валовой сбор, уравнения регрессии, тренды.

Реферат. *Спрос на продукцию растениеводства в коротком временном периоде времени является сравнительно постоянным, а в долгосрочном – относительно равномерно увеличивается. Следовательно, и предложение на продукцию должно быть устойчиво постоянным или устойчиво возрастающим. Изменение гидротермических условий возделывания сельскохозяйственных культур приводит к колебаниям урожайности. Исследование выполнено на основе статистических данных за период 2012 – 2021 гг. В статье рассмотрены основные тенденции развития производства гороха (*Pisum sativum* L.) в районах степной и лесостепной зон Кемеровской области. Определены посевные площади гороха, урожайность этой культуры и дана характеристика валового сбора зерна по зонам исследования. Анализ линии тренда показал ежегодное увеличение площади посева, её величина существенно увеличилась в период с 2017 по 2021 г. как в степи, так и в лесостепи. В этот же период установлена тенденция к значительному росту урожайности гороха вследствие повышения культуры земледелия. По нашим данным, тенденция рядов урожайности не одинакова. Коэффициенты вариации в степной зоне имеют значение 38,51 %, в лесостепной – 34,73 %, что свидетельствует о более высоком агротехническом уровне в лесостепной зоне в сравнении со степной. Высокие коэффициенты на изученных территориях наблюдаются за счет сильных отклонений урожайности в отдельные годы. В степной зоне урожайность колебалась от 6,9 до 23,9, а в лесостепи – от 7,3 до 21,7 ц/га. Выявлено, что величина урожая гороха сильно зависит от погодных условий. Самые урожайные – 2020 и 2021 гг. Уравнения трендов для степи и лесостепи достаточно хорошо описывают тенденцию к увеличению валового сбора зерна. Сформулирован вывод, что для решения основных проблем в производстве гороха, зависящих от культуры земледелия и колебаний условий возделывания, необходимо искать пути повышения устойчивости производства этой культуры.*

CURRENT STATUS AND TRENDS IN SUSTAINABILITY OF PEA PRODUCTION IN THE KEMEROVSK REGION

¹E.P. Kondratenko, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

²O.M. Soboleva, PhD in Biological Sciences, Associate Professor

¹I.A. Sergeeva, PhD in Physical and Mathematical Sciences, Associate Professor

¹A.E. Redozubova, PhD student

¹Kuzbass State Agricultural Academy

²Kemerovo State Medical University

E-mail: library82@mail.ru

Keywords: *Pisum sativum* L, cultivated areas, productivity, gross harvest, regression equations, trends

Abstract. *The demand for crop products is relatively constant in the short term, and in the long term, it increases relatively evenly. Consequently, the supply of products must be steadily steady or steadily increasing.*

*Changes in hydrothermal conditions for cultivating crops lead to fluctuations in yield. The study was carried out based on statistical data from 2012 – 2021. The article examines the main trends in the development of pea (*Pisum sativum* L.) production in the steppe and forest-steppe zones of the Kemerovo region. The sown areas of peas and the crop yield are determined, and the characteristics of the gross grain harvest in the study zones are given. The trend line analysis showed an annual increase in the sown area; its value increased significantly from 2017 to 2021 in both the steppe and forest steppe. During the same period, a tendency was established towards a significant increase in pea yields due to improved farming standards. According to our data, the trend in the yield series is not the same. The coefficients of variation in the steppe zone are 38.51% and, in the forest-steppe zone - 34.73%, indicating a higher agrotechnical level in the forest-steppe zone than in the steppe zone. High coefficients in the studied areas are observed due to solid deviations in yield in individual years. In the steppe zone, the yield ranged from 6.9 to 23.9; in the forest-steppe, it went from 7.3 c/ha to 21.7. It was revealed that the size of the pea harvest strongly depends on weather conditions. The most productive years are 2020 and 2021. The trend equations for the steppe and forest-steppe describe the tendency towards an increase in the gross grain harvest. The conclusion is formulated that to solve the main problems in pea production, which depend on the farming culture and fluctuations in cultivation conditions, it is necessary to look for ways to increase the sustainability of the production of this crop.*

Введение в повседневный рацион человека органических альтернативных основных продовольственных культур, таких как богатый питательными веществами полевой горох (*Pisum sativum* L.), помогает снизить дефицит питательных микроэлементов [1].

Зернобобовые культуры благоприятны для сельскохозяйственного производства, поскольку симбиотические бактерии на корневых клубеньках могут фиксировать азот, а затем выделять его в почву, поэтому растениям не требуется никаких дополнительных азотных удобрений [2]. Зернобобовые – хорошие предшественники в севообороте. Кроме того, они содержат большое количество незаменимых аминокислот, в частности лизина. Учитывая эти преимущества, важно отдавать больше посевных площадей под бобовые культуры [3].

Бобовые богаты белками, крахмалом, минералами, пищевыми волокнами и биологически активными компонентами [4]. В них много лизина, но мало серосодержащих аминокислот, и они могут дополнять белки злаков, обеспечивая сбалансированные источники аминокислот для питания человека [5]. Потребление бобовых связано с пользой для здоровья, такой как регулирование уровня сахара в крови при диабете второго типа, профилактика сердечных заболеваний, снижение уровня холестерина и кровяного давления, а также повышение насыщения для контроля массы тела [6].

Горох признан хорошим источником диетических углеводов, как и многие другие пищевые бобовые. Крахмал бобовых ведет себя как пищевое волокно с пользой для снижения риска рака толстой кишки и гликемического индекса, действует как пребиотик, проявляя гипохолестеринемический эффект, подавляя накопление жира, позволяя лучше усваивать кальций и железо [7].

В настоящее время для замены сои изучаются альтернативные бобовые культуры. Потенциально серьезным конкурентом сои является горох полевой (*Pisum sativum*), относящийся к филогенетической группе Fabaceae и Papilionoideae, как и соя. Ежегодно в Европе и во всем мире производится около 11 т гороха [8].

В Российской Федерации горох имеет многообразное применение: кормовое и продовольственное, широко используется для производства высокобелкового зерна, зернофуража, сенажа, зеленого корма, силоса, травяной муки [9]. Горох незаменим в севообороте, поскольку очень полезен для почвы, помогает выращивать последующие культуры без вспашки благодаря небольшому количеству мякины и раннему сбору урожая, что помогает поддерживать структуру почвы [10]. Горох также увеличивает урожайность следующей культуры в севообороте, снижает негативное воздействие агросистемы на окружающую среду [11], помогая кон-

тролировать сорняки и биологические процессы в почве, а также обеспечивает экономический эффект [12].

Горох посевной является важнейшей экономической и питательной культурой, и его часто называют «мясом бедняка» из-за высокого содержания белка, витаминов и минералов, а также пребиотических углеводов, но при этом он доступен по цене [13, 14].

Горох обладает множеством преимуществ: функциональные свойства для пищевой промышленности и в животноводстве, высокая питательная и кормовая ценность, доступность и относительно низкая стоимость, но он по-прежнему недостаточно используется в пищевой промышленности. Несмотря на некоторый потенциал роста потребления полевого гороха, в последние годы был достигнут незначительный прогресс в увеличении производства, и урожайность гороха отстает от урожайности зерновых культур [15, 16]. Поэтому исследования, проводимые в местных региональных условиях, обладают особо высокой актуальностью [17].

Последнее десятилетие характеризуется чередой экономических кризисов, введением санкций против нашей страны и ответным продовольственным эмбарго, пандемией, вызванной новым видом вируса. Все эти события негативно отражаются на сельском хозяйстве. В период кризисов особую актуальность приобретают вопросы продовольственной обеспеченности населения, ответы на которые невозможно найти без оценки состояния отрасли сельского хозяйства.

В этой связи целью работы является исследование современного состояния и динамики изменения устойчивости производства гороха полевого на территории Кемеровской области-Кузбасса. Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- 1) определить посевные площади гороха, урожайность этой культуры;
- 2) охарактеризовать валовой сбор зерна по зонам исследования;
- 3) выявить резервы роста производства гороха.

Объектами исследований по служили статистические материалы по производству гороха в 17 районах, расположенных на территории степной и лесостепной зон Кемеровской области, за 2012 – 2021 гг.

Гидротермические условия изучались по данным ГМС. Метеоусловия лет исследований значительно различались (рис.1, 2).

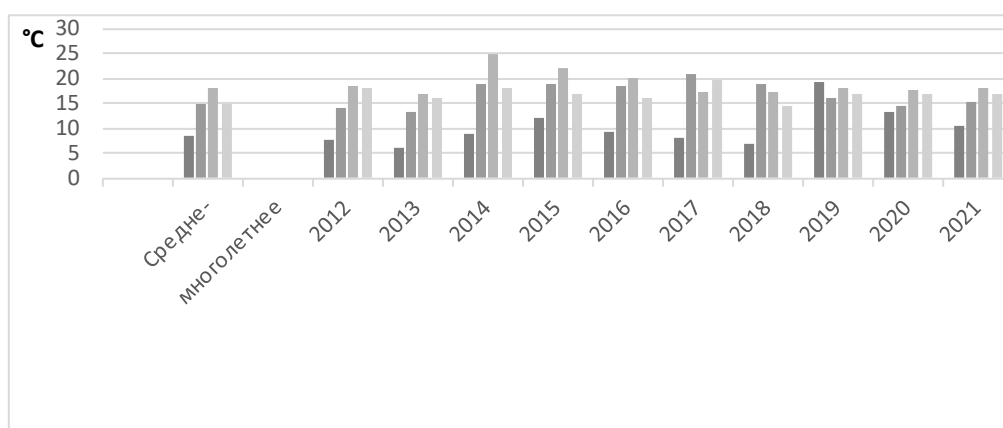


Рис. 1. Изменение среднесуточной температуры воздуха за годы исследований
Changes in average daily air temperature over the years of research

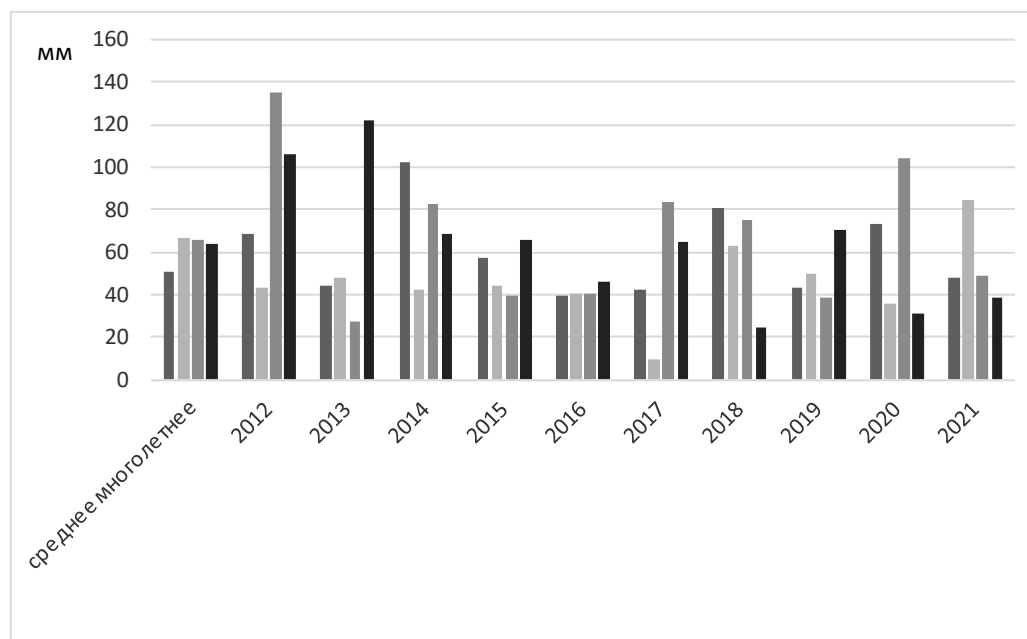


Рис. 2. Сумма осадков за годы исследований
Total precipitation over the years of research

Математическая обработка результатов осуществлялась по Б.А. Доспехову. Линии трендов рассчитаны по уравнениям линейных форм связи по формуле

$$Y = \bar{y} + a(t - \bar{t}),$$

где Y – урожайность по тренду, ц/га;

$\bar{y}$ – средняя урожайность за рассматриваемый период, ц/га;

t – порядковый номер года, начиная с 2012-го;

$\bar{t}$ – средний за период показатель времени;

a – коэффициент регрессии, показывающий в данном случае среднегодовой прирост урожайности в рассматриваемый период и определенный отношением

$$r_b = n \sum (y - \bar{y})(t - \bar{t}) / \sqrt{\sum (y - \bar{y})^2 \sum (t - \bar{t})^2},$$

где n – количество взятых лет;

Σ – знак суммирования.

Горох в Кемеровской области является главной зернобобовой культурой. Огромная потребность в высокобелковом зерне на продовольственные и кормовые цели выдвигает настоятельную необходимость дальнейшего расширения посевов и подъема урожайности этой культуры. Однако объем производства зерна гороха значительно отстает от потребностей области.

Анализ результатов исследований показал, что в среднем площадь посева гороха в Кемеровской области в 2012 г. находилась на уровне 1054,7 га. За 10 лет она выросла до 2425,0 га. По отношению к 2012 г. площади выросли в 2,3 раза (на 1370,3 га). Выявлено, что в территориальном разрезе имеются различия. Так, по степной зоне Кемеровской области в 2021 г. посевные площади под эту культуру в сравнении с 2012 г. возросли на 1761 га, или в 2,1 раза, по лесостепной – в 2,9 раза. Среди районов степной зоны лидируют по увеличению посевных площадей под горох Гурьевский – на 1041,2 %, или 5440 га, Беловский – на 650,6 %, или 1426 га, и Крапивинский – на 423,3 %, или 2231 га. В условиях лесостепной значимое увеличение посевных площадей произошло в Юргинском – на 3351 га (644 %), Мариинском – на 1320 га (540 %), Яшкинском – на 1380 га (473 %), Чебулинском – на 1330 га (254 %) районах.

Установлено, что в 2021 г. в Новокузнецком районе горох не возделывался, произошло сокращение посевных площадей под изучаемую культуру в Тисульском районе (лесостепь) в 2 раза.

Тренды и тенденции (их динамика) могут быть как положительными, так и отрицательными, они помогают увидеть процесс в целом, определить его динамику и предсказать с определенной долей вероятности последующие события.

Рассчитанные уравнения тренда посевных площадей гороха в степной и лесостепной зонах Кемеровской области приведены на рис. 3, 4.

Анализ полученных результатов позволил установить устойчивую тенденцию к увеличению посевных площадей гороха как в степи, так и в лесостепи.

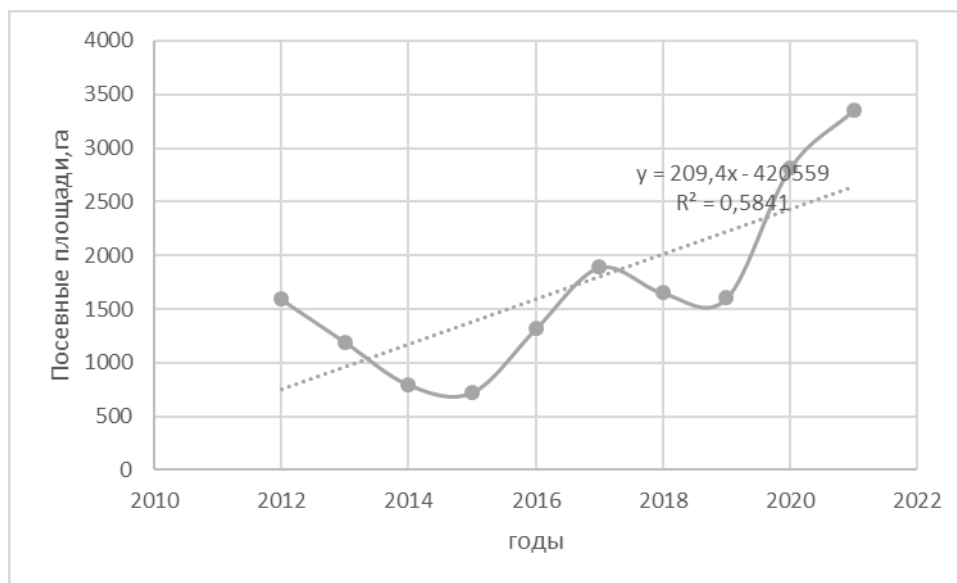


Рис. 3. Динамика посевных площадей гороха за 2012 – 2021 гг. в степной зоне Кемеровской области
Dynamics of pea sown areas for 2012 – 2021. in the steppe zone of the Kemerovo region

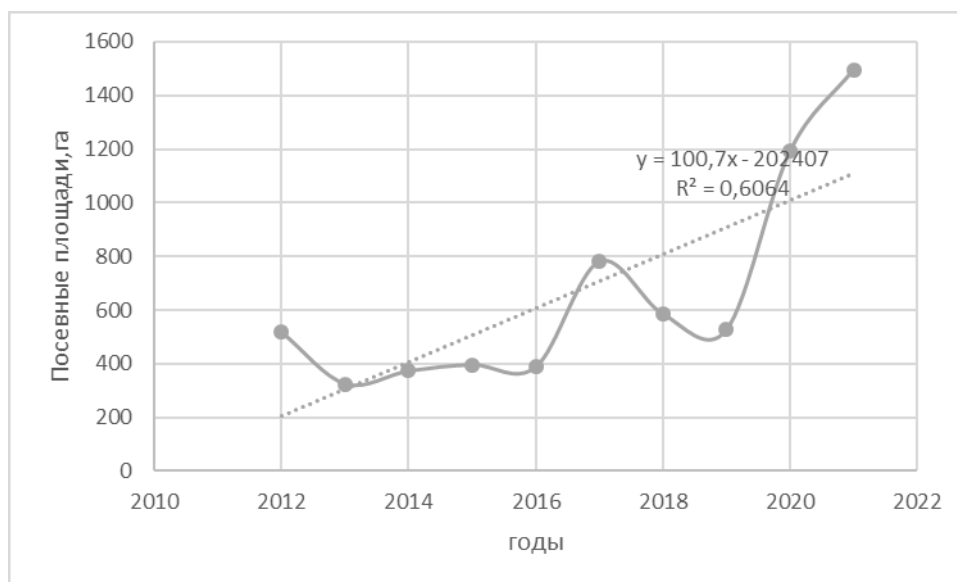


Рис. 4. Динамика посевных площадей гороха за 2010 – 2021 гг. в лесостепной зоне Кемеровской области
Dynamics of pea sown areas for 2010 – 2021. in the forest-steppe zone of the Kemerovo region

Анализ изменений средней величины отклонений посевных площадей от линии тренда показывает, что ее величина существенно увеличилась в период 201 – 2021 гг.

Следовательно, тренд в сторону устойчивого повышения площади посева гороха неслучаен, носит устойчивый характер и отмечается на протяжении последних ряда лет.

Анализ среднегодовых показателей за длительный период позволяет в значительной степени исключить влияние почвенно-климатических факторов и определить вклад использования передовых технологий в изменение урожайности гороха.

Установлено, что среднегодовая урожайность гороха в области в 2012 – 2016 гг. составляла 10,02 ц/га, в 2017 – 2021 гг. возросла до 18,85 ц/га и достигла в 2021 г. 22,77 ц/га. На территории степной зоны за пятилетку среднегодовая урожайность гороха выросла до 10,33 ц/га, в лесостепной – до 17,34 ц/га (рис. 5, 6).

Исследование динамического ряда урожайности гороха за 2012 – 2021 гг. с помощью математических функций позволило установить устойчивое повышение урожайности как в степи, так и в лесостепи с 2017 – 2021 гг.

Анализ изменений средней величины отклонений урожайности от линии тренда в различные периоды показывает, что ее величина возросла по сравнению с 2012 – 2021 гг. Это произошло как за счет погодных, так и за счет экономических факторов.

Колебания урожайности по абсолютной величине в районах области были различными. Однако в благоприятные годы, особенно по условиям увлажнения, максимальная урожайность гороха превышала минимальную в 2,0 – 2,5 раза.

Значительные различия в величине урожайности наблюдались даже в смежные годы, когда культура земледелия обычно меняется мало. Так, например, в степной зоне в 2016 г. средняя урожайность составила 10,7 ц/га, а в 2017 г. – 19,7, в лесостепной в 2016 г. 14,3, а в 2017 г. – 16,1, в 2020 г. – 20,9, в 2021 г. – 21,7 ц/га.

Полученные значения коэффициента вариации меньше 33 % указывают на однородность исследуемых совокупностей. Это характерно для некоторых районов лесостепной зоны: Чебулинский – 22,20, Тисульский – 27,68 и Мариинский – 27,44 %. Значения коэффициента вариации выше 33 % свидетельствуют о значительной неоднородности исследованных совокупностей, что особенно характерно для степной зоны.

Среднеобластной валовой сбор гороха также значительно изменялся и достигал в благоприятные годы 6255,8 т.

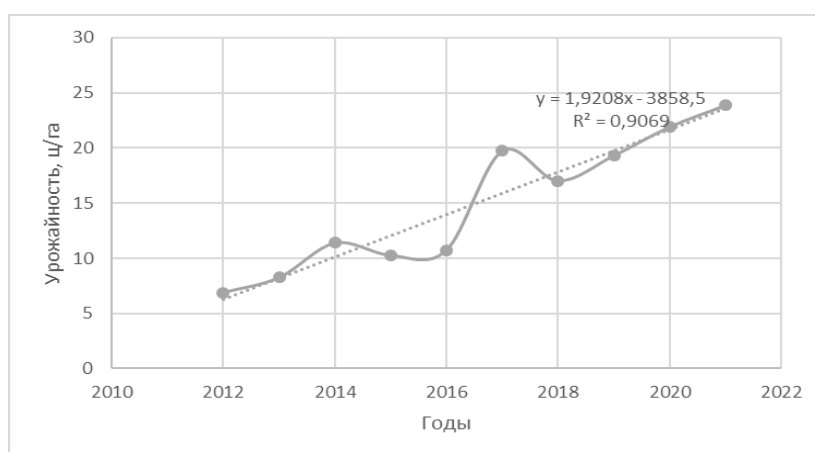


Рис. 5. Динамика урожайности гороха за 2012 – 2021 гг. степной зоне Кемеровской области
Dynamics of pea yields for 2012 – 2021 steppe zone of the Kemerovo region

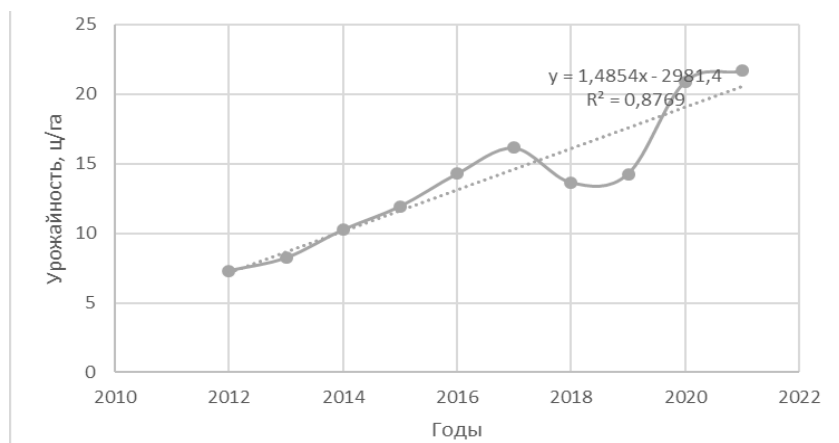


Рис. 6. Динамика урожайности гороха за 2012 – 2021 гг. в лесостепной зоне Кемеровской области
Dynamics of pea yields for 2012 – 2021 in the forest-steppe zone of the Kemerovo region

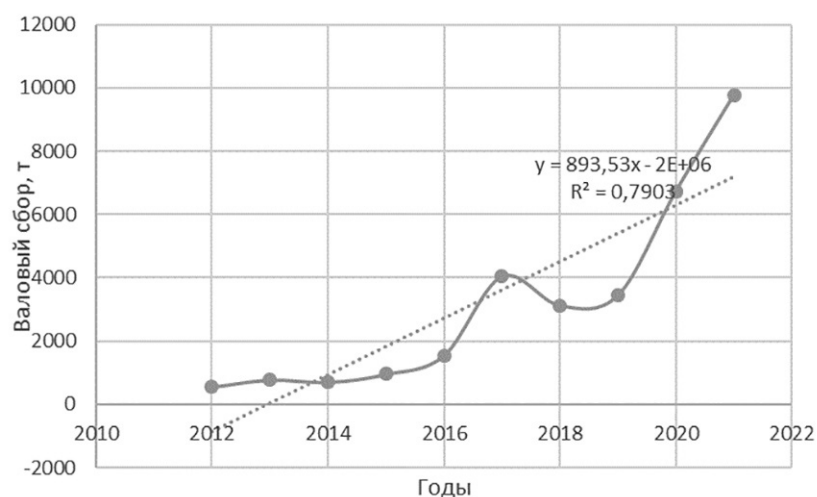


Рис. 7. Динамика валового сбора гороха за 2012 – 2021 гг. в степной зоне Кемеровской области
Dynamics of gross pea harvest for 2012 – 2021 in the steppe zone of the Kemerovo region

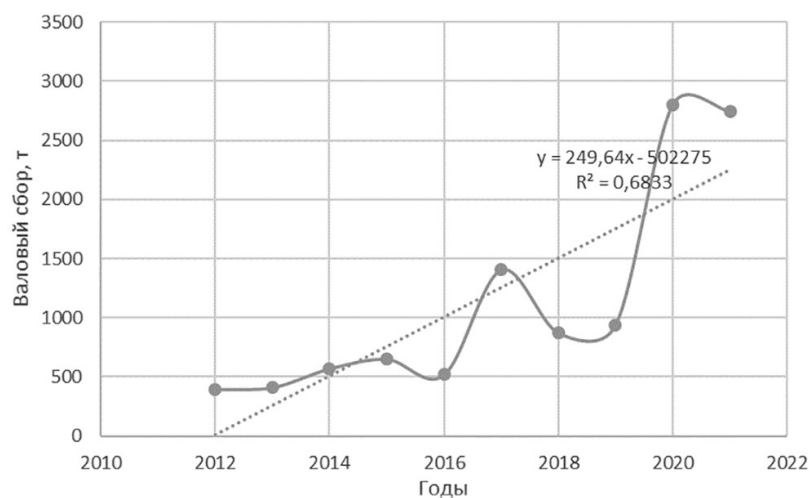


Рис. 8. Динамика валового сбора гороха за 2012 – 2021 гг. в лесостепной зоне Кемеровской области
Dynamics of gross pea harvest for 2012 – 2021 in the forest-steppe zone of the Kemerovo region

Построенные линии трендов показали, что за последние годы динамика валового сбора положительная (рис. 7, 8). За период с 2012 по 2021 г. валовой сбор гороха вырос в степной зоне в 1,8, в лесостепной в 6,9, в среднем по области – в 13,2 раза.

Помимо изменения качества посевного материала, а также влияния погодных условий разнонаправленная динамика урожайности гороха обусловлена нестабильным изменением посевных площадей. Несмотря на это обстоятельство, за 2012 – 2021 гг. линия тренда по площадям посева имеет восходящий характер (см. рис. 3, 4).

Таким образом, проведенное исследование показало ежегодное увеличение площади посева гороха в Кемеровской области – ее величины существенно возросли в период с 2017 по 2021 г., причем как в степи, так и в лесостепи. В этот же период установлена тенденция к значительному росту урожайности гороха. Тенденция рядов урожайности неодинакова. Коэффициенты вариации в степной зоне имеют значение 38,51 %, в лесостепной – 34,73 %, что свидетельствует о более высоком агротехническом уровне в лесостепной зоне в сравнении со степной. Высокие коэффициенты вариации на изученных территориях наблюдаются за счет сильных отклонений урожайности в отдельные годы. В степной зоне урожайность колебалась от 6,9 до 23,9 ц/га, а в лесостепи – от 7,3 до 21,7 ц/га. Выявлено, что величина урожайности гороха сильно зависит от погодных условий. Самые урожайные – 2020 и 2021 гг. Уравнения трендов для степи и лесостепи достаточно хорошо описывают тенденцию к увеличению валового сбора зерна.

Для решения основных проблем в производстве гороха, зависящих от культуры земледелия и колебаний условий возделывания, необходимо искать пути повышения устойчивости производства этой культуры.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Powers S.E., Thavarajah D. Checking agriculture's pulse: field pea (*Pisum sativum* L.), sustainability, and phosphorus use efficiency // *Frontiers in Plant Science*. – 2019. – Vol. 10. – P. 1489.
2. Алёшин М.А., Завалин А.А. Вынос урожая и баланс азота при возделывании зерновых культур в Пермском крае // *Плодородие*. – 2022. – № 1 (124). – С. 3–6.
3. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Present-day breeding of legumes and groat crops in Russia // *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. – 2021. – Vol. 25. – N 4. – P. 381.
4. Proximate composition and anti-nutritional factors of fava-bean (*Vicia faba*), green-pea and yellow-pea (*Pisum sativum*) flour / K.A. Millar, E. Gallagher, R. Burke [et al.] // *Journal of Food Composition and Analysis*. – 2019. – N 82. – P. 103233. – <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103233>
5. Day L.I. Proteins from land plants – Potential resources for human nutrition and food security // *Trends in Food Science and Technology*. – 2013. – N 32. – P. 25–42. – <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>
6. Johnston A.J., Jones P.J.H., Mollard R.C. Low-glycemic foods: Pulses // *Encyclopedia of Food Chemistry*. – 2019. – P. 437–445. – <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21770-8>
7. Polesi L.F., Silene Bruder S.S., Carlota B. Composition and characterization of pea and chickpea starches // *Brazilian Journal of Food Technology*. – 2011. – Vol. 2. – P. 74–81.
8. Univia T. Les filières françaises des Oléagineux, Protéagineux & Légumes secs issus de l'agriculture biologique–Terres Univia. – 2019. – <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/pois>
9. Лысенко А.А. Урожайность и качество возделываемых в Приазовской зоне Ростовской области сортов зернового гороха в зависимости от гидротермических факторов // *Зерновое хозяйство России*. – 2022. – Т. 14, № 2. – С. 70–76. – DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-70-76.
10. Чибис В.В., Ефименко Д.В. Полевые севообороты для возделывания полевых культур в условиях лесостепи Западной Сибири // *Разнообразие и устойчивое развитие агробиоценозов Омского Прииртышья: материалы Всерос. (нац.) конф. к 95-летию ботанического сада Омского ГАУ*. – 2022. – С. 182.

11. Пакуль А.Л., Ямищиков М.А., Пакуль В.Н. Эффективность различных систем обработки почвы и прямого посева на чернозёме выщелоченном в условиях Западной Сибири // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 4-1 (118). – С. 171–175. – DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.027.
12. Ardelean I., Borza I., Bandici G. Researche Regarding on the Influence of Crop Rotation and Nutrition Regime on the Growth Progress of Biomass and Production in Winter Wheat Cultivated on Luvosoils // Annals of the University of Oradea, Fascicle: Environmental Protection. – 2021. – Т. 36.
13. Iron-, zinc-, and magnesium-rich field peas (*Pisum sativum* L.) with naturally low phytic acid: a potential food-based solution to global micronutrient malnutrition / D. Amarakoon, D. Thavarajah, K. McPhee, P. Thavarajah // J. Food Compost. Anal. – 2012. – Vol. 27 (1). – P. 8–13. – DOI: 10.1016/J.JFCA.2012.05.007.
14. Organic dry pea (*Pisum sativum* L.) biofortification for better human health / D. Thavarajah [et al.] // PLoS one. – 2022. – Vol. 17, N 1. – e0261109.
15. Гребенникова В.В., Жильцов И.В. Роль предшественников и систем обработки почвы в формировании урожайности гороха // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы нац. науч.-практ. конф., Кемерово, 29 дек. 2018 г. – Кемерово: Кемеров. ГСХИ, 2018. – С. 162–167.
16. Кондратенко Е.П., Фролова А.М. Возделывание гороха в чистых и смешанных посевах на территории Кемеровской области // Современные тенденции сельскохозяйственного производства в мировой экономике: материалы XVIII Междунар. науч.-практ. конф., Кемерово, 3 – 4 дек. 2019 г. – Кемерово: Кузбас. ГСХА, 2019. – С. 295–301.
17. Анохина О.В., Ситников А.С. Влияние систем обработки на агрофизические свойства почвы и урожайность гороха в условиях лесостепной зоны Кемеровской области // Актуальные научно-технические средства и сельскохозяйственные проблемы: материалы IX Нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием, Кемерово, 29 дек. 2022 г. – Кемерово: Кузбасская ГСХА, 2022. – С. 434–438.

REFERENCES

1. Powers S.E., Thavarajah D. Checking agriculture's pulse: field pea (*Pisum Sativum* L.), sustainability, and phosphorus use efficiency, *Frontiers in Plant Science*, 2019, Vol. 10, P. 1489.
2. Alyoshin M.A., Zavalin A.A., Plodorodie, 2022, No. 1 (124), pp. 3–6. (In Russ.)
3. Zotikov V.I., Vilyunov S.D. Present-day breeding of legumes and groat crops in Russia, *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*, 2021, Vol. 25, N 4, P. 381.
4. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2019.103233>
5. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.005>
6. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100596-5.21770-8>
7. Polesi L.F., Silene Bruder S.S., Carlota B. Composition and characterization of pea and chickpea starches, *Brazilian Journal of Food Technology*, 2011, Vol. 2, P. 74–81.
8. <http://www.terresunivia.fr/cultures-utilisation/les-especes-cultivees/pois>
9. Lysenko A.A. *Zernovoe hozyajstvo Rossii*, 2022, Vol. 14, No. 2, pp. 70–76, DOI: 10.31367/2079-8725-2022-80-2-70-76. (In Russ.)
10. Chibis V.V., Efimenko D.V., *Raznoobrazie i ustojchivoe razvitie agrobiocenozov Omskogo Priirtysh'ya* (Diversity and sustainable development of agrobiocenoses of the Omsk Irtysh region), Proceedings of the All-Russian (National) Conference, the 95th Anniversary of the Botanical Garden of the Omsk State Agrarian University, 2022, P. 182. (In Russ.)
11. Pakul' A.L., Yamshchikov M.A., Pakul' V.N., *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2022, No. 4-1 (118), pp. 171–175, DOI: 10.23670/IRJ.2022.118.4.027. (In Russ.)
12. Ardelean I., Borza I., Bandici G. Researche Regarding on the Influence of Crop Rotation and Nutrition Regime on the Growth Progress of Biomass and Production in Winter Wheat Cultivated on Luvosoils, *Annals of the University of Oradea, Fascicle: Environmental Protection*, 2021, Vol. 36.
13. Amarakoon D., Thavarajah D., McPhee K., Thavarajah P., Iron-, zinc-, and magnesium-rich field peas (*Pisum sativum* L.) with naturally low phytic acid: a potential food-based solution to global micronutrient malnutrition, *J. Food Compost. Anal.* 2012, Vol. 27 (1), P. 8–13, DOI: 10.1016/J.JFCA.2012.05.007.

14. Thavarajah D. et al. Organic dry pea (*Pisum sativum* L.) biofortification for better human health, *PloS one*, 2022, Vol. 17, N 1, e0261109.
15. Grebennikova V.V., Zhil'cov I.V., *Aktual'nye nauchno-tekhnicheskie sredstva i sel'skohozyajstvennyye problem* (Actual Scientific and Technical Means and Agricultural Problems), Proceedings of the National Scientific and Practical Conference, Kemerovo, December 29, 2018, Kemerovo: Kuzbass. GSHA, 2018, pp. 162–167. (In Russ.)
16. Kondratenko E.P., Frolova A.M., *Sovremennye tendencii sel'skohozyajstvennogo proizvodstva v mirovoj ekonomike* (Current Trends in Agricultural Production in the World Economy), Materials of the XVIII International Scientific and Practical Conference, Kemerovo, 3 – 4 Dec. 2019, Kemerovo: Kuzbass. GSHA, 2019, pp. 295–301. (In Russ.)
17. Anohina O.V., Sitnikov A.S. *Aktual'nye nauchno-tekhnicheskie sredstva i sel'skohozyajstvennyye problemy* (Actual Scientific and Technical Means and Agricultural Problems), Proceedings of the IX National Scientific and Practical Conference with International Participation, Kemerovo, December 29, 2022, Kemerovo: Kuzbass. GSHA, 2022, pp. 434–438. (In Russ.)

ЦИФРОВИЗАЦИЯ СЕВООБОРОТА ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЕВОДСТВА СИБИРИ

И.Е. Лаврищев, аспирант

А.Ф. Петров, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

К.Е. Денисов, аспирант

С.Д. Краснов, аспирант

А.Е. Зверев, аспирант

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: lavr_lv@mail.ru

Ключевые слова: деградация земель, оптимизация севооборота, цифровой продукт, растениеводство, цифровизация растениеводства.

Реферат. Назначение алгоритма цифровизации севооборота как основы для обеспечения устойчивого развития растениеводства – это переосмысление вариантов получения данных для составления севооборота. Использование севооборотов как важного инструмента растениеводческого предприятия может напрямую стимулировать повышение плодородия не менее чем на 10 – 12 % при правильном подборе культур, а также стать одним из источников ослабления развития деградации земель. Дегradированные земли только в доле земель сельскохозяйственного значения Новосибирской области занимают не менее 12 %. В части регионов этот показатель растет и в отдельных случаях превышает 40 %, что является результатом природных и в немалой степени антропогенного факторов. Интеграция инструмента автоматического планирования является одним из шагов для развития растениеводства. Крупные агропромышленные комплексы уже давно озадачены идеями оптимизации производства и все чаще прибегают к технологиям точного земледелия, производят сезонный мониторинг на полях и тщательно контролируют всю хозяйственную деятельность, что, в свою очередь, позволяет накапливать большой массив данных, однако который зачастую почти не анализируется. Изучение этих данных может фактически корректировать планируемые культуры для последующих сезонов и быть своеобразной рекомендацией хозяйству к правкам или подтверждению верности принимаемых решений. Точность алгоритма напрямую зависит от вводных данных и того в каких объемах они предоставляются растениеводческими хозяйствами. Одной из движущих сил разработки предлагаемого алгоритма является постепенное снижение доли профессиональных агрономов, что требует создания инструмента для проверки получаемых данных менее опытными или начинающими агрономами.

DIGITALISATION OF CROP ROTATION FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF CROPPING PRODUCTION IN SIBERIA

I.E. Lavrishchev, PhD student

A.F. Petrov, PhD in Agricultural Sciences, Associate Professor

K.E. Denisov, PhD student

S.D. Krasnov, PhD student

A.E. Zverev, PhD student

Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

E-mail: lavr_lv@mail.ru

Keywords: land degradation, optimisation of crop rotation, digital product, crop production, digitalisation of crop production

Abstract. Development of an algorithm for digitalisation of crop rotation as a basis for ensuring sustainable development of crop production. The algorithm presented in the article aims to rethink the options for obtaining data for compiling crop rotation. The use of crop rotations, as an essential tool for a

crop-growing enterprise, can directly stimulate an increase in fertility by at least 10-12% with the correct selection of crops and also become one of the sources of weakening the development of land degradation, which only in the share of agricultural lands in the Novosibirsk region occupies no less than 12%. In some regions, this figure is growing and, in some cases, exceeds 40%, resulting from natural and not insignificant anthropogenic factors. The integration of an automatic planning tool is one of the steps for the development of crop production. Large agro-industrial complexes have long been puzzled by the idea of optimizing production and are increasingly resorting to precision farming technologies, conducting seasonal monitoring in the fields and carefully controlling all economic activities, which in turn accumulates a large array of data, which is often almost not analyzed. The study of this data can actually adjust the planned crops for subsequent seasons and be a kind of recommendation to the farm for corrections or confirmation of the correctness of the decisions made. In turn, the accuracy of the algorithm directly depends on the input data and the amount of it provided by crop farms. One of the driving forces behind the development of the proposed algorithm is the gradual decline in the proportion of professional agronomists, which requires the creation of a tool to verify the data obtained by less experienced or novice agronomists.

Устойчивое развитие сельского хозяйства предполагает интеграцию трех взаимосвязанных элементов: экономический рост, социальное благополучие и экологическое равновесие. Устойчивость – одно из важнейших условий стратегического развития сельскохозяйственного производства Сибирского федерального округа, на который приходится 10 % валовой продукции отрасли, а также 40 % залежных земель России [1]. При этом одновременное рациональное использование земельного ресурса и эффективное ведение хозяйства зачастую друг другу противоречат. Решением данной проблемы может стать внедрение цифровых технологий в производство продукции растениеводства, и в частности цифровизация севооборотов.

В Сибирском федеральном округе наблюдается выбытие малопродуктивных территорий и уменьшение валового объема производства. В частности, рентабельность сельского хозяйства снизилась на 24,2 % в 2022 г. и, вероятно, упадет на 30,3 % в 2023 г. (данные Interfax-Russia.ru). Во многих хозяйствах до сих пор сохраняется политика использования монокультур. Фактически сложно упрекнуть сельхозтоваропроизводителя за то, что он пытается быть конкурентноспособным и распоряжается своими ресурсами так, чтобы не втянуть предприятие в убытки. Ежегодно фермерам приходится заново решать, какие культуры определить для выращивания на каждом из своих полей. Их выбор должен отражать растущее число определяющих условий. На уровне отдельного поля необходимо учитывать факторы местоположения, такие как типы почв и эффекты севооборота, а также технологические, структурные и экономические факторы [2]. В масштабах агропромышленного комплекса план посевов должен соответствовать имеющимся у предприятия трудовым и машинным ресурсам. Кроме того, необходимо рассмотреть меры командования и контроля, связанные с агроэкологическим законодательством. Растениеводческие предприятия сталкиваются с фактором неопределенности, когда выбор культур идет из логики их средней окупаемости по региону, но нет никакой возможности проверить верность расчета вероятной прибыли уже после уборки урожая [3– 5].

В РФ с каждым годом наращивается количество компаний, занятых цифровой трансформацией сельского хозяйства, и прогнозируется, что этот показатель будет только расти. Однако большинство создаваемых цифровых продуктов этой области являются в некоторой степени клонами друг друга по функционалу и часто даже по интерфейсу. Многие сельскохозяйственные товаропроизводители, заинтересованные в модернизации своего предприятия, не понимают различия между платформами планирования и мониторинга посевов, что приводит их в замешательство.

Важным шагом в решении проблемы невыгодности введения севооборота может стать программный продукт на основе аналитики больших данных – инструмент, не заменяющий решения агронома, но дающий возможность проанализировать верность подобранного сево-

оборота или получения альтернативного варианта. Системы предиктивной аналитики уже помогают оптимизировать бизнес и определить наибольшую вероятность влияющих событий.

Важными параметрами являются правильные входные данные, а также доля истинно положительных и отрицательных результатов. Результаты модели можно проверить только опытным путем и при условии, что их количество будет удовлетворительным, чтобы утвердить процент правильности.

Нами был проведен сравнительный анализ зарубежного опыта с применением схожих логик работы алгоритмов подбора севооборота, при котором были изучены основные компоненты таких программных продуктов, как FruchtFolge, FARMS, LAMPs, von Lücken и выяснены их основные принципы и недостатки, а также изучены методы аналитики больших данных и обобщения разрозненных значений. Материалы данных о деградации почв взяты из прогнозов экологического состояния земель субъектов Российской Федерации в целях устойчивого развития за 2023 г. [6]. Алгоритмы построены с условием использования цикла и метода ветвлений по Маркову.

Севообороты являются одним из основных факторов повышения плодородия, а также инструментом борьбы с культурами-засорителями. Соблюдение базовых принципов севооборота позволяет получить дополнительный прирост урожая 10 – 11 % (по данным ФГБНУ «Верхневолжский ФАНЦ») только за счет правильного чередования культур. Данный принцип также имеет большое значение в противоэрозионных мерах и ресурсоэнергосбережении. Увеличение содержания азота в почве в результате выращивания зернобобовых культур в севообороте может повысить содержание органического углерода и улучшить общее состояние почвы [7].

Инструмент подбора севооборота не заменяет агронома, а лишь помогает при оценке возможных к использованию культур [8,9]. Это важно с учетом тенденции к снижению количества профессиональных агрономов на рынке труда как в России, так и в мире. Уже известно, что по мере развития стран их сельскохозяйственный сектор теряет значение. Это можно проиллюстрировать, сравнив долю людей, занятых в сельском хозяйстве, и вклад этого сектора в ВВП в странах с низким и средним уровнем дохода с течением времени. В 2000 – 2010 гг. доля рабочей силы, занятой в сельском хозяйстве, сократилась почти вдвое – с 45 до 24 % (Всемирный банк, 2016 г.).

В 2022 г. сельхозорганизации внесли 3,43 млн т минеральных удобрений (в действующем веществе), что на 2,6 % больше, чем в 2021-м (данные Росстата). В том числе под сельхозкультуры внесено 3,39 млн т против 3,31 млн т годом ранее. Такие темпы наращивания являются необходимой мерой, ибо урожай напрямую зависит от обеспеченности питательными элементами самой почвы. Данные статистики напрямую угрожают концепции увеличения производства органической продукции, так как за ростом внесения удобрений следует импакт от накопления отдельных элементов в почве за счет перехода в недоступные для растений формы.

В России, по данным Минсельхоза РФ, деградации подвержено 134 млн га сельхозугодий. Заброшено, не находится в обороте более 20 – 40 млн га сельхозземель. Баланс питательных веществ в сельхозугодиях России отрицательный, он составляет минус 5,2 % [10]. Это означает, что с урожаем выносятся больше питательных веществ, чем затем поступает в почву. Отрицательный баланс за 5 лет составил 22,2 млн т [11, 12].

Растет доля деградированных земель, так, для Республики Мордовия этот показатель уже составляет 55 % от общего фонда сельскохозяйственных земель, что отражено на рис. 1. Немаловажная роль в этом процессе отводится использованию многими малыми предприятиями монокультур, которые истощают почву и через десятки лет критически снижают содержание гумуса, а увеличение применения на таких полях минеральных удобрений в качестве

основного инструмента регулирования плодородия не исключает фактор ухудшения фитосанитарного состояния земель [10, 13].

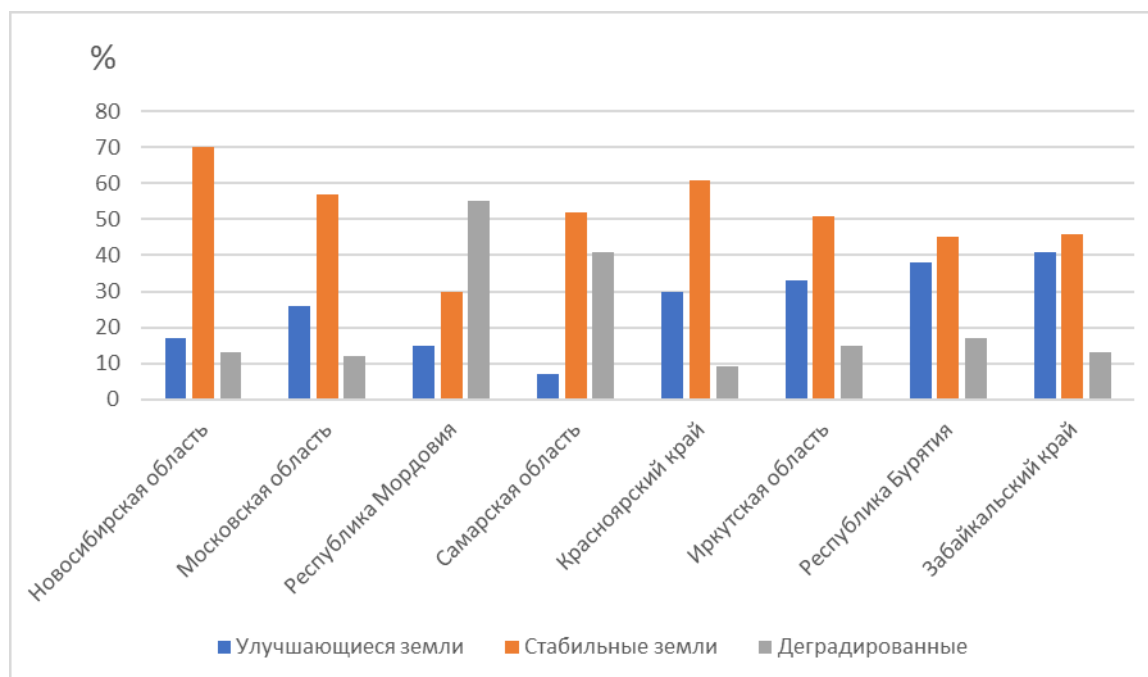


Рис. 1. Экологическое состояние земель отдельных субъектов РФ
Ecological state of the lands of individual constituent entities of the Russian Federation

Решению вышеперечисленных проблем может послужить цифровизация севооборота в хозяйствах, в основе которой находится алгоритм, оптимизирующий составление севооборота с учетом экономических показателей.

В своей основе модель алгоритма делится на два компонента системы: первый компонент отвечает за моделирование почвенно-климатических факторов, а второй – за культуры и сорта. Все получаемые результаты приводятся к единому алгоритму расчета, который использует значения приоритета для получения наиболее подходящего результата, измеряемого от 0 до 1. Фактически используется дерево решений, в котором берутся результаты с наибольшим значением.

Применяемый алгоритм, представленный на рис. 2, не является развернутым и отражает упрощенную логику нахождения результата. Сам алгоритм при всей своей визуальной простоте должен анализировать большой объем данных. Взаимодействующие факторы, такие как состояние поля и его плодородность, могут уменьшать или увеличивать значения для подбираемых культур. Немаловажными будут являться соотношение требуемых затрат на агротехнические операции, требования к уровню химизации, отношение культур к условиям питания. Данные значения будут вноситься в базу данных культур как отдельные параметры, которые должны быть достигнуты при попадании растения в приоритет хозяйства.

Для алгоритма определения приоритета поля входными параметрами будут являться: агрохимические показатели, сложность формы поля, рельеф, фитосанитарное состояние, площадь, удаленность от инфраструктуры и возможность орошения. Для отдельного предприятия эти данные могут быть частично получены агрохимической службой или же взяты из средних данных по району при отсутствии возможности получить их путем обследования [14]. Приоритетными для данного блока данных могут стать значения расстояния от поля до основных центров предприятия, таких как склады или места стоянки.

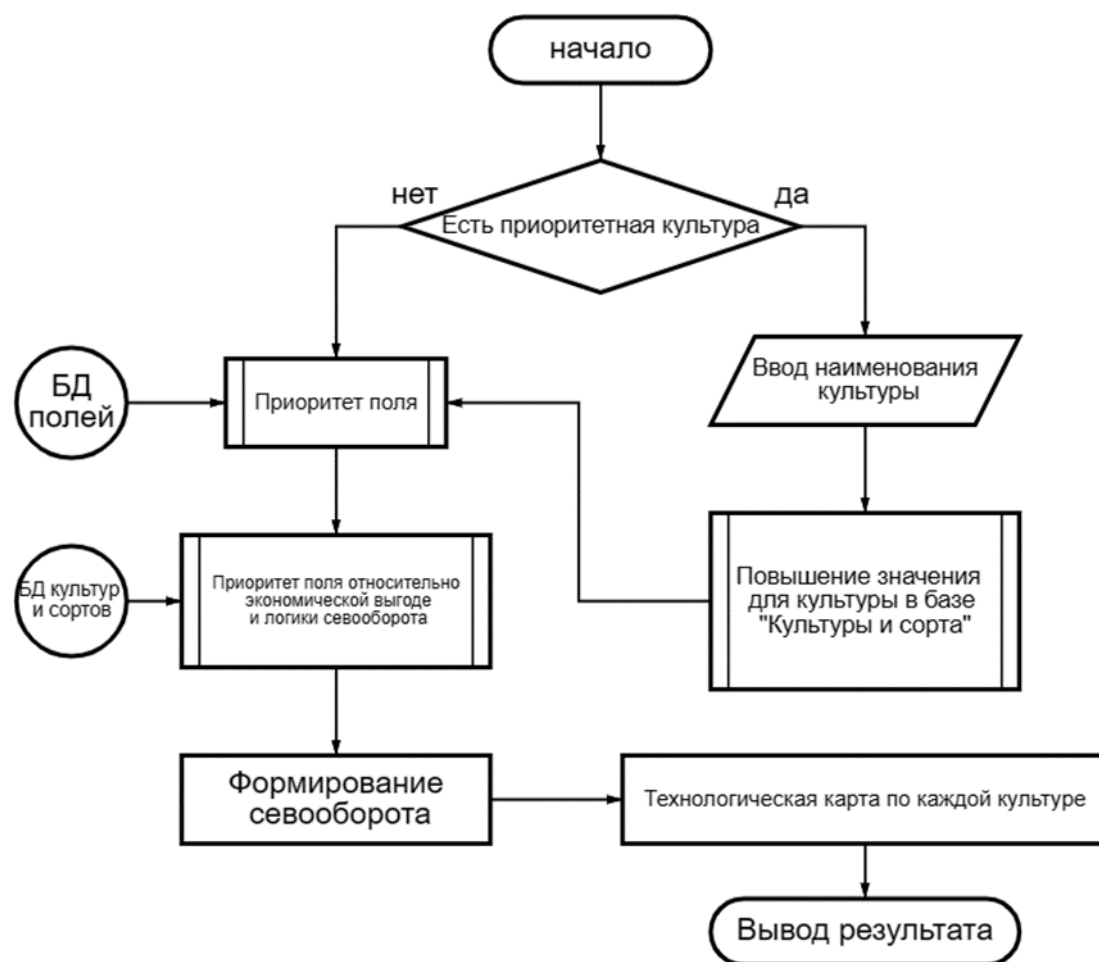


Рис. 2. Основной алгоритм определения севооборота
The main algorithm for determining crop rotation

При подборе приоритетной культуры и соответствующего сорта алгоритм должен использовать обновляемую базу для получения актуальных результатов. Алгоритм подбора культуры и сорта представлен на рис. 3. Для данного алгоритма возможно введение обучаемого искусственного интеллекта в целях анализа окупаемости сельскохозяйственной культуры для повышения вероятности оценки ввода целесообразности ее в севооборот.

Алгоритм использует систему баллов для расчета рейтинга различных культур. Система состоит из трех показателей. Во-первых, это пригодность урожая для каждого поля. Он рассчитывается на основе таких характеристик поля, как размер, форма, уклон, расстояние до логистических центров хозяйства, близость к водному пути, тип почвы, собственность и культуры, используемые в настоящее время на этих полях, с применением полиномиальной логистической регрессии, что приводит к оценке пригодности сельскохозяйственных культур. Вторым после пригодности культур является показатель севооборота. В нем используются варианты выращивания за четыре предыдущих года, при этом более высокие баллы присваиваются за более разнообразные варианты выращивания культур. Наивысший балл, например, дается, если были посажены зерновые в течение трех лет и два года – промежуточные культуры, а самый низкий балл, например, если один и тот же злак возделывался все четыре предыдущих года и предложен для следующего года. Третий показатель состоит из дополнительных ограничений, таких как даты посадки и сбора урожая конкретных культур, чтобы озимые зерновые не могли

следовать за фасолью, а также определенные неблагоприятные варианты культур. Учитывая специфические характеристики хозяйства, эта система оценок используется для составления 4 – 5-летнего плана выращивания сельскохозяйственных культур [15].

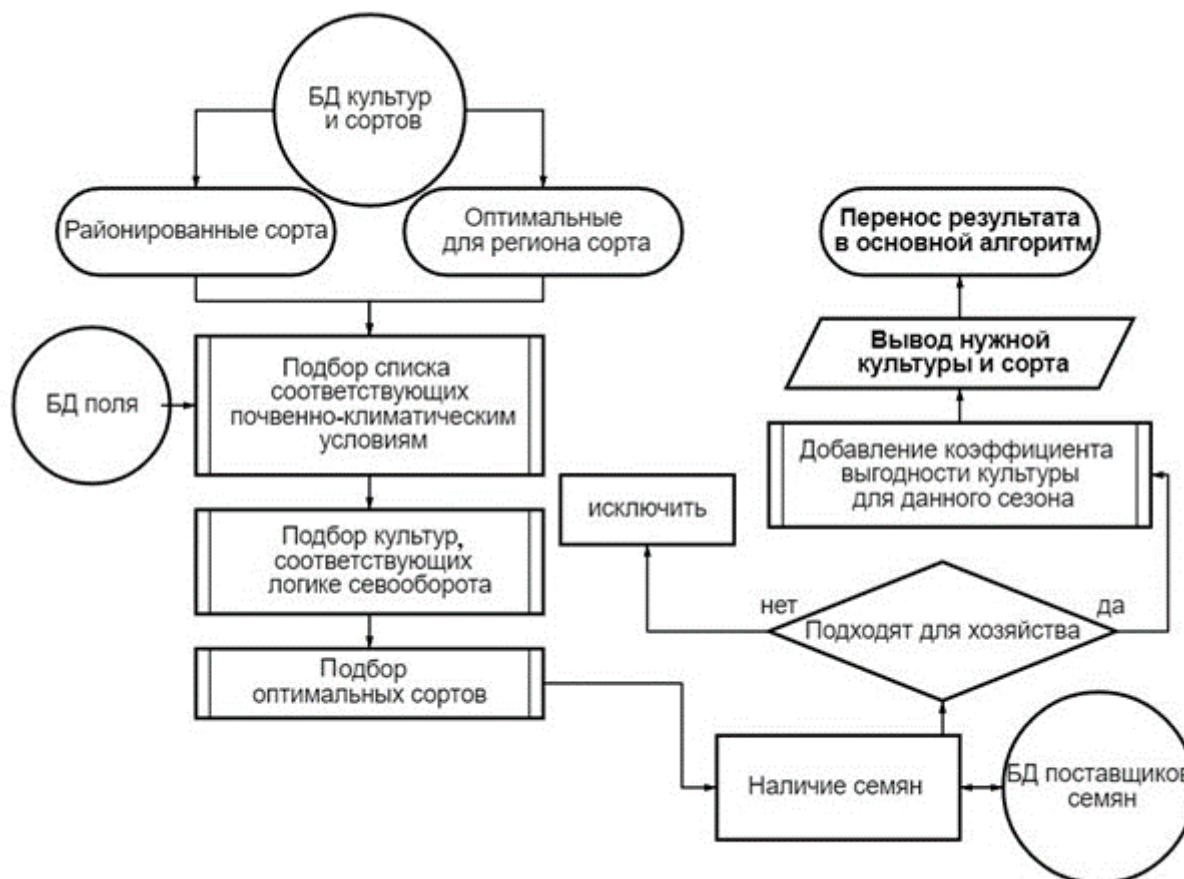


Рис. 3. Алгоритм подбора культуры и сорта
Algorithm for selecting crops and varieties

Сочетание различных источников данных позволяет рассчитать валовую прибыль и ежемесячную потребность в рабочей силе для каждого отдельного поля и культуры. Для каждого поля расчет отражает расстояние и размер фермы от поля, а также разницу в урожайности, основанную на качестве почвы и влиянии предыдущего урожая.

Таким образом, реализация модели севооборота с учетом логистических и экономических факторов в качестве программного продукта может стать одним из важных инструментов при планировании последующих сезонов предприятий АПК. Реализация на практике может начать регулировать соотношение деградирующих земель в общем объеме земель.

Важно отметить, что логика основного алгоритма соответствует только предприятиям, которые занимаются растениеводством. Для предприятий, занятых кормопроизводством, она не будет эффективна.

Практическая реализация составленных моделей, согласно предварительной оценке, позволит снизить затраты сельскохозяйственного производства и, соответственно, улучшить финансовый результат как показатель успешного ведения хозяйственно-производственной деятельности сельскохозяйственных организаций.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта Президента Российской Федерации для государственной поддержки ведущих научных школ НШ-1129.2022.2.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. М.С. Петухова, С.В. Коваль Приоритетные направления устойчивого сельскохозяйственного производства Новосибирской области // Экономика сельского хозяйства России. – 2022. – № 1. – С. 54–59.
2. Деградация почв в мире [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://rosng.ru/post/degradaciya-pochv-v-mire> (дата обращения: 15.10.2023).
3. *Developing good practice guidance for estimating land degradation in the context of the United Nations Sustainable Development Goals* / N.C. Sims, J.R. England, G.J. Newnham [et al.] // *Environmental Science & Policy*. – 2019. – Vol. 92. – P. 349–355.
4. *Trends. Earth. Conservation International* [Электронный ресурс]. – 2018. URL: <http://trends.earth/docs/en/> (дата обращения: 15.10.2023).
5. Опыт эколого-экономической оценки деградации земель в регионах Российской Федерации / О.А. Макаров, А.С. Строков, Е.В. Цветнов [и др.] // Агрохимический вестник. – 2022. – № 3. – С. 317–324.
6. *Intensifying crop rotations with pulse crops enhances system productivity and soil organic carbon in semi-arid environments* / Kui Liu, Manjula Bandara, Chantal Hamel [et al.] // *Field Crops Research*. – 2020. – Т. 248 – P. 41–51.
7. Продуктивность полевых монокультур и возделываемых в севообороте в зависимости от содержания нитратного азота и биологической активности почвы на чернозёмах южных степных районов Южного Урала / В.Ю. Скороходов // Вестник Ульяновской ГСХА. – 2021. – № 1 (53). – С. 60–67.
8. Опыт оценки динамики деградации земель юга европейской части России с использованием методологии нейтрального баланса деградации земель / М.В. Беляева, О.В. Андреева, Г.С. Куст, В.А. Лобковский // Экосистемы: экология и динамика. – 2020. – № 3. – С. 145–165.
9. Работник двадцатипятилетия [Электронный ресурс]. – 2023. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/5952421> (дата обращения: 15.10.2023).
10. Прогноз экологического состояния земель субъектов Российской Федерации в целях устойчивого развития / М.В. Евдокимова // Вестник Московского университета. Сер.17: Почвоведение. – 2023. – № 2. – С. 63–74.
11. Значение севооборота и предшественников в снижении засоренности сельскохозяйственных культур / Е.Г. Борисова // Вестник НГИЭИ. – 2014. – № 6 (37). – С. 13–21.
12. *Mathematical Simulation and Investigation of the Phenomenon of Coherent Resonance in the Brain* / A. Andreev, V. Makarov, F. Nikita [et al.] // 2nd School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR). – Saratov, Russia, 2018. – P. 9–11.
13. Е.В. Рудой, М.С. Петухова, И.Е. Лаврищев / Улучшение качества питания жителей Сибири путем производства биологизированных функциональных продуктов // Достижения науки и техники АПК. – 2022. – Т. 36, № 11. – С. 86–90.
14. Влияние различных форм и доз минеральных азотных удобрений на продуктивность томата в условиях открытого грунта / А.Ф. Петров, Р.Р. Галеев, Н.В. Гаврилец [и др.] // Вестник НГАУ. – 2023. – № 3. – С. 93–100.
15. Продуктивность мягкой пшеницы в зависимости от активности микроорганизмов и содержания нитратного азота на южных чернозёмах Оренбургского Предуралья / Д.В. Митрофанов, Т.А. Ткачёва // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. – 2021. – № 3. – С. 152–165.

REFERENCES

1. Petuhova M.S., Koval' S.V., *Ekonomika sel'skogo hozyajstva Rossii*, 2022, No. 1, pp. 54–59. (In Russ.)
2. *Degradaciya pochv v mire* (Land degradation in the world), 2020, available at: <https://rosng.ru/post/degradaciya-pochv-v-mire> (October 15, 2023).

3. Sims N.C., England J.R., Newnham G.J. et al., Developing good practice guidance for estimating land degradation in the context of the United Nations Sustainable Development Goals, *Environmental Science & Policy*, 2019, Vol. 92, P. 349–355.
4. Trends. Earth. Conservation International, 2018, available at: <http://trends.earth/docs/en/> (October 15, 2023).
5. Makarov O.A., Stokov A.S., Cvetnov E.V. i dr., *Agrohimicheskij vestnik*, 2022, No. 3, pp. 317–324. (In Russ.)
6. Kui Liu, Manjula Bandara, Chantal Hamel [et al.], Intensifying crop rotations with pulse crops enhances system productivity and soil organic carbon in semi-arid environments, *Field Crops Research*, 2020, Vol. 248, pp. 41–51.
7. *Vestnik Ul'yanovskoj GSKHA*, 2021, No. 1 (53), pp. 60–67. (In Russ.)
8. Belyaeva M.V., Andreeva O.V., Kust G.S., Lobkovskij V.A., *Ekosistemy: ekologiya i dinamika*, 2020, No. 3, pp. 145–165. (In Russ.)
9. *Rabotnik dvadcatipyatiletiya* (Twenty-Five-Year-Old Worker), 2023, available at: <https://www.kommer-sant.ru/doc/5952421> (October 15, 2023).
10. Evdokimova M.V. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser.17: Pochvovedenie*, 2023, No. 2, pp. 63–74. (In Russ.)
11. Borisova E.G. *Vestnik NGIEI*, 2014, No. 6 (37), pp. 13–21. (In Russ.)
12. Andreev A., Makarov V., Nikita F. et al., "Mathematical Simulation and Investigation of the Phenomenon of Coherent Resonance in the Brain", *2nd School on Dynamics of Complex Networks and their Application in Intellectual Robotics (DCNAIR)*, Saratov, Russia, 2018, P. 9–11.
13. Rudoj E.V., Petuhova M.S., Lavrishchev I.E., *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 2022, Vol. 36, No. 11, pp. 86–90. (In Russ.)
14. Petrov A.F., Galeev R.R., Gavrilec N.V. i dr., *Vestnik NGAU*, 2023, No. 3, pp. 93–100. (In Russ.)
15. Mitrofanov D.V., Tkachyova T.A., *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie*, 2021, No. 3, pp. 152–165. (In Russ.)

ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ВОДОРАСТВОРИМЫХ УДОБРЕНИЙ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ КАРТОФЕЛЯ СОРТА ДОЧКА В УСЛОВИЯХ АЭРОПОНИКИ

¹О.О. Новиков, младший научный сотрудник

¹М.С. Романова, кандидат биологических наук

¹Е.В. Хаксар, научный сотрудник

¹Е.И. Косинова, младший научный сотрудник

²Ю.В. Чудинова, доктор биологических наук, профессор

¹Сибирский НИИ сельского хозяйства и торфа – филиал СФНЦА РАН

²Томский сельскохозяйственный институт – филиал ФГБОУ ВО Новосибирский ГАУ

E-mail: novickoww@yandex.ru

Ключевые слова: картофель, аэропоника, питательный раствор, мини-клубни.

Реферат. Изучена возможность использования и перспективность применения разных водорастворимых удобрений для выращивания оздоровленного посадочного материала картофеля сорта Дочка в условиях аэропоники. В качестве объектов исследования использовались два варианта водорастворимых удобрений: 1) комплексное удобрение Нутрифлекс-Т в концентрации 2 г/л с добавлением кальция азотнокислого четырехводного в концентрации 0,35 г/л; 2) авторское водорастворимое удобрение Ю.Ц. Мартиросяна в концентрации 1 г/л. В опытах использовали оздоровленные микрорастения картофеля сорта Дочка. Опыты проводились на аэропонных установках «Урожай-9000». В качестве источника света использовали натриевые газоразрядные лампы ДНаТ-400. Спустя 30 суток выращивания на водорастворимом удобрении высота растений картофеля и длина корневой системы в изучаемых вариантах не отличались. В варианте с использованием авторской среды Ю.Ц. Мартиросяна по сравнению с удобрением Нутрифлекс-Т наблюдалось статистически значимое увеличение следующих показателей: среднего количества мини-клубней, полученных с одного растения ($17,38 \pm 0,29$ шт. против $14,44 \pm 0,35$), средней массы одного мини-клубня ($8,17 \pm 0,29$ г против $5,47 \pm 0,26$), доли мини-клубней массой выше 4 г ($67,63$ % против $46,10$), биомассы корневой системы в конце выращивания ($33,31 \pm 0,45$ г по сравнению с $30,31 \pm 0,35$). В то же время биомасса вегетативной части растений картофеля в конце выращивания на удобрении Нутрифлекс-Т была выше, чем при выращивании на питательной среде Ю.Ц. Мартиросяна ($284,06 \pm 4,77$ против $151,25 \pm 2,45$). Показано, что выращивание растений картофеля сорта Дочка на авторском водорастворимом удобрении Ю.Ц. Мартиросяна является экономически целесообразным.

THE EFFECT OF VARIOUS WATER-SOLUBLE FERTILIZERS ON THE PRODUCTIVITY OF POTATO PLANTS OF THE DOCHKA VARIETY IN AEROPONICS

¹O.O. Novikov, Junior Research

¹M.S. Romanova, PhD in Biological Sciences, Deputy Director for Research

¹E.V. Khaksar, Research

¹E.I. Kosinova, Junior Research

²Yu.V. Chudinova, Doctor of Biological Sciences, Professor

¹Siberian Research Institute of Agriculture and Peat – a branch of the Siberian Federal Scientific Center of Agro-Bio Technologies of the Russian Academy of Sciences

²Tomsk Agriculture Institute – a branch of Novosibirsk State Agricultural University

E-mail: novickoww@yandex.ru

Keywords: potatoes, aeroponics, water-soluble fertiliser, mini tubers.

Abstract. *The possibility and the prospects of using various water-soluble fertilisers for growing healthy planting material of potato variety Dochka under aeroponics conditions have been studied. Two variants of water-soluble fertilisers were used as objects of study: 1) Nutriflex-T complex fertiliser at a concentration of 2 g/l with the addition of calcium nitrate 4-aqueous at a concentration of 0.35 g/l; 2) author's water-soluble fertiliser Martirosyan Yu.Ts. At a concentration of 1 g/l. In the experiments, healthy potato microplants of the Dochka variety were used. The experiments were carried out on aeroponic systems "Urozhay-9000". Sodium sodium-vapour lamps DNAT 400 were used as a light source. After 30 days of cultivation on a water-soluble fertiliser, the height of potato plants and the length of the root system in the studied variants did not differ in the version using the author's environment, Martirosyan Yu.Ts. Compared with the variant with the use of the Nutriflex-T complex fertiliser, a statistically significant increase in the following indicators was observed: the average number of mini tubers obtained from one plant (17.38 ± 0.29 pcs. pieces/bush compared to 14.44 ± 0.35 pieces/bush), the average weight of one mini tuber (8.17 ± 0.29 g compared to 5.47 ± 0.26 g), the proportion of mini tubers weighing over 4 g (67.63% compared to 46.10%), biomass of the root system at the end of cultivation (33.31 ± 0.45 g compared to 30.31 ± 0.35 g). At the same time, the biomass of the vegetative part of potato plants at the end of cultivation on the Nutriflex-T fertiliser was higher than the biomass of the vegetative part of plants grown on the nutrient medium of Martirosyan Yu.Ts. (284.06 ± 4.77 g compared to 151.25 ± 2.45 g). It is shown that the cultivation of potato plants of the Dochka variety on the author's water-soluble fertiliser Martirosyan Yu.Ts. It is economically viable.*

Качественный посадочный материал картофеля является одним из важных факторов высокой урожайности данной культуры [1]. При длительном культивировании в клубнях картофеля происходит накопление вирусной инфекции, что приводит к снижению его качества и урожайности [2]. Наиболее распространенные и экономически значимые вирусы картофеля – X, Y, M, S, A, вирус скручивания листьев и вириод веретеновидности клубней. Потери урожая при инфицировании данными вирусами могут достигать 10 – 80 %. В таких условиях оздоровление и производство семенного материала картофеля является одной из важнейших задач [3, 4].

В настоящий момент для оздоровления картофеля от вирусной инфекции используют метод апикальной меристемы с дальнейшим культивированием полученных безвирусных клонов растений картофеля, в частности, на аэропонных установках [5].

В аэропонике оптимизация состава питательного раствора является наиболее важным фактором для получения большего количества семенного материала картофеля. Каждая культура имеет свой оптимум потребления питательных веществ. Даже для отдельного сорта может потребоваться конкретный питательный раствор [6, 2]. В условиях аэропонии питание растений находится под полным контролем [7]. Растения сбалансированно обеспечиваются питательными элементами, водой и кислородом; контролируется развитие клубней для получения однородных по размеру стандартных мини-клубней семенного картофеля [8, 9].

Целью проведения исследований являлось изучение возможности использования и эффективности применения различных водорастворимых удобрений для выращивания оздоровленного исходного посадочного материала картофеля на аэропонных установках.

Работа проводилась в СибНИИСХиТ – филиале СФНЦА РАН в 2019 г. Объект эксперимента – оздоровленные материнские микрорастения картофеля *Solanum tuberosum* L. сорта Дочка, полученные из апикальных меристем путем культивирования на стандартной питательной среде Мурасиге – Скуга с модификациями в течение 28 суток [10, 11].

Сорт картофеля Дочка – среднеранний сорт столового назначения. Клубень овальной формы с мелкими глазками. Кожура красная. Мякоть кремовая. Антоциановая окраска внутренней стороны венчика отсутствует или очень слабая. Содержание крахмала 17,3 %. Товарная урожайность – 19,1 – 35,5 т/га, максимальная урожайность – 37,4 т/га. Устойчив к возбудителю рака картофеля, золотистой картофельной цистообразующей нематодой. Включен в Госреестр по Западно-Сибирскому (10) региону.

Для оздоровления картофеля проводился поиск базовых клонов в полевых условиях. Требования, предъявляемые к растению, намеченному к отбору: растение – типичное по морфологическому строению для данного сорта, абсолютно здоровое по внешнему виду, нормально развитое, с характерным для сорта количеством стеблей. Клубни – типичные по морфологическим признакам для данного сорта без признаков веретеновидности, совершенно здоровые по визуальной оценке, характерное для сорта количество стандартных по размеру клубней и переход от крупных к мелким. Урожай каждого отобранного клона помещали в отдельный пакет и закладывали на хранение. После прекращения периода покоя проводили термотерапию в термостате в течение 40 дней при температуре +37 °С. Клубни, помещаемые на термотерапию, были по внешним признакам свободны от инфекции, фитофтороза, склероциев ризоктонии и тщательно вымыты. После термотерапии клубни проращивали для получения этиолированных ростков размером 2 – 3 см. Для этого клубни помещали на стеллажи в темном месте, при температуре 18 – 22 °С и относительной влажности воздуха в пределах 75 %.

Вычленение верхушечных меристем проводили в стерилизованном с помощью бактерицидных ламп микробиологическом боксе. Инструменты, используемые для вычленения (пинцеты, скальпели, иглы и т.д.) стерилизовали перед каждым вычленением, погружая в спирт с последующим обжиганием над спиртовкой. От тщательно вымытых клубней отделяли отростки и стерилизовали в спирте в течение 10 мин с последующей трехкратной промывкой стерильной водой. Простерилизованные ростки помещали в стерильную чашку Петри и добавляли несколько капель автоклавированной воды для предупреждения их подсыхания. Перед вычленением с верхушки ростка удаляли покровные листочки, последовательно обнажая боковые и верхушечные меристемы с примордиальными листочками. Эту операцию проводили с помощью препаровальной иглы под бинокулярной лупой. Меристему размерами 100 – 250 мкм без листовых зачатков (примордиев) вычленяли обычной тонкой иглой, зажатой в держатель. Меристему на острие иглы переносили на поверхность питательной среды в пробирку, закрывали ее пробкой над пламенем горелки и ставили в штатив. После заполнения штатива с пробирками закрывали целлофановым колпаком для предупреждения подсыхания сред, подписывали и ставили в световой стеллаж с постоянным световым и влаготемпературным режимами. После появления из меристемы полноценного микрорастения проводилось его микроклональное размножение и закладка опыта. Микроклональное размножение микрорастений картофеля осуществлялось с помощью микрочеренкования в стерильных ламинар-боксах. Перед закладкой опыта все микрорастения прошли диагностику методом ПЦР в реальном времени в лаборатории по диагностике и контролю качества семенного картофеля.

Исходя из требований культуры картофеля одним из вариантов было выбрано комплексное удобрение Нутрифлекс-Т в концентрации 2 г/л с добавлением кальция азотнокислого четырехводного в концентрации 0,35 г/л (табл. 1). Это водорастворимый кристаллический порошок, разработанный с учетом физиологической потребности конкретных культур в период формирования и развития генеративных органов растений, рекомендуется для использования на томате, перце, картофеле, баклажанах. Не содержит пыли, не имеет едкого запаха, не слеживается, содержит микроэлементы (Mn, Zn, Cu), хелатированные EDTA. В качестве второго варианта был взят использованный нами ранее состав авторского водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна в концентрации 1 г/л (см. табл. 1). Перед посадкой в модуль все микрорастения прошли диагностику методом ПЦР-РВ. Опыты проводились на аэропонных установках «Урожай-9000». В качестве источника света использовали натриевые газоразрядные лампы ДНаТ-400.

Аэропонные установки размещены в помещении с контролируемыми условиями температуры и влажности. Цикл выращивания растений был разбит на три фазы: адаптации, роста и

клубнеобразования, для каждой из которых использовались разные параметры культивирования.

В фазу адаптации растения выращивали в условиях длинного дня (день/ночь 16/8) при температуре 19 °С, режим подачи питательного раствора – 1 мин, аэрации – 3 мин. На протяжении этого времени у растений хорошо развивалась корневая система и формировалась надземная часть, обеспечивающая эффективный процесс фотосинтеза и полный переход к автотрофному типу питания.

В фазу роста растения выращивали с фотопериодом 14/10 (день/ночь) при температуре 19 °С, режим подачи питательного раствора – 1 мин, аэрации – 10 мин.

В фазу клубнеобразования растения выращивали с фотопериодом 10/14 (день/ночь) при температуре 17 °С, режим подачи питательного раствора – 1 мин, аэрации – 15 мин.

На протяжении всего периода выращивания растений рН питательного раствора держали на уровне 5,7 – 5,8. Плотность высадки растений составила 21 растение на 1 м².

Таблица 1

Содержание питательных элементов в использованных водорастворимых удобрениях, %
Content of nutrients in used water-soluble fertilisers, %

Химический элемент	Водорастворимое удобрение Ю.Ц. Мартиросяна, %			Водорастворимое удобрение Нутрифлекс-Т, %		
	1	2	3	1	2	3
Азот	8	14	11	7,5	15	
Фосфор	12	40	6	4	8	
Калий	38	15	42	12,5	25	
Сера	-	-	-	1,05	2,1	
Магний	4,2	-	-	1,75	3,5	
Медь	-	-	-	0,002	0,004	
Железо	-	-	-	0,035	0,07	
Кремний	0,2	0,2	0,02	-	-	
Марганец	0,2	0,2	0,02	0,0225	0,045	
Бор	0,5	0,5	0,05	0,0125	0,025	
Цинк	0,5	0,5	0,05	0,0125	0,025	
Молибден	-	-	-	0,002	0,004	

Примечание: 1 – фаза адаптации; 2 – фаза роста; 3 – фаза клубнеобразования.

Note: 1 – adaptation phase; 2 – growth phase; 3 – tuberization phase.

Полученные данные обрабатывали с помощью программы для ЭВМ под управлением операционной системы Windows – Microsoft Excel 2013 и пакета программ Statistica 8.0. Для сравнения изучаемых параметров использовался непараметрический критерий Манна-Уитни.

На рис. 1 и 2 представлены данные о влиянии водорастворимых удобрений на высоту и длину корневой системы растений картофеля сорта Дочка (на рисунках изучаемые составы водорастворимых удобрений пронумерованы следующим образом: 1 – авторское удобрение Ю.Ц. Мартиросяна; 2 – Нутрифлекс-Т).

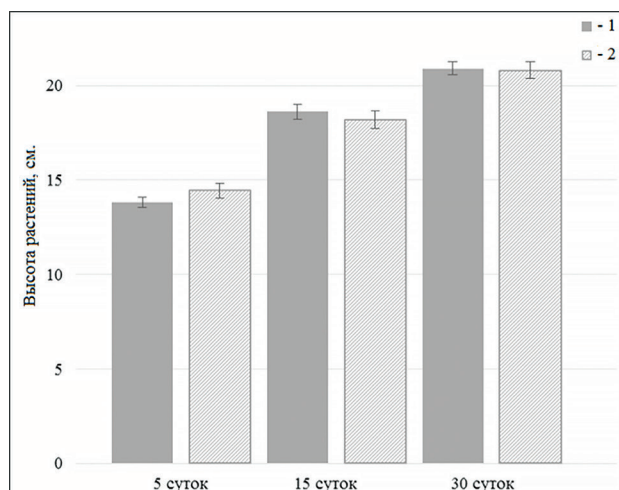


Рис. 1. Высота растений картофеля сорта Дочка на разных сроках выращивания на аэропонных установках

Height of potato plants of the Dochka variety at different periods of cultivation in aeroponic installations

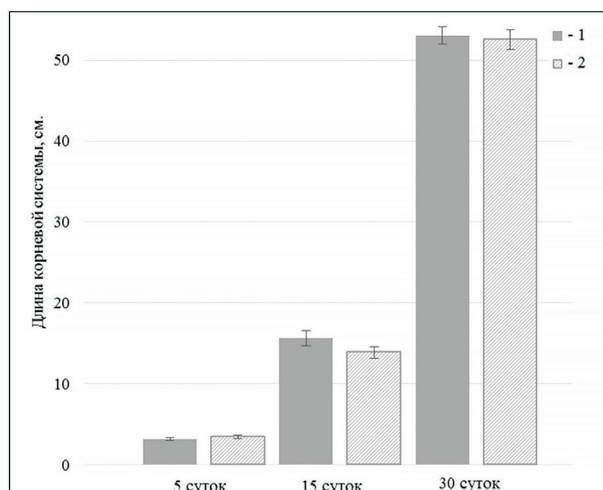


Рис. 2. Длина корневой системы картофеля сорта Дочка на разных сроках выращивания на аэропонных установках

The length of the root system of potatoes of the Dochka variety at different periods of cultivation in aeroponic installations

Как видно из рис. 1 и 2, по высоте растений и длине корневой системы статистически значимых отличий между вариантами не наблюдалось.

На рис. 3 показано влияние водорастворимых удобрений на количество листьев растений картофеля сорта Дочка.

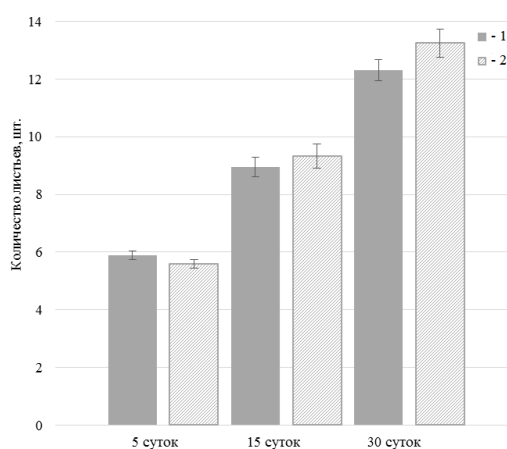


Рис. 3. Количество листьев картофеля сорта Дочка на разных сроках выращивания на аэропонных установках

Number of potato leaves of the Dochka variety at different periods of cultivation in aeroponic installations

Анализ приведенных данных показывает, что на 15-е и 30-е сутки развития наблюдалась тенденция к увеличению количества листьев в варианте с удобрением Нутрифлекс-Т по сравнению с удобрением Ю.Ц. Мартиросяна.

Характеристики мини-клубней картофеля сорта Дочка, полученных при аэропонном выращивании с применением различных водорастворимых удобрений, представлены в табл. 2.

Применение водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна для выращивания растений картофеля сорта Дочка приводит к статистически значимому увеличению среднего количества мини-клубней с одного растения и средней массы одного мини-клубня по сравнению с водорастворимым удобрением Нутрифлекс-Т (на 17 и 33 % соответственно).

Таблица 2

Характеристики мини-клубней картофеля сорта Дочка, полученных при выращивании на аэропонных установках с применением различных водорастворимых удобрений
Characteristics of mini-tubers of potatoes of the Dochka variety, obtained by growing in aeroponic installations using various water-soluble fertilisers

Тип водорастворимого удобрения	Среднее количество мини-клубней с 1 растения, шт.	Средняя масса 1 мини-клубня, г	Максимальная масса 1 мини-клубня, г	Минимальная масса 1 мини-клубня, г
Удобрение Ю.Ц. Мартиросяна	17,38±0,29	8,17±0,29	43,56	0,12
Нутрифлекс-Т	14,44±0,35**	5,47±0,26**	38,96	0,14

**P<0,01.

В табл. 3 представлены результаты анализа фракционного состава мини-клубней картофеля сорта Дочка, полученных при выращивании на аэропонных установках с применением различных типов водорастворимых удобрений.

Таблица 3

Фракционный состав мини-клубней картофеля сорта Дочка, полученных при выращивании на аэропонных установках с применением разных типов водорастворимых удобрений, %
Fractional composition of potato mini tubers of the Dochka variety, obtained by growing in aeroponic installations using different types of water-soluble fertilisers, %

Тип водорастворимого удобрения	Самая мелкая фракция (0 – 1,5 г)	Мелкая фракция (1,5 г – 4 г)	Средняя фракция (4 г – 10 г)	Крупная фракция (> 10 г)
Удобрение Ю.Ц. Мартиросяна	13,31	19,06	36,69	30,94
Нутрифлекс-Т	27,49	26,41	28,35	17,75

В варианте с удобрением Ю.Ц. Мартиросяна количество мини-клубней фракций, пригодных для дальнейшего ведения семеноводства картофеля (крупная и средняя фракции), составляет более половины от общего количества полученных мини-клубней (67,63 %), а в варианте с Нутрифлексом-Т количество мини-клубней данных фракций всего 46,10 %.

В табл. 4 приведены данные о влиянии разных типов водорастворимых удобрений на биомассу растений картофеля сорта Дочка при аэропонном выращивании спустя 4,5 месяца культивирования.

Таблица 4

Биомасса растений картофеля сорта Дочка, выращенных на аэропонных установках с применением разных типов водорастворимых удобрений спустя 4,5 месяца культивирования, г
Biomass of potato plants of the Dochka variety, grown in aeroponic installations using different types of water-soluble fertilisers after 4.5 months of cultivation, g

Тип водорастворимого удобрения	Вегетативная часть	Корневая система
Удобрение Ю.Ц. Мартиросяна	151,25±2,45	33,31±0,45
Нутрифлекс-Т	284,06±4,77**	30,31±0,35*

Масса вегетативной части растений картофеля в варианте опыта с Нутрифлексом-Т на 87% выше, чем в варианте с удобрением Ю.Ц. Мартиросяна, а масса корневой системы, наоборот, на 9 % ниже.

Затраты на полный цикл выращивания растений (от посадки растений на 1 аэропонную установку и до уборки) с использованием водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна составляют 315 руб., водорастворимого удобрения Нутрифлекс-Т – 399 руб. Если принять стоимость одного мини-клубня равной 35 руб. и вычесть затраты на освещение и полив, то прибыль с полной продажи всех мини-клубней в варианте с авторским удобрением составит 15 104,58 рублей, в варианте с Нутрифлексом-Т – 11 814,58 руб.

Основываясь на результатах проведенных исследований, можно сделать следующие выводы.

1. Применение авторского водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна для выращивания растений картофеля сорта Дочка приводит к статистически значимому увеличению среднего количества мини-клубней с одного растения и средней массы одного мини-клубня по сравнению с водорастворимым удобрением Нутрифлекс Т (на 17 и 33 % соответственно).

2. Доля мини-клубней, пригодных для дальнейшего ведения семеноводства, выше в варианте с использованием авторского водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна (67,63 % против с 46,10).

3. Спустя 4,5 месяца выращивания растений картофеля с использованием водорастворимого удобрения Нутрифлекс Т биомасса их вегетативной части на 87 % выше, а биомасса корневой системы на 9 % ниже, чем у растений, выращиваемых с использованием авторского водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна.

4. На основании анализа затрат на выращивание и выручки от реализации мини-клубней установлено, что экономически более привлекательным вариантом является использование для выращивания мини-клубней картофеля сорта Дочка авторского водорастворимого удобрения Ю.Ц. Мартиросяна.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Determination of nutrient solutions for potato (*Solanum tuberosum* L.) seed production under aeroponics production system* / R. Lemma, A. Chindi, W.G. Gebremedhin [et al.] // *Open Agriculture*. – 2017. – N 2. – P. 155–159.
2. Фоминых Т.С., Иванова Г.П., Медведева К.Д. Мониторинг вирусных болезней картофеля в Псковской и Астраханской областях России // *Вестник защиты растений*. – 2017. – № 4 (94). – С. 29–34.
3. *Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky krai of Russia* / O.A. Sobko, P.V. Fisenko, I.V. Kim, N.V. Matsishina // *Vegetable crops of Russia*. – 2022. – N 1. – P. 79–85.
4. *Оздоровление перспективных гибридов картофеля методом химиотерапии в культуре in vitro* / В.И. Куликова, В.П. Ходаева, А.Н. Гантимурова [и др.] // *Международный научно-исследовательский журнал*. – 2019. – № 1 (79). – С. 14–18.
5. *Мониторинг вирусных инфекций картофеля с использованием матричной ПЦР-диагностики* / А.М. Малько, А.В. Живых, М.М. Никитин [и др.] // *Картофель и овощи*. – 2017. – № 12. – С. 26–29.
6. *Методика микрклонального размножения и производство оздоровленных мини-клубней в оригинальном семеноводстве картофеля в условиях высокой инфекционной нагрузки Самарской области* / С.Л. Рубцов, А.В. Милехин, С.Н. Шевченко [и др.] // *Известия Самарского научного центра Российской академии наук*. – 2017. – № 2 (4). – С. 650–658.
7. *Optimal Nutrient Solution and Dose for the Yield of Nuclear Seed Potatoes under Aeroponics* / J.B. Silva Filho, P.C.R. Fontes, J.F.S. Ferreira [et al.] // *Agronomy*. – 2022. – N 12 (11). – P. 1–17.
8. Аникина И.Н., Хутинаев О.С., Султумбаева А.К. Аэропоника как фактор повышения коэффициента размножения меристемного картофеля // *European Science*. – 2017. – № 6 (28). – С. 40–44.
9. *Recent Research and Advances in Soilless Culture* / M. Turan, S. Argin, E. Yildirim, A. Güneş. – London: IntechOpen, 2023. – P. 155.
10. *Получение безвирусного картофеля на аэрогидропонных установках в СибНИИСХиТ – филиале СФНЦА РАН* / Е.В. Хаксар, М.С. Романова, Н.И. Леонова, О.О. Новиков // *Актуальные проблемы*

картофелеводства: фундаментальные и прикладные аспекты: материалы всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Томск, 10-13 апр. 2018 г. – Томск, 2018. – С. 270–274.

11. *Influence of various phytohormones on the growth and development of the Solnechny potato variety in vitro* / O.O. Novikov, M.S. Romanova, N.I. Leonov, E.I. Kosinova // International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture”, Tyumen, July 19-21, 2021. – Tyumen, 2021. – P. 1–6.

REFERENCES

1. Lemma R., Chindi. A., Gebremedhin W.G., Atsede S., Egata S., Ebrahim S. Determination of nutrient solutions for potato (*Solanum tuberosum* L.) seed production under aeroponics production system, *Open Agriculture*, 2017, N 2, P. 155–159.
2. Fominykh T.S., Ivanova G.P., Medvedeva K.D., *Vestnik zashchity rasteniy*, 2017, No. 4 (94), pp. 29–34. (In Russ.)
3. Sobko O.A., Fisenko P.V., Kim I.V., Matsishina N.V. Potato viruses of 7 commercial cultivars grown in field Primorsky krai of Russia, *Vegetable crops of Russia*, 2022, N 1, P. 79–85.
4. Kulikova V.I., Hodaeva V.P., Gantimurova A.N., Lapshinov N.A., Isachkova O.A. Ozdorovlenie perspektivnyh gibridov kartofelja metodom himioterapii v kul'ture in vitro, *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*, 2019, N 1 (79), P. 14–18.
5. Mal'ko A.M., Zhivvykh A.V., Nikitin M.M., Frantsuzov P.A., Statsyuk N.V., Dzhavakhiya V.G., Golikov A.G., *Kartofel' i ovoshchi*, 2017, No. 12, pp. 26–29. (In Russ.)
6. Rubtsov S.L., Milekhin A.V., Shevchenko S.N., Bakunov A.L., Dmitrieva N.N., *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*, 2017, No. 2 (4), pp. 650–658. (In Russ.)
7. Silva Filho J. B., Fontes P. C. R., Ferreira J. F. S., Cecon P. R., Crutchfield E., Optimal Nutrient Solution and Dose for the Yield of Nuclear Seed Potatoes under Aeroponics, *Agronomy*, 2022, No. 12 (11), P. 1–17.
8. Anikina I.N., Khutinaev O.S., Sultumbaeva A.K., *European Science*, 2017, No. 6 (28), pp. 40–44 (In Russ.)
9. Turan M., Argin S., Yildirim E., Güneş A., Recent Research and Advances in Soilless Culture, London: IntechOpen, 2023, P. 155.
10. Khaksar E.V., Romanova M.S., Leonova N.I., Novikov O.O., *Aktual'nye problemy kartofelevodstva: fundamental'nye i prikladnye aspekty*, Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with International Participation, Tomsk, 10–13 April, Tomsk, 2018, pp. 270–274. (In Russ.)
11. Novikov O.O., Romanova M.S., Leonov N.I., Kosinova E.I., Influence of various phytohormones on the growth and development of the Solnechny potato variety in vitro, *International Scientific and Practical Conference “Fundamental Scientific Research and Their Applied Aspects in Biotechnology and Agriculture”*, Tyumen, July 19-21, 2021, P. 1–6.

ПРИМЕНЕНИЕ ШТАММОВ БАКТЕРИЙ РОДА *BACILLUS* ПРИ ПИКIROВании РОЗЕТОК ЗЕМЛЯНИКИ

А.А. Шахристова

Т.В. Шпатова, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент

В.И. Лутов, кандидат сельскохозяйственных наук

А.А. Беляев, доктор сельскохозяйственных наук, доцент

Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: belyaev.an.ar@gmail.com

Ключевые слова: земляника, штаммы биоагентов, пикирование, розетки, ростостимулирующее действие, адаптирующее действие, качество саженцев.

Реферат. В производственных опытах, проведенных в производственном питомнике сельскохозяйственной артели «Сады Сибири» (Новосибирская область) в 2014 – 2017 гг., внесение в почву штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* оказывало адаптирующее действие на растения, повышало выживаемость пикированных розеток земляники в течение зимовки на 14,9 – 21,8 % относительно контроля. Эффективное ростостимулирующее действие на пикированные розетки доказано у штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и экспериментального биопрепарата Фитоп 8.67: на 24 – 29 % больше молодых листьев, чем в контроле; длина корневой системы у растений достоверно увеличивалась на 9,4 – 13,5 %; общая биомасса растений – на 42,5 %. Доказан эффект улучшения товарного качества саженцев, выращенных из пикированных розеток, под влиянием штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и биопрепарата Фитоп 8.67 на 35,2 и 28,2 % относительно контроля, что достоверно превышало эффект действия эталонного гуминового препарата Феникс, 0,05 %. Под влиянием обработки штаммом *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 количество стандартных саженцев достигало 63,7 %, или на 21,1 % выше контроля, на одинаковом уровне с эталоном. Применение штаммов сапротрофных бактерий было на одинаковом, как у штамма *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, или на более высоком – у штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67 уровне эффективности в сравнении с гуминовым эталоном Феникс, 0,05 %, что указывает на перспективность их применения в технологии выращивания саженцев из пикированных розеток земляники.

APPLICATION OF BACTERIA STRAINS OF THE GENUS *BACILLUS* IN PICKING STRAWBERRY ROSETTES

A.A. Shakhristova

T.V. Shpatova, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor

V.I. Lutov, Candidate of Agricultural Sciences

A.A. Belyaev, Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor

Novosibirsk State Agrarian University

E-mail: belyaev.an.ar@gmail.com

Keywords: strawberries, strains of bioagents, picking, rosettes, growth-stimulating effect, adapting effect, quality of seedlings

Abstract. In production experiments in the period 2014-2017, carried out in the production nursery of the agricultural artel "Gardens of Siberia" (Novosibirsk region), the introduction of strains of saprotrophic bacteria of the genus *Bacillus* into the soil had an adaptive effect on plants, increased the survival rate of rosettes of wild strawberries during wintering by 14.9-21.8% relative to control. A practical growth-stimulating effect on rosettes has been proven in the *B. subtilis* strain VKPM V-10641 and the experimental biological product Fitop 8.67: 24-29% more young leaves than in control; the length of the root system of plants significantly increased by 9.4-13.5%; total plant biomass – by 42.5%. The effect of improving the commercial quality of seedlings grown from picked rosettes under the influence of the *B. subtilis* strain VKPM V-10641 and the biological

preparation Fitop 8.67 has been proven to be 35.2 and 28.2% higher than the control, which significantly exceeded the effect of the reference humic preparation Phoenix, 0.05 %. Under the influence of treatment with the *B. licheniformis* strain VKPM B-10562, the number of standard seedlings reached 63.7%, or 21.1% higher than the control, at the same level as the standard. The use of saprotrophic bacterial strains was at the same efficiency level as for the *B. licheniformis* strain VKPM V-10562 or at a higher level of efficiency for the *B. subtilis* strain VKPM V-10641 and the drug Fitop 8.67, in comparison with the humic standard Phoenix, 0.05 %, which indicates the prospects of their use in the technology of growing seedlings from pickled strawberry rosettes.

Защита растений земляники в питомниках требует повышенного уровня эффективности, чтобы не допустить передачи с саженцами опасных для садоводства вредителей и болезней. В частности, не допускается заражение саженцев такими карантинными объектами, как фитопторозная корневая гниль земляники, латентный вирус С земляники, а также распространенными на плодоносящих плантациях земляники вертициллезным и фузариозным увяданием, альтернариозом, антракнозом, ризоктониозом, заселение саженцев клещом земляничным прозрачным, земляничной и стеблевой нематодами, различными видами тлей [1]. Поэтому наряду с организационно-хозяйственными, карантинными, агротехническими, селекционно-семеноводческими методами защиты растений в технологиях, применяемых в маточниках и питомниках, используются многократные опрыскивания насаждений химическими препаратами: инсектицидами, акарицидами, фунгицидами, регуляторами роста [1, 2]. В качестве регуляторов роста на садовой землянике в настоящее время используются препараты на основе гетероауксина, арахидоновой кислоты, натриевые соли гиббереллиновых кислот, гидрокоричной кислоты и ряд других веществ, в рекомендованных дозировках малоопасных для растений и человека. Однако при превышении дозировок они могут оказывать гербицидное влияние на растения. Остатки химических пестицидов загрязняют окружающую среду, снижают микробиологическую активность почвы и её плодородие, оказывают негативное влияние на санитарно-гигиенические условия маточников и питомников, где в значительной степени используется ручной труд [3]. Биологические препараты в питомниководстве применяются ограниченно. Ряд современных штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* могут представлять интерес для питомников земляники в связи с наличием у них ростостимулирующих свойств, антистрессового действия на растения и биофунгицидного действия против фитопатогенов и, как потенциальная основа для биопрепаратов (а также биоинокулянтов, микробиологических удобрений), они могут в перспективе расширить арсенал эффективных и экологически безопасных средств, применяемых в садоводстве и питомниководстве [1, 4 – 7].

Цель исследования – изучение действия штаммов бактерий рода *Bacillus* на процесс формирования саженцев из укореняющихся пикированных розеток садовой земляники сорта Солнечная полянка в производственном питомнике.

Исследования выполнены в 2014 – 2017 гг. в производственном питомнике земляники сельскохозяйственной артели (СХА) «Сады Сибири» Новосибирской области. Хозяйство расположено в подзоне дренированной лесостепи Приобья, почва серая лесная с добавлением песка, предшественник – черный пар.

Объектами исследования служили пикированные розетки земляники сорта Солнечная полянка; бактериальные штаммы микроорганизмов видов *Bacillus subtilis* (Ehrenberg) Cohn, *Bacillus amyloliquefaciens* (Fukumoto) Priest et al., *Bacillus licheniformis* (Weigmann) Chester из коллекции культур разработчика препаратов ООО НПФ «Исследовательский центр» (научный центр Кольцово, Новосибирская область): *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (экспериментальный биопрепарат Фитоп 1.68); *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642 (Фитоп 3.69); *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 (Фитоп 14.72); равнопропорциональная смесь штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10643, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (Фитоп 8.67);

гуминовое удобрение Феникс в концентрации 0,05 % (производитель – ООО «НПП ТЕЛЛУРА-БИС», г. Бийск), применяемый в СХА «Сады Сибири» для укоренения саженцев земляники [8].

Метеорологические условия 2014 г. были близки к среднемноголетней норме, сумма эффективных температур (СЭТ) выше +5 °С за период вегетации достигла 1513 °С, гидротермический коэффициент по Г.Т. Селянинову (ГТК) был равен 1,0. Период вегетации 2015 г. был теплым, СЭТ составила 1727 °С, ГТК – 1,4, период вегетации 2016 г. – жарким и засушливым с СЭТ 1797 °С, ГТК – 0,8. Условия зимних периодов в 2014 – 2017 гг. характеризовались повышенным температурным фоном – средняя температура воздуха с декабря по февраль составляла -11,6...-13,0 °С, что на 2,7 – 4,1 °С выше среднего многолетнего уровня – и достаточным снеговым покровом.

Производственный опыт при пикировании розеток земляники сорта Солнечная полянка включал три варианта с различными штаммами биоагентов, а также один вариант с обработкой корневой системы саженцев препаратом Фитоп 8.67, один эталонный вариант с гуминовым препаратом Феникс, 0,05 % и один контрольный вариант. Общая площадь под опытом – 40 м². Сроки посадки земляники в опыте – вторая декада августа, почвенную гряду с пикированными розетками укрывали агрилом. Концентрация применяемых штаммов – 1×10^5 КОЕ/мл. Количество обрабатываемых растений – 1500 – 1600 шт. на 1 вариант (плотность высадки растений – 225 шт/м² – 15 рядов по 15 шт.). Способ нанесения биоагентов – опрыскивание поверхности почвы рабочей жидкостью, содержащей биоагент (через 3 – 5 суток после пикировки, во время опрыскивания агриловое укрытие гряды открывали) с помощью ранцевого опрыскивателя ORION-3, Kwazar® с последующим промачиванием почвы на глубину корнеобитаемого слоя 10 см путем полива водой. Расход рабочей жидкости на 1 вариант при опрыскивании – 10 л, расход воды при промачивании почвы – 30 л/м². Поверхностное стекание поливной воды в междурядья и её перераспределение по поверхности гряды не допускалось. Расход штамма биоагента – по 1,0 мл на вариант.

При закладке опыта и проведении учетов использовали известные методики [9]. Статистическая обработка экспериментальных данных выполнена методами дисперсионного анализа [15] с использованием пакета прикладных компьютерных программ SNEDECOR для Windows [11].

Укореняющиеся розетки земляники были высажены в почву 15 августа в 2014 г., 12 августа в 2015 г. и 11 августа в 2016 г.

Приживаемость растений на опытном участке питомника оказалась практически 100 %-й как в контроле, так и в вариантах с применением бактериальных штаммов вследствие тщательного соблюдения условий технологии укоренения, предпосадочной подготовки почвы, регулярного полива и применения на грядах укрывного материала (агрил).

Во время пикирования розетки имели в среднем по 2 листа, образовавшихся до отделения от маточного растения, и в дальнейшем самостоятельно формировали новые листья. Стимулирующее влияние биопрепаратов (биоинокулянтов) на этот процесс у молодых растений было весьма стабильным во все годы наблюдения (табл. 1).

К концу вегетации у контрольных растений ежегодно формировалось в среднем от 1,6 до 2,4 новых (молодых) листа. В опытных вариантах с применением биоагентов в конце вегетации растения имели в среднем по 2,4 – 2,6 молодых листа, максимально – при обработке штаммами *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препаратом Фитоп 8.67 – на 24 – 29 % больше, чем в контроле, в среднем за 3 года наблюдения. Эффективность данных биоагентов была статистически достоверно выше ($P < 0,05$), чем у эталонного варианта с обработкой гуминовым препаратом Феникс, 0,05 %.

Длина надземной части у контрольных растений земляники к концу вегетации варьировала от 12,5 до 17,0 см в разные годы наблюдения. Обработка бактериальными штаммами приво-

дила к её увеличению на 1,8 – 7,2 см, т.е. – от 10,7 до 49,7 % относительно контроля. Эффект удлинения надземной части ежегодно был стабильным во всех вариантах опыта.

Таблица 1

Влияние обработки бактериальными штаммами на формирование новых листьев, длину надземной части и корней у пикированных розеток земляники (учеты в конце вегетации 2014 – 2016 гг.)

The effect of treatment with bacterial strains on the formation of new leaves, the length of the aerial parts and roots of rosettes of strawberries (counts at the end of the growing season 2014 – 2016)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средние за 3 года
<i>Количество новых листьев, шт./растение</i>				
Контроль	1,6	2,4	2,1	2,0
Феникс, 0,05 %	2,2*	2,7*	2,2	2,4*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	2,1*	2,5	2,7*	2,4*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	2,1*	2,6*	2,8*	2,5*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	2,2*	2,8*	2,6*	2,5*
Фитоп 8.67	2,1*	2,8*	3,0*	2,6*
НСР ₀₅ по вариантам = 0,2 листа/растение; НСР ₀₅ по годам = 0,1				
<i>Длина надземной части растений, см</i>				
Контроль	12,5	14,4	17,0	14,6
Феникс, 0,05%	15,5*	17,7*	18,2*	17,1*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	15,2*	18,4*	18,8*	17,5*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	16,6*	21,6*	19,7*	19,3*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	15,5*	21,5*	19,7*	18,9*
Фитоп 8.67	18,1*	20,7*	20,8*	19,9*
НСР ₀₅ по вариантам = 1,2 см; НСР ₀₅ по годам = 0,9				
<i>Длина корней, см</i>				
Контроль	11,7	11,3	12,6	11,9
Феникс, 0,05 %	11,8	13,1*	13,2	12,7
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	10,7	13,2*	14,2*	12,7
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	13,2*	12,3*	13,4*	13,0*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	12,7*	11,6	11,5	11,9
Фитоп 8.67	13,0*	12,9*	14,5*	13,5*
НСР ₀₅ по вариантам = 0,9 см; НСР ₀₅ по годам = 0,6				

*Здесь и далее: разность с контролем статистически достоверна (P<0,05).

В среднем за 3 года максимально увеличивали длину надземной части препарат Фитоп 8.67 (на 35,7 %), штаммы *B. subtilis* ВКПМ В-10641 (на 31,7 %) и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 (на 29,1 %), причем эффективность действия данных штаммов примерно в 2 раза превышала стимулирующее влияние гуминового препарат Феникс, 0,05 %.

Под влиянием бактериальных штаммов длина корневой системы у растений ежегодно достоверно (P<0,05) увеличивалась в вариантах с применением штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67, в среднем за 3 года – на 1,1 и 1,6 см (на 9,4 и 13,5 %) при 11,9 см в контроле. В остальных вариантах эффект был слабым и нестабильным.

Стимулирование нарастания общей биомассы в различной степени проявлялось во всех опытных вариантах (табл. 2). В вариантах с применением штаммов *B. amyloliquefaciens* ВКПМ В-10642, *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 растения имели массу

ежегодно в среднем на 0,5-1,5 г/растение (на 18,6 – 35,3 %) больше, чем в контроле, что статистически достоверно ($P<0,05$) находилось на одинаковом уровне действия с эталонным гуминовым препаратом Феникс, 0,05 %.

Таблица 2

Влияние обработки бактериальными штаммами на общую биомассу растений и биомассу корней земляники, выращенных из пикированных розеток (учеты в конце вегетации 2014 – 2016 гг.)
The influence of treatment with bacterial strains on the total biomass of plants and the biomass of strawberry roots grown from rosettes (counts at the end of the growing season 2014 – 2016)

Вариант	2014 г.	2015 г.	2016 г.	Средние за 3 года
<i>Общая биомасса, г/растение</i>				
Контроль	5,9	7,1	5,3	6,1
Феникс, 0,05 %	7,8*	7,8	7,4*	7,7*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	8,1*	6,9	6,6*	7,2*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	8,9*	8,7*	7,0*	8,2*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	7,7*	9,1*	7,1*	8,0*
Фитоп 8.67	9,4*	9,3*	7,4*	8,7*
НСР ₀₅ по вариантам = 1,0 г /растение; НСР ₀₅ по годам = 0,7				
<i>Биомасса корней, г/растение</i>				
Контроль	2,7	3,0	1,6	2,4
Феникс, 0,05 %	3,3*	2,8	2,1*	2,7
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	3,7*	2,5	2,1*	2,7
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	3,8*	3,1	1,9	2,9*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	3,0	2,7	2,1*	2,6
Фитоп 8.67	4,4*	3,2	2,0*	3,2*
НСР ₀₅ по вариантам = 0,4 г /растение; НСР ₀₅ по годам = 0,3				

При обработке препаратом Фитоп 8.67 наблюдалось ещё большее стимулирующее действие, биомасса растений увеличивалась на 2,6 г/растение (на 42,5 %) относительно контроля, эффект от Фитопа 8.67 также существенно ($P<0,05$) превышал уровень действия гуминового эталона.

В среднем за 3 года наиболее заметное стимулирующее действие на биомассу корневой системы земляники проявилось в вариантах с применением штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и Фитоп 8.67 – увеличение соответственно на 20,3 и 30,8 % при средней массе корней 2,4 г/растение в контроле. Однако даже в этих вариантах влияние было нестабильным, в отдельные годы стимулирующий эффект мог практически отсутствовать.

Таким образом, можно констатировать наличие эффективного ростостимулирующего действия на пикированные розетки у штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и биопрепарата Фитоп 8.67. По количеству новых листьев и длине надземной части растений эффективность применения обоих биоагентов статистически достоверно превосходила гуминовый эталон Феникс, 0,05 %. По длине корней, общей биомассе растений и биомассе корней Фитоп 8.67 также был достоверно эффективнее эталонного препарата.

Анализ влияния обработки бактериальными штаммами на выживаемость пикированных розеток за 3 года: 17 мая 2015 г., 14 мая 2016 г., 11 мая 2017 г. (табл. 3) показал, что биопрепараты ежегодно повышали ее на 14,9 – 21,8 % относительно контрольного варианта. При этом статистически доказанные эффекты и стабильность действия отмечены во всех опытных ва-

риантах. В среднем за 3 года наблюдений предпосадочная обработка повышала выживаемость (стимулировала адаптацию) розеток в период зимовки до абсолютного уровня 85,9 – 91,1 % при 74,8 % в контрольном варианте (увеличение на 14,9 – 21,8 % относительно контроля), на одинаковом уровне с эталоном Феникс, 0,05 %.

В результате весной второго года жизни насаждений пикированных розеток формировалась густота стояния саженцев, варьирующая в контрольном варианте по годам в пределах 160,0 – 175,0 экз/м², в среднем за 3 года составившая 168,3 экз/м². Густота стояния саженцев после перезимовки во всех опытных вариантах стабильно возрастала ежегодно, в среднем за 3 года достигла уровня 193,3 – 205,0 экз/м², на одинаковом уровне с эталоном Феникс, 0,05 %.

Таблица 3

Влияние обработки бактериальными штаммами на выживаемость розеток в период зимовки и густоту стояния перезимовавших саженцев (учеты во второй декаде мая 2015 – 2017 гг.)
The influence of treatment with bacterial strains on the survival of rosettes during the wintering period and the density of overwintered seedlings (counts in the second ten days of May 2015 – 2017)

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средние за 3 года
<i>Выживаемость растений в период зимовки, %</i>				
Контроль	75,6	77,8	71,1	74,8
Феникс, 0,05 %	86,7*	88,9*	86,7*	87,4*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	84,4*	88,9*	88,9*	87,4*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	88,9*	91,1*	86,7*	88,9*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	86,7*	86,7*	84,4*	85,9*
Фитоп 8.67	91,1*	93,3*	88,9*	91,1*
НСР ₀₅ по вариантам = 7,6 %; НСР ₀₅ по годам = 5,4				
<i>Густота стояния саженцев после перезимовки, экз/м²</i>				
Контроль	170,0	175,0	160,0	168,3
Феникс, 0,05 %	195,0*	200,0*	195,0*	196,7*
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	190,0*	200,0*	200,0*	196,7*
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	200,0*	205,0*	195,0*	200,0*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	195,0*	195,0*	190,0*	193,3*
Фитоп 8.67	205,0*	210,0*	200,0*	205,0*
НСР ₀₅ по вариантам = 17,1 экз/м ² ; НСР ₀₅ по годам = 12,1				

Достоверно ($P < 0,05$) доказан эффект улучшения товарного качества саженцев (I и II сорт), выращенных из пикированных розеток, – с 52,6 % в контроле во второй декаде мая (табл. 4) до 71,1 и 67,4 % (на 35,2 и 28,2% выше контроля) при обработке штаммом *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препаратом Фитоп 8.67, что также достоверно – в 3,1 и 2,5 раза превышало эффект действия эталонного гуминового препарата Феникс, 0,05 %. Под влиянием обработки штаммом *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 количество стандартных саженцев достигало 63,7 %, или на 21,1 % выше контроля, на одинаковом уровне с эталоном. Саженцы, не достигшие стандартного уровня развития, требовали дополнительного доращивания в течение 1,5 – 2 недель, последующей оценки и реализации.

Таким образом, внесение в почву гряды питомника под пикированные розетки штаммов сапротрофных бактерий *B. subtilis* ВКПМ В-10641 *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 и препарата Фитоп 8.67 оказывало адаптирующее и ростостимулирующее действие на растения, повышало густоту стояния и товарное качество саженцев, выращенных из пикированных розеток, что

указывает на перспективность применения бактериальных штаммов в технологии выращивания саженцев из пикированных розеток земляники.

Таблица 4

Влияние обработки бактериальными штаммами на количество стандартных саженцев I и II сорта, выращенных из пикированных розеток (учеты во второй декаде мая 2015 – 2017 гг.), %

The effect of treatment with bacterial strains on the number of standard seedlings, grades I and II, grown from picked rosettes (counts in the second ten days of May 2015 – 2017), %

Вариант	2015 г.	2016 г.	2017 г.	Средние за 3 года
Контроль	60,0	53,3	44,4	52,6
Феникс, 0,05 %	62,2	57,8	55,6*	58,5
<i>B. amyloliquefaciens</i> ВКПМ В-10642	57,8	53,3	60,0*	57,0
<i>B. subtilis</i> ВКПМ В-10641	75,6*	73,3*	64,4*	71,1*
<i>B. licheniformis</i> ВКПМ В-10562	68,9*	64,4*	57,8*	63,7*
Фитоп 8.67	73,3*	71,1*	57,8*	67,4*
НСР ₀₅ по вариантам = 8,7 %; НСР ₀₅ по годам = 6,2				

По результатам исследований были сделаны следующие выводы.

1. Внесение в почву всех изучаемых штаммов сапротрофных бактерий рода *Bacillus* повышало выживаемость пикированных розеток в течение зимовки на 14,9 – 21,8 % относительно контроля. Эффективное ростостимулирующее действие на пикированные розетки доказано у штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и биопрепарата Фитоп 8.67: на 24 – 29 % больше молодых листьев, чем в контроле; длина корневой системы у растений достоверно увеличивалась на 9,4 – 13,5 %, биомасса растений – на 42,5 % относительно контроля.

2. Доказан эффект улучшения товарного качества саженцев, выращенных из пикированных розеток, под влиянием штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67 на 35,2 и 28,2 % относительно контроля, что достоверно превышало эффект действия эталонного гуминового препарата Феникс, 0,05 %. Под влиянием обработки штаммом *B. licheniformis* ВКПМ В-10562 количество стандартных саженцев достигало 63,7 %, что на 21,1 % выше контроля и на одинаковом уровне с эталоном.

3. Применение штаммов сапротрофных бактерий было на одинаковом, как у штамма *B. licheniformis* ВКПМ В-10562, или на более высоком, как у штамма *B. subtilis* ВКПМ В-10641 и препарата Фитоп 8.67, уровне эффективности в сравнении с гуминовым эталоном Феникс, 0,05 %, что указывает на перспективность их применения в технологии выращивания саженцев из пикированных розеток земляники.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Производство и сертификация посадочного материала плодовых, годных культур и винограда в России. Контроль качества. Ч. 1: Ягодные культуры.* – М.: ВСТИСП, 2009. – 164 с.
2. *Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. I: Пестициды /* М-во сел. хоз-ва РФ. – М., 2023. – 945 с.
3. *Стольников Н.П.* Культура земляники в Западной Сибири / НИИ садоводства Сибири. – Барнаул: ИП Колмогоров И.А., 2014. – 182 с.
4. *Влияние штаммов бактерий рода Bacillus на адаптацию, рост и вегетативное размножение садовой земляники /* А.А. Беляев, Т.В. Шпатова, М.В. Штерншис [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2012. – № 3. – С. 16–19.

5. *Полифункциональное действие штаммов бактерий рода *Bacillus* на садовую землянику* / А.А. Беляев, М.В. Штерншис, Т.В. Шпатова [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2015. – № 4. – С. 31–34.
6. *Применение бактериальных биопрепаратов серии Фитоп при промышленном выращивании садовой земляники* / А.А. Беляев, А.И. Леляк, А.А. Леляк [и др.] // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – № 5. – С. 20–23.
7. *Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. Ч. II: Агрохимикаты* / М-во сельского хозяйства РФ. – М., 2023. – 67 с.
8. *Стольников Н.П., Лутов В.И. Промышленная культура земляники в Сибири.* – Новосибирск, 2009. – 206 с.
9. *Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур.* – Орел: Изд-во ВНИИСПК, 1999. – 606 с.
10. *Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований.* – М.: Книга по требованию, 2013. – 349 с.
11. *Сорокин О.Д. Прикладная статистика на компьютере.* – 2-е изд. – Краснообск: ГУП РПО СО РАСХН, 2009. – 222 с.

REFERENCES

1. *Proizvodstvo i sertifikacija posadochnogo materiala plodovykh, godnykh kul'tur i vinograda v Rossii. Kontrol' kachestva, Part 1, Jagodnye kul'tury* (Production and certification of planting material for fruits, suitable crops and grapes in Russia. Quality control. Part 1. Berry crops), Moscow: VSTISP, 2009, 164 p.
2. *Gosudarstvennyy katalog pesticidov i agrohimikatov, razreshennykh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii, Part I, Pesticidy* (State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Part I. Pesticides), Moscow, 2023, 945 p.
3. *Stol'nikova N.P. Kul'tura zemljaniki v Zapadnoj Sibiri* (Strawberry culture in Western Siberia), NII sadovodstvo Sibiri, Barnaul: IP Kolmogorov I.A., 2014, 182 p.
4. *Beljaev A.A., Shpatova T.V., Shternshis M.V., Lutov V.I., Leljak A.A., Leljak A.I., Judushkin V.V., Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2012, No. 3, pp. 16–19. (In Russ.)
5. *Beljaev A.A., Shternshis M.V., Shpatova T.V., Pospelova N.P., Leljak A.A., Leljak A.I., Lutov V.I., Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2015, No. 4, pp. 31–34. (In Russ.)
6. *Beljaev A.A., Leljak A.I., Leljak A.A., Nevolin S.V., Shpatova T.V., Shahristova A.A., Judushkin V.V., Dostizhenija nauki i tehniki APK*, 2017, No. 5, pp. 20–23. (In Russ.)
7. *Gosudarstvennyy katalog pesticidov i agrohimikatov, razreshennykh k primeneniju na territorii Rossijskoj Federacii, Part II, Agrohimikaty* (State catalog of pesticides and agrochemicals approved for use on the territory of the Russian Federation. Part II. Agrochemicals), Moscow, 2023, 67 p.
8. *Stol'nikova N.P., Lutov V.I., Promyshlennaya kul'tura zemlyaniki v Sibiri* (Industrial culture of strawberries in Siberia), Novosibirsk, 2009, 206 p.
9. *Programma i metodika sortoizucheniya plodovykh, yagodnykh i orekhoplodnykh kul'tur* (Program and methodology for variety study of fruit, berry and nut crops), Orel, Izd-vo: VNIISPК, 1999, 606 p.
10. *Dospikhov B.A. Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovanii* (Field experience methodology: with the basics of statistical processing of research results), Moscow, 2013, 349 p.
11. *Sorokin O.D. Prikladnaya statistika na komp'yutere* (Applied statistics on the computer), Krasnoobsk: GUP RPO SO RASKhN, 2009, 222 p.



РЕГИОНАЛЬНАЯ И ОТРАСЛЕВАЯ ЭКОНОМИКА

REGIONAL AND SECTORAL ECONOMY

УДК 338.43

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-190-197

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ РЕГИОНАЛЬНЫЙ ЭКСПОРТ ЗЕРНА

¹С.Л. Соколов, кандидат экономических наук

²С.А. Шелковников, доктор экономических наук, профессор

¹АО «Новосибирскхлебодукт»

²Новосибирский государственный аграрный университет

E-mail: shelkovnikov1@rambler.ru

Ключевые слова: региональный экспорт зерна, профицит зерна, тарифные квоты, продовольственный баланс, запасы зерна, производство зерна, потребление зерна, мощности хранения, потенциал регионального экспорта зерна, резерв роста регионального экспорта зерна.

Реферат. Величина экспортных поставок зерна определяется в своей основе размером возникающего в регионах профицита, формируемого, в свою очередь, как превышение внутреннего производства над внутренним потреблением (включая вывоз в другие регионы). Однако в условиях государственного регулирования рынка зерна профицит является не единственным фактором экспорта зерновых. Авторами сформированы трёх- и восьмифакторные модели, определяющие величину регионального экспорта зерна не только непосредственно от величины регионального профицита, но и от покрытия тарифной квотой регионального профицита, степени фактического освоения тарифной квоты (трёхфакторная модель), соответствия требованиям продовольственной безопасности, обеспеченности запасов единицами хранения, степени профицитности, удовлетворения потребностей фактическими запасами, а также соответствия годового производства имеющимся ёмкостям хранения (восьмифакторная модель). На основе показателей потенциального и фактического регионального экспорта зерна предложено рассчитывать величину резерва регионального экспорта зерна.

FACTORS DETERMINING REGIONAL GRAIN EXPORTS

¹S.L. Sokolov, PhD in Economic Sciences

²S.A. Shelkovnikov, Doctor of Economic Sciences, Professor

¹AO "Novosibirsk Khleboprodukt"

²Novosibirsk State Agrarian University

E-mail: shelkovnikov1@rambler.ru

Keywords: regional grain exports, grain surplus, tariff quotas, food balance, grain reserves, grain production, grain consumption, storage capacity, potential of regional grain exports, growth reserve of regional grain exports.

Abstract. The value of grain exports is determined by the size of the surplus arising in the regions, which is formed, in turn, as an excess of domestic production over domestic consumption (including export to other regions). However, under state regulation of the grain market, the surplus is not the only factor in grain exports. The authors have formed three- and eight-factor models that determine the value of regional grain

exports not only directly from the value of the regional surplus but also the coverage of the provincial surplus by the tariff quota, the degree of actual development of the tariff quota (three-factor model), compliance with food security requirements, the availability of stocks with storage units, the degree of surplus, satisfaction of needs with actual stocks, as well as compliance with the annual according to the available storage capacities (eight-factor model). Based on the indicators of potential and actual regional grain exports, it is proposed to calculate the value of the reserve of regional grain exports.

В «Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» [1] наращивание экспорта зерна является одной из целей. «Доктриной продовольственной безопасности Российской Федерации» среди основных задач обозначены «достижение положительного сальдо торгового баланса сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия» и «реализация экспортного потенциала» [2]. Очевидно, что не только в современных условиях усложнения международной обстановки, но и во многие другие, более ранние исторические периоды, экспортные поставки зерна становились мощным инструментом геополитики.

В «Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 г.» [3] экспортно-ориентированными называются только регионы юга России, однако определённый экспортный потенциал (пусть и существенно меньший) присущ и другим регионам, федеральным округам, в частности, СФО. Азиатское (китайское) направление экспорта сибирских зерновых, безусловно, представляет интерес, но не закрывает все его (СФО) экспортные возможности. Существенно усложняет ситуацию практика распределения тарифных квот между участниками внешнеторговой деятельности [4 – 6]. Региональные экспортеры учитывают и ряд других нормативных положений по регулированию экспорта [7, 8]. Обозначенные факты свидетельствуют о том, что региональный экспорт зерна определяется отнюдь не только сложившейся ситуацией на рынке зерна, наличием профицита и его величиной, но и множеством других факторов (к сожалению, как показывает литературный обзор даже крупных, фундаментальных исследований А.И. Алтухова [9], В.Ф. Стукача [10], Н.Ю. Шовуновой [11], и др., не имеющих на текущий момент формализованного, формульного выражения).

Целью настоящего исследования является формирование детерминированных мультипликативных факторных моделей, определяющих величину регионального экспорта зерна.

Объектом исследования выступил региональный экспорт зерновых, предметом исследования – факторы, определяющие его величину и динамику.

Формирование факторных моделей результирующего показателя основано на применении приёма аналитического расширения, достаточно подробно раскрываемого в учебниках по теории экономического анализа (анализа хозяйственной деятельности), в частности, Г.В. Савицкой [12], М.И. Баканова, А.Д. Шеремета [13]. Используемые методы исследования также включают монографический, абстрактно-логический.

В первом приближении, размер потенциального регионального экспорта зерновых определяется (при неизменности переходящих запасов) величиной остатка сельскохозяйственной продукции после вычета её потребления (производственного – на семена и корм скоту и птице, личного, переработки – на муку, крупу, комбикорма и другие цели), а также потерь:

$$\text{ПФ} = \text{ПР} - \text{ПТ} - \text{ПТР}, (1)$$

где ПФ – профицит;

ПР – производство;

ПТ – потребление;

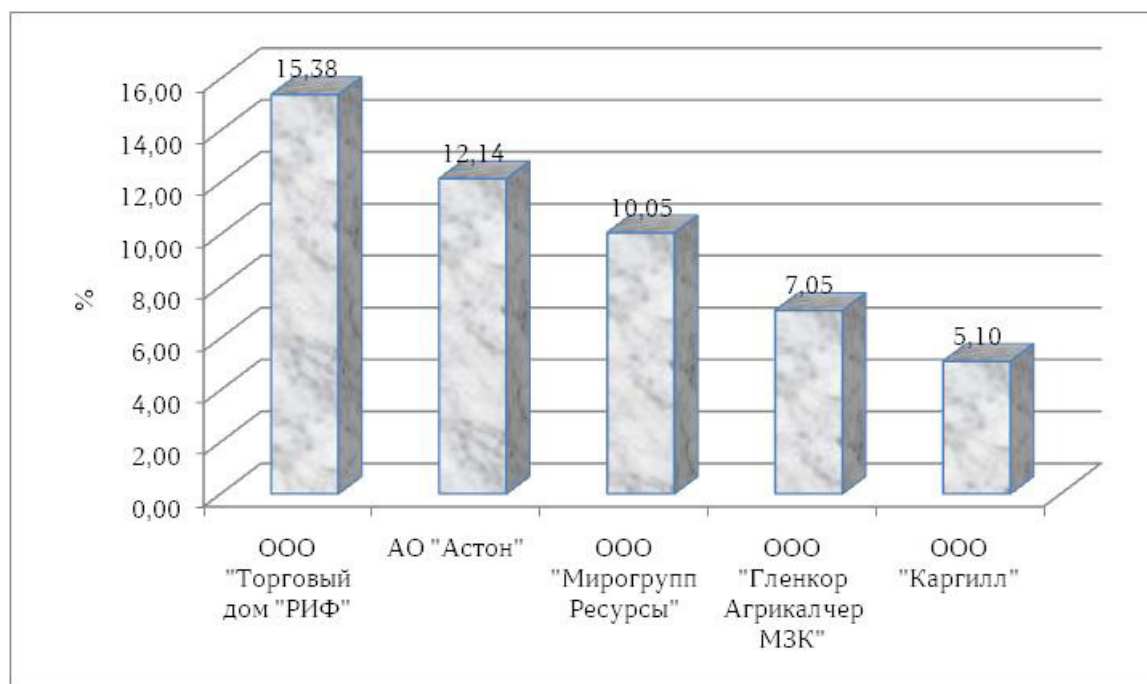
ПТР – потери.

Однако региональный экспорт зерна (именно экспорт, не включая вывоз в другие регионы страны) не равен (по крайней мере, в подавляющем числе случаев) возникшему профициту зерна (что определяется влиянием рассматриваемых далее факторов):

$$РЭЗ \neq ПФ, \quad (2)$$

где РЭЗ – региональный экспорт зерна.

Отличительной особенностью действующей практики экспортных поставок зерна является распределение тарифных квот, характеризующее высокой концентрацией на федеральном уровне (рисунок), сравнительно небольшим числом местных игроков (таблица).



Топ-5 зерновых экспортеров России по итогам 2021 г., % от объема тарифной квоты [14]

Top 5 grain exporters in Russia at the end of 2021, % of the tariff quota volume

Коммерческие организации Новосибирской области, осуществлявшие экспорт зерновых в 2021 – 2023 гг. [15]

Commercial organisations of the Novosibirsk region that exported grain in 2021 – 2023.

Наименование организации	Объём тарифной квоты, тыс. т			Удельный вес, %		
	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
АО «НХП»	38713	48543	112217	90,21	68,78	93,12
ООО «СЭИК»	425	-	-	0,99	-	-
ООО «НПК»	2662	20625	2164	6,20	29,22	1,80
ООО «Атранс Логистика»	1113	1395	4637	2,59	1,98	3,85
ООО «Байсэл»	-	18	434	-	0,03	0,36
ООО «Оникс»	-	-	1060	-	-	0,88
Итого	42913	70581	120512	100,00	100,00	100,00

Данные обстоятельства, в целях получения адекватного экономико-математического выражения изучаемого показателя, фактически «принуждают» нас сформировать следующую факторную модель регионального экспорта зерновых:

$$РЭЗ_{\text{факт}} = ПФ \times \frac{К}{ПФ} \times \frac{РЭЗ_{\text{факт}}}{К} = ПФ \times П_{\text{к/пф}} \times С_{\text{осв}}, \quad (3)$$

где $РЭЗ_{\text{факт}}$ – фактически сложившийся региональный экспорт зерна;

$К$ – тарифная квота;

$П_{\text{к/пф}}$ – покрытие тарифной квотой регионального профицита;

$С_{\text{осв}}$ – степень фактического освоения тарифной квоты.

Таким образом, можно говорить о том, что региональный экспорт зерновых определяется не только возникшим на анализируемой территории профицитом зерновых, но и, во-первых, результатом соотношения квоты и возникшего профицита, т.е. тем, в какой степени выделенная государством квота покрывает возникший излишек, а во-вторых, результатом фактического освоения квоты.

Научно-практическая значимость сформированного соотношения состоит в том, что оно выявляет несоответствие распределяемых квот фактически имевшему место профициту. Так, по данным К.Е. Ларионовой, С.Н. Матвиенко [13], доля Новосибирской области в общей величине тарифных квот составила в 2023 г. 0,004 %, что существенно меньше её экспортного потенциала. Сельскохозяйственные организации части регионов, прежде всего южных, свои квоты полностью не выбирают (не осваивают) и в дальнейшем продают.

Таким образом, обозначенные аспекты требуют трансформации, большей прозрачности и справедливости в распределении тарифных квот, контроля за фактическим их исполнением.

Моделирование показателя регионального экспорта зерна можно осуществить с введением и большего количества факторов, что существенно увеличивает количество управляемых переменных, самым непосредственным образом влияющих на результирующий показатель:

$$РЭЗ_{\text{факт}} = ПФ \times \frac{РЭЗ_{\text{факт}}}{К} \times \frac{З_{\text{факт}}}{З_{\text{норм}}} \times \frac{К}{ПФ} \times \frac{З_{\text{норм}}}{ЕХ} \times \frac{ПР}{ПТ} \times \frac{ПТ}{З_{\text{факт}}} \times \frac{ЕХ}{ПР}, \quad (4)$$

где $З_{\text{факт}}$ – фактические запасы зерновых;

$З_{\text{норм}}$ – нормативные запасы зерновых;

$ЕХ$ – емкости (единицы) хранения зерна.

На авторский взгляд, первичным фактором, определяющим размер регионального экспорта зерновых, по-прежнему должен являться размер сложившегося профицита зерна.

Однако, как показывает модель (4), на целевой показатель можно выделить ещё как минимум (!) 7 факторов, причём носящих не количественный, а качественный, что важно, характер. Последовательность факторов, как известно из курса экономического анализа (теории факторного анализа), имеет значение – необходимо переходить от количественных показателей к «качественным» с дальнейшим распределением по «уровням» (первый, второй и т.д.).

Так, по-прежнему (как и в модели (3)), важным является степень фактического освоения квоты $\left(\frac{РЭЗ_{\text{факт}}}{К}\right)$. Повторимся, место в модели (4) данного фактора может быть изменено по

результатам эмпирической проверки модели (на данный момент можно сделать вывод о том, что данный фактор носит больше описательный характер и менее управляем по сравнению с рядом последующих).

Отношение фактических запасов зерновых к их нормативно определённом уровню $\left(\frac{З_{\text{факт}}}{З_{\text{норм}}}\right)$ является в некотором роде оценкой продовольственной безопасности, поскольку ха-

рактеризует тот промежуток времени (в месяцах, годах), на который хватит уже сформировав-

шихся запасов зерна. Необходимо отметить, что общепринятой точки зрения на период обеспеченности запасами зерна нет – от минимальных, по мнению И.А. и А.А. Колесняк [16], 2 месяцев до фактически наблюдаемых, по данным Росстата, 12 месяцев [17].

Четвёртый фактор, отношение $\left(\frac{K}{ПФ}\right)$, как и в модели (3), есть характеристика покрытия квотой возникшего в регионе (федеральном округе) профицита зерна.

Как утверждают В.Ф. Стукач, К.К. Касенов, в США наличествует «хорошо развитая система фермерских зернохранилищ» [10], что существенно сглаживает сезонные колебания цен и объёмов продаж. На количественное выражение данного аспекта направлен фактор $\left(\frac{З_{норм}}{ЕХ}\right)$, свидетельствующий о том, в какой степени рассчитанные в соответствии с нормативами запасы зерна обеспечены соответствующими емкостями (единицами) хранения.

Превышение производства зерна над его потреблением всех видов $\left(\frac{ПР}{ПТ}\right)$, составляющее следующий фактор модели (4), является, можно считать основополагающим условием осуществления экспорта в принципе.

Потребление зерна всех видов должно (может) обеспечиваться не только непосредственно производством, но и ранее созданными запасами $\left(\frac{ПТ}{З_{факт}}\right)$. В привязке к теме исследования можно утверждать, что расширению регионального экспорта зерна может способствовать и сокращение переходящих, избыточных его остатков.

Заключительной, но исключительно важной качественной характеристикой является соотношение ёмкостей (единиц) хранения и годового объёма производства $\left(\frac{ЕХ}{ПР}\right)$. По свидетельству

В.Ф. Стукач, К.К. Касенова, в США «мощности хранения значительно превышают объёмы производства зерна» [10]. В Российской Федерации и её регионах данный уровень ещё не достигнут.

Важным научно-практическим достоинством представленной модели (4) является управляемость обозначенных переменных, их подконтрольность, что создаёт все необходимые условия не только для ретроспективного анализа, но и для превентивного управления, средне- и долгосрочного планирования и прогнозирования.

Потенциально возможный региональный экспорт зерна можно рассчитать как по модели (4), так и опираясь на всю потенциальную сельскохозяйственную площадь (при условии ввода в оборот всех земель), потенциальную урожайность (использование мелиорации, минеральных и органических удобрений):

$$РЭЗ_{потенц} = S_{потенц} \times УР_{потенц} - ПТ, \quad (5)$$

где $РЭЗ_{потенц}$ – потенциально возможный региональный экспорт зерна;

$S_{потенц}$ – потенциальная площадь сельскохозяйственных земель (за счёт ввода в оборот неиспользуемых земель);

$УР_{потенц}$ – потенциально возможная урожайность, ц/га.

Разность между потенциально возможным уровнем и фактически достигнутым составляет резерв наращивания регионального экспорта зерновых:

$$РЭЗ_{резерв} = РЭЗ_{потенц} - РЭЗ_{факт}, \quad (6)$$

где $РЭЗ_{резерв}$ – резерв роста регионального экспорта зерновых.

Таким образом, научно и практически значимую цель разработки формализованного экономико-математического аппарата изучения, моделирования и факторного анализа величины регионального экспорта зерна можно считать достигнутой. Дальнейшие научные разработки предполагают построение аналогичных моделей, но с иным набором объясняющих переменных (факторов).

По результатам исследования можно сформулировать следующие выводы:

1. Определяющим, но не единственным фактором регионального экспорта зерновых является профицит, возникающий вследствие превышения производства зерна над его потреблением. Однако региональный экспорт зерна зависит также от ряда других факторов, появившихся в практике российского экспорта сравнительно недавно. Прежде всего, речь идёт о практике распределения тарифных квот.

2. Тарифные квоты распределяются преимущественно на сельскохозяйственные организации юга России. В целом практика распределения тарифных квот характеризуется сосредоточением основного их объёма в руках сравнительно небольшого количества участников (южные регионы, Москва), а также небольшим количеством региональных игроков.

3. Региональный экспорт зерна, согласно трёхфакторной модели, зависит от профицита, возникшего на местном (региональном) рынке, покрытия квотой этого профицита, а также степени фактического освоения экспортной квоты сельскохозяйственными организациями.

4. Восьмифакторная модель, в дополнение к перечисленным факторам, учитывает также соответствие требованиям продовольственной безопасности (соотношение фактического уровня запасов нормативно определённым), обеспеченность запасов емкостями (единицами) хранения, степень профицитности, удовлетворение потребностей фактически имеющимися запасами, а также соответствие годового производства имеющимся емкостям хранения.

5. На основе значений показателей потенциального и фактического регионального экспорта зерна рассчитывает резерв наращивания экспортных поставок. Достижение потенциально возможного экспорта зерна и, соответственно, реализация резервов роста требуют ввода в оборот неиспользуемых сельскохозяйственных земель, роста урожайности.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *О Государственной программе развития сельского хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия*: Постановление Правительства РФ от 14.07.2012 № 717 – [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 29.08.2023).
2. *Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности Российской Федерации*: Указ Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 29.08.2023).
3. *Об утверждении Долгосрочной стратегии развития зернового комплекса Российской Федерации до 2035 года*: Распоряжение Правительства РФ от 10.08.2019 № 1796-р (ред. от 13.10.2022) [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 29.08.2023).
4. *О распределении объёма тарифных квот в отношении пшеницы и меслина (коды 1001 19 000 0, 1001 99 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС), ржи (код 1002 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС), ячменя (код 1003 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС) и кукурузы (код 1005 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС) участникам внешнеторговой деятельности*: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 05.02.2021 № 60 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 29.08.2023).
5. *О распределении объёма тарифных квот в отношении пшеницы и меслина (коды 1001 19 000 0, 1001 99 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС), ржи (код 1002 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС), ячменя (код 1003 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС) и кукурузы (код 1005 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС) между участниками внешнеторговой деятельности*: Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 08. 02.2022 № 60 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru/> (дата обращения: 21.08.2023).

6. *О распределении* объёма тарифных квот в отношении пшеницы и меслина (коды 1001 19 000 0, 1001 99 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС), ржи (код 1002 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС), ячменя (код 1003 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС) и кукурузы (код 1005 90 000 0 ТН ВЭД ЕАЭС) между участниками внешнеэкономической деятельности». Приказ Министерства сельского хозяйства Российской Федерации от 07.02.2023 № 68 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.08.2023).
7. *О мерах* по регулированию вывозы пшеницы и меслина, ячменя, ржи и кукурузы за пределы территории Российской Федерации в государства, не являющиеся членами Евразийского экономического союза: Постановление Правительства РФ от 31.12.2021 № 2595 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.08.2023).
8. *О ставках* вывозных таможенных пошлин на зерновые культуры, вывозимые из Российской Федерации за пределы государств-участников соглашений о Таможенном союзе: Постановление Правительства РФ от 06.02.2021 № 117 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.consultant.ru> (дата обращения: 29.08.2023).
9. *Алтухов А.И.* Пространственное развитие зернового хозяйства России: монография. – М.: Сам полиграфист, 2022. – 880 с.
10. *Стукач В.Ф., Касенов К.К.* Инфраструктура регионального рынка зерна: монография. – Омск: Изд-во ОмГАУ, 2002. – 144 с.
11. *Шовунова Н.Ю.* Пространственная организация зернового производства: монография. – М.: Научный консультант, 2023. – 192 с.
12. *Савицкая Г.В.* Экономический анализ: учебник. – 14-е изд., перераб. и доп. – М.: ИНФРА-М, 2014. – 649 с.
13. *Баканов М.И., Шеремет А.Д.* Теория экономического анализа: учебник. – 4-е изд., доп. и перераб. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 416 с.
14. *Ларионова К.Е., Матвиенко С.Н.* Лидеры российского экспорта зерновых в 2021 – 2023 гг. // Теория и практика современной аграрной науки: сб. VI нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2023. – С. 1488–1491.
15. *Ларионова К.Е., Матвиенко С.Н.* Новосибирская область в российском экспорте зерновых // Теория и практика современной аграрной науки: сб. VI нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2023. – С. 1491–1494.
16. *Колесняк И.А., Колесняк А.А.* Система продовольственного обеспечения региона: проблемы и перспективы развития / Краснояр. гос. аграр. ун-т. – Красноярск, 2014. – 208 с.
17. *Федеральная служба государственной статистики* [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения: 29.08.2023).

REFERENCES

1. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 14.07.2012 № 717* (Decree of the Government of the Russian Federation dated 14.07.2012 No. 717), available at: <http://www.consultant.ru/> (August 29, 2023)
2. *Ukaz Prezidenta Rossijskoj Federacii ot 21.01.2020 № 20* (Decree of the President of the Russian Federation dated 21.01.2020 No. 20), available at: <http://www.consultant.ru/> (August 29, 2023)
3. *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF ot 10.08.2019 № 1796-r* (Decree of the Government of the Russian Federation dated 10.08.2019 No. 1796-r), available at: <http://www.consultant.ru/> (August 29, 2023)
4. *Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 05.02.2021 № 60* (Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 05.02.2021 No. 60), available at: <http://www.consultant.ru> (August 29, 2023)
5. *Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 08. 02.2022 № 60* (Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 08. 02.2022 № 60), available at: <http://www.consultant.ru> (August 21, 2023)
6. *Prikaz Ministerstva sel'skogo hozyajstva Rossijskoj Federacii ot 07.02.2023 № 68* (Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated 07.02.2023 No. 68), available at: <http://www.consultant.ru> (August 29, 2023)

7. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 31.12.2021 № 2595* (Decree of the Government of the Russian Federation dated 31.12.2021 No. 2595), available at: <http://www.consultant.ru> (August 29, 2023)
8. *Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 06.02.2021 № 117* (Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 06.02.2021 № 117), available at: <http://www.consultant.ru> (August 29, 2023)
9. Altuhov A.I. *Prostranstvennoe razvitie zernovogo hozyajstva Rossii* (Spatial Development of Grain Farming in Russia), Monograph, Moscow: Sam poligrafist, 2022, 880 p.
10. Stukach V.F., Kasenov K.K. *Infrastruktura regional'nogo rynka zerna* (Infrastructure of the Regional Grain Market), Monograph, Omsk: Izd-vo OmGAU, 2002, 144 p.
11. Shovunova N.Yu. *Prostranstvennaya organizatsiya zernovogo proizvodstva* (Spatial organization of grain production), Monograph, Moscow: Nauchnyj konsul'tant, 2023, 192 p.
12. Savickaya G.V. *Ekonomicheskij analiz* (Economic analysis), textbook, Moscow: INFRA-M, 2014, 649 p.
13. Bakanov M.I., Sheremet A.D. *Teoriya ekonomicheskogo analiza* (Theory of Economic Analysis), textbook, Moscow: Finansy i statistika, 2001, 416 p.
14. Larionova K.E., Matvienko S.N., *Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki*, Proceedings of the VI National (All-Russian) Scientific Conference with International Participation, Novosibirsk, 2023, pp. 1488–1491. (In Russ.)
15. Larionova K.E., Matvienko S.N., *Teoriya i praktika sovremennoj agrarnoj nauki*, Proceedings of the VI National (All-Russian) Scientific Conference with International Participation, Novosibirsk, 2023, pp. 1491–1494. (In Russ.)
16. Kolesnyak I.A., Kolesnyak A.A. *Sistema prodovol'stvennogo obespecheniya regiona: problemy i perspektivy razvitiya* (Food Supply System of the Region: Problems and Prospects of Development), Krasnoyarsk, 2014, 208 p.
17. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki* (Federal State Statistics Service), available at: <https://rosstat.gov.ru/> (August 29, 2023)

ОЦЕНКА ИНВЕСТИЦИОННОЙ ПРИВЛЕКАТЕЛЬНОСТИ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИИ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ РЕНТАБЕЛЬНОСТИ

Д.В. Эссауленко, кандидат экономических наук, доцент
Новосибирский государственный аграрный университет
E-mail: essau@nsau.edu.ru

Ключевые слова: инвестиционная привлекательность, рентабельность продаж, рентабельность активов, рентабельность собственного капитала.

Реферат. *Осуществлена оценка инвестиционной привлекательности сельского хозяйства Российской Федерации по показателям рентабельности продаж, активов и собственного капитала. Выполнен факторный анализ показателей рентабельности: в динамике рентабельности продаж выделены факторы выручки, себестоимости, коммерческих и управленческих расходов. Рентабельность активов представлена как модель, зависящая от рентабельности продаж (по прибыли до налогообложения) и коэффициента оборачиваемости активов. Факторы, определяющие изменение рентабельности собственного капитала, включают (чистую) рентабельность продаж, коэффициент оборачиваемости активов и мультипликатор капитала. Установлено, что непосредственно операционная, производственно-хозяйственная деятельность сельскохозяйственных организаций Российской Федерации отличается высокой рентабельностью (продаж), но сопряжена со значительной капиталоемкостью, что создаёт «давление» на значения показателей рентабельности активов, и чрезмерной закредитованностью (финансовой зависимостью), что сокращает возможности дальнейшего наращивания финансовой рентабельности (рентабельности собственного капитала).*

ASSESSMENT OF THE INVESTMENT ATTRACTIVENESS OF AGRICULTURE IN RUSSIA BY PROFITABILITY INDICATORS

D.V. Essaulenko, PhD in Economic Sciences, Associate Professor
Novosibirsk State Agrarian University
E-mail: essau@nsau.edu.ru

Keywords: Investment attractiveness, return on sales, return on assets, return on equity.

Abstract. *The article evaluates the investment attractiveness of agriculture in the Russian Federation in terms of profitability of sales, assets and equity. A factor analysis of profitability indicators is performed: in the dynamics of profitability of sales, the factors of revenue, cost, commercial and management expenses are highlighted; the return on assets is presented as a model dependent on the return on sales (profit before tax) and the asset turnover ratio; factors determining the change in return on equity include (net) return on sales, asset turnover ratio and capital multiplier. It is established that the direct operational, production and economic activities of agricultural organisations of the Russian Federation are characterised by high profitability (sales) but are associated with significant capital intensity, which creates "pressure" on the values of return on assets, and excessive crediting (financial dependence), which reduces the possibility of further increasing financial profitability (return on equity).*

Любая предпринимательская деятельность, любое коммерческое начинание имеют конечной целью получение положительного финансового результата – прибыли. Инвестиции могут преследовать разные цели, в т.ч. и социальные, природоохранные и др., но основной их целью всё равно является получение максимального эффекта, а поскольку эффект всегда необходимо соотносить с вызвавшей его базой, – максимальной эффективности, рентабельности. По достижении в сельском хозяйстве (равно как и в других видах предпринимательской деятельности) высокой рентабельности задача повышения государством инвестиционной привлекатель-

ности сельского хозяйства если не сойдёт на нет, то по крайней мере снизит свою актуальность, остроту.

Целью настоящего исследования является оценка инвестиционной привлекательности по основным группам показателей рентабельности.

Для достижения обозначенной цели были поставлены следующие задачи:

1) выполнить расчёт и провести факторный анализ рентабельности продаж как основного показателя операционной деятельности сельскохозяйственных организаций России;

2) проанализировать динамику показателя рентабельности активов и факторы, её определяющие (рентабельность активов расценивается автором как основной показатель эффективности производственно-хозяйственной деятельности);

3) осуществить факторный анализ признаваемого обобщающим показателя рентабельности [1] – рентабельности собственного капитала, т.е. эффективности вложений в (сельскохозяйственный) бизнес его учредителей (собственников).

Постановка обозначенных задач позволяет рассчитывать на достижение обозначенной цели, раскрытие темы исследования во всех её наиболее существенных аспектах.

Объектом исследования признана инвестиционная привлекательность сельскохозяйственных организаций, предметом исследования – рентабельность как ключевая характеристика инвестиционной привлекательности вложений (инвестиций) в тот или иной бизнес.

Объектом наблюдения являются сельскохозяйственные организации Российской Федерации. Период исследования – 2017 – 2021 гг.

Подход к оценке инвестиционной привлекательности на основе анализа показателей рентабельности в академической науке и на практике используется в различных модификациях применительно к предприятиям многих отраслей. Так, Т.С. Кравченко, Ю.В. Бухвостов для оценки инвестиционной привлекательности агросубъекта изначально двухфакторную модель расширяют до семи показателей (факторов) [2]. Факторный анализ к оценке инвестиционной привлекательности сельскохозяйственных организаций, но лишь по показателю рентабельности собственного капитала, применяет С.Н. Матвиенко [3], для оценки инвестиционной привлекательности турпредприятий его используют А.В. Кириченко, Н.А. Кулик [4]. Закономерно многочисленны факты применения данного подхода к отдельно взятым коммерческим организациям (в частности, Е.А. Емельяновой, О.В. Сониной [5]). Отличительной особенностью авторского подхода является применение факторных моделей ко всем основным показателям рентабельности (продаж, активов и собственного капитала) по сельскому хозяйству в целом.

Объективная (информационная) сложность данного подхода состоит в том, что имея (за счёт публикаций Росстата) лишь значения показателей рентабельности продаж (и затрат), активов, невозможно получить значения показателя рентабельности собственного капитала. Автор видит выход из сложившегося положения в том, что мультипликатор собственного капитала, используемый в модели рентабельности собственного капитала, есть показатель, обратный коэффициенту автономии (финансовой независимости), данные о котором Росстатом уже публикуются.

Информационной основой для выполнения исследования выступили данные «Российского статистического ежегодника» [6–10], интернет-ресурс Федеральной службы государственной статистики [11].

В зависимости от решаемых задач были использованы следующие методы исследования: монографический, экспертных оценок, приёмы экономического анализа (способ цепных подстановок, абсолютных разниц, группировка, сравнение и др.).

Рентабельность продаж. Рентабельность продаж автором расценивается как основной показатель эффективности операционной деятельности, т.к. он (при использовании валовой прибыли или, как в настоящем исследовании, прибыли от продаж) ещё не «искажен» влиянием

факторов прочих доходов и расходов (проценты к получению и уплате, доходы от участия в других организациях, сальдо прочих доходов и расходов).

Результаты факторного анализа рентабельности продаж (по прибыли от продаж) сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг. (способом цепных подстановок) представлены в табл. 1.

Таблица 1

Результаты факторного анализа рентабельности продаж сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг., %
(составлено автором по [6–10])
Results of factor analysis of the profitability of sales of agricultural organisations in the Russian Federation for 2017 – 2021, % (compiled by the author based on [6–10])

Показатель	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Рентабельность продаж	13,83	15,13	14,64	18,38	22,09
Изменение	-	1,30	-0,50	3,75	3,70
В т.ч. по причине влияния факторов выручка	-	11,31	2,78	12,72	15,25
себестоимость	-	-9,32	-3,05	-8,18	-9,41
коммерческие и управленческие расходы	-	-0,69	-0,22	-0,79	-2,14

Соответственно, фактор выручки всегда оказывал положительное влияние на результирующий показатель и, за исключением 2019 г., этого влияния было достаточно, чтобы перекрыть совокупное отрицательное влияние факторов всё возрастающей себестоимости продаж, а также коммерческих и управленческих расходов. Отдельно следует акцентировать внимание на значительно выросшем и при этом отрицательном по своему влиянию факторе коммерческих и управленческих расходов.

Таким образом, непосредственно операционная, производственно-хозяйственная деятельность сельскохозяйственных организаций в целом (в среднем по стране, с учётом государственной поддержки) достаточно эффективна и высокорентабельна, что, при первом рассмотрении, вступает в противоречие с результатами опроса Росстатом респондентов, называвших низкую прибыльность (рентабельность) одним из наиболее значимых ограничений инвестиционной деятельности [11].

Частично это противоречие снимается при переходе к анализу следующего показателя рентабельности – рентабельности активов, а также факторов, её формирующих. Последними являются уже рассмотренная рентабельность продаж (но уже по прибыли до налогообложения), а также оборачиваемость активов.

Рентабельность активов. Представленные ниже значения коэффициента оборачиваемости активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг. в среднем составляют 0,5 оборота (руб/руб.), т.е. за 1 год активы сельскохозяйственных организаций совершают лишь пол-оборота, а на совершение одного полного оборота требуется соответственно 2 года. Результаты полного факторного анализа рентабельности активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг. (способ абсолютных разниц) представлены в табл. 2.

Таблица 2

Результаты факторного анализа рентабельности активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг., % (составлено автором по [6–10])
Results of factor analysis of the profitability of assets of agricultural organisations of the Russian Federation for 2017 – 2021, % (compiled by the author according to [6–10])

Фактор	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Коэффициент оборачиваемости активов	0,49	0,50	0,48	0,48	0,52
Рентабельность активов	5,4	5,8	4,2	7,7	10,6
Изменение	-	0,40	-1,60	3,50	2,90
В т.ч. по причине влияния факторов рентабельности продаж	-	0,34	-1,40	3,42	2,18
коэффициент оборачиваемости активов	-	0,06	-0,20	0,08	0,72

Росту рентабельности активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации по итогам 2018 г. с 5,4 до 5,8 % способствовали, таким образом, оба фактора – и рентабельность продаж, и коэффициент оборачиваемости активов, однако основное влияние оказывал фактор именно рентабельности продаж. Преобладание фактора рентабельности продаж сохранится и далее. Но в 2019 г. влияние фактора рентабельности продаж, равно как и оборачиваемости активов, стало уже отрицательным, что привело по итогу к снижению рентабельности активов до 4,2 %, т.е. на 1,6 процентных пункта (п.п.), в т.ч. по причине влияния фактора рентабельности продаж на 1,4 п.п., по причине влияния фактора оборачиваемости активов – на 0,2 п.п. Резкий, на 3,5 п.п., прирост рентабельности активов в 2020 г. – до 7,7 %, на 3,42 п.п., определяется влиянием фактора рентабельности продаж и лишь на 0,08 п.п. – влиянием фактора оборачиваемости активов. В 2021 г. положительные изменения продолжились, рентабельность активов выросла до 10,6 %, на 2,9 п.п., в т.ч. за счёт увеличения рентабельности продаж на 2,18 п.п., за счёт интенсификации использования активов – на 0,72 п.п.

Налицо положительная динамика, закладывающая основу для роста инвестиционной привлекательности сельского хозяйства. Однако двузначное значение рентабельности активов сформировалось лишь однажды и то по итогам последнего года, а всего лишь двумя годами ранее значение было равно 4,2 %. Столь низкое значение, равно как и в предшествующие 2017 – 2018 гг. в среднем 5,6 %, означает, что с каждого рубля, вложенного в активы, обратно поступает лишь 4 – 5 коп. прибыли. Таким образом, мы подходим к более детальной проработке истинных причин невысокой инвестиционной привлекательности сельскохозяйственного производства – относительно невысокая рентабельность активов в сельскохозяйственном производстве определяется его высокой капиталоемкостью (а не нерентабельностью непосредственно сельскохозяйственного производства). Под высокой капиталоемкостью в настоящем исследовании подразумевается, что для получения продукции на 1 руб. сельскохозяйственному производителю в среднем требуется активов на 2 руб. (безусловно, существуют ещё более капиталоемкие производства – ВПК, энергетика и др.).

При этом структура активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации в анализируемом периоде 2017 – 2021 гг. относительно стабильна (рис. 1).

В 2018 – 2019 гг. доля внеоборотных активов (представленных преимущественно основными средствами) в структуре имущества сельскохозяйственных организаций Российской Федерации увеличивалась – до 55,36 % по итогам 2018 г. (с 55,19 %, т.е. на 0,17 п.п.) и до 56,68 % по итогам 2019 г. (на 1,32 п.п.). По итогам последних двух лет (2020 – 2021 гг.) сформировалась обратная тенденция увеличения удельного веса уже оборотных активов – с 43,32 до 43,83 % (на 0,51 п.п.) в 2020 г. и до 45,39 % (на 1,55 п.п.) в 2021 г.

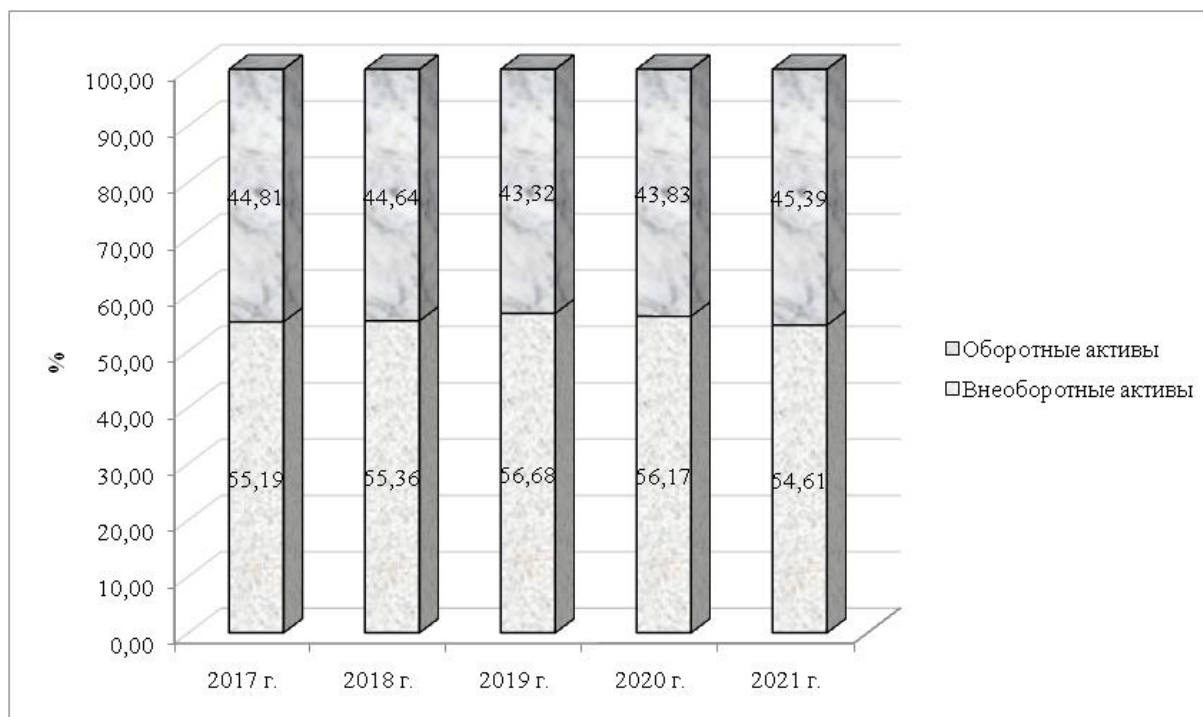


Рис. 1. Структура активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации в 2017 – 2021 гг. (по состоянию на конец года), %
(составлено автором по [6–10])

Structure of agricultural assets of the Russian Federation in 2017 – 2021 (as of the end of the year), % (compiled by the author based on [6–10])

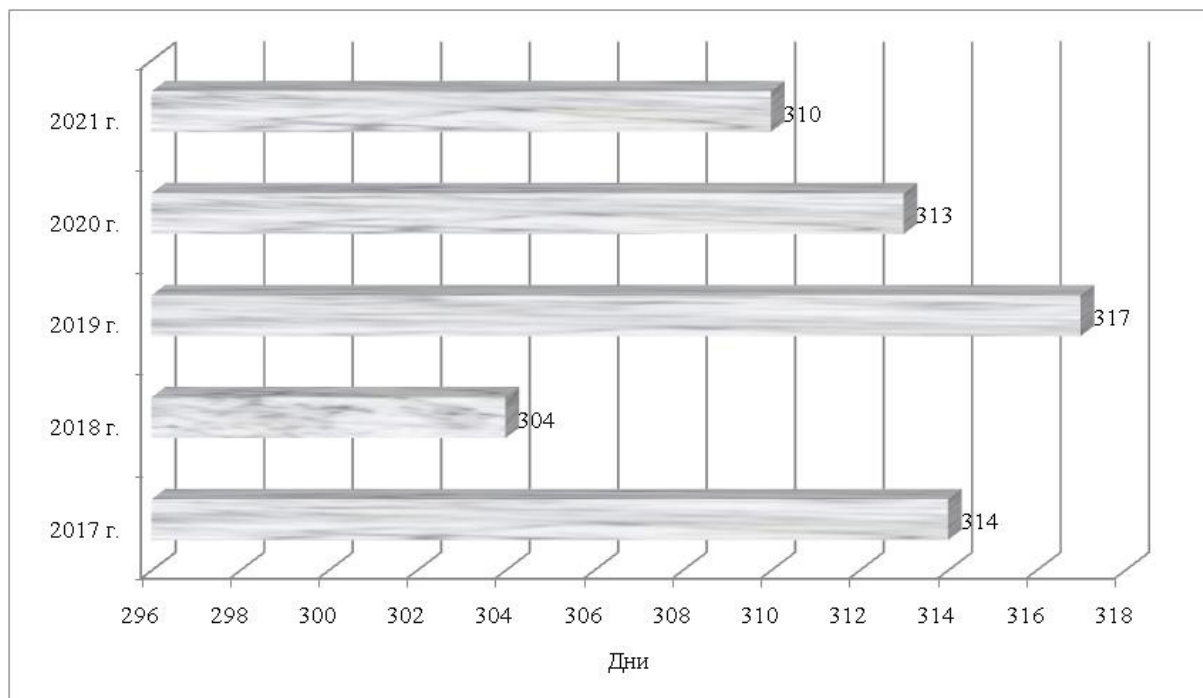


Рис. 2. Период оборота оборотных активов сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг. (составлено автором по [6–10])

Period of turnover of current assets of agricultural organisations of the Russian Federation for 2017 – 2021. (compiled by the author based on [6–10])

Длительные сроки оборота (более одного года) имеют не только внеоборотные активы и их главный элемент – основные фонды, но даже более мобильные, а именно оборотные активы сельскохозяйственных организаций Российской Федерации, о чём свидетельствуют представленные на рис. 2 данные за 2017 – 2021 гг. – период оборота оборотных активов стабильно превышает 10 месяцев.

Полученный результат крайне важен с позиции активизации инвестиционной деятельности в сельском хозяйстве России, поскольку свидетельствует о необходимости инвестиций не только в основной капитал, но и в оборотные активы (а именно запасы как основной элемент оборотных активов), поскольку воздействие на оборотные активы составляет основу операционной деятельности.

Иными словами, хотя инвестиции в основной капитал и составляют основу «совокупного» инвестирования, также должны быть предусмотрены и инвестиции в оборотные средства. Капиталоёмкость сельскохозяйственного производства можно представить в рассматриваемом контексте как высокую фондоёмкость (прежде всего) и также значимую запасоёмкость (оборотные активы в целом и запасы сельскохозяйственных организаций в частности не «обернутся» в короткий срок, а значит, надо быть готовым к «обездвиживанию» части средств в запасах).

Рентабельность собственного капитала. Завершим анализ факторов, определяющих инвестиционную привлекательность (или, напротив, непривлекательность) сельскохозяйственных организаций Российской Федерации, рассмотрением значений, динамики и причин изменения показателя рентабельности собственного капитала. В общем случае, при стандартном расчёте, он иллюстрирует меру отдачи в виде чистой прибыли на каждый рубль вложенного собственниками капитала, что, на авторский взгляд, является наилучшей характеристикой инвестиционной привлекательности того или иного бизнеса, проекта.

При этом, опираясь на трёхфакторную модель рентабельности собственного капитала (модель «Дюпон»), а не его расчёт через отношение чистой прибыли к среднегодовой сумме собственного капитала, можно утверждать, что в данном показателе происходит формализованная увязка и ранее проанализированных ограничений инвестиционной деятельности:

- рентабельности продаж (по чистой прибыли);
- оборачиваемости активов;
- финансовой зависимости.

Первые два фактора были проанализированы нами выше. Определённых пояснений требует лишь фактор финансовой зависимости, который в модели «Дюпон» называется мультипликатором капитала (в разных источниках также – коэффициент трансформации капитала). Рассчитывается данный показатель как отношение (среднегодовой) суммы активов / капитала (валюты баланса) к (среднегодовой) сумме собственного капитала. Очевидно, что данный расчёт есть не что иное, как обратный расчёт по отношению к коэффициенту автономии (финансовой независимости).

Именно на этом основании автором и был осуществлён расчёт значений рентабельности собственного капитала сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг. (табл. 3) (Росстат расчёты рентабельности собственного капитала не осуществляет).

За 2017 – 2021 гг. рентабельность вложений собственников сельскохозяйственных организаций Российской Федерации возросла с 12,59 до 24,71 %, т.е. на 12,12 п.п., в т.ч. на 1,52 п.п. в 2018 г., 8,72 п.п. – в 2020 г. и 5,17 п.п. – в 2021 г. Сокращению целевого показателя «способствовал» лишь 2018 г., когда рентабельность собственного капитала снизилась с 14,11 до 10,82 %, т.е. на 3,29 п.п. Наибольший прирост показатель имел в 2020 г., в т.ч. по причине наименьшего своего значения годом ранее (ранее отмечавшийся эффект низкой базы).

Таблица 3

Результаты факторного анализа рентабельности собственного капитала сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг., % (составлено автором по [6–10])
Results of factor analysis of return on equity capital of agricultural organizations of the Russian Federation for 2017 – 2021, % (compiled by the author according to [6–10])

Фактор	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.
Мультипликатор капитала	2,33	2,43	2,58	2,54	2,33
Рентабельность собственного капитала, %	12,59	14,11	10,82	19,54	24,71
Изменение	-	1,52	-3,29	8,72	5,17
В т.ч. по причине влияния факторов чистая рентабельность продаж	-	0,78	-3,40	8,80	5,54
коэффициент оборачиваемости активов	-	0,15	-0,49	0,22	1,82
мультипликатор капитала	-	0,59	0,61	-0,30	-2,19

Поскольку модель «Дюпон» – мультипликативная, нами в факторном анализе рентабельности собственного капитала сельскохозяйственных организаций Российской Федерации за 2017 – 2021 гг. был использован способ абсолютных разниц.

Соответственно, росту рентабельности собственного капитала сельскохозяйственных организаций Российской Федерации по итогам 2018 г. способствовали все обозначенные факторы – и рост чистой рентабельности продаж (по сальдированному финансовому результату), и интенсификация использования активов, и усиление финансовой зависимости (рост мультипликатора капитала с 2,33 в 2017 г. до 2,43 в 2018 г. означает, что коэффициент автономии сократился с 42,9 до 41,1%). И если рост рентабельности и деловой активности однозначно заслуживает положительной оценки, то рост мультипликатора неоднозначен – с одной стороны, это способствовало росту целевого показателя, с другой – это же означает достижение обозначенного роста за счёт усиления финансовой зависимости, сокращения доли собственных средств.

Сокращение результирующего показателя рентабельности собственного капитала по итогам 2019 г. в размере 3,29 п.п. на 3,40 п.п. обусловлено действием фактора сокращения чистой рентабельности продаж и на 0,49 п.п. – снижением оборачиваемости активов. Сдерживающее и тем самым формально положительное влияние в этот период оказывало дальнейшее усиление мультипликатора капитала – до 2,58 (с 2,43, т.е. на 0,15). Однако, интерпретируя рост мультипликатора капитала через обратный показатель – коэффициент автономии, который сократился к концу 2019 г. до 38,8 %, становится очевидно, что с точки зрения финансовой безопасности, минимизации рисков и этот фактор фактически имел негативное проявление.

В 2020 г. рентабельность собственного капитала достигла 19,54 %, обеспечив прирост 8,72 п.п. Положительное влияние фактора чистой рентабельности продаж (8,80 п.п.) усиливалось интенсификацией использования активов (0,22 п.п.), но сокращалось вследствие снижения мультипликатора капитала (-0,30 п.п.), роста коэффициента автономии (до 39,4 %, что всё равно является крайне низким значением, не удовлетворяющим нормативу 50 %).

Усиление доли собственных средств сельскохозяйственных товаропроизводителей, прослеживаемое по итогам 2021 г. (до 42,9 % по коэффициенту автономии и 2,33 – по мультипликатору капитала) было единственным фактором, сдерживающим рост рентабельности собственного капитала. Его (фактора) значение составило -2,19 п.п. против 5,54 п.п. по фактору рентабельности продаж и 1,82 п.п. – по фактору оборачиваемости активов. Тем не менее по итогам 2021 г. было получено максимальное значение рентабельности вложений собственников – в среднем каждый из них на каждый рубль инвестиций получил по итогам года 25 коп.

чистой прибыли. При сохранении таких значений инвесторы, собственники могут рассчитывать на полную окупаемость уже через 4 года ($100 / 25$).

Таким образом, в основе роста значений показателей рентабельности продаж сельскохозяйственных организаций Российской Федерации (за исключением 2019 г.) лежит более интенсивный рост выручки по сравнению с увеличением себестоимости продаж, а также коммерческих и управленческих расходов.

Значительная часть относительно высокой рентабельности операционной деятельности сельскохозяйственных организаций «съедается» крайне низкой оборачиваемостью активов (в среднем 2 года).

Инвестирование в сельскохозяйственное производство, бизнес в целом можно расценивать как привлекательное, т.к. обеспечивается рентабельность вложений собственников в размере 25 % (2021 г.), что фактически недостижимо в рамках альтернативных источников получения дохода (процент по банковским вкладам, государственным и большинству коммерческих ценных бумаг). Необходимо отметить, что потенциал наращивания рентабельности собственного капитала за счёт увеличения мультипликатора капитала в сельском хозяйстве России преимущественно исчерпан.

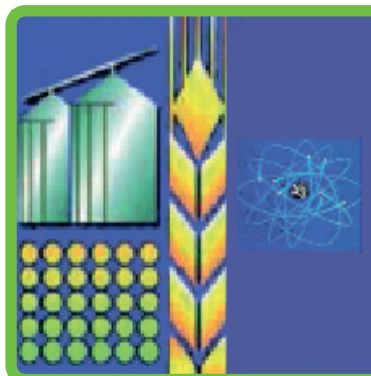
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Матвиенко С.Н. Расширение аналитических возможностей при углубленном анализе рентабельности собственного капитала // Современные финансовые отношения: проблемы и перспективы развития: материалы регион. науч.-практ. конф. преподавателей и аспирантов. – 2014. – С. 85–90.
2. Кравченко Т.С., Бухвостов Ю.В. Методы инвестиционного анализа в основе оценки инвестиционной привлекательности агросубъекта: семифакторная модель рентабельности активов // Финансовый бизнес. – 2023. – № 1 (235). – С. 32–36.
3. Матвиенко С.Н. Оценка инвестиционной привлекательности сельского хозяйства Новосибирской области по показателю рентабельности собственного капитала и факторов, её определяющих // Теория и практика современной аграрной науки: сб. VI нац. (всерос.) науч. конф. с междунар. участием. – Новосибирск, 2023. – С. 1502–1505.
4. Кириченко А.В., Кулик Н.А. Факторный анализ показателей рентабельности как этап оценки инвестиционной привлекательности турпредприятий // Аллея науки. – 2017. – Т. 5. – № 16. – С. 603–609.
5. Емельянова Е.А., Сони́на О.В. Повышение рентабельности предприятия, как один из способов управления инвестиционной привлекательностью (на примере ООО НПП «Челябинский инструментальный завод») // Форум молодых ученых. – 2018. – № 4 (20). – С. 487–491.
6. Российский статистический ежегодник. 2018: стат. сб. / Росстат. – М., 2018. – 694 с.
7. Российский статистический ежегодник. 2019: стат. сб. / Росстат. – М., 2019. – 708 с.
8. Российский статистический ежегодник. 2020: стат. сб. / Росстат. – М., 2020. – 700 с.
9. Российский статистический ежегодник. 2021: стат. сб. / Росстат. – М., 2021. – 692 с.
10. Российский статистический ежегодник. 2022: стат. сб. / Росстат. – М., 2022. – 691 с.
11. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – URL: <https://rosstat.gov.ru> (дата обращения: 08.08.2023).

REFERENCES

1. Matvienko S.N. *Sovremennye fi-nansovye otnosheniya: problemy i perspektivy razvitiya* (Modern Financial Relations: Problems and Development Prospects), Proceedings of the Regional Scientific and Practical Conference of Teachers and Graduate Students, 2014, pp. 85–90. (In Russ.)
2. Kravchenko T.S., Buhvostov Yu.V., *Finansovyy biznes*, 2023, No. 1 (235), pp. 32–36. (In Russ.)
3. Matvienko S.N. *Teoriya i praktika sovremen-noj agrarnoy nauki* (Theory and Practice of Modern Agrarian Science), Proceedings of the VI National (All-Russian) Scientific Conference with International Participation, Novosibirsk, 2023, pp. 1502–1505. (In Russ.)

4. Kirichenko A.V., Kulik N.A., *Alleya nauki*, 2017, Vol. 5, No. 16, pp. 603–609. (In Russ.)
5. Emel'yanova E.A., Sonina O.V., *Forum molodyh uchenyh*, 2018, No. 4 (20), pp. 487–491. (In Russ.)
6. *Rossijskij statisticheskij ezhegodnik* (Russian Statistical Yearbook), 2018, stat. sb., Rosstat, Moscow, 2018, 694 p.
7. *Rossijskij statisticheskij ezhegodnik* (Russian Statistical Yearbook), 2019, stat. sb., Rosstat, Moscow, 2019, 708 p.
8. *Rossijskij statisticheskij ezhegodnik* (Russian Statistical Yearbook), 2020, stat. sb., Rosstat, Moscow, 2020, 700 p.
9. *Rossijskij statisticheskij ezhegodnik* (Russian Statistical Yearbook), 2021, stat. sb., Rosstat, Moscow, 2021, 692 p.
10. *Rossijskij statisticheskij ezhegodnik* (Russian Statistical Yearbook), 2022, stat. sb., Rosstat, Moscow, 2022, 691 p.
11. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki* (Federal State Statistics Service), available at: <https://rosstat.gov.ru> (August 08, 2023).



ХРОНИКА, СОБЫТИЯ, ФАКТЫ

TIMELINE. EVENTS. FACTS.

УДК 619:614.3:355.511.52(09) (571.14)

DOI:10.31677/2311-0651-2023-42-4-207-225

«История прошлого нашей науки расширяет кругозор не только ученого, но и практика; знание прошедшего даст масштаб для верной оценки заслуг настоящего. История показывает, как часто многое, потерявшее всякое значение, возникает вновь, и как наоборот погибает то, что долго пользовалось почетом».

С.С. Евсеенко. «Ветеринарная медицина и ветеринарные врачи», 1882 г.

ГОСУДАРСТВЕННОЙ ВЕТЕРИНАРНОЙ СЛУЖБЕ РОССИИ – 155 ЛЕТ¹

В.М. Авиллов, доктор ветеринарных наук, член-корреспондент РАН

Нижегородская государственная сельскохозяйственная академия

E-mail: zolotovo_41@rambler.ru

THE STATE VETERINARY SERVICE OF RUSSIA CELEBRATES ITS 155 ANNIVERSARY

V.M. Avilov, Doctor of Veterinary Sciences, Corresponding member of the Russian Academy of Sciences

Nizhny Novgorod State Agricultural Academy

E-mail: zolotovo_41@rambler.ru

История создания государственных ветеринарных служб во многих странах связана с необходимостью обеспечения продовольственной безопасности и появлением угрозы распространения особо опасных болезней среди населения. Именно по этой причине в России была организована государственная ветеринарная служба, находящаяся на содержании за счет бюджетных средств государства.

В середине XIX в. на территории страны широкое распространение получили болезни животных: чума крупного рогатого скота, ящур, сибирская язва, бешенство, повальное воспаление легких, сап лошадей и др. По неполным данным, только в 1849 г. погибло от чумы крупного рогатого скота 1 млн 222 тыс. животных, в Самарской губернии в 1883 г. – 213959 голов. В 1880 г. из 62 губерний всего шесть были благополучны по указанной болезни. Гибель скота привела к массовому разорению скотопромышленников, особенно мелких дворянских хозяйств. Эпизоотии сибирской язвы, сапа лошадей привели к серьезным помехам в деятельности армии, транспорта и связи, ставили под угрозу здоровье населения.

¹Печатается с разрешения редакции журнала «Ветеринария Кубани» с дополнениями и правками от авторов

В России по состоянию на середину XIX в. не было единой ветеринарной службы. Небольшое число ветеринарных врачей и фельдшеров находились в разных ведомствах. В стране не имелось и единого руководящего ветеринарного органа. В тот период борьба с эпизоотиями велась путем издания отдельных правительственных указов и рекомендаций. Однако такие меры были неэффективны, в связи с чем в 1860 г. при Министерстве внутренних дел был учрежден «Особый комитет об улучшении ветеринарной части в России и мерах предупреждения скотских падежей в Империи».

Комитет составил «Проект постановления по ветеринарной части». В нем говорилось, что в России работает незначительное число ветеринаров, которые находятся «на скудном содержании ... лишены той нравственной опоры их деятельности, которую всякому специалисту доставляет самостоятельность в его распоряжениях». Комитет также разработал проект Ветеринарного устава, который предусматривал «обеспечение нравственного и материального обеспечения положения гражданских ветеринаров с представлением им всех прав и преимуществ, коими пользуются медицинские чины гражданского ведомства». В проекте предлагалось учредить Главное управление ветеринарии, ученый комитет, губернские, областные и уездные ветеринарные управления, независимые от медицинского департамента Министерства внутренних дел.

При разработке предложений об устройстве ветеринарной службы учитывались экономическое состояние страны, благосостояние населения, размеры территории, географические и климатические условия, транспортное сообщение, возможность оперативного управления службой.

Комитетом была разработана конкретная программа государственных мер по формированию системы предупреждения возникновения и распространения массовых болезней животных, в основу которой были заложены следующие принципы:

- создание единой, управляемой сверху донизу государственной ветеринарной службы на всех уровнях административного деления, отвечающей за ветеринарное обслуживание в стране;
- разработка и утверждение нормативно-правовой документации по борьбе с болезнями с учетом последних достижений науки и практики;
- законодательное определение учреждений и лиц, ответственных за осуществление разработанных мер по ликвидации болезней на всех уровнях административного управления;
- разработка мер по стимулированию научных исследований в области ветеринарии, подготовке и переподготовке кадров ветеринарных специальностей, а также по созданию необходимых условий, чтобы профессия ветеринарного врача была престижной.

В соответствии с этой программой Государственным советом 2 декабря 1868 г. принято постановление об организации при Министерстве внутренних дел Центрального ветеринарного управления с подчинением ему губернских и уездных ветеринарных врачей. Финансирование созданной государственной ветеринарной службы осуществлялось из бюджета и за счет платных услуг (в основном денежных сборов за ветконтроль при перегоне скота и перемещении животноводческих грузов).

Назначение руководителя Ветеринарного управления осуществлялось именным указом Императора, что свидетельствовало о высоком административном статусе этой должности.

К обязанностям Ветеринарного управления относились:

- изучение мер «к лучшему устройству» ветеринарной части и принятие мер по предупреждению и прекращению повальных и заразных болезней домашних животных;
- составление ветеринарных наставлений и инструкций относительно прекращения эпизоотий;
- издание популярных сочинений о правильном содержании и лечении животных;

- испытание новых открытий в практической ветеринарии;
- рассмотрение и дозволение на продажу зоофармацевтических средств;
- обсуждение мер по облегчению прогона скота;
- вообще все предметы, касающиеся ветеринарной науки и требующие научных исследований.

При Ветеринарном управлении находилась ветеринарная лаборатория, обязанности которой и порядок управления определялись инструкцией министра внутренних дел.

В непосредственном подчинении Министерства внутренних дел находилась структура управления государственной ветеринарной службой в губерниях и уездах, а также ветеринарные врачи скотопогонных трактов и железнодорожных станций.

В губерниях ветеринарная служба была представлена губернским ветеринарным врачом или заведующим ветеринарной частью. Для каждой губернии, с учетом ее географической значимости и социально-экономических особенностей, Министерством утверждалось штатное расписание и денежное содержание каждой штатной единицы.

На губернскую ветеринарную службу возлагались следующие обязанности:

1. Заведование делопроизводством по ветеринарной части в губернии.
2. Составление проектов правил по ветеринарно-санитарной части и годовых отчетов.
3. Участие в заседаниях областного или губернского правления и прочих учреждений при обсуждении вопросов, относящихся к ветеринарной части губернии.
4. Наблюдение за выполнением всеми чинами ветеринарно-полицейского надзора возложенных на них служебных обязанностей.
5. Ближайшее руководство находящимися в губернии или области чинами ветеринарного надзора: ветеринарами, ветеринарными фельдшерами, стражниками и другими лицами, не только принимающими меры против эпизоотий, но также выполняющими надзор за бойнями, ярмарками, базами и другими местами скопления скота и животных продуктов.
6. Временное перемещение с разрешения губернатора ветеринаров и других лиц ветеринарно-полицейского надзора из одного участка в другой в случае обнаружения эпизоотии или при других надобностях.
7. Периодические и экстренные выезды в губернию для проверки действий ветеринарного персонала на местах.
8. Доклады губернатору о состоянии ветеринарной части в области или губернии о действиях чинов ветеринарно-полицейского надзора и о том, насколько соблюдаются законы и распоряжения по ветеринарной части.
9. Представление губернатору кандидатов для замещения должностей ветеринарных фельдшеров.

В этот период была законодательно оформлена сельская (земская) ветеринарная служба, непосредственно обслуживающая скотопромышленников и финансируемая за счет средств земских учреждений. Сельские ветеринарные врачи определялись губернатором по представлению губернского ветврача, находились в его непосредственном ведении и выполняли все его распоряжения.

Создание структуры государственной ветеринарной службы резко обострило проблему дефицита кадров ветеринарных специалистов. В России в 1860 г., согласно существующим данным, имелось около 300 ветеринарных врачей, что явно не обеспечивало укомплектование как государственной, так и земской службы. В связи с этим Правительство на базе ветеринарных школ и училищ в 1873 г. открыло Казанский, Харьковский, Юрьевский, а в 1889 г. Варшавский ветеринарные институты.

При открытии институты, помимо обеспечения преподавательскими кадрами, должны были иметь следующую материально-техническую базу:

- зооанатомический театр с собранием препаратов, мацерационной комнатой, местом для убоя и вскрытия животных, белильной для костей;
- собрание зоохирургических и родовспомогательных инструментов;
- клиники внутренних и наружных болезней с особым отделением для животных с заразными болезнями;
- ветеринарную аптеку с фармакологическим кабинетом и фармацевтической лабораторией;
- ветеринарную кузницу с собранием образцов подков и упряжи;
- анатомический кабинет;
- кабинет сельского хозяйства с гербарием кормовых, врачебных и вредных для животных трав;
- библиотеку с читальным залом.

В соответствии с этими требованиями на территории площадью 5284 м² было осуществлено строительство Казанского ветеринарного института, который в своем составе имел:

- главный корпус, представляющий собой трехэтажное здание, на первом этаже в правой половине – квартира директора, в левой – профессорская комната, библиотека с читальней, приемная с канцелярией директора и чайная для студентов. На втором этаже – актовый зал с хорами, три аудитории, кабинет сельского хозяйства и скотоводства, лаборатория гистологии, два кабинета для профессоров. На третьем этаже – музей и квартиры экзекутора и инспектора студентов. В подвальном этаже – квартиры обслуживающего персонала;
- клиники одноэтажные, в одной из них размещены 22 стойла для животных с заразными болезнями, обширный манеж, зал для бактериологических работ, термостатная, кабинет профессора, комната для прозектора;
- клиники терапевтическая и хирургическая, которые также имели манеж, аптеку, кабинет профессора, комнату для дежурного студента.

Варшавский институт построен на территории площадью 5700 м², на которой было размещено шесть учебных зданий: главный трехэтажный корпус, два павильона хирургической и терапевтической клиники, двухэтажное здание бактериологической лаборатории с клиникой для заразных животных, двухэтажное здание для нормальной анатомии с музеем для препаратов, учебная кузница с жилыми квартирами для служителей и ученого кузнеца.

В зависимости от сроков обучения выпускникам институтов присваивались звания: ветеринарный помощник, ветеринар, магистр ветеринарных наук.

Получившие степени магистра или ветеринара обязаны были прочесть на собрании совета «Ветеринарное обещание» и подписать его.

Обещание печаталось на обороте диплома: «Принимая с должной признательностью диплом, дающий мне право магистра ветеринарных наук (ветеринара), я даю обещание добросовестно исполнять обязанности своего звания, способствовать сохранению здоровья домашних животных и, по возможности, излечивать их болезни. Обещаю при каждой возможности, сообщаясь с обстоятельствами, обращать внимание сельских хозяев на улучшение способов содержания скота, указывать во вверенном мне районе согласно с существующими относительно ветеринарных обязанностей постановлениями, на мероприятия к предохранению и пресечению повальных болезней животных. Обещаю усердно действовать при помощи указываемых наукою средств к усовершенствованию скотоводства в России. Обещаю следить за ходом ветеринарных наук и всеми силами содействовать как их усовершенствованию, так и напечатанием всего замечательного распространять общепользные сведения, касающиеся домашних животных и обхождения с ними при здоровом и болезненном их состоянии».

Помимо указанных институтов, подготовка ветеринарных врачей осуществлялась в ветеринарных отделениях Петербургской, Московской, Виленской медико-хирургических акаде-

миях. В дореволюционный период было подготовлено свыше 8 тыс. ветеринарных врачей, в 1916 г. их количество составляло 4422 специалиста.

Специальным постановлением в список учебных заведений, выпускники которых могут приниматься на государственную службу, включены Харьковский, Юрьевский, Казанский и Варшавский институты. Стипендиаты этих вузов при поступлении на службу были обязаны за каждый год получения стипендии прослужить полтора года по назначению высшего начальства. При вступлении в должность они получали из казны 100 руб. на обмундирование и безвозмездно карманный набор ветеринарных инструментов.

Поступившим на службу присваивались чины, которые разделялись на 14 классов, при этом магистры ветеринарных наук получали, как правило, 9-й класс, ветеринары – преимущественно 10-й, директора институтов, ординарные профессора – 5-й класс, экстраординарные профессора – 6-й класс, доценты – 7-й класс, преподаватели дисциплин – 8-й класс.

Для производства в следующий высший чин были установлены сроки: с 14-го по 9-й класс – три года, с 8-го по 6-й – четыре года. При этом никто не мог быть произведен через чин или минуя низшие. Приобретенные во время службы чины и положенные к ним права сохранялись при выходе в отставку или увольнении со службы.

При первоначальном поступлении на службу чиновник обязательно должен быть приведен к присяге на верность службе.

Согласно Уставу о государственной службе, чиновник должен обладать следующими качествами:

- здравым рассудком;
- доброй волей к исполнению поручений;
- человеколюбием;
- верностью к службе Его Императорского Величества;
- бережным отношением к общему добру;
- радением должности;
- честностью, бескорыстием и воздержанием от взяток;
- правым и равным судом всякому состоянию;
- покровительствовать невинному и скорбящему.

При исполнении служебных обязанностей чиновники находились под защитой государства, в частности:

- если кто ругательствами или поносительными словами оскорбит чиновника, тот подвергается заключению в тюрьму на срок от двух до четырех месяцев;
- в случаях, когда в отношении чиновника совершены побои или другие насильственные меры, тот подвергается заключению в тюрьму на срок от восьми месяцев до двух лет с лишением особых прав и преимуществ;
- если на человека подана жалоба в оскорбительной для него форме, виновный подвергается денежному штрафу в размере 200 руб. и аресту от трех недель до трех месяцев.

Одновременно для чиновников были установлены меры наказания за совершение служебных нарушений. В зависимости от тяжести нарушения определялись меры наказания в виде выговоров, отстранения от службы, вплоть до ссылки в Сибирь. Так, за вымогательство взяток полагалась ссылка в Сибирь на каторжные работы с лишением всех прав и права на имущество. Полученные вымогателями деньги или иные подарки направлялись в дома для престарелых. Содействующие взяточничеству, а также начальники, которые знали о преступной деятельности своих подчиненных, подвергались тем же наказаниям, что и подчиненные. Ветеринарные врачи, которые не донесли о появлении заразной болезни скота, привлекались к вычету из времени службы от шести месяцев до одного года или увольнению или заключению в тюрьму на срок от восьми месяцев до двух лет с лишением особых прав и преимуществ.

При выходе в отставку государственным служащим устанавливалась пенсия. «Пенсия ветеринарным чиновникам определяется по соразмерности лет; проведенных ими в действительной службе по ветеринарной части...». «Чиновник или нижний служитель, беспорочно прослуживший по ветеринарной части не менее двадцати лет, получает при отставке половину жалования, а не менее тридцати лет – полное жалование» (срок стажа уменьшен на пять лет по сравнению с другими чиновниками). «Ветеринарным чиновникам разрешается получать пенсию и одновременно зарплату при условии, что они будут работать по ветеринарной части». Семье чиновника, умершего на службе, также полагались пенсия и пособия. «За основание пенсий вдовам и детям чиновников, умерших на службе, применяется та пенсия, которая следовала бы мужу или отцу, если бы он вышел в отставку в день его смерти». «Вдове и детям выплачивается единовременное пособие в размере годового оклада чиновника, проработавшего менее 5 лет, или двухгодовой оклад при службе более 10 лет».

Ежегодно особо отличившиеся ветврачи и преподаватели институтов указом Его Императорского Величества награждались орденами и медалями.

Создание структуры государственной ветеринарной службы дало мощный толчок к разработке специальных и организационных мер по борьбе с заразными болезнями животных и защите людей от этих болезней. За короткий период были утверждены на государственном уровне и доведены для обязательного исполнения более 100 указаний о предотвращении болезней и падежа скота, порядок определения болезни и донесения о ее появлении, правила борьбы с чумой крупного рогатого скота, сибирской язвой, ящуром, повальным воспалением легких, дифтеритом, актиномикозом, сапом лошадей и др. Были утверждены также инструкции о правилах и порядке передвижения крупного рогатого скота и овец по грунтовым трактам и водным путем по рекам Оке и Волге.

Разработка законодательной базы не гарантировала ликвидацию болезней, необходимо было на государственном уровне законодательно определить порядок выполнения этих мер, а также органы и лиц, ответственных за их осуществление. В этих целях «для принятия единообразных мер к пресечению болезней эпидемических и эпизоотических, состоят в губерниях и уездных городах комитеты общественного здоровья, губернские и уездные». Губернские комитеты возглавляли губернаторы, а уездные – предводители дворянства. В состав комитетов входили все местные начальники по каждому управлению. Комитеты работали в полном взаимодействии, при этом решение губернского комитета для уездного комитета было обязательно к исполнению. Важно, что созданные комитеты обязаны были привлечь к осуществлению мер по борьбе с эпизоотиями все местные органы власти. В циркуляре Министерства внутренних дел для губернаторов отмечено:

«В некоторых губерниях и областях чины полиции, сельские и станичные власти, полагая, что надзор за выполнением жителями противочумных мер относится всецело к обязанности местных и временно командированных ветеринаров, совершенно не имели за упомянутым делом должного попечения.

Принимая во внимание:

а) что на ветеринарах лежит лишь распознавание характера болезни на скоте, указание соответствующих требованиям закона обязательных постановлений, правил и способов борьбы с этой болезнью, как достичь быстрейшего ее прекращения и дальнейшего распространения,

б) что непосредственный и тщательный надзор за неуклонным выполнением означенных мер со стороны населения, побуждение к этому скотовладельцев и вообще забота о неуклонном применении на местах всех существующих распоряжений и законов по противочумной борьбе лежит на обязанности полиции, а также на сельских и станичных властях,

прошу губернаторов сделать соответствующие распоряжения, чтобы подлежащие чины полиции, сельские и станичные власти под опасением строжайшей ответственности самым

тщательным образом следили за выполнением противочумных мероприятий, причем чины полиции и названные власти должны о каждом дошедшем до них случае болезни или падежа скота немедленно уведомлять ветеринаров, в обязанности которых лежит скорейшее определение болезни».

В этот период основным источником распространения эпизоотий было крайне неудовлетворительное состояние убой скота, бесконтрольное его перемещение, ярмарки для продажи скота и продукции животноводства.

По заключению Ветеринарного комитета:

«значительное большинство существующих в различных городах России простых скотобоев, устроенных частными лицами, не только не удовлетворяют ветеринарным и техническим требованиям, но приносят безусловный вред. В громадном большинстве случаев эти бойни представляются простыми бревенчатыми постройками, без надлежащих стоков и непроницаемого подполья, почему получаемые при убое кровь и отбросы скопляются здесь же, в самой бойне, или под полом. Сложившиеся же громадные массы отбросов вывозятся куда-либо по соседству или спускаются прямо в реку. Никаких приспособлений для осмотра, а в потребных случаях микроскопического исследования туш, не имеется. Даже простой осмотр туш ветеринаром не может на них быть организован, чтобы гарантировать его выполнение».

Изучив этот вопрос, Ветеринарный комитет представил следующие предложения:

- во-первых, строительство боев, отвечающих ветеринарно-санитарным нормам, требует выполнения большого объема технических мероприятий (канализация, водоснабжение, освещение и многие другие гигиенические нормы), а также организации ветеринарного надзора, требующих крупных денежных средств, непосильных отдельным лицам;

- во-вторых, бойни не должны принадлежать частным лицам и носить коммерческий характер, а должны быть заведениями ветеринарно-санитарного характера, принадлежащими тем или иным общественным учреждениям, преследующим исключительно охрану здоровья населения и недопущение распространения повальных болезней животных;

- в-третьих, обеспечить ветеринарными специалистами тысячи частных боев, порой не поддающихся учету, невозможно в обозримом будущем. В России около 1700 городов, поселений и пр., и если для ветнадзора назначить по одному ветврачу, то сразу потребуется 1/3 всего наличного персонала страны (около 4500 врачей). При этом на крупных бойнях потребуется не один специалист, а целый штат ветеринаров.

В связи с этим Ветеринарный комитет предложил разделить все бойни в зависимости от количества убиваемого скота на четыре группы:

- бойни, требующие для ветеринарного надзора постоянного присутствия штата ветеринарных врачей;

- бойни, требующие постоянного присутствия одного ветеринарного врача;

- несколько боев, работающих по согласованному графику, обслуживаемые одним ветврачом в дни их работы;

- бойни, которые находятся под надзором ветеринарных фельдшеров, прошедших особую подготовку и находящихся под контролем правительственных ветеринаров или земских ветврачей.

Таким образом, была определена принципиальная позиция по дальнейшему совершенствованию убойного дела в России.

Первые оборудованные бойни и скотопригонный двор были построены в Санкт-Петербурге, на их строительство городская управа выделила 1 700 000 руб.

Позже, в 1888 г., завершено строительство общественной бойни в Москве, на это было затрачено 2 300 000 руб. из бюджета городской думы. Ветеринарное обслуживание осуществляли пять ветеринарных врачей и шесть микроскопистов, которые подчинялись непосредствен-

но городской управе. В эти же годы были построены общественные бойни в Казани, Киеве, Харькове, Николаеве, Херсоне и других городах.

Одновременно со строительством боен совершенствовался порядок проведения ветсанэкспертизы продуктов убоя, а также их использования при выявлении инфекционных болезней или других патологий в туше.

По мере ужесточения контроля за безопасностью продуктов животного происхождения мясоторговцы стали проявлять недовольство работой органов ветеринарного и медицинского надзора. Отсутствие четкого разделения функций между этими ведомствами привело к дублированию их деятельности в области надзора, вызывало жалобы мясоторговцев на многочисленные проверки и порой необоснованные наказания. Харьковский губернатор в обращении к министру внутренних дел писал, что в инструкциях «...не проведена строго очерченная грань между сферами деятельности медицинского и ветеринарного надзора, почему и до настоящего времени встречаются постоянные недоразумения. При точном разграничении сфер деятельности не будет никаких недоразумений и следовательно не последует в существе надзора тех пробелов, которые вредно отразились на здоровье и благополучии населения».

После комиссионного обсуждения Министерство внутренних дел установило следующее разделение надзорных функций:

1. Санитарному надзору ветеринарных органов подчинены места прогона, ввоза и убоя крупного и мелкого скота, конебойни, салганы, птицебойни, места осмотра привозного мяса, молочные фермы, а равно места хранения животных продуктов в виде складов кож, овчин, шерсти, волоса, костей и рогов и пр.

2. Ведению медико-санитарного надзора подлежат лавки мясные, рыбные, птичьи, молочные, равно все заведения, занятые обработкой сырых животных продуктов: консервные, колбасные, кишечные, желатиновые, салотопни, шерстомойки, клееварни.

3. Надзору медико-санитарному и ветеринарному подлежат кожевенные и шубные заведения.

Таким образом, в конце XIX и начале XX вв. в России была заложена основа организации контроля за безопасностью сырья животного происхождения, которая включала следующие принципиальные подходы:

- ответственность за обеспечение населения безопасной продукцией животного происхождения возлагается на государственные органы;
- единые для страны научно обоснованные инструкции по оценке сырья животного происхождения;
- убой скота на общественных скотобойнях, отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям и обеспечивающих ветеринарно-санитарный надзор;
- прием в торговую сеть сырых животноводческих продуктов только после их осмотра и клеймения государственными ветспециалистами скотобоен и станций по осмотру мяса;
- контроль за состоянием здоровья животных на фермах, поставляющих скот для убоя;
- четкое распределение функций по контролю между ведомствами, осуществляющими надзор за продуктами животного происхождения.

Создание государственной ветеринарной службы способствовало развитию научных исследований и разработок мер борьбы с эпизоотиями на научной основе.

В 60-90-е гг. XIX в. были открыты и описаны возбудители сибирской язвы, сапа, эмкара, столбняка, некробактериоза, мыта, пастереллеза, туберкулеза, Л.С. Ценковский и И.Н. Ланге независимо друг от друга изготовили вакцину против сибирской язвы. Благодаря работам И.И. Равича, Е.М. Земмера и др. разработана система мероприятий против чумы крупного рогатого скота, Х.И. Гельман и О.И. Кальнинг получили препарат маллеин для диагностики сапа лошадей, Н.А. Холодковский, М.И. Романович, К.И. Скрябин начали работы в области

гельминтологии. В Одессе была открыта первая в России (вторая в мире) Пастеровская (антирабическая) станция. Затем пастеровские станции были открыты в Москве, Варшаве, Самаре и Петербурге. К 1912 г. их количество в России достигло 28.

В развитии ветеринарной науки и использовании ее результатов в практике веское значение имели сформировавшиеся при учебных институтах России научно-педагогические школы: микробиологов и эпизоотологов (Е.М. Земмер, К.К. Гаппих), ветсанитарии и дезинфекции (В.Е. Воронцов, М.А. Игнатьев), патологоанатомов (К.Г. Блюмберг, К.Г. Боль), клиницистов и терапевтов (К.М. Гольцман, В.Е. Евтихийев), ветеринарных хирургов (К.П. Кириллов, М.А. Мальцев), физиологов (В.Я. Данилевский, Н.В. Рязанов). При ветеринарных учебных заведениях создавались ветеринарные научные общества, которых к концу XIX в. было создано 14, а к 1912 г. их число увеличилось до 31. С 1899 г. начали функционировать ветеринарные секции на знаменитых пироговских съездах русских врачей, на которых обсуждались проблемы борьбы с инфекционными заболеваниями общими для человека и животных.

В Санкт-Петербурге ежемесячно (1871-1917 г.) издавался «Архив ветеринарных наук», издатель – Ветеринарное управление Министерства внутренних дел, редактор-магистр ветеринарных наук Г.И.Светлов. С ноября 1914 г. отдел хроники выделился в самостоятельный журнал «Хроника архива ветеринарных наук».

Значительным событием для развития ветеринарной службы стали всероссийские съезды ветеринарных специалистов. Первый всероссийский съезд ветеринарных врачей прошел в январе 1903 г., в Петербурге. Толчком к его проведению стало ходатайство общества ветеринарных врачей при Казанском ветеринарном институте в Министерство Внутренних дел о его созыве, которое было удовлетворено. В работе съезда приняло участие 1100 делегатов со всей Российской империи, было представлено 250 докладов, была организована выставка предметов ветеринарного дела, на которой было представлено свыше 10 тыс. экспонатов. Второй всероссийский съезд ветеринарных врачей состоялся с 3 по 10 января 1910 г. в Москве. В его работе участвовали свыше 1000 ветеринарных врачей. Перед съездом стояла задача — наметить правильные пути развития отечественной ветеринарии. Основными вопросами были: ветеринарное образование и законодательство. Третий всероссийский съезд ветеринарных врачей состоялся в период с 29 декабря 1913 по 6 января 1914 г. в Харькове. В его работе участвовал 951 делегат. Было заслушано 133 доклада по актуальным проблемам животноводства и ветеринарии. На съезде были приняты важные решения по улучшению ветеринарного дела в стране.

На международных конгрессах ветеринарных врачей работа российских ученых и практиков высоко оценивалась и пользовалась заслуженным авторитетом.

Таким образом, в дореволюционный период в России, благодаря мерам, принятым правительством, была разработана и осуществлена государственная концепция ветеринарного обслуживания страны:

- на всех уровнях административного деления создана структура государственной ветеринарной службы с единым органом управления и содержащаяся за счет бюджета;
- разработан порядок приема ветеринарных врачей на государственную службу, определены их обязанности, ответственность, социальная защита, а также меры по повышению престижности профессии ветеринарных специалистов;
- создана система высшего и среднего ветеринарного образования, не уступающая лучшим учебным заведениям Европы;
- создана законодательная база, разработаны инструкции по профилактике и ликвидации массовых болезней, а также установлена ответственность за их выполнение;
- сформированы научно-педагогические школы по всем направлениям ветеринарной науки;

– разработаны требования по цивилизованному убою и переработке продукции животноводства, гарантирующие ее безопасность для населения;

– законодательно разграничены функции ветеринарной и медицинской служб по контролю за продукцией животного происхождения.

Революция 1917 г., участие России в Первой мировой войне и Гражданская война привели к значительному снижению уровня ветеринарного обслуживания, в результате вновь получили широкое распространение массовые болезни животных.

За 1917 – 1918 гг. от чумы погибли более 500 тыс. голов крупного рогатого скота. В сентябре 1921 г. этой болезнью были охвачены 24 губернии, 95 уездов и 3060 населенных пунктов. Среди конского поголовья до 6 % было поражено сапом, почти 30 % чесоткой, количество больных в 1918 г., по сравнению с довоенным периодом, увеличилось в 15 раз, а гибель лошадей – в 2,5 раза. В 1920 г. количество больных повальным воспалением легких крупного рогатого скота было в 3 раза больше, чем в 1912 г. Широкое распространение получили сибирская язва, ящур, туберкулез и другие болезни.

Критическое эпизоотическое состояние животноводства обязывало Правительство после революционной России принять решительные меры по созданию ветеринарной службы страны, системы мер борьбы с массовыми болезнями животных, обеспечению населения достаточным количеством безопасных продуктов животного происхождения и охране территории страны от заноса болезней извне.

В основу решения этих вопросов был заложен принцип использования отечественного опыта дореволюционной России. Прежде всего, была сформирована аналогичная структура ветеринарной службы. В мае 1918 г. в составе Народного комиссариата внутренних дел (НКВД) был создан Центральный ветеринарный отдел и ветеринарные отделы в областях, краях, уездах и городах с подчинением их исполкомам Советов депутатов трудящихся. В октябре 1919 г. эта структура передана в ведение Народного комиссариата земледелия.

Правительство постоянно уделяло внимание состоянию и развитию ветеринарного дела в стране, укреплению и расширению сети ветучреждений, повышению ответственности местных органов власти за проведение ветеринарных мероприятий.

Благодаря принятым мерам уже в 1924 г. чума крупного рогатого скота была ликвидирована на европейской части России и в Сибири, а в 1929 г. – в республиках Закавказья.

Но в целом ликвидация других массовых болезней осуществлялась медленными темпами. В 1925 – 1926 гг. ящур регистрировался в 19386 пунктах, заболело 1,3 млн голов животных, в 1929 г. сибирской язвой заболело 37 тыс. голов, бешенством – 19 тыс. голов, сапом – 12,6 тыс. голов.

В стране явно не хватало кадров, производства биопрепаратов и диагностикумов, проведения научных исследований по изысканию более эффективных методов борьбы с болезнями. В связи с этим Правительство приняло ряд мер по увеличению количества и качества подготовки ветспециалистов.

Были открыты ветеринарные институты: в 1918 г. – Саратовский (на базе Юрьевского), Новочеркасский (на базе Варшавского) и Омский, 1919 г. – в Петрограде и Москве, в 1926 г. – в Воронеже, в 1929 г. – в Троицке, а также ветеринарные факультеты при сельхозинститутах: в 1930 г. – в Кирове и Оренбурге, в 1932 г. – в Дагестане.

В 1921 г. был проведен всероссийский съезд ректоров, профессоров и преподавателей ветеринарных институтов с участием представителей студенчества. На съезде были обсуждены вопросы об улучшении материального положения институтов (обеспечение соответствующими помещениями, топливом, приборами, инструментами и други инвентарем), а также предоставление права широкого использования в учебных целях лазаретов, лабораторий мясокомбинатов. По всем этим вопросам Правительством приняты соответствующие постановления.

В 1926 г. ветеринарными институтами и факультетами сельскохозяйственных институтов выпущено 662 ветеринарных врача, что, безусловно, не удовлетворяло потребности страны. В последующие годы происходило интенсивное развитие ветеринарного образования, открывались новые институты, факультеты, изданы учебники, учебные пособия и руководства по всем ветеринарным дисциплинам, открывались курсы повышения квалификации, а в Ленинграде – институт усовершенствования ветеринарных врачей. В 80-е гг. ветеринарные вузы выпускали от 6 до 7 тыс. ветврачей. После окончания институтов молодые специалисты распределялись на работу по заявкам сельскохозяйственных органов областей, краев, автономных республик с обязательной отработкой в течение 3 лет. Выпускникам, направляемым на работу в сельскую местность, предоставлялась в бесплатное пользование квартира, выплачивались подъемные и единовременное пособие в размере до шести месячных окладов, производилась первоочередная продажа легковых автомобилей и мотоциклов.

Для подготовки ветеринарных специалистов средней квалификации была организована широкая сеть техникумов, а для младших ветфельдшеров – одногодичные школы.

Важную роль в недопущении и прекращении болезней играет их своевременная диагностика. У ветеринарных специалистов бытует мнение: «ветеринарные лаборатории – глаза и уши практических ветспециалистов».

Формирование диагностической ветеринарной сети в России осуществлялось в сложных условиях: большие расстояния между населенными пунктами, отсутствие дорог, транспорта и связи значительно затрудняли своевременную доставку материала для постановки диагноза. Поэтому возникла необходимость открывать лаборатории буквально в каждом районе. В результате они нередко размещались в непригодных помещениях, и потребовалось значительное время для обеспечения их типовыми помещениями и современным оборудованием.

На федеральном уровне была организована Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория (ЦНМВЛ), находившаяся в подчинении Министерства сельского хозяйства РСФСР. В структуре лаборатории имелось 12 отделов по всем болезням животных, в том числе птиц, рыб, пчел.

Специалисты ЦНМВЛ осуществляли научно-методическое руководство субъектовыми ветлабораториями, анализировали отчеты об их деятельности, разрабатывали, апробировали и внедряли новые методы исследования, повышали квалификацию лабораторных работников. Помимо этого, ежегодно проводили от 100 до 120 тыс. различных исследований и выступали в арбитражных делах по результатам диагностических исследований.

В административных территориях были созданы областные, краевые, республиканские ветлаборатории, которые осуществляли научно-методическое руководство и помощь районным и межрайонным ветлабораториям, плановые проверки их деятельности, стажировку и повышение квалификации ветспециалистов.

Районные и межрайонные ветлаборатории проводили плановые серологические, бактериологические, гематологические, копрологические, патолого-анатомические и другие исследования, оказывали помощь ветеринарным специалистам хозяйств и владельцам животных в проведении оздоровительных мероприятий.

Перед распадом Советского Союза в РСФСР функционировало более 1300 районных и межрайонных и 89 субъектовых ветлабораторий. Таким образом, за годы Советской власти в России была создана широкая диагностическая сеть ветеринарных лабораторий с единым центром научно-методического руководства, которая внесла достойный вклад в оздоровление животноводства страны от многих болезней.

В первые годы Советской власти в условиях широкого распространения массовых болезней и гибели скота обозначилась острая необходимость организации научно-исследовательских ветеринарных учреждений для решения указанной проблемы.

Уже через три месяца после революции, в январе 1918 г. на базе Петербургской ветлаборатории МВД организован Государственный институт экспериментальной ветеринарии, который в 1919 г. по декрету, подписанному В.И. Лениным, был размещен в Москве в усадьбе Кузьминки.

В 1921 г. в Омске был организован Сибирский ветеринарно-бактериологический институт, а в 1924 г. – Печорский и Обдорский ветеринарные бактериологические институты. До конца 20-х гг. были открыты научно-исследовательские ветеринарные учреждения в Чите, Казани, Ленинграде, Воронеже. В 1931 г. организованы институт гельминтологии им. К.И. Скрябина и научно-исследовательский контрольный институт ветеринарных препаратов. В последующие годы организован целый ряд научно-исследовательских институтов санитарии, вирусологии и микробиологии, ящурный, бруцеллеза и туберкулеза животных, экспериментальной ветеринарии Сибири и Дальнего Востока и др.

В течение советского периода на территории России было открыто более 20 научно-исследовательских институтов и 15 научно-исследовательских ветеринарных станций.

В целях эффективного управления созданными научно-исследовательскими учреждениями в 1935 г. при отделении животноводства ВАСХНИЛ было организовано отделение ветеринарии, в составе которого имелось 10 секций по всем направлениям научной деятельности.

Опираясь на секции, отделение ветеринарии осуществляло научно-методическое руководство и координацию важнейших проблем ветеринарно-биологической жизни страны. Большим достижением советских ученых было создание научных школ, которые сыграли важную роль в подготовке научно-педагогических кадров и развитии различных направлений ветеринарной науки.

Ведущими научными признаны школы: эпизоотологов – академика С.Н. Вышелесского, гельминтологов – академика К.И. Скрябина, протозоологов – профессоров С.И. Драчинского, А.В. Белицера, А.А. Макарова, В.Л. Якимова, микробиологов – профессоров П.Н. Андреева, Н.А. Михина, Д.С. Румянцева, ветеринарно-санитарных экспертов – профессоров В.Ю. Вольферца, М.И. Романовича, зоогигиенистов – профессоров К.Г. Боля, Н.Д. Балла, терапевтов и диагностов – В.Е. Евстихьева, Н.Т. Рухлядова, А.Р. Евграфова, А.В. Синева, хирургов – профессоров В.М. Оливкова, Л.С. Сапожникова, акушеров – Н.Ф. Мышкина, С.П. Мамадышского, А.Ю. Тарасевича, анатомов – Д.М. Автократова, А.Ф. Климова, А.И. Акаевского, физиологов – Д.Я. Кринжина, К.Р. Викторова, патфизиологов – профессоров Е.С. Лондона, Н.И. Шохора, М.П. Тушнова.

Основоположники научных школ и их ученики являются авторами первых советских учебников, руководств, монографий по различным вопросам ветеринарии.

С участием этих ученых была создана законодательная база деятельности в области ветеринарии, правила и инструкции по профилактике и ликвидации массовых заразных и незаразных болезней, ветеринарно-санитарной экспертизе продукции животного происхождения, ветеринарно-санитарные требования к животноводческим фермам и предприятиям по убою и переработке и другие основополагающие документы.

Многие ученые за большой вклад в развитие ветеринарной науки награждены орденами и медалями, получили звание лауреатов различных государственных премий, более 15 человек избраны академиками ВАСХНИЛ, из них академикам К.Н. Скрябину, А.Х. Саркисову, академику РАСХН И.А. Бакулову присвоено звание Героя Социалистического Труда. Советские ученые в области ветеринарии пользовались заслуженным авторитетом не только у себя в стране, но и за рубежом.

В первые годы после революции ветучреждения России испытывали острую потребность в биопрепаратах, медикаментах, дезинфицирующих средствах. Производство биопрепаратов осуществлялась в небольшом объеме ветеринарными бактериологическими лабораториями.

В 1930 – 1932 гг. было принято решение создать на базе существующих лабораторий биофабрики и биоккомбинаты. В эти годы были организованы Читинская, Омская, Тобольская, Орская, Курская, Ставропольская, Приволжская, Щелковская, Армавирская, Краснодарская биофабрики.

Строительству и вводу в эксплуатацию таких предприятий Правительство уделяло большое внимание. В постановлении Совнаркома СССР от 28 апреля 1933 г. отмечено: «В целях сосредоточения внимания и материально-технических средств на объектах капитального строительства, быстрейшего ввода в эксплуатацию предприятий, которые имеют особое народно-хозяйственное значение, Совнарком СССР постановляет признать ударными стройками, для которых определить первоочередное снабжение стройматериалами, оборудованием и срочность перевозки грузов, биофабрики: Омская, Щелковская, Орловская, Армавирская, Курская, Воскресенская, ветеринарные склады в Новосибирске, Смоленске, Владимире и Хабаровске».

Для контроля качества выпускаемых биопрепаратов была организована специальная лаборатория в составе Государственного института экспериментальной ветеринарии, а с 1931 г. – в Государственном научном контрольном институте ветпрепаратов, в составе которого имелось восемь зональных научно-контрольных лабораторий. Институт осуществлял систематический контроль за производством лечебно-профилактических препаратов, снабжал биофабрики производственными штаммами микробов и вирусов.

Для руководства биопредприятиями и снабжения производимыми препаратами в 1930 г. был создан трест «Ветснабпром». В 1939 г. биофабрики перешли в Управление биологической промышленности Наркомзема СССР, которое в 1955 г. реорганизовано во Всесоюзный трест биологической промышленности, а в 1965 г. передано в Главное управление по производству биологических препаратов МСХ СССР.

Сформированная сеть предприятий биологической промышленности практически обеспечила проведение противоэпизоотических мероприятий отечественными вакцинами, за исключением отдельных позиций для птицеводства и для непродуктивных животных (собак, кошек), которые замещены импортными препаратами.

К сожалению, не была создана база для производства и обеспечения животноводства фармацевтическими препаратами, дезинфектантами, инструментами и оборудованием, они производились по заданию правительства на предприятиях различных министерств и ведомств, а также закупались в зарубежных странах.

В основу решения проблемы обеспечения населения безопасными продуктами животноводства были положены и во многом усовершенствованы принципы, разработанные в дореволюционной России:

- обязательный ветеринарный контроль за состоянием здоровья скота на фермах, зоогигиеническими условиями его содержания и получения продукции;
- осуществление убой скота и его переработки на государственных мясокомбинатах, укомплектованных ветеринарными кадрами;
- организация на рынках лабораторий ветсанэкспертизы реализуемых продуктов питания;
- поставка в магазины, учреждения общественного питания продуктов животного происхождения, прошедших обязательный ветеринарный контроль, подтвержденный соответствующим ветеринарным документом.

В 1921 г. Совет Народных Комиссаров РСФСР издал декрет «Об убое скота в РСФСР исключительно на государственных скотобойнях с взиманием платы за его производство натурой и торговлю мясными продуктами».

Мясная промышленность как индустриальная отрасль начала формироваться в 30-е гг., когда были реконструированы и построены новые мясокомбинаты в Москве, Ленинграде, Иркутске, Улан-Удэ, Семипалатинске, Баку, Киеве и других регионах. За годы Советской вла-

сти построены и реконструированы 670 мясокомбинатов, 120 птицекомбинатов и большое количество скотобойных пунктов системы «Центросоюза».

С 1934 г. мясокомбинаты находились в ведении Наркомпищепрома, в 1939 г. создан Народный комиссариат мясной промышленности, который в 1946 г. преобразован в Министерство мясной промышленности, а с 1985 г. эти функции переданы Госагропрому СССР.

В 1937 г. на всех мясокомбинатах 1-4-й категории созданы отделы производственного ветеринарного контроля (ОПВК), объединяющие всех ветспециалистов мясокомбината. На ОПВК возлагалась ответственность за осуществление ветсаннадзора на всех участках производства и безопасность выпускаемой продукции.

Значительная работа осуществлена по организации ветеринарного контроля за животноводческими и растительными продуктами, реализуемыми на рынках.

Первоначально эту работу выполняли мясомолочные контрольные лаборатории ветеринарной службы и пищевые лаборатории санитарной службы. В 1964 г. постановлением Правительства эти лаборатории объединены в мясомолочные и пищевые контрольные станции (ММПКС) в системе ветеринарной службы, эти станции находились в подчинении городских ветеринарных станций или районных ветлабораторий. Производственными помещениями, оборудованием, коммунальными услугами обеспечивала администрация рынка.

Разработку научно обоснованных правил ветсанэкспертизы осуществляли отделы мясоведения, созданные ВГИЭВ (1918 г.), Казанский ветеринарный институт (1918 г.), Петроградский ветеринарный институт (1920 г.), Московский ветеринарный институт (1922 г.). Большую работу по подготовке кадров ветсанэкспертов и разработке правил ветсанэкспертизы проводили ученые Московского технологического института мясной и молочной промышленности и лаборатория санитарии и гигиены мяса и молока Всесоюзного института санитарии.

Этими учреждениями разработаны ветеринарно-санитарные правила ветсанэкспертизы практически для всех видов продукции животного и растительного происхождения, которые с учетом достижений науки постоянно корректировались.

Решая вопросы продовольственной безопасности, правительство ставило задачу ежегодно увеличивать поголовье скота, его продуктивность и сохранность.

В этих целях в стране был разработан научно обоснованный комплекс мер по лечению незаразных болезней и создана широкая сеть лечебных ветеринарных учреждений. В 1916 г. в Российской империи имелось 1014 врачебных участков и 612 фельдшерских пунктов, в 1925 их было соответственно 3251 и 1947, а в начале 90-х гг. в России имелось 14,8 тыс. лечебных учреждений, в том числе 2060 станций по борьбе с болезнями животных, 7000 участковых ветлечебниц и ветеринарных участков и 5700 ветеринарных пунктов, в которых работало около 100 тыс. ветеринарных специалистов разного уровня подготовки (государственная ветеринарная сеть).

Помимо этого, ежегодно увеличивалось количество ветспециалистов производственной ветеринарной службы. Если в 1953 г. в колхозах работало 16905, а в совхозах 10992 ветеринарных специалиста, то в 1987 г. соответственно 82400 и 90200. Таким образом, лечебную помощь животным осуществляло более 250 тыс. ветеринарных специалистов.

В разработке мер профилактики и лечения незаразных болезней животных принимали участие большинство научно-исследовательских институтов, вузов и специально созданный институт незаразных болезней (г. Воронеж).

Ученые этих учреждений разрабатывали рекомендации и инструкции по профилактике незаразных болезней, ветеринарные правила при воспроизводстве животных, систему ветеринарно-санитарных мероприятий по предупреждению болезней молодняка, гинекологических болезней и др.

Большим достижением было повсеместное внедрение системы диспансеризации маточного поголовья и производителей, предусматривающей исследование качества кормов и обменных процессов в организме животных, одновременно ветеринарные лаборатории и производственные отделы научных учреждений организовали производство лечебно-профилактических препаратов (нативных антибиотиков, АБК, ПАБК, СЖК и др.).

Большой заслугой советских ученых была разработка комплекса ветеринарных мер по комплектованию и функционированию крупных животноводческих комплексов. Впервые для профилактики болезней предложены технологические приемы: выращивание телят «холодным способом», принцип «пусто-занято», сменные профилактории и родильные отделения и т.д.

Разработанные и внедренные меры значительно сократили гибель животных и увеличили получение приплода.

Становление государственной ветеринарной службы в Советский период проходило в условиях серьезных политических, экономических и социальных событий в стране. Прежде всего, это последствия участия России в Первой мировой войне (1914 – 1918 гг.), Гражданская война (1918 – 1922 гг.), коллективизация на селе, массовые репрессии ветеринарных специалистов и ученых. Вторая мировая война (1941 – 1945 гг.), послевоенный период, специализация и перевод животноводства на промышленную основу и т.д.

Во все эти периоды юридической основой деятельности ветеринарной службы являлись периодически совершенствовавшиеся уставы (1923, 1936, 1951, 1967 гг.), утверждаемые Правительством. В сложные для страны времена ветеринарные специалисты получали поддержку от государства. В годы Гражданской войны ветеринарные специалисты и ученые были освобождены от трудовой и воинской повинности, студенты ветеринарных вузов обеспечивались пайком наравне с красноармейцами, а профессора и преподаватели – академическим пайком. В тяжелые времена послевоенной разрухи ветеринарным специалистам, работающим в сельской местности, бесплатно предоставлялись квартиры и коммунальные услуги, для них устанавливалась пенсия в размере 50% от зарплаты по достижении 50-летнего возраста и при наличии 25-летнего непрерывного стажа в животноводстве с правом продолжения работы и сохранения пенсии. Установлено звание «Заслуженный ветеринарный врач РСФСР», а также порядок награждения правительственными наградами, в соответствии с которым ветеринарных специалистов за безупречный труд награждали по истечении 8 лет медалью «За трудовое отличие», 10 лет – медалью «За трудовую доблесть», 15 лет – орденом «Знак почета», 20 лет – орденом Трудового Красного Знамени, 25 лет – орденом Ленина.

Различными правительственными наградами за доблестный труд в послевоенные годы награждена большая группа ветспециалистов, в том числе 13 получили звание Героя Социалистического Труда. За высокий профессиональный уровень ветеринарным врачам присваивалось звание «Заслуженный ветеринарный врач РСФСР».

Благодаря государственным мерам в области ветеринарии, героическому труду ветеринарных специалистов и ученых в советский период животноводство России практически было оздоровлено от массовых инфекционных болезней животных и осуществлен комплекс мер по предупреждению гибели скота от незаразных болезней.

За годы Советской власти специалисты ветеринарной службы внесли важный вклад в решение вопросов продовольственной безопасности страны и обеспечение населения безопасными продуктами животноводства.

После Великой Отечественной войны большой вклад в развитие ветеринарной службы страны внесли руководители Главного управления ветеринарии МСХ СССР: Ю.Н. Голощанов, А.А. Бойко (1955 – 1965 гг.), А.Д. Третьяков (1966 – 1989 гг.), а в России – руководители Главного

управления ветеринарии МСХ РСФСР: Л.Л. Вертелецкий (1953 – 1972 гг.) и О.З. Исаков (1972 – 1994 гг.).

После выхода России из состава СССР (декабрь 1991 г.) и по настоящее время в истории государственной ветеринарной службы определились два периода ее развития:

- период с 1991 по 2001 г. – задачи и структура государственной ветеринарной службы определялись законом «О ветеринарии» 1993 г.;
- период с 2002 г. по настоящее время – структура государственной ветеринарной службы и ее функции определены реформой 2002 – 2004 гг.

В связи с новым государственным устройством России в первом периоде необходимо было заново создавать законодательную базу по всем видам ветеринарной деятельности, т.к. большинство документов были утверждены в период Советского Союза и фактически потеряли юридическую силу.

Прежде всего, требовалось определить структуру и задачи государственной ветеринарной службы с учетом изменившейся технологии ведения животноводства и возложенных на ветеринарную службу новых функций:

- самостоятельная разработка законодательных документов по всем видам ветеринарной деятельности;
- создание службы ветнадзора на границе и транспорте;
- участие в международных ветеринарных организациях и осуществление международного сотрудничества;
- организация производства биологических препаратов и снабжение ими потребителей.

Для решения этих вопросов Министерством сельского хозяйства Российской Федерации был разработан проект закона «О ветеринарии», согласованный с правительством, одобренный Верховным Советом Российской Федерации и подписанный президентом страны 14 мая 1993 г.

Согласно закону, структура управления госветслужбой определена с учетом многолетнего отечественного опыта и представлена органами управления на всех уровнях административного деления с подчинением по вертикали единому федеральному органу. В отличие от предыдущей структуры, был повышен административный статус органов управления службой. Вместо Главного управления ветеринарии образован Департамент ветеринарии, который в структуре аппарата Министерства сельского хозяйства подчинен непосредственно министру, а руководитель – главный государственный ветеринарный инспектор Российской Федерации – назначался и освобождался от должности Правительством.

Этот статус департамента позволял значительно усилить взаимодействие с администрациями субъектов Российской Федерации и многочисленными министерствами и ведомствами (Минфин, Минюст, Минздрав, МВД, Минобороны, Таможенная служба, МИД, зарубежные посольства и другие ведомства).

Для повышения административного статуса органов управления ветеринарии в субъектах Российской Федерации они были выведены из сельхозорганов и подчинены правительствам и администрациям регионов. Это было связано с ликвидацией колхозов и совхозов и организацией новых форм ведения животноводства, которые не имели прямого подчинения сельхозорганам. Поэтому статус госветслужбы как представителя государственной власти во многом помогал успешно осуществлять ветеринарные мероприятия на этих объектах. При исполнении служебных обязанностей специалисты государственной ветеринарной службы впервые после революции 1917 г. получили право носить форменную одежду.

Во исполнение закона «О ветеринарии» Департамент ветеринарии совместно с ведущими учеными разработал и утвердил в установленном порядке инструкции и правила во всех сферах ветеринарной деятельности. Были выпущены пять сборников инструкций по профилакти-

ке и ликвидации болезней, общих для человека и животных, гельминтов животных, болезней пчел, болезней рыб, по лабораторной диагностике в ветеринарии, более 25 инструкций, рекомендаций и указаний по осуществлению различных ветеринарных мероприятий. По вопросам ветеринарии подготовлено более 10 проектов постановлений Правительства. Созданная нормативная база способствовала повышению эффективности работы ветспециалистов и обеспечивала защищенность в их профессиональной деятельности.

После ликвидации Главного управления биологической промышленности Госагропрома СССР находящиеся на территории России биофабрики фактически оказались бесхозными. Для руководства и координации их деятельности был создан научно-производственный концерн «Росагробиопром», в состав которого вошли предприятия биологической промышленности и ряд научно-исследовательских институтов. Постановлением Правительства РФ о мерах по развитию агrobiологической промышленности утвержден разработанный Минсельхозом Российской Федерации и согласован заинтересованными министерствами и ведомствами комплексный план мероприятий по развитию предприятий. Благодаря этим мерам научно-исследовательскими учреждениями разработаны технологии, а биофабриками освоено производство необходимых высокоэффективных вакцин и диагностикумов.

Впервые в России постановлением Правительства создана Государственная ветеринарная служба по охране территории страны от заноса заразных болезней животных из иностранных государств и утверждены меры по ее обеспечению. Возглавлял эту систему Департамент ветеринарии, который разрабатывал требования к подконтрольным грузам для каждой страны-экспортера с учетом ее эпизоотического состояния и выдавал соответствующие разрешения. В 2000 г. в России имелось 11 зональных управлений госветконтроля на границе и транспорте, которым было подчинено 165 пограничных и 32 транспортных пункта с общей численностью 2685 специалистов. Такая структура обеспечивала оперативность в работе и исключала вмешательство со стороны местных органов и ведомств.

Важное значение имела инициатива Департамента о создании Совета по ветеринарии стран СНГ. Соглашение о создании Совета подписали Армения, Белоруссия, Казахстан, Кыргызстан, Молдова, Россия, Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, а Украина подписала с двумя оговорками о порядке предоставления информации и о сроках вступления соглашений в силу. Основная цель Совета – это осуществление мер по недопущению распространения болезней животных с территории одной страны на территорию другой страны и создание единой законодательной базы по всем видам ветеринарной деятельности.

Помимо создания указанного Совета, подписано соглашение о сотрудничестве в области ветеринарии с рядом стран дальнего зарубежья.

Формирование госветслужбы новой России проходило в «лихие 90-е гг.» в условиях недостаточного и несвоевременного финансирования и особенно в части приобретения биопрепаратов и диагностикумов. Это создало реальную угрозу для заноса и распространения массовых болезней животных, так как из-за дефицита продовольствия в страну ввозились значительные количества животноводческой продукции из многих стран мира, нередко имеющих нестабильную эпизоотическую обстановку по болезням животных. В 1995 г., по данным погранветпунктов, ими осмотрено 3,9 млн т мяса, 1,2 млн т молочных продуктов, 2,8 млн т рыбы, 312 тыс. т кормов животного и 460,1 тыс. т растительного происхождения.

Ежегодно поставщиками указанной продукции были от 30 до 40 стран, при этом в некоторых из них периодически возникали массовые инфекционные болезни животных. Так, в этот период в Англии широкое распространение получила губкообразная энцефалопатия крупного рогатого скота, в результате чего пало и уничтожено более 200 тыс. коров, а заболевание распространилось практически во всех странах Европейского Союза.

В 1997 – 1998 гг. в Голландии и Бельгии в связи с массовым распространением классической чумы свиней было уничтожено более 12 млн голов свиней, в 2000 г. эта болезнь распространилась в 14 европейских странах, в 2001 г. в Англии в течение шести месяцев заболевание ящуром зарегистрировано в 1978 очагах, было уничтожено 3,2 млн голов животных.

Большую помощь в этот период в обеспечении биопрепаратами оказали руководители и коллективы биофабрик, которые под свою ответственность своевременно поставляли биопрепараты без предоплаты под гарантии Минсельхоза России.

Ежегодно растущий долг поставил под угрозу производственную деятельность биофабрик и мог привести к непредсказуемым последствиям с распространением болезней животных. Министерство обратилось в Государственную Думу Российской Федерации, которая приняла постановление:

- признать действия Правительства Российской Федерации в части финансирования обязательных ветеринарных мероприятий по предупреждению и ликвидации ряда заразных и особо опасных болезней неудовлетворительными;

- предложить Правительству Российской Федерации погасить задолженность организациям по производству биопрепаратов за производственную биопroduкцию в срок до 1 мая 1998 г.

Благодаря Закону «О ветеринарии» и принятым в его развитие мерам, в сложных экономических и социальных условиях ветеринарной службе страны удалось не только сохранить стабильную эпизоотическую обстановку, но и ежегодно сокращать количество неблагополучных пунктов по основным болезням животных.

В 2002 г. по сравнению с 1991 г. количество неблагополучных пунктов по бруцеллезу крупного рогатого скота сократилось в 6,4 раза, по бруцеллезу овец – в 2,2, по туберкулезу крупного рогатого скота – в 3,3, по сибирской язве – в 1,8 раза. Сведены к единичным случаям заболевания классической чумой свиней, оспой овец, лептоспирозом. За весь период зарегистрировано два случая ящура (1995 и 2000 гг.), которые были ликвидированы в первичных очагах. Проблемными болезнями для ветслужбы оставались лейкоз крупного рогатого скота и бешенство.

Несмотря на это, в 2002 – 2004 г. Минсельхоз России с участием зарубежных консультантов осуществил реформу государственной ветеринарной службы, в ходе которой практически были уничтожены основные принципы организации государственной ветеринарной службы, разработанные в соответствии с многолетним отечественным опытом и установленные законом «О ветеринарии»:

- ликвидирована структура государственной службы на всех уровнях административного деления с единым федеральным органом управления. Создан Департамент ветеринарии с одним подведомственным учреждением, ветслужба Россельхознадзора с территориальными органами в субъектах и ветеринарные службы субъектов федерации, финансируемые из региональных бюджетов. Указанные структуры не имеют подчинения между собой и во многом дублируют свою деятельность. В результате в стране и субъектах Российской Федерации нет единого органа и руководителя, ответственного за состояние ветеринарного дела, в том числе за организацию мер по ликвидации массовых болезней животных, обеспечение населения безопасными продуктами животноводства и т.д.;

- переданы в ведение Россельхознадзора Центральная научно-методическая ветеринарная лаборатория и более 20 лучших ветеринарных лабораторий субъектов Российской Федерации, что повлекло разделение единой диагностической сети на ветеринарные лаборатории федерального и субъектового значения, упразднен центральный орган контроля над их деятельностью и научно-методическим обеспечением. В настоящее время все федеральные лаборатории лишены юридического статуса и являются филиалами федерального центра охраны здоровья животных с выполнением функций в основном коммерческого характера;

– внесены структурные изменения в систему ветеринарного надзора на госгранице и транспорте. Были упразднены зональные управления, а ветеринарные пункты переданы в подчинение территориальных органов Россельхознадзора, что увеличило возможность оказания давления на их деятельность со стороны местных органов власти и ведомств. Одновременно им запрещено оказывать платные услуги, что привело к снижению заработной платы, ухудшению материально-технического оснащения пунктов и нестабильности ветеринарных кадров;

- внесены изменения и дополнения в Закон «О ветеринарии», правила по предупреждению и ликвидации болезней животных, обеспечению населения безопасными и доброкачественными продуктами животного происхождения и другие документы, вызывающие у ветеринарных специалистов сомнения в их эффективности (регионализация, компартиментализация, порядок оформления ветеринарных сопроводительных документов и др.).

Множественные исключения и дополнения в Закон «О ветеринарии» лишили практических работников возможности им пользоваться, а попытки подготовить новый проект закона не увенчались успехом.

Мнения ветеринарных специалистов об эффективности проведенной реформы неоднозначны. Объективным показателем эффективной деятельности ветеринарной службы является эпизоотическое благополучие животноводства страны. За прошедшие годы после реформы не достигнуто значительных успехов в ликвидации лейкоза крупного рогатого скота, бешенства животных, увеличилась заболеваемость бруцеллезом крупного рогатого скота и овец, периодически возникают очаги ящура и нодулярного дерматита крупного рогатого скота, явную угрозу представляет распространение гриппа птиц. Нестабильна обстановка по заболеванию африканской чумой свиней, которая возникла в 2007 г. на территории кавказских республик и распространилась практически по всей территории России. С 2007 г. по настоящее время в России зарегистрирован 2281 очаг африканской чумы свиней, ежегодно регистрируются больше 100 очагов. С учетом такого распространения болезни и уровня проведения мероприятий трудно прогнозировать ее ликвидацию в ближайшие годы.

Прошло 20 лет с момента проведения реформы государственной ветеринарной службы России, и, по мнению ветеринарных специалистов, будет оправданным соответствующим органам дать объективную оценку ее эффективности, при необходимости внести коррективы в организацию ветеринарного дела в стране с учетом отечественного опыта и достойно отметить 155-летие государственной ветеринарной службы России.